



Informe de Seguimiento ambiental y biológico del SISTEMA DE REGENERACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD MARINA (LifeBoosting System)

FECHA: Diciembre 2022 | PUERTO: Puerto Marina Palamós |
Informe de seguimiento N°: 2



Objetivo

El objetivo global del estudio consiste en realizar el seguimiento de la colonización y posterior sucesión biológica en las estructuras Life Boosting Units (LBU) instaladas en el Puerto Marina Palamós a lo largo de un período de tres años. Durante este tiempo, se evaluará el éxito de reclutamiento de especies así como las diferencias entre las comunidades observadas en los LBU según la zona de instalación, para finalmente determinar el impacto positivo del proyecto de regeneración en términos ambientales y socioeconómicos. Los datos recogidos serán útiles para evaluar el éxito del proyecto e identificar localidades con mayor potencial para la regeneración marina dentro del puerto.

Este informe refleja los resultados obtenidos, en cuanto a biodiversidad, una vez transcurridos los primeros 2 y 7 meses desde el inicio del presente estudio.

Metodología

Las estructuras (doce en total) se instalaron en las cuatro ubicaciones (Zona 1, 2, 3 y 4) representadas en la Figura 1. La introducción de los LBU se llevó a cabo en tiempos diferentes (Tabla 1), efectuándose la última instalación en junio de 2022. Para poder comparar los resultados, se han utilizado placas del mismo material que los LBU acopladas a cada estructura (Figura 2). De forma adicional, en las zonas 3 y 4, a pesar de no haber LBU de impresión 3D, se instalaron placas de este material para así evaluar el potencial de este tipo de diseño en dichas ubicaciones.

La metodología propuesta permite estudiar de forma estandarizada y con precisión las especies presentes así como su biomasa, sin dañar la vida crecida en cada LBU. Todas las placas se instalaron en mayo 2022.

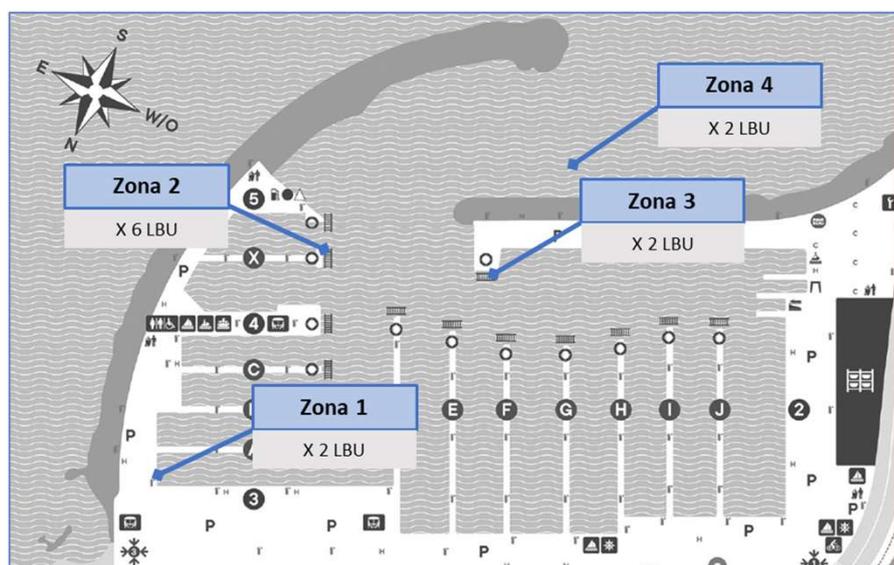


Figura 1 – Ubicación y número de estructuras LBU instaladas en el Puerto Marina Palamós.

*Nótese el cambio de nomenclatura de las zonas respecto informes anteriores.

