

---

This is the **published version** of the bachelor thesis:

Cano Serra, Jordi; Soler Membrives, Anna , dir. Gestió de plagues de corcs marins fent ús d'un recobrint plàstic : cas pràctic al Museu de la Pesca de Palamós. 2023. (Grau en Biologia Ambiental)

---

This version is available at <https://ddd.uab.cat/record/292909>

under the terms of the  license

# GESTIÓ DE PLAGUES DE CORCS MARINS FENT ÚS D'UN RECOBRIMENT PLÀSTIC

CAS PRÀCTIC AL MUSEU DE LA PESCA DE  
PALAMÓS

FUNDACIÓ  
PROMEDITERRÀNIA  
■ ■ ■ ■

UAB



Museu de la Pesca

PALAMÓS  
COSTA BRAVA

[ApS]

**Jordi Cano Serra**

Treball de Fi de Grau

Anna Soler Membrives (tutora)

Grau en Biologia Ambiental

Maig de 2023

## Necessitat social

El Museu de la Pesca de Palamós obre les seves portes l'any 2002 a l'edifici del Tinglado, situat a l'inici del moll del poble (Museu de la Pesca, 2022); tot i això, la seva història remunta l'any 1920, moment en què es crea l'Associació Cau de la Costa Brava, precursora del museu (Martí i Llambrich, 1995). Conjuntament amb la Fundació Promediterrània, les entitats s'unifiquen per revalorar al patrimoni marítim del municipi, des d'una mirada sostenible, autèntica i innovadora (Museu de la Pesca, 2022a). Tots els objectius es presenten en l'Horitzó Estratègic del 2029 (Museu de la Pesca, s.d.-a). L'actual director d'ambdues entitats és en Miquel Martí Llambrich, cap d'un equip de 10 persones (Museu de la Pesca, s.d.-b). L'entitat, però, es diversifica arreu del territori, conferint exposicions i activitats en infraestructures emblemàtiques com la Capella del Carme, l'Espai del Peix, el centre de recerca Documare, la Càtedra d'Estudis Marítics a la Universitat de Girona i les Barques del Peix (Museu de la Pesca, 2022a), l'articulació flotant del museu i objecte d'estudi en aquest treball.

Les Barques del Peix es conformen per la *Gacela* i l'*Estrella Polar*, dues embarcacions de fusta tradicionals construïdes i emprades antigament per la pesca (Museu de la Pesca, 2021). Actualment, formen part del patrimoni local de Palamós com a dues peces de museu, immobilitzades, presents a primera línia de costa i en primer pla en múltiples fotografies del municipi, que les han arrelat a la imatge del poble. Malgrat tot, el seu procés de conservació es veu greument inferit per l'establiment de corcs marins a l'obra viva, una comunitat d'organismes xilòfags que deteriorenen greument el casc de les embarcacions.

La problemàtica es remunta dècades enrere; als anys vuitanta, es van dur a terme les primeres grans reparacions associades a l'afectació dels corcs marins, quan dos terços de la popa de la *Gacela* varen ser folrats amb panells de fusta d'iroko, una espècie tropical, més resistent a la plaga. Això no obstant, aquest intent de gestió no va impedir que, en la darrera varada a l'agost del 2022, s'estimés que un 60% de les reparacions totals al casc de les embarcacions s'associessin a l'establiment de corcs marins.

Per aquest motiu, durant la realització de les pràctiques curriculars l'estiu del 2022 en les seves instal·lacions, l'entitat em va traslladar la problemàtica amb l'objectiu de proposar un model de gestió que evités o bé reduís la prevalença de la plaga en ambdues embarcacions. La petició va lligada a un seguit de condicions especificades pel museu, tals com mantenir les embarcacions dins l'aigua, indicades a l'**Annex**.

## Context teòric del tema

Les poblacions de corcs marins han tingut impactes negatius en l'ésser humà des de fa segles, amb els primers registres que daten de l'any 350 aC (Zabel & Morrell, 2020). Es tracta d'un problema estès a tots els oceans i mars associats del món, a excepció de l'Antàrtic (Shalaev, 2014), que avui en dia posa en perill la integritat del patrimoni històric de fusta, des de naufragis

a molls històrics (Dede & Kohlhase, 2000; Pournou et al., 1999), edificacions a primera línia de costa (Nguyen et al., 2009) o peces de museu, com en el cas d'aquest treball.

Tot i això, la problemàtica és rarament tractada com una plaga; de fet, la figura de tècnic de plagues de corcs marins és a hores d'ara inexistent, impeding una gestió efectiva del seu establiment. Alhora, les entitats afectades solen associar el tema erròniament a una única espècie de corc marí, *Teredo navalis*, popularment coneguda com a *broma*. En el mar Mediterrani, la literatura actual indica la presència de fins a vuit espècies de mol·luscs dins la família Teredinidae (L. M. Borges et al., 2014), a més de tres espècies de crustacis, dos dins la família Limnoriidae (L. M. S. Borges et al., 2014) i una dins la família Cheluridae (Nemesis, s.d.).

Més enllà de la identificació del problema, s'han obert diverses línies de recerca per trobar solucions al respecte. Els efectes de biocides actualment prohibits a la Unió Europea, com la creosota (Hoppe, 2002), l'arsenat de coure cromatat (CCA) (Sivrikaya et al., 2012) i derivats, engloben la major part dels estudis publicats. Així mateix, es presenta la gran efectivitat de la fusta tractada en autoclau, com en els processos d'acetilació, de furfurilació o en l'aplicació a pressió de resina MMF o el DMDHEU (Hoppe, 2002; Westin et al., 2006), factibles únicament en el moment de construcció d'una infraestructura. Processos físics com la congelació o l'assecat són també útils en mostres relativament petites si es pretenen mantenir fora de l'aigua (Pournou et al., 1999).

La resistència innata de la fusta davant la plaga també ha estat estudiada, tant pel que fa al seu origen, on gèneres i espècies autòctones del Mediterrani com *Pinus* spp., *Quercus* spp. o *Castanea sativa* són més susceptibles als corcs marins que espècies tropicals com *Syncarpia glomulifera* (autòctona d'Austràlia) (Evans et al., 2021), *Lophira alata* (autòctona a l'Àfrica central) o *Chlorocardium rodiei* (autòctona a Guyana i Suriname) (Sivrikaya, 2019); com per la seva pròpia estructura i anisotropia, indicant que el duramen és sovint més resistent que l'albeca (L. M. S. Borges et al., 2008), així com els talls transversals i tangencials són més resistents que els talls radials de la fusta (Eriksen et al., 2016).

Finalment, el recobriments del material amb teixits de naturalesa plàstica com geotèxtils i membranes de polietilè i polivinil resulten efectius en la preservació *in-situ* de molls de fusta i naufragis (Dede & Kohlhase, 2000; Pournou et al., 1999). Els materials presenten una porositat que permet aïllar l'estructura de fusta dels corcs marins presents a la columna d'aigua i, en el cas de les membranes de polietilè i polivinil, generar condicions d'anòxia letals per les poblacions establertes (Eriksen et al., 2014). És per aquest motiu que el treball presentat contempla la viabilitat d'un mètode de gestió basat en l'ús d'aquests materials.

## **Descripció del servei realitzat**

El servei ha seguit un procés de tres etapes, amb la primera iniciant-se el juliol de 2022 tan bon punt es va presentar la problemàtica. Durant l'estiu i els mesos de setembre i octubre, es va mantenir el contacte amb l'entitat per obtenir tota la informació respecte a les embarcacions,

observar la problemàtica en primera persona, considerar les condicions que l'entitat establí en l'elaboració del mètode de gestió i establir l'objectiu principal del treball, basat en la creació d'una Proposta de Gestió de la plaga de corcs marins en les Barques del Peix del Museu de la Pesca, que alhora pogués ser utilitzat per altres entitats que presentessin un problema similar.

La segona etapa es va destinar a la recerca i el processament d'informació sobre els corcs marins, iniciada del mes de desembre i continuada fins al mes de març. Va conformar una tasca multidisciplinària, on es van recopilar dades sobre el context històric, biològic i ecològic de la plaga, així com idees. En tractar-se d'un problema bastant desconegut en la comunitat científica, es van contactar 51 entitats i tècnics associats d'arreu d'Europa, a més de 5 investigadors amb articles publicats entorn d'aquests organismes, per obtenir informació addicional sobre la presència de la plaga i els mètodes de gestió emprats per fer-ne front. Així mateix, es va establir un nou objectiu del treball, basat en la creació d'una Proposta de Recerca addicional a la Proposta de Gestió per la identificació de les espècies de corcs marins presents a les embarcacions del museu, així com el grau d'afectació de cada una d'elles.

Finalment, durant els mesos d'abril i maig es va prosseguir amb la tercera etapa, dedicada íntegrament a la redacció de la Proposta de Gestió i la Proposta de Recerca. Durant tot el procés es va mantenir el contacte amb el museu per comentar l'avenç del treball i determinar la viabilitat de les mesures de gestió a incloure en la Proposta de Gestió. És aquí on s'estableix el tercer i últim objectiu, basat en la ideació d'un nou mètode de gestió eficaç a curt i llarg termini, econòmicament viable i respectuós amb el medi ambient.

Tot el procés ha resultat en la creació d'una Proposta de Gestió basada en el recobriment de l'obra viva de les embarcacions amb una membrana de polietilè i/o una capa de geotèxtil. El document s'adjunta en l'**Annex**, entregat digitalment i físicament a l'entitat. L'**Annex** presenta informació detallada sobre la problemàtica i les embarcacions, l'àrea d'estudi, les condicions establertes pel museu, la comunitat de corcs marins, la base del mètode dissenyat i una proposta d'aplicació de la gestió híbrida a varador i a moll, a més de la Proposta de Recerca.

## Reflexió personal

La creació del treball ha estat tot un viatge ple de reptes. Es tracta d'una temàtica personalment nova, que ha requerit un procés d'aprenentatge de conceptes tècnics de les embarcacions i el seu manteniment, procés que es va iniciar durant les pràctiques curriculars. Entre la terminologia emprada en el document s'inclouen conceptes sinònims com el buc i el casc en referència al cos flotant de l'embarcació; l'eslora, la mànega i el puntal per indicar la llargada, l'amplada i l'altura de les embarcacions; i el varador i la varada, el lloc i el moment en què les embarcacions són portades fora de l'aigua per al seu manteniment. Així mateix, la temàtica és poc coneguda en l'àmbit científic, essent pràcticament desconeguda en el sector de gestió de plagues. En conseqüència, tot i haver-hi articles científics al respecte, molts d'ells no estan pròpiament reconeguts, alhora que algunes àrees d'investigació es mantenen inexplorades, tals com la identificació de les poblacions presents a l'Oest del mar Mediterrani.

Tot i això, són aquestes dificultats les que enriqueixen i donen sentit al treball. Mentre que els objectius establerts s'han assolit, hi ha encara moltes incògnites a resoldre en l'àmbit dels corcs marins. La intenció final és que el document obri portes a més línies de recerca i que s'ampliï el sector de gestió de plagues cap al compartiment marí, més enllà del terrestre i l'aeri.

Han estat més hores de feina de les esperades, de canvis constants en la redacció del document després de les reunions amb el museu i altres entitats, així com dies sencers ideant el mètode de gestió i la seva aplicació. Malgrat tot, és aquesta dedicació la que han donat lloc al meu desenvolupament personal i acadèmic, i les que han permès integrar-me i submergir-me completament en el treball. He aconseguit a adaptar-me als requisits de l'entitat i a adaptar un discurs científic a diferents nivells d'especificitat en funció del receptor de la informació. Així mateix, he pogut aplicar l'aprenentatge dins les aules en un cas real, i he après a controlar simultàniament diferents aspectes del treball, tals com el contacte amb l'entitat, la recerca i organització de la informació i la redacció del document. Per tots aquests motius, l'Aprenentatge per Servei (ApS) es manté com una gran oportunitat per portar el Treball de Fi de Grau més enllà de la Universitat, treballar en un àmbit multidisciplinari i explorar la identitat professional per a una bona introducció al món laboral.

