

SOLICITUD DE CONCESIÓN

PARA LA MODIFICACIÓN DEL SISTEMA CONVENCIONAL DE BALIZAMIENTO POR SISTEMAS MÁS ECOLÓGICOS

• SITGES •



N A R

Natural Art Reef Association



THALASSA

Estudios Ambientales Marinos





“Lo que una persona no descubra, otra lo hará”.

Jacques Cousteau



ÍNDICE

MEMORIA DE ACTUACIÓN	6
1._ CONTENIDO DEL PROYECTO	7
1.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO	7
1.2 LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA	7
1.2.1 INFORMACIÓN FOTOGRÁFICA DE LA ZONA	22
2._ EVALUACIÓN DEL ESTADO INICIAL DEL ECOSISTEMA	25
2.1 FACTORES DE PRESIÓN	39
2.2.1 RESOLUCIÓN	42
3._ NATURALEZA DE LAS ESTRUCTURAS	44
3.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS ESTRUCTURAS	44
3.2 ESTABILIDAD DE LAS ESTRUCTURAS	46
3.3 DISEÑO EXTERIOR DEL PRODUCTO	46
3.4 CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO	48
3.4.1 PLANIFICACIÓN DESMONTAJE AL FINAL DE PERIODO DE CONCESIÓN	48
3.5 CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES Y OBRAS	49
3.5.1 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	49
3.5.2 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	49
3.5.3 DURACIÓN DE LA INSTALACIÓN	52
3.5.4 PERSONAL	52
3.5.5 CONDICIONES DEL LUGAR	53
3.5.6 PRESUPUESTO DE LA ESTRUCTURA, MONTAJE Y DESMONTAJE	53
4._ ESTUDIO ECONÓMICO-FINANCIERO	54
5._ ANÁLISIS DAFO	55
6._ ANÁLISIS AMBIENTAL DEL PROYECTO	56

7._ DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS DE RECUPERACIÓN ECOLÓGICA Y DETERMINACIÓN DE LOS OBJETIVOS DE MEJORA AMBIENTAL ASOCIADOS A LA IMPLANTACIÓN DE BIOTOPOS	58
8._ PROGRAMA DE SEGUIMIENTO BIOLÓGICO Y ESTRUCTURAL	60
9._ CONCLUSIÓN	63



LISTA DE FIGURAS

<i>ZONA DE ESTUDIO 1:45.000</i>	8
<i>ZONA DE ESTUDIO ORTOFOTO</i>	9
<i>REGIÓN BIOGEOGRÁFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO</i>	10
<i>REGIÓN BIOGEOGRÁFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO</i>	11
<i>NATURALEZA DEL FONDO DE LA ZONA DE ESTUDIO</i>	12
<i>HÁBITATS DE INTERÉS COMUNITARIO Y FANERÓGAMAS MARINAS</i>	13
<i>DISTRIBUCIÓN DE PRADERAS EN EL LITORAL SUR DE BARCELONA</i>	15
<i>DISTRIBUCIÓN DE PUERTOS, VERTIDOS Y GRANJAS EN EL LITORAL SUR DE BARCELONA</i>	18
<i>CONECTIVIDAD ECOLÓGICA</i>	21
<i>IMÁGENES SITGES</i>	22
<i>FOTOGRAFÍAS SITGES</i>	24
<i>GUSANO TUBICOLA, MESOCHAETOPTERUS ROGERI</i>	26
<i>DESCRIPCIÓN DE MESOCHAETOPTERUS ROGERI</i>	27
<i>BIVALVOS</i>	27
<i>GRANULOMETRÍA Y ORGANISMOS INTERSTICIALES DE LA ZONA A</i>	29
<i>FONDO DE ROCA Y ALGA PARDA</i>	30
<i>FONDO DE ROCA, ALGA PARDA Y VERDE</i>	31
<i>SEPIA COMÚN Y PUESTA</i>	32
<i>ESTUDIO GRANULOMÉTRICO DE LA ZONA</i>	33
<i>SEDIMENTO CON ELEVADO PORCENTAJE DE MATERIA ORGÁNICA</i>	34
<i>ORGANISMOS INTERSTICIALES B</i>	34
<i>ORGANISMOS INTERSTICIALES C</i>	35
<i>ESPECIES NECTOBENTÓNICAS</i>	36
<i>ORGANISMOS INTERSTICIALES D</i>	36
<i>GRANULOMETRÍA Y ORGANISMOS INTERSTICIALES DE LA ZONA</i>	38
<i>SISTEMA BALIZAMIENTO CONVENCIONAL VS PROPUESTA</i>	43
<i>FOTOGRAFÍA DE BIOTOPOS</i>	45
<i>ARRECIFES ARTIFICIALES TRAS EL AÑO DE IMPLANTACIÓN</i>	47
<i>PLANOS BIOTOPO</i>	47
<i>DISEÑO BIOTOPOS</i>	50
<i>COLOCACIÓN DE BIOTOPOS EN EL LITORAL DE ALTAFULLA</i>	53



MEMORIA DE ACTUACIÓN

La finalidad de esta solicitud es modificar el sistema convencional de balizamiento del municipio de Sitges.

Se trata de un sistema que causa un impacto negativo en el medio marino, mayoritariamente debido al montaje y desmontaje de las estructuras, muertos de balizamiento, cada temporada estival. Se propone el cambio a boyas de balizamiento ecológicas, un total de cuarenta con una posible ampliación a los canales de entrada y salida de la playa.

Se realizó un estudio previo de la zona para conocer el estado ambiental actual de las playas de Sitges, para así poder decidir el método de balizamiento más correcto, aquel que se adapte mejor a las condiciones naturales del entorno y que genere un menor impacto negativo en el medio.

Se analizó el sustrato, corroborando su composición de fondo blando, compuesto por arenas y algún parche de fango, también se encontró algún parche de algas, donde los cefalópodos establecen su lugar. Los análisis biológicos de la zona de estudio resultaron en presencia de especies intersticiales, aquellas que viven enterradas en los primeros 10 centímetros de arena, especies nectobentónicas, bentónicas y pelágicas como la *Lisa Chelon labrosus*.

Tras el estudio oceanográfico se concluyó en 4 - 6 metros de profundidad para la implantación de las boyas de balizamiento, quedando las boyas a 200 metros de la costa, dentro de los requerimientos del Plan de Uso de Playas.

También se concluyó en la modificación de la base de dichas boyas por arrecifes artificiales. Permitiendo que la flora y fauna del entorno se fije y creen zona de refugio, alimentación, posible alevinaje y guardería.

Este sistema no provocan grandes movimientos de arenas, ya que no se retiran una vez terminada la temporada estival, permitiendo la atracción y fijación de vida en ellas debido a sus diseños/protección.

1._ CONTENIDO DEL PROYECTO

1.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo primordial de este proyecto es lograr una conservación del medio marino y una posible regeneración a través de la modificación del sistema actual de balizamiento presentes en la playas de Sitges.

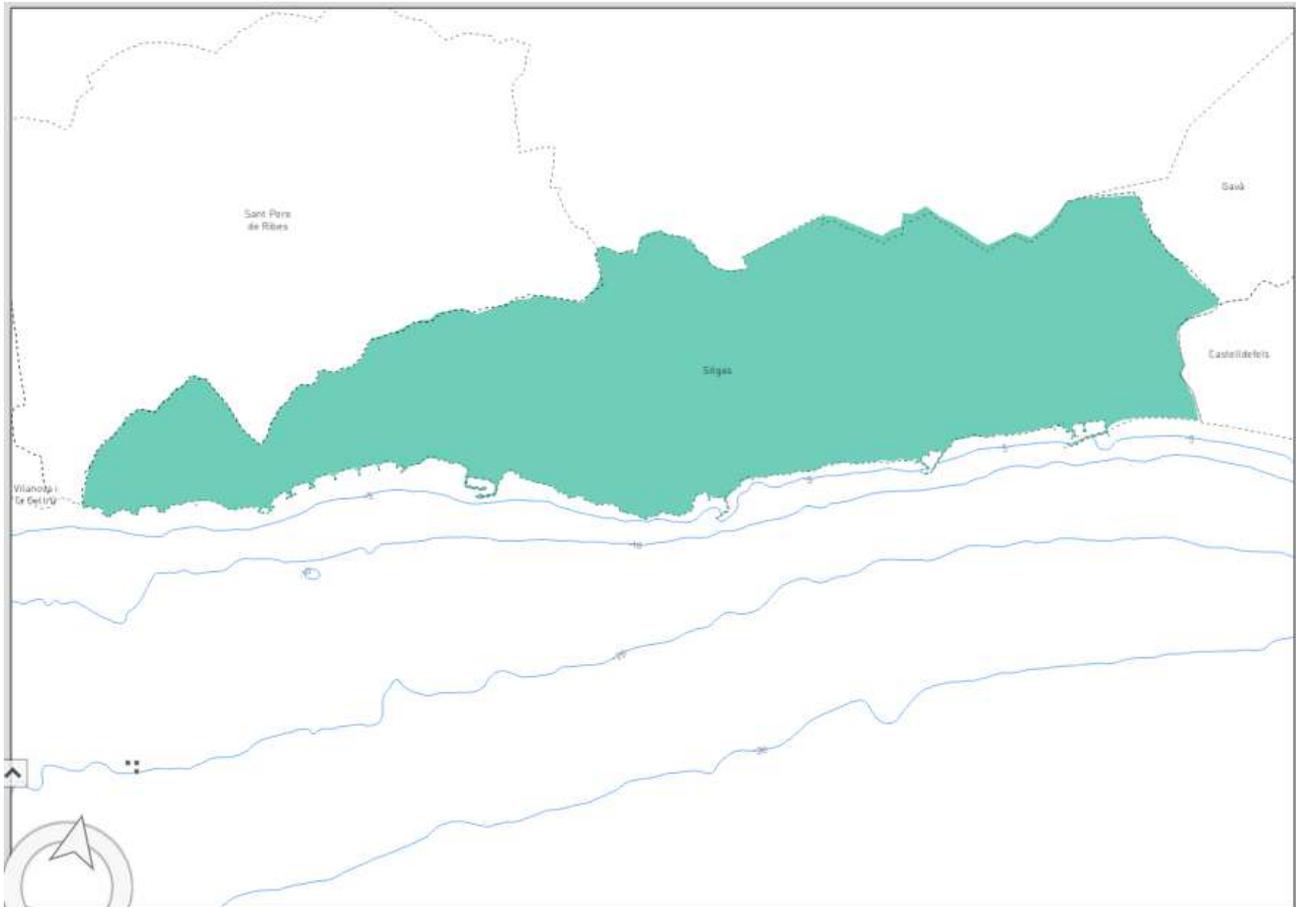
Simultáneamente, se llevarán a cabo una serie de objetivos secundarios tales como:

- Difusión del proyecto y realización de talleres y actividades para la generación de sensibilización y concienciación por parte del público.
- Valoración y validación de los beneficios del sistema de biotopos implantados y posible extrapolación a puntos en estado vulnerable del litoral.
- Atracción de un sector debido al ofrecimiento de un espacio donde realizar actividades acuáticas y subacuáticas de manera segura, garantizando una concienciación y educación ambiental.

1.2 LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA

El área de estudio se sitúa en el municipio de Sitges (**Ilustración 1 y 2**), se encuentra en la provincia de Barcelona (Cataluña) y cuenta con 17 kilómetros de línea de costa y 29.000 residentes aproximadamente. Un destino turístico que en verano llega a quintuplicar su población con la llegada de visitantes, generando aglomeración de gente en sus playas y

calas y mayor tráfico de barcos, contando con hasta 4 puertos y una instalación marítima deportiva menor.