Tabla 1 – Fechas de introducción de los LBU en cada zona (12 LBU en total)

Zona	Fecha de introducción LBU
1	Diciembre 2021 (x1 LBU Carbonatación)
	Mayo 2022 (x1 LBU 3D)
2	Mayo 2022 (x5 LBU Carbonatación)
	Junio 2022 (x1 LBU 3D)
3	Noviembre 2021 (x1 LBU Carbonatación)
	Febrero 2022 (x1 LBU Carbonatación)
4	Febrero 2022 (x2 LBU Carbonatación)

En diciembre de 2022 se realizó el segundo monitoreo de las estructuras LBU instaladas en el Puerto Marina Palamós. En esta visita, el equipo científico de la empresa Ocean Ecostructures realizó fotografías subacuáticas y tomó muestras de cada LBU para estudiar la evolución de la biodiversidad en las distintas zonas.

De acuerdo con los protocolos vigentes, un total de 24 placas (2 por cada LBU) de 10x10cm fueron extraídas y se trasladaron a las instalaciones del Centro de Estudios Avanzados de Blanes (CEAB-CSIC) para identificar las especies presentes. En el laboratorio también se obtuvo el peso seco de la biomasa crecida.

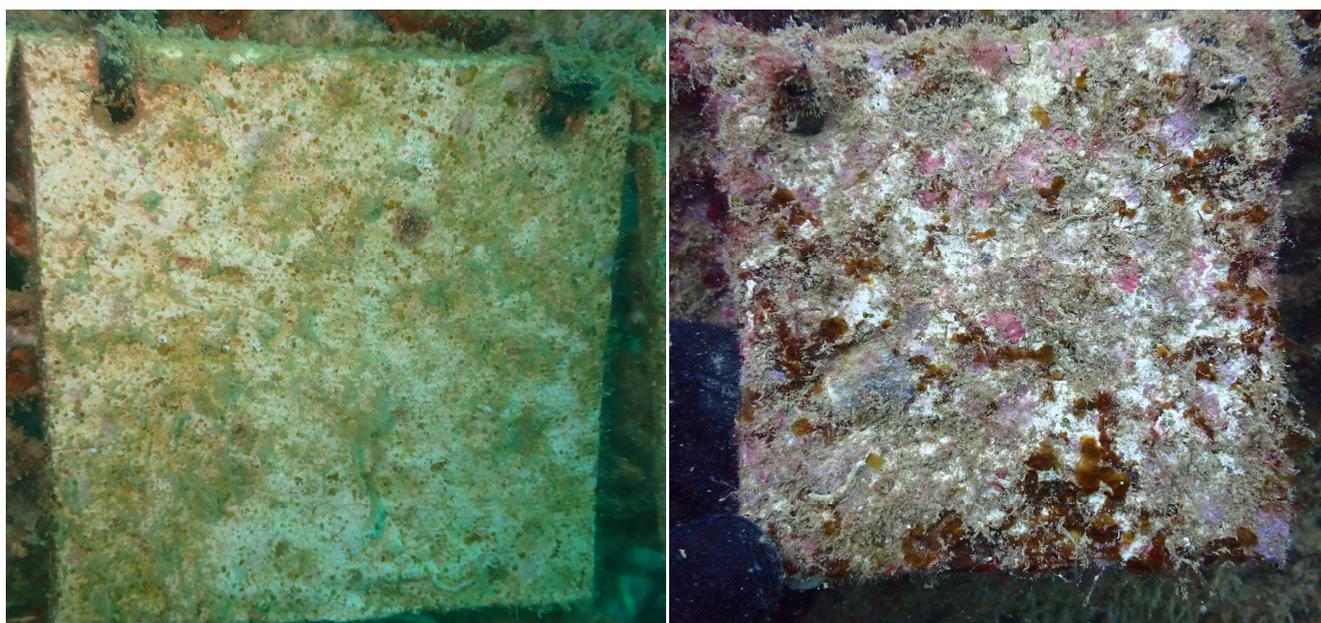


Figura 2 – Placas experimentales (impresión 3D) para llevar a cabo el seguimiento de biodiversidad en los LBU a los 2 meses (izquierda) y a los 7 meses (derecha)

Resultados

Inventario de especies marinas

A lo largo de los siete meses transcurridos, las comunidades han ido evolucionando hacia estadios más desarrollados. Los LBU han sido completamente colonizados por un gran número de grupos de organismos. Si bien en las primeras observaciones destacaban las comunidades de poliquetos, la dominancia de este grupo se ha visto desplazada por el crecimiento de macroalgas, briozoos, tunicados e incluso moluscos. Además, en las últimas observaciones, se identificó un nuevo grupo que no había aparecido aún en ninguna estructura, los poríferos (esponjas).