## **Agraïments**

En primer lloc, vull agrair al Museu de la Pesca per acollir-me l'estiu passat i transmetre'm la importància de preservar el patrimoni del nostre poble. Dins l'equip, vull destacar el paper d'en Raul Mata, qui em va presentar la problemàtica el primer dia d'entrar a les instal·lacions del museu, ha proporcionat tota la informació sobre les embarcacions i el seu actual manteniment i ha estat sempre atent a l'evolució del treball.

En segon lloc, vull agrair a les entitats i investigadors europeus que han donat part del seu temps per parlar del tema i que m'han permès solucionar molts dels dubtes sobre el treball. En especial, vull destacar les contribucions d'en Pep Florit, cap del Taller dels Mestres d'Aixa del Museu Marítim de Mallorca, per explicar-me el context històric i actual de la plaga a les costes catalanes i baleàriques; la Karoline Sofie Hennem, Tècnica en Restauració del Chatham Historic Dockyard Trust, per presentar-me tot un ventall de mètodes de gestió aplicats per gestionar les poblacions de corcs marins; i els Drs. Peter Paalvast i Reuben Shipway, per les seves contribucions en la identificació de poblacions a les costes d'arreu d'Europa i indicar-me les possibles línies de recerca a obrir al mar Mediterrani.

Finalment, en tercer lloc, i en especial, vull agrair l'essencial tasca de suport i orientació de l'Anna Soler Membrives, tutora del treball, així com el paper fonamental dels amics i familiars, que tots plegats han mostrat un gran interès pel treball des del primer minut i m'han permès mantenir una motivació constant en els processos de recerca, elaboració de la informació i redacció del treball.

## Bibliografia

- Borges, L. M., Merckelbach, L. M., Sampaio, Í., & Cragg, S. M. (2014). Diversity, environmental requirements, and biogeography of bivalve wood-borers (Teredinidae) in European coastal waters. *Frontiers in Zoology*, **11**(1), 13. doi:10.1186/1742-9994-11-13.
- Borges, L. M. S., Cragg, S. M., Bergot, J., Williams, J. R., Shayler, B., & Sawyer, G. S. (2008). Laboratory screening of tropical hardwoods for natural resistance to the marine borer *Limnoria quadripunctata* : The role of leachable and non-leachable factors. *hfsq*, **62**(1), 99-111. doi:10.1515/HF.2008.015.
- Borges, L. M. S., Merckelbach, L. M., & Cragg, S. M. (2014). Biogeography of Wood-Boring Crustaceans (Isopoda: Limnoriidae) Established in European Coastal Waters. *PLoS ONE*, **9**(10), e109593. doi:10.1371/journal.pone.0109593.
- Dede, C., & Kohlhase, S. (2000). Protection of groyne piles against attack of *Teredo Navalis* by means of geotextiles. *Euro Geo 2*, **2**, 4.02.  
<https://library.geosyntheticssociety.org/proceedings/4-02-protection-of-groyne-piles-against-attack-of-teredo-navalis-by-means-of-geotextiles-pdf/>.
- Eriksen, A. M., Gregory, D. J., & Botfeldt, K. (2014). The survival of *Teredo navalis* L. in timber wrapped in TERRAM4000 and a plastic membrane. *International Biodeterioration & Biodegradation*, **86**, 96-101. doi:10.1016/j.ibiod.2013.06.021.
- Eriksen, A. M., Gregory, D. J., Villa, C., Lynnerup, N., Botfeldt, K. B., & Rasmussen, A. R. (2016). The effects of wood anisotropy on the mode of attack by the woodborer *Teredo navalis* and the implications for underwater cultural heritage. *International Biodeterioration & Biodegradation*, **107**, 117-122. doi:10.1016/j.ibiod.2015.11.018.
- Evans, P. D., Matsunaga, H., Feng, D., Turner, M., Henley, R. W., & Kewish, C. M. (2021). Inorganic compounds in the marine borer resistant timber turpentine (*Syncarpia glomulifera*). *Journal of Wood Chemistry and Technology*, **41**(4), 185-197. doi:10.1080/02773813.2021.1954952.
- Hoppe, K. N. (2002). *Teredo Navalis* — the Cryptogenic Shipworm. En *Invasive Aquatic Species of Europe. Distribution, Impacts and Management* (p. 116-119). Springer Netherlands. doi:10.1007/978-94-015-9956-6\_12.
- Martí i Llambrich, M. (1995). El Cau de la Costa Brava. Museu de la Pesca de Palamós. *Revista d'etnologia de Catalunya*, **7**, 141-143.  
<https://raco.cat/index.php/RevistaEtnologia/article/view/48609>.
- Museu de la Pesca. (s.d.). *Museu de la Pesca. Missió i objectius*. Museu de la Pesca. Recuperat 23 maig 2023, de <https://museudelapesca.org/projecte-cultural-museu-pesca-palamos/sobre-el-museu/missio-objectius.html>.
- Museu de la Pesca. (2021). *Les Barques del Peix - Un Museu Flotant*.
- Museu de la Pesca. (2022a). Del Cau de la Costa Brava cap el futur. El recorregut del Museu de la Pesca. *Caramella: revista de música i cultura popular*, **46**, 116-117.
- Museu de la Pesca. (s.d.-b). *Organigrama del Museu de la Pesca*. Museu de la Pesca. Recuperat 23 maig 2023, de <https://museudelapesca.org/projecte-cultural-museu-pesca-palamos/sobre-el-museu/organigrama.html>.

- Nemesis. (s.d.). Chelura terebrans. Crustaceans - Amphipods. *Marine Invasions Lab*. Recuperat 7 maig 2023, de [https://invasions.si.edu/nemesis/species\\_summary/93571](https://invasions.si.edu/nemesis/species_summary/93571).
- Nguyen, M. N., Leicester, R. H., Wang, C. H., & Cookson, L. J. (2009). Service Life Design for Timber Piles Attacked by Marine Borers. *Australian Journal of Structural Engineering*, **9**(3), 241-248. doi:10.1080/13287982.2009.11465026.
- Pournou, A., Jones, A. M., & Moss, S. T. (1999). In Situ Protection Of The Zakynthos Wreck. *Grenoble, France: Arc-Nucléart*.
- Shalaev, E. (2014). *Teredo navalis* (naval shipworm). *CABI Compendium*. CABI International.
- Sivrikaya, H. (2019). *Wood Industry and Engineering INVESTIGATIONS ON WOOD DESTROYING MARINE BORERS IN THE TURKISH COASTAL WATERS*. <http://dergipark.org.tr/wie>.
- Sivrikaya, H., Hafizoglu, H., Cragg, S. M., Carrillo, A., Militz, H., Mai, C., & Borges, L. M. S. (2012). Evaluation of wooden materials deteriorated by marine-wood boring organisms in the Black Sea. *Maderas. Ciencia y tecnología*, **14**(1), 79-90. doi:10.4067/S0718-221X2012000100007.
- Westin, M., Rapp, A., & Nilsson, T. (2006). Field test of resistance of modified wood to marine borers. *Wood Material Science and Engineering*, **1**(1), 34-38. doi:10.1080/17480270600686978.
- Zabel, R. A., & Morrell, J. J. (2020). Wood deterioration agents. En *Wood Microbiology* (p. 19-54). Elsevier. doi:10.1016/B978-0-12-819465-2.00002-4.

L'**Annex** presenta la bibliografia completa emprada en la redacció de la Proposta de Gestió.





# **ANNEX**

**PROPOSTA DE GESTIÓ DE LA  
COMUNITAT DE CORCS MARINS A  
LES BARQUES DEL PEIX DEL  
MUSEU DE LA PESCA (PALAMÓS)**



**Museu de la Pesca**

PALAMÓS  
COSTA BRAVA

FUNDACIÓ  
**PROMEDITERRÀNIA**  
■ ■ ■ ■

**Maig de 2023**

**Jordi Cano Serra**

[jordicanoserr@gmail.com](mailto:jordicanoserr@gmail.com)

# ÍNDEX

<b>INTRODUCCIÓ .....</b>	<b>2</b>
<b>Les Embarcacions.....</b>	<b>2</b>
<b>Zona d'Estudi.....</b>	<b>4</b>
<b>Objectiu.....</b>	<b>5</b>
<b>Condicions.....</b>	<b>5</b>
<b>LA COMUNITAT DE CORCS MARINS.....</b>	<b>5</b>
<b>Fílum Mollusca .....</b>	<b>6</b>
Família Teredinidae.....	6
<b>Fílum Arthropoda, Subfílum Crustacea .....</b>	<b>8</b>
Família Limnoriidae.....	8
Família Cheluridae .....	9
<b>AVALUACIÓ DE LA PROBLEMÀTICA .....</b>	<b>10</b>
<b>PROTOCOL DE GESTIÓ .....</b>	<b>11</b>
Mètode de Gestió .....	11
Aplicació.....	14
Pla de Monitoratge .....	17
Anotacions .....	17
<b>CONTACTES D'INTERÈS.....</b>	<b>19</b>
A Nivell Estatal .....	19
A Nivell Europeu .....	19
Investigadors .....	20
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>21</b>
<b>ANNEX .....</b>	<b>24</b>

El següent document presenta una Proposta de Gestió de la comunitat de corcs marins establerta a les Barques del Peix del Museu de la Pesca de Palamós. L'àrea afectada comprèn part de l'obra viva de la *Gacela* i l'*Estrella Polar*, dues embarcacions de fusta amarrades a l'inici del port de Palamós. La plaga està potencialment constituïda per múltiples poblacions de les famílies Teredinidae, Limnoriidae i Cheluridae, amb rangs ecològics coincidents als de l'àrea d'estudi.

Seguint el marc de la Gestió Integrada de Plagues, la reglamentació europea i les consideracions del museu, la mesura de gestió presentada consisteix en el revestiment de l'obra viva de les embarcacions amb un teixit plàstic, compost per una membrana de polietilè i/o geotèxtil. A través d'una aplicació híbrida a varador i a moll, es pretén el teixit s'annexi al buc a través de material adhesiu submergible i llistons, per tal d'evitar el contacte de les embarcacions amb els corcs presents a la columna d'aigua (gestió preventiva), a més de generar condicions d'anòxia per les poblacions establertes (gestió activa). El moment de varada marca la periodicitat d'aplicació de la mesura.

Així mateix, es presenta un Pla de Monitoratge a seguir en el moment que la mesura entra en funcionament, amb la possibilitat de modificar el protocol a llarg termini. Addicionalment, es presenta una Proposta de Recerca per a la identificació de les espècies presents a la costa palamosina.

# INTRODUCCIÓ

És comú sentir a parlar de **Plans d'Actuació** per gestionar poblacions de mosquits, tèrmits, paneroles i inclús mamífers com els rosegadors, documents publicats habitualment, a vegades seguint una periodicitat anual; per aquest motiu, el concepte de **plaga** sovint és limitat a **organismes aeris i terrestres** que, en excés, adopten una connotació negativa des d'una perspectiva humana. Tot i això, aquesta concepció exclou la interacció **d'organismes aquàtics** amb espais i infraestructures d'origen humà, de la qual deriven problemàtiques vigents originades milers d'anys enrere amb la construcció de les primeres **infraestructures de fusta a l'aigua**. És el cas dels **corcs marins, organismes xilòfags marins** dels quals es té registre des de l'any 350 aC<sup>1</sup>, per ser l'origen de naufragis de grans naus de fusta que, en conseqüència, comportaren grans pèrdues humanes.

