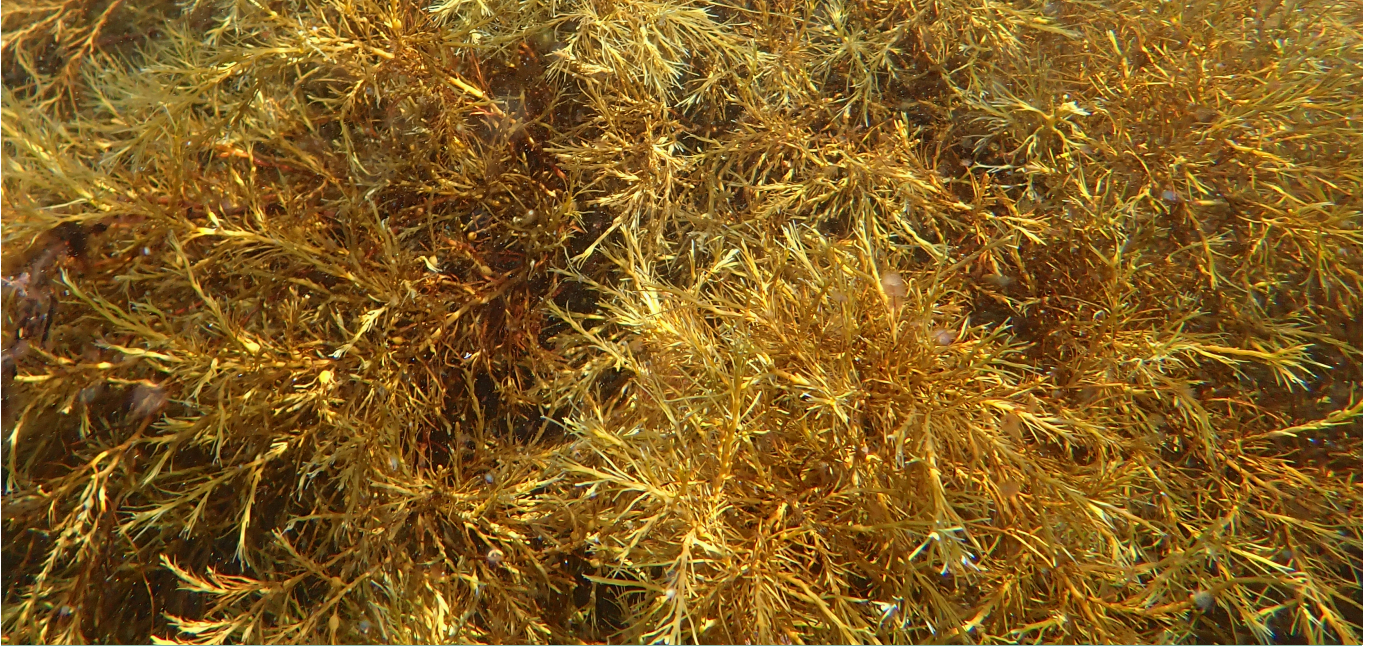


eman ta zabal zazu



UPV EHU

EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LAS COMUNIDADES BENTÓNICAS DE SUSTRATO ROCOSO DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE URDAIBAI EN RESPUESTA A LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN INTEGRAL DE SANEAMIENTO DE BUSTURIALDEA. CAMPAÑA 2022



INFORME para



Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa
Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia

Autores:

Director del proyecto: **Dr. Endika Quintano Erraiz**

Dpto. Biología Vegetal y Ecología

Dr. Endika Quintano Erraiz
Dr. José María Gorostiaga Garai
Dra. Isabel Díez San Vicente
Dra. Nahiara Mugerza Latorre

Dpto. Zoología y Biología Celular Animal

Dr. José Ignacio Saiz Salinas
Dra. María Bustamante González
Dr. F. Javier Tajadura Martín

Bilbao, 31 de marzo de 2023

Si procede este documento deberá ser citado del siguiente modo:

Quintano E., Gorostiaga J.M., Díez I., Muguerza N., Saiz-Salinas J.I., Bustamante M., Tajadura F.J. 2022. Evaluación del Estado Ecológico de las comunidades bentónicas de sustrato rocoso de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai en respuesta a la implementación del Plan Integral de Saneamiento de Busturialdea. Campaña 2022. Informe para el Consorcio de Aguas Bilbao-Bizkaia/Bilbao-Bizkaia Ur Patzuergoa. 170 pp.

ÍNDICE

RESUMEN	1
1. ANTECEDENTES	5
2. INTRODUCCIÓN	7
3. OBJETIVOS	11
4. COLUMNA DE AGUA	13
4.1. MATERIALES Y MÉTODOS	13
4.1.1. Situación de las estaciones de muestreo y obtención de las muestras	13
4.1.2. Métodos analíticos	14
4.1.2.1. Variables medidas <i>in situ</i>	14
4.1.2.2. Variables medidas en laboratorio	15
4.1.2.3. Variables derivadas	16
4.1.3. Metodología para la valoración de la calidad fisicoquímica del agua	17
4.2. RESULTADOS	18
4.2.1. Temperatura, pH y salinidad	18
4.2.2. Oxígeno disuelto	20
4.2.3. Condiciones ópticas	20
4.2.4. Turbidez	21
4.2.5. Sólidos en suspensión	22
4.2.6. Nutrientes inorgánicos disueltos	24
4.2.7. Estado de calidad fisicoquímica	26
4.3. DISCUSIÓN	27
5. COMUNIDADES BIOLÓGICAS	29
5.1. MATERIALES Y MÉTODOS	29
5.1.1. Red de vigilancia y estrategia de muestreo	29
5.1.2. Variables biológicas estudiadas	31
5.1.3. Tratamiento estadístico de los datos	32
5.1.4. Valoración del estado ecológico de las comunidades	32
5.2. RESULTADOS	34
5.2.1. COMUNIDADES ESTUÁRICAS	34
5.2.1.1. MACROALGAS	34
5.2.1.1.1. Localidad Portuondo	34
<i>Flora intermareal</i>	34
5.2.1.1.2. Localidad Laida	35
<i>Flora intermareal</i>	35
5.2.1.1.3. Diferencias espacio-temporales de la vegetación estuárica	37
<i>Parámetros estructurales</i>	37
<i>Similitud florística entre las estaciones</i>	39

5.2.1.1.4. Discusión	40
5.2.1.2. MACROINVERTEBRADOS	42
5.2.1.2.1. Localidad Portuondo	42
<i>Fauna intermareal</i>	42
5.2.1.2.2. Localidad Laida	44
<i>Fauna intermareal</i>	44
5.2.1.2.3. Diferencias espacio-temporales de la fauna estuárica	46
<i>Parámetros estructurales</i>	46
<i>Similitud faunística entre las estaciones</i>	48
5.2.1.2.4. Discusión	49
5.2.2. COMUNIDADES MARINAS	51
5.2.2.1. MACROALGAS	51
5.2.2.1.1. Localidad Punta Murgoa	51
<i>Flora intermareal</i>	51
<i>Flora submareal</i>	53
5.2.2.1.2. Localidad Iزارo	54
<i>Flora submareal</i>	54
5.2.2.1.3. Localidad Antzoras	55
<i>Flora intermareal</i>	55
<i>Flora submareal</i>	57
5.2.2.1.4. Diferencias espacio-temporales de la vegetación marina	59
<i>Parámetros estructurales de la vegetación intermareal</i>	59
<i>Similitud florística entre las estaciones del intermareal</i>	61
<i>Parámetros estructurales de la vegetación submareal</i>	62
<i>Similitud florística entre las estaciones del submareal</i>	64
5.2.2.1.5. Discusión	66
5.2.2.2. MACROINVERTEBRADOS	69
5.2.2.2.1. Localidad Punta Murgoa	69
<i>Fauna intermareal</i>	69
<i>Fauna submareal</i>	70
5.2.2.2.2. Localidad Iزارo	72
<i>Fauna submareal</i>	72
5.2.2.2.3. Localidad Antzoras.....	73
<i>Fauna intermareal</i>	73
<i>Fauna submareal</i>	74
5.2.2.2.4. Diferencias espacio-temporales de la fauna marina	76
<i>Parámetros estructurales de la fauna intermareal</i>	76
<i>Similitud faunística entre las estaciones del intermareal</i>	78
<i>Parámetros estructurales de la fauna submareal</i>	79
<i>Similitud faunística entre las estaciones del submareal</i>	81
5.2.2.2.5. Discusión	82
5.3. EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LAS COMUNIDADES EN EL CONTEXTO DE LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA 2000/60/CE	84
6. DISCUSIÓN GENERAL	87
7. CONCLUSIONES	97
8. BIBLIOGRAFÍA	99

ANEXO	107
COMUNIDADES ESTUÁRICAS	107
INVENTARIOS DE MACROALGAS	107
INVENTARIOS DE MACROINVERTEBRADOS	109
TABLAS DE COBERTURA	111
<i>Macroalgas</i>	111
<i>Macroinvertebrados</i>	114
LISTA DE LOS TAXONES REGISTRADOS	117
COMUNIDADES MARINAS	119
INVENTARIOS DE MACROALGAS	119
INVENTARIOS DE MACROINVERTEBRADOS	126
TABLAS DE COBERTURA	130
<i>Macroalgas</i>	130
<i>Macroinvertebrados</i>	139
LISTA DE LOS TAXONES REGISTRADOS	146
ANEXO FOTOGRÁFICO	151

RESUMEN

En el transcurso de la ejecución de las últimas fases del Plan Integral de Saneamiento de Busturialdea, las aguas residuales procedentes de Gernika-Lumo fueron conducidas a la EDAR comarcal de Lamiaran para su tratamiento el 5 de julio de 2021. Con esta actuación, la calidad de las aguas del estuario del Oka y de su costa adyacente ha mejorado notablemente y cabe esperar una respuesta positiva de las comunidades biológicas.

El Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia/Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa (CABB) gestiona el ciclo integral del agua de 16 municipios de la Comarca de Busturialdea. En 2022 acordó un convenio de colaboración con la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU) para realizar el estudio “Evaluación del estado ecológico de las comunidades bentónicas de sustrato rocoso de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai en respuesta a la implementación del Plan Integral de Saneamiento de Busturialdea”, dando así continuidad al acuerdo de colaboración establecido previamente (2020, 2021) con el Consorcio de Aguas de Busturialdea/Busturialdeko Ur Partzuergoa. Los objetivos de este estudio son evaluar el estado ecológico de las comunidades bentónicas de sustrato rocoso y de la calidad de la columna de agua en la desembocadura del estuario del Oka, así como realizar la valoración del estado ecológico de las aguas (EcoQ) de acuerdo a la Directiva Marco del agua (2000/60/CE) (DMA) en respuesta a la implementación de las etapas finales del Plan Integral de Saneamiento de Busturialdea.

El presente informe recoge la información actualizada para el año 2022 y la compara con los registros de las campañas precedentes (2020 y 2021).

Para la valoración del estado ecológico de las aguas (EcoQ) se han considerado elementos de calidad fisicoquímicos y biológicos. Concretamente, se han medido y evaluado las condiciones fisicoquímicas generales de la columna de agua (pH, salinidad, temperatura, oxígeno disuelto, nutrientes, turbidez, sólidos en suspensión y transparencia del agua) y la composición y estructura de las comunidades biológicas de algas e invertebrados de sustrato duro (riqueza y densidad específica, cobertura de las especies, grupos morfo-funcionales de algas y diferentes grupos tróficos de la fauna).

La red de muestreo para valorar la calidad de la columna del agua abarca un total de 3 localidades marinas: Punta Murgoa, Izaro y Antzoras. En 2022, se llevaron a cabo dos campañas de muestreo durante el periodo estival. El oxígeno disuelto, la salinidad, la temperatura, el pH y radiación fotosintéticamente activa fueron medidas *in situ*, mientras que se tomaron muestras de agua para el posterior análisis en el laboratorio de la turbidez, los sólidos en suspensión y los nutrientes inorgánicos disueltos.

La red de muestreo de las comunidades biológicas se localiza en el tramo exterior del estuario del Oka y en la costa marina adyacente a su desembocadura. Se compone de cuatro localidades (dos de carácter estuárico: Portuondo y Laida; dos de carácter marino: Punta Murgoa y Antzoras) para el estudio de las comunidades intermareales, y de tres localidades (Punta Murgoa, Izaro y Antzoras) para las comunidades submareales. Cada localidad queda representada por dos estaciones de muestreo. En cada una de las

estaciones intermareales se estudiaron las comunidades en dos niveles de marea (+0,75 m y +1,25 m), mientras que en las estaciones submareales se estudiaron a un único nivel de profundidad (-5 m). Como resultado, se muestrearon en la campaña de 2022 un total de 144 superficies en la zona intermareal y 54 en la zona submareal.

En cuanto a la calidad de las aguas, los resultados de las variables fisicoquímicas estudiadas indican que la pluma del río Oka no ocasionó durante el periodo estival de 2022 alteraciones relevantes en la calidad de la masa de agua de la costa adyacente al estuario. Según el índice PCQI, las tres localidades muestreadas (Punta Murgoa, Izaro y Antzoras) presentaban un estado fisicoquímico 'Muy Bueno'. Por lo tanto, el área costera adyacente a la desembocadura del río Oka cumple con los objetivos de la DMA.