Uno de los principales indicadores que refleja la evolución de una comunidad es el número de especies presentes. En este sentido, la biodiversidad de los LBU muestra un claro aumento en todas las zonas (Figura 3). En diciembre, incluyendo todos los LBU del puerto, se identificaron un total de 47 especies (Tabla 2), una cifra mucho mayor frente a las 24 registradas en los inventarios realizados en julio.

Esta tendencia de aumento de biodiversidad es común en todas las zonas del puerto, sin embargo, la magnitud de este incremento ha sido variable. En la Zona 2, se ha duplicado el número de especies presentes, siendo también esta zona el punto con mayor biodiversidad.

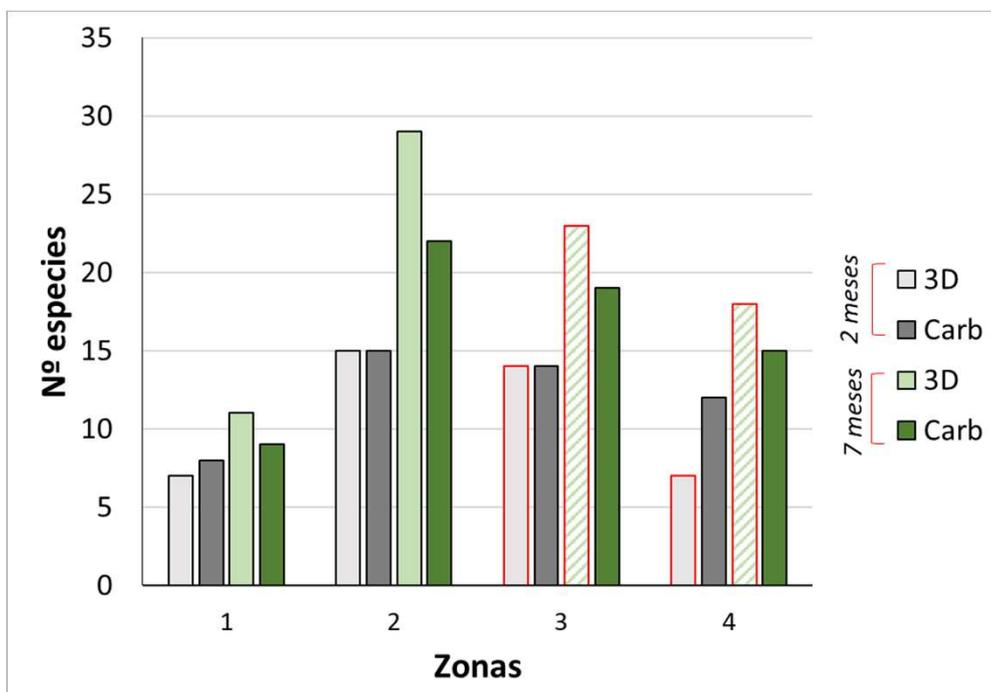


Figura 3 - Diversidad específica (número de especies) en cada Zona del puerto. Las barras en gris representan los valores del primer período (julio 2022). Las barras en verde representan los valores del segundo período (diciembre 2022). Se distingue también el tipo de material de los LBU. Color oscuro: Carbonatación por electrólisis (Carb). Color claro: Impresión 3D (3D). Las barras resaltadas en rojo muestran valores potenciales estimados ya que no existen por el momento LBU de impresión 3D en las Zonas 3 y 4.

Por otro lado, en los resultados de diciembre de 2022, se pueden observar diferencias sustanciales según el tipo de LBU (Carbonatación o Impresión 3D). Por esto, en aquellas zonas donde únicamente hay LBU de un solo material (en las Zonas 3 y 4, solo hay LBU de Carbonatación), también se ha estudiado el efecto que podría tener lugar tras la instalación de LBU del diseño de impresión 3D. Para ello, se ha aplicado la misma metodología descrita previamente, utilizando placas experimentales con este material. Estos resultados son una estimación del impen cuestión acto potencial y, por ello, en la Figura 3 y 4, se han diferenciado estos valores potenciales resaltando las barras en los gráficos de color rojo.

