

PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN PROVOCADA POR LAS PINTURAS ANTIFOULING DE LAS EMBARCACIONES DE RECREO GRACIAS A LA UTILIZACIÓN DE INSTALACIONES DE RAMPAS FIJAS Y MARINAS SECAS EN LOS PUERTOS DEPORTIVOS DE GALICIA (ESPAÑA).

M. J. Rodríguez Guerreiro*, S. Ferreño González, J. C. Álvarez Feal y L. Carral
Couce

Escuela Politécnica Superior de Ferrol, Universidad de A Coruña
C/Mendizábal, 15.403. Ferrol (A Coruña). España.

*Dra. en Ciencias Ambientales y Profesora Colaboradora de la Universidad de A
Coruña. Autora para correspondencia: Telf: 34981337400 (3225); Fax:

34981337410

e-mail: maria.guerreiro@udc.es, sferreno@cetnaga.com, jcalvarez@udc.es,
lcarral@cdf.udc.es

INTRODUCCIÓN

Actualmente el poder *antifouling* de las pinturas antiincrustantes recae sobre el óxido cuproso. El cobre actúa como agente algistático o alguicida en microalgas (Rodríguez y Rivera, 1995), crustáceos y moluscos (Acosta y Lodeiros, 2001, Portal y Ching, 2008).

La aportación de óxido cuproso al medio por parte de las pinturas antiincrustantes en las embarcaciones de recreo de Galicia es de 24 toneladas (Rodríguez et al., 2009). Tal vez este cobre tenga algo que ver con la contaminación elevada por este elemento que existe actualmente en las principales rías de Galicia, (Carral, E. et al. 1992 y Rubio, B. 2000).

El Nº de atraques y por tanto de embarcaciones de recreo gallegas se pueden estimar en 8.300 con un alto porcentaje de ocupación tanto en verano como en invierno, 90% y 76% respectivamente, (tabla 1).

PUERTO	Nº Atraveses totales	Nº atraques según los metros de eslora									Embarcaciones		Ocupación	
		<6	6	8	10	12	14	16	18	>20	Motor	velero	Invierno	verano
Ribadeo	764	44	416	164	90	12	13	5	3		85%	15%	100%	100%
Viveiro-Celeiro	207		38	81	73	5	10				85%	15%	50%	50%
A Pobra Do Caramiñal	281		30	95	81	52	19	3		1	60%	40%	82%	100%
Ares	341		124	108	63	40		6			60%	40%	100%	100%
A Coruña	353			106	107	29	34		12	8	30%	70%	60%	60%
Nautico San Antón Coruña	91			91							54%	46%	100%	100%
Nautacoruña	132		80	52							70%	30%	90%	100%
Marinaseca A Coruña	80		20	20	20	20					60%	40%	1%	80%
Marina de Oza A Coruña	700	66	250	30	181	88	42	31	10	2	60%	40%	90%	100%
Camariñas	83	4	8	8	40	23					20%	80%	24%	100%
Ortigueira	88	42	24		13		9				100%		100%	100%
Portosín	209		20	40	38	72	24	11	1	3	80%	20%	86%	100%
Ribeira	240		74	101	36	29					75%	25%	70%	100%
Sada	700	66	250	30	181	88	42	31	10	2	70%	30%	90%	100%
Beluso	62		37	15	5	5					80%	20%	100%	100%
Cangas Do Morrazo	279		119	104	19	23	3			1	60%	40%	80%	80%
Moaña	347		73	161	80	25		8			40%	60%	90%	90%
Pedras Negras	134	10	54	54	4	4	4	2	2		40%	60%	90%	90%
Pontevedra	130	10	50	54	4	4	4	2	2		90%	10%	100%	100%
Portonovo	203		51	73	42	29	5	3			50%	50%	60%	100%
Montereal Baiona	232		70	100	36	20		3		3	20%	80%	55%	100%
Puerto Deportivo de Baiona	337			64	84	116	19	36	18		30%	70%	57%	71%
Sanxenxo	377			155	54	27	12	53	38	38	4%	96%	90%	100%
Tui	97	39	60								95%	5%	100%	100%
Punta Lagoa Vigo	333		39	32	5	93	75		19	2	60%	40%	40%	60%
Davila Sport Vigo	184		40	63		36			45		60%	40%	40%	60%
Liceo Marítimo Bouzas Vigo	395		26	166	64	41	95			50%	50%	80%	100%	
Vigo	447		84	143	109	92	13		5	1	40%	60%	85%	100%
Vilanova de Arousa	232		80	76	60	10	6				60%	40%	70%	70%
Ferrol	428		338	90							99%	1%	99,9%	99,9%
Total	8286	280	2431	2276	1476	983	420	194	165	61			76%	90,4%

TABLA I. Datos sobre los atraques y embarcaciones de los Puertos Deportivos de Galicia

Este tipo de embarcaciones son utilizadas en los períodos vacacionales y esporádicamente durante el resto del año. En Galicia las marinas secas se utilizan

principalmente para realizar las reparaciones y mantenimientos pertinentes anuales y no para proteger a sus embarcaciones durante todos los meses que no son utilizadas. Esto significa que casi el 90% de su vida permanecen atracadas o estacionadas en el agua, por ello es importante el estudio de su ubicación.