Tot i que la seva distribució antigament es restringia pràcticament a les **zones tropicals** (aigües càlides i d'elevada salinitat), el transport marítim, l'augment de la temperatura de l'aigua i un procés adaptatiu dins d'aquestes espècies han resultat en un **augment de la seva distribució** arreu del món. Al Mediterrani i, en concret, a la costa catalana, és una problemàtica vigent des de fa dècades. L'ús de materials més barats i resistents com la fibra de vidre en la construcció naval<sup>2</sup> han permès mitigar el seu grau d'afectació com a plaga; així mateix, però, en deriva un procés de **reemplaçament** i de **pèrdua** de l'art de la fusta, que requereix un manteniment exhaustiu malgrat el seu valor sentimental i la singularitat del material emprat<sup>3</sup>.

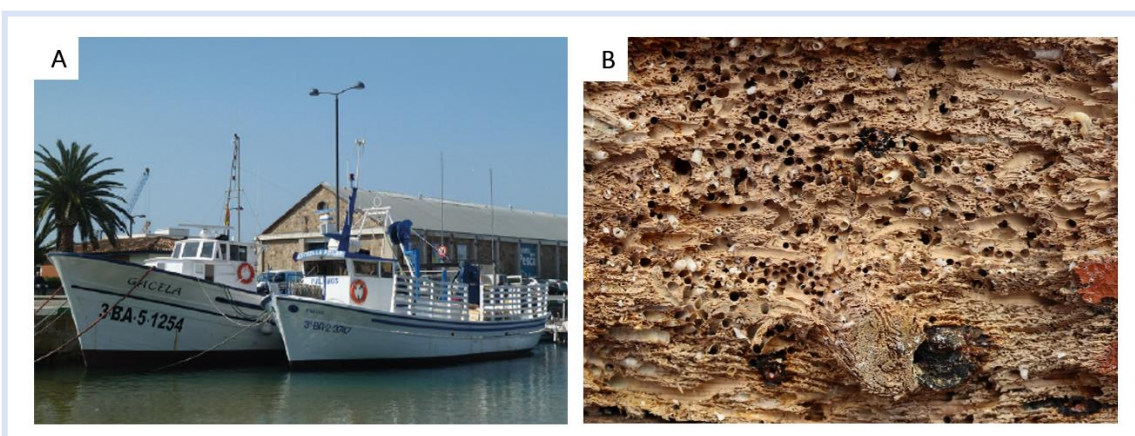
A Palamós, la **flota pesquera construïda en fusta** ha disminuït d'un **97% l'any 1982** a un **52% el 2021**<sup>2</sup>. Entre l'actual flota històrica s'inclouen la *Gacela* i l'*Estrella Polar*, dues embarcacions de fusta concedides al **Museu de la Pesca** per evitar ser desmantellades, immobilitzant-les i convertint-les en dues peces de museu flotants conegudes com les **Barques del Peix**, on es fan visites guiades per conèixer la seva història i la de l'ofici que les vincula. Malgrat tot, el seu procés de conservació està greument interferit per l'establiment d'una **comunitat de corcs marins** en els seus **cascs**, problema al qual s'atribueixen grans despeses econòmiques insostenibles a llarg termini.

## Les Embarcacions

Descrites en el dossier presentació de les Barques del Peix, la *Gacela* i l'*Estrella Polar* són dues barques de pesca íntegrament de fusta (**Figura 1, Panell A**). En concret, pel que fa al buc, el material emprat en la construcció del **folre** és la **fusta de pi pinyer** (*Pinus pinea*), mentre que en les **costelles** és la **fusta de roure** (*Quercus* spp.). Tot i això, les barques presenten diferències en la seva estructura i preservació i el grau d'afectació per la plaga.

D'una banda, la *Gacela* va ser construïda l'any 1960 com a **barca d'arrossegament**. És l'embarcació **més gran**, de 20,2 m d'eslora, 5,2 m de mànega i 2,4 m de puntal. A causa de la seva mida, s'hi associen **elevades implicacions econòmiques** que limiten la freqüència de **varada** a cada **4 o 5 anys**. Als anys vuitanta, **dos terços de la popa** es van folrar amb **traques d'iroko** (*Milicia excelsa*), una espècie tropical que ha mostrat una **resistència gairebé completa** a la plaga en comparació a la fusta d'espècies autòctones. Aquest fet no ha impedit, però, que a hores d'ara sigui l'embarcació amb **l'afectació més gran pels corcs**, en alguns casos requerint actuacions d'emergència sota aigua (**Figura 1, Panell B**).

D'altra banda, l'*Estrella Polar* es va construir més tard, l'any 1970, com a **barca d'encerclament**. Alhora, és **més petita**, de 14,7 m d'eslora, 5,13 m de mànega i 1,5 m de puntal, motiu pel qual presenta una freqüència de **varada** menor, cada **2 o 3 anys**, gràcies a una **major facilitat econòmica i logística** en la seva retirada de l'aigua. En conseqüència, **les afectacions per corcs marins són menors** a causa d'una detecció i correcció més ràpida de la problemàtica.



**Fig. 1.** Les Barques del Peix del Museu de la Pesca i l'establiment de la plaga.  
A) La *Gacela* (a l'esquerra) i l'*Estrella Polar* (a la dreta) amarrades a l'inici del moll de Palamós.  
B) Traca del folre de la *Gacela* on s'aprecia l'afectació causada pels corcs marins.  
Font: Museu de la Pesca, 2022.

La plaga es concentra al **folre**, a l'**obra viva**, on els corcs inicien les galeries, d'igual afectació a babord i estribord. L'obra viva és repassada amb emprimacions i pintura antiincrustant en el moment de varada per evitar alteracions d'origen biòtic a la superfície, sense interferir en l'establiment de corcs marins a l'interior de la fusta. Les costelles es mantenen pràcticament intactes a la plaga.

El manteniment de les barques a varador es realitza al **Port Marina de Palamós**. S'estima que un **60%** de les reparacions dutes a terme en la darrera varada (agost del 2022)

s'atribuïren a danys causats per corcs marins, que es tradueix en uns 20.000 € dels aproximadament 33.000 € emprats en la seva reparació.

## Zona d'Estudi

Les barques se situen a l'inici del moll pesquer de Palamós, a uns 6 m de la línia de costa de la Platja Gran del municipi, a l'extrem oest <sup>4</sup> (Figura 2).

D'acord amb la mitjana de dades obtingudes per Josep Pascual a l'Estartit des de l'any 2010 fins al 2022, s'estima que l'aigua superficial del mar a les platges del Baix Empordà assolixen **temperatures anuals** d'una mínima mitjana de **13 °C** en els mesos d'hivern a una màxima mitjana de **23,2 °C** a l'estiu. Pel que fa a la **salinitat**, les dades extretes a Palamós indiquen valors al voltant dels **37 i 38‰** al llarg de l'any.



Fig. 2. Situació geogràfica de les Barques del Peix, en el cercle vermell.  
Font: Google Earth, 2023.

No obstant això, cal considerar que es les barques se situen en una mena d'**atzucac** o **cul-de-sac**: una **zona tancada** i de **baixa profunditat**, de gran afectació per la **tramuntana** especialment durant els mesos d'hivern i pel **garbí** a l'estiu, que conjuntament amb la **dinàmica divergent** dels corrents d'aigua del Mediterrani donen lloc a un **augment de la temperatura, salinitat i una major acumulació de residus** a la línia de costen comparació a àrees circumdants.

## Objectiu

A càrrec el Museu de la Pesca i la Fundació Promediterrània, el document presenta una **Proposta de Gestió** basada en la **Gestió Integrada de Plagues (GIP)**, emmarcada en la Directiva 2009/128/CE, amb l'objectiu d'**impedir** o bé **reduir considerablement l'establiment de corcs marins al casc de la *Gacela* i l'*Estrella Polar***.

El mètode de gestió presentat pretén **reduir el grau d'afectació de la plaga a ambdues embarcacions a un 10 – 15% del total de reparacions en les varades**, especialment en la *Gacela*, la barca amb el major nombre de danys reportats. Cal considerar que, en el moment de publicació del document, les embarcacions porten 10 mesos a l'aigua exposades als corcs marins, motiu pel qual és probable que l'objectiu no sigui assolible en la propera varada.

Tenint en compte les afectacions prèvies i l'actual vulnerabilitat de les embarcacions a les poblacions de corcs marins, cal aplicar el protocol de manera **immediata** en el moment de ser entregat. Tot i això, considerant l'interval de temps entre l'entrega del document, les proves pilot en embarcacions més petites i l'aplicació de les mesures, s'estima que la gestió estigui en funcionament, com a molt aviat, a **finals del 2023**.

## Condicions

Durant la recerca i redacció del document, s'han considerat una sèrie de paràmetres establerts pel Museu de la Pesca a **efectes econòmics i logístics**, resumits a continuació:

- **Mantenir les embarcacions a l'aigua.**
- **Mantenir les embarcacions a la localització on es troben en el moll.**
- **Mantenir la freqüència de varada.**
- **Mantenir el material de construcció original de les embarcacions.**

## LA COMUNITAT DE CORCS MARINS

Inicialment, es considerava que la **plaga** comprenia **una única població** de corcs marins de l'espècie *Teredo navalis*, mol·lusc de la família Teredinidae. Aquesta afirmació era recolzada per la **visualització directa** de les **galeries** més grans, calcificades i de volum característic d'aquest grup d'organismes; i per **creença popular**, en ser l'espècie amb més registres històrics. Per consegüent, és comú que, arreu del món, s'atribueixi **erròniament** l'establiment de corcs marins únicament a aquesta espècie. Al Mediterrani, però, no només hi són presents diverses espècies de teredínids, sinó que també s'hi troben



espècies xilòfagues marines d'altres famílies taxonòmicament llunyanes als mol·luscs. Per tant, el protocol presentat considera la plaga com a una **comunitat de corcs marins**, i no com a una única població.

Davant el desconeixement de les espècies presents a la costa palamosina i de manera complementària als mètodes de gestió, l'**Annex** inclou una **proposta de recerca** per ampliar el mapa de distribució de corcs marins al mar Mediterrani. Tanmateix, roman important entendre la biologia i ecologia dels principals grups de corcs marins potencialment establerts en les embarcacions.