Tabla 2 – Inventario de especies identificadas creciendo en los LBU

	Especie		Especie
Briozoos	<i>Patinella radiata</i>	Espojias	<i>Crambe crambe</i>
	<i>Savignyella lafontii</i>		<i>Leucosolenia variabilis</i>
	<i>Celleporaria sp</i>		<i>Sycon raphanus</i>
	<i>Watersipora sp</i>	Algas Pardas	<i>Padina pavonica</i>
	<i>Caberea boryi</i>		<i>Cladostephus spongiosus</i>
	<i>Briozoa sp1</i>		<i>Dictyota sp</i>
	<i>Aetea sp</i>		<i>Halopteis scoparia</i>
	<i>Rosseliana sp</i>		<i>Sfacelarial</i>
	<i>Schizoporella sp</i>		Phaeophyceae sp1
		Phaeophyceae sp2	
Ascidias	<i>Clavelina lepadiformis</i>	Algas Rojas	<i>Dasya sp</i>
	<i>Botrillus asteroides</i>		<i>Lithophyllum sp</i>
	Tunicata sp1		<i>Mesophyllum sp</i>
	Tunicata sp2		<i>Elisolandia elongata</i>
	<i>Ceramiales spp</i>		
	Rhodophyta sp1		
Hidrozoos	<i>Obelia</i>	Algas verdes	<i>Acetabularia acetabulum</i>
	<i>Aglaophenia sp</i>		<i>Valonia utricularis</i>
	<i>Eudendrium racemosum</i>		<i>Chaetomorpha</i>
	Clorophyta sp1		
	Clorophyta sp2		
Moluscos	<i>Magallana gigas</i>		
	<i>Anomia ephippium</i>		
Poliquetos	<i>Serpula vermicularis</i>		
	<i>Spirobranchus sp</i>		
	<i>Janua sp</i>		

Especie	
Poliquetos	Polichaeta sp1
	Polichaeta sp2
	Polichaeta sp3
Crustaceos	<i>Balanus sp</i>

Biomasa

La biomasa acumulada en cada LBU, expresada en peso seco, se puede relacionar con la productividad del sistema. Se debe al aumento de densidad de individuos y/o de su volumen. Los resultados de biomasa se muestran en la Figura 4.

En el mes de julio de 2022, el peso de los organismos presentes mostró valores comparativamente muy bajos, debido al corto período de inmersión en el medio acuático.

