



BUCEOAGUA
.COM



ASOCIACIÓN
vertidoscero

MEJORA DE LA BIODIVERSIDAD DE LA BAHÍA DE GORLIZ-PLENTZIA MEDIANTE ARRECIFES ARTIFICIALES ECO- DISEÑADOS

PIE-REEF

Gorliz, a 04 de octubre de 2022

1.- ANTECEDENTES	3
2.- ¿QUÉ ES UN ARRECIFE ARTIFICIAL?	4
2.1. TIPOS DE ARRECIFES	5
2.2. ECODISEÑO DE ARRECIFES ARTIFICIALES.....	5
2.3. ORGANISMOS CENTINELAS Y RESTAURADORES DEL BUEN ESTADO AMBIENTAL	6
2.4. SENSORIZACIÓN Y MONITORIZACIÓN DE ARRECIFES.....	7
3.- OBJETIVOS.....	8
4. PERMANENCIA DE LA INSTALACIÓN	10
5.- ARRECIFE ARTIFICIAL PIE-REEF	11
5.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA.....	11
5.2. ESTRUCTURA DEL ARRECIFE ARTIFICIAL.....	13
5.3. FASES DEL PROYECTO	14
6.- ENTIDADES PARTICIPANTES.....	21
7.- CRONOGRAMA	24
8.- PRESUPUESTO	25
9. REFERENCIAS	26
10. ANEXO 1.....	27
MEMORIA DESCRIPTIVA DE LAS INSTALACIONES Proyecto PIE-Reef:	
PLATAFORMA SUMERGIBLE.....	27
CARACTERÍSTICAS DE INSTALACIÓN	28
INSTALACIÓN Y DESINSTALACIÓN	29
OBJETIVOS	30
11. ANEXO 2.....	32
DESLINDE	32
12. ANEXO 3.....	34
Informe Preliminar de impacto ambiental (EPIA).....	34

1.- ANTECEDENTES

Se redacta la presente memoria a fin de presentar el proyecto de PIE REEF a todas las entidades y colaboradores que deseen información acerca del mismo.

Con este proyecto, el Ayuntamiento de Gorliz pretende, por un lado y a corto plazo, implantar un arrecife artificial eco-diseñado cerca de la cala Errotatxu dentro del compromiso que este Ayuntamiento tiene en relación con la restauración, mejora y gestión para la conservación de hábitats naturales, siendo los hábitats marinos los grandes olvidados y sobre los que se desea actuar tratándose de un municipio costero. Por otro lado, y a largo plazo, ser una estación de referencia para formación y/o de estudios científicos, sirviendo para:

- **Formación.** Implementar prácticas innovadoras en una gran variedad de los módulos de los Masteres Erasmus Mundus impartido en el PiE-UPV/EHU y en cursos de verano relacionados con la salud del medio ambiente y su biodiversidad.
- **Científicas.** Crear sinergias y atraer proyectos e investigadores internacionales para el desarrollo de proyectos en el entorno del PIE REEF. Servirá para el desarrollo de experimentación de alto nivel que requiera disponer de bancos de ensayo en el medio marino. Aportará datos oceanográficos en tiempo real que serán compartidos mediante *Open Access* en el futuro portal de visualización de datos de la Estación Marina de Plentzia
- **Economía circular.** La renovación de los moluscos adheridos a los bloques genera un tipo de residuo (conchas con elevado contenido en carbonato) que pueden ser la base para el material de construcción de los módulos del arrecife o ser utilizadas para el sector de la construcción como alternativa a la explotación de materias primas (canteras de calizas y dolomías).
- **Ecoturismo, ecosostenible.** Se dinamizará y exteriorizará todo lo que sucede debajo del mar, para darlo a conocer en la superficie, donde todas las actitudes que se realicen en este entorno sean respetuosas con el medio ambiente.
- **Zona restringida.** Inicialmente se pretende balizar la zona para evitar la pesca y que se afecten tanto las estructuras del emplazamiento y las instalaciones del emisario. El acceso a la zona será restringido y sólo se realizará con el visto bueno del Ayuntamiento de Gorliz.
- **Transferencia.** Trasladar la idea a cualquier otra zona del mundo, con unas características similares del entorno del arrecife artificial.

Las actuaciones previstas están relacionadas con varios Objetivos de Desarrollo Sostenible, siendo el principal el ODS 14 Vida Submarina, pero actuando también sobre el ODS 11 Ciudades y Comunidades Sostenibles, ODS 6 Agua Limpia y Saneamiento y ODS 12 Producción y Consumo Responsable.

El proyecto desarrollado cumple con las disposiciones de la Ley 22/1988, de 28 de julio, y de las normas generales y específicas que se dictan para su desarrollo y aplicación (artículo 97 del Reglamento General de Costas).

2.- ¿QUÉ ES UN ARRECIFE ARTIFICIAL?

Un arrecife artificial es una estructura submarina construida típicamente para promover la vida marina en áreas con fondos generalmente blandos, para controlar la erosión, bloquear el paso de barcos, bloquear el uso de redes de arrastre o mejorar actividades subacuáticas de carácter deportivo. Los convenios internacionales OSPAR (OSPAR Guidelines on Artificial Reefs in relation to Living Marine Resources) y la UNEP/MAP (Guidelines for the placement at sea of matter for purpose other than the mere disposal), han optado por definir los arrecifes artificiales de manera idéntica: “Un arrecife artificial es una estructura sumergida colocada de manera deliberada sobre el suelo marino para imitar alguna de las características de un arrecife natural. Pueden estar expuestos parcialmente en algunos estados de marea”.

Los primeros arrecifes que se empezaron a introducir en la década de los 1970 tenían el objetivo de proporcionar un área de crecimiento estable para los corales y un hábitat seguro (refugio) para peces y otros organismos marinos que se encuentran en un arrecife natural. Sin embargo, la idea de crear arrecifes artificiales con objeto de mejorar las actividades pesqueras fue de las culturas indígenas de la zona Indo-Pacífica hace miles de años utilizando estructuras de bambú y hojas de palma. También Charles Darwin unió corales desprendidos a estacas de bambú y observó que podían sobrevivir. Aunque no es un arrecife artificial muy eficaz (el bambú se degrada en el agua más rápido de lo que el coral puede anclarse permanentemente a ellos), es un buen ejemplo de cómo se pueden utilizar los arrecifes artificiales para proporcionar un entorno de crecimiento seguro y estable para corales. En ese concepto se inspiran en la actualidad los FADs (del inglés, *fish aggregation devices*) o estructuras flotantes que sirven para conseguir agregaciones de peces y facilitar su pesca. A pesar de estar en medio del mar, o incluso a la deriva, están dotadas de modernos localizadores vía satélite para que los pesqueros puedan encontrarlas y aumentar sus capturas.

Sin embargo, probablemente fueron los buceadores que visitaron naufragios hundidos los que realmente notaron por primera vez cómo los sustratos artificiales se pueden transformar en prósperos entornos naturales con un aumento significativo de la biodiversidad y riqueza de las especies de peces en comparación con entornos cercanos.

Más recientemente se ha asociado la introducción de estructuras submarinas con la recuperación de ecosistemas dañados por causas naturales (huracanes, tormentas) o antropogénicas (contaminación, construcción, explotaciones submarinas) proporcionando soporte para corales, algas, esponjas, otros invertebrados y peces.

La instalación de arrecifes artificiales conlleva una serie de beneficios potenciales tanto ambientales como socioeconómicos. En el documento “Guidelines for the Placement of Artificial Reefs” elaborado por *London Convention and Protocol/UNEP*⁴ se enumeran los siguientes beneficios ambientales y socioeconómicos:

- mejora de las características biológicas del arrecife en el sitio / lecho marino circundante y las comunidades infaunales;
- el desvío o redistribución de las cargas turísticas existentes - buceo y pesca con caña - lejos de ecosistemas naturales sensibles;
- el desvío de la presión de la pesca de subsistencia o comercial lejos de ecosistemas naturales sensibles;

- protección de ecosistemas vulnerables de técnicas de pesca destructivas/ilegales;
- reducción de algunos de los impactos de, por ejemplo, la acuicultura de peces, mediante la absorción del exceso de materia orgánica y, por lo tanto, la mejora de la calidad del agua;
- compensación por la pérdida de hábitat en otros lugares;
- restablecimiento de comunidades biológicas después de impactos naturales o antropogénicos.
- mayor disponibilidad de recursos marinos pesqueros que conduce a una mejor seguridad alimentaria y nivel de vida para la población local;
- mejores condiciones de pesca para los pescadores artesanales (seguridad de la pesca, ubicaciones más cercanas a la costa, etc.);
- mejoras en la calidad de las playas que conducen a un aumento del número de turistas;
- mejoras en las oportunidades recreativas, como la pesca deportiva y el buceo, que conducen a un aumento de turistas;
- concentración o atracción de especies
- mejora de las poblaciones mediante la creación de hábitats;
- desarrollo de sitios de fondeo/amarre para promover la navegación recreativa y comercial;
- oportunidades nuevas o mejoradas para el desarrollo de la acuicultura;
- mejor suministro de recursos pesqueros;
- y oportunidades de investigación y educación.

2.1. TIPOS DE ARRECIFES

Los arrecifes artificiales se fabrican con una gran variedad de materiales naturales o sintéticos y se pueden presentar en un número infinito de formas y estilos. Entre los años 1970-1980 se utilizaron barcos desvencijados, vagones de tren, vehículos, y otros materiales oportunistas, aunque también se hundieron elementos sin control y que a menudo contenían elementos tóxicos. Esta estrategia retrasó la implantación del uso de arrecifes artificiales para proteger los recursos marinos debido a su mala prensa. Sin embargo, en la actualidad la mayoría de los arrecifes artificiales se diseñan y despliegan utilizando materiales duraderos y no tóxicos que brindan un alto grado de diversidad superficial y estructural.

2.2. ECODISEÑO DE ARRECIFES ARTIFICIALES

En principio, un arrecife artificial ideal ecodiseñado debe cumplir la mayoría de las siguientes características:

- Estable frente a tormentas (entre normales y grandes).
- Fabricado con materiales duraderos, sólidos y que no sean tóxicos (a corto y largo plazo).
- Diseñado para tener una alta complejidad superficial (textura) para el reclutamiento/adhesión de gran cantidad de organismos (corales, moluscos,

crustáceos, algas...), y para proporcionar refugio para especies de peces y otros animales.

- Diseñado para mimetizarse con el arrecife natural (si lo hubiera).
- (opcional) Diseñado para transmitir un mensaje (p.e. esculturas, arte).

Estos arrecifes están especialmente diseñados con fines de conservación y aumentar la biodiversidad, así como para aumentar el turismo sostenible (Westoby et al., 2020). En conjunto crean redes de estructuras con condiciones óptimas para la vida marina regenerando la vida oceánica mediante la combinación de tecnología, educación, ciencia y el turismo.

En el (eco)diseño de arrecifes artificiales se tienen que tener en cuenta variables como la profundidad, la ubicación, y se deben establecer reglas y regulaciones para reducir las amenazas locales terrestres y marinas, reducir la sobrepesca (áreas protegidas) y evitar problemas asociados a la navegación. Todo ello requiere de la colaboración con autoridades (ambientales) locales, autonómicas o estatales.