## **Fílum Mollusca**

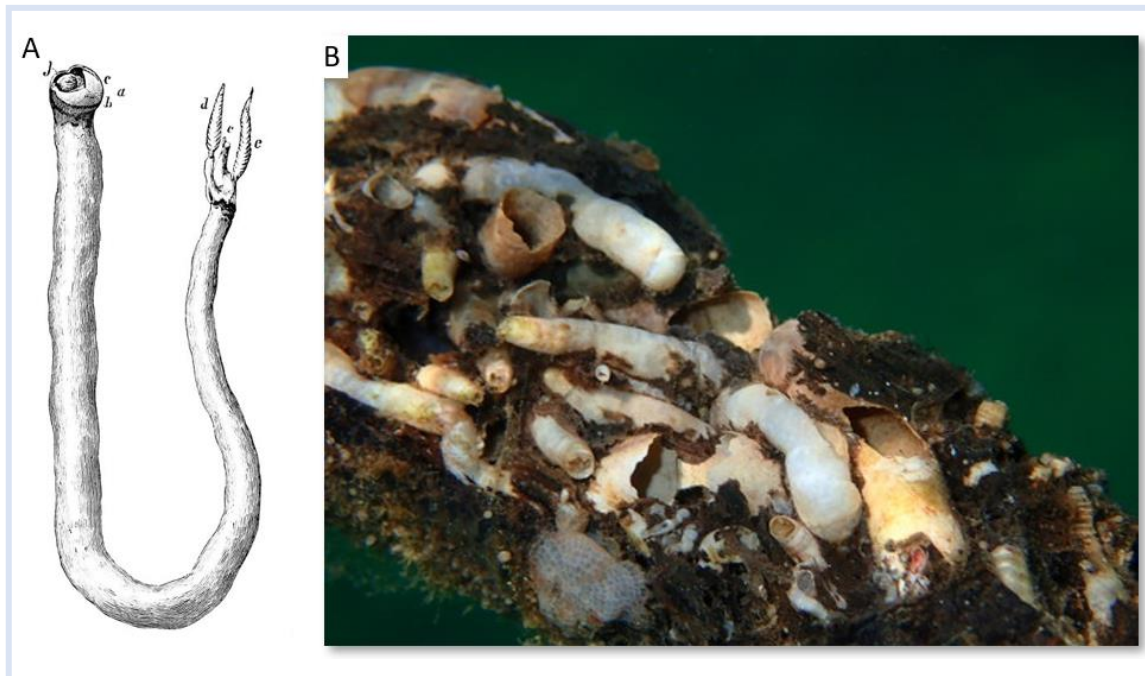
### Família Teredinidae

Engloba un grup de **bivalves** altament adaptats a una **dieta xilòfaga**, on l'estadi adult presenta un aspecte **vermiforme** i les valves una **funció rosegadora** (**Figura 3, Panell A**).

El cicle vital s'inicia amb un **estadi larvari** similar a la resta de bivalves, a través del qual els organismes es dispersen gràcies a **corrents d'aigua**<sup>5</sup>. La larva és capaç de detectar superfícies de fusta gràcies a **senyals químics** a l'aigua<sup>6</sup> i un cop es troba en condicions favorables comença el procés de **metamorfosi** i d'**establiment**, on les valves adquireixen la funció rosegadora i l'individu gradualment adopta l'aspecte vermiforme tan característic del tàxon<sup>5</sup>. La degradació de la fusta no seria possible sense l'acció conjunta de **bacteris simbiòtics** presents a les brànquies, capaces de digerir la **lignocel·lulosa**<sup>7</sup>. A mesura que l'organisme creix, genera **galleries** dins la fusta d'uns **0,8 cm de diàmetre**, amb **revestiments calcaris** molt característics que el mateix organisme secreta<sup>5</sup> (**Figura 3, Panell B**).

Dins les galeries, els teredínids són capaços de sobreviure gràcies a l'acció conjunta d'un parell de **sifons**, presents a les entrades de les galeries i que permeten l'entrada i sortida de l'aigua i l'eliminació de les seves restes fecals<sup>8</sup>. Els sifons, alhora, estan protegits per **vàlvules còrnies**, unes estructures de naturalesa calcària i de morfologies singulars entre espècies, que les permet identificar<sup>9</sup>. Així mateix, a causa de la difícil detecció i eliminació de les galeries, és possible que els **individus adults** també es **dispersin** i **colonitzin** nous territoris a través de l'acumulació de residus contaminats a prop d'infraestructures de fusta o bé emprant material afectat per aquests organismes en processos de reparació i conservació<sup>10</sup>.

Hi ha descrites un total de **82 espècies** dins el tàxon<sup>11</sup>, totes xilòfagues i amb preferència d'**aigües càlides i salades** en diferents rangs òptims i de tolerància<sup>5</sup>. Tot i això, cal destacar l'espècie *Teredo navalis*, la més estudiada i estesa en aigües superficials, registrada a **tots els oceans** d'arreu del món a excepció de l'Antàrtic<sup>511</sup>.



**Fig. 3.** *Teredo navalis* i el seu impacte sobre la fusta.

A) Anatomia externa de l'estadi adult, puntualitzant la closca rosegadora a l'extrem esquerre i els sifons i les vàlvules còrnies a l'extrem dret.

B) Galeries amb revestiment calcari característiques de l'establiment de *T. navalis* sobre fusta.

**Fons:** Panell A – Popular Science Monthly, 1878; Panell B – George Manavopoulos, 2021.

Les poblacions de *T. navalis* presenten un **ampli grau de tolerància a la temperatura de l'aigua i a la salinitat**, d'entre **1 a 30 °C** i entre **7 i 40‰** respectivament, tot i que el seu **rang òptim** oscil·la entre els **10 i 25 °C** i entre els **10 i 35‰**<sup>5</sup>. La seva **màxima activitat** es concentra a l'**estiu**, entre els mesos de juny i agost; en les darreres dècades, però, s'ha detectat una expansió d'aquest període cap a finals de la primavera i inicis de tardor<sup>12</sup>. L'**etapa reproductiva** és molt **breu**, registrant-se intervals de només **cinc dies** entre el moment de fertilització en adults i la posterior eclosió dels ous en condicions favorables, mentre que la larva és capaç d'iniciar el procés de colonització en la fusta entre **15 i 35 dies** després de l'eclosió<sup>13</sup>. Un últim fet a puntualitzar és que, mentre l'espècie necessita la fusta per fixar-se i desenvolupar-se, la seva font d'alimentació preferencial és en realitat el **sèston** (partícules suspeses a l'aigua), de la qual no pot dependre únicament en un medi tan competitiu com la columna d'aigua<sup>7</sup>.

Tot plegat, permet explicar l'èxit adaptatiu que ha tingut el tàxon i la seva difícil gestió, en especial en el cas de *T. navalis*. Altres espècies a destacar en el Mediterrani inclouen *Bankia carinata*, *Lyrodus pedicellatus*, *Nototeredo norvegica* i *Psiloterredo megotara*<sup>14</sup>, amb rangs de tolerància a la temperatura de l'aigua i salinitat similars als de *T. navalis*<sup>14</sup> (reduïts en *B. carinata* a 35-39‰<sup>14</sup>; i *P. megotara*, a 27-37‰<sup>14</sup>).

## Fílum Arthropoda, Subfílum Crustacea

### Família Limnoriidae

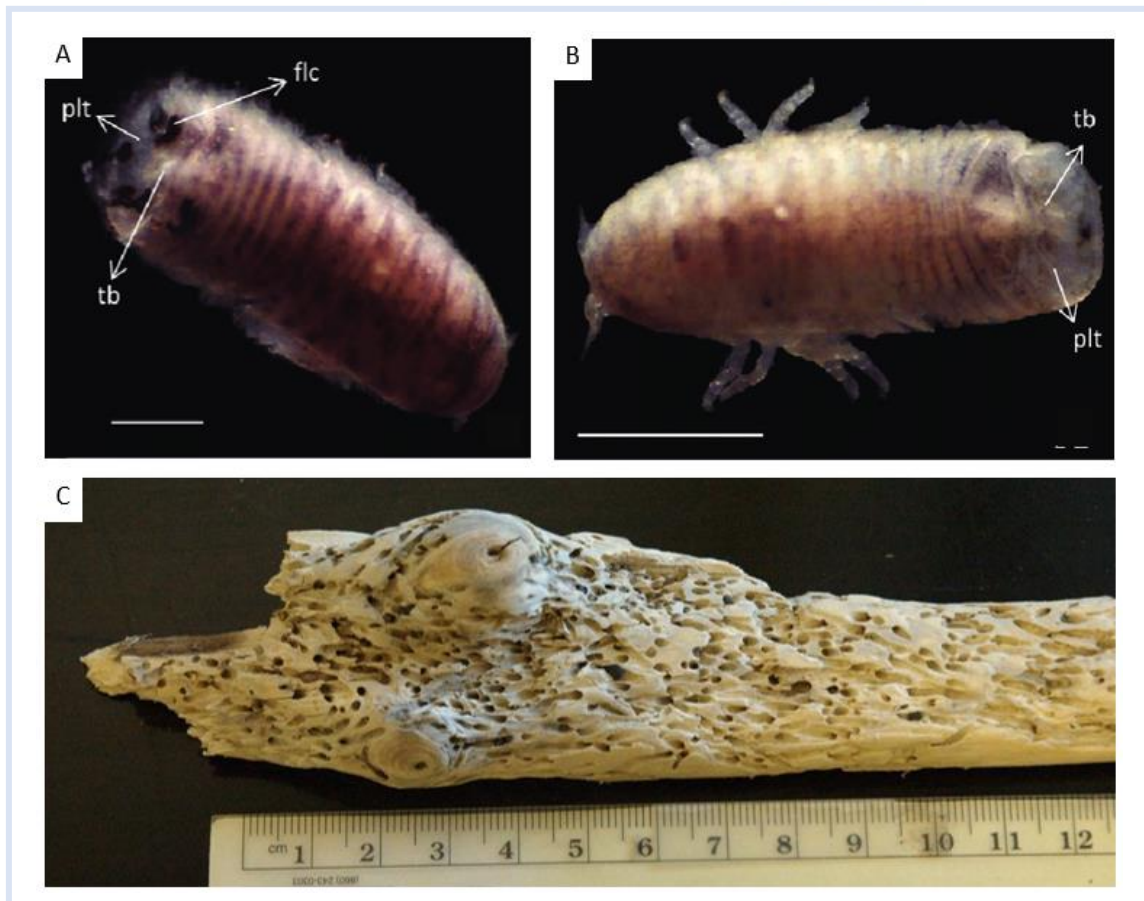
Es tracta d'una família d'isòpodes conformada per espècies fitòfagues i xilòfagues, de mida molt petita<sup>15</sup>. En el cas del gènere *Limnoria*, els individus no sobrepassen els 4 mm de longitud, i mostren preferència a aigües càlides o temperades i salades<sup>16,17</sup>. A diferència dels teredínids, és l'estadi adult el que principalment es dispersa i colonitza les estructures de fusta<sup>18</sup>.

De les 57 espècies registrades<sup>11</sup>, 6 d'elles són presents a les costes d'Europa, essent *Limnoria lignorum* la més estesa per presentar un major rang de tolerància a la salinitat<sup>18</sup>; tot i això, l'espècie és absent al Mediterrani, mar on predominen *L. tripunctata* i *L. quadripunctata*<sup>18</sup>. De fet, la distribució d'ambdues espècies es troba en procés d'expansió a causa de l'augment de les temperatures de l'aigua; actualment, suposen una competència directa als teredínids i es reporten casos d'afectacions notables en estructures de fusta malgrat la seva mida petita<sup>18</sup>.

D'una banda, *L. tripunctata* (Figura 4, Panell A) es distribueix a tots els oceans i mars associats a excepció de l'Àrtic i l'Antàrtic, essent nativa a gran part d'Europa a excepció del Regne Unit, on es considera una espècie invasora<sup>19</sup>. El seu rang de tolerància a la temperatura i a la salinitat va dels 2 als 30 °C i dels 19 als 50‰<sup>19</sup>.

D'altra banda, *L. quadripunctata* (Figura 4, Panell B) es distribueix a gran part de l'Oceà Atlàntic i l'Est del Pacífic, essent nativa a les costes de l'oest de Sud Amèrica i d'Oceania, mentre que a Europa es considera una espècie invasora<sup>17</sup>. Presenta un rang de tolerància reduït respecte a *L. tripunctata*, de 12 a 19 °C de temperatura i de 24 a 48‰ de salinitat<sup>17</sup>.