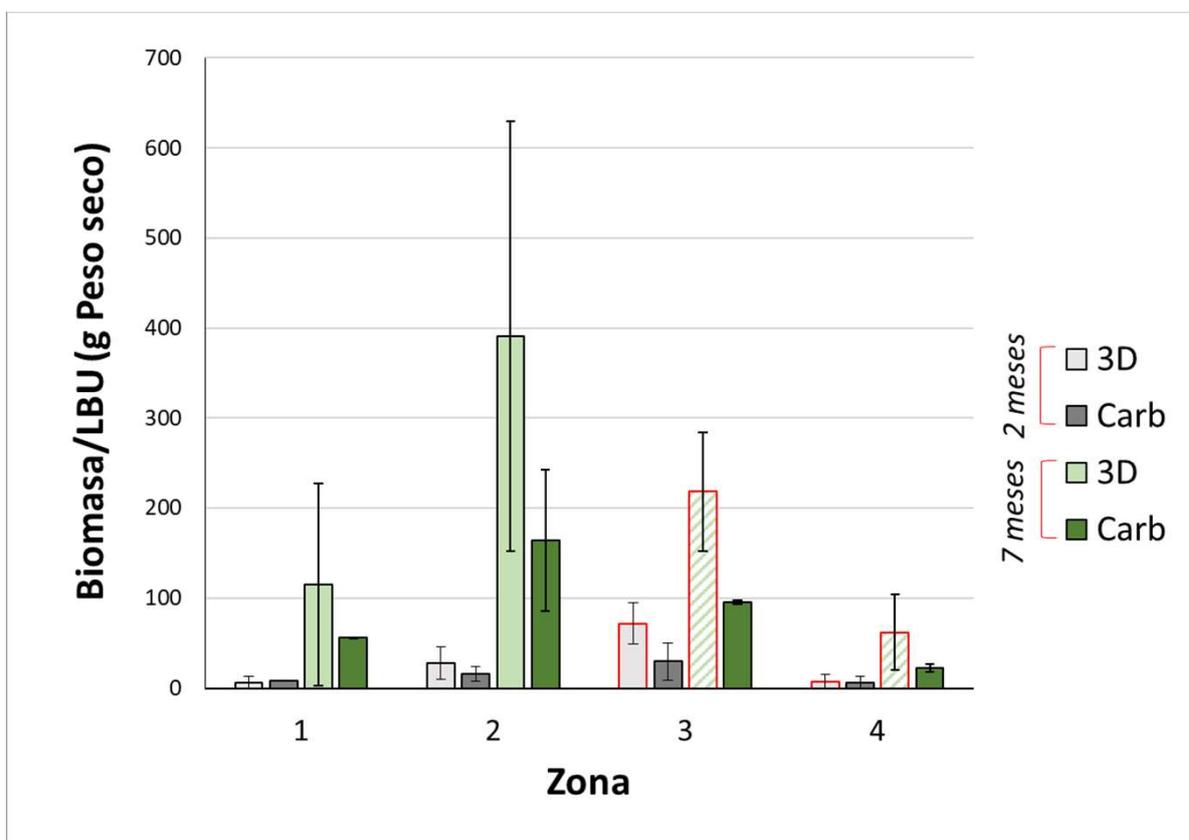


Figura 4 - Biomasa en los LBU en cada Zona del puerto. Las barras en gris representan los valores del primer período (julio 2022). Las barras en verde representan los valores del segundo período (diciembre 2022). Se distingue también el tipo de material del LBU, color oscuro: Carbonatación (Carb), color claro: Impresión 3D (3D). Las barras resaltadas en rojo muestran valores potenciales estimados ya que no existen por el momento LBUs de impresión 3D en las Zonas 3 y 4.

En este momento, el máximo de biomasa correspondió a los LBU de la Zona 3, con valores discretamente superiores al resto de zonas. Sin embargo, transcurridos 7 meses, la biomasa ha aumentado notablemente, llegándose a reportar incrementos respecto el mes de julio de hasta 14 veces, tal y como se puede observar en los resultados de la Zona 2. Por otro lado, de forma similar a los valores de biodiversidad, también se observaron diferencias debidas al tipo de LBU, con cifras de biomasa superiores en las unidades de impresión 3D.

Proyecto SEAREG

El proyecto SEAREG se desarrolla en paralelo en las estructuras LBU. Se trata de un programa de regeneración activa donde, mediante la introducción manual de distintas especies clave, se pretende recuperar sus poblaciones en entornos donde su distribución ha sido perturbada por la actividad humana.

En el Puerto Marina Palamós, se está desarrollando un piloto para la regeneración de gorgonias *Leptogorgia sp* y de *Cystoseira sp*. Se trata de especies con un elevado valor ambiental ya que configuran el hábitat de numerosas especies, aumentando la biodiversidad del entorno, entre muchos otros servicios ambientales.