ZONA DE ESTUDIO 1:45.000

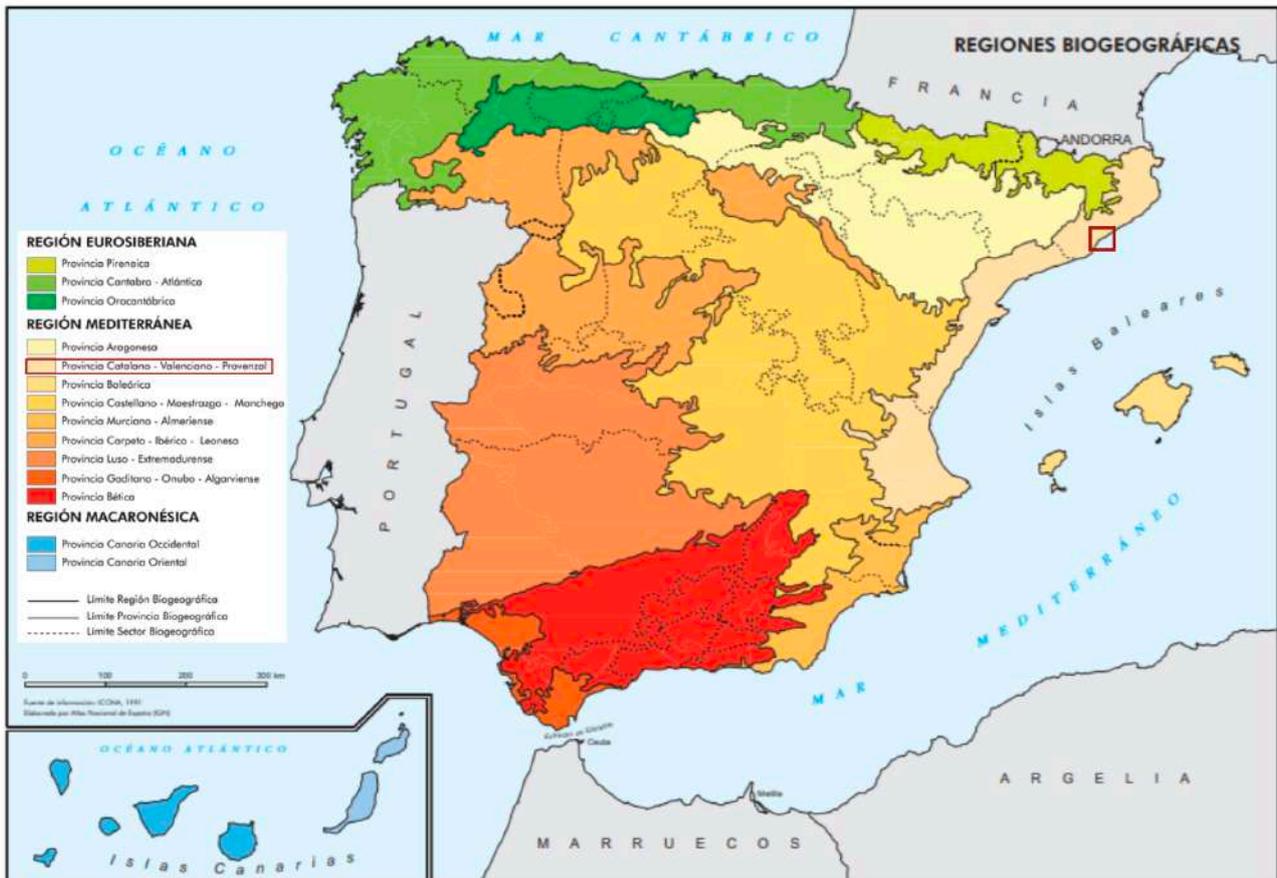
1. *El municipio de Sitges queda delimitado en la imagen por la textura azul. Al noroeste limita con Catelldefels y al suroeste con Sant Pere de Ribes.*



ZONA DE ESTUDIO ORTOFOTO

2. *Ortofoto de la zona de estudio con la batimetría 1:45.000. Fuente PNOA, IGN. Adjuntado en Anexo Cartográfico 1.*

Sitges se sitúa en la región biogeográfica mediterránea de la provincia Catalano-Valenciano-Provenzal, siendo la parte marina correspondiente a la región propiamente mediterránea, según el Atlas de regiones biogeográficas del Instituto Geográfico Nacional (IGN), como muestra la **Ilustración 3** y **Ilustración 4**.



Atlas de regiones biogeográficas del Instituto Geográfico Nacional (IGN)

REGIÓN BIOGEOGRÁFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO

3. *Región biogeográfica de la zona de estudio. Fuente IGN Atlas de regiones biogeográficas del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Adjuntado en Anexo Cartográfico 1.*

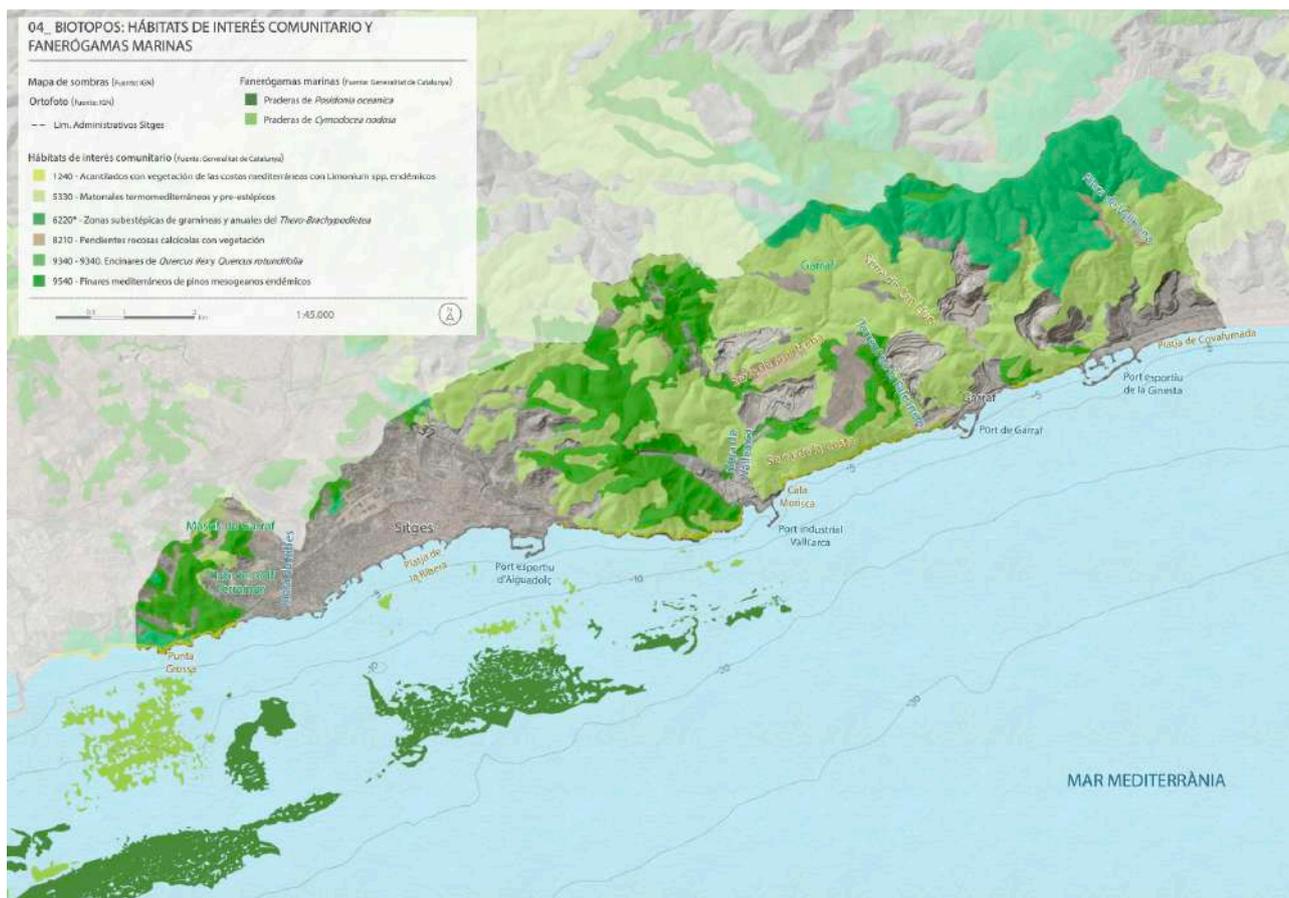


REGIÓN BIOGEOGRÁFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO

4. *Región biogeográfica de la zona de estudio 1:45.000. Fuente IGN Atlas de regiones biogeográficas del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Adjuntado en Anexo Cartográfico 1.*

El fondo marino de Sitges se caracteriza por estar compuesto mayoritariamente de arena, siendo de fondos arenosos toda la zona más somera, entre 0 y 10 metros de profundidad. Sin embargo, existe una zona de fangos relegada a la parte norte del municipio a partir de los 10-15 metros de profundidad (**Ilustración 5**).

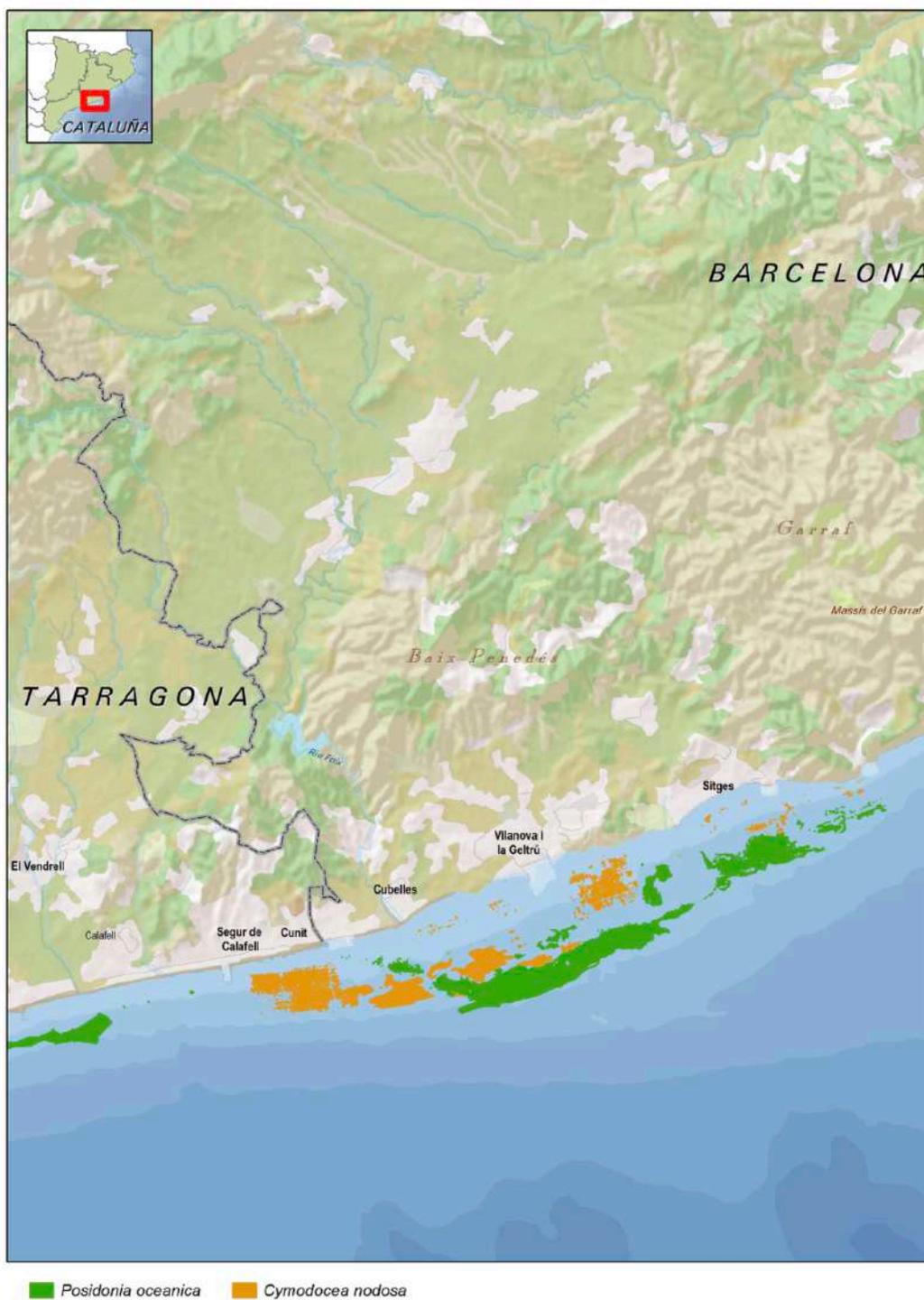
hacia el norte. Esto puede deberse a la presencia de fondos fangosos en el noreste de Sitges, como se observa en la ilustración 5.