Prenent com a referència *L. quadripunctata*, els limnòrids generen galeries gairebé imperceptibles d'entre 1 a 2 mm de diàmetre (Figura 4, Panell C), que conjuntament amb l'acció de les onades acceleren el procés d'erosió de la fusta dins l'aigua.



**Fig. 4.** *Limnoria* spp. i el seu impacte sobre la fusta.

A) Anatomia externa de *L. tripunctata*, vista dorsal B) Anatomia externa de *L. quadripunctata*, vista dorsal.

C) Galeries causades per *Limnoria* spp. (en el cas de la imatge, *L. lignorum*) dins una mostra de fusta, amb l'escala de referència.

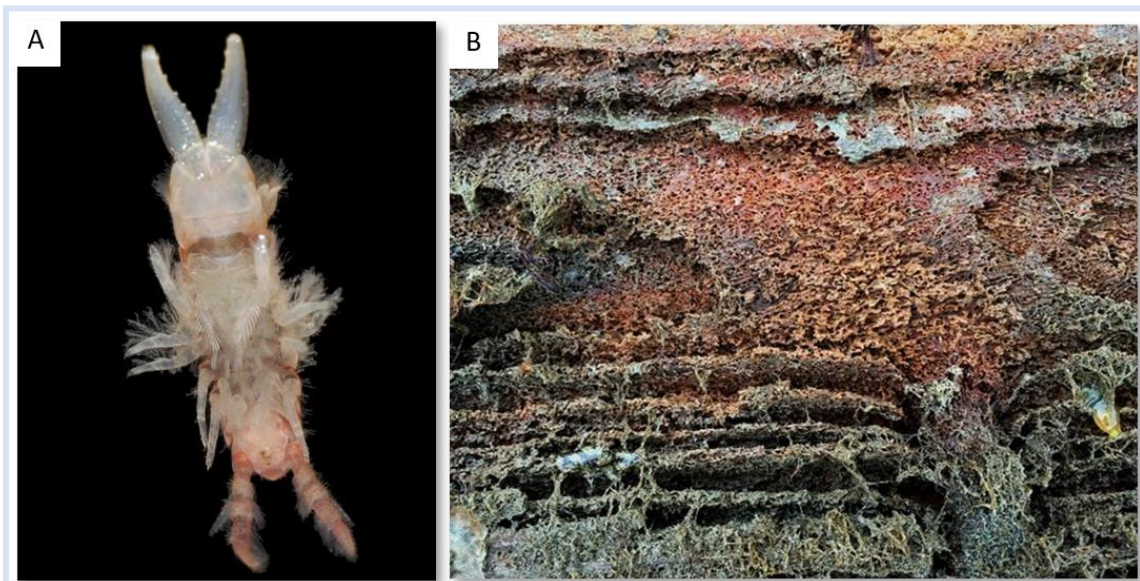
**Fonts:** Panells A i B – Borges & Costa, Figura 2, 2014; Panell C – Rosario Beach Marine Laboratory, s.d.

### Família Cheluridae

Es tracta d'un tàxon molt poc conegut, conformat únicament per **4 espècies d'amfípodes**<sup>11</sup>. L'espècie més descrita correspon a ***Chelura terebrans*** (**Figura 5, Panell A**), **nativa a Europa** (incloent-hi el Mediterrani) però introduïda com a espècie invasora arreu del món (des de Nord Amèrica fins al sud d'Àfrica)<sup>20</sup>.

A diferència de la resta de tàxons, *C. terebrans* s'alimenta de **fusta malmesa o parcialment degradada** per altres organismes, com *Limnoria* spp., amb els quals coexisteix en una relació de **comensalisme** dins les seves galeries<sup>20</sup> (**Figura 5, Panell B**); per tant, tot i que sí que produeix afectacions sobre la fusta, el seu efecte és molt reduït<sup>20</sup>. Com en el cas de *Limnoria* spp., l'**estadi adult** és el que es **dispersa**, sovint en els mesos de primavera<sup>20</sup>.

Presenta un **ventall de tolerància a la temperatura de l'aigua ampli** de -2 a 26 °C, i es troba en aigües de **18 a 40‰** de **salinitat** (aigües euhalines i polihalines)<sup>20</sup>. Cal destacar que és l'únic corc marí capaç de produir **enzims propis** per metabolitzar la **lignocel·lulosa**<sup>21</sup>.



**Fig. 5.** *Chelura terebrans* i el seu impacte sobre la fusta.

A) Anatomia externa de *C. terebrans*, vista ventral.

B) Afectació d'una estructura fusta per l'acció conjunta de *Limnoria* spp. i *C. terebrans*.

Font: David Fenwick, s.d.

## AVALUACIÓ DE LA PROBLEMÀTICA

Considerant la descripció prèvia de la zona d'estudi i de les poblacions potencialment establertes, l'entorn de les embarcacions presenta les **condicions fisicoquímiques adequades** per a una **elevada activitat** de corcs marins durant tot l'any. Cal puntualitzar un augment de l'activitat global durant els **mesos d'estiu** gràcies a l'**augment de la temperatura de l'aigua**, fet que s'aplica a tots els grups descrits a excepció de *L. quadripunctata*, que es mantindria inactiva durant aquests mesos basant-se en el seu rang de tolerància a la temperatura de l'aigua.

Alhora, pel que fa a l'aliment, es mostra una preferència clara cap a la **fusta de *Pinus pinea*** present al folre, la part externa del buc en contacte directe amb l'aigua, excloent les parts de la *Gacela* folrades amb fusta de *Milicia excelsa*, que es mantenen pràcticament intactes a l'establiment de la plaga. És possible que les **fonts d'aliment** augmentin durant els **mesos d'hivern** per l'acumulació de material de fusta al voltant de les embarcacions per l'efecte de la **tramuntana**, accelerant el procés de dispersió i colonització dels corcs en contraposició a la reducció de la seva activitat durant aquests mesos per la baixada de les temperatures.

Segons aquest context i a falta d'un **llindar de tolerància** per considerar la comunitat de corcs marins com una plaga en les condicions actuals, el protocol estableix l'observació directa d'un **organisme** catalogat com a corc marí o **qualsevol indicatiu** de la seva presència en l'entorn (galeries, valves, vàlvules còrnies...) en un **entorn favorable** per al seu creixement com a factor determinant per a l'aplicabilitat de les mesures exposades a continuació. En aquest context, el llindar ha estat assolit en les embarcacions, fet que justifica l'aplicació de les mesures presentades a continuació. L'**Annex** permet quantificar el grau d'afectació de la plaga.

## PROTOCOL DE GESTIÓ

El document **descarta l'aplicació de plaguicides d'ús ambiental** o **biocides** dins la proposta d'actuació. Aquesta decisió es pren d'acord als següents motius:

- **La prohibició de l'ús de biocides com la creosota o el CCA en aigües marines** en la Directiva de la Comissió 2003/2/EC a la Unió Europea<sup>14</sup>.
- **L'efecte tòxic del tralopiril en l'ésser humà i el medi marí**, patent registrada a l'estat espanyol com a biocida pel control de poblacions de teredínids<sup>22 23</sup>.
- **La localització de les embarcacions** en una zona d'alta freqüentació humana i en un entorn litoral d'elevada importància ecològica.
- **L'ampli rang taxonòmic que conformen els corcs marins**, que requereix **mètodes de gestió inespecífics i d'ampli espectre**.

Per aquest motiu, el protocol adopta un enfocament principalment **preventiu**, més sostenible i econòmicament assequible a curt i llarg termini.

## Mètode de Gestió

El mètode de gestió presentat es basa en el **revestiment de l'obra viva de les barques en un teixit plàstic format per una membrana de polietilè i/o una capa de geotèxtil (Figura 6, Panell A)**. L'objectiu és aconseguir una **gestió passiva**, fent **inaccessibles les fonts d'aliment** als individus presents a la columna d'aigua; i una **gestió activa**, generant **condicions d'anòxia**, letals i poc favorables per l'activitat i desenvolupament de la comunitat a gestionar. En condicions d'anòxia, s'estima que les larves no sobreviuen més enllà d'un dia, mentre que els adults poden sobreviure fins a quatre setmanes en aquest context<sup>24</sup>.

Es tracta d'un mètode derivat de l'**estudi d'Eriksen et al. publicat l'any 2013**, emprat de manera similar en la protecció in-situ de restes arqueològiques, com les restes del

naufregi de Zakynthos a Grècia<sup>25</sup>, i en situacions experimentals en espigons de fusta a la costa alemanya, donant resultats positius<sup>23</sup>; per tant, es presenta una nova proposta d'aplicació del mètode sobre embarcacions com a peces de museu flotants (per tant, immobilitzades), amarrades al moll.

Cada material presenta característiques específiques que permeten **complementar-se** per a una protecció efectiva a l'establiment de corcs marins (**Taula 1**); així mateix, consisteixen en materials **lleugers, econòmicament sostenibles i respectuosos amb el medi ambient**. Es presenten tres opcions en funció dels materials a escollir (**Figura 6, Panell B**):

**Opció 1** | El teixit correspon a **una membrana de polietilè**. Resulta l'opció **més econòmica**, d'uns **105 €** per recobrir l'obra viva d'ambdues embarcacions, que permet **aïllar** les embarcacions dels corcs marins (**gestió preventiva**) i generar **condicions d'anòxia** letals per les poblacions establertes degut a la seva reduïda porositat (**gestió activa**). Tot i ser subjecte als riscos d'esquinçament, alguns estudis reporten una durabilitat de fins a **25 anys** a l'aigua<sup>26</sup>, fent-la també una opció fiable a llarg termini. El mètode és aplicable amb les embarcacions dins i fora l'aigua (veure a l'apartat **Aplicació**).

**Opció 2** | El teixit correspon a **una capa de geotèxtil**. Resulta una alternativa **econòmicament moderada**, d'uns **255 €** per recobrir l'obra viva d'ambdues embarcacions, que permet **aïllar** les embarcacions dels corcs presents a la columna d'aigua, a més de presentar una **resistència molt elevada** davant riscos d'esquinçament. Tot i això, la porositat del material no permet generar condicions d'anòxia letals per organismes que hagin entrat en contacte amb els cascs, sinó que únicament permet una **gestió preventiva**, motiu pel qual la seva aplicació únicament és viable si es realitza íntegrament fora de l'aigua.

**Opció 3** | Consisteix en l'elaboració d'un **nou teixit** compost per **una membrana de polietilè recoberta per una capa de geotèxtil**, garantint així una llarga durabilitat i protecció a la membrana de polietilè. Per aquest motiu, presenta el pressupost més elevat, d'uns **360 €**. El teixit es manté annexat a l'obra viva de les embarcacions, de manera que ambdues capes impedeixen el contacte de qualsevol exemplar de corc marí present a l'exterior del teixit amb el folre de les embarcacions (**gestió preventiva**), alhora que la membrana de polietilè impedeix el flux d'aigua cap al seu interior, generant condicions d'anòxia (**gestió activa**). El mètode és aplicable amb les embarcacions dins l'aigua (veure a l'apartat **Aplicació**).