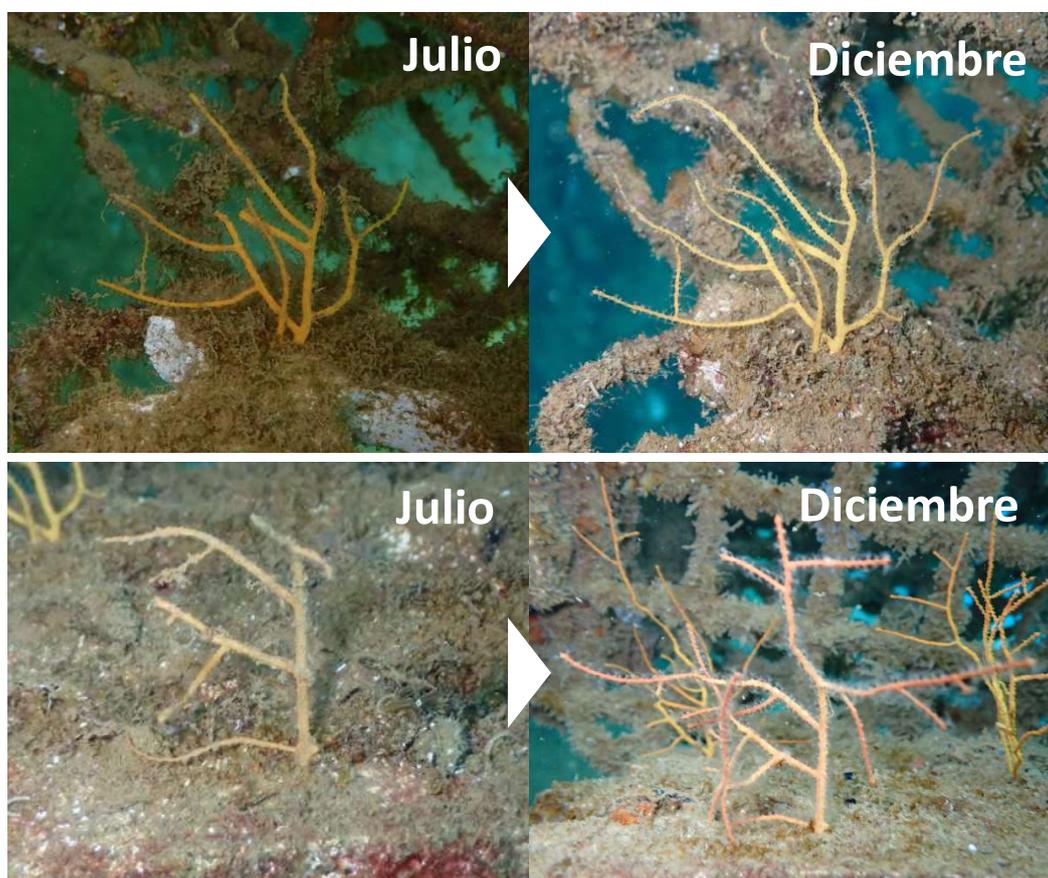


Figura 5 - Proyecto SEAREG: Crecimiento observado en *Leptogorgia sp*

Para el piloto con corales, se instalaron placas con pequeños esquejes de *Leptogorgia sp* en la Zona 3, mientras que las placas con esporas de *Cystoseira sp* se ubicaron en la Zona 2.

En las sucesivas observaciones de los juveniles de gorgonias, se ha detectado un crecimiento importante en sus colonias (Figura 5). Por otro lado, también ha sido muy positiva la supervivencia y crecimiento de los organismos de *Cystoseira sp* y, en las placas, ya se observan individuos (reclutas) de pequeño tamaño (Figura 6).

Los resultados son prometedores ya que demuestran no solo la viabilidad de la técnica de presembrado, sino también que la tolerancia de estos organismos podría ser suficiente como para crecer en entornos portuarios como es el caso del Puerto Marina Palamós.



Otros proyectos: Investigación de nuevos materiales.

En paralelo al seguimiento de los LBU, en el Puerto Marina Palamós, se ha iniciado un nuevo proyecto de investigación de nuevos materiales que estimulen el crecimiento de la biodiversidad. El piloto ha consistido en la introducción de placas de distintos materiales, inocuos para el medio marino, para finalmente evaluar la biodiversidad aparecida en cada una de ellas (Figura 7). De este modo, se pretende identificar posibles nuevos sustratos que se podrán integrar en futuros diseños de LBU. Las distintas muestras se instalaron en la ubicación donde se habían descrito previamente mejores resultados en términos de biodiversidad, la Zona 2.