2.3. ORGANISMOS CENTINELAS Y RESTAURADORES DEL BUEN ESTADO AMBIENTAL

Entre los organismos centinela más ampliamente utilizados en programas de seguimiento de la calidad de las aguas costeras y estuarinas llevados a cabo en las últimas décadas, podemos destacar a los moluscos y entre ellos a los mejillones (Goldberg, 1975). Estos organismos son organismos sésiles, ampliamente distribuidos y filtradores (filtran más de 50 l de agua al día) y por ello se consideran y se utilizan ampliamente como centinelas de la contaminación marina o salud ambiental (Beyer et al, 2017) ya que funcionan como un registro de contaminantes en continuo debido a su capacidad de bioacumulación. Así, las concentraciones tisulares de compuestos como metales suelen ser de varios órdenes de magnitud superiores a las presentes en agua o sedimento, por lo que se requiere una analítica menos fina y costosa para obtener conclusiones igualmente seguras sobre los niveles ambientales de los mismos (Goldberg, 1975; Regoli & Orlando, 1994; Gabrielides 1998; Soto & Marigómez, 1997a).

Además de los análisis a nivel de organismo, en los últimos años se ha planteado la necesidad de realizar análisis a niveles más simples de organización biológica, concretamente a escala celular y tisular ya que estos cambios pueden prever y reflejar los cambios que ocurren a niveles de organización más complejos (Moore, 1985; Soto & Marigómez, 1997a, 1997b). En este contexto, se ha determinado la validez de la utilización de ciertos biomarcadores como indicadores de cambios en la calidad ambiental asociadas a variaciones en la biodisponibilidad de metales e hidrocarburos y otros compuestos químicos. La combinación de técnicas celulares/moleculares con analíticas llevadas a cabo en sus tejidos, permiten conocer la biodisponibilidad de contaminantes orgánicos e inorgánicos, así como las alteraciones que estos causan a nivel molecular, celular y tisular. Igualmente, estudios más recientes han contrastado el uso de mejillones (*Mytilus* sp.) como centinela adecuado para el seguimiento de la contaminación por microplásticos (Reguera et al., 2019), contaminante que es aportado al medio marino fundamentalmente por los ríos y efluentes de depuradoras (Bergmann et al. 2015) por lo que es de especial interés su seguimiento en este entorno y la evaluación de la capacidad de estos organismos para su eliminación del medio (Mark et al. 2008).

Estudios más recientes, basados en el uso de arrecifes tridimensionales (estructuras fijadas tanto en el fondo como en la columna de agua a modo de colectores

verticales), reafirman que la presencia de estas estructuras verticales puede aumentar tanto la biodiversidad local como la producción de la zona mediante la eliminación de residuos, que pueden transformarse en biomasa. La actividad de filtración realizada por los moluscos que se asientan en los colectores verticales puede reducir el suministro de nutrientes que migra hacia el fondo, creando mejores condiciones en el bentos. Además, la colocación de estructuras artificiales en el fondo de la columna de agua podría transformar una zona degradada en una zona en la que también puede implantarse el turismo subacuático (Giangrande et al. 2021).

Una nueva tendencia en la disposición de arrecifes artificiales es su combinación con la acuicultura de algas (Giangrande et al. 2021), ya que estos organismos pueden mitigar los efectos locales de la acidificación de los océanos a través de la captación fotosintética de dióxido de carbono (Rabiej et al, 2014 y Monguin et al. 2016). De esta forma la combinación de algas y corales aborda directamente la atenuación de dos de los principales retos ambientales que Naciones Unidas aborda en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible: cambio climático y basuras marinas.

2.4. SENSORIZACIÓN Y MONITORIZACIÓN DE ARRECIFES

La colocación de sensores anclados o asociados a las estructuras del es una posibilidad que se utiliza de forma frecuente. Así la instalación de sensores que procesan y almacenan datos en tiempo real permite realizar el seguimiento de las características físico-químicas de la zona y análisis de su evolución. Estos parámetros se transmiten vía satélite con una periodicidad definida (p.e. horaria). Los parámetros a medir más comunes son pH, conductividad, turbidez, temperatura, salinidad, clorofila A, algas tóxicas, oxígeno disuelto, CO₂. El disponer de una estación sensorizada en los arrecifes artificiales, además de servir para la monitorización de los mismos, puede ser una buena herramienta para propiciar actividades científicas y tecnológicas no sólo en el ámbito marino sino también en el marítimo.

3.- OBJETIVOS

El **objetivo general** del proyecto PiE-REEF es la implantación de un arrecife artificial, con efectos beneficiosos para el incremento de la biodiversidad de la zona. Además, su uso como zona experimental en el marco de Infraestructura Europea de Recursos Biológicos Marinos (EMBRC; <https://www.embrc.eu/>) de la que forma parte el PiE-UPV/EHU como representante del nodo español, y otras 24 estaciones Marinas EUROPEAS, permitirá atraer proyectos e investigadores internacionales, realizar investigación marina de alto nivel y desarrollar de diferentes proyectos educativos/formación y de diseminación (ciencia social).

Los **objetivos específicos** que se persiguen con la implantación de arrecifes artificiales en la zona de la Bahía de Plentzia son varios:

- Desarrollar estructuras que sirvan como arrecife artificial ecodiseñadas: construcción de arrecifes de hormigón mezclado con diferentes proporciones de carbonato cálcico recuperado de conchas de bivalvo en línea con las estrategias actuales de **Economía Circular**.
- Facilitar el desarrollo de proyectos de **investigación**, siendo el arrecife la plataforma experimental perfecta para la observación de determinados procesos de recuperación de ecosistemas y otro tipo de experimentación marina y marítima.
 - Realizar un seguimiento de la sucesión ecológica de la aparición de nuevas especies en el arrecife (aumento de la **biodiversidad** marina).
 - Determinar la evolución del estado de salud del emplazamiento y de los posibles niveles de contaminantes de especial interés tales como contaminantes emergentes y microplásticos en mejillones introducidos en cajas (**active biomonitoring**).
 - Desarrollo de experimentación de alto nivel en el medio ambiente real en condiciones controladas y monitorizadas (experimentación *in situ*).
 - Atraer proyectos e investigadores internacionales (**Internacionalización y visibilidad**).
 - Obtener datos oceanográficos en tiempo real que serán compartidos mediante *Open Access* en el futuro portal de visualización de datos de la Estación Marina de Plentzia (**digitalización**).
- Facilitar el desarrollo de prácticas *in situ* para los módulos de los Masteres Erasmus Mundus “Marine Environment (MER)”, “Environmental Contamination and Toxicology (ECT)” y “Marine Biological Resources (IMBRSeas)” (**formación**)
- Explorar la posibilidad de crear zonas acotadas y protegidas para el buceo y así aumentar la actividad económica de la zona (**economía verde**)
- La atracción de investigadores durante todo el año (fuera de la época estival) puede ser un importante tractor de la **economía local** (alojamientos, restauración...).
- Apoyo a la implantación de proyectos de educación y **concienciación** ambiental que permitan la formación de los ciudadanos para lograr un valor añadido bajo el lema “conocer para respetar”

Los **objetivos** se pretenden **alcanzar mediante las siguientes estrategias**.

1.- **Ofertar la utilización del arrecife como instalación y soporte a la investigación** tanto de grupos locales como extranjeros.

Para ello se integrará el arrecife en la oferta de servicios de la Estación Marina de Plentzia al alcance de los diferentes grupos de investigación que la componen:

- Environmental Toxicology Research Area
- Environmental & Analytical Chemistry Research Area
- Marine ecology research area
- Environment resilience of marine systems
- Global Environment Observatory (BEGI)

Además, los grupos de Investigación locales integrarán la infraestructura del arrecife en las solicitudes de proyectos y contratos de investigación a convocatorias competitivas para asegurar un uso continuo y su mantenimiento a cargo de dichas actividades investigadoras. Los grupos de investigación que desarrollan su labor en el PiE-UPV/EHU se comprometen a solicitar además ayudas para dotar de la infraestructura necesaria para la colocación de los sensores necesarios (p.e. pH, conductividad, turbidez, temperatura, clorofila A, algas tóxicas, oxígeno disuelto, CO₂, presión, etc.) para la toma de datos en continuo y hacer disponible el uso público de dichos datos oceanográficos

Gracias a formar parte de la Infraestructura EMBRC se integrará en el portfolio de servicios que oferta la misma para garantizar el acceso a grupos europeos punteros en la investigación del medio marino y sus recursos. En los últimos 3 años se ha recibido la visita de más de 20 investigadores de centros de investigación europeos que se espera aumentar con la oferta del uso del arrecife. Estas visitas permitirán adquirir mayor visibilidad y un retorno económico que permitirá mantener y mejorar la estructura del arrecife.

2.- **Utilizar** la infraestructura como **herramienta docente** para módulos específicos de los másteres que se imparten en la Estación Marina de Plentzia (PiE-UPV/EHU):

- | | |
|--|--|
| • Advanced Instrumental Analysis | • Comparative Endocrinology and Endocrine Disruption... |
| • Cellular and Molecular Biomarkers | • Ecosystem-based Fisheries Management |
| • Ecological Quality Assessment in Coastal Ecosystems | • Environment and Fisheries/Aquaculture Interactions |
| • Environmental (toxico) Genomics | • Histology and Histopathology of Aquatic Animals |
| • Environmental Analytical Chemistry | • Marine Resources Genomics |
| • Environmental Chemometrics | • Physiological Energetics of Marine Organisms |
| • Environmental Monitoring and Risk Assessment ... | • Research in Marine Environment and Resources |
| • Degradation and Rehabilitation of Estuarine Ecosystems | • Professional Practice in marine/envir. sectors |
| • Eutrophication and Harmful Algae | • Master Thesis: proyectos de investigación de 6-7 meses de duración |
| • Ocean Global Change Biology | |
| • Marine Microbial Ecology | |
| • Marine Resource Genomics | |
| • Socio-economic Aspects of Climate Change | |
| • Satellite Oceanography and Meteorology | |

Las actividades prácticas de estas asignaturas servirán para ir consiguiendo un registro histórico y estudiar la sucesión ecológica de la aparición de nuevas especies en el arrecife y realizar un seguimiento del estado de salud del emplazamiento (niveles de contaminantes emergentes, microplásticos, antibióticos...). El hecho de que los alumnos de los Masteres tienen que realizar un proyecto de investigación de 6-7 meses se utilizará para realizar experimentos en condiciones controladas y monitorizadas

3.- Utilizar la infraestructura para **actividades de Concienciación ambiental**. Dichas actividades se pretenden desarrollar con la colaboración del Ayuntamiento de Gorliz.

Se contactará con los centros escolares de Uribe-Kosta mediante los Berritzegunes de la delegación de Educación del Gobierno Vasco de la zona, con los cuales se ha colaborado desde el PiE-UPV/EHU en el diseño y realización de proyectos formativos del profesorado y proyectos educativos a realizar por el alumnado de los centros sobre temas relacionados con la salud del ambiente.

Se realizarán así mismo contactos con las ONGs y grupos de buceo que operan en la zona para realizar actividades de concienciación en combinación con otro tipo de iniciativas como charlas, actividades subacuáticas de limpieza de fondos marinos y playas, juegos infantiles y talleres en fiestas locales y en actividades de divulgación de la ciencias (p.e. Semana de la Ciencia).

4.- Ofertar la infraestructura para promover **actividades empresariales innovadoras** coordinadas por el Ayuntamiento de Gorliz y con el vivero de empresas de la UPV/EHU dependiente de la OTRI, para captar ideas e iniciativas del alumnado de la UPV/EHU y emprendedores de la zona.

4. PERMANENCIA DE LA INSTALACIÓN

La idea inicial es solicitar permiso para la instalación del arrecife por el máximo de tiempo permitido. La idea es que tanto el arrecife como la posible infraestructura sumergible asociada al mismo y que se pretende incorporar en un futuro próximo (Ver Anexo 1), perviva en el tiempo y que su utilización sea continua mediante la concatenación y solapamiento de proyectos de investigación, formativos y de concienciación ambiental mencionados anteriormente, y que se desarrollarán de forma ininterrumpida. De hecho, los proyectos de monitorización de datos oceanográficos y de salud en continuo, así como digitalización de los datos obtenidos ya forma parte de un proyecto con uso indefinido.