Con respecto a las comunidades estuáricas, la vegetación ha permanecido relativamente estable en el último periodo 2021-2022, con valores de diversidad y cobertura algal bajos. Se ha registrado un descenso de la riqueza específica en la mayoría de las estaciones, que puede ser interpretado dentro de la propia variabilidad temporal natural de estas comunidades. La vegetación estaba formada por especies de naturaleza cespitosa como *Caulacanthus ustulatus*, *Vertebrata reptabunda* y *Gelidium pusillum*, junto con la ceramiácea de distribución cosmopolita *Centroceras clavulatum*, ciertas cianofíceas, clorófitos y especies incrustantes de morfología compleja como *Ralfsia verrucosa*, *Hildenbrandia rubra* y *Phymatolithon lenormandii*. Los bajos valores de riqueza y densidad de especies, la baja cobertura algal y la ausencia de fucoideas y otras algas (ej. género *Gracilaria*) sugieren que el tramo más externo del estuario del Oka continúa con una alteración ambiental entre leve y moderada.

Las comunidades de macroinvertebrados de las localidades estuáricas han mostrado una evidente influencia de la materia orgánica presente en la pluma fluvial de las aguas del río Oka. Este aspecto ha favorecido el desarrollo de una comunidad biológica representada principalmente por los invertebrados de naturaleza filtradora *Crassostrea* sp. que han dominado sobre otras estrategias tróficas como los herbívoros y sobre la comunidad algal. Las dos localidades estudiadas presentaban una comunidad faunística similar y típica de ambientes estuarinos, con altos valores de cobertura y bajos de riqueza, en comparación con las comunidades de zonas marinas de costa. No obstante, la presencia de diversas especies como el anélido omnívoro *Eulalia viridis*, el molusco herbívoro *Patella* spp., el gasterópodo carnívoro *Ocenebra erinaceus* y el bivalvo perforante *Rocellaria dubia*, revelan la influencia marina, especialmente en la localidad de Portuondo, la más externa de las dos localidades estuáricas. En cuanto a los cambios temporales, en el periodo 2020-2022 cabe destacar el aumento de la riqueza y densidad faunística en Laida y en Portuondo, resultados positivos que refleja un menor estrés ambiental.

En relación a las comunidades marinas, la vegetación de la zona intermareal de Punta Murgoa ha permanecido relativamente estable en el último bienio 2021-2022, mientras que en Antzoras la cobertura de algas perennes de morfología compleja ha aumentado, reflejando una evolución positiva de la comunidad. La riqueza y la densidad de especies en la zona intermareal del área de estudio en su conjunto ha disminuido. Ambas variables biológicas presentan de forma natural una variación temporal elevada y cambios como el registrado pueden ser interpretados dentro de la variabilidad natural. Será de especial interés su seguimiento para descartar una tendencia decreciente, ya que un descenso mantenido en el tiempo sería reflejo de alguna alteración ambiental. Haciendo una valoración global, el fitobentos intermareal del área de estudio presenta un estado de

alteración leve, el cual viene reflejado principalmente por el moderado desarrollo de las poblaciones de especies perennes de gran porte. Con respecto a la vegetación de la zona submareal, los resultados de 2022 sugieren que el desarrollo del Plan Integral de Saneamiento de la Comarca de Busturialdea podría estar teniendo los primeros efectos positivos sobre el ecosistema costero, como son el aumento de la diversidad en las comunidades de Punta Murgoa e Izaro y el desarrollo de los bosques de *Gongolaria baccata* en los fondos de Antzoras. Por otra parte, la presencia de *G. baccata* y *Ericaria selaginoides* en Izaro, y de *Gelidium corneum* en Punta Murgoa, aunque testimonial, es importante para la restauración potencial de la copa de macroalgas en un futuro. No obstante, la vegetación submareal de Izaro (compuesta por algas calcáreas con un fuerte recubrimiento de epífitos anuales) y la de Punta Murgoa (donde la especie más abundante es la calcárea incrustante *Mesophyllum lichenoides*) continúa con el estado de alteración moderado que presentaba en 2020.

Los resultados de la fauna sugieren que las comunidades intermareales y submareales del área de estudio presentan un estado de alteración entre leve y moderado. En la zona intermareal presentan en general abundancias bajas de invertebrados herbívoros, especies clave en el funcionamiento del ecosistema intermareal; sin embargo, la riqueza y densidad de invertebrados es similar a la de tramos costeros no alterados. En el periodo 2020-2022 la fauna intermareal de la zona marina del área de estudio ha mostrado cambios que se enmarcan dentro de la variabilidad natural típica de estas comunidades y su estado de conservación permanece estable. En el periodo 2020-2022 los fondos submareales del área de estudio se han caracterizado por presentar un pobre desarrollo del zoobentos, con valores de abundancia faunística y de invertebrados epífitos bajos, especialmente en Punta Murgoa e Izaro. A lo largo de la serie temporal las comunidades faunísticas de Izaro han permanecido estables. En Punta Murgoa, la cobertura y diversidad continúa sin recuperarse en 2022 tras el retroceso registrado en la Campaña 2021. En Antzoras, la localidad mejor conservada, destacan las oscilaciones en la cobertura, densidad y riqueza de invertebrados a lo largo de los años, lo que denota la inestabilidad de sus comunidades. Frente a la mejora de la calidad del agua como consecuencia de la implementación del Plan Integral de Saneamiento de la Comarca de Busturialdea cabría esperar un aumento de herbívoros en la zona intermareal, y un aumento de la abundancia y diversidad animal en la zona submareal.

En el contexto de la DMA y considerando conjuntamente las macroalgas y los invertebrados, se concluye que en 2022 las comunidades intermareales de sustrato duro del tramo más externo del estuario del Oka (Laida y Portuondo), clasificadas con estado ecológico 'Moderado' mediante juicio de experto, no alcanzarían los objetivos de la DMA. Sin embargo, las comunidades intermareales de la costa marina adyacente (Pta Murgoa y Antzoras), clasificadas con estado ecológico 'Muy Bueno' según el índice RICQI, sí cumplen con los objetivos. Respecto a las comunidades submareales y de acuerdo al juicio de experto, las situadas en Izaro y en Punta Murgoa se mantienen en el estado de "Moderado" y no cumplirían con los objetivos de la DMA; mientras que las dos estaciones de Antzoras alcanzan en 2022 el estado ecológico 'Muy Bueno' y cumplen con los objetivos de dicha directiva.

1. ANTECEDENTES

El estuario del Oka vertebra Urdaibai, un territorio declarado como Reserva de la Biosfera por la UNESCO en 1984. La reserva cuenta con la catalogación de Humedal Ramsar y está integrada en la Red Natura 2000. La comarca de Urdaibai cuenta con una población aproximada de 45.000 habitantes, de los cuales alrededor del 80% se concentra en las villas de Bermeo y Gemika-Lumo, así como con diversas actividades industriales (concentradas principalmente en Gemika-Lumo), construcciones navales, y actividades agrícola-ganaderas y del sector forestalista.

El Consorcio de Aguas de Busturialdea/Busturialdeko Ur Partzuergoa (BUP) gestionaba el ciclo integral del agua de los 16 municipios que conformaban el consorcio hasta su integración el 1 de enero de 2022 en el Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia. En el contexto de la ejecución de las últimas fases del Plan Integral de Saneamiento de Busturialdea, el 5 de julio de 2021 las aguas residuales procedentes de Gemika-Lumo fueron conducidas a la EDAR comarcal de Lamiaran para su tratamiento. Con esta actuación, la calidad de las aguas del estuario del Oka y de su costa adyacente ha mejorado notablemente y cabe esperar una respuesta positiva de las comunidades biológicas.

En este contexto surgió en el año 2020 la propuesta para la elaboración del estudio “Evaluación del estado ecológico de las comunidades bentónicas de sustrato rocoso de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai en respuesta a la implementación del Plan Integral de Saneamiento de Busturialdea. Campaña 2020” entre el BUP y la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU). Los objetivos del estudio inicial eran evaluar el estado ecológico de las comunidades bentónicas de sustrato rocoso y de la calidad de la columna de agua en la desembocadura del estuario del Oka, así como realizar la valoración del estado ecológico de las aguas (EcoQ) de acuerdo a la Directiva Marco del agua (2000/60/CE) (DMA) en la situación previa a la implementación de las etapas finales del Plan Integral de Saneamiento de Busturialdea. El presente informe forma parte del mencionado estudio y recoge la información actualizada para el año 2022. La información obtenida ha sido comparada con los registros de la campañas precedentes (2020-2021).

2. INTRODUCCIÓN

El vertido de las aguas residuales domésticas es considerado uno de los focos contaminantes más extendidos que afectan a los ecosistemas costeros. El incremento de la tasa de crecimiento de los asentamientos urbanos en la costa, y el consiguiente aumento de las aguas residuales que generan, pueden llegar a tener consecuencias drásticas en la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas marinos (Halpern et al., 2007). En este contexto, los estudios de seguimiento ambiental encaminados a evaluar los efectos nocivos de las aguas residuales son esenciales para proteger los ecosistemas marinos y evaluar la eficacia de las medidas de mitigación de los planes de saneamiento.

Cuando las aguas residuales domésticas entran en el medio, aumentan la disponibilidad de nutrientes y materia orgánica. Muchas de las sustancias disueltas que forman parte de las aguas residuales de origen urbano, por su contenido en carbono orgánico, así como en nitrógeno y fósforo, pueden ser utilizadas por las comunidades microbianas y originar cambios no deseables en los ecosistemas acuáticos. Los nutrientes en concentración y proporción adecuada son esenciales para las comunidades del microplancton que forman la base de las redes tróficas en los ecosistemas pelágicos. Sin embargo, un aporte excesivo de nutrientes puede causar un incremento de la producción primaria que resulte perjudicial, tanto para el funcionamiento del ecosistema como para los usos del agua. Este fenómeno se conoce como eutrofización. Asimismo, el alto contenido de materia orgánica de las aguas residuales puede dar lugar a descensos en la concentración de oxígeno disuelto en el agua, como consecuencia del consumo de oxígeno por la respiración microbiana. Una reducción del oxígeno disuelto podría hacer inviable la existencia de numerosas especies. En el medio bentónico, la mayor concentración de nutrientes en el agua promueve el desplazamiento de las macroalgas perennes de crecimiento lento por otras algas efímeras y anuales de crecimiento rápido (Cloern, 2001), mientras que un aumento de materia orgánica supone una ventaja competitiva para los invertebrados filtradores y suspensívoros (Kautsky et al., 1992). Por ello, resulta de interés vigilar las concentraciones de diferentes formas de nutrientes en el agua y del oxígeno disuelto.

Junto al aumento de nutrientes y materia orgánica, las aguas residuales también aumentan la turbidez del agua, lo cual resulta generalmente en un régimen lumínico más bajo que limita la realización de la fotosíntesis de las macroalgas del fondo, y con ello la producción de oxígeno libre (Eriksson et al., 1998; Kautsky et al., 1986). Además, la elevada carga de sólidos en suspensión de las aguas residuales origina un aumento de las tasas de sedimentación. La asfixia por sedimento reduce la disponibilidad de oxígeno y nutrientes, y limita la disponibilidad de sustrato firme para la fijación de esporas y propágulos (Deviny y Volse, 1978; Eriksson y Johansson, 2003), afectando especialmente a las especies con reproducción sexual (Eriksson et al., 1998). Por otra parte, la toxicidad de las aguas residuales ha sido documentada en ensayos de laboratorio (Kevekordes, 2001), sin embargo, los efectos en la naturaleza son difíciles de detectar, ya que su presencia es crónica y con bajas concentraciones, lo cual puede dar lugar a cambios a largo plazo difíciles de separar de la variabilidad espacial y temporal natural (Walker y Kendrick, 1998).

El ecosistema bentónico costero muestra una elevada vulnerabilidad frente a las perturbaciones ambientales anteriormente descritas (Fairweather, 1990). Las macroalgas perennes de gran tamaño que forman el dosel o copa de la vegetación son las primeras algas en retroceder cuando los contaminantes entran en el medio. Estas macroalgas, además de contribuir significativamente a la productividad de la zona costera como un componente esencial de las redes tróficas, juegan un papel central como organismos formadores de hábitats (Harley et al., 2012). El retroceso del dosel de la vegetación conlleva efectos en cascada en el ecosistema, ya que el hábitat tridimensional que ofrece es aprovechado eficazmente por otros organismos, albergando comunidades animales de gran valor ecológico y comercial (Bustamante et al., 2014; Voerman et al., 2013). Así, la pérdida de macroalgas repercute de forma negativa en la biodiversidad, afectando a la estabilidad y resiliencia de las comunidades bentónicas.

Con objeto de evitar los efectos adversos en el medioambiente derivados de la contaminación, se estableció la Directiva sobre el Tratamiento de Aguas Residuales Urbanas (91/271/CEE) para mitigar los efectos de las aguas residuales. A través de esta directiva la Unión Europea estableció en 1991 la necesidad de depuración de las aguas fecales, antes del fin del año 2000 para aquellas aglomeraciones urbanas con más de 15.000 habitantes equivalentes, y del 2005 para las que tienen entre 2.000 y 15.000 habitantes equivalentes. Los logros obtenidos por la Directiva 91/271/CEE deben ser integrados con los objetivos de la Directiva Marco del Agua 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo (DMA), con el objetivo de asegurar el 'Buen Estado Ecológico' en todas las aguas. La DMA establece que la calidad de los elementos se determina mediante indicadores, que deberán quedar clasificados en uno de cinco estados posibles: 'Malo', 'Deficiente', 'Moderado', 'Bueno' y 'Muy Bueno'. Esta metodología implica también el cálculo de un ratio de calidad ecológica (EQR, Ecological Quality Ratio) que oscilará entre 0 (peor estado) y 1 (mejor estado), así como la aplicación de valores numéricos que definan los límites entre las clases de estado.