HÁBITATS DE INTERÉS COMUNITARIO Y FANERÓGAMAS MARINAS

6. *HÁBITATS DE INTERÉS COMUNITARIO Y FANERÓGAMAS MARINAS. 1:45.000. Adjuntado en Anexo Cartográfico 1.*

En términos generales, la principal fuente de presiones sobre los ecosistemas litorales, y en particular sobre las praderas de angiospermas marinas, reside en la elevada ocupación humana de la franja costera y en los usos del territorio, tanto terrestre como marino, que de ella se deriva. En efecto, el litoral, considerado como una franja de 500 m tierra adentro a partir de la línea de costa, representa el 7 % del territorio de Cataluña, y concentra aproximadamente la mitad de su población (PDUSC, 2004), que se reparte de forma heterogénea. Así, encontramos dos grandes concentraciones como las ciudades de Barcelona (con 1.620.946 habitantes), y Tarragona (133.954 habitantes), con sus respectivas áreas metropolitanas. El resto de la costa presenta una ocupación variable, aunque en general relativamente elevada, con pocas zonas sin urbanizar. Una idea del grado de ocupación de la línea de costa, y de las presiones que ello puede suponer sobre el medio natural, la da el llamado índice de artificialización, que relaciona, para un segmento de costa dado, la longitud “construida” (espigones, rompeolas, paseos marítimos, etc.) respecto a la longitud total. Las zonas antes mencionadas de Barcelona y Tarragona alcanzan un índice de artificialización de entre el 70 y el 90%. Otras partes de la costa presentan valores inferiores, aunque todavía altos, entre el 50 y el 70%, como algunos tramos del Maresme y del Garraf (Sitges y Vilanova i la Geltrú), y l’Escala, en Girona. Los tramos de costa rocosa con acantilados y zonas naturales son los que presentan una artificialización menor, con valores inferiores al 20%, de los que serían ejemplos la zona del cabo de Creus, la costa del Montgrí, la costa entre el cabo de Begur y Blanes, la zona al N de Tarragona (Altafulla) y el delta del Ebro (Agència Catalana de l’Aigua, 2013).



DISTRIBUCIÓN DE PRADERAS EN EL LITORAL SUR DE BARCELONA

7. *Direcció General de Pesca i Afers Marítims. Mapa Base Marino: IEO. Mapa Base Terrestre: World Shaded Relief-Esri, Proyecto Corine Land Cover-IGN/ Agencia Europea de Medio Ambiente, BCN 500- IGN. 1:150.000.*

Según el *Catálogo Español de Especies Amenazadas*, tanto la *Cymodocea nodosa* como la *Posidonia oceánica*, se encuentran en la categoría de Vulnerable. Estas Fanerógamas se han visto muy afectadas por la creciente actividad humana en el litoral. Entre sus impactos se encuentran los vertidos, los residuos y fondeos de embarcaciones recreativas o algunos artes de pesca como el arrastre, entre otros.

Las praderas de la costa se vieron perjudicadas por la regeneración de playas, sobre todo durante la década de los 90, para contrarrestar los problemas crecientes de erosión. Los déficits sedimentarios están causados sobre todo por la reducción de cargas de los aportes continentales, así como por los numerosos obstáculos (espigones, puertos etc.) al transporte longitudinal de sedimentos (*Manzanera et al., 2014*).

En lo que se refiere a la contaminación, probablemente la más relevante es la originada por los vertidos urbanos de aguas residuales. Hoy en día, esta presión ha disminuido considerablemente, gracias a los esfuerzos invertidos en el saneamiento de aguas. En la actualidad, en Cataluña la práctica totalidad de aguas residuales se vierten al mar a través de emisarios procedentes de estaciones depuradoras (EDAR), que eliminan mediante tratamientos secundarios y biológicos mucha de su carga orgánica y otros contaminantes. Ahora bien, la densidad de población en la franja costera es muy elevada y, a pesar de los esfuerzos de saneamiento, en determinadas circunstancias o en algunas zonas concretas siguen habiendo vertidos de aguas residuales sin depurar, descargas de los sistemas unitarios en momentos de fuertes lluvias por aliviaderos, averías puntuales, urbanizaciones no conectadas a los colectores municipales, etc. Esto hace que algunas praderas muestren todavía efectos de estas presiones (*Romero et al., 2010*).

Además de la eutrofización, existen otros tipos de procesos contaminantes, vinculados a ciertas sustancias, tanto orgánicas (hidrocarburos, en particular los hidrocarburos aromáticos policíclicos, herbicidas y plaguicidas, compuestos orgánicos volátiles, detergentes industriales) como inorgánicas (metales), todas ellas reguladas por el RD 60/2011. Hay muy poca información respecto a la influencia de contaminantes orgánicos

en angiospermas marinas en la costa catalana, si bien la impresión general es que no representan, en la actualidad, una presión significativa. Históricamente, pudieran haber desempeñado un cierto papel en las cercanías de las zonas más industrializadas y con grandes puertos comerciales (Tarragona y Barcelona). En la actualidad los programas de seguimiento del ACA (Agència Catalana de l'Aigua) demuestran que los contaminantes orgánicos se detectan en concentraciones relevantes tan sólo en los sedimentos cercanos a desembocaduras de ríos con cuencas altamente industrializadas (como el Besós y el Llobregat), así como en las zonas de influencia de algunos puertos (principalmente, Tarragona y Barcelona). En la mayor parte de estas zonas ya no existen, si es que han existido alguna vez praderas de angiospermas marinas (*Ruiz et al., 2015*).

Estas plantas marinas resultan de gran importancia ya que cumple una serie de funciones que hacen de ella un perfecto ecosistema. Estabiliza el sustrato con su sistema radicular, sirve de soporte a una gran cantidad de algas filamentosas e invertebrados que se instalan en sus hojas, y resulta una zona de desarrollo de una gran cantidad de alevines y juveniles de peces, que encuentran aquí un ambiente propicio, con abundancia de alimento y sin los depredadores de las zonas rocosas.



DISTRIBUCIÓN DE PUERTOS, VERTIDOS Y GRANJAS EN EL LITORAL SUR DE BARCELONA

8. *Direcció General de Pesca i Afers Marítims. Mapa Base Marino: IEO. Mapa Base Terrestre: World Shaded Relief-Esri, Proyecto Corine Land Cover-IGN/ Agencia Europea de Medio Ambiente, BCN 500- IGN. 1:150.000.*

El municipio de Sitges cuenta con un único caladero denominado CAT 1-10, formando parte de la zona de producción de moluscos de Cataluña.

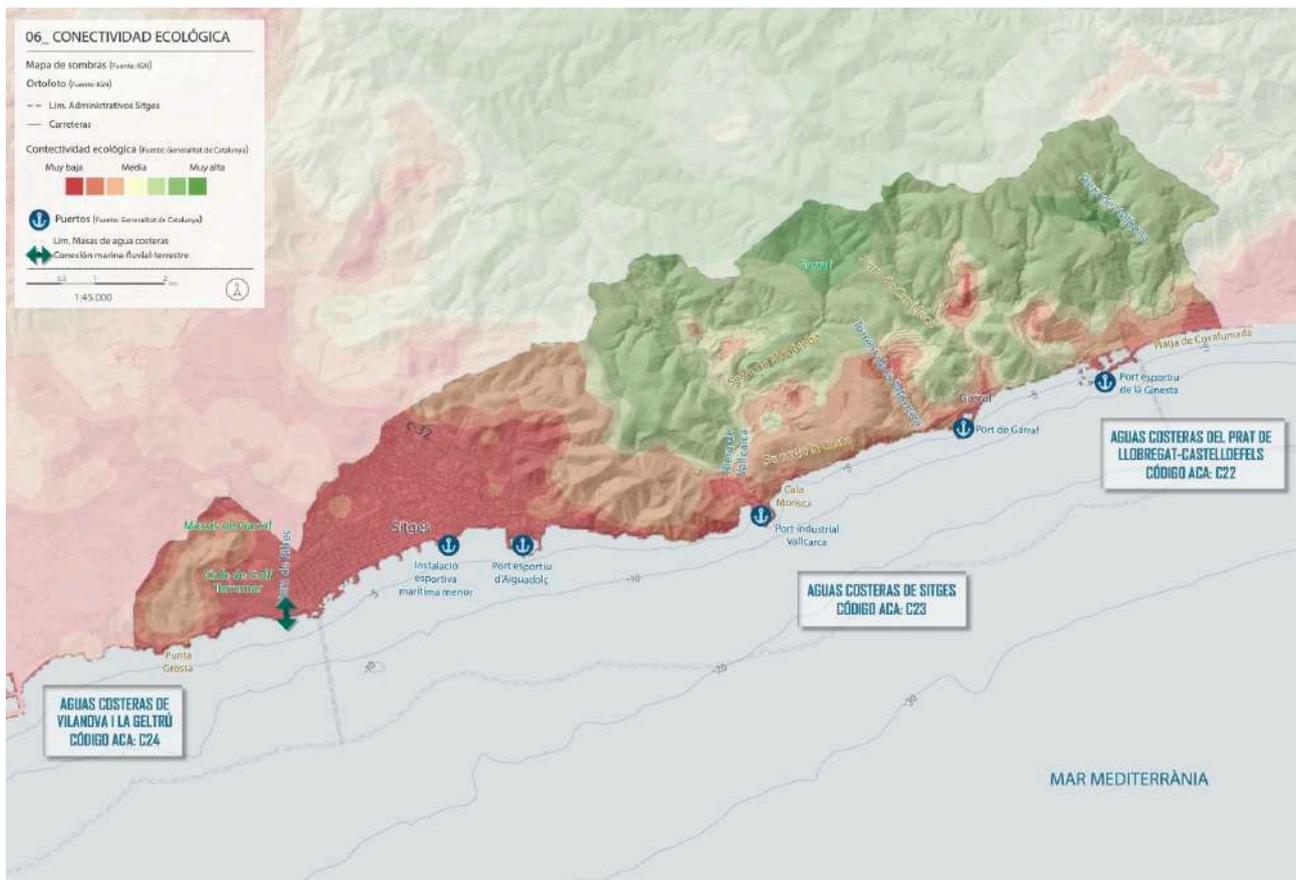
En referencia a las figuras de protección internacionales, nacionales y regionales, se definen las siguientes 5 categorías:

- Lugar de Interés Comunitario (LIC) / Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA), referentes a figuras de protección nacional y dentro de la Red Natura 2000, coincidiendo con esta misma zona la figura regional catalana definida como Plan de Espacios de Interés Natural (PEIN). En Sitges se caracterizan dos: en tierra las sierras del litoral central y en la parte marina las costas del Garraf.
- Las zonas húmedas protegidas, incluidas como figura nacional, en la que encuentra la desembocadura de la Riera de Ribes.
- Los espacios naturales forestales definidos en la cartografía regional, existiendo una única zona en la parte central interior del municipio definida como "Mas Quadrell", siendo la competencia de la Diputació de Barcelona.
- Los lugares de interés geológico, definidos por el Instituto Geológico y Minero de España a nivel nacional como geozonas. En Sitges se identifica la geozona 348 de interés estratigráfico, geomorfológico y paleontológico, de la época del Mesozoico y correspondiente a rocas sedimentarias de orogénea alpina, siendo una zona explotada por numerosas canteras.
- Por último, como figura nacional existe una zona ZEPA incluida en la Red de Áreas Marinas Protegidas de España (RAMPE).

Todos los mapas quedan adjuntados en el Anexo Cartográfico 1.

El concepto de conectividad ecológica se define como la capacidad de los seres vivos de moverse de un lugar a otro para conectar sus poblaciones y desplazar materia y energía entre los espacios. Los espacios que permiten esa conexión son denominados corredores ecológicos. El modelo de conectividad ecológica de Sitges muestra su baja conectividad en la zona su núcleo de población principal, también caracterizado por ser una zona de baja pendiente. Además, se observan como puntos de baja conectividad las canteras de la zona norte del municipio, así como la barrera litoral que suponen sus edificaciones e infraestructuras de transporte, incluyendo tanto las carreteras C-31 y C-32 como la línea ferroviaria descubierta. Sin embargo, toda la zona forestal central y norte de Sitges, debido a la ausencia de infraestructuras y a excepción de las zonas de extracción de áridos, se encuentra en un estado de conectividad bueno y muy bueno.