5.- ARRECIFE ARTIFICIAL PIE-REEF

5.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

La Bahía de Plentzia ($43^{\circ}25'8.04''N$, $2^{\circ}56'46''W$) está situada al final de la ría de Plentzia e incluye a las playas de Plentzia y Gorliz (Figuras 1A, 1B). Gracias a su forma de concha protege las playas de las corrientes marinas. El fondo arenoso en la entrada de la Cala Errotatxu es la zona elegida para la colocación de las estructuras del arrecife artificial a 15-18 m de profundidad (Figura 1C).

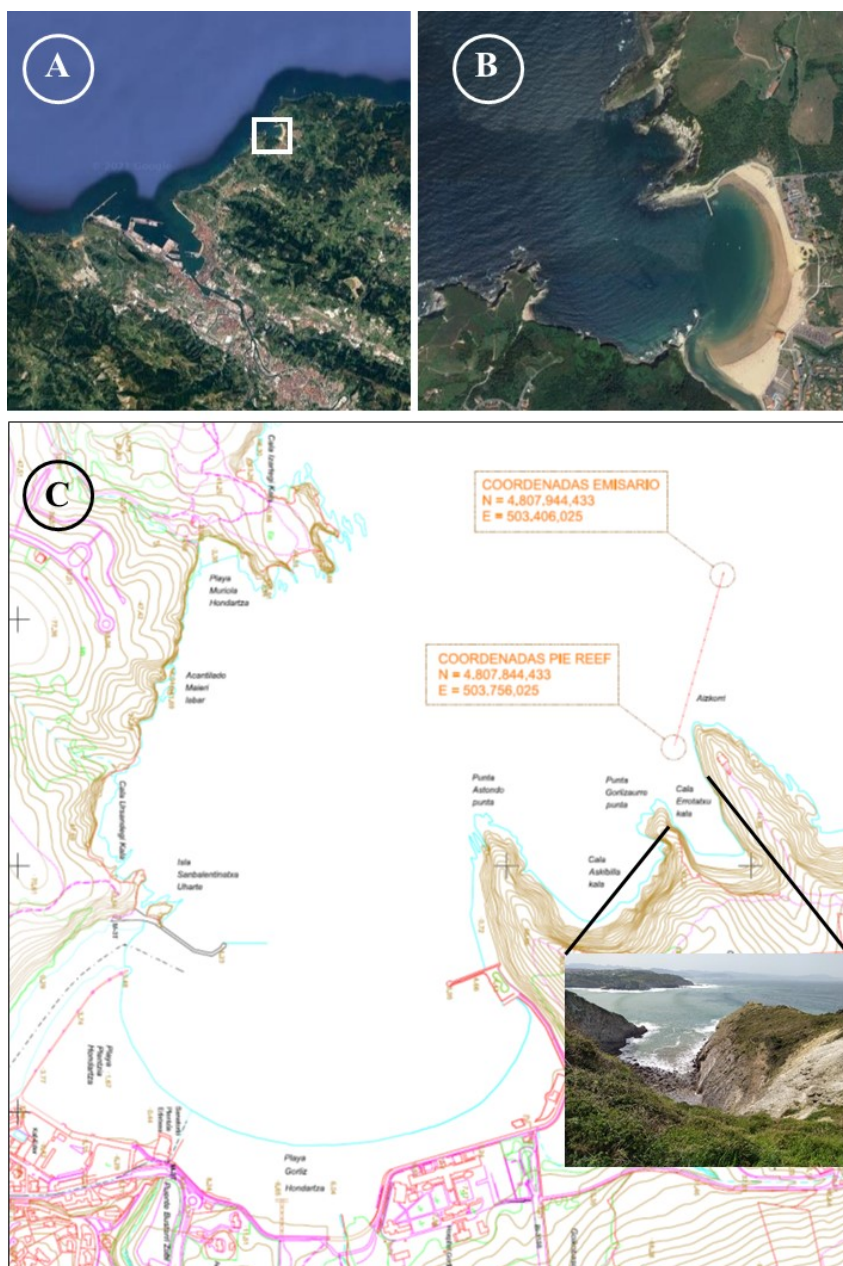


Figura 1: - A) Localización de la Bahía de Plentzia (cuadrado) al Este del Abra de Bilbao. (B) Detalle de la Bahía de Plentzia (C) Lugar donde se colocará el arrecife con un detalle de la cala de Errotatxu.

diversidad de aves marinas migratorias, entre las que destacan, por su importancia, la pardela balear (*Puffinus mauretanicus*) y el alcatraz atlántico (*Morus bassanus*).

Entre las especies presentes en estas aguas cabe destacar los cetáceos, en concreto calderón común (*Globicephala melas*), delfín listado (*Stenella coeruleoalba*), delfín mular (*Tursiops truncatus*), delfín común (*Delphinus delphis*) y marsopa (*Phocoena phocoena*), de los cuales *Tursiops truncatus* y *Phocoena phocoena* están incluidas en el Anexo I de la directiva Habitats (Directiva 92/43 del Consejo) como especies de especial protección, junto con otras como *Petromyzon marinus* (en Anexo II). A continuación (figura 3), se muestran las especies de peces presentes en estas aguas:



Figura 3: Principales especies de peces presentes en el espacio marítimo Ría de Mundaka-Cabo de Ogoño

5.2. ESTRUCTURA DEL ARRECIFE ARTIFICIAL

Está conformada por los bloques de fondeo o “mooring”. Ambos estarán unidos por cabos y cadenas que aumentarán la superficie de fijación de vida marina (figura 4). Los bloques serán poliédricos, de superficie rugosa, fabricados a partir de una mezcla de hormigón y carbonato cálcico. Estarán sumergidos en el lecho marino y servirán para la fijación de fauna y flora marina, y de sostén para la estabulación de moluscos bivalvos, los cuales actuarán como animales filtradores y bioindicadores. En la figura 4 se presenta la representación a escala y 3D de los bloques

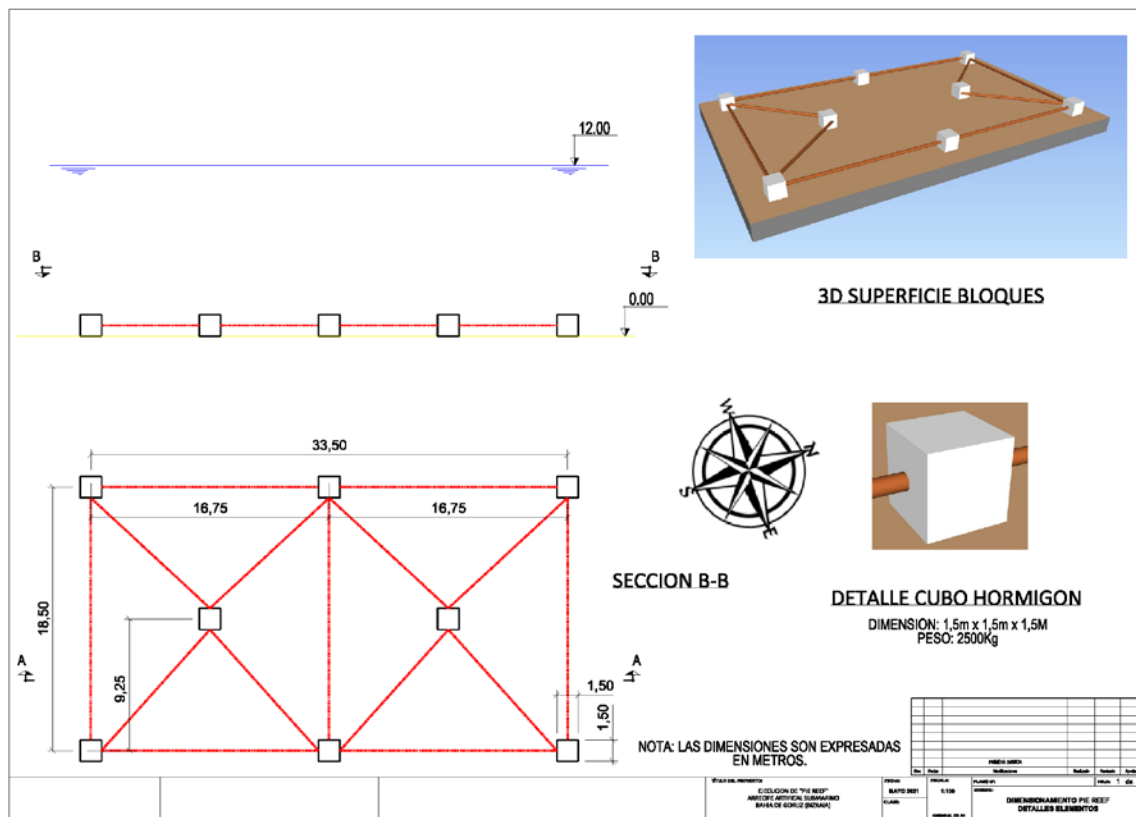


Figura 4: Representación a escala y 3D de los bloques que forman el arrecife

5.3. FASES DEL PROYECTO

5.3.1. DISEÑO, CREACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL ARRECIFE

Acción 1.- Gestión de proyecto.

Esta acción será continua a lo largo de toda la duración de proyecto para la realización de las gestiones administrativas necesarias para conseguir los permisos necesarios para la instalación del arrecife de acuerdo a la normativa nacional y de la Comunidad Autónoma del País Vasco en vigor.

Esta acción englobará las labores de gestión y coordinación de proyecto y será liderada por el Ayuntamiento de Gorliz, contando con la colaboración del resto de socios y otras instituciones en función de las necesidades.

Para su correcto desarrollo se realizarán reuniones periódicas (trimestrales) de proyecto en las que participarán todos los socios.

Acción 2.- Diseño, probaturas en puerto y redacción de informes para la instalación.

Durante esta acción, coordinada por la Estación Marítima de Plentzia con la colaboración de Travi Innovación, Oceanidas-Oceanidas-Marefondum y Comercial Diving Activities-BuceoAgua, consistirá en la elaboración de los diferentes informes necesarios para la ocupación del espacio marítimo costero por

parte de la Dirección General de Costas. Dentro de esta acción, también se llevarán a cabo pruebas estructurales y de sistema en aguas del Puerto de Bilbao.

Acción 2.1.- Diseño

Previo a la construcción del arrecife se redactará un proyecto que incluirá el detalle del diseño de la estructura y materiales a emplear, número de elementos, motivos para la elección del tipo de elementos, forma y tamaño y disposición de los elementos, así como métodos de construcción e instalación del arrecife, descripción de las obras de construcción de los elementos o módulos en tierra y colocación mediante transporte marítimo y su instalación en el fondo marino. Acompañarán al proyecto planos de situación, de emplazamiento, geomórfico, de clasificación y usos del entorno, biónico y planos descriptivos de los elementos modulares.

Se realizará una estimación de la vida útil, el control de calidad de los materiales, de los procesos constructivos, de los trabajos marítimos y de los resultados de la instalación.

Se redactará un estudio de seguridad y salud de las obras necesarias para su instalación y un proyecto de desmantelamiento que incluya las obras a ejecutar para la desinstalación, embarque y transporte.

Esta acción requiere de una revisión exhaustiva de la información disponible (oceanográfica -corrientes dominantes, etc.- y batimétrica) de la zona para determinar el mejor emplazamiento posible.

Acción 2.2.- Redacción de informes

Se prevé que la ocupación efectiva del espacio dure una media de 15 meses, el trámite de permisos necesarios para la instalación llevará consigo la redacción de varios informes, como por ejemplo el informe de balizamiento, el cálculo del tren de marea y el estudio de corrientes en la zona.