En el marco de las obligaciones derivadas de la DMA, el organismo competente de la CAPV (URA), cuenta entre sus atribuciones el seguimiento, control y vigilancia de las aguas costeras y estuáricas afectadas por los vertidos. Dentro del trámite para la autorización administrativa de vertido desde tierra al Dominio Público Marítimo Terrestre, la Agencia Vasca del Agua (URA) incluye la realización de un Plan de Vigilancia del Medio Receptor y control de vertido, tal como queda recogido en el Decreto 459/2013, de 10 de diciembre (BOPV), sobre los vertidos efectuados desde tierra al mar. En el citado Decreto quedan integrados los principios de la DMA, por la que se establece un marco de actuación comunitario en el ámbito de la política de aguas con el propósito de garantizar la protección de las aguas y su uso sostenible.

Con una superficie de 1.000 hectáreas bajo la cota mareal, 12 km de longitud y 1 km de anchura máxima, el estuario del Oka es el segundo estuario vasco más extenso (Francés y García-Arberas, 2002). Es una cuenca sedimentaria en cuyas 2/3 partes del tramo superior domina un hábitat de marisma e intermareales fangosos, mientras que en el tercio inferior predominan los intermareales arenosos con baja presencia de hábitats rocosos (Monge, 2002). Los caudales del río Oka son bajos (mínimos de 0,59 m³/s y máximos de 10 m³/s) en comparación con el volumen mareal (media de 4.858.300 m³/s) (Monge, 2002), transcurriendo el río canalizado desde Gernika a Murueta.

Acorde a la clasificación del Anexo II del Real Decreto 817/2015 del BOE, el tramo más externo del estuario del Oka corresponde al tipo de masa de agua de transición AT-T09: “Estuario atlántico intermareal con dominancia marina”, mientras que en la costa adyacente las aguas corresponden al tipo de masa de agua costera AC-T12: “Aguas costeras atlánticas del cantábrico oriental expuestas sin afloramiento”.

La combinación de las mareas, el oleaje y los aportes sedimentarios y de agua dulce fluviales causan un gradiente longitudinal en el estuario (cabecera - desembocadura) que condiciona la presencia de determinadas especies de flora y fauna. La evaluación del estado ecológico de las comunidades bentónicas de sustrato rocoso de la desembocadura del estuario del Oka nos permitirá realizar comparativas con situaciones futuras y así poder determinar la eficacia de las medidas implementadas por el Plan Integral de Saneamiento de Busturialdea en relación a la mejora de la calidad de las aguas del estuario.

Para la evaluación del estado ecológico de las comunidades bentónicas de sustrato rocoso de la desembocadura del estuario del Oka se han considerado los elementos de calidad fisicoquímicos y los biológicos, ya que son los que mejor pueden reflejar el impacto que producen tanto el vertido de aguas residuales como las medidas de mitigación de la contaminación sobre el medio receptor. Concretamente, se han medido y evaluado las condiciones fisicoquímicas generales de la columna de agua (pH, salinidad, temperatura, oxígeno disuelto, nutrientes, turbidez, sólidos en suspensión y transparencia del agua) y la composición y estructura de las comunidades biológicas de algas e invertebrados de sustrato duro (riqueza y densidad específica, cobertura de las especies, grupos morfofuncionales de algas y diferentes grupos tróficos de la fauna).

La valoración del estado ecológico de la masa de agua se realiza principalmente en base a los elementos de calidad biológica, mientras que los elementos de calidad químicos y fisicoquímicos, así como los hidromorfológicos, únicamente intervienen en el cálculo del estado ecológico cuando la calidad biológica es ‘Buena’ o ‘Muy Buena’. Se ha optado por la elección de las macroalgas e invertebrados de sustrato duro como elementos de calidad biológicos al ser considerados excelentes indicadores de estrés y contaminación.

El presente informe detalla los resultados de la columna del agua y de las comunidades biológicas de sustrato duro obtenidos en 2022. En los capítulos correspondientes a los elementos objeto de este estudio se describe primero la metodología, a continuación los resultados obtenidos (incluyendo una valoración de la calidad mediante índices y juicio de experto conforme a la DMA) y por último, se realiza una discusión con el fin de ayudar a la interpretación de los resultados. Posteriormente, se realiza una discusión general y finalmente, se emiten las principales conclusiones.

3. OBJETIVOS

El propósito general del presente trabajo es estudiar la evolución del estado ecológico de las comunidades bentónicas de sustrato rocoso y de la calidad de la columna de agua en la desembocadura del estuario del Oka desde el año 2020, situación previa a la implementación de las etapas finales del Plan Integral de Saneamiento de Busturialdea.

Los objetivos específicos son:

(1) Obtener información actualizada para el año 2022 sobre las condiciones fisicoquímicas generales de la columna de agua (pH, salinidad, temperatura, oxígeno disuelto, nutrientes, turbidez, sólidos en suspensión, materia orgánica total y transparencia del agua) en el entorno costero próximo a la desembocadura del estuario.

(2) Obtener información actualizada para el año 2022 sobre la composición y estructura (riqueza, densidad y abundancia de especies, grupos morfo-funcionales de algas y grupos tróficos de la fauna) de las comunidades intermareales y submareales de macroalgas e invertebrados de sustrato duro en la desembocadura del estuario y su costa adyacente.

(3) Valorar el estado ecológico de las aguas (EcoQ) de acuerdo a la Directiva Marco del agua (2000/60/CE) (DMA), utilizando indicadores de calidad del estado fisicoquímico de la columna de agua, e indicadores de calidad biológicos (macroalgas e invertebrados de sustrato rocoso).

(4) Determinar y valorar los cambios que han tenido lugar en la estructura de las comunidades bentónicas intermareales de sustrato duro (macroalgas e invertebrados) en el periodo 2020-2022.

4. COLUMNA DE AGUA

4.1. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1.1. Situación de las estaciones de muestreo y obtención de las muestras

Para la vigilancia y control de la calidad de las aguas en el entorno del vertido de la EDAR se llevaron a cabo tres campañas de muestreo estival en 2020, 2021 y 2022 (13/7/20, 11/8/20, 08/07/21, 10/08/21, 07/07/22 y 04/08/22). La red de muestro en la columna del agua abarca un total de 3 estaciones localizadas en la desembocadura del río Oka (UR_CA_PM, UR_CA_IZ, UR_CA_AN) (Fig. 4.1 y Tabla 4.1).



Fig. 4.1. Localización de las tres estaciones de muestreo de la columna de agua.

ESTACIÓN	Código Estación	MASA AGUA	Coordenadas	
PUNTA MURGOA	UR_CA_PM	Costera AC-T12	43°24'53.10"N	2°41'57.50"O
IZARO	UR_CA_IZ	Costera AC-T12	43°25'19.90"N	2°40'46.00"O
ANTZORAS	UR_CA_AN	Costera AC-T12	43°24'49.90"N	2°40'39.40"O

Tabla 4.1. Coordenadas de las 3 estaciones de muestreo de la columna de agua.

4.1.2. MÉTODOS ANALÍTICOS

4.1.2.1. Variables medidas *in situ*

El oxígeno disuelto, la salinidad, la temperatura y el pH fueron medidos con una sonda modelo HI9829 de Hanna Instruments SL. Previamente a la realización de las medidas *in situ*, los sensores fueron calibrados en el laboratorio como se indica a continuación:

Oxígeno disuelto. El sensor utilizado fue el HI7609829-2. Debido a que la precisión del sensor de oxígeno disuelto está directamente relacionada con la limpieza y el estado de su membrana, ésta se sustituye antes de cada calibrado. En la calibración del % de saturación del oxígeno disuelto se realiza un ajuste en dos puntos: 0 % y 100 %. Para el ajuste del 0 % se utiliza una solución patrón HI7040L. Para ello se vierte la solución en un vaso de calibrado y se encaja en la parte de la sonda donde se encuentra el sensor de oxígeno disuelto. Cuando la sonda avisa de que el valor está estable se almacena el valor de oxígeno disuelto como 0 %. Para ajustarlo al 100 % se realiza el mismo proceso, pero en aire.

pH: Para la calibración del sensor de pH HI7609829-0 se realiza un ajuste en tres puntos: 4.01, 7.01 y 9.18. Para el ajuste del 4.01 se utiliza una solución patrón HI5004. Para ello se vierte la solución en un vaso de calibrado y se encaja en la parte de la sonda donde se encuentran el sensor de pH. Cuando la sonda avisa de que el valor está estable se almacena el valor de pH como 4.01. Para ajustarlo al 7.01 y 9.18 se utilizan las soluciones patrón HI5007 y HI5091, respectivamente, utilizando el mismo procedimiento que con la solución de pH 4.01. Una vez realizados los tres ajustes, la sonda almacena los datos. Al igual que con el oxígeno disuelto, es importante que este sensor esté limpio en todo momento y para su almacenaje se utiliza un tapón con una solución patrón HI70300L.

Conductividad: La sonda multiparamétrica HI9829 calcula los valores de salinidad partiendo de los datos de conductividad mediante un algoritmo matemático, por lo tanto, lo que se calibra es la conductividad. Para la calibración del sensor de conductividad HI7609829-3 se realiza un ajuste en un punto: 80.000 μS . Este método de calibración está compensado respecto a la temperatura, ya que la conductividad varía con la temperatura, por lo que no es necesario ajustarlo a la temperatura ambiente. Para el ajuste del 80.000 μS se utiliza una solución patrón HI7034L. Para ello se vierte la solución en un vaso de calibrado y se encaja en la parte de la sonda donde se encuentran el sensor de conductividad. Cuando la sonda avisa de que el valor está estable se almacena el valor. Al igual que con los parámetros anteriores, es importante que este sensor esté limpio en todo momento para evitar posibles derivas en sus mediciones.

En cada estación de muestreo (Fig. 4.1; Tabla 4.1), el oxígeno disuelto, la salinidad, la temperatura, el pH y la radiación PAR fueron medidos desde los -7 m de profundidad hasta la superficie, a intervalos de 0,5 m.

La radiación fotosintéticamente activa (PAR: ancho de banda 400-700 nm) fue estimada en $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ mediante un sensor de Quantum subacuático (LI-COR, modelo LI-192SA) y un registrador digital modelo LI-1000-32.

Además, en cada estación se tomó una muestra en superficie (-0,2 m) y otra en fondo mediante el empleo de botellas alfa de tipo vertical (Wildco, USA) de 2,2 l de volumen. Estas muestras de agua de mar fueron transportadas en botes de polietileno previamente numerados, los cuales se conservaron bien en el frigorífico a 4 °C o en el congelador a -18 °C hasta su posterior procesado. En dichas muestras se analizaron las variables turbidez, sólidos suspendidos, formas de nitrógeno (amonio y nitratos) y fosfato inorgánicos disueltos. Los nutrientes fueron únicamente analizados en las muestras de superficie.

4.1.2.2. Variables medidas en laboratorio

Nutrientes inorgánicos disueltos

Los nutrientes disueltos a analizar fueron amonio, nitrato calculado a partir del nitrógeno oxidado total y ortofosfato. Los análisis se realizaron mediante colorimetría VIS/UV en analizador automático de 5 canales con flujo segmentado en el Laboratorio Químico de la Unidad de Investigación Marina de Fundación AZTI en Pasaia (Gipuzkoa).

Las muestras se determinaron aplicando un rango de concentraciones (Tabla 4.2). Las determinaciones individuales de estos nutrientes disueltos se basaron en métodos que aplican reacciones colorimétricas clásicas y ampliamente utilizadas, tanto para aguas continentales como para aguas marinas (GO-SHIP manual de Hydes et al., 2010).

Nutriente	Rango concentraciones
AMONIO	1.60 – 80 µM
NITRITO	0.40 – 20 µM
NITRÓGENO OXIDADO TOTAL (NOT)	2.00 – 100 µM
NITRATO	1.60 – 80 µM
ORTOFOSFATO	0.16 – 8.0 µM

Tabla 4.2. Límites de cuantificación de los nutrientes inorgánicos disueltos para el método de determinación en µM.

- La determinación de amonio se basa en la formación del azul de indofenol (reacción de Berthelot).
- La determinación de nitrito se basa en la reacción de Griess-Ilosvay y la adaptación a agua de mar de Bendschneider y Robinson (1952).
- El nitrato se determina por cálculo a partir de la suma de nitrato y nitrito (llamado comúnmente NOT o nitrógeno oxidado total). El nitrato se reduce a nitrito. El método de reducción más habitual para el agua de mar utiliza cadmio o cadmio-cobre como reductores (Brewer y Riley, 1965). En la versión actual del método se utiliza un coil de cadmio activado mediante deposición de cobre.
- El ortofosfato se determina mediante el método del azul de molibdeno. En ambos casos se utiliza ácido ascórbico como reductor. El ácido oxálico y una menor acidez limitan la interferencia del fosfato sobre el silicato. Recíprocamente, un medio ácido fuerte evita la interferencia del silicato sobre el fosfato.

Sólidos en suspensión

Para medir los sólidos en suspensión, se utilizó un sistema de filtración SCHARLAU, una bomba de membrana VACUUBRAND ME2NT con un flujo de 2 m³/h y filtros WHATMAN GF/C de 45 µm de luz de poro. Anteriormente al proceso de filtrado, los filtros de microfibras de vidrio fueron secados durante 12 horas a 450 °C en una mufla Select Horn para determinar su peso posteriormente en una balanza Sartorius R 200 D con una precisión de 5 dígitos. De cada bote se extrajo un litro de agua previamente agitado y se filtró a través de un embudo filtrante en un matraz Kitasatos con la ayuda de la succión producida por la bomba de trompa de vacío por agua. Se añadió agua destilada por la superficie de las paredes del embudo con el fin de eliminar los posibles restos de sal y sólidos adheridos a éstas. Los filtros se secaron en una estufa INDELAB durante 8 horas a 80 °C y se volvieron a pesar (filtro + sólidos en suspensión retenidos), determinándose así el peso de los sólidos en suspensión en cada filtro.