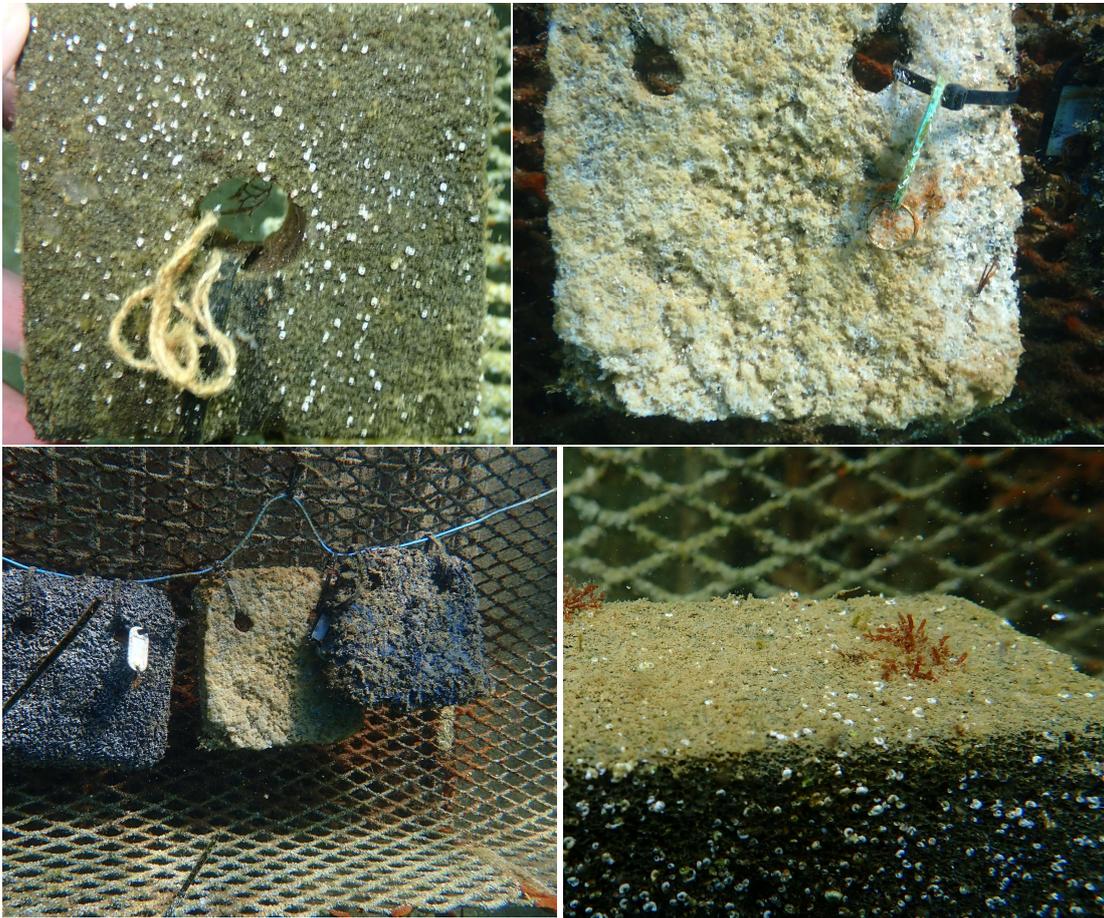


Figura 7- Ejemplo de placas experimentales del piloto para el proyecto investigación de nuevos materiales.



Conclusiones

Los resultados recogidos en diciembre de 2022 demuestran un claro aumento en el número de especies observadas, así como en la biomasa de los LBU. Se trata de cifras prometedoras hasta el momento, y suponen un éxito para el proyecto de regeneración en el Puerto Marina Palamós.

Por lo general, la Zona 2 muestra los resultados más positivos. Se trata de una zona muy expuesta a las corrientes exteriores, por su cercanía y orientación a la bocana. Por ello, podría haber un aporte mayor de larvas, esporas o propágulos de especies provenientes de fuera del puerto, además de una mejor calidad del agua.