Para estudiar su adecuación se redactará un inventario descriptivo del medio físico (estudio básico de la dinámica litoral), medio marino y biótico (profundidad, tipo de fondo, batimetría, presencia de infraestructuras marinas, zonas de acceso, presencia de zonas de protección o hábitats o especies protegidas), medio perceptual y medio socio-económico, otro destinado a valorar la funcionalidad del arrecife y por último un estudio de contaminantes presentes en las estructuras o elementos a fondear y proyecto de descontaminación, si fuera el caso.

Acción 2.3.- Pruebas a escala en el Puerto de Bilbao (15 meses).

Se llevarán a cabo, a la vez que la redacción de informes, pruebas a escala del arrecife artificial, que posibiliten el éxito del mismo. Se trasladarán durante esta fase al prototipo, los resultados obtenidos de los cálculos y los informes en las acciones de diseño y redacción de informes. La elección del Puerto de Bilbao como centro de pruebas es debido a los tiempos de solicitud y ocupación efectiva de una concesión demanial de dominio público o una ocupación temporal de espacio marítimo en un Puerto del Estado es de pocos meses de duración.

Obteniendo al final de esta tercera acción un prototipo escalable y eficaz en todos los campos sobre los que pretende actuar.

Acción 3.- Construcción y colocación del arrecife (INSTALACIÓN)

La duración de esta acción será de 6 meses y será coordinada por la Estación Marítima de Plentzia con la colaboración de Travi Innovación, Oceanidas-Oceanidas-Marefondum, Comercial Diving Activities- BuceoAgua y Academia europea del mar. Durante su desarrollo se procederá a la construcción de los

bloques necesarios y su instalación. Esta acción se subdivide en las siguientes etapas:

Acción 3.1.- Construcción

Se utilizarán materiales duraderos, sólidos y no tóxicos, con cierta complejidad superficial (textura) que permita el establecimiento de organismos (algas, moluscos, corales, invertebrados) sobre los bloques de fondeo.

Se evaluará la posibilidad de incorporar diferentes proporciones de carbonato cálcico de origen marino (procedentes de reutilizar las conchas de los bivalvos filtradores) en la construcción de bloques.

Estos bloques actuarán en el sistema como el tren de mareas o “mooring” de una posible plataforma sumergible que se instalará en un futuro próximo en la franja de lámina de agua de 0-7 metros.

Acción 3.2.- Adecuación del fondo y colocación de las estructuras

Se dividirá en:

- Preparación de la zona para el fondeo de los módulos, marcado de la posición de cada módulo y preparación de balizamiento de la zona para la instalación.
- Preparación en tierra de la plataforma y los bloques para el remolque.
- Descenso al agua mediante grúa para estiba en el barco para el remolque.
- Remolque de módulo de 1 Tn desde el Puerto de Plentzia hasta el Área del PIE REEF. con barco de trabajo en Lista 5ª
- Descenso controlado del Módulo desde superficie hasta los 21 metros de profundidad con buzos cumpliendo con el RD 550/2020.
- Posicionamiento en el fondo de los bloques en el fondo con buzos, mediante elevación, tracción y colocación en el área seleccionada para cada uno (estable frente a tormentas).
- Instalación de los cabos, boyas y unión de la plataforma a todos los elementos de fijación.

Acción 3.3.- Colocación de organismos filtradores y bioindicadores asociados a los bloques.

Los bloques del “mooring” llevarán incorporados estabuladores de moluscos, fabricados ad hoc, para la introducción de mejillones en su interior, se renovarán cada 3 meses y servirán para desarrollar el control de calidad ambiental del emplazamiento.

Los bloques tendrán una superficie rugosa, con pequeños alfeizares que permitan la fijación de fauna y flora del medio marino.

Los bloques tendrán una superficie rugosa, con pequeños alfeizares que permitan la fijación de fauna y flora del medio marino.

DESINSTALACION

Para la desinstalación se trabajará con barco en Lista 5ª y siguiendo la norma RD 550/2020.

Se comenzará con la desinstalación de los bloques “mooring”, una vez retirados todos los elementos de estudio se comenzará con la desinstalación de los elementos.

- Desinstalación de los cabos, boyas y unión de la plataforma a todos los elementos de fijación.
- Reflote de los bloques en el fondo con buzos, mediante elevación.
- Remolque de módulo de 1 Tn desde el Área del PIE REEF al Puerto de Plentzia con barco de trabajo en Lista 5ª
- Elevación mediante grúa para estiba desde el barco para el remolque.

Acción 4.- Comunicación, divulgación a la sociedad y concienciación ambiental

Esta acción tendrá continuidad a lo largo de la totalidad del proyecto y será coordinada por el Ayto. de Gorliz. Se desarrollarán los contactos con los actores relevantes en todos los sectores para lograr la máxima difusión del proyecto, su puesta en valor frente a la ciudadanía y la garantía de futuro, más allá de la propia duración del proyecto, gracias a la activación de acciones de formación, investigación y turismo sostenible ligadas al emplazamiento.

Acción 4.1.- Notas de prensa en medios de comunicación especializados y generalistas (al comienzo del proyecto, durante el proyecto y al finalizar el proyecto). En la que se explicará qué se está realizando, para qué, con qué objetivos, curiosidades, etc. También se realizará un artículo de contenido más científico para enviar a revistas especializadas en materia de medio ambiente.

Acción 4.2.- Campaña en redes sociales: Se crearán cuentas de Twitter e Instagram propias del proyecto y un hashtag específico con el nombre del proyecto. También se utilizarán las redes sociales de las entidades participantes, para comunicar periódicamente los avances de proyecto, fotografías y pequeños vídeos, a fin de dar visibilidad a la investigación que se está llevando a cabo.

Acción 4.3.- Transferencia de resultados para el impulso de este tipo de acciones de recuperación del ecosistema. Se realizarán roll ups y cartelera, donde de forma gráfica se mostrará el avance del proyecto. Igualmente se prevén acciones interactivas, en el que se mostrarán videos y fotografías de la evolución de los trabajos. Se invitará a colectivos (colegios, asociaciones, vecinos, prensa...) a visitar el proyecto pudiendo observar directamente el arrecife.

Para la realización de esta acción el Ayto. de Gorliz contará con la colaboración de todos los socios para asegurar el acceso y difusión de aquellos materiales derivados de otras acciones que pudiesen enriquecer la comunicación y formación (imágenes, videos, resultados...).

5.3.2. SEGUIMIENTO Y MANTENIMIENTO DEL ARRECIFE

Acción 5.- Control de calidad ambiental del emplazamiento.

Esta acción será coordinada por la Estación Marítima de Plentzia con la colaboración de Asoc. Vertidos Cero, Oceanidas-Marefondum, Academia europea del mar y Comercial Diving Activities-BuceoAgua. Se realizarán informes trimestrales de seguimiento para poder evaluar la evolución de la salud del emplazamiento y las tendencias en la evolución de contaminantes emergentes y microplásticos. Esta acción será realizada en varias etapas:

Acción 5.1.- Sensorización de los bloques

Definición de la estrategia de sensorización y colocación de los sensores en la zona del arrecife para su registro en un portal free Access en la

Estación Marina de Plentzia. Servirá para monitorizar la zona del emplazamiento en tiempo real. Se prevé la colocación de diferentes sensores:

- pH
- Conductividad
- Turbidez
- Temperatura
- Clorofila A
- Algas tóxicas
- Oxígeno disuelto
- CO₂
- Presión

Para el adecuado funcionamiento de estos sensores será necesario el mantenimiento de los mismos en base a su adecuada calibración y control de calidad mediante la toma de muestras trimestrales y contraste de datos en las instalaciones de la Estación Marina de Plentzia. Los datos se transmitirán a la Estación Marina de Plentzia mediante la instalación de una boya en la plataforma sumergible a la cual, también se fijarán los sensores.

Acción 5.2.- Monitorización del estado de salud medioambiental.

Esta acción tendrá una duración de 24 meses y consistirá en la toma de muestras trimestral de agua, sedimentos y organismos filtradores. Los organismos filtradores (i.e. mejillones procedentes de entorno natural y de un tamaño entre 3.5-4.5 cm) se introducirán en estabuladores que se anclarán en los bloques. Se determinarán los siguientes parámetros:

- a) Contaminantes orgánicos, inorgánicos y microplásticos (se pueden incluir además otros contaminantes emergentes) en agua, sedimento y biota.
- b) Biomarcadores cuantificados a diferentes niveles de organización biológica (molecular, celular, tisular, organismo) para determinar el estado de salud de los organismos centinela.
- c) La presencia posible de algas tóxicas en la columna de agua.

Acción 5.3.- Control de la biota existente y monitorización de la colonización del emplazamiento

Se realizarán inmersiones trimestrales coincidiendo con la retirada e introducción de los organismos filtradores. Se tomarán imágenes en modo fotografía de alta resolución y video de la totalidad de los bloques del emplazamiento. Se determinará la presencia y abundancia de todas las especies de flora y fauna (a) adheridas a la superficie de los bloques, y (b) asociadas a ellas en el entorno del emplazamiento mediante transectos específicos para peces, crustáceos, moluscos y otros invertebrados. El catálogo de especies con sus fichas descriptivas y fotografías ilustrativas se incluirán en una página web de acceso libre.

Acción 6.- Mantenimiento del entorno.

Esta acción será coordinada por la Estación Marina de Plentzia con la colaboración de Asoc. Vertidos Cero, Oceanidas-Marefondum, Academia europea del mar y Comercial Diving Activities-BuceoAgua. La duración de esta acción se extenderá hasta el final del proyecto.

Las labores de mantenimiento del arrecife tendrán una periodicidad entre 3-6 meses y en ellas se procederá al control de estabilidad del sistema, así como a la retirada y reposición de moluscos filtradores. Estas labores generan la producción de un residuo de naturaleza orgánica, los organismos filtradores retirados, que pueden ser gestionados como residuo orgánico. En este proyecto se plantea la

posibilidad de generar un subproducto derivado de las conchas de los moluscos que, a priori, tiene capacidad para actuar como material para la construcción de los módulos del arrecife u otros elementos de construcción debido a su alto contenido en carbonato cálcico. Esta posibilidad abre la puerta a una circularidad total del proyecto, pudiendo llegar a ser considerado como “residuo cero”.

Acción 7. Comunicación a la comunidad científica.

Además de la monitorización del desarrollo del arrecife artificial, esta infraestructura servirá para la experimentación e investigación científica y tecnológica en todos los aspectos relativos a las ciencias y tecnologías marinas y en particular de aquellas cuyo desarrollo exige disponer de bancos de ensayo situados en el medio marino

Se realizarán acciones de difusión de las características del arrecife artificial en el ámbito de las 24 estaciones marinas europeas que componen la red EMBRC. Dentro de esa red existe un proyecto de internacionalización llamado ASSEMBLE+ que permite el acceso a infraestructuras y equipamiento de las estaciones marinas de la red a miembros de la misma, y usuarios externos tanto públicos como privados. Es una gran herramienta para ser conocidos y atraer tanto investigadores como propuestas de proyectos.

Acción 8.- Aula de divulgación y sensibilización.

Se propone la creación de un aula para la difusión de toda la información referente al arrecife como los datos de monitorización actualizados, reserva de visitas guiadas (en caso de que se realicen) y otra información detallada en la acción 6.3.

Se valoran dos opciones:

- Creación del Aula dentro de alguno de los edificios municipales existentes, como Sertutxena o la Casa de Cultura.
- Creación del Aula en un local independiente en una zona céntrica de Gorliz.