La materia orgánica se obtuvo por sustracción de la materia inorgánica que presentaban los sólidos en suspensión. Para ello se calcinaron los filtros en la mufla durante 12 horas a 450 °C y se determinó el peso de la materia inorgánica que quedó retenida en cada filtro. Los análisis se realizaron en el departamento de Zoología y Biología Celular Animal de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea.

Turbidez del agua

Las medidas de turbidez se efectúan en un intervalo inferior a 24 horas tras la toma de muestras. En una submuestra, se emplea un turbidímetro Hach 2100P, USA, calibrado con un set de calibración StablCal 26594-05 de 4 viales. Las medidas del turbidímetro se expresan en NTU (Nephelometric Turbidity Units).

4.1.2.3. Variables derivadas

Coefficiente de atenuación de la luz

La transparencia del agua es una propiedad óptica relacionada con la turbidez por lo que el estudio de las dos variables de forma simultánea resulta de interés a la hora de interpretar los resultados. Con los valores de radiación fotosintéticamente activa (PAR) recogidos a lo largo de la columna de agua durante los dos muestreos, se realizaron regresiones lineales de los datos de la columna de agua de cada estación para obtener los correspondientes coeficientes de extinción de la luz.

Se acepta que un haz de luz monocromática se atenúa a su paso a través de cierto medio, de acuerdo con la ecuación:

$$I_z = I_0 e^{-\mu_z}$$

siendo I_0 : intensidad de la luz incidente, I_z : intensidad luminosa después de haber atravesado una longitud (Z) en el medio, μ : coeficiente de extinción (que reúne absorción y difusión) que varía con la longitud de onda de la radiación considerada.

En el medio acuático se suele considerar la atenuación luminosa de un haz que incluye un determinado espectro de longitudes de onda, en este caso el espectro de luz visible. El coeficiente de extinción (μ) de la columna de agua se obtiene a partir de la ecuación anterior, donde:

$$\begin{aligned} I_z/I_0 &= e^{-\mu z} \\ -\mu z &= \ln I_z/I_0 \\ \mu &= -\ln(I_z/I_0)/z \end{aligned}$$

de manera que realizando una regresión lineal entre el incremento de profundidad (Δz) y $-\ln I_z/I_0$, la pendiente de la recta obtenida es el valor de μ .

4.1.3. Metodología para la valoración de la calidad fisicoquímica del agua

La evaluación del estado fisicoquímico del agua de las estaciones de muestreo se llevó a cabo mediante el índice IC-EFQ (Índice de calidad del estado fisicoquímico) o PCQI de sus siglas en inglés (*Physico-Chemical Quality Index*), a partir de la metodología desarrollada por Bald et al. (2005) con ligeras modificaciones (Borja et al., 2015; URA, 2015).

Las variables utilizadas son: porcentaje de saturación de oxígeno, nutrientes (amonio, nitrato y fosfato) y propiedades ópticas (turbidez y sólidos en suspensión).

El índice arroja un valor de EQR (*Ecological Quality Ratio*) con el cual se clasifica el estado fisicoquímico en un sistema de cinco clases, tal y como requiere la DMA. En años recientes, la aplicación del índice PCQI se ha hecho más sencilla mediante el desarrollo de ecuaciones que permiten calcular el valor de EQR sin necesidad de aplicar técnicas de Análisis Factorial (Borja et al., 2015; URA, 2015).

La ecuación que relaciona el valor de EQR de una estación de muestreo euhalina costera con respecto al valor transformado logarítmicamente ($\ln(1+x)$) de cada una de las variables fisicoquímicas es como sigue (URA, 2015):

$$\text{EQR} = -1,09558 + 0,600299 * O_2 - 0,162074 * AM - 0,10975 * NA - 0,229412 * PO_4 - 0,0552014 * TURB - 0,0268181 * SS$$

Donde:

O_2 = Porcentaje de saturación de oxígeno

AM = Amonio ($\mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$)

NA = Nitrato ($\mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$)

PO_4 = Fosfato ($\mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$)

TURB = Turbidez (NTU)

SS = Sólidos en suspensión ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)

El EQR se calcula desglosado para cada estación y fecha de muestreo, pudiéndose integrar finalmente en un EQR total mediante el cálculo del percentil 25 de los EQRs parciales. Los límites de EQR que definen las clases de estado son los siguientes: Muy Bueno/Bueno= 0,83; Bueno/Moderado= 0,62; Moderado/Deficiente= 0,41; Deficiente/Malo= 0,20 (URA, 2015).

4.2 RESULTADOS

En este apartado se exponen los resultados obtenidos en el estudio de las variables fisicoquímicas analizadas en la columna de agua de las tres estaciones que componen la red de estudio en 2020, 2021 y 2022. Asimismo, se realiza una valoración de la calidad fisicoquímica del agua mediante el índice IC-EFQ a partir de la metodología desarrollada por Bald et al. (2005).

4.2.1. Temperatura, pH y salinidad

En la Figura 4.2 quedan representados los valores promedio de la temperatura del agua de mar medidos desde superficie (0 m) a 7 m de profundidad en las tres áreas estudiadas en 2020, 2021 y 2022. La temperatura varió en un rango entre 19,7 °C, en Antzoras (UR_CA_AN) durante el muestreo de julio de 2021, y 24,5 °C, en Izaro (UR_CA_IZ) durante el muestreo de agosto de 2020. Destaca el leve aumento de este parámetro entre los muestreos de julio y agosto en todas las campañas, reflejo del incremento de temperatura ocurrido a lo largo de la época estival.

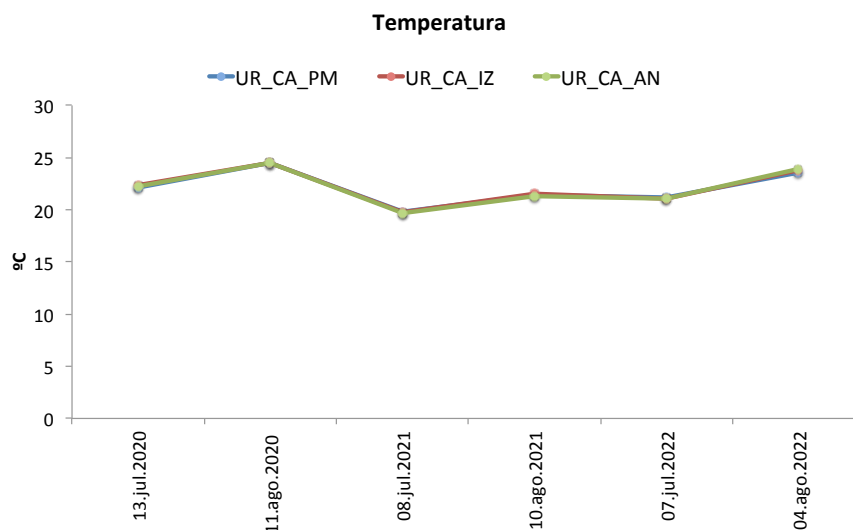


Fig. 4.2. Temperatura promedio de los primeros 7 m de profundidad de la columna de agua de las 3 estaciones de muestreo en las campañas realizadas en 2020, 2021 y 2022.

Los valores de pH promedio para cada estación en 2020, 2021 y 2022 quedan recogidos en la Figura 4.3. Los niveles de pH muestran un estrecho rango de variación, con un máximo de 8,29 en Izaro y Antzoras (UR_CA_IZ; UR_CA_AN) durante la toma de datos de agosto de 2020 y un mínimo de 8,02 en Punta Murgoa y Antzoras (UR_CA_PM; UR_CA_AN) en el muestreo de agosto de 2022. Estos valores se corresponden con los que se registran en aguas marinas en equilibrio con la atmósfera (Millero, 1996). Destaca la alta similitud de este parámetro entre las distintas localidades y campañas de muestreo realizadas en el área de estudio. Una avería en el sensor del pH durante el muestreo de agosto de 2021 impidió la toma de los datos relativos a este parámetro.

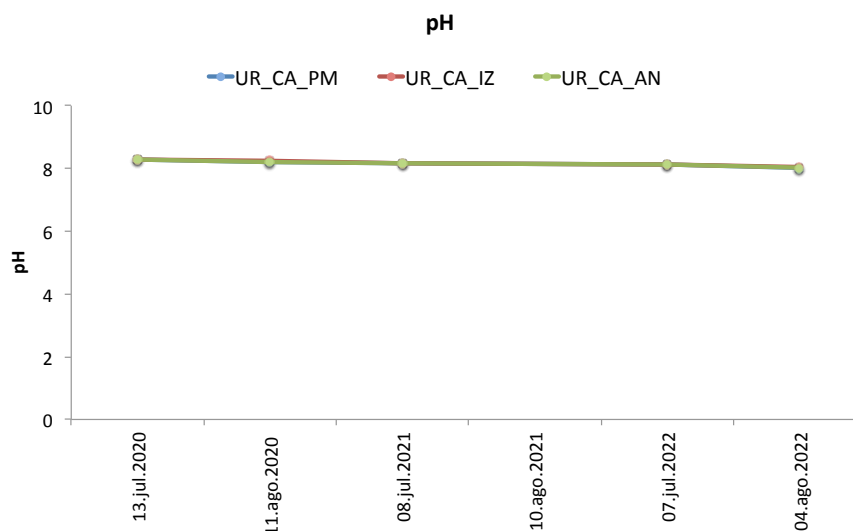


Fig. 4.3. pH promedio de los primeros 7 m de profundidad de la columna de agua de las 3 estaciones de muestreo en las campañas realizadas en 2020, 2021 y 2022.

En la Figura 4.4 quedan representados los valores de la salinidad promedio medida desde superficie (0 m) a 7 m de profundidad de las tres localidades estudiadas en 2020, 2021 y 2022. La similitud de las tres estaciones en cada uno de los muestreos realizados en las tres campañas fue alta. Los valores oscilaron entre los 34,12 USP, en Antzoras (UR_CA_AN) durante el muestreo de julio de 2020, y los 35,16 USP de Antzoras en el muestreo de agosto de 2021. La salinidad promedio de las tres campañas fue de 34,53 USP, que se corresponde con los valores de masas de agua de la tipología IV (costa marina y semiexpuesta) del tramo de costa donde se encuentra situado el área de muestreo (Borja et al., 2003).

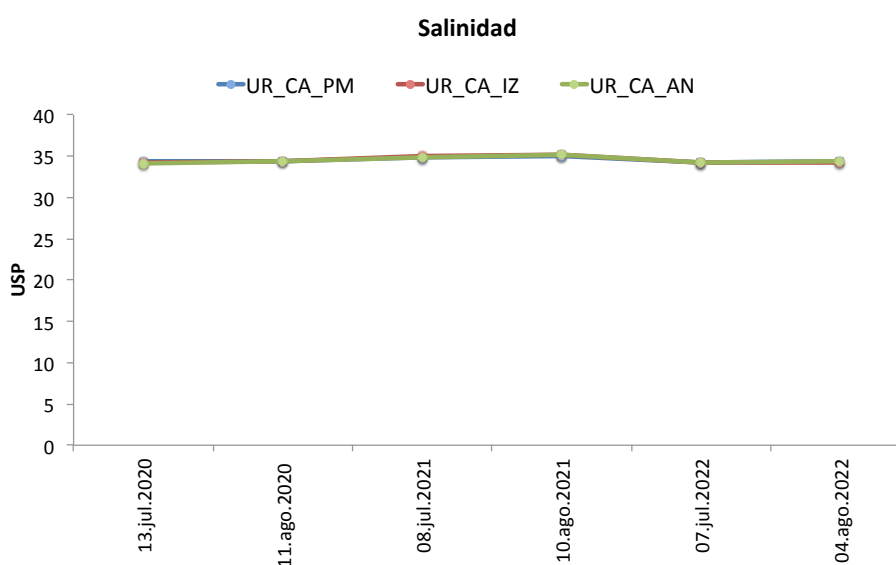


Fig. 4.4. Salinidad promedio de los primeros 7 m de profundidad de la columna de agua en las 3 estaciones de muestreo en las campañas realizadas en 2020, 2021 y 2022.

4.2.2. Oxígeno disuelto

La Figura 4.5 recoge los valores de saturación de oxígeno promedio medidos desde superficie (0 m) a 7 m de profundidad en el área de muestreo en 2020, 2021 y 2022. La saturación de oxígeno media del área de muestreo en las campañas realizadas ha sido 93,1%. Estas condiciones se consideran buenas para aguas marinas de la costa vasca (BOE 2016; Borja et al., 2018a), si bien los resultados obtenidos en la Campaña 2022 superan el umbral Muy Bueno/Bueno (95%), especialmente en el muestreo de agosto (100,21%, 100,66% y 99,25%, en Punta Murgoa (UR_CA_PM), Izaro (UR_CA_IZ) y Antzoras (UR_CA_AN), respectivamente).