	MEMBRANA DE POLIETILÈ	GEOTÈXTIL
COMPOSICIÓ	Polietilè	Polipropilè i/o polietilè
FLEXIBILITAT	Elevada	Elevada
RESISTÈNCIA	A factors ambientals (acció de l'aigua, llum solar i abrasió) <sup>26</sup>	A factors ambientals (acció de l'aigua, llum solar i abrasió) i a l'esquinçament <sup>27</sup>
IMPERMEABILITAT	Als corcs marins i a l'aigua <sup>28</sup>	Als corcs marins (< 80 µm de porositat) <sup>23 28</sup>
MARQUES COMERCIALS	Tyvek®	TERRAM® (2000, 4000) Typer®
PRESSUPOST ESTIMAT*	0,97 € / m <sup>2</sup> <sup>29</sup>	2,36 € / m <sup>2</sup> <sup>27 28</sup>
PES ESTIMAT	105 € / capa	255 € / capa
	64 g / m <sup>2</sup> <sup>29</sup>	222 – 356 g / m <sup>2</sup> <sup>27</sup>
ALTERNATIVES	Membrana de polivinil	–

**Taula 1. Propietats dels materials emprats en l'elaboració del teixit.**

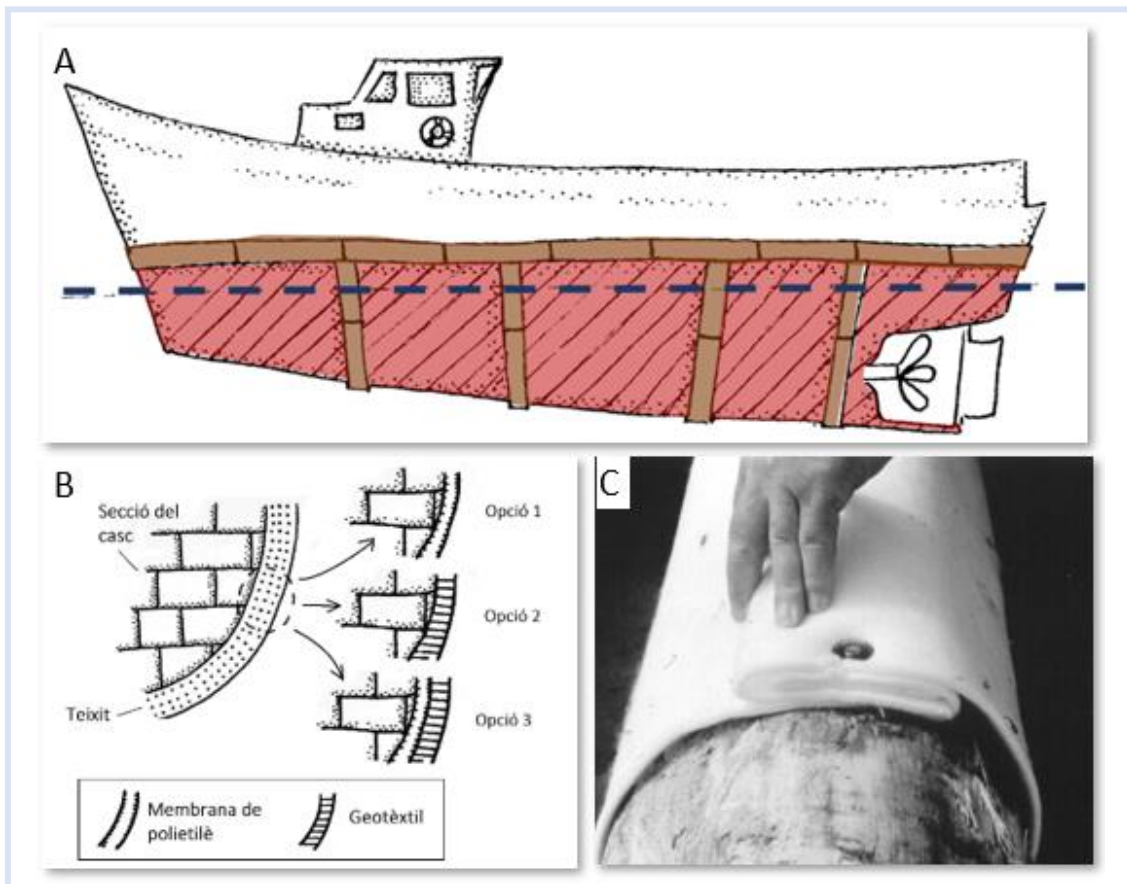
\*Els pressupostos consideren ambdues embarcacions tenint en compte les dimensions de les seves obres vives (aproximadament un 60% de la superfície del casc). Al preu obtingut inicialment se li ha sumat un 30% per l'ús de material addicional en la superfície heterogènia de la popa.

En qualsevol de les opcions, per mantenir el material el més annexat possible a la barca, s'utilitzarà el buc de les embarcacions fora de l'aigua com a motllo per la creació del teixit. Considerant que els materials venen en rotllos de no més de 4-5 m d'amplada, el casc es recobrirà a través d'un seguit de seccions rectangulars del material. Prèviament a l'annexió al buc, les seccions del teixit es poden unir a través del **segellat tèrmic** en la membrana de polietilè, o bé **caragols d'acer inoxidable** en el geotèxtil (**Figura 6, Panell C**). És vital comprovar el segellat i muntatge previ del teixit, ja que un cop a l'aigua esdevé poc accessible per a ser supervisat.

La secció del buc a recobrir inclou l'obra viva i uns 50 centímetres de marge addicionals per evitar l'entrada d'aigua en època de temporals, per la tramuntana o per esquitxades de banyistes o embarcacions que hi passin a prop. Les parts metàl·liques del buc com l'hèlix es mantindran fora del teixit. L'annexió s'assolirà fent ús d'un **material adhesiu submergible** (silicona o cintes d'adhesió, per exemple), que permeti fixar hermèticament el teixit al buc, així com l'ús de **llistons** annexats al casc amb caragols d'acer inoxidable i silicona submergible que evitin l'entrada l'aigua a l'interior i que acabin de consolidar l'estructura. El muntatge s'explica en detall en l'apartat d'**Aplicació**.



Tant en l'Opció 1 com en l'Opció 3, es recomana que el geotèxtil emprat sigui de color vermell per coincidir amb el color de la pintura de l'obra viva, i així reduir l'impacte visual que pugui tenir la mesura. Aquesta recomanació també s'aplica en l'Opció 2 en el cas que la membrana de polietilè sigui opaca.



**Fig. 6. Esquema bàsic del Mètode de Gestió.**

A) Secció lateral de la disposició del teixit (en vermell) i els llistons (en marró) agafant la *Gacela* de referència. La línia discontinua blava correspon al nivell del mar.

B) Composicions possibles del teixit.

C) Metodologia d'unió de capes de geotèxtil fent ús de caragols d'acer inoxidable.

Fonts: Panells A i B – Elaboració pròpia. Panell C – Dede & Kohlhase, Figura 7, 2000.

## Aplicació

La fusta no pot romandre permanentment coberta, ja que cal regular el seu percentatge d'humitat amb certa freqüència per evitar accelerar la seva degradació<sup>30</sup>; per tant, és important que el teixit es pugui retirar de les embarcacions i que **el protocol d'aplicació es repeteixi en cada varada**, amb possibilitat de modificar la permanència de la gestió a llarg termini tal com s'indica més endavant en les **Anotacions**.

El protocol òptim consistiria en l'aplicació del teixit íntegrament fora de l'aigua, com en l'**Opció 2**. Tot i això, aquest apartat contempla un **protocol d'aplicació híbrid a varador i a**

**moll**, ajustable en les **Opcions 1 i 3**, efectiu en l'estalvi d'hores de busseig que suposaria realitzar el procés íntegrament dins l'aigua.

La **Figura 7** esquematitza el procés, que segueix els següents passos:

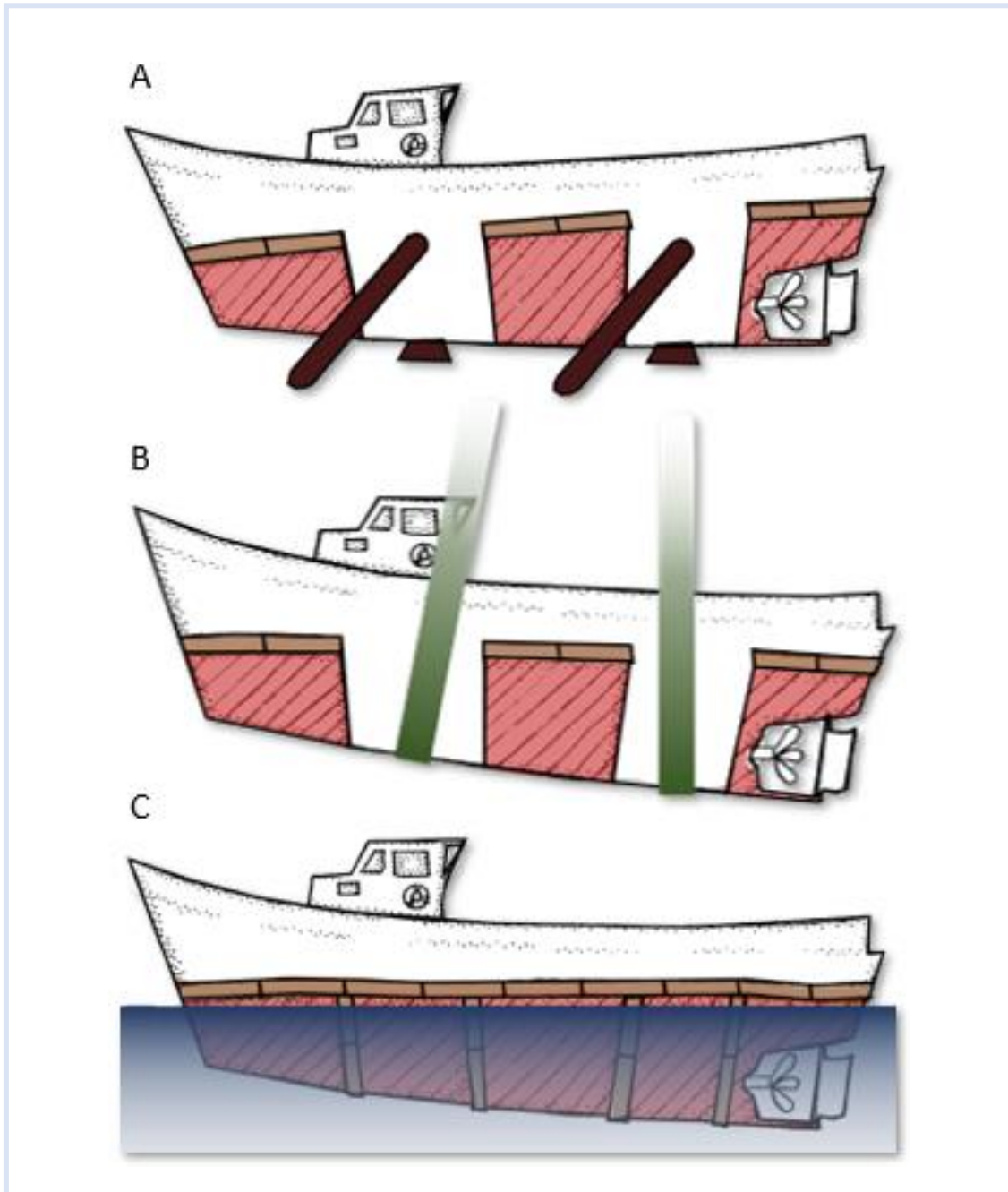
1. **A varador**, un cop el casc ha estat pròpiament tractat, s'annexen les seccions del teixit a la proa, al centre del buc i a la popa, deixant lliures les seccions ocupades pels puntals i tacs de suport del casc i la quilla (**Figura 7, Panell A**). Durant el procés s'utilitza el material adhesiu i dels llistons a la part superior del teixit per consolidar l'estructura.
2. **L'embarcació és tornada a l'aigua** fent passar les eslingues de la grua per les seccions lliures del teixit. Aquest pas és important per evitar qualsevol malmetement del material, alhora que es considera la impermeabilitat de la membrana de polietilè, que en presència d'aigua esdevé un material rrelliscós i, per tant, perillós mentre l'embarcació s'enlaira (**Figura 7, Panell B**).
3. **Un cop l'embarcació és amarrada a moll**, el teixit restant és adherit al buc, fent ús del material adhesiu (submergible) i acabant de consolidar l'estructura amb llistons a la part superior i entre seccions (**Figura 7, Panell C**). L'annexió dels llistons entre seccions és vital per evitar que cap àrea de l'obra viva estigui exposada a l'aigua, davant la gran dificultat d'unir les seccions del teixit mitjançant segellat tèrmic (en la membrana de polietilè) i caragols d'acer inoxidable (en els geotèxtils) a sota l'aigua. Durant aquest pas, és convenient instal·lar una **bomba d'extracció d'aigua** per accelerar el procés de generació de condicions d'anòxia, alhora que es facilita el procés d'annexió del teixit. L'aplicació d'un sistema de mànegues en diferents punts basals del teixit i connectats a la bomba d'extracció d'aigua (situada a dalt del buc) és convenient per assegurar una retirada eficient de l'aigua.