En ambos casos se detecta la necesidad de contratar a una persona para “atender” el aula de divulgación y actualizar y gestionar las redes sociales. Se prevé una jornada de 12 horas semanales en invierno y de 24 horas semanales en verano (meses de junio a septiembre ambos incluidos). Cuyo horario podría ser de 11:00 a 14:00 y de 17:00 a 20:00.

Dicha Aula serviría para acoger diferentes exposiciones y campañas relacionadas con los ecosistemas marinos (como por ejemplo las promovidas dentro del Programa Azterkosta del Gobierno Vasco), visitas grupos de alumnado de centros escolares de la comarca y aquellos otras entidades que pudieran estar interesadas, en definitiva, sería el punto de divulgación y sensibilización sobre el arrecife PIE REEF.

Acción 9.- Exploración del impacto socioeconómico del emplazamiento.

Esta acción será coordinada por el Ayto de Gorliz y tendrá una duración de 24 meses. Consistirá en la evaluación de las posibilidades de mejora socioeconómicas derivadas del proyecto a futuro y se basará en la toma de contacto con empresas e instituciones públicas de la zona. El proyecto busca demostrar la viabilidad de la instalación de estos arrecifes por ello se considera fundamental hacer partícipe a las administraciones e instituciones, así como a potenciales interesados (x ej. autoridades portuarias) manteniéndoles al día del avance del proyecto. Se pretende mantener contacto directo con estos actores

ARRECIFE ARTIFICIAL PiE-REEF

desde el inicio del proyecto y a lo largo de todas sus etapas, de forma que puedan valorar directamente los beneficios del mismo.

Una vez finalizado el proyecto se presentarán resultados y soluciones de continuidad a las autoridades responsables y entidades interesadas.

Se realizará un acto final de proyecto donde se invitarán a responsables de la gestión medioambiental, responsables portuarios y *stakeholders* de otras áreas del País Vasco y zonas costeras y se les proporcionarán detalles del desarrollo del proyecto.

6.- ENTIDADES PARTICIPANTES

Las actividades del proyecto están desarrolladas por actores con experiencia previa en trabajos similares, para garantizar un buen desarrollo del mismo. En este sentido, existen actividades desarrolladas por empresas especializadas y centros de innovación que garantizan la calidad del mismo.

AYUNTAMIENTO DE GORLIZ / GORLIZKO UDALA se encargará de la Gestión integral del Proyecto desde la sección de Medio Ambiente y Agenda 21. Los responsables del ayuntamiento que gestionarán y harán el seguimiento del proyecto son Estitxu Arantzamendi (Agenda 21) e Ibon Mardaras (concejal).

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BIOLOGÍA Y BIOTECNOLOGÍA MARINAS EXPERIMENTALES (ESTACIÓN MARINA DE PLENTZIA, PiE-UPV/EHU). El centro de la UPV/EHU en Plentzia, lleva años monitorizando el estado de salud de la flora y fauna de la costa del País Vasco. Realizará el seguimiento de la biota fijada al arrecife artificial, y monitorizará la calidad de las aguas de la zona próxima al emisario utilizando moluscos filtradores adheridos a los arrecifes artificiales. Los grupos de investigación del PiE-UPV/EHU realizan investigaciones científicas innovadoras de excelencia cuyo paradigma es el estudio de la salud de los ecosistemas marinos mediante un enfoque experimental biológico (tecnológico). Además, desarrolla herramientas de diagnóstico (biotecnológico) para analizar y cuantificar la salud de los ecosistemas marinos, y exploran los recursos marinos que contribuyen a la protección del bienestar humano. En el ámbito internacional los investigadores del PiE-UPV/EHU han promovido la creación de redes y ofrecen formación y especialización de postgrado y doctorado de alto nivel y formación continua, además participan y organizan programas ambientales de divulgación, sensibilización y educación. Coordinador del Grupo: Manu Soto. Catedrático de Biología Celular Investigador del Grupo de Investigación biología Celular en Toxicología Ambiental. Subdirector del Centro de Investigación de Biología y Biotecnología Marina Experimental (Estación Marina de Plentzia) (2012-actualidad). Estudia los efectos biológicos sobre la fauna marina producidos por diversos contaminantes (metales en formas acuosas, formas masivas y nanopartículas; (micro)plásticos, antibióticos, pesticidas entre otros). Ha supervisado y coordinado proyectos de investigación financiados por el Ministerio de Educación, Economía, Competitividad, Universidad del País Vasco, Gobierno Vasco (Programas Saiotek & Eortek), y contratos con ayuntamientos, agencias ambientales estatales y locales y empresas privadas (extranjeras y local). Vicedecano de la Facultad de Ciencia y Tecnología (2007-2012), Coordinador del Máster Internacional de Medio Ambiente y Recursos Marinos (2012-), Miembro del Comité de la Comisión de Ética para el Bienestar Animal (2009-2012). Miembros del equipo: Ionan Marigomez: es especialista en el desarrollo y aplicación de biomarcadores a diferentes niveles de complejidad biológica y en la aplicación de índices de efecto biológico para la evaluación integrada de la salud de compartimentos ambientales. Urtzi Izagirre es experto en la realización de estudios de campo (monitorización activa y pasiva) y ex situ para la determinación del estado de salud del medio marino utilizando invertebrados y peces como especies centinelas.

OCEANIDAS-MAREFONDUM / OCEÁNIDAS/COMERCIAL DIVING ACTIVITIES /BUCEO AGUA. Son profesionales del buceo expertos en labores de mantenimiento de estructuras submarinas. Se encargarán de las intervenciones que pueda requerir el arrecife, así como de la instalación y desacople de las estabulaciones para los

moluscos bivalvos y en el diseño de actividades de buceo recreativo y científico específicas para la zona.

TRAVI INNOVACIÓN. Empresa enfocada en el i+d y la importación-exportación de productos, así como instalación y prestación de servicio postventa de los mismos a determinadas industrias. Especializada en el diseño y la compra de instalaciones marinas, ya sean para acuicultura o para otros fines pone a su disposición a un equipo con más de 10 años de experiencia en gestión de compras e ingeniería marina, así como su amplia experiencia en el diseño, compra e instalación de dichos equipos. Su responsable Gonzalo Viñuela, ha trabajado en el sector los últimos 12 años, 9 de ellos residiendo en China, gestionando equipos, pedidos y la ingeniería de fabricantes en diversas industrias, incluidas la industria de elevación-inmersión y plataformas marinas.

ACADEMIA EUROPEA DEL MAR. Empresa especializada en formación y proyectos de i+d de acuicultura y economía azul, así como el diseño de infraestructuras resistentes y adaptables especialmente diseñadas para resistir los embates del oleaje y permitir además la instalación de sistemas automáticos de alimentación y estabulación. Su responsable Ignacio Martínez, es veterinario, especialista en producción con Máster en acuicultura, ha trabajado en el sector los últimos 7 años, 3 de ellos residiendo en Galicia, trabajando en el único criadero de moluscos bivalvos de España. Ha dirigido, también, centros especializados en el pre-engorde y control de moluscos.

ASOCIACIÓN VERTIDOS CERO (AVC). Entidad sin ánimo de lucro fundada en 2009 por investigadores y técnicos medioambientales. Desde 2012 AVC se ha convertido en un referente en el campo del estudio de la basura marina a nivel Nacional y Europeo, participando en diversos Foros de Expertos relacionados con la basura marina y sus soluciones (Agencia Europea del Medio Ambiente, MLG UNEP). Asimismo, participa en proyectos nacionales e internacionales relacionados con la contaminación marina, basura marina y economía circular. AVC es miembro fundador de la Asociación Española de Basura Marina (AEBAM) y colabora con más de 100 entidades (ONG, Universidades, etc) en el estudio de la calidad de las aguas, la basura marina y la búsqueda de soluciones a estos problemas. AVC desarrolla proyectos de investigación sobre impacto antrópico sobre la calidad de las aguas y sedimentos (LiberaCiencia), conversión de residuos en nuevas materias primas (RepescaPlas, Oceanet y Mares Circulares), en ese sentido se plantea la colaboración en este proyecto, como responsables de la caracterización del residuo retirado (macro y micro) y la exploración de posibilidades de reciclaje del mismo mediante su incorporación en la construcción y mantenimiento del arrecife dentro de un modelo de economía circular. El equipo de trabajo que propone Asociación Vertidos Cero está constituido por profesionales del medio ambiente con más de cinco años de experiencia en el tema de las basuras marinas y la calidad de las aguas. Todos ellos están actualmente involucrados en proyectos relacionados. Los profesionales propuestos para el desarrollo de este proyecto son:

Coordinadora del grupo: Dra. Estibaliz López-Samaniego. Doctora en Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Licenciada en Ciencias Químicas por la Universidad Autónoma de Madrid. Más de 20 años de experiencia en el sector medioambiental (calidad de aguas, ciclo integral del agua, residuos y basuras marinas). Desde 2017 es Directora de Proyectos de Asociación Vertidos Cero y, desde 2019, ejerce como consultor experto para UN Environment/MAP para el establecimiento de líneas de base y valores umbral de las basuras marinas en playas, fondos, flotantes y microplásticos del Mediterráneo. Además, es Profesor Asociado de la Universidad Autónoma de Madrid adscrita al Máster Universitario “Gestión de Residuos y Aguas Residuales para la Recuperación de Recursos” y vocal de investigación en la

Asociación Española de Basuras Marinas (AEBAM). Miembros del equipo: Rubén Rodríguez: Licenciado en Ciencias Biológicas y Máster en investigación en gestión, tratamiento y valorización de residuos orgánicos. Más de 5 años de experiencia en el desarrollo de proyectos relacionados con la pesca y las basuras marinas (Pescal, Nada pola Borda, RepescaPlas, Mares Circulares...). Desde 2018 forma parte del equipo técnico de Asociación Vertidos Cero como Técnico de Proyectos, responsable del desarrollo “in situ” de acciones de apoyo al sector pesquero para la pesca de basuras marinas y su caracterización. Experto en gestión portuaria y pesquera en el Atlántico, así como en los modelos de gestión de residuos en áreas portuarias. Beatriz López Romero: Ingeniera del Medio Natural por la Universidad Politécnica de Madrid y especialista en la evaluación, corrección y compensación de impactos producidos por actividades humanas. Ha realizado estancias en países como Finlandia o China colaborando con equipos multidisciplinares y desarrollando proyectos relacionados con basuras marinas y calidad ambiental.

7.- CRONOGRAMA

DISEÑO, CREACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL ARRECIFE (acciones para las que se solicita la subvención de Desarrollo Sostenible)																								
	2023												2024											
	EN	FE	MR	AB	MY	JN	JL	AG	SE	OC	NV	DC	EN	FE	MR	AB	MY	JN	JL	AG	SE	OC	NV	DC
Gestión del proyecto																								
Diseño																								
Redacción de informes																								
Pruebas a escala																								
Construcción																								
Adecuación del fondo y colocación estructuras																								
Colocación órganos filtradores y bioindicadores																								
Notas de prensa																								
Campaña en redes sociales																								
Transferencia de resultados																								

SEGUIMIENTO Y MANTENIMIENTO DEL ARRECIFE																								
	2025												2026											
	EN	FE	MR	AB	MY	JN	JL	AG	SE	OC	NV	DC	EN	FE	MR	AB	MY	JN	JL	AG	SE	OC	NV	DC
Control de calidad ambiental del emplazamiento																								
Mantenimiento del entorno																								
Comunicación a la comunidad científica.																								
Aula de divulgación y sensibilización																								
Exploración del impacto socioeconómico del emplazamiento.																								