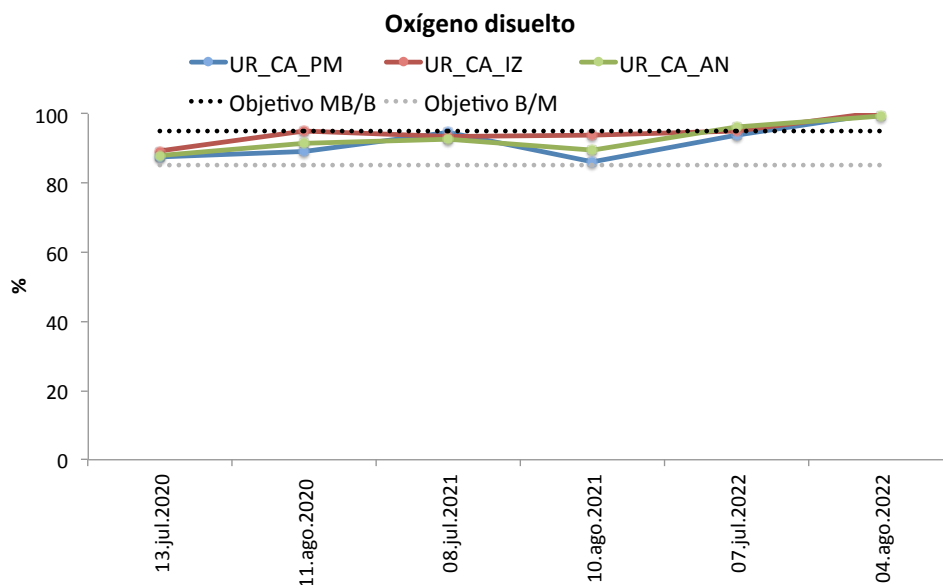


Fig. 4.5. Promedio del oxígeno disuelto en los primeros 7 m de profundidad de la columna de agua de las 3 estaciones de muestreo en las campañas realizadas en 2020, 2021 y 2022. La línea discontinua indica el objetivo de calidad. Línea discontinua negra: umbral entre los estados 'Muy Bueno' y 'Bueno'; Línea discontinua gris: umbral entre los estados 'Bueno' y 'Moderado' (CHC y URA, 2016; BOE, 2016).

4.2.3. Condiciones ópticas

El coeficiente de extinción de luz (Fig. 4.6) presentó un registro promedio de 0,261, 0,179 y 0,211 en 2020, 2021 y 2022, respectivamente. El valor medio superior (menor transparencia del agua) obtenido en 2020 se debe al registro puntual de Punta Murgoa en julio de la citada campaña (UR_CA_PM: 0,440).

Los valores medios inferiores de 2021 y 2022 se han debido a los moderados registros de este parámetro en julio y agosto, respectivamente, en las tres localidades estudiadas. En los muestreos de otoño de 2020 y 2021 y de primavera de 2022, los niveles de este parámetro se asemejan a los obtenidos en otros puntos en zonas de costa abierta del litoral vasco.

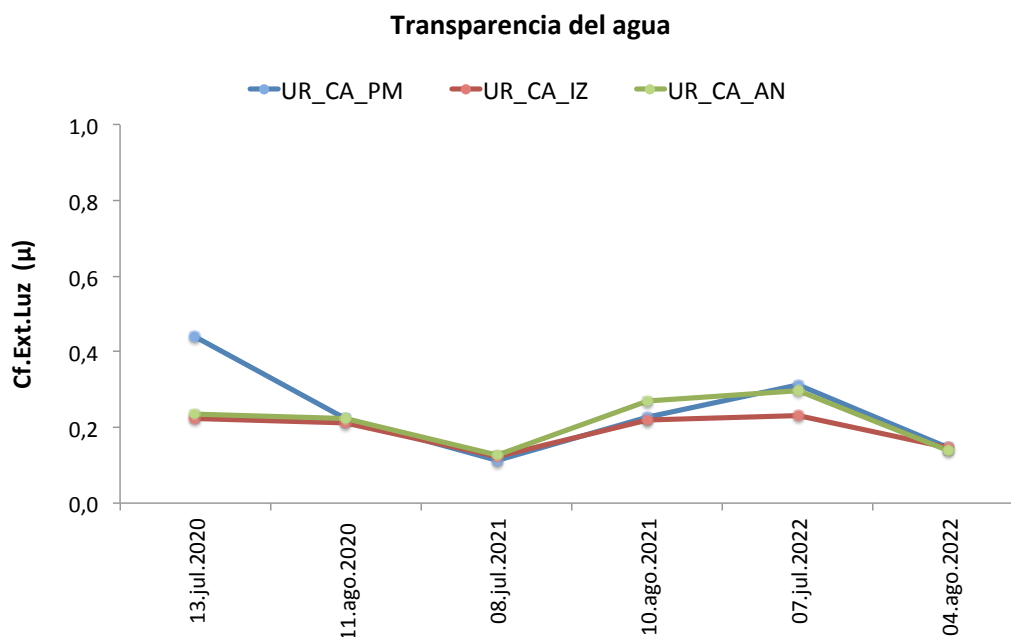


Fig. 4.6. Coeficiente de extinción de la luz en los primeros 7 m de profundidad de la columna de agua de las 3 estaciones de muestreo en las campañas realizadas en 2020, 2021 y 2022.

4.2.4. Turbidez

La transparencia del agua es una propiedad óptica relacionada con la turbidez. La Figura 4.7 recoge los resultados de este parámetro obtenidos en superficie (0 m) y fondo (7 m de profundidad) en los muestreos realizados en 2020, 2021 y 2022.

La turbidez varió en un rango entre 0,948 NTU y 0,340 NTU en Antzoras (UR_CA_AN) y Punta Murgoa (UR_CA_PM), respectivamente, en las medidas de superficie en julio de 2021 (Fig. 4.8). El valor promedio de las medidas tomadas en superficie (0,671 NTU) y fondo (0,631 NTU) durante el estudio ha sido similar.

No obstante, cabe destacar que la totalidad de los registros obtenidos en el área de estudio durante las tres campañas de muestreo realizadas han mostrado valores por debajo (<5 NTU) de aquellos de condiciones de referencia de estado 'Muy Bueno' en aguas marinas de la costa vasca (BOE, 2016; Borja et al., 2018a).

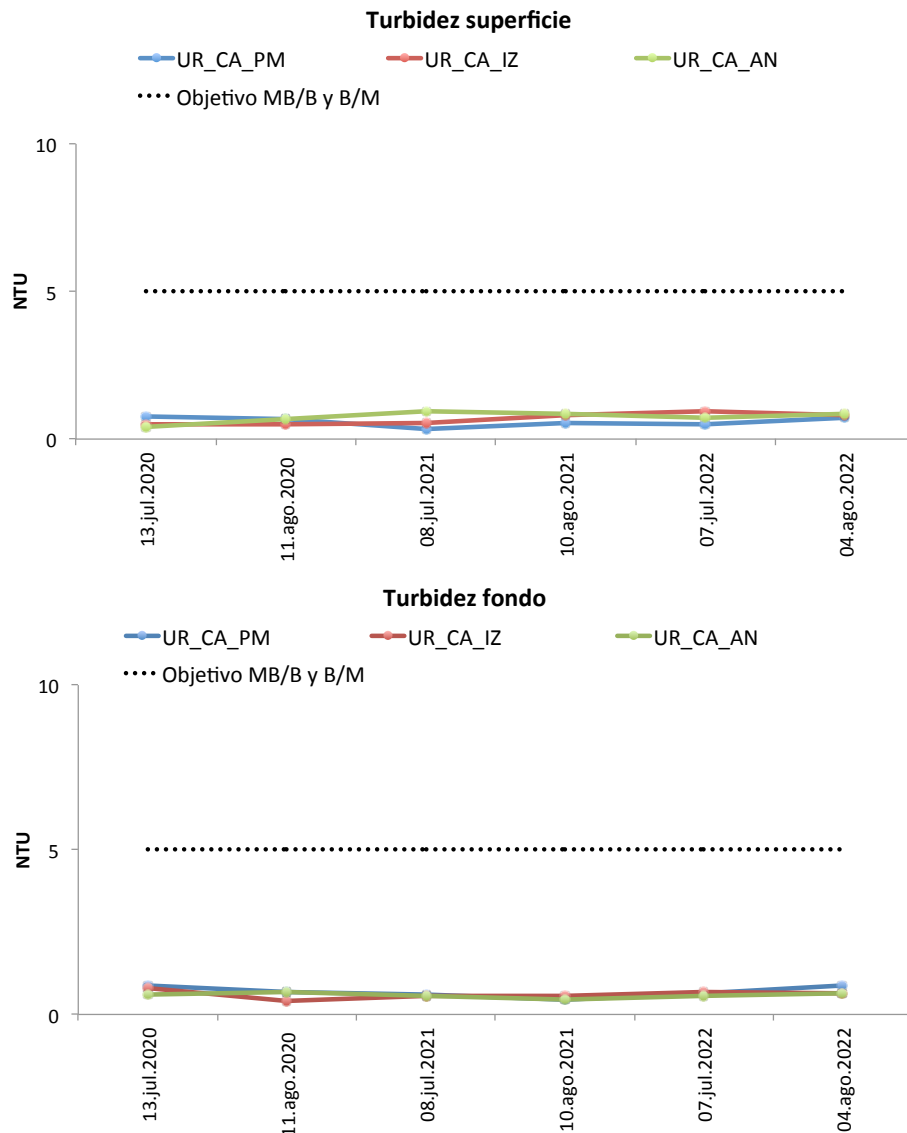


Fig. 4.7. Turbidez del agua de las 3 estaciones de muestreo en superficie y fondo en las campañas realizadas en 2020, 2021 y 2022. La línea discontinua indica el objetivo de calidad. Línea discontinua negra: umbral entre los estados 'Muy Bueno' y 'Bueno', Línea discontinua gris: umbral entre los estados 'Bueno' y 'Moderado' (CHC y URA, 2016; BOE, 2016).

4.2.5. Sólidos en suspensión

En la Figura 4.8 se muestra el contenido de sólidos en suspensión en el agua de mar en superficie (0 m) y en el fondo (7 m de profundidad) en los dos muestreos realizados en las campañas 2020, 2021 y 2022. El valor promedio de este parámetro en las medidas de superficie fue de 2,29 mg/l y en fondo, 3,01 mg/l, refleja unos bajos registros en ambos niveles batimétricos. El valor más elevado de este parámetro (8,97 mg/l) se ha observado en Punta Murgoa (UR_CA_PM) en las medidas realizadas en julio de 2020 en fondo. No obstante, ha sido destacable que la concentración de sólidos en suspensión se mantuvo en todos los casos muy por debajo de las condiciones de referencia de estado 'Muy Bueno' (35 mg/l) para aguas marinas en la costa vasca (BOE, 2016; Borja et al., 2018a).

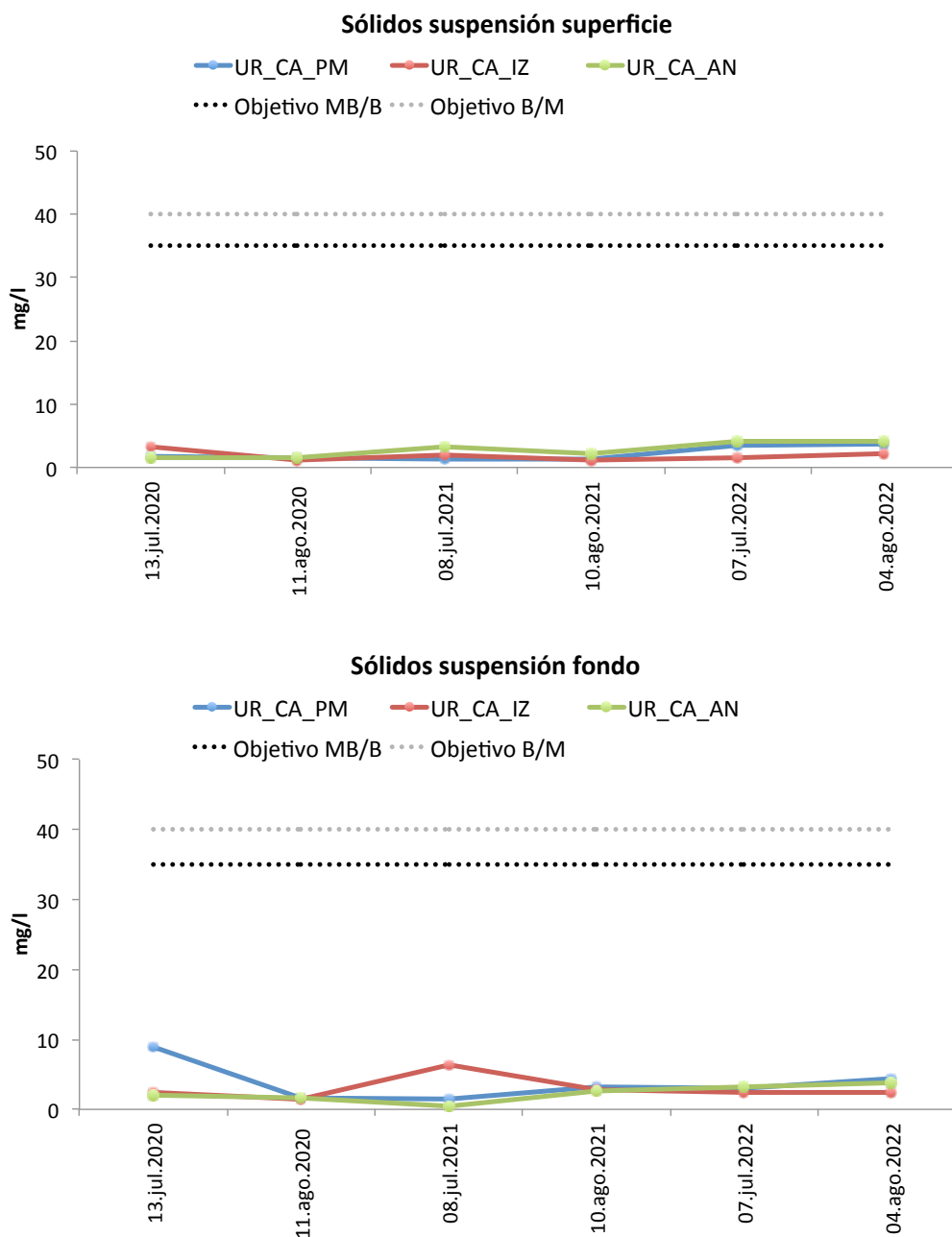


Fig. 4.8. Sólidos en suspensión del agua de las 3 estaciones de muestreo en superficie y fondo en las campañas realizadas en 2020, 2021 y 2022. La línea discontinua indica el objetivo de calidad. Línea discontinua negra: umbral entre los estados 'Muy Bueno' y 'Bueno'; Línea discontinua gris: umbral entre los estados 'Bueno' y 'Moderado' (CHC y URA, 2016; BOE, 2016).