El agua parece ser el medio natural más adecuado para mantener estas embarcaciones, pero no lo es desde el punto de vista medioambiental. Las embarcaciones gallegas se ubican de dos maneras: en atraques y en menor medida en las marinas secas. El uso de la varada en rampas en embarcaciones de hasta 8-10 m de eslora no se realiza en los puertos gallegos.

Según la tabla 1 el grupo más importante de la flota gallega es el formado por las embarcaciones de 6 m de eslora, por lo que demostraremos la viabilidad de utilización de otros medios distintos de los atraques. Así, por un lado, se liberan plazas de atraque lo que supone menos construcción de puertos deportivos aunque aumente su demanda y se consigue mayor valoración ecológica evitando las alteraciones pertinentes en la costa (*Manaute, 2009*), y por otro lado, evitamos la dilución continua del biocida contenido en las pinturas antiincrustantes al no estar las embarcaciones la mayor parte del tiempo en contacto con el agua e incluso se evita la utilización de patente en embarcaciones con esloras inferiores a 6 m que pudieran permanecer en el agua durante todo un año.

En este trabajo se estudia la viabilidad de reducir los contaminantes emitidos al medio por las pinturas antifouling de las embarcaciones de recreo en Galicia y se demuestra la viabilidad de utilización de otros medios distintos de los atraques.

ATRAQUES

Generalmente en Galicia, a diferencia de otras regiones españolas las embarcaciones de recreo con esloras inferiores a 12 m permanecen atracadas en los 8.286 atraques totales gallegos. Puertos de Galicia está potenciando la creación de nuevas instalaciones náutico deportivas en los diversos puertos del litoral gallego público, ampliando el número de atraques. La mayoría de los usuarios gallegos no poseen cultura de realizar el invernaje durante los meses en los que no utilizan la embarcación permaneciendo ésta atracada en el agua, al

igual que no se valora el cuidado del medio ambiente. Actualmente esto parece que va cambiando porque a pesar de la información recibida en este estudio de la creación de nuevos atraques en los puertos deportivos gallegos, también recibimos información sobre la creación de nuevas marinas secas como por ejemplo en Vilagarcía (Pontevedra). Aunque muy ligeramente, la demanda de la marina seca puede aumentar con los años ya que algunos propietarios invernan sus embarcaciones en naves privadas ante la falta de marinas secas en determinados puertos. Otros puertos sin embargo, cuentan con metros de explanada y no son utilizados para invernar.

El aumento de atraques significa la construcción de nuevos puertos deportivos y el consecuente deterioro medioambiental que esto supone. La Legislación de costas ve la necesidad de protección de nuestro litoral basándose en el principio de “Desarrollo sostenible”. Por ello, se intentan desarrollar las marinas secas como alternativas a los atraques.

MARINAS SECAS

El 90 % de las embarcaciones gallegas tiene una eslora inferior a 12 m por lo que puede realizarse el invernaje en marinas secas en temporada baja y la varada diaria en embarcaciones con menos de 10 m de eslora, las cuales suponen el 79% de la flota de recreo en Galicia dentro de las cuales se incluye las embarcaciones de motor con una eslora igual o inferior a 6 m que también reciben patente, a diferencia de las embarcaciones de vela de la misma eslora.

En Galicia las marinas secas ocupan aproximadamente 95.600 m² de superficie, de ellos el 82% corresponden a explanada y el 18% a naves cubiertas (fotografía 1). En ellas las embarcaciones se albergan en seco, simplemente ordenadas y tapadas en las explanadas y almacenadas en estanterías metálicas y/o protegidas de los temporales en naves industriales. También suelen utilizarse caballetes directamente en el suelo en vez de estanterías en las marinas secas cubiertas.