8.- PRESUPUESTO

PRESUPUESTO	TOTAL
Redacción de informes y estudios para instalación	5.000 €
Diseño del arrecife	5.000 €
Pruebas a escala	12.000 €
Construcción de los bloques	10.000 €
Adecuación del fondo	3.400 €
Colocación de los Bloques	38.000 €
Colocación de organismos filtradores y bioindicadores asociados a los bloques	2.000 €
TOTAL (sin IVA)	75.400€

9. REFERENCIAS

- Parker, R. O. Jr.; Stone, R. B.; Buchanan, C. C.; and Steimle, F. W. Jr., "how to build marine artificial reefs". (1974). Publications, Agencies and Staff of the U.S. Department of Commerce. 209. <https://digitalcommons.unl.edu/usdeptcommercepub/209>.
<https://newheavenreefconservation.org/marine-blog/147-artificial-reefs-what-works-and-what-doesn-t>
- Bergmann, M., Klages, M. & Gutow, L. (2015). Marine Anthropogenic Litter. Pp. 447. ISBN 978-3-319-16509-7.
- Beyer J., Green N.W., Brooks S., et al. 2017. Blue mussels (*Mytilus edulis* spp.) as sentinel organisms in coastal pollution monitoring: A review. Mar. Environ. Res. 130: 338-365. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2017.07.024>
- Fitzsimons, J., Branigan, S., Brumbaugh, R.D., McDonald, T. and zu Ermgassen, P.S.E. (eds) (2019). Restoration Guidelines for Shellfish Reefs. The Nature Conservancy, Arlington VA, USA.
https://www.tnc.org/hk/content/dam/tnc/nature/en/documents/australia/TNC_Shellfish_Reef_Restoration_Guidelines_WEB.pdf
- Giangrande, A.; Gravina, M.F.; Rossi, S.; Longo, C.; Pierri, C. Aquaculture and Restoration: Perspectives from Mediterranean Sea Experiences. Water 2021, 13, 991. <https://doi.org/10.3390/w13070991>
- Guidelines for the placement at sea of matter for purpose other than the mere disposal (construction of artificial reefs) (2005)
- Kent, F.E.A., Last, K.S., Harries, D.B. and Sanderson, W.G. (2017). In situ biodeposition measurements on a *Modiolus modiolus* (horse mussel) reef provide insights into ecosystem services. Estuarine, Coastal and Shelf Science 184, 151-15
- London Convention and Protocol / UNEP Guidelines for the Placement of Artificial Reefs (2009)
- Mark A Browne, Awantha Dissanayake, Tamara S Galloway, David M Lowe, Richard C Thompson (2008). "Ingested Microscopic Plastic Translocates to the Circulatory System of the Mussel, *Mytilus edulis* (L.)". Environmental Science & Technology, Vol. 42, Nº 13. Pp 5026-5031. Ed. American Chemical Society.
- Mongin, M.; Baird, M.E.; Hadley, S.; Lenton, A. Optimising reef-scale CO₂ removal by seaweed to buffer ocean acidification. Environ. Res. Lett. 2016, 11, 1–11.
- OSPAR Guidelines on Artificial Reefs in relation to Living Marine Resources (actualizadas en 2012)
- Rabiei, R.; Phang, S.M.; Yeong, H.Y.; Lim, P.E.; Ajdari, D.; Zarshenas, G.; Sohrabipour, J. Bioremediation efficiency and biochemical composition of *Ulva reticulata* Forsskål (Chlorophyta) cultivated in shrimp (*Penaeus monodon*) hatchery effluent. Iran. J. Fish. Sci. 2014, 13, 621–639.
- Reguera, Pablo & Viñas, Lucía & Gago, J. (2019). Microplastics in wild mussels (*Mytilus* spp.) from the north coast of Spain. Scientia Marina. 83. 10.3989/scimar.04927.05A. https://www.researchgate.net/publication/335856434_Microplastics_in_wild_mussels_Mytilus_spp_from_the_north_coast_of_Spain
- Revilla, M., J. Bald, M. Bustamante, I. Díez, J. Franco, J.M. Gorostiaga, J.M. Garmendia, A. Laza-Martínez, I. Menchaca, N. Muguerza, I. Muxika, E. Quintano, J.G. Rodríguez, J.I. Saiz-Salinas, J. Tajadura, I. Zorita, 2020. Plan de vigilancia del medio receptor del vertido de la EDAR de Gorliz. Año 2019. Elaborado por AZTI para Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia. 163 pp.
- Rosa, Ines & Costa, Raquel & Gonçalves, Fernando & Pereira, Joana. (2014). Bioremediation of Metal-Rich Effluents: Could the Invasive Bivalve Work as a Biofilter? Journal of Environment Quality. 43. 1536. 10.2134/jeq2014.02.0069.
- Westoby, R.; Becken, S.; Laria, A.P. Perspectives on the human dimensions of coral restoration. Reg. Environ. Chang. 2020, 20, 1–13.

10. ANEXO 1.

**MEMORIA DESCRIPTIVA DE LAS INSTALACIONES Proyecto PIE-Reef:
PLATAFORMA SUMERGIBLE**

CARACTERÍSTICAS DE INSTALACIÓN

El arrecife artificial se compone de dos elementos diferentes, los bloques de fondeo o “mooring” y la plataforma sumergible. Ambos estarán unidos por cabos y cadenas que aumentarán la superficie de fijación de vida marina (figura 1).

Los bloques serán poliédricos, de superficie rugosa, fabricados a partir de una mezcla de hormigón y carbonato cálcico. Estarán sumergidos en el lecho marino y servirán para la fijación de fauna y flora marina, y de sostén para la estabulación de moluscos bivalvos, los cuales actuarán como animales filtradores y bioindicadores.

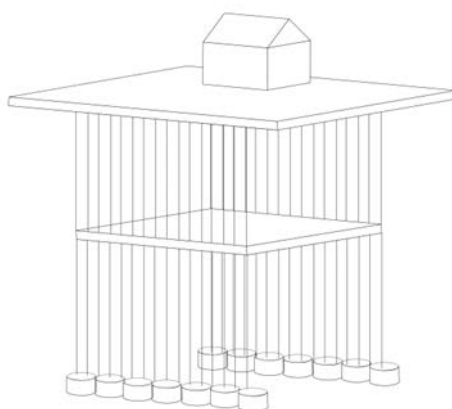


Figura 4: Esquema básico de la plataforma sumergible

Estos bloques actuarán en el sistema como el tren de mareas o “mooring” de una plataforma sumergible que se instalará en la franja de lámina de agua de 0-7 metros. La plataforma sumergible (figura 2) aumentará ostensiblemente las prestaciones del arrecife artificial, permitiendo hacer las veces de laboratorio submarino y promoviendo las actividades profesionales y deportivas que se pueden realizar en el entorno. La plataforma sumergible tendrá unas medidas aproximadas de 70 metros cuadrados y se compone de placas de polietileno expandido de alta densidad, con flotabilidad intrínseca y capacidad de sumergirse hasta 7 metros, permitiendo así su instalación en entornos con inviernos de alto oleaje. Además estará equipada con un sistema de inmersión autónomo.

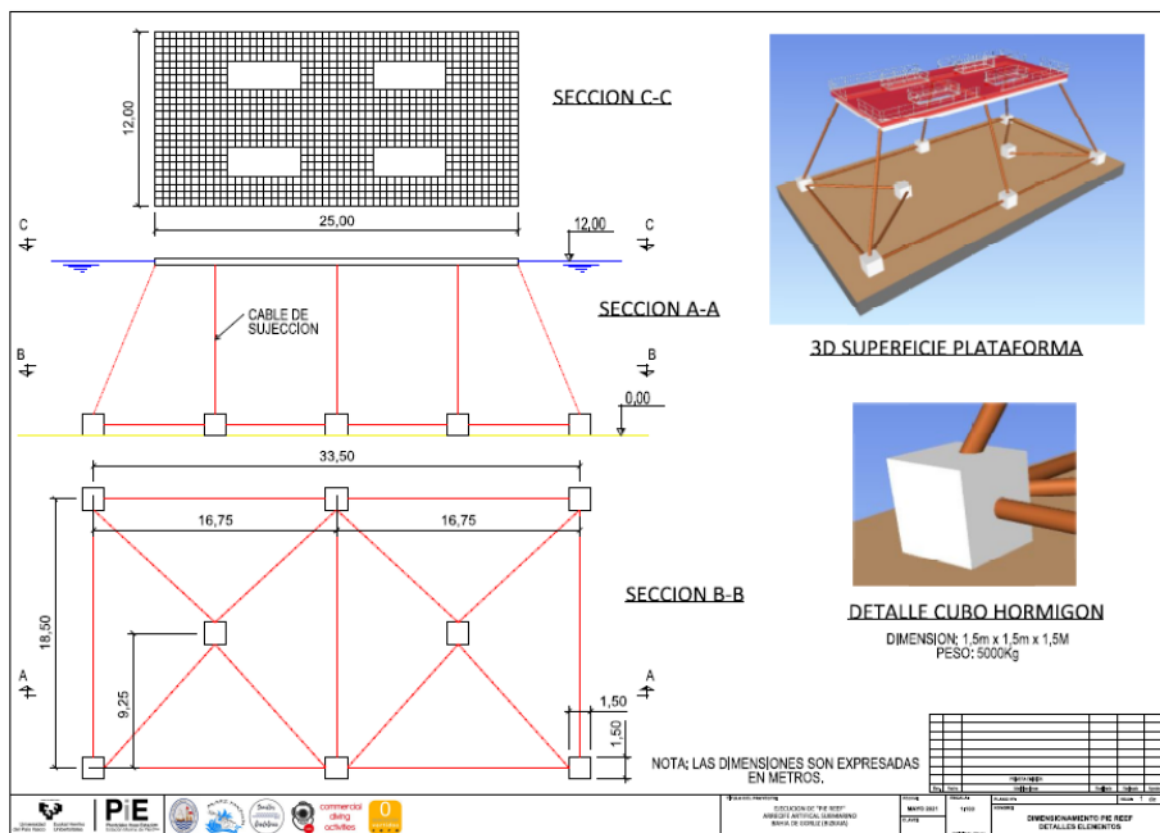


Figura 5: Representación a escala y 3D de la plataforma sumergible

INSTALACIÓN Y DESINSTALACIÓN

Para la colocación de los bloques se procederá a la adecuación del fondo y colocación de las estructuras, siguiendo las siguientes etapas:

- Preparación de la zona para el fondeo de los módulos, marcado de la posición de cada módulo y preparación de balizamiento de la zona para la instalación.
- Preparación en tierra de la plataforma y los bloques para el remolque.
- Descenso al agua mediante grúa para estiba en el barco para el remolque.
- Remolque de módulo de 1 Tn desde el Puerto de Plentzia hasta el Área del PIE REEF. con barco de trabajo en Lista 5ª
- Descenso controlado del Módulo desde superficie hasta los 21 metros de profundidad con buzos cumpliendo con el RD 550/2020.
- Posicionamiento en el fondo de los bloques en el fondo con buzos, mediante elevación, tracción y colocación en el área seleccionada para cada uno (estable frente a tormentas).

- Instalación de los cabos, boyas y unión de la plataforma a todos los elementos de fijación.

Para la desinstalación se trabajará con barco en Lista 5ª y siguiendo la norma RD 550/2020. Se comenzará con la desinstalación de los bloques “mooring”, una vez retirados todos los elementos de estudio se comenzará con la desinstalación de los elementos siguiendo los pasos siguientes:

- Desinstalación de los cabos, boyas y unión de la plataforma a todos los elementos de fijación.
- Reflote de los bloques en el fondo con buzos, mediante elevación.
- Remolque de módulo de 1 Tn desde el Área del PiE REEF al Puerto de Plentzia con barco de trabajo en Lista 5ª
- Elevación mediante grúa para estiba desde el barco para el remolque.