En la Figura 4.9 se muestra la proporción de la materia orgánica de los sólidos en suspensión en la superficie y en el fondo, respectivamente, para las campañas realizadas en 2020, 2021 y 2022. Se observa que el porcentaje medio de materia orgánica en todo el área de estudio se ha situado en torno al 40%, si bien en las medidas de superficie, especialmente en agosto, el porcentaje de materia orgánica e inorgánica ha sido más uniforme.

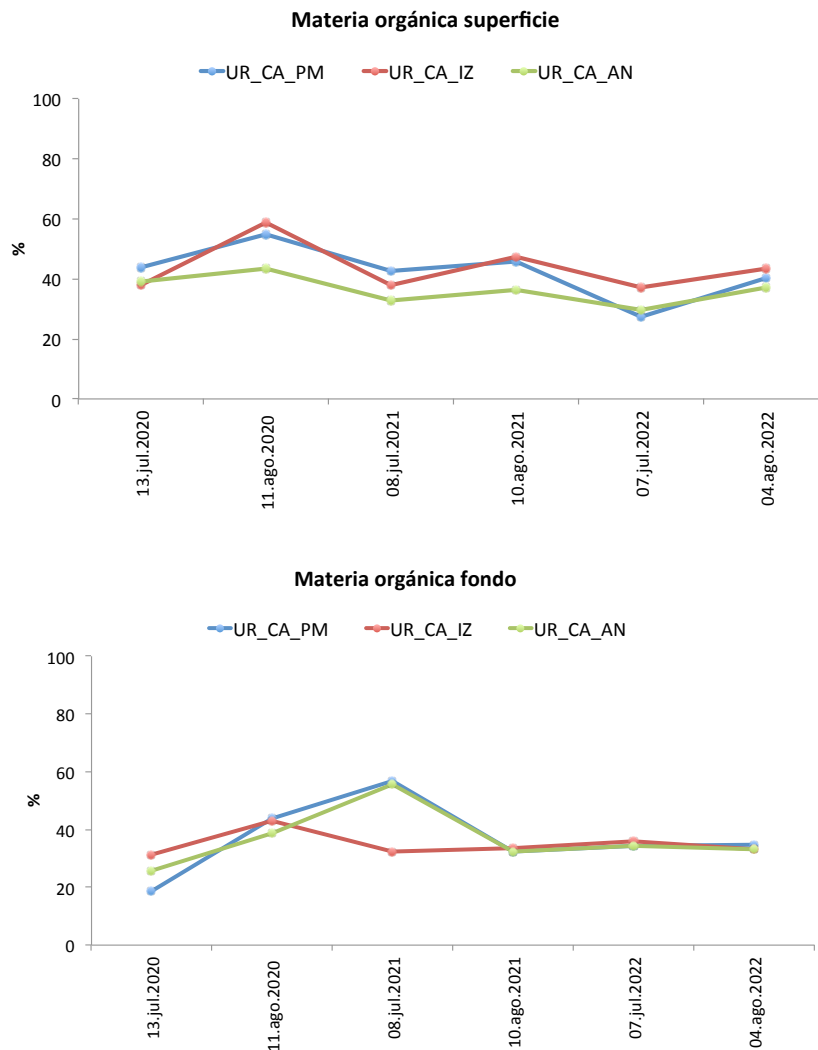


Fig. 4.9. Materia orgánica del agua de mar en superficie y fondo en las 3 estaciones de muestreo en las campañas realizadas en 2020, 2021 y 2022.

4.2.6. Nutrientes inorgánicos disueltos

Los resultados del análisis de la concentración de nitrato, amonio y fosfato en el agua de superficie de cada una de las estaciones durante los muestreos de 2020, 2021 y 2022 queda detallada en la Figura 4.10.

En cuanto a la concentración de nitrato, el valor medio del área de estudio fue de 0,80 $\mu\text{mol/l}$, teniendo en cuenta los niveles de cada localidad en las tres campañas de muestreo realizadas. En todos los casos, las concentraciones de nitrato obtuvieron valores muy por debajo del límite establecido para unas condiciones de referencia de estado 'Muy Bueno' (7 $\mu\text{mol/l}$) para tramos marinos de la costa vasca (Bald et al., 2005; BOE, 2016; Borja et al., 2018a).

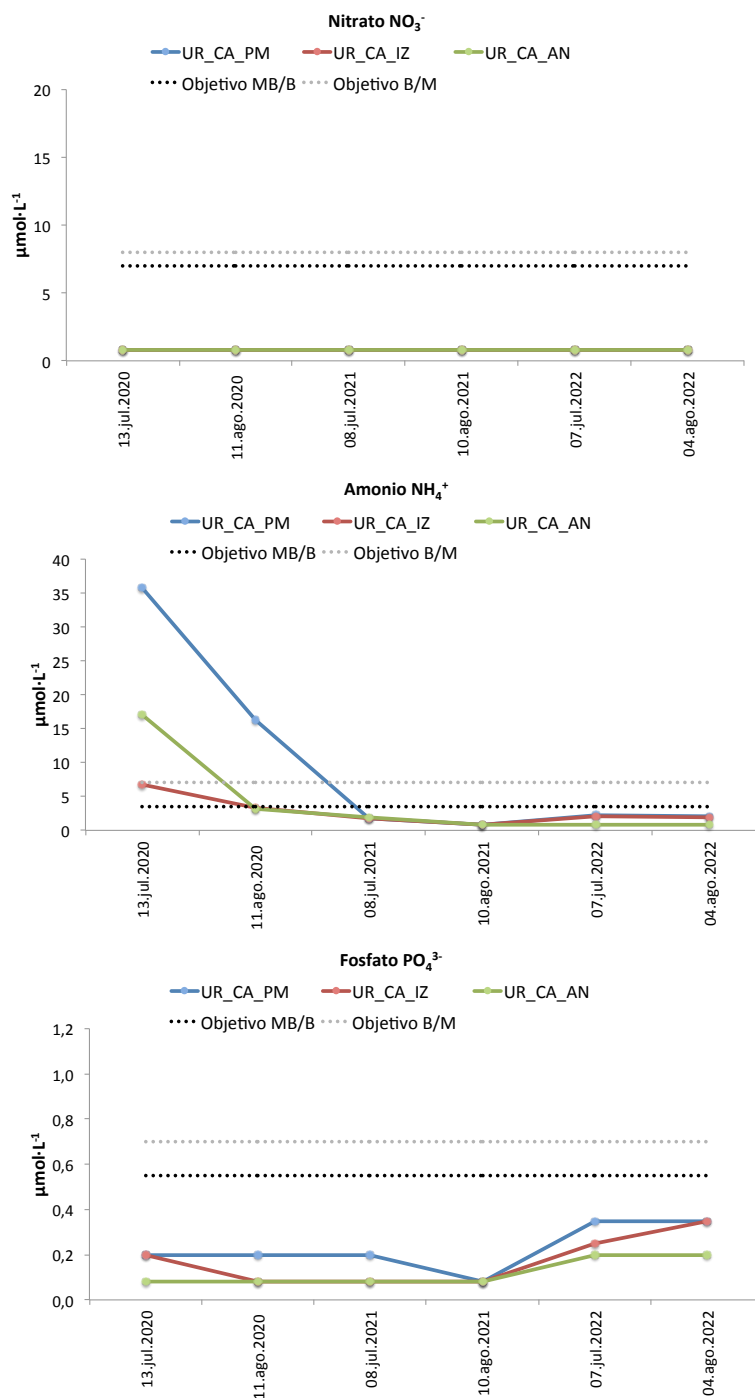


Fig. 4.10. Concentración de Nitrato, Amonio y Fosfato en agua de mar de superficie en las 3 estaciones de muestreo en las campañas realizadas en 2020, 2021 y 2022. Línea discontinua negra: umbral entre los estados 'Muy Bueno' y 'Bueno'; Línea discontinua gris: umbral entre los estados 'Bueno' y 'Moderado' (CHC y URA, 2016; BOE, 2016).

En cuanto a la concentración de amonio, destacaron los valores de Punta Murgoa (UR_CA_PM) en los muestreos de julio y agosto de 2020 (35,80 µmol/l y 16,30 µmol/l, respectivamente) y los de Antzorcas (UR_CA_AN) en el muestreo de julio de 2020 (17,00 µmol/l). Estos niveles presentaron una cierta similitud con los registrados en el entorno (Ea y Laga) en muestreos realizados en fechas cercanas, por lo que estos datos parecían responder a un fenómeno generalizado en la zona. En este sentido, cabe señalar

que el ciclo del nitrógeno está controlado en gran medida por los organismos marinos (Millero, 1996), ya que en aguas superficiales costeras, el zooplancton y las bacterias excretan nitrógeno en forma de amonio (Levinton, 2001).

En relación a los valores de amonio del resto de localidades y jornadas de muestreo, los registros de Iزارo (UR_CA_IZ) en el muestreo de julio de 2020 (6,80 $\mu\text{mol/l}$) quedan dentro de los umbrales establecidos para alcanzar el objetivo de calidad 'Bueno', y los de las campañas de 2021 y de 2022 (1,30 $\mu\text{mol/l}$ y 1,67 $\mu\text{mol/l}$ de valor promedio, respectivamente) alcanzan la clasificación 'Muy Bueno' para tramos marinos de la costa vasca (Bald et al., 2005; BOE, 2016; Borja et al., 2018a).

La concentración de fosfato fue mayor (0,35 $\mu\text{mol/l}$) en Punta Murgoa (UR_CA_PM) en los dos muestreos realizados en 2022 y en las medidas de Iزارo (UR_CA_IZ) en agosto de 2022. En el resto de estaciones y campañas, la concentración de este parámetro fue inferior. No obstante, en todos los resultados obtenidos, el valor de fosfato se mantuvo por debajo del límite establecido para unas condiciones de referencia de estado 'Muy Bueno' (0,55 $\mu\text{mol/l}$) para condiciones marinas de la costa vasca (Bald et al., 2005; BOE, 2016; Borja et al., 2018a).

4.2.7. Estado de calidad fisicoquímica

Aplicando el índice que utiliza los datos de saturación de oxígeno, nutrientes, turbidez y sólidos en suspensión en 2022, el estado fisicoquímico se clasificó en cada localidad y jornada de muestreo en la categoría de 'Muy Bueno' (Tabla 4.3).

Integrando las dos jornadas de muestreo de la Campaña 2022, el EQR total (percentil 25 de los EQRs parciales) de las estaciones de muestreo varió entre 1,38 en Antzoras (UR_CA_AN) y 1,26 en Punta Murgoa (UR_CA_PM). En base a estos resultados todas las localidades analizadas han presentado una clasificación de 'Muy Bueno', por lo que el efecto de la pluma fluvial del Oka en las estaciones del área de estudio es mínimo.

Índice PCQI	UR_CA_PM		UR_CA_IZ		EUR_CA_AN	
	EQR	Estado	EQR	Estado	EQR	Estado
Campaña						
13.jul.2020	0,82	B	1,1	MB	1	MB
11.ago.2020	0,98	MB	1,29	MB	1,25	MB
2020	0,86	Muy bueno	1,15	Muy bueno	1,06	Muy bueno
08.jul.2021	1,33	MB	1,32	MB	1,31	MB
10.ago.2021	1,36	MB	1,4	MB	1,37	MB
2021	1,34	Muy bueno	1,34	Muy bueno	1,33	Muy bueno
07.jul.2022	1,25	MB	1,28	MB	1,38	MB
04.ago.2022	1,29	MB	1,31	MB	1,39	MB
2022	1,26	Muy bueno	1,29	Muy bueno	1,38	Muy bueno

Tabla. 4.3. Clasificación del estado de calidad fisicoquímica en las estaciones de estudio mediante el índice PCQI (*Physico-chemical Quality Index*). EQR: Ecological Quality Ratio. Límites de EQR que definen las clases de estado: Muy bueno/Bueno= 0,83; Bueno/Moderado= 0,62; Moderado/Deficiente= 0,41; Deficiente/Malo= 0,20.

4.3. DISCUSIÓN

En cuanto a la temperatura del agua de mar, se ha observado una elevada similitud entre las diferentes localidades de estudio en los diferentes muestreos realizados en las campañas 2020, 2021 y 2022. Los valores se situaron en torno al del rango típico de verano (21 °C) de las aguas de la plataforma del sudeste del Golfo de Vizcaya (Goikoetxea et al., 2009). En cambio, se ha observado un leve aumento de este parámetro en el muestreo de agosto en todas las campañas, reflejo del incremento de temperatura ocurrido a lo largo de la época estival.