La tabla 2 ofrece la estimación actualizada del uso de las marinas secas en Galicia. Son muy pocos los puertos deportivos que poseen metros necesarios de marina seca para invernar a una gran parte de las embarcaciones deportivas

existentes. Los puertos que cuentan con este servicio y no tienen demanda de espacio son Náutico-Coruña y Dávila Sport en Vigo. El resto realizan poco invernaje, siendo utilizadas las marinas secas, casi exclusivamente por un lado, para operaciones de mantenimiento y reparaciones pero no para almacenar las embarcaciones en seco durante largos períodos de inactividad como debido a la climatología y por otro lado para invernar las embarcaciones de los clientes extranjeros que a veces se ven obligados a guardar sus embarcaciones en naves cubiertas privadas durante al menos aproximadamente 8 meses, ante la falta de marinas secas cubiertas.

Normalmente los servicios de marina seca se orientan a embarcaciones con esloras ≤ 15 m, aunque en Galicia puntualmente cuentan con esloras mayores. En este estudio se han tenido en cuenta las embarcaciones con esloras ≤ 12 m por ser las mayoritarias en nuestros puertos.

Algunas ventajas de la utilización de las marinas secas son: a) la conservación de la cubierta y casco de la embarcación, especialmente de la obra viva que es la que a nosotros nos interesa desde el punto medioambiental ya que disminuirá la dilución del biocida en el agua de las pinturas antifouling y conseguiremos rebajar la contaminación, b) Eliminación de costes en pintura y en reparaciones y c) Mayor seguridad.

Como inconvenientes el coste, aunque habría que valorar el ahorro producido en reparaciones y mantenimiento y el coste del atraque a lo largo del año



Fotografía 1. Marina seca cubierta en el puerto deportivo de Dávila Sport, Pontevedra.

PUERTOS	m ² de Marina seca cubierta	m ² de Marina seca explanada	Invernaje	Reparaciones y varada diaria para embarcaciones ≤ 6 m de eslora	Nº de embarcaciones en invernaje
Ribadeo		2.218		X	
Viveiro-celeiro		2.000		X	
AP.do Caramiñal y Ribeira		2.500		X	
Ares		3.228	X	X	28-34 (8 meses)
Nautico. A Coruña		2.500		X	
Nautacoruña		1.000		X	
Marina seca. A Coruña	4.000	10.000	X	X	70 (7-8 meses)
Club marítimo de Oza O puntal. A Coruña		2.500		X	
Camariñas					
Ortigueira		2.000		X	
Portosín		2.000		X	
Sada		13.000	X	X	
Beluso					
C. do Morrazo		1.300		X	
Moaña					
Pedras Negras		400		X	
Pontevedra		100		X	
Portonovo		3.000		X	
M. Bayona					
P. Bayona					
Sanxenxo		5.590	X	X	24 (8 meses)
Tui					
Punta Lagoa Vigo	10.000	20.000	X	X	100 (8-9 meses)
Davila Sport	2.700	5.200	X	X	150 (5 meses)
Liceo M. Vigo					
Vigo		350		X	
V. de Arousa					
Ferrol					
TOTAL	16.700	78.886			

TABLA 2. Situación actual de la marinas secas de los puertos deportivos de Galicia

INSTALACIONES DE RAMPA

Son instalaciones formadas por: un plano inclinado de maniobra, los pantalanes de maniobra, la zona de prerampa, zona de preparación para navegar, aparcamiento de vehículos con remolque y las oficinas de servicios.

Galicia no cuenta con suficientes instalaciones de rampa para facilitar la varada diaria a las embarcaciones con esloras pequeñas y medianas ya que sólo existen rampas de acceso.

La instalación de rampas supone bajo impacto ambiental y gran versatilidad ya que pueden existir independientemente del puerto. Las pequeñas embarcaciones no ocuparían atraques con el correspondiente ahorro económico que conlleva y el

bajo deterioro de la patente antifouling, así como la disminución de la contaminación provocada por el biocida de la pintura.

MATERIAL Y MÉTODOS

Calculamos la cantidad de patente que nos ahorraríamos si las anteriores embarcaciones estuvieran en las marinas secas y en las rampas de varada durante por ejemplo 8 meses. Se ha elegido este valor porque aproximadamente las embarcaciones de recreo gallegas se utilizan sólo durante 4 meses al año.

Teniendo en cuenta todos los tipos de barcos que pueden permanecer en los amarres gallegos se calcula la superficie en m² de obra viva mediante la fórmula:

Eslora x (Calado + manga) x 0,5: para embarcaciones a vela

Eslora x (Calado + manga): para embarcaciones a motor

Los datos sobre las medidas de las embarcaciones se han tomado de la media aritmética de las 10 embarcaciones más representativas de cada tipo de las que se presentan en los amarres gallegos. De las embarcaciones a vela se han elegido las de vela monocasco y de las embarcaciones a motor, las de motor lancha y motor cabinada.