OBJETIVOS

Con este proyecto, se pretende, por un lado y a corto plazo, implantar un arrecife artificial eco-diseñado cerca de la cala Errotatxu dentro del compromiso que este proyecto tiene en relación con la restauración, mejora y gestión para la conservación de hábitats marinos. Por otro lado, y a largo plazo, ser una estación de referencia para formación y/o de estudios científicos, sirviendo para:

- Formación. Implementar prácticas innovadoras en una gran variedad de los módulos de los Masteres Erasmus Mundus impartido en el PiE-UPV/EHU y en cursos de verano relacionados con la salud del medio ambiente y su biodiversidad.
- Científicas. Crear sinergias y atraer proyectos e investigadores internacionales para el desarrollo de proyectos en el entorno del PiE REEF. Servirá para el desarrollo de experimentación de alto nivel que requiera disponer de bancos de ensayo en el medio marino. Aportará datos oceanográficos en tiempo real que serán compartidos mediante Open Access en el futuro portal de visualización de datos de la Estación Marina de Plentzia.
- Economía circular. La renovación de los moluscos adheridos a los bloques genera un tipo de residuo (conchas con elevado contenido en carbonato) que pueden ser la base para el material de construcción de los módulos del arrecife o ser utilizadas para el sector de

ARRECIFE ARTIFICIAL PiE-REEF

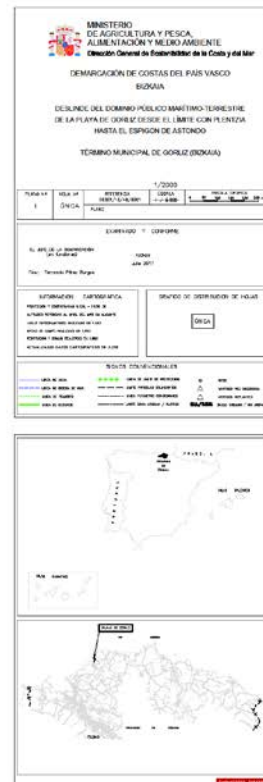
la construcción como alternativa a la explotación de materias primas (canteras de calizas y dolomías).

- Ecoturismo, ecosostenible. Se dinamizará y exteriorizará todo lo que sucede debajo del mar, para darlo a conocer en la superficie, donde todas las actitudes que se realicen en este entorno sean respetuosas con el medio ambiente.
- Zona restringida. Inicialmente se pretende balizar la zona para evitar la pesca y que se afecten tanto las estructuras del emplazamiento y las instalaciones del emisario. El acceso a la zona será restringido y sólo se realizará con el visto bueno del Ayuntamiento de Gorliz.
- Transferencia. Trasladar la idea a cualquier otra zona del mundo, con unas características similares del entorno del arrecife artificial.

Las actuaciones previstas están relacionadas con varios Objetivos de Desarrollo Sostenible, siendo el principal el ODS 14 Vida Submarina, pero actuando también sobre el ODS 11 Ciudades y Comunidades Sostenibles, ODS 6 Agua Limpia y Saneamiento y ODS 12 Producción y Consumo Responsable.

11. ANEXO 2.

DESLINDE



Plano de situación del deslinde

12. ANEXO 3.

Informe Preliminar de impacto ambiental (EPIA)

1. Introducción

El Informe Preliminar de impacto ambiental (EPIA) está basado en el estudio de los posibles impactos ambientales que la actividad pudiera generar y el análisis de otras fuentes de información disponibles. Este documento incluye la identificación de los posibles problemas ambientales que la actividad pudiera generar y sus soluciones.

2. Marco Legal

La Ley 10/2021, de 9 de diciembre, de Administración Ambiental de Euskadi en el Título Quinto: Evaluación Ambiental, Capítulo I: Disposiciones comunes a la evaluación ambiental estratégica y a la evaluación de impacto ambiental en su Artículo 60.– Evaluación ambiental recoge que “*Los planes, programas y proyectos deberán someterse al correspondiente procedimiento de evaluación ambiental de forma previa a su aprobación, autorización o adopción definitiva por parte de la Administración pública competente. En el caso de los proyectos sujetos a declaración responsable o comunicación previa, la evaluación ambiental deberá realizarse de forma previa a que dicha declaración o comunicación surta efectos en el sentido de habilitar para la ejecución del proyecto.*” y que “*La evaluación ambiental tendrá carácter instrumental respecto del procedimiento administrativo de aprobación o adopción de los planes y programas y respecto del procedimiento de autorización o aprobación de los proyectos o, en su caso, respecto de la actividad administrativa de control de los proyectos sometidos a comunicación previa o a declaración responsable.*”

Asimismo en el Artículo 62.– Competencias se establece que: “*Corresponde al órgano ambiental de la Comunidad Autónoma del País Vasco la emisión de las declaraciones e informes con los que concluyen los procedimientos de evaluación ambiental, sin perjuicio de las competencias atribuidas a la Administración general del Estado por la normativa básica.*” y en el Artículo 64.– Capacidad técnica y responsabilidad que “*El promotor o la promotora garantizará que los documentos técnicos necesarios para las evaluaciones ambientales sean realizados por personas que posean la capacidad técnica suficiente, de conformidad con las normas sobre cualificaciones profesionales y de la educación superior, y que tengan la calidad y exhaustividad necesarias para cumplir las exigencias de esta ley y, en su caso, para ajustarse al alcance de la evaluación establecido por el órgano ambiental. Con esta finalidad deberá identificarse a la persona o personas autoras indicando su titulación y, en su caso, profesión regulada. Además, deberá constar la fecha de conclusión del documento y la firma de la persona o personas autoras.*”

El Artículo 22.– Consultas previas de la Ley 10/2021, de 9 de diciembre, de Administración Ambiental de Euskadi dice que *“Con anterioridad al inicio de los procedimientos relativos a los regímenes de intervención ambiental, la persona física o jurídica promotora de la actividad podrá solicitar al órgano competente para su tramitación información sobre los requisitos administrativos y técnicos de dicho procedimiento.”*

3. Descripción de la actividad

El **objetivo general** del proyecto PiE-REEF es la implantación de un arrecife artificial, con efectos beneficiosos para el incremento de la biodiversidad de la zona. Además, su uso como zona experimental en el marco de Infraestructura Europea de Recursos Biológicos Marinos (EMBRC; <https://www.embrc.eu/>) de la que forma parte el PiE-UPV/EHU como representante del nodo español, y otras 24 estaciones Marinas EUROPEAS, permitirá atraer proyectos e investigadores internacionales, realizar investigación marina de alto nivel y desarrollar de diferentes proyectos educativos/formación y de diseminación (ciencia social).

Los **objetivos específicos** que se persiguen con la implantación de arrecifes artificiales en la zona de la Bahía de Plentzia son varios:

- Desarrollar estructuras que sirvan como arrecife artificial ecodiseñadas: construcción de arrecifes de hormigón mezclado con diferentes proporciones de carbonato cálcico recuperado de conchas de bivalvo en línea con las estrategias actuales de **Economía Circular**.
- Facilitar el desarrollo de proyectos de **investigación**, siendo el arrecife la plataforma experimental perfecta para la observación de determinados procesos de recuperación de ecosistemas y otro tipo de experimentación marina y marítima.
 - Realizar un seguimiento de la sucesión ecológica de la aparición de nuevas especies en el arrecife (aumento de la **biodiversidad** marina).
 - Determinar la evolución del estado de salud del emplazamiento y de los posibles niveles de contaminantes de especial interés tales como contaminantes emergentes y microplásticos en mejillones introducidos en cajas (**active biomonitoring**).
 - Desarrollo de experimentación de alto nivel en el medio ambiente real en condiciones controladas y monitorizadas (experimentación *in situ*).

- O Atraer proyectos e investigadores internacionales (**Internacionalización y visibilidad**).
- O Obtener datos oceanográficos en tiempo real que serán compartidos mediante *Open Access* en el futuro portal de visualización de datos de la Estación Marina de Plentzia (**digitalización**).
- Facilitar el desarrollo de prácticas *in situ* para los módulos de los Masteres Erasmus Mundus “Marine Environment (MER)”, “Environmental Contamination and Toxicology (ECT)” y “Marine Biological Resources (IMBRSeas)” (**formación**)
- Explorar la posibilidad de crear zonas acotadas y protegidas para el buceo y así aumentar la actividad económica de la zona (**economía verde**)
- La atracción de investigadores durante todo el año (fuera de la época estival) puede ser un importante tractor de la **economía local** (alojamientos, restauración...).
- Apoyo a la implantación de proyectos de educación y **concienciación** ambiental que permitan la formación de los ciudadanos para lograr un valor añadido bajo el lema “conocer para respetar”.

La instalación estaría conformada por dos elementos diferentes, los bloques de fondeo o “mooring” y la plataforma sumergible. Ambos estarán unidos por cabos y cadenas que aumentarán la superficie de fijación de vida marina. Los bloques serán poliédricos, de superficie rugosa, fabricados a partir de una mezcla de hormigón y carbonato cálcico. Estarán sumergidos en el lecho marino y servirán para la fijación de fauna y flora marina, y de sostén para la estabulación de moluscos bivalvos, los cuales actuarán como animales filtradores y bioindicadores.

4. Descripción del estado pre-operacional

4.1 Marco geográfico

La Bahía de Plentzia ($43^{\circ}25'8.04''N$, $2^{\circ}56'46''W$) está situada al final de la ría de Plentzia e incluye a las playas de Plentzia y Gorliz (Figuras 2A, 2B). Gracias a su forma de concha protege las playas de las corrientes marinas. El fondo arenoso en la entrada de la Cala Errotatxu es la zona elegida para la colocación de las estructuras del arrecife artificial a 15-18 m de profundidad (Figura 2C).

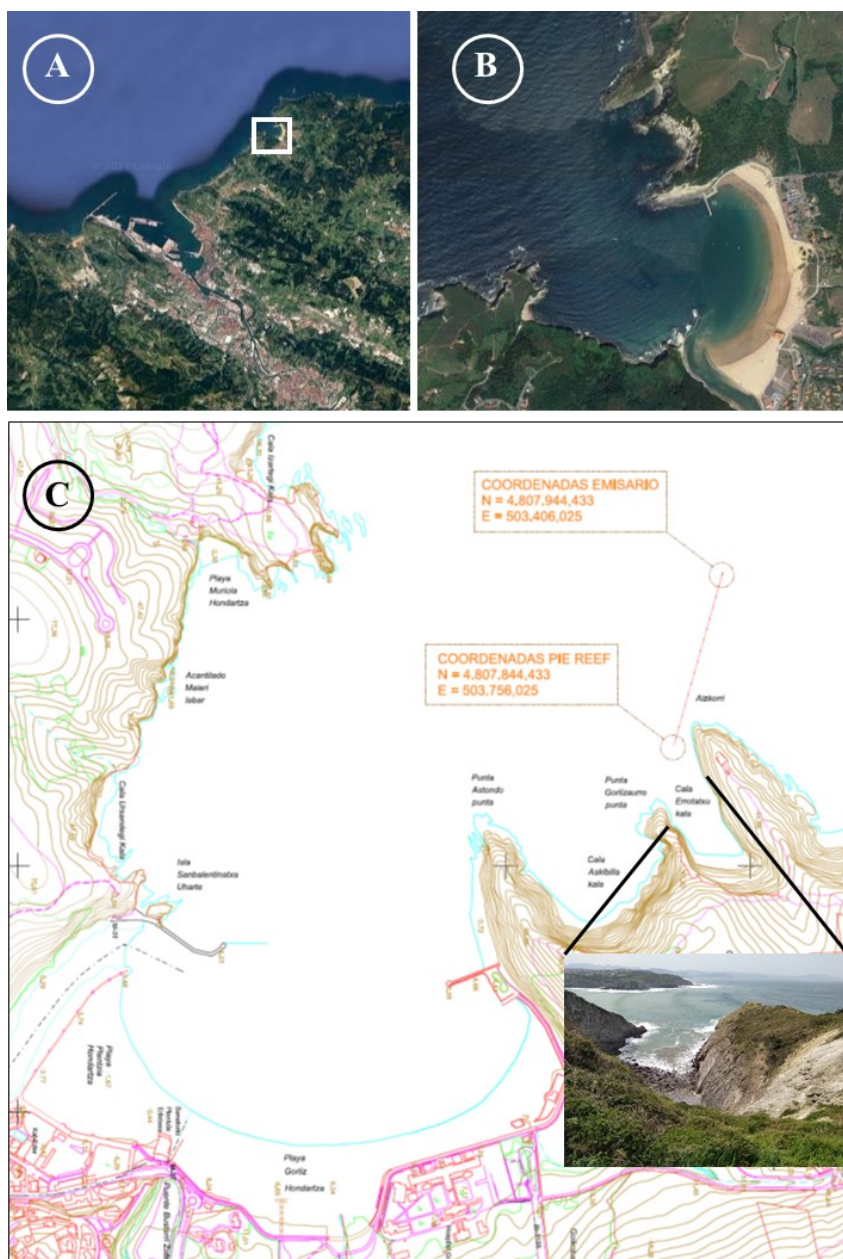


Figura 6: - A) Localización de la Bahía de Plentzia (cuadrado) al Este del Abra de Bilbao. (B) Detalle de la Bahía de Plentzia (C) Lugar donde se colocará el arrecife con un detalle de la cala de Errotatxu.