La bomba d'extracció d'aigua es mantindrà instal·lada a la part superior del casc, fent-ne ús dins una **revisió mensual** de les mesures aplicades per assegurar la correcta annexió del teixit.

El protocol d'aplicació requereix un equip de mínim **dues persones**, tant a varador com a moll. Es calcula una temporalitat d'unes **cinc hores** per completar tot el procés d'adhesió del teixit, a acabar de determinar després de seguir **Pla de Monitoratge**.

Un cop arribi la pròxima varada de l'embarcació, es retiraran els llistons i les seccions del teixit necessàries per passar les eslingues de la grua (**Figura 7, Panell B**). A varador, es retiraran el teixit i els llistons restants. L'ús de rasquetes i polidores és convenient durant

tota aquesta part del procés. Finalment, mentre la barca és a varador, el teixit serà revisat per considerar la seva reutilització o bé reemplaçament.



**Fig. 7. Protocol d'aplicació del teixit.**

A) Aplicació a varador, tot destacant la presència de puntals i tacs de suport del buc i la quilla a la secció lliure del teixit.

B) Elevació de l'embarcació fent passar les eslingues de la grua (color verd) a la secció lliure del teixit.

C) Resultat final del muntatge a l'aigua, a moll.

Font: elaboració pròpia.

## Pla de Monitoratge

Per avaluar l'efectivitat de cada una de les opcions i considerar qualsevol modificació en el protocol de gestió, es recomana **monitorar el procediment en condicions recreatives durant els primers dos anys d'aplicació de la gestió a les barques**. L'avaluació es basa en l'estàndard europeu EN 275:1992 per determinar l'efectivitat de mètodes conservants de la fusta, amb algunes adaptacions.

Per començar, cal emprar **quatre panells de fusta de *Pinus pinea*** (mateix material del folre de les embarcacions) de 15 x 7,5 x 2,5 cm i de tall tangencial, descoberts i no tractats, tot anotant el seu **pes inicial**. Seguidament, tots els panells són col·locats a prop de la zona d'actuació. Al cap de **tres hores**, simulant el temps que les embarcacions triguen a tornar a moll des del Port Marina i la mesura és aplicada efectivament, tres dels panells són retirats i revestits amb el material o teixit d'una de les opcions (membrana de polietilè, geotèxtil o el teixit multicapa); de nou, són deixats a l'aigua. L'altre panell es manté intacte (**control**).

Les mostres són **retirades de l'aigua mensualment** i analitzades per detectar **qualsevol signe** d'establiment de corcs marins. En una graella, s'anota la **presència de forats** en la superfície (entrades a galeries) i el seu **recompte**. Addicionalment, s'anota el **pes** dels panells (sense el teixit) per determinar el **percentatge de massa perduda a la fusta**, i estimar així el grau de deteriorament a la fusta (a causa de l'establiment de poblacions de corcs marins o altres factors no considerats). Finalment, els panells d'estudi són revestits de nou amb el teixit o material corresponent i, juntament amb el control, són reintroduïts a l'aigua.

El monitoratge permet detectar qualsevol mena d'establiment de la plaga en les embarcacions, sense necessitat de retirar-los el teixit. Addicionalment, un cop finalitzat el Pla de Monitoratge, s'avaluen els valors globals obtinguts per determinar l'efectivitat de cada una de les opcions i considerar qualsevol modificació en la gestió de les barques (canvi de material o augment del nombre de capes aplicades, per exemple).

Així mateix, es recomana executar prèviament **proves pilot** en embarcacions més petites per garantir l'efectivitat de la proposta de gestió i perfilar la temporalitat i la quantitat de personal a destinar en l'aplicació del teixit a la *Gacela* i l'*Estrella Polar*.

## Anotacions

Durant la realització de les tasques sota aigua, cal **mantenir la zona aïllada** i **autoritzar personal especialitzat** per fer les operacions.

Les **activitats** que es fan a les embarcacions poden reprendre's amb **normalitat** un cop aplicat el protocol. Així mateix, es poden aprofitar les visites per explicar al públic les mesures que s'estan duent a terme per a la conservació de les embarcacions, esmentant la seva causa i origen. Aquest tipus de **difusió** pot ser útil de cara a una **recaptació de fons** per la conservació de les barques, considerant la possibilitat de crear un **Pla de Difusió** al seu entorn per suplir els costos associats a l'obtenció del material esmentat en el protocol.

Si s'assoleixen els objectius a **llarg termini** (previsió de 10 a 15 anys), l'entitat pot considerar la inversió dels diners estalviats no només en la reparació de les embarcacions, sinó també en l'estalvi de pintura antiincrustant, en una **ampliació del port pesquer** per mantenir les embarcacions permanentment fora de l'aigua, o bé **la construcció d'una cel·la** on poder controlar l'entrada i sortida d'aigua de mar i les seves propietats, sense necessitat de cobrir-les amb el teixit (manteniment en dic sec). Algunes referències de la darrera infraestructura inclouen l'HMS Gannet al Chatham Historic Dockyard o l'HMS Trincomalee al National Museum of the Royal Navy, tots dos exemples al Regne Unit.

# CONTACTES D'INTERÈS

## A Nivell Estatal

Museu de les Terres de l'Ebre.

[info@museuterresebre.cat](mailto:info@museuterresebre.cat).

Museu del Port / Autoritat Portuària de Tarragona.

- Departament de Medi Ambient de l'Autoritat Portuària de Tarragona.  
[sac@porttarragona.cat](mailto:sac@porttarragona.cat).

Museu Marítim de Barcelona.

- Cap de Gestió de Col·leccions i del Coneixement – Pere Izquierdo.  
[izquierdotp@mmb.cat](mailto:izquierdotp@mmb.cat).

Museu Marítim de Mallorca.

- Cap del Taller dels Mestres d'Aixa – Pep Florit.  
+34 630 47 73 47.
- Tècnic de Patrimoni Marítim del consell de Mallorca – Bernat Oliver.  
[boliver@conselldemallorca.net](mailto:boliver@conselldemallorca.net).

## A Nivell Europeu

Chatham Historic Dockyard Trust (Regne Unit)

- Gestor d'Enginyeria Patrimonial i Naus Històriques – James Morgan.  
[jmorgan@chdt.org.uk](mailto:jmorgan@chdt.org.uk).
- Tècnica en Restauració – Karoline Sofie Hennem.  
[khennum@chdt.org.uk](mailto:khennum@chdt.org.uk).

Museu del Patrimoni Local (Westjford, Islàndia).

[byggdarsafn@isafjordur.is](mailto:byggdarsafn@isafjordur.is).

Museu Marítim de Reykjavik (Islàndia).

[citymuseum@reykjavik.is](mailto:citymuseum@reykjavik.is).

Museu Marítim Nacional dels Països Baixos (Amsterdam).

- Agència del Patrimoni Cultural dels Països Baixos, Departament d'Arqueologia Marítima.  
+31 (033) 421 7 456.

## Investigadors

Dr. David Gregory. Investigador Sènior i Professor Honorari al Museu Nacional de Dinamarca en l'àmbit de l'Arqueologia Ambiental i la Ciència dels Materials.

[david.john.gregory@natmus.dk](mailto:david.john.gregory@natmus.dk).

Dr. Peter Paalvast. Director Consultor Independent.

[peter.paalvast@gmail.com](mailto:peter.paalvast@gmail.com).

Dr. Reuben Shipway. Professor de Biologia Marina a la Universitat de Plymouth, Escola de Ciències Biològiques i Marines.

[reuben.shipway@plymouth.ac.uk](mailto:reuben.shipway@plymouth.ac.uk).

Prof. Dr. Gerard van der Velde. Professor associat a la Universitat de Radboud, Departament d'Ecologia i Fisiologia Animal.

[g.vandervelde@science.ru.nl](mailto:g.vandervelde@science.ru.nl).

Prof. Dr. Simon Cragg. Professor de Zoologia Marina a la Universitat de Portsmouth, Escola de Ciències Biològiques.

[simon.cragg@port.ac.uk](mailto:simon.cragg@port.ac.uk).

## BIBLIOGRAFIA

1. Zabel, R. A., & Morrell, J. J. (2020). Wood deterioration agents. In *Wood Microbiology* (pp. 19–54). Elsevier. doi:10.1016/B978-0-12-819465-2.00002-4.
2. Museu de la Pesca. (2021). Les Barques del Peix- Un Museu Flotant.
3. Hunt, D. (2012). Properties of wood in the conservation of historical wooden artifacts. *Journal of Cultural Heritage*, **13**(3), S10–S15. doi:10.1016/j.culher.2012.03.014.
4. Google Earth. (2023). Port de Palamós, 41°50′43.85"N 3°07′39.21"E. Recuperat de <https://www.google.com/earth/index.html>.
5. Shalaev, E. (2014). *Teredo navalis* (naval shipworm). CABI Compendium. CABI International.
6. Toth, G. B., Larsson, A. I., Jonsson, P. R., & Appelqvist, C. (2015). Natural Populations of Shipworm Larvae Are Attracted to Wood by Waterborne Chemical Cues. *PLoS ONE*, **10**(5), e0124950. doi:10.1371/journal.pone.0124950.
7. Paalvast, P., & van der Velde, G. (2013). What is the main food source of the shipworm (*Teredo navalis*)? A stable isotope approach. *Journal of Sea Research*, **80**, 58–60. doi:10.1016/j.seares.2013.03.003.
8. Didžiulis, V. (2011). NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Teredo navalis*. Online Database of the European Network on Invasive Alien Species – NOBANIS. [www.nobanis.org](http://www.nobanis.org).
9. Blum, H. F. (1928). On the Physiology of the Pallet Mechanism of the Shipworm, *Teredo navalis*. *Physiological Zoology*, **1**(3), 416–418. doi:10.1086/physzool.1.3.30151055.
10. Appelqvist, C., Al-Hamdani, Z. K., Jonsson, P. R., & Havenhand, J. N. (2015). Climate Envelope Modeling and Dispersal Simulations Show Little Risk of Range Extension of the Shipworm, *Teredo navalis* (L.), in the Baltic Sea. *PLoS ONE*, **10**(3), e0119217. doi:10.1371/journal.pone.0119217.
11. Ahyong, S., Byoko, C. B., Bailly, N., Bernot, J., Bieler, R., Brandão, S. N., Daly, M., De Grave, S., Gofas, S., Hernandez, F., Hughes, L., Neubauer, T. A., Paulay, G., Boydens, B., Decock, W., Vandepitte, L., Vanhoorne, B., Adlard, R., & ... Zhao, Z. (2023). *World Register of Marine Species*. doi:10.14284/170.
12. Appelqvist, C., & Havenhand, J. N. (2016). A phenological shift in the time of recruitment of the shipworm, *Teredo navalis* L., mirrors marine climate change. *Ecology and Evolution*, **6**(12), 3862–3870. doi:10.1002/ece3.2126.