En cuanto a las masas de agua costeras, definidas siguiendo la Directiva Marco de Aguas (DMA), y codificadas por l'Agenia Catalana de l'Aigua (ACA), el municipio de Sitges abarca tres de ellas. Su masa de agua costera principal corresponde a la propiamente dicha de Sitges (C23), incluyendo la masa costera del Prat de Llobregat-Castelldefels (C22) al norte del port esportiu de la Ginesta y la masa costera de Vilanova i la Geltrú al sur de la Punta de les Anquines (C24).



CONECTIVIDAD ECOLÓGICA

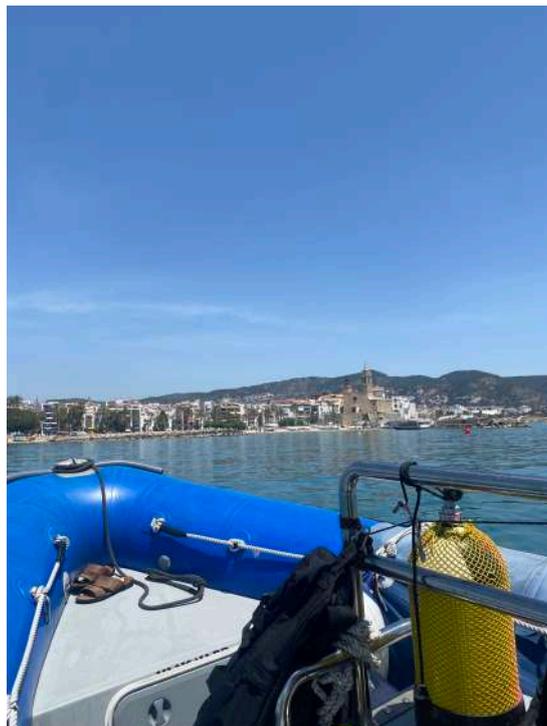
9. Conectividad ecológica. Escala 1:45.000. Adjuntado en Anexo Cartográfico 1.

1.2.1 INFORMACIÓN FOTOGRÁFICA DE LA ZONA



IMÁGENES SITGES

10. *Imágenes de Sitges. De arriba a abajo la propiedad de estas es de Tripadvisor, Status, Les amis viajes.*





FOTOGRAFÍAS SITGES

11. *Fotografías de Sitges. En la penúltima se puede observar como un barco está dentro de las boyas de balizamiento y en la última los muertos utilizados en el balizamiento actual. Elaboración propia.*

2._ EVALUACIÓN DEL ESTADO INICIAL DEL ECOSISTEMA

La principal característica de estos fondos es que a simple vista su aspecto puede parecer bastante monótono y empobrecido, ya que su uniforme relieve se puede observar algo despoblado.

Esta pobreza es debida a la gran inestabilidad de estos fondos, ya que están formados por partículas sueltas y estas son muy propensas a estar constantemente removidas por el oleaje o las corrientes.

El tamaño de las partículas que forman estos fondos sedimentarios, vienen determinados por el hidrodinamismo reinante, encontrándose sedimentos gruesos (arenas) allí donde sea lo suficientemente importante para poder arrastrar las partículas finas mar adentro, mientras que aparecerán sedimentos finos (fangos) allí donde el hidrodinamismo sea escaso.

Los fondos blandos de grano grueso están bien oxigenados, son pobres en materia orgánica y bacterias y ricos en organismos intersticiales, mientras que los de grano fino están mal oxigenados, son ricos en materia orgánica y pobres en organismos intersticiales.

Es un paisaje con diversidad de especies, aunque pueden pasar desapercibidas por las adaptaciones que han desarrollado para poder sobrevivir en un sustrato inestable como es la arena o el fango.

Existe pobreza de organismos epibiontes debido a la gran inestabilidad de estos fondos, al estar sus partículas superficiales constantemente removidas por el oleaje o las corrientes. No ocurre lo mismo con los organismos endobiontes o con los que se pueden desplazar sobre el fondo.

El Phylum Annelida es el más abundante en estos fondos, en concreto la Clase Polychaeta. En el Mediterráneo existen más de 400 especies de estos invertebrados, también conocidos como poliquetos.

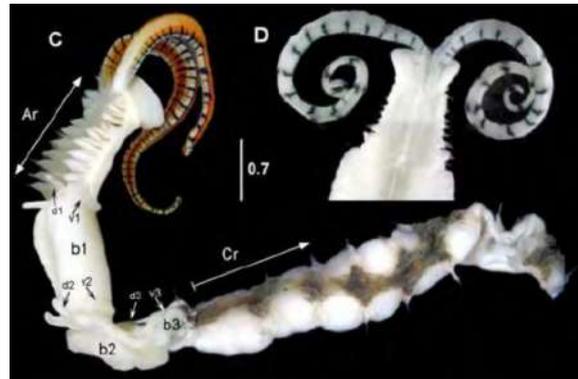
En los buceos científicos realizados para caracterizar la zona de estudio se encontró en numerosas ocasiones con la especie de gusano tubícola, *Mesochaetopterus rogeri* (**Ilustración 12 y 13**). El segundo Phylum más abundante fue Mollusca, y su clase Bivalvia (**Ilustración 14**). Estas clases dominaron las zonas más al suroeste Cala del Gegants (41°13.139'N 1°45.920'E) y Platja de l'Home Mort (41°13.184'N 1°46.117'E), donde la granulometría tiene un porcentaje mayoritario de arenas y niveles bajos de materia orgánica. (**Ilustración 15**).

En tercer lugar se situarían el Phylum Arthropoda, con el Subphylum Crustacea, y el Phylum Echinodermata.



GUSANO TUBICOLA, MESOCHAETOPTERUS ROGERI

12. *Gusano tubícola, Mesochaetopterus rogeri. Fotografiado en las zonas más al suroeste, donde la granulometría esta conformada en su mayoría por arenas. Elaboración propia.*



Descripción de Mesochaetopterus rogeri

13. *Descripción del poliqueto Mesochaetopterus rogeri. Fuente Zoological Journal of the Linnean Society. Autores Daniel Martin, Joao Gil, Michel Bhaud y Josep Carreras-Carbonell. Noviembre 2008.*



BIVALVOS

14. *Bivalvos desplazándose por el sedimento con el pie. Dominó la Familia Cardiidae. Fotografías tomadas al suroeste, donde el sedimento esta conformado mayoritariamente por arenas. Elaboración propia.*

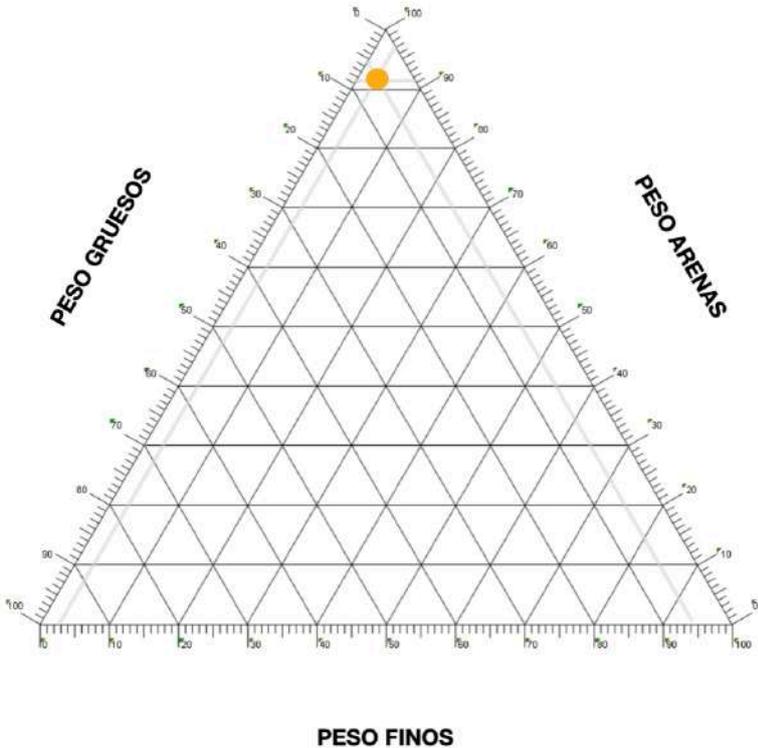
El estudio granulométrico de esta zona resulto en 5,6% de Gravas, 91,67% de Arenas y 2,73% de Sedimento Fino, con un porcentaje de materia orgánica del 7,94%.

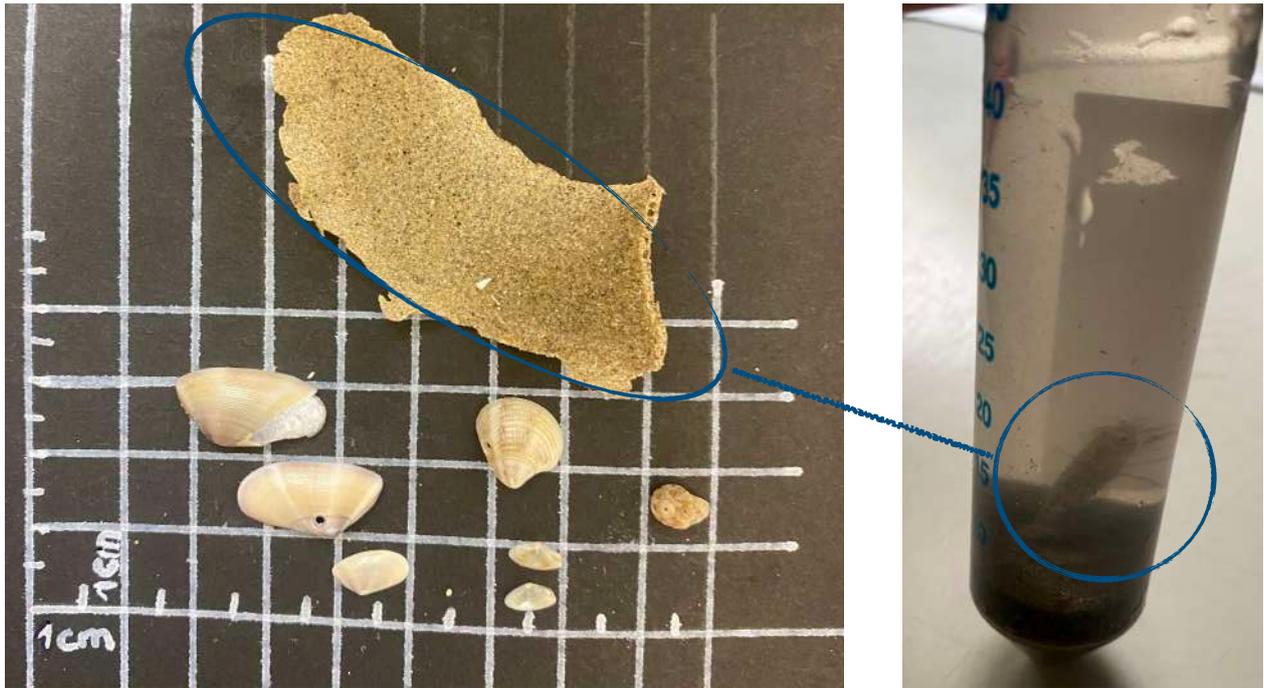


SEDIMENTO HUMEDO



SEDIMENTO SECO





GRANULOMETRÍA Y ORGANISMOS INTERSTICIALES DE LA ZONA A

15. *Estudio granulométrico, materia orgánica de la zona y organismos que viven en el sedimento. En el sedimento dominó la Familia Donacidae y se encontraron parches de sedimento compactado, en la imagen resaltado, y su protagonista. El encargado de esto es un pequeño crustáceo que vive enterrado en los primeros centímetros de arena. Elaboración propia.*

En la zona de Les Anquines y comienzo de Terramar ($41^{\circ}13.468'N$ $1^{\circ}47.418'E$), se encontró un fondo diferente. Fragmentos de roca compartiendo espacio con parches del alga parda *Dictyota dichotoma*, y en zonas más protegidas compartía espacio con el alga verde *Acetabularia acetabulum*, que aunque está presente todo el año, en el invierno pierde el disco y queda reducida a sólo el pedicelo (**Ilustración 16 y 17**).