Respecto al pH, los valores registrados en el área de muestreo han mostrado un estrecho rango de variación, con un promedio de 8,17, quedando dentro de lo esperado para zonas costeras, que oscilan en el rango entre 7,5 y 8,5 (Price y Harrison, 1987) y tal y como corresponde a las aguas marinas en equilibrio con la atmósfera (Millero, 1996).

En cuanto a la salinidad, todas las muestras analizadas obtuvieron valores en torno a 35 USP (34,5 USP), correspondiendo con los valores típicos de la tipología IV (costa marina y semiexpuesta) del tramo de costa donde se encuentra situado el área de muestreo (Borja et al., 2003).

En relación al oxígeno disuelto, los registros medios en las tres campañas de muestreo han variado entre 90,1%, 91,8 y 97,6% en 2020, 2021 y 2022, respectivamente. Estas condiciones se consideran buenas (2020 y 2021) y muy buenas (2022) para aguas marinas de la costa vasca (BOE 2016; Borja et al., 2018a).

Las condiciones ópticas de la columna de agua fueron buenas con un valores generales muy bajos de coeficiente de extinción de luz de ($\leq 0,3$), indicando unas condiciones de transparencia del agua óptimas para la zona.

Los valores más altos de turbidez y de sólidos en suspensión, se encontraron en todas las muestras con niveles dentro de los descritos para el objetivo de calidad 'Muy Bueno' (RD 1/2016; BOE, 2016), por lo que se descarta un efecto significativo de la pluma del río Oka.

Con respecto a los nutrientes inorgánicos disueltos, la concentración de nitrato y fosfato en la columna de agua en 2020, 2021 y 2022 y la concentración de amonio en 2021 y 2022, obtuvieron valores dentro del rango para alcanzar el objetivo de calidad 'Muy Bueno' establecido para tramos de costa abierta de la costa vasca (RD 1/2016; BOE, 2016).

Finalmente, en cuanto a la calidad de las aguas, a la vista de los resultados obtenidos en este informe, se puede concluir que el medio receptor cumple con los objetivos de la DMA en la Campaña 2022. Las tres estaciones muestreadas han presentado un estado fisicoquímico 'Muy Bueno' según el índice PCQI.

Todo lo anterior indica que el efecto de la pluma fluvial del río Oka en las características fisicoquímicas de la columna de agua del medio receptor fue inapreciable.

5. COMUNIDADES BIOLÓGICAS

5.1. MATERIALES Y MÉTODOS

Para evaluar el estado ecológico de la masa de agua de la desembocadura del estuario del Oka se estudiaron dos indicadores de calidad biológica (BQs): las macroalgas y los invertebrados de sustrato duro. Los hábitats rocosos son frecuentes en el intermareal del estuario exterior y son los hábitats predominantes en la costa adyacente al estuario, tanto en la zona intermareal como submareal. Para elaborar el presente informe se ha utilizado la información sobre el estado de las comunidades en el año 2022, la cual ha sido comparada con los registros de las campañas precedentes (2020 y 2021).

5.1.1. Red de vigilancia y estrategia de muestreo

Estudios previos de monitorización del Grupo de Investigación de Bentos Marino UPV/EHU realizados en el Abra de Bilbao y su entorno costero en las últimas 3 décadas, indican que en estaciones de mayor influencia estuárica la recuperación biológica es significativamente más lenta en comparación con otras estaciones de ámbito marino. Es por ello, que las comunidades bentónicas de sustrato duro de la desembocadura del estuario del Oka son potencialmente las más sensibles para reflejar cambios ambientales asociados a una mejora de la calidad de las aguas del estuario que comunidades localizadas aguas arriba del estuario.

La red de muestro se localiza en el tramo exterior del estuario del Oka y en la costa adyacente a su desembocadura (Fig. 5.1; Tabla 5.1). Abarca un total de 4 localidades intermareales, dos de carácter estuarino (Portuondo y Laida) y dos de carácter marino (Punta Murgoa y Antzoras), así como tres localidades submareales, todas ellas de ámbito marino (Punta Murgoa, Izaro y Antzoras).

En cada localidad se estudiaron 2 estaciones separadas entre sí por varias decenas de metros (50 m - 150 m), y en cada una de ellas se seleccionaron aleatoriamente 3 áreas, separadas al menos 3 m. Finalmente, en cada área se establecieron 3 superficies (0,4 m x 0,4 m) o unidades muestrales (Fig. 5.2). Se estudiaron las comunidades de la zona intermareal (dos niveles: +1,2 m y +0,75 m) y de la zona submareal (-5 m profundidad). Como resultado, se muestrearon anualmente un total de 144 superficies en la zona intermareal y 54 en la zona submareal.

Las campañas de muestreo de las comunidades intermareales y submareales se realizaron entre julio y octubre de 2021. En cada superficie de muestreo se estimó la abundancia de macrófitos (Rhodophyta, Chlorophyta, Ochrophyta) e invertebrados (Mollusca, Arthropoda, Porifera, Bryozoa, Cnidaria, Echinodermata, Annelida, Tunicata, Phoronida, Nemertina y Sipuncula) mediante una estima visual de su cobertura (1-100%).



Figura 5.1. Ubicación de las localidades y sus dos estaciones de muestreo para el estudio del bentos de sustrato rocoso (flora y fauna). Las estaciones de cada una de las cuatro localidades intermareales quedan señaladas mediante círculos rojos: Portuondo (PO) y Laida (LA) en la parte externa del estuario, y Punta Murgoa (PM) y Antzoras (AN) en la costa. Las tres localidades submareales están situadas en la costa abierta, y las estaciones de muestreo aparecen señaladas mediante círculos azules: Punta Murgoa (PM), Izaro (IZ) y Antzoras (AN).

LOCALIDAD	Estación	Código Estación	Nivel	MASA AGUA	Coordenadas	
PUNTA MURGOA	Estación	UR_BD_PMI1	Intermareal	Costera AC-T12	43°24'43.9"N	2°40'35.9"O
	Estación	UR_BD_PMI2			43°24'44.4"N	2°40'31.8"O
ANTZORAS	Estación	UR_BD_ANI1	Intermareal	Costera AC-T12	43°24'30.6"N	2°40'52.6"O
	Estación	UR_BD_ANI2			43°24'35.2"N	2°40'48.4"O
PORTUONDO	Estación	UR_BD_POI1	Intermareal	Transición AT-	43°23'51.8"N	2°41'37.8"O
	Estación	UR_BD_POI2			43°23'50.5"N	2°41'36.6"O
LAIDA	Estación	UR_BD_LAI1	Intermareal	Transición AT-	43°23'37.4"N	2°40'56.7"O
	Estación	UR_BD_LAI2			43°23'39.1"N	2°40'54.9"O
PUNTA MURGOA	Estación	UR_BD_PMS1	Submareal	Costera AC-T12	43°24'52.1"N	2°41'59.1"O
	Estación	UR_BD_PMS2			43°24'52.1"N	2°41'59.1"O
IZARO	Estación	UR_BD_IZS1	Submareal	Costera AC-T12	43°24'54.2"N	2°40'25.9"O
	Estación	UR_BD_IZS2			43°24'54.2"N	2°40'25.9"O
ANTZORAS	Estación	UR_BD_ANS1	Submareal	Costera AC-T12	43°25'18.7"N	2°40'47.3"O
	Estación	UR_BD_ANS2			43°25'18.7"N	2°40'47.3"O

Tabla 5.1. Estaciones de muestreo de las comunidades bentónicas de sustrato rocoso del entorno del vertido de la EDAR de Lamiaran. Se indica la distancia respecto al punto de vertido, así como sus coordenadas y nivel batimétrico.

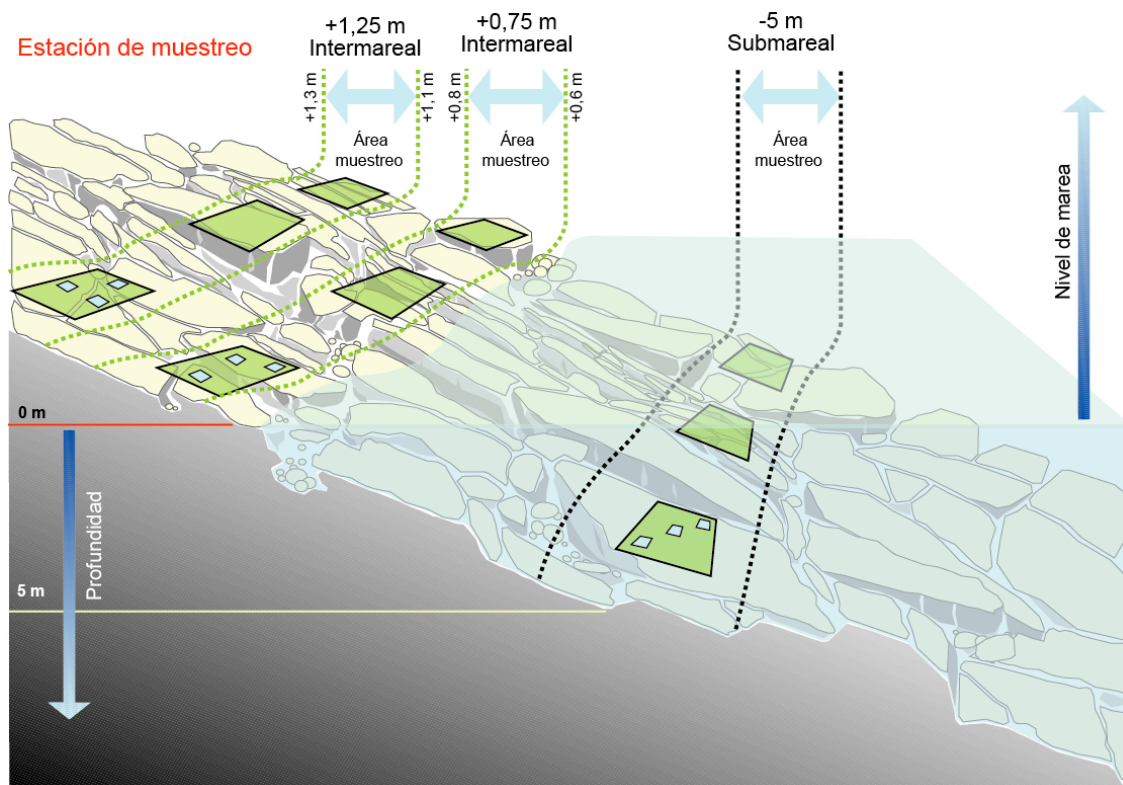


Figura 5.2. Esquema de la disposición de las superficies de muestreo (40 cm x 40 cm) en cada una de las estaciones.

5.1.2. Variables biológicas estudiadas

La especies que no pudieron ser identificadas en el campo fueron recolectadas para su posterior identificación en el laboratorio. Entre la bibliografía utilizada para la identificación de las algas destacan los trabajos de: Feldmann-Mazoyer, 1940; Gayral, 1958, 1966; van den Hoek, 1963; Ardré, 1970; Dixon e Irvine, 1977; Irvine, 1983; Koeman, 1985; Fletcher, 1987; Burrows, 1991; Nizamuddin, 1991; Maggs y Hommersand, 1993; Irvine y Chamberlain, 1994; Coppejans, 1995. Los trabajos consultados para la identificación de las especies faunísticas fueron: Burton, 1963; Zariquiey, 1968; Fauvel, 1969; Tebble, 1976; Ryland y Hayward, 1977; Lincoln, 1979; Borja, 1983; Graham, 1988; Ingle, 1993; Cornelius, 1995.

Tras la recopilación y revisión de los datos, éstos se organizaron en tablas Excel con el fin de hallar las medidas estadísticas descriptivas (promedios y medidas de dispersión) de las variables estudiadas, así como para la representación gráfica de las mismas. Junto a la composición específica y la abundancia relativa de las especies, y con objeto de evaluar estado ecológico de las comunidades, se calcularon las siguientes variables:

- Cobertura algal y animal media.
- Porcentaje de cobertura de grupos morfo-funcionales de algas. Los datos de cobertura de las especies de macroalgas fueron agregados en 3 tipos morfológicos: algas calcáreas (especies articuladas e incrustantes), formas simples (uniseriadas, polisifonadas, foliosas no corticadas y ligeramente corticadas: córtex con dos capas) y algas morfológicamente complejas (algas corticadas: córtex con más de dos capas, más macrófitos correosos).

- Estrategias tróficas de la fauna. Los datos de cobertura de invertebrados fueron agregados en las siguientes categorías tróficas: suspensívoros, detritívoros, herbívoros, omnívoros y carnívoros.
- Diversidad específica. Para cada estación de muestreo se calcularon la riqueza específica (S) y la densidad media de especies (número medio de especies por superficie de muestreo: 40 cm x 40 cm).

5.1.3. Tratamiento estadístico de los datos

A los datos recogidos en el campo se aplicaron técnicas multivariantes con el fin de describir, identificar y valorar diferencias espacio-temporales en las comunidades bentónicas. Para ello, se realizaron análisis de clasificación y análisis de ordenación nMDS (non-metric multidimensional scaling) sobre la base de una matriz de similitud de Bray-Curtis. La rutina SIMPER (análisis de porcentaje de similitud) se aplicó para identificar las especies que más contribuyen a las diferencias detectadas. Tanto los análisis multivariantes como las medidas de diversidad y tests univariantes se realizaron con el programa estadístico PRIMER v6 (Clarke y Gorley, 2006) que incluye el paquete PERMANOVA+add-on (Anderson et al., 2008).