El punto de instalación de los arrecifes artificiales eco-diseñados se integra en el espacio marítimo Ría de Mundaka-Cabo de Ogoño (BBE/ZEPA/SPA, Código: ES0000490) perteneciente a la Red Natura 2020 (Figura 3).



Figura 7: Espacio marítimo Ría de Mundaka-Cabo de Ogoño

4.2 Medio abiótico

Tal y como se ha descrito la instalación consiste en una estructura flotante, no existe proyección altimétrica en la ubicación de la misma, considerándose como situada a nivel del mar.

En cuanto a las características climáticas del emplazamiento, se corresponde con un clima templado oceánico, regulado por el Cantábrico, que garantiza la uniformidad de las variables atmosféricas. Las características principales de este clima son: leves oscilaciones térmicas, repartición homogénea de las precipitaciones a lo largo del año y escasez relativa de heladas.

Dada la posición en el interior del cantábrico la zona queda, menos expuesta a las borrascas que, principalmente en invierno, recorren el occidente europeo impulsados desde capas altas de la atmósfera por los vientos del oeste y las corrientes.

Las mareas astronómicas son del tipo semidiurnas en el Cantábrico, por lo tanto, se producen 2 mareas cada 24 horas.

En cuanto al medio marino, de importancia capital para este proyecto, destacamos la existencia de olas de una altura media anual de entre 1-1.5 metros (figura 4) y principalmente con dirección noroeste (Puertos del Estado, punto SIMAR 3156034)

PERIODO : Anual

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - Jul. 2021

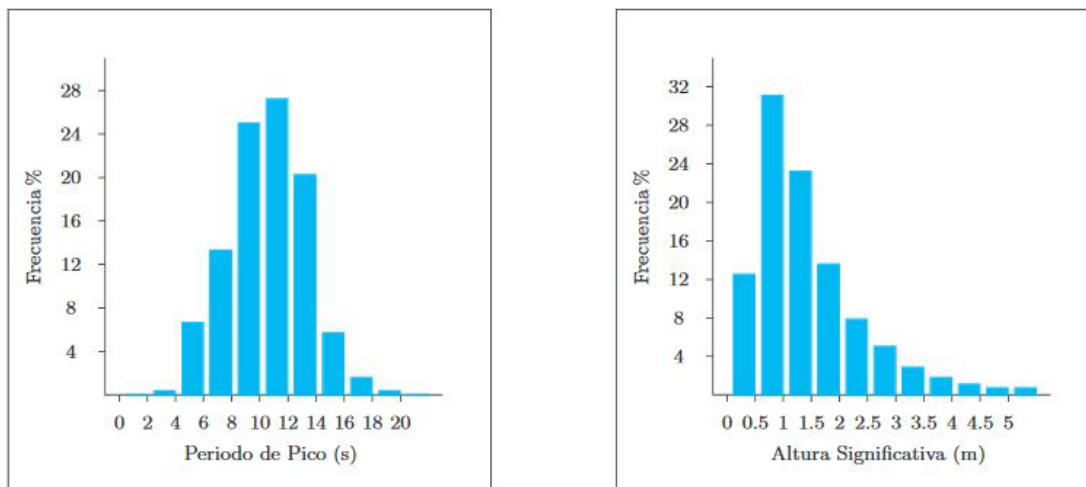


Figura 8: Datos de oleaje anuales del punto SIMAR 3156034 de Puertos del Estado

4.3 Medio biótico

El espacio marino Ría de Mundaka-Cabo de Ogoño se extiende a lo largo de unos 30 km de franja marina litoral. Este espacio ha sido declarado por su importancia como franja marina asociada a varias colonias de cría de paíño europeo (*Hydrobates pelagicus*) y cormorán moñudo (*Phalacrocorax aristotelis aristotelis*) establecidas a lo largo de todo el sector costero e islotes. El espacio se caracteriza por sus aguas poco profundas en el contexto del cantábrico oriental, donde el cormorán moñudo consigue explotar sus recursos tróficos a mayor distancia de la costa. La zona es importante también para una gran diversidad de aves marinas migratorias, entre las que destacan, por su importancia, la pardela balear (*Puffinus mauretanicus*) y el alcatraz atlántico (*Morus bassanus*).

Entre las especies presentes en estas aguas cabe destacar los cetáceos, en concreto calderón común (*Globicephala melas*), delfín listado (*Stenella coeruleoalba*), delfín mular (*Tursiops truncatus*), delfín común (*Delphinus delphis*) y marsopa (*Phocoena phocoena*), de los cuales *Tursiops truncatus* y *Phocoena phocoena* están incluidas en el Anexo I de la directiva Habitats (Directiva 92/43 del Consejo) como especies de especial protección, junto con otras como *Petromyzon marinus* (en Anexo II). A continuación (figura 4), se muestran las especies de peces presentes en estas aguas:



Figura 9: Principales especies de peces presentes en el espacio marítimo Ría de Mundaka-Cabo de Ogoño

4.4 Medio socioeconómico

La comarca de Uribe (Vizcaya, País Vasco) es una de las 7 comarcas en las que se divide el territorio de Bizkaia. Está formada por veintitrés municipios y cuenta con una población cercana a los 150.000 habitantes. Abarca dos valles paralelos: el Valle de Asúa y el Butrón, y una franja costera. Se le asocia, históricamente, al nombre de comarca de Plencia–Munguía y con el área metropolitana de Bilbao

En base a los datos del Instituto Vasco de estadística (figura 6), la economía de la comarca de Uribe está principalmente basada en el sector servicios (65´4%) y en el sector industria, principalmente la manufacturera (24%). Por el contrario, el sector primario tiene una importancia menor en la región (1.1%).

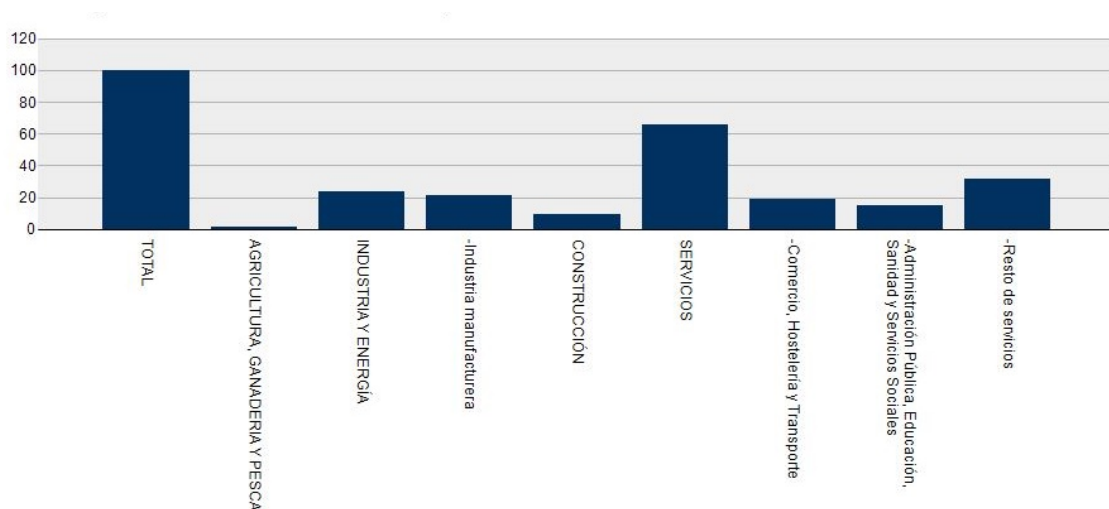


Figura 10: Valor añadido bruto (VAB) en la comarca de Plentzia-Mungia, 2019

5 Identificación de los posibles efectos ambientales adversos y sus posibles soluciones

Para la identificación de las alteraciones que se vayan a ocasionar en cada una de las fases del proyecto, se tendrán en cuenta aquellos impactos relacionados con los siguientes puntos:

- Recursos naturales que emplea la actividad.
- La liberación de sustancias, energía o ruido en el medio.
- Los hábitats y elementos naturales singulares.
- Las especies amenazadas de la flora y de la fauna.
- Los equilibrios ecológicos.
- El paisaje.

Se consideran los impactos ambientales referentes a recursos naturales que emplea la actividad, y liberación de sustancias, ruido o energía al medio.

5.1. Durante la instalación:

5.1.1 Ruido

Descripción del impacto:

El ensamblaje de los bloques y sus componentes durante su instalación pueden generar ruidos que pudieran ser considerados como contaminación acústica, debido al empleo de maquinaria de diversa índole.

Valoración del impacto: Nulo

Justificación:

- 1- El diseño de los bloques, que son piezas modulares, facilita la instalación con independencia de maquinaria pesada o ligera que pueda suponer un impacto sonoro.

5.1.2 Levantamiento de fondos

Descripción del impacto:

Durante la fijación al fondo, la colocación de los muertos podría tanto alterar la estructura y biota del sedimento, así como levantar una nube de partículas que la corriente puede desplazar, apantallando la luz y afectando, temporalmente, a los ecosistemas circundantes.

Valoración del impacto: Leve

Justificación:

- 1- El poco volumen de los muertos empleados en esta operación provocaría un débil y momentáneo levantamiento de los fondos.

Medidas de mitigación del impacto:

- 1- Empleo de buzos para el posado de los muertos de forma suave.

5.2 Durante la operación

5.2.1 Ruido

Descripción del impacto: Se prevé ruido durante la instalación de los bloques por la actividad del barco.

Valoración del impacto: Leve

Justificación:

- El poco tiempo de la instalación de los bloques.

ARRECIFE ARTIFICIAL PIE-REEF

Medidas de mitigación del impacto:

- 1- Minimizar el tiempo de actividad del barco y la grúa.
- 2- Empleo de buzos para el posado de los muertos de forma suave.

ARRECIFE ARTIFICIAL PiE-REEF

En Gorliz, a 15 de marzo de 2023

Informe firmado por:

Manuel Soto

Subdirector de PiE-UPV/EHU

Estitxu Arantzamendi

Asesoría Agenda 2030 – Ayuntamiento de Gorliz