FONDO DE ROCA Y ALGA PARDA

16. *Fondo de roca compartiendo espacio con parches del alga parda Dictyota dichotoma. Elaboración propia.*

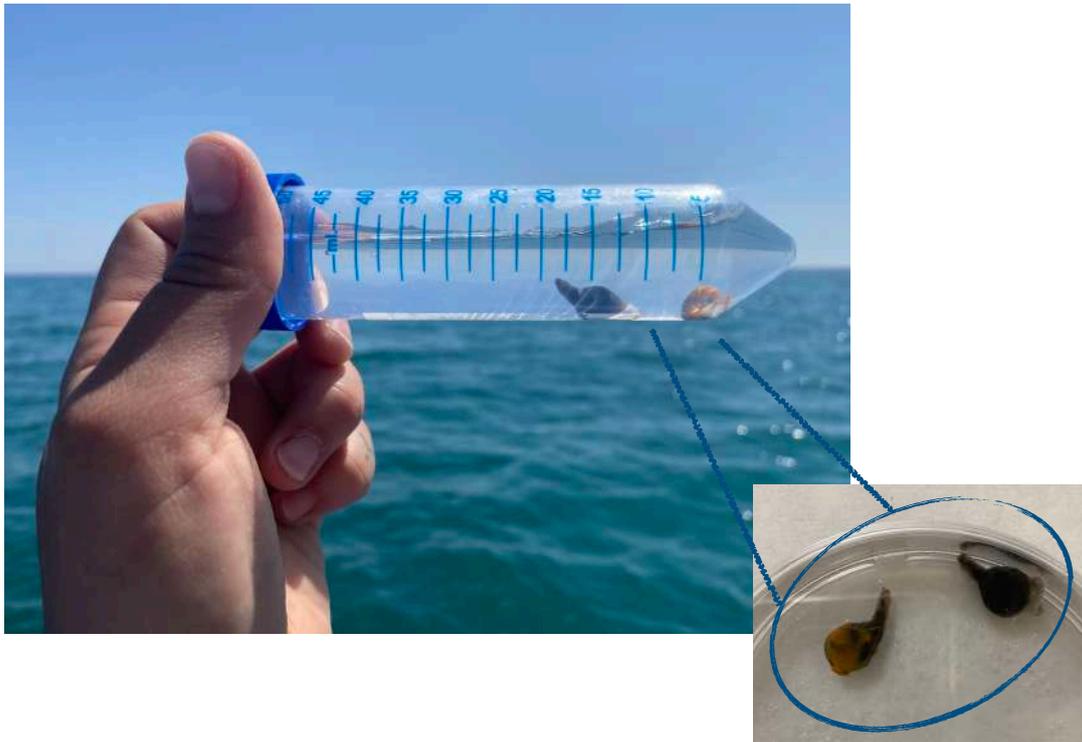


FONDO DE ROCA, ALGA PARDA Y VERDE

17. *Fondo de roca compartiendo espacio con parches del alga parda Dictyota dichotoma y con el alga verde Acetabularia acetabulum. Elaboración propia.*

En las inmediaciones de la zona, propicia para el desarrollo y asentamiento de cefalópodos, ya que encuentran una zona apta para la reproducción y alimentación en parches de algas y fondos de roca, se observaron numerosos pulpos y sepias (**Ilustración 18**).

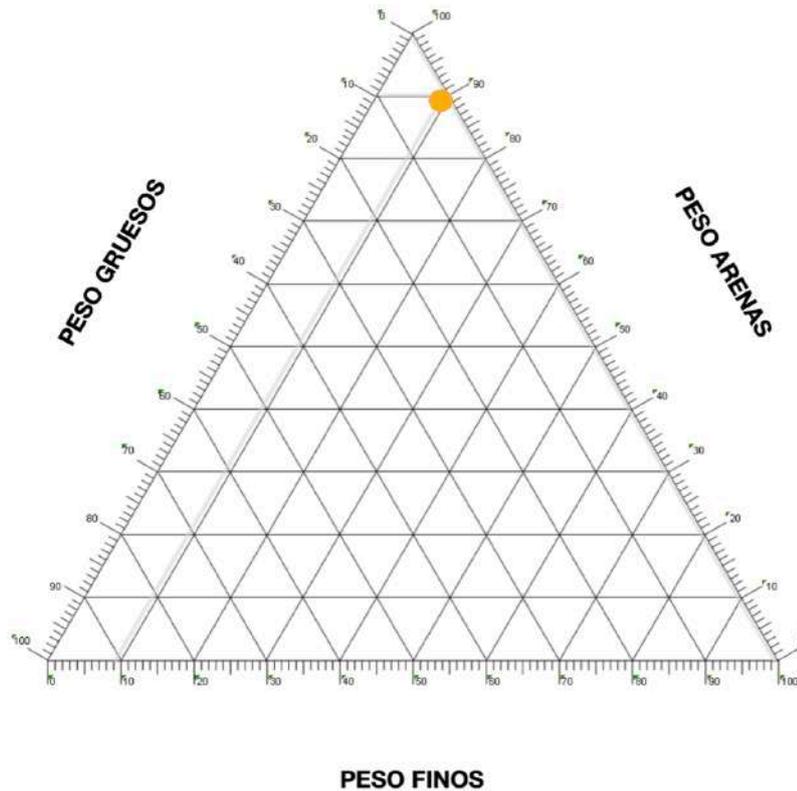




SEPIA COMÚN Y PUESTA

18. *En la primera fotografía se observa una Sepia officinalis mimetizada en el entorno. En la segunda, su puesta, encontrada fuera del racimo. Los huevos tienen forma de limón y son de color oscuro. Elaboración propia.*

El estudio granulométrico de este área y hasta Aiguadolçs (41°14.106'N 1°49.829'E) resultó en 0% de Gravas, 90,2% de Arenas y 9,8% de Sedimento Fino (**Ilustración 19**).



ESTUDIO GRANULOMÉTRICO DE LA ZONA

19. Estudio granulométrico del área de estudio.

La diferencia más notoria entre la zona situada más al suroeste, Les Anquines y la zona más noreste, Aiguadolçs, fue encontrada en la variable de porcentaje de materia orgánica en el sedimento. Mientras que las concentraciones más altas de materia orgánica se encontraron en zonas más al suroeste (16,94 %), los valores disminuyen (8,33%), en las zonas situadas más al noreste. Algunas de las posibles causas de la elevación de esta concentración en el sedimento podría ser la proximidad de algas en la zona, que una vez muertas, forman parte del sedimento, podría achacarse a presiones antropogénicas producidas por la proximidad del núcleo urbano, o podría deberse a aportaciones de la Riera de Ribes.



SEDIMENTO HUMEDO



SEDIMENTO SECO

SEDIMENTO CON ELEVADO PORCENTAJE DE MATERIA ORGÁNICA

20. *Muestra de sedimento obtenida en las coordenadas 41°13.523 N 1°47.503 E.*



ORGANISMOS INTERSTICIALES B

21. *Organismos intersticiales obtenidos de la muestra de sedimento de las coordenadas 41°13.566 N 1°47.573 E. Se observa una dominancia de la familia Mytilidae, seguida de la familia Cardiidae y en menor lugar, la familia Donacidae.*



ORGANISMOS INTERSTICIALES C

22. *Organismos intersticiales obtenidos de la muestra de sedimento de las coordenadas 41°14.099 N 1°49.793 E. Se observa una dominancia de la familia Donacidae.*

Sentido Barcelona (Noreste) en la Cala Morisca 41°14.505'N 1°52.241'E y en el Garraf 41°15.179'N 1°54.369'E, se encontraron organismos nectobentónicos nadando en las proximidades de los muertos (**Ilustración 23**).



ESPECIES NECTOBENTÓNICAS

23. *Garraf 41°15.179' N 1°54.369' E. Elaboración propia.*



ORGANISMOS INTERSTICIALES D

24. *Organismos intersticiales obtenidos de la muestra de sedimento de las coordenadas 41°15.179' N 1°54.369' E. Se sigue observando una dominancia de la familia Donacidae.*

En las últimas zonas de estudio, pertenecientes al municipio de Sitges, Cala Ginesta (41°15.405'N 1°55.029'E) y Les Botigues (41°15.554'N 1°55.851'E), las condiciones cambiaron a una mala visibilidad. Se observó gran cantidad de partículas suspendidas en la columna de agua. El estudio granulométrico resultó en una subida en el porcentaje de fangos (Ilustración 25).

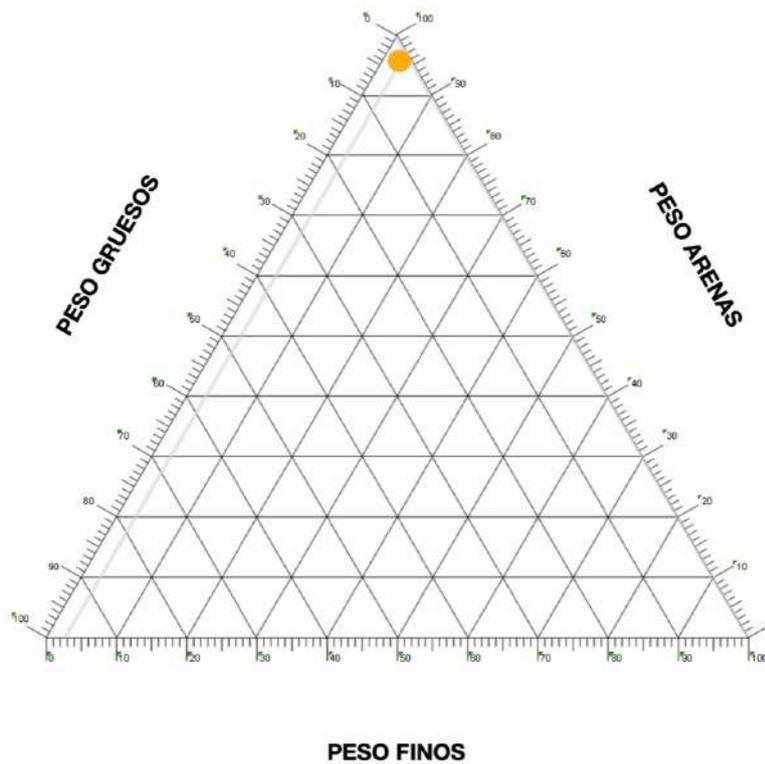




SEDIMENTO HUMEDO



SEDIMENTO SECO



GRANULOMETRÍA Y ORGANISMOS INTERSTICIALES DE LA ZONA

25. *Estudio granulométrico (0% de Gravas, 97,1% de Arenas y 2,90% de Sedimento Fino) y organismos que viven en el sedimento.*

2.1 FACTORES DE PRESIÓN

La mayor presión y amenaza observada en este sistema es **la posible contaminación por vertidos**, debido a la proximidad del puerto y a la industria de la zona. Le seguiría la **urbanización, desarrollo residencial y comercial, transportes y redes de comunicación marina e intrusión humana**.

Se pueden identificar los principales impactos con un seguimiento de la evolución del sistema, a través de fotografías aéreas e inspección in situ de manera que se evalúen las presiones que se puedan caracterizar con este tipo de técnicas (edificaciones, carreteras, erosión, etc.).

A continuación se muestra la matriz de impacto de las diferentes **presiones y amenazas** en las **distintas variables** de estructura y función sobre la playa.

VARIABLES

I. Factores morfosedimentarios y oceanográficos (FM)

1. Dimensiones de la playa: anchura de la playa seca (m)
2. Aporte sedimentario: cambios en la línea de costa (m/año, en los últimos 10 años)
3. Rango de marea (m)
4. Frecuencia de oleajes energéticos (%)
5. Pedregosidad (%)
6. Pendiente de la playa

II. Factores ecológicos (FE)

7. Aportes orgánicos de origen marino (arribazones, bermas vegetales y desechos marinos acumulados)

8. Densidad de infauna característica de la zona intermareal (invertebrados, artrópodos, moluscos, etc.)

III. Factores de gestión (FG)

9. Retirada de los desechos marinos acumulados de origen biológico
10. Limpieza mecanizada de la playa.
11. Regeneración de la playa.
12. Rango de ocupación de la playa durante la época estival.
13. Presencia de estructuras de ingeniería.

Influencia baja (en verde); influencia media (en ámbar); gran influencia (en rojo). Los cuadros en blanco se deben a que la presión o amenaza no afecta a la variable en concreto.