Teniendo en cuenta los manuales náuticos más utilizados en Galicia se calculan los litros de patente: 10 m² de obra viva/ l de patente con un espesor de 125 µ. Los datos se representan en la *tabla 3*.

Metros de eslora	m ² de obra viva en embarcaciones		Litros de patente 10 m ² de obra viva/ l de patente	
	Vela	Motor	Vela	Motor
< 6		10		2
6	11	17	2,2	3,4
8	14	27	2,8	5,4
10	24	42	4,8	8,4
12	32	55	6,4	11
TABLA 3. m² de obra viva en embarcaciones y litros de patente utilizada con dos capas de pintura.				

En la *tabla 4* se realiza la estimación del consumo total de litros de patente al año en los amarres gallegos de las embarcaciones de hasta 12 m de eslora, teniendo en cuenta el valor obtenido de la *tabla 2*, según sean las embarcaciones de motor o de vela. Suponemos una ocupación del 100% en el puerto.

Metros de eslora de las embarcaciones	Nº de embarcaciones	Embarcaciones de motor	Embarcaciones a vela	Total consumo de litros de patente/año
≤ 6	280	163		326
6	2.431	1.410	1.021	7041
8	2.276	1.320	956	9.805
10	1.476	856	620	10.167
12	983	570	412	8.907
TOTAL				36.246
TABLA 4. Litros de patente consumida al año por las embarcaciones de motor y de vela con eslora ≤12 m en los puertos deportivos gallegos				

Si suponemos que se realizara un invernaje de 8 meses al año para las embarcaciones de eslora menor o igual a 12 metros de la siguiente manera:

- La totalidad de las embarcaciones de menos de 8 metros de eslora se retirarán por medio de rampas del agua para ser llevadas por su propietario a la ubicación de que disponga para su invernaje (ya sea en un garaje privado, marina seca cubierta, u otras instalaciones).
- Para el caso de las embarcaciones con una eslora comprendida entre 8 y 12 metros de eslora, se ha determinado qué porcentaje de las mismas se podrá albergar en las explanadas de marina seca de las que se dispone en los puertos.

Para ello se han seleccionado los datos de 10 puertos que disponen de explanada que podría ser empleada para el invernaje de embarcaciones de esas dimensiones, y se ha estimado qué porcentaje de los mismos podrían ser albergados en las correspondientes explanadas de marina seca. Los cálculos realizados se resumen en la *tabla 5*:

PUERTO	Nº total de embarcaciones (entre 8 y 12 metros de eslora)	Área Total de Explanada de Marina seca [m ²]	Área Disponible en la Explanada (2/3 del Área Total) [m ²]	Nº total de embarcaciones (entre 8 y 12 m de eslora) que se pueden disponer en la explanada	Embarcaciones (entre 8 y 12 m de eslora) que se pueden disponer en la explanada. En % del nº total de las mismas
A Pobra Do Caramiñal	228	2500.00	1666.67	14	6.14%
Nautico San Antón Coruña	91	2500.00	1666.67	14	15.38%
Nautacoruña	52	1000.00	666.67	4	7.69%
Ortigueira	37	2000.00	1333.33	12	32.43%
Portosín	150	2000.00	1333.33	12	8.00%
Portonovo	144	3000.00	2000.00	18	12.50%
Viveiro-Celeiro	159	2000.00	1333.33	12	7.55%
Ares	211	3228.00	2152.00	18	8.53%
Sanxenxo	236	5590.00	3726.67	32	13.56%
Davila Sport Vigo	63	5200.00	3466.67	27	42.86%
				VALOR MEDIO:	15.46%
TABLA 5: Estimación del % de embarcaciones con eslora comprendida entre 8 y 12 m de eslora que se pueden albergar en explanada.					

RESULTADO Y DISCUSIÓN

La aportación de óxido cuproso al medio por parte de las pinturas antiincrustantes en las embarcaciones de recreo de Galicia, es de 24 toneladas según nuestro estudio realizado en 2009. Teniendo en cuenta que el consumo total de litros de patente al año en Galicia es de aproximadamente 36.246 litros para las embarcaciones de eslora hasta 12 m y que la relación de óxido cuproso en la patente es de 10 Kg de óxido cuproso/ 20 litros de pintura, resultan 18.123 kilos de óxido cuproso utilizados durante 12 meses.