Referido a las diferencias observadas entre LBU según el material, estos resultados pueden estar muy influidos por la morfología y la superficie disponible en cada uno de los diseños. Los LBU de carbonatación, a pesar de encontrarse recubiertos por material mineral muy parecido al que se utiliza en los prototipos de impresión 3D, tienen una superficie reticular, lo cual disminuye drásticamente el área disponible de sustrato para ser colonizado. Por otro lado, los diseños 3D poseen una superficie irregular continua y, por lo tanto, un área colonizable mucho mayor. Esto, además, favorece la fijación de individuos como los moluscos (*Anomia ephippium*) y también facilita su crecimiento (incremento de biomasa). A pesar de estas diferencias, ambos

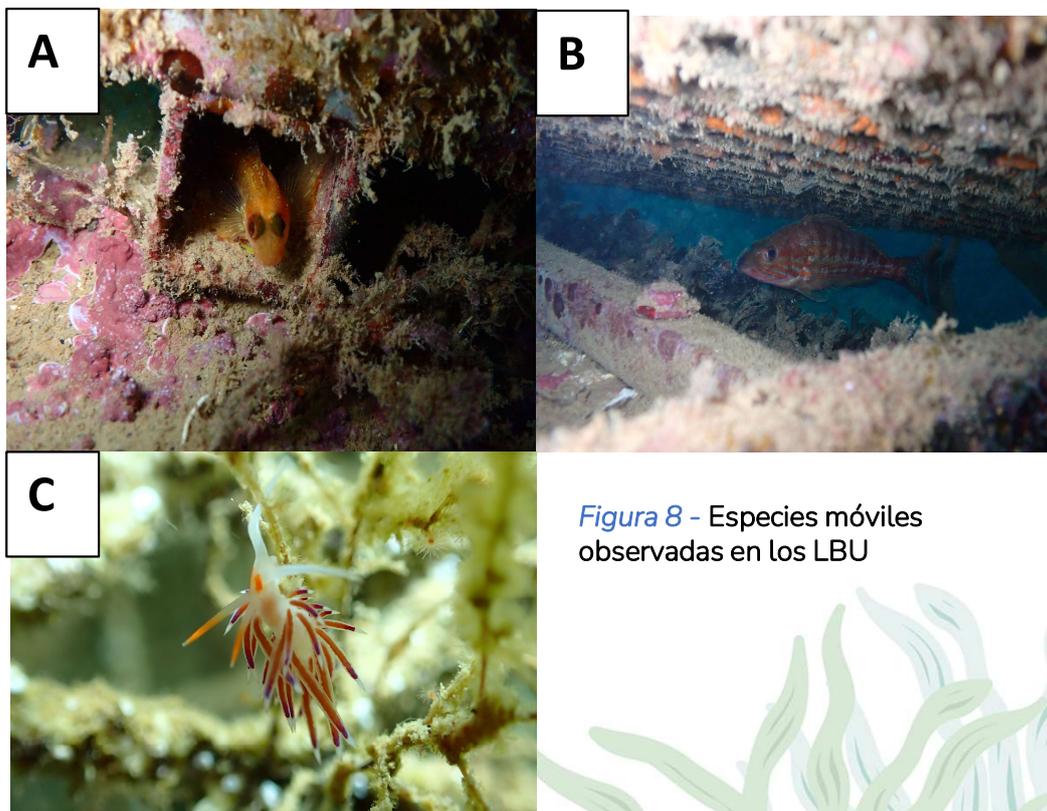


Figura 8 - Especies móviles observadas en los LBU

diseños presentan resultados muy positivos. Además, la morfología de cada LBU ha sido ideada para potenciar no solo la biodiversidad de especies incrustantes, sino también de micro y macrofauna (peces, crustáceos, etc.).

En este sentido, las comunidades bentónicas creciendo en cada LBU, así como la propia morfología de las estructuras, podría estar actuando como reclamo para especies móviles que, aunque no hayan sido evaluadas cuantitativamente, sí que se han observado de forma reiterada en todas las zonas. Estas estructuras son empleadas como refugio frente a depredadores (Figura 8A y 8B) y como fuente de alimento. Por ejemplo, la presencia del nudibranquio *Cratena peregrina* (Figura 8C) seguramente se deba a que su alimento principal, el hidrozoo *Eudendrium sp* crece en importantes densidades en los LBU.