13. Lippert, H., Weigelt, R., Glaser, K., Krauss, R., Bastrop, R., & Karsten, U. (2017). *Teredo navalis* in the Baltic Sea: Larval Dynamics of an Invasive Wood-Boring Bivalve at the Edge of Its Distribution. *Frontiers in Marine Science*, 4. doi:10.3389/fmars.2017.00331
14. Borges, L. M., Merckelbach, L. M., Sampaio, Í., & Cragg, S. M. (2014). Diversity, environmental requirements, and biogeography of bivalve wood-borers (Teredinidae) in European coastal waters. *Frontiers in Zoology*, 11(1), 13. doi:10.1186/1742-9994-11-13.
15. Borges, L., & Costa, F. (2014). New records of marine wood borers (Bivalvia: Teredinidae and Isopoda: Limnoriidae) from São Miguel, Azores, with a discussion of some aspects of their biogeography. *Açoreana*, suppl. 10, 109–116.
16. Goodell, B. (2001). Wood Products: Deterioration by Insects and Marine Organisms. In *Encyclopedia of Materials: Science and Technology* (pp. 9696–9701). Elsevier. doi:10.1016/B0-08-043152-6/01760-5.
17. Nemesis. (n.d.-b). *Limnoria quadripunctata*. Crustaceans- Isopods. *Marine Invasions Lab*. Retrieved May 7, 2023, from [https://invasions.si.edu/nemesis/species\\_summary/92429](https://invasions.si.edu/nemesis/species_summary/92429).
18. Borges, L. M. S., Merckelbach, L. M., & Cragg, S. M. (2014). Biogeography of Wood-Boring Crustaceans (Isopoda: Limnoriidae) Established in European Coastal Waters. *PLoS ONE*, 9(10), e109593. doi:10.1371/journal.pone.0109593.
19. Nemesis. (n.d.-c). *Limnoria tripunctata*. Crustaceans- Isopods. *Marine Invasions Lab*. Retrieved May 7, 2023, from [https://invasions.si.edu/nemesis/species\\_summary/92430](https://invasions.si.edu/nemesis/species_summary/92430).
20. Nemesis. (n.d.-a). *Chelura terebrans*. Crustaceans- Amphipods. *Marine Invasions Lab*. Retrieved May 7, 2023, from [https://invasions.si.edu/nemesis/species\\_summary/93571](https://invasions.si.edu/nemesis/species_summary/93571).
21. Green Etxabe, A. (2013). The wood boring amphipod *Chelura terebrans*. *University of Portsmouth, Ph.D. Thesis*.
22. Lehmann Novo, M. I. (2017). Uso del tralopiril contra barrenadores de la madera marinos (Espanya, 2 644 266).
23. Dede, C., & Kohlhasse, S. (2000). Protection of groyne piles against attack of *Teredo navalis* by means of geotextiles. *Euro Geo 2*, 2, 4.02. <https://library.geosyntheticsociety.org/proceedings/4-02-protection-of-groyne-piles-against-attack-of-teredo-navalis-by-means-of-geotextiles-pdf/>.
24. Björdal, C. G., Gregory, D., Manders, M., Al-Hamdani, Z., Appelqvist, C., Haverhand, J., & Dencker, J. (2012). Strategies for Protection of Wooden Underwater Cultural Heritage in the Baltic Sea Against Marine Borers. The EU Project ‘WreckProtect.’

*Conservation and Management of Archaeological Sites*, **14**(1–4), 201–214.  
doi:10.1179/1350503312Z.00000000017.

25. Pournou, A., Jones, A. M., & Moss, S. T. (1999). In Situ Protection Of The Zakynthos Wreck. *Grenoble, France: Arc-Nucléart*.
26. Steiger, F., & Horeczko, G. (1981). Controlling marine borer attack of timber piles with plastic wraps. *81-05-11/15 Conference in Sarajevo*. [www.irg-wp.com/irgdocs/details.php?82d71684-60fd-438f-8866-6ebef64e2cea](http://www.irg-wp.com/irgdocs/details.php?82d71684-60fd-438f-8866-6ebef64e2cea).
27. Flexible Lining Products. (n.d.). UK's Biggest Stockist of Terram Products & Pond Liners. Retrieved May 13, 2023, from [www.flexiblelining.co.uk](http://www.flexiblelining.co.uk).
28. Eriksen, A. M., Gregory, D. J., & Botfeldt, K. (2014). The survival of *Teredo navalis* L. in timber wrapped in TERRAM4000 and a plastic membrane. *International Biodeterioration & Biodegradation*, **86**, 96–101. doi:10.1016/j.ibiod.2013.06.021.
29. Roofing Superstore. (n.d.). Roofing Supplies | Roofing Materials. [www.roofingsuperstore.co.uk](http://www.roofingsuperstore.co.uk).
30. Wang, J., Cao, X., & Liu, H. (2020). A review of the long-term effects of humidity on the mechanical properties of wood and wood-based products. *European Journal of Wood and Wood Products*. doi:10.1007/s00107-020-01623-9.
31. , S., Feci, E., & Anichini, M. (2015). Comparison between four tropical wood species for their resistance to marine borers (*Teredo* spp and *Limnoria* spp) in the Strait of Messina. *International Biodeterioration & Biodegradation*, **104**, 472–476. doi:10.1016/j.ibiod.2015.07.013.
32. Turner, R. Dixon. (1966). A survey and illustrated catalogue of the Teredinidae (Mollusca: Bivalvia). *Museum of Comparative Zoology, Harvard University*. doi:10.5962/bhl.title.67017.
33. Sivrikaya, H. (2019). Wood Industry and Engineering INVESTIGATIONS ON WOOD DESTROYING MARINE BORERS IN THE TURKISH COASTAL WATERS. <http://dergipark.org.tr/wie>.
34. Reuben Shipway, J., Borges, L. M. S., Müller, J., & Cragg, S. M. (2014). The broadcast spawning Caribbean shipworm, *Teredothyra dominicensis* (Bivalvia, Teredinidae), has invaded and become established in the eastern Mediterranean Sea. *Biological Invasions*, **16**(10), 2037–2048. doi:10.1007/s10530-014-0646-9.

## ANNEX

El següent **Protocol de Recerca** es basa en una adaptació de l'estàndard europeu EN 275:1992. Tot i estar destinat a mesurar l'efectivitat de tractaments aplicats a fusta, en aquest cas l'estàndard s'utilitza de referència amb l'objectiu de mesurar el **grau d'afectació** de cada espècie de corc marí sobre la fusta, més enllà de la seva identificació. Aquest tret és rellevant per obrir línies de recerca que ajudin a determinar mesures més concretes i adients a aplicar a qualsevol infraestructura de fusta present actualment o en un futur a la costa de Palamós.

**El material a utilitzar inclou:**

- Tres panells de fusta de *Pinus sylvestris* de 30 x 15 x 5 cm, de tall tangencial.
- Solució d'etanol 70%.
- Aigua destil·lada
- 3-4 pots de plàstic (polietilè) de 500 ml.
- Microscopi estereoscòpic.
- Escàner de tomografia.
- Guia d'identificació d'espècies i claus dicotòmiques.

Els tres panells de fusta són submergits en una àrea pròxima a les embarcacions, prou amagats però accessibles per l'estudi, durant un període d'**un any**. Cada dos mesos, s'extreuen els panells de l'aigua i es recol·lecten els organismes o restes presents a les mostres:

- En el cas dels **teredínids**, cal fixar-los immediatament en **pots de plàstic**, en la **solució d'etanol 70%** i refrigerats a **4 °C**. Les restes de **valves** i **vàlvules còrnies** també són guardades.
- En el cas dels **amfípodes** i **isòpodes**, cal ruixar els panells amb **aigua destil·lada**, amb especial enfoc a les galeries, deixant caure l'aigua en un altre **pot de plàstic**. S'espera que els organismes deixin d'adherir-se a la superfície de fusta.

Tant els panells de fusta com els pots de plàstic i el recipient són portats a laboratori.

En primer lloc, s'analitzen els panells de fusta. La quantificació del seu grau d'afectació es du a terme a través de la **tomografia assistida per ordinador** o anàlisi per raigs X. És el mètode més precís, permet determinar obtenir el valor general de la superfície afectada de la fusta i també **distingir** l'afectació ocasionada pels diferents grups d'organismes, d'acord amb la **morfologia de les galeries** (teredínids o bé crustacis). A través del **sistema**

de classificació presentat en l'EN 275, s'atribueix un **grau d'afectació del 0 al 4** a cada grup d'organismes. La **Taula 2** mostra el sistema de classificació establert pels gèneres *Teredo* spp. i *Limnoria* spp., com a referents de les seves respectives famílies i tàxons<sup>31</sup>.

Un mètode més accessible però amb major probabilitat d'error consisteix en analitzar els **forats de les galeries**, observables a la superfície de la mostra. En aquest cas, es comptabilitzen el nombre de forats generats per cada grup taxonòmic en base al seu diàmetre, de manera que:

- Els **forats de  $\leq 2$  mm** de diàmetre corresponen al **Fílum Crustacea** (Família Limnoriidae principalment).
- Els **forats de  $> 2$  mm** de diàmetre corresponen a la **Família Teredinidae**.

De la mateixa manera que en el cas anterior, es poden emprar els valors de la **Taula 2** per quantificar el grau d'afectació sobre la fusta associat a cada tàxon. En qualsevol cas, la mostra de fusta és tornada a l'aigua un cop finalitzat l'anàlisi.

Els organismes recollits són identificats fent ús d'un **microscopi estereoscòpic**, en especial en els **amfípodes i isòpodes**, juntament amb l'ajuda d'una **clau dicotòmica** o d'una **guia d'identificació d'espècies**. En el cas dels teredínids, cal prestar especial atenció a la morfologia de les **vàlvules còrnies**. Així mateix, es pot fer ús de les **il·lustracions i les claus de Turner**, publicades el 1966 i 1971 respectivament, essent el primer document accessible en format digital<sup>32</sup>. Per facilitar el procés d'identificació, es presenta una **llista d'espècies potencialment presents a les costes de Palamós** (per ordre alfabètic):

- **Família Cheluridae:** *Chelura terebrans*<sup>20</sup>.
- **Família Limnoriidae:** *Limnoria quadripunctata*, *Limnoria tripunctata*<sup>17 33</sup>.
- **Família Teredinidae:** *Bankia carinata*, *Lyrodus pedicellatus*, *Nototeredo norvagica*, *Teredo bartschi*, *Teredo navalis*, *Teredo urticulus*, *Teredora malleolus*<sup>3334</sup>. Possible establiment recent de l'espècie invasora *Teredothyra dominicensis*<sup>33</sup>.

Classification	Ranking classes	<i>Teredo</i> evaluation on the X rays film (percentage of attacks on the surface)	<i>Limnoria</i> evaluation on all four surfaces
No attack	0	No sign, sound	no attack, sound
Slight attack	1	<15%	<10% of the
Moderate attack	2	>15%, <25%	>10%
Severe attack	3	>25%, <50%	Surfaces completely covered by tunnels.
Failure	4	>50%	More than half of the original volume decreased.

**Taula 2.** Sistema de classificació pels gèneres *Teredo* spp. i *Limnoria* spp. d'acord amb l'estàndard europeu EN 275:1992.

Font: Palanti et al. (2015), Taula 1.