2.2.1 RESOLUCIÓN

Tras el estudio se concluye que la correcta profundidad para la implantación de las boyas de balizamiento es 4 - 6 metros, quedando las boyas a 200 metros de la costa, dentro de los requerimientos del Plan de Uso de Playas.

El sistema actual de balizamiento genera impactos negativos significativos en el medio. Hoy en día existen alternativas más amigables con el medio ambiente para lograr la señalización de la zona de baño de las playas. Es por ello, optamos por las boyas ecológicas, son practicas menos invasivas.

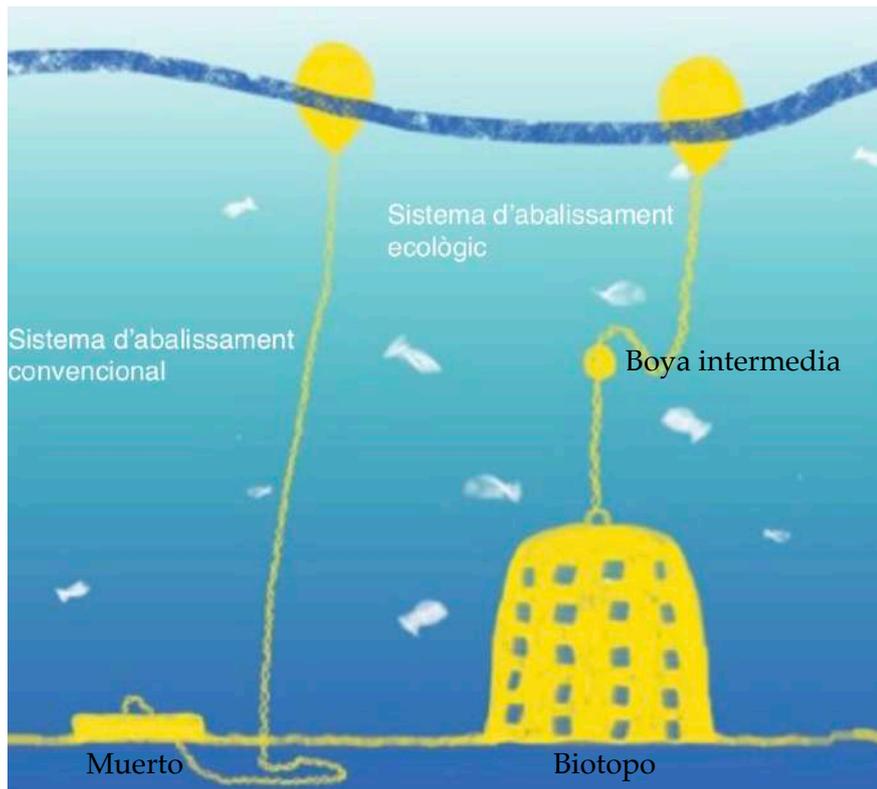
Como objetivo primordial los biotopos de este proyecto tienen la finalidad de actuar sobre la biota del medio marino, creando para ello un lugar propicio para la instalación de especies de fauna y flora. Crear una zona de guardería donde determinadas especies busquen alimento y protección de los depredadores de zonas rocosas o de las praderas más cercanas.

Es por ello, este proyecto no afecta de manera negativa a los hábitats de interés para la pesca. Se trata de un área alejada de las praderas de fanerógamas y cercana a la costa. Esta zona no es reconocida como punto de extracción pesquero. La cofradía de pescadores más cercana a este área de solicitud, Cofradía de Sitges, son de preferencia para sus artes de pesca; Trasmallo, puntos más profundos o al rededores de zonas ricas en praderas de la conocida fanerógama *Posidonia oceánica*, o en otras ocasiones, *Cymodocea nodosa*.

Existen varios diseños de boyas ecológicas. Son los estudios sobre la resistencia y espesor del sustrato, sobre la hidrodinámica local y distribución de las praderas de fanerógamas, los que ayudan a elegir entre los diferentes diseños.

La instalación de tornillos de arena, anclajes en roca y anclajes en espiral son muy útiles cuando existe una pradera. No requieren equipos pesados, lo que ayuda a reducir daños secundarios. Sin embargo, requieren buzos especializados, tiene la ventaja añadida de asegurar una instalación precisa.

En los buceos que realizamos para caracterizar la zona de estudio no encontramos ningún parche de fanerógamas, tal y como describen las revisiones bibliográficas comentadas con anterioridad. Es por ello, optamos por otro diseño de base para las boyas de balizamiento; Arrecifes artificiales (**Ilustración 26**).



SISTEMA BALIZAMIENTO CONVENCIONAL VS PROPUESTA

26. *Figura comparatoria del sistema utilizado hasta ahora (izquierda) frente a la propuesta (derecha), con el mecanismo de boya intermedia.*

Una boya ecológica, que a diferencia de las utilizadas con anterioridad para delimitar la zona de baño en la época estival, éstas, van fijadas con un arrecife artificial en su base, el cual no se extrae una vez llega el invierno, permitiendo que la vida asociada a estas

estructuras se desarrolle, creando un espacio físico o biotopo, propicio para el crecimiento y atracción de biocenosis.

Este novedoso sistema permite el amarre directo en la cadena de la boya, gracias a una boya intermedia, eliminando la necesidad de tirar el ancla con todos los inconvenientes que ello conlleva.

Se enumeran los varios beneficios generados al utilizar este tipo de estructuras.

- Se reduce el riesgo por volcado así como la pérdida de fondo por arrastre mediante el sistema de boya intermedia.
- No provocan grandes movimientos de arenas, ya que no se retiran una vez terminada la temporada estival.
- Permite la atracción y fijación de vida en ellas debido a sus diseños/protección.

3._ NATURALEZA DE LAS ESTRUCTURAS

3.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS ESTRUCTURAS

Se trata de estructuras de naturaleza calcárea que alcancen una altura máxima de 1,5 - 2 metros. El peso individual de cada estructura oscila entre los 1.500 y 2.500 kilogramos. Sus formas son variadas, proporcionando hábitat a distintas especies marinas, fomentando el refugio de diversas especies y predilección de especie-forma biotopo (**Ilustración 27**).

Se trata de un material estable en condiciones submarinas, con una excelente composición para las condiciones químicas del agua. Poco soluble en agua, con una pureza del 89% y grano inferior a 45 mm. Propiedades geotécnicas muy buenas y porosidad baja.

En este material radica la idea diferencial con otros arrecifes artificiales, puesto que el material es idóneo para estas condiciones, tiene naturaleza de origen coralino y adopta un aspecto totalmente armónico con el paisaje.



FOTOGRAFÍA DE BIOTOPOS

27. *Variación en el diseño de los biotopos. Fotografía de Miquel Rota Freixedas.*

Concepto de arrecife artificial

Para la construcción de esta estructura no deberemos pensar la palabra obra como puede ser la de un dique de un puerto, o la de una estructura marítima que debe cumplir con los requisitos establecidos en su planificación. El arrecife artificial es en realidad una integración de la estructura en el medio marino, la cual busca generar un refuerzo del sistema.

La embarcación que vierta el material, deberá verter de manera que genere el menor impacto posible.

3.2 ESTABILIDAD DE LAS ESTRUCTURAS

El parque de biotopos se situara a unos 200 metros de la costa, permitiendo un control continuo y evitando volcados provocados por la situación. Nos encontramos en una zona en la que no hay pendiente y existe una profundidad de 4-6 metros, a parte la adición de bollas ecológicas en cada estructura impiden el volcado de estas pese a que los movimientos de olas sean muy fuertes, ya que este sistema dispone de una boya intermedia que impide el bascular de la estructura.

3.3 DISEÑO EXTERIOR DEL PRODUCTO

El diseño de los diferentes biotopos simulan el entorno natural y hace de ello unas formas idóneas para la colonización de diversas especies. Durante el desarrollo de vida en flora y fauna, durante el primer año, cobrará un aspecto totalmente natural propio de las ofertas para un turismo que requiere servicios en el marco del buceo. Imitando la estructura de un arrecife natural en la que al cabo de tres años no se podrá distinguir su naturaleza artificial (Ilustración 28).

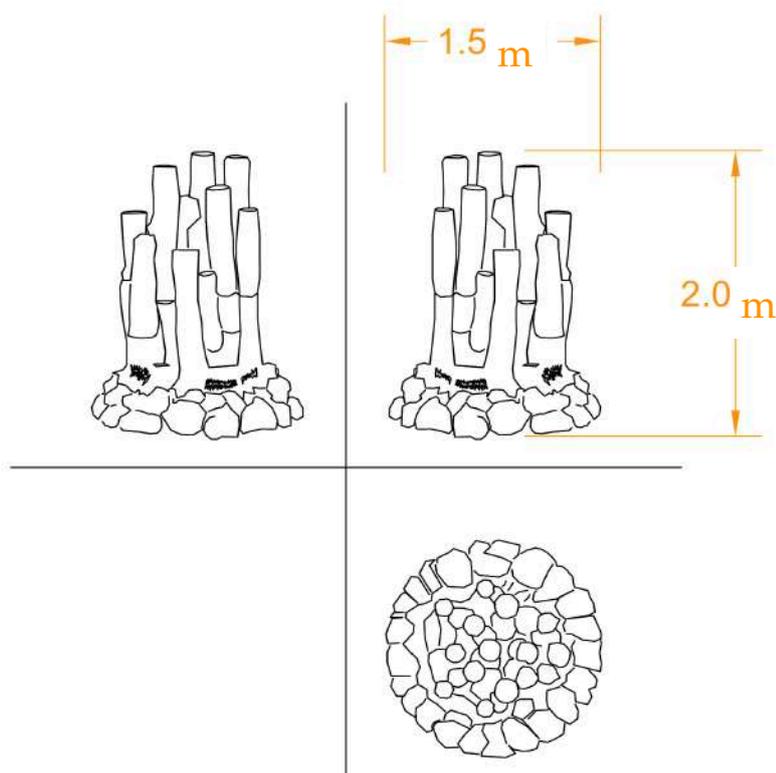


ARRECIFES ARTIFICIALES TRAS EL AÑO DE IMPLANTACIÓN

28. *Fotografías de Andreu Pujades.*

Comentado con anterioridad, cada biotopo posee una forma particular. Esto se ejecutó con la idea de estudiar con posterioridad la elección de especie-forma de biotopo. Cada diseño posee diversos recovecos de mayor o menor medida para que las especies puedan elegir y formen su hábitat.

Debido a esto, generamos unos planos de la estructura más comúnmente utilizada (**Ilustración 29**).



PLANOS BIOTOPO

29. *Planos de estructura más comúnmente utilizada para la elaboración de arrecifes.*

3.4 CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO

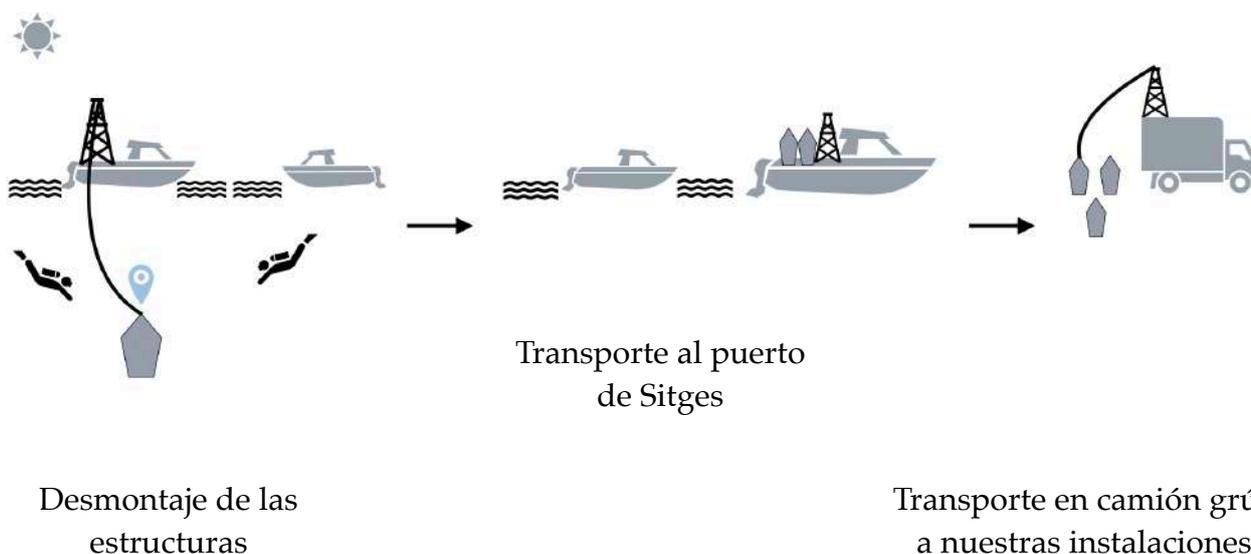
Basado en la ley de concesiones, el ciclo de vida del servicio no está sujeto a un ciclo de vida propio del material del mismo sino al periodo concesional que en ocasiones puede coincidir con este mismo y en otras puede ser más largo o más corto.