Si volvemos a los resultados obtenidos en la *tabla 5*, y los extrapolamos a la totalidad de los puertos objeto de este estudio, podemos ver que se podrán disponer en explanada de marina seca en torno al 15.46 % de las embarcaciones de entre 8 y 12 metros de eslora. Este porcentaje supone un ahorro anual de 7.888 litros de pintura (considerando también que el 100% de las embarcaciones

de menos de 8 metros de eslora se retirarán del mar y que se cumplirá un invernaje de 8 meses) o lo que es lo mismo, un ahorro de 3.944 kilos de óxido cuproso (lo cual supone un 22% del biocida utilizado cada año actualmente en los puertos deportivos gallegos en buques de menos de 12 m de eslora).

CONCLUSIONES

En el año 2007 el Instituto Español de Oceanografía realiza una contribución al Libro Verde sobre Política Marítima presentado por la Comisión de la Comunidad Europea en el año 2006, en donde pone de manifiesto la necesidad de que las investigaciones sobre los desarrollos tecnológicos marinos futuros han de ser impulsadas sobre todo en el apartado de nuevos sensores para su aplicación en aparatos de control y medida (física, bioanalítica, química, y nanotecnología), usados particularmente en las determinaciones *in situ* de parámetros oceanográficos, en el apartado de nuevos materiales para su utilización en las industrias marinas, principalmente materiales antincrustaciones y anticorrosivos por el problema medioambiental que conlleva su utilización.

En este sentido, este trabajo consigue demostrar las toneladas de óxido cuproso contenido en las patentes antifouling vertidas al año que se pueden ahorrar con el uso racional de las marinas secas y/o rampas de varada, manteniendo las embarcaciones de recreo invernadas en seco durante los meses de inactividad lo que contribuye de manera positiva medioambientalmente.

La cultura gallega todavía no apuesta al 100% por el uso anual de invernaje para sus embarcaciones, pero va cambiando lentamente con el paso de las generaciones. Esto hará posible las intenciones de la Unión Europea de compaginar los atraques con las rampas y las marinas secas que conlleva a la actual evolución del turismo costero en donde tanta importancia tiene la náutica de recreo, desde el punto de vista económico y ambiental.

Las embarcaciones con una eslora comprendida entre 8 y 12 metros de eslora son las más adecuadas para ser dispuestas en explanadas de marina seca, pues sus dimensiones permiten que sean extraídas con relativa facilidad del agua (no

así en aquellas de más de 12 m), pero su traslado hacia una zona “más barata” que las instalaciones portuarias resulta complicado (mientras que en el caso de embarcaciones de menos de 8 m sí sería posible).

A día de hoy, en los puertos gallegos no se dispone de espacio suficiente para realizar el internaje de un porcentaje considerable de estas embarcaciones (como se aprecia en la *tabla 5*, sólo un 15.46% podría disponerse en esos espacios. Aunque si se debe señalar que dentro del “Plan Director de las Instalaciones Náutico Deportivas de Galicia” una de las líneas de actuación es lograr aumentar el área de marinas secas.

BIBLIOGRAFÍA

Acosta, V. y Lodeiros L. 2001. Evaluación del efecto del cobre sobre juveniles del Mejillón Verde *Pernas Viridis* mediante la concentración de ADN y la relación ARN/ADN en el músculo abductor. FCV-LUZ. Vol XI. Nº 6: 485-490.

Carral, E., Villares, R., Puente, X., Carballeira, A. 1992. En: A Contaminación mariña do litoral galego. Coord. Xaquín M. Penas Patiño. Ed. O Castro. Pp: 69:77.

Manaute, M. 2009. Instalaciones de rampas versus, atraques y marinas secas. Ingeniería naval. Febrero: 107-115.

Portal, V. J. y Ching C. 2008. Uso del cobre para el control de poblaciones de mejillones en estanques de cultivo de camarón marino. Boletín Nicovita (www.nicovita.com.pc).

Rodríguez, M. J., Fraguela J. A., González G., Muñoz E. y Carral L. Evaluación del impacto ambiental provocado por las pinturas antiincrustantes utilizadas en las embarcaciones de recreo en los puertos deportivos de Galicia (España). XXI Congreso Panamericano de ingeniería Naval- Copinaval. Montevideo, octubre 2009.

Rodríguez L. y Rivera D. 1995. Efecto del cobre y cadmio en el crecimiento de *tetraselmis suecica* (KYLIN) BUTCHER y *Dunaliella salina* TEODORESCO. Estudio. Oceanol. 14: 61-74.

Rubio, B. Nombela, M. A. y Vilas, F. 2000. La contaminación por metales pesados en las Rías Baixas gallegas: nuevos valores de fondo para la Ría de Vigo (NO de España). Journal of Iberian Geology. 26: 121-149.