La estructura ofrecerá consolidación excelente de biodiversidad, se habrá creado un biotopo de vida que habrá conseguido el asentamiento de especies.

3.4.1 PLANIFICACIÓN DESMONTAJE AL FINAL DE PERIODO DE CONCESIÓN

Para el desmontaje de las estructuras se seguirá el mismo protocolo que para el montaje. Un control exhaustivo desde agua, con buzos profesionales, y un seguimiento del barco grúa con apoyo de un barco auxiliar, soporte en el transporte y llegada a puerto de los biotopos.

Antes del desmontaje se reportará un análisis minucioso del estado de los biotopos. Tras la elección del día, en función de las condiciones climáticas y oceanográficas, se procederá al desmontaje de las estructuras.



3.5 CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES Y OBRAS

Las obras de construcción del arrecife artificial consisten básicamente en la colocación de las estructuras previamente fabricadas, en el emplazamiento escogido frente al litoral del municipio de Sitges.

3.5.1 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO

Procedimiento para colocar 40 estructuras de Carbonato Cálcico y Cemento Romano en el litoral de Sitges a una profundidad aproximada de 4 - 6 metros con ayuda de un barco grúa.

3.5.2 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

El proyecto se ejecuta en cuatro fases esenciales:

1. Diseño y elaboración de los biotopos.

Los biotopos son obras de forma cónica que por su diseño y material atraen la flora y fauna marina formando un escudo. El desarrollo de distintas formas propicia el asentamiento de diferentes especies.

Miden entre 1,5 y 2 m de altura por 1,5 m de ancho y su peso oscila entre los 1.500 y 2.500 kilogramos.



DISEÑO BIOTOPOS

30. *Distintas formas de biotopos. Fotografía de Miquel Rota Freixedas.*

Para la creación de las estructuras se tuvo en cuenta el tipo de material a utilizar. Debía ser estable en condiciones submarinas y respetuosa con el medio que la rodea. Es por ello, están construidos con carbonato cálcico y cemento romano, siendo estos materiales totalmente inocuos para el medio marino.

Las condiciones actuales del Mar Mediterráneo hacen que, debido al nivel de salinidad del agua así como su temperatura, una roca de origen marino y de composición básica sea la más adecuada para este proyecto. El carbonato cálcico presenta las propiedades más estables y más adecuadas para el entorno submarino en el que se pretende asentar. En

condiciones normales el carbonato cálcico (CaCO_3) es muy poco soluble en agua. Para que se produzca la disolución del carbonato cálcico hace falta un ambiente ácido.

2. Reconocimiento y marcación de la zona.

Por medio de una empresa de logística marítima, se realizará el servicio de transporte y fijación de las estructuras en el punto señalado con anterioridad.

Se trata de un trabajo cuidadoso el cual se deberá controlar con precisión.

A._ Transporte de los biótopos por carretera mediante camión.

B._ Traslado del barco grúa hasta el Puerto de Sitges para la carga de materiales y su posterior colocación.

C._ Una vez en el puerto de Sitges cargar en el barco draga.

D._ Una vez cargada se procede a navegar hasta las coordenadas elegidas y se descarga. El vertido se realizara mediante GPS para hacerlo en el lugar adecuado.

3. Análisis minucioso de su estado.

Con la ayuda de buzos profesionales y el equipo de voluntarios, se verificará el buen estado de estos. Se comprobara su justa localización.

4. Estudio cronológico - PLAN DE SEGUIMIENTO

Con la colaboración de expertos en materia, se realizará un análisis continuo del estado de los biotopos. Se examinará el medio físico donde se relaciona la comunidad de organismos vivos, haciendo hincapié en la generación de posibles cambios.

Se datarán en orden los sucesos ocurridos. Durante el desarrollo de vida en flora y fauna, durante el primer año, cobrará un aspecto totalmente natural, en la que al cabo de tres años no se podrá distinguir su naturaleza artificial.

Tras la colocación de los diferentes biotopos, la zona deberá permanecer en reposo para observar la evolución del asentamiento durante las próximas. Donde los equipos de buceo profesional junto con personal científico deberán inspeccionar y validar la zona.

Durante el posterior periodo de actividad se deberá garantizar la seguridad de las estructuras, es por ello, regularmente y después de un temporal, un equipo de mantenimiento deberá inspeccionar la estructura y actuar en consecuencia.

3.5.3 DURACIÓN DE LA INSTALACIÓN

Fechas por concretar, a expensas de la resolución de la concesión. La zona de carga será el muelle del Puerto de Torredembarra.

La instalación se llevará a cabo en 4 años, implantando cada año un total de 10.

3.5.4 PERSONAL

Tripulación del barco grúa: mínimo 1 patrón, 1 mecánico y 1 marinero.

Tripulación del barco de apoyo: 1 patrón, 1 marinero, 2 buzos profesionales y 1 Oceanógrafa.



COLOCACIÓN DE BIOTOPOS EN EL LITORAL DE ALTAFULLA

31. Colocación de 10 biotopos en El litoral de Altafulla, empresa SEMAC, 23/07/18, *Diari més digital*.

3.5.5 CONDICIONES DEL LUGAR

Para concretar la fecha de colocación se estudiarán previamente las condiciones del lugar, haciendo hincapié en los datos de altura media de ola y periodo de oleaje. Con el control de estas variables eliminaremos posibles riesgos a la hora de colocar las estructuras.

Para generar el estudio que nos aportará los meses clave para la posible colocación, obtendremos los datos por Puertos del Estado de la boya oceanográfica y mareografos.

3.5.6 PRESUPUESTO DE LA ESTRUCTURA, MONTAJE Y DESMONTAJE

ESTRUCTURA	MATERIAL	Cemento Romano	1897 € Cada Biotopo sin IVA
		Anima metálica	
		Carbonato Cálcico	
		Arena	
	MANO DE OBRA	Horas	

MONTAJE	SUBCONTRATO	Barco Grúa	385 € Unidad
	INSPECCIÓN	Buceadores profesionales + personal	
DESMONTAJE	SUBCONTRATO	Barco Grúa	385 € Unidad
	INSPECCIÓN	Buceadores profesionales + personal	

4._ ESTUDIO ECONÓMICO-FINANCIERO

Se trata de un proyecto meramente ecológico, con el que se pretende crear una concienciación. No existirán las tarifas, no se quiere lucrar con esta idea. La entrada será completamente libre, fundamentalmente por generar una de las causas primordiales de este proyecto: provocar sensibilización.

Los materiales necesarios para la realización de estas estructuras serán financiados por el ayuntamiento de Sitges, al igual que la futura colocación y plan de seguimiento.

5._ ANÁLISIS DAFO

Análisis **Interno**

DEBILIDAD

- Debe existir una previa autorización del proyecto.
- Necesaria inversión inicial.
- En el mercado existente hay empresas dedicadas a la construcción de arrecifes.

Análisis **Externo**

AMENAZA

- Subida de precios en Materia Prima.

FORTALEZA

- Experiencia del equipo ejecutivo, científico técnico y colaborador.
- Personal altamente cualificado, con un amplio conocimiento del entorno.
- Posesión de tecnología en equipos, excelente comunicación terrestre, marítima y aérea.
- Proyecto diferenciado. Se presenta innovación y creatividad para el desarrollo y seguimiento del proyecto.

OPORTUNIDAD

- Existe potencial de mercado.
- En el mercado existente hay escasos proyectos de la misma índole.
- Los diseños cuentan con una ventaja competitiva.
- Calidad reconocida en las estructuras.
- Pioneros en la realización de Parques de Biotopos, posible extrapolación.

6._ ANÁLISIS AMBIENTAL DEL PROYECTO

Durante la implantación de los diferentes biotopos se deberá tener un control minucioso para ser preciso y realizar el trabajo en el menor tiempo posible, ya que los impactos son solo generados en el momento de la colocación. Impactos generados por presencia operaria, ruido y vibración serán solventados con control, precisión y rapidez. Hay afección pero se recupera a corto plazo.

Desde la salida de puerto con las estructuras se revisará, hasta el fin de la implantación, la pérdida de hidrocarburos generada por alguna de las embarcaciones. Prevención de vertidos carburantes. Se deben tomar las medidas correspondientes en el caso pertinente.

El impacto mas severo seria el arrastre de alguna de las estructuras una vez ya fijada. En este caso, funcionaria como la poco selectiva y destructora arte de pesca de arrastre. Es muy difícil que esto ocurra, sucedería por enganche de algún cabo en la embarcación. Para eliminar cualquier ápice de posibilidad, en el momento de la implantación habrá un equipo de buceadores profesionales en el agua indicando la viabilidad de la actividad.

Una vez implantados se deberá realizar programas de seguimiento coordinados para evaluar el permanentemente estado ambiental del medio marino y el buen uso del publico.

ANÁLISIS AMBIENTAL DEL PROYECTO

ACCIÓN	MEDIO ABIÓTICO			MEDIO BIÓTICO		IMPACTO			
	SUELO	AIRE	AGUA	VEGETACIÓN	FAUNA	NULO	MODERADO	SEVERO	CRÍTICO
TRÁFICO MARÍTIMO			X	X	X	X			
PRESENCIA OPERARIA			X		X		X		
RUIDO Y VIBRACIÓN			X		X		X		
CONTAMINACIÓN POR HIDROCARBUROS		X	X	X	X	X			
MOVIMIENTO ARENA	X				X	X			
VOLCADO ESTRUCTURA	X				X		X		
ROTURA ESTRUCTURA	X		X	X	X	X			
DISGREGACIÓN ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA	X		X	X	X	X			
ARRASTRE DE ESTRUCTURA			X	X	X			X	
TRANSITO HUMANO	X				X		X		
GENERACIÓN DE BASURA	X		X	X	X	X			

PROPUESTA MINIMIZACIÓN

Durante la implantación de los diferentes biotopos se deberá tener un control minucioso para ser preciso y realizar el trabajo en el menor tiempo posible, ya que los impactos son solo generados en el momento de la colocación. Impactos generados por presencia operaria, ruido y vibración serán solventados con control, precisión y rapidez. Hay afección pero se recupera a corto plazo.

Desde la salida de puerto con las estructuras se revisará, hasta el fin de la implantación, la pérdida de hidrocarburos generada por alguna de las embarcaciones. Prevención de vertidos carburantes. Se deben tomar las medidas correspondientes en el caso pertinente.

El impacto mas severo seria el arrastre de alguna de las estructuras una vez ya fijada. En este caso, funcionaria como la poco selectiva y destructora arte de pesca de arrastre. Es muy difícil que esto ocurra, sucedería por enganche de algún cabo en la embarcación. Para eliminar cualquier ápice de posibilidad, en el momento de la implantación habrá un equipo de buceadores profesionales en el agua indicando la viabilidad de la actividad.

Una vez implantados se deberá realizar programas de seguimiento coordinados para evaluar el permanentemente estado ambiental del medio marino y el buen uso del publico.

7._ DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS DE RECUPERACIÓN ECOLÓGICA Y DETERMINACIÓN DE LOS OBJETIVOS DE MEJORA AMBIENTAL ASOCIADOS A LA IMPLANTACIÓN DE BIOTOPOS

El sistema actual de balizamiento genera impactos negativos significativos en el medio. Hoy en día existen alternativas más amigables con el medio ambiente para lograr la señalización de la zona de baño de las playas. Es por ello, optamos por las boyas ecológicas, son practicas menos invasivas.

Considerando la **Ley 41/2010**, de 29 de diciembre, de protección del medio marino. La **Resolución de 13 de noviembre de 2012**, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 2 de noviembre de 2012, por el que se aprueban los objetivos ambientales de las estrategias marinas españolas. Y el **Real Decreto 79/2019**, de 22 de febrero, por el que se regula el informe de compatibilidad y se establecen los criterios de compatibilidad con las estrategias marinas.

Es por ello, los objetivos ambientales de las estrategias marinas que deben ser considerados en el análisis de compatibilidad de las actuaciones son:

Como objetivo general se defiende; LOGRAR O MANTENER EL BUEN ESTADO AMBIENTAL DEL MEDIO MARINO, A TRAVES DE SU PLANIFICACIÓN, CONSERVACIÓN, PROTECCIÓN Y MEJORA.

Objetivo específico A; Proteger y preservar el medio marino, incluyendo su biodiversidad, evitar su deterioro y recuperar los ecosistemas marinos en las zonas que se hayan visto afectados negativamente.

Objetivo ambiental A.1.1; Reducir la intensidad y área de influencia de las presiones antropogénicas significativas sobre los hábitats bentónicos, con especial atención a los hábitats biogénicos y/o protegidos que representan puntos calientes de biodiversidad y son clave para asegurar los servicios y funciones del medio marino: praderas de fanerógamas marinas, hábitats de roca infralitoral y circalitoral, fondos de *maërl*,

comunidades profundas de corales de aguas frías, comunidades dominadas por pennatuláceos, agregaciones de esponjas circalitorales y profundas y jardines de coral. En particular evitar la pesca con artes y aparejos de fondo sobre los hábitats y paisajes submarinos más sensibles, como los montes submarinos, comunidades de coralígeno y *maërl* y praderas de fanerógamas; evitar o reducir el fondeo sobre los hábitats de roca infralitoral y circalitoral y praderas de fanerógamas marinas; evitar o reducir la construcción de infraestructuras que puedan afectar a hábitats de roca infralitoral y circalitoral y praderas de fanerógamas marinas; evitar/reducir los efectos directos e indirectos de los dragados sobre los hábitats bentónicos vulnerables; y evitar los efectos adversos de la explotación de recursos marinos no renovables sobre los hábitats biogénicos y/o protegidos.

- Tal y cómo se adjunta en la cartografía bionómica y tras los estudios biológicos zonales, no se localizó ninguna pradera de fanerógama cercana al punto de actuación, y la riqueza biológica escasa en la zona, se centra en organismos intersticiales. Se considera compatible la implantación de estas estructuras para la posible atracción de especies propias de fondos rocosos que busquen defensa de los depredadores propios de esos fondos. Se pretende generar un espacio donde se pueda aposentar la vida, eliminando los movimientos de arena provocados por las estructuras convencionales.

Objetivo ambiental A.1.3; Erradicar o disminuir, preferentemente en las fases iniciales de los procesos invasivos, la abundancia de especies invasoras para relajar la presión sobre el hábitat, en aquellos casos en que las pérdidas en términos económicos o de biodiversidad sean significativas, y siempre y cuando sea técnicamente viable y no se causen daños colaterales.

- Se tendrá en cuenta la sucesión de fauna y flora en el nuevo espacio físico a proporcionar. Con la realización de controles *in situ* e *in visu* de sucesión y teniendo como referente el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras (Ley 42/2007, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad), dándole especial importancia a las macroalgas. De especial

atención las Familias *Bonnemaisoniaceae*, *Caulerpaceae*, *Codiaceae*, *Gracilariaceae* y *Sargassaceae*.

Objetivo ambiental A.1.5; Prevenir los impactos sobre las redes tróficas del cultivo de especies marinas, con especial atención al cultivo de las especies no nativas y poco comunes.

- Con un control exhaustivo de seguimiento del entorno y la adaptación de estas estructuras, se observará si existe algún impacto negativo sobre las redes tróficas. Aunque es de prever los efectos contrarios, observados ya en otros municipios con dichas estructuras. Un impacto positivo debido a la fijación de especies locales que utilizan estas defensas como zonas de alevinaje y más tarde forman parte de la cadena trófica como alimento.

8._ PROGRAMA DE SEGUIMIENTO BIOLÓGICO Y ESTRUCTURAL

La frecuencia del seguimiento de este tipo de factores depende de la situación en la que se encuentre el sistema. Si se trata de un sistema muy castigado, con fuerte presión antrópica y modificaciones en su estructura se deberá tener un mayor control sobre él. Como mínimo, se plantea un seguimiento bianual para evaluar si el sistema está siendo más afectado o mantiene su nivel de presión, además de identificar posibles futuras amenazas.

Para ello, es necesaria la comunicación con las administraciones encargadas de las actuaciones en las playas para tener el mayor control posible de lo que allí sucede. Así mismo, algunas de las presiones y amenazas no afectan de manera continua a cada tipo de hábitat. En algunos casos, pueden darse períodos largos hasta que la presión vuelva a actuar por lo que la evaluación de los daños causados se llevará a cabo cuando tenga lugar dicha presión. Este tipo de amenazas a medio-largo plazo deben gestionarse desde el punto de vista de la prevención. En cambio, si se trata de un sistema con un alto grado de conservación y protección, las medidas de vigilancia pasan por velar para que esta

protección continúe y las presiones o amenazas a las que pueda verse sometido se reduzcan o no se produzcan. Hay que tener en cuenta que los cambios a corto plazo son, normalmente, debidos a la interferencia humana y son prácticamente irreversibles. Este hecho obliga a los gestores a ajustar el sistema de referencia en base a objetivos alcanzables y reales.

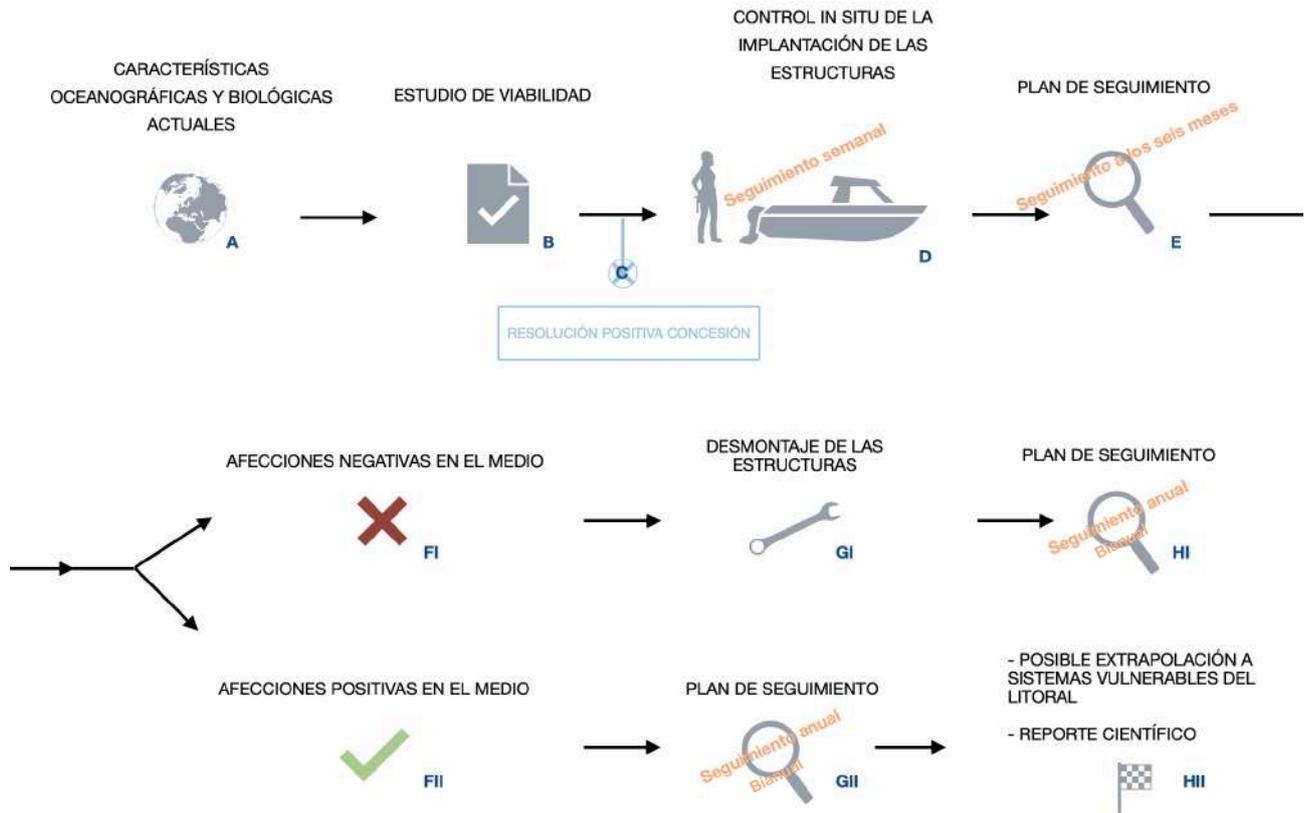
Se deberán realizar programas de seguimiento coordinados para evaluar el permanentemente estado ambiental del medio marino.

Se considera por tanto necesario, un control exhaustivo de las variables tras la implantación de las nuevas estructuras, desde el día de la colocación hasta las siguientes semanas, por corroborar la buena adaptación en el medio marino, y por ser conocedores de las posibles afecciones negativas en el menor tiempo posible.

Desde la salida de puerto con las estructuras se revisará, hasta el fin de la implantación, la pérdida de hidrocarburos generada por alguna de las embarcaciones. El impacto más severo se produciría por el arrastre de alguna de las estructuras una vez ya fijada. En esta ubicación es difícil que esto ocurra, ya que no es zona utilizada para la pesca artesanal ni se trata de una zona recurrente de embarcaciones. Para eliminar cualquier ápice de posibilidad, en el momento de la implantación deberá haber un equipo de buceadores profesionales en el agua, indicando la viabilidad de la actividad.

Una vez implantadas las boyas ecológicas, con previa resolución positiva de la concesión, se realizará un control de las estructuras en las próximas semanas hasta que se observe la buena adaptabilidad de estas, el plan de seguimiento se realizará a los seis meses de la verificación.

Se adjunta esquema con las fases a seguir para la implantación de las estructuras.



En el plan de seguimiento se analizarán parámetros como la estabilidad de las estructuras, análisis de variación espacial y temporal de especie o población, observación de distribución, abundancia y/o biomasa, comportamiento, incluidos los desplazamientos y la migración y una relación entre hábitat y especies. Acompañado de un análisis geológico, observación y adaptación de sustrato, materia orgánica y granulometría del fondo, variables químicas como pH y salinidad y variables físicas como corrientes y dirección de oleaje.

Es por ello, se propone **un plan de seguimiento bianual** donde las variables se analizarán mediante una campaña oceanográfica y biológica de muestreo. En dicha campaña se recolectarán muestras de sedimento por medio de un Corer, para observar cambios en materia orgánica, granulometría y organismos intersticiales, muestras de agua para analizar pH y salinidad, y muestras in situ e in visu de organismos y hábitats. Los datos físicos se recolectarán de las boyas oceanográficas y mareógrafos de Puertos del Estado.

9._ CONCLUSIÓN

Existe la necesidad de proporcionar información que permita evaluar el estado ambiental y hacer una estimación de la que queda por cubrir, así como los avances registrados, para alcanzar el buen estado ambiental. Necesidad de producir la información que permita determinar los indicadores adecuados para los objetivos ambientales. Existe la necesidad de producir la información que permita evaluar el impacto de las medidas por si acaso la aparición de errores no previstos.

Se trata de un proyecto ambicioso. Nuestra pretensión es amplia, conseguir eliminar los inconvenientes de diseños convencionales.

Pero no solo se trata de un proyecto de recuperación de fondos, sino que engloba muchas funciones más. Devolver el valor tanto ecológico como económico de los ecosistemas costeros, haciendo hincapié en la divulgación científica. Creando espacios de ocio donde realizar actividades acuáticas y subacuáticas de manera segura, garantizando una concienciación y educación ambiental.

Queremos ser visibles y un referente en regeneración de flora y fauna con estructuras fabricadas con materiales naturales, y tenemos que enfocar nuestros esfuerzos hacia la consolidación de este hecho.



N A R
Natural Art Reef Association



THALASSA
Estudios Ambientales Marinos

*“Todos somos genios.
Pero sí juzgas a un pez por su capacidad
para trepar árboles, vivirá toda su vida
pensando que es un inútil”.*

Albert Einstein