5.1.4. Valoración del estado ecológico de las comunidades

La Directiva Marco del Agua 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo (DMA) establece un marco comunitario cuya finalidad es proteger, mejorar y regenerar las aguas superficiales continentales, las aguas de transición, las aguas costeras y las aguas subterráneas. Los indicadores de calidad biológicos (BQEs) determinados por la DMA para valorar el estado ecológico (EcoQ) de las aguas costeras incluyen fitoplancton, macroalgas, angiospermas y macroinvertebrados. La aplicación de la DMA implica el cálculo de un ratio de calidad ecológica (EQR) que oscila entre 0 (peor estado) y 1 (mejor estado) capaz de clasificar las masas de agua en 5 estados diferentes: Malo, Deficiente, Moderado, Bueno y Muy Bueno.

La evaluación del estado ecológico de las comunidades intermareales se llevó a cabo mediante el índice RICQI de sus siglas en inglés *Rocky Intertidal Community Quality Index*, a partir de la metodología desarrollada por Díez et al. (2012a). Esta metodología aborda conjuntamente la valoración de dos indicadores de calidad biológica (BQEs): macroalgas e invertebrados de sustrato rocoso.

Este índice se basa en la diferente estructura de las comunidades según 5 grados de alteración determinados y en el valor que alcanzan ciertas características de la comunidad en cada uno de los niveles de alteración. Las métricas que constituyen el índice son (Tabla 5.2): 1) especies indicadoras (SpBio), 2) riqueza específica (R), 3) abundancia de algas de morfología compleja (MCA) y 4) abundancia animal (FC). El término SpBio consta a su vez de los indicadores ESS (similitud con cinco comunidades de referencia) y PC (presencia del género *Cystoseira*). El término R consta a su vez de los indicadores Ra (riqueza de especies de algas) y Rf (riqueza de especies de fauna). Por último, el término FC está compuesto por tres métricas: 1) Pf (proporción de fauna con respecto al bentos), 2) Ch (cobertura de herbívoros) y 3) Cs (cobertura de suspensívoros). La expresión matemática del índice RICQI es el modelo aditivo de las 4 métricas:

$$\text{RICQI} = \text{SpBio} (\text{ESS} + \text{PC}) + \text{R} (\text{Ra} + \text{Rf}) + \text{MCA} + \text{FC} (\text{Pf} + \text{Ch} + \text{Cs})$$

Tras la decisión de la Comisión Europea, notificada con el número C(2018) 696, de la intercalibración del índice, los límites de EQR que definen las clases de estado son los siguientes: Límites de clase establecidos para el índice RICQ: Muy bueno >0,82; Bueno >0,60 - 0,82; Moderado >0,40 - 0,60; Deficiente >0,20 - 0,40; Malo ≤0,20.

MÉTRICAS Y PUNTUACIÓN DEL ÍNDICE RICQI									
SpBio (máx. 0,5)				MCA (máx. 0,2)					
SM	Valor	PC	Valor	MCA		Valor			
Deficiente	0,1	Presente	0	0-15 %		0,05			
Pobre	0,2	Ausente	-0,05	>15-30 %		0,10			
Moderado	0,3			>30-45 %		0,15			
Bueno	0,4			>45 %		0,20			
Muy Bueno	0,5								
R (máx. 0,15)				FC (máx. 0,15)					
Ra	Valor	Rf	Valor	Pf	Valor	Ch	Valor	Cs	Valor
0-10	0,02	0-5	0	0-5 %	0,03	0-5 %	0	≤0-5 %	0,05
>10-20	0,04	>5-10	0,01	>5-10 %	0,05	>5 %	0,05	>10 %	0
>20-30	0,06	>10-15	0,02	>10-15 %	0,04				
>30-40	0,08	>15-20	0,03	>15-20 %	0,02				
>40	0,10	>20-25	0,04	>20-25 %	0,01				
		>25	0,05	>25 %	0				

Tabla 5.2. Sistema de puntuación del índice RICQI y asignación del ratio de calidad ecológica (EQR) y del estado ecológico correspondiente.

En el caso de las comunidades submareales, no se ha desarrollado hasta la fecha ningún índice oficial para clasificar el estado ecológico en aguas del Mar Cantábrico. Siguiendo las indicaciones de la DMA, la clasificación de las comunidades submareales se ha realizado mediante el juicio de experto. Para ello, en la presente memoria, se ha tomado como información de referencia de las comunidades submareales no alteradas de la costa vasca los estudios realizados por Díez et al. (2014) y Bustamante et al. (2014) para las macroalgas e invertebrados, respectivamente.

Para evaluar el estado ecológico del bentos submareal del área de estudio se han seleccionado variables biológicas relacionadas con el estado de madurez de las comunidades. Dichas variables son: cobertura algal (Ca); abundancia de algas complejas (MCA); abundancia de algas calcáreas (CA); riqueza de especies de macroalgas con cobertura > 1 % (Ra*); densidad de especies de macroalgas con cobertura > 1 % (Da*); riqueza de especies de invertebrados (Rf); densidad de especies de invertebrados (Df). Finalmente, se ha calculado un ratio de calidad basado en una media ponderada de estas variables.

$$\begin{aligned} \text{EQR-Flo} &= (\text{Ca} * 0,5 + \text{MCA} * 3 + \text{CA} * 0,5 + \text{Ra} + \text{Da} * 2) / 5; \\ \text{EQR-Fa} &= (\text{Rf} + \text{Df} * 10) / 2 \\ \text{EQR-Bent} &= ((\text{EQR-Flo} * 1,2) + \text{EQR-Fa}) / 2 \end{aligned}$$

siendo los límites de EQR que definen las clases de estado: Muy bueno ≥ 0,80; Bueno ≥ 0,60; Moderado ≥ 0,30; Deficiente ≥ 0,15; Malo = 0 - 0,14.

5.2 RESULTADOS

En este apartado se exponen los principales resultados obtenidos en el estudio de las comunidades intermareales y submareales del tramo de costa comprendido entre Laida (Ibarrangelu) e Iزارo (Bermeo). Se analiza y describe la estructura y composición de las comunidades bentónicas en 2022 y se compara con el estado que presentaban en 2020 y 2021. En el Anexo quedan recogidos los inventarios (listado de especies visualizadas con sus respectivas abundancias en términos de cobertura) intermareales y submareales realizados en 2022 en las diferentes estaciones de vigilancia y las tablas de cobertura de las especies a las que se hace referencia a lo largo de este capítulo. Asimismo, se incluye una lista de todos los taxones registrados (flora y fauna) durante la última campaña y un anexo fotográfico en el que se puede observar el aspecto y características de las comunidades bentónicas estudiadas.

5.2.1. COMUNIDADES ESTUÁRICAS

5.2.1.1 MACROALGAS

5.2.1.1.1. Localidad Portuondo

Flora Intermareal

En la Tabla 9 (Anexo) se muestra la cobertura media por estación de las especies registradas durante las campañas 2020, 2021 y 2022 en la localidad de Portuondo. Durante la última campaña se registraron un total de 17 especies de algas. Ninguna especie superaba el 25% de cobertura y la vegetación presentaba una distribución en manchas o mosaico de diversas algas. Las especies más abundantes eran las rodofíceas *Caulacanthus ustulatus* y *Vertebrata reptabunda*. Otras especies presentes con menores coberturas eran las rodofíceas cespitosas *Gelidium pusillum*, *Chondracanthus acicularis* y *Ellisolandia elongata*, así como el alga parda incrustante *Ralfsia verrucosa* y la ceramiácea de carácter estacional *Centroceras clavulatum*.

La cobertura de las especies de la vegetación en función de los dos niveles de marea estudiados se recoge en la Tabla 10 (Anexo).

La vegetación intermareal presentaba una ligera zonación vertical, es decir, mostraba ciertas diferencias en la distribución de las especies en función del nivel de marea (Anexo; Tabla 10). Sin embargo, la riqueza específica era similar en ambos niveles de marea estudiados. Durante el periodo 2021-2022 en ambas estaciones se ha registrado un descenso de la riqueza de especies (Estación 1: 35 vs 17, en 2021 y 2022, respectivamente; Estación 2: 35 vs 17).

Considerando la campaña de 2022, en la vegetación del nivel más alto (+1,2 m) de la Estación 1 las especies más abundantes eran *Vertebrata reptabunda* (21,2%) y *Caulacanthus ustulatus* (17,2%) (Anexo, Tabla 10). Otras especies presentes (1-4 %) eran *Ralfsia verrucosa*, *Centroceras clavulatum* y *Gelidium pusillum*. En el nivel inferior (+0,75 m) la especie más abundante era *Vertebrata reptabunda* (24,4%). Junto a ella y con bajas coberturas (2-8 %) estaban presentes *Caulacanthus ustulatus*, *Centroceras clavulatum*, *Gelidium pusillum*, *Chondracanthus acicularis* y *Ralfsia verrucosa*.

En la Estación 2, en la vegetación del nivel más alto (+1,2 m) de la Estación 1 las especies más abundantes eran *Caulacanthus ustulatus* (24,4%) y *Gelidium pusillum* (20,6%) (Anexo, Tabla 10). Otras especies presentes con coberturas destacables (3-9 %) eran *Mesophyllum lichenoides*, *Gelidium pusillum*, *Ellisolandia elongata* y *Ralfsia verrucosa*. En el nivel inferior (+0,75 m) la cobertura de las especies presentaba valores más bajos, siendo las especies más abundantes (5-14 %) *Caulacanthus ustulatus*, *Vertebrata reptabunda*, *Centroceras clavulatum*, *Ellisolandia elongata* y *Mesophyllum lichenoides*.

Las diferencias espaciales entre las dos estaciones que componen la localidad y su variación a lo largo del tiempo han sido analizadas mediante análisis multivariantes (Fig. 5.3). El diagrama nMDS resultante muestra tres grupos principales. El Grupo A presenta únicamente los inventarios del nivel inferior de la Estación 1 del año 2021. El Grupo B reúne todos los inventarios de ambas estaciones de la última campaña 2022, junto con los inventarios de la Estación 2 de la Campaña 2021. Mientras que el Grupo C está formado por todos los inventarios de la Campaña 2020 junto con los inventarios del nivel superior de la Estación 1 del año 2021. Según el análisis de similitudes SIMPER, estos tres grupos se diferencian principalmente debido a la mayor abundancia de *Chondracanthus acicularis* en el Grupo A, mientras que en el grupo B domina *Vertebrata reptabunda*, y en el Grupo C destaca la mayor cobertura de *Caulacanthus ustulatus*.

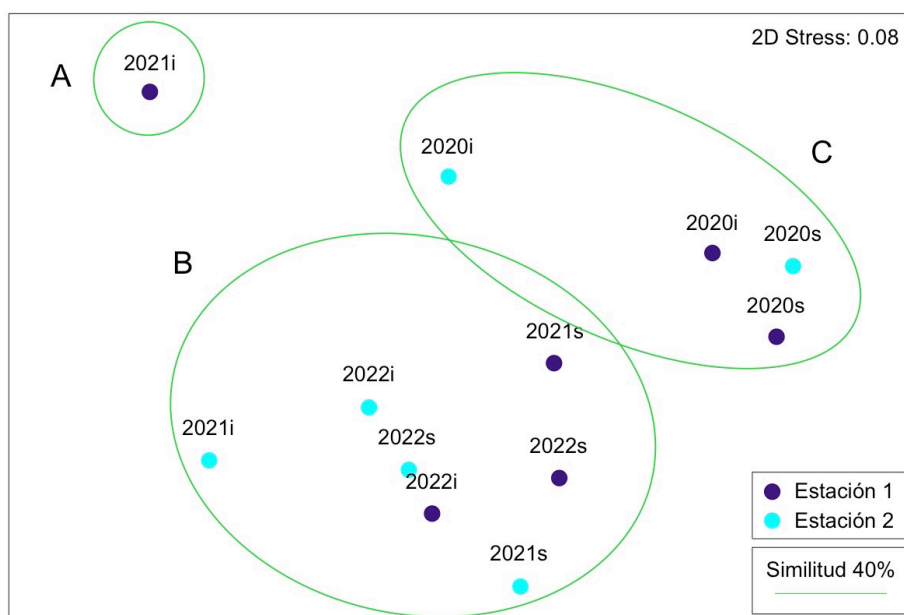


Fig. 5.3. Análisis de ordenación nMDS de las muestras de la flora intermareal de Portuondo en 2020, 2021 y 2022. s: nivel superior (+1,25 m); i: nivel inferior (+0,75 m). Datos transformados con raíz cuadrada; índice de similitud: Bray-Curtis.

5.2.1.1.2. Localidad Laida

Flora Intermareal

En la Tabla 11 (Anexo) se muestra la cobertura media por estación de las especies registradas durante las campañas 2020, 2021 y 2022 en la localidad de Laida. En total se registraron 11 especies de algas en 2022, y teniendo en cuenta el promedio de las dos estaciones, la especie más abundante fue *Caulacanthus ustulatus*, siendo su abundancia

algo superior en la Estación 2. Acompañando a esta rodofícea perenne, en la actual campaña de 2022 destaca la rodofícea *Centroceras clavulatum*, si bien ha registrado un notable descenso respecto a la campaña anterior (2021). Además, aunque con abundancias significativamente inferiores, otras especies importantes en la vegetación fueron la también rodofícea cespitosa *Gelidium pusillum* junto con las incrustantes *Ralfsia verrucosa* e *Hildenbrandia rubra*.

La cobertura de las especies de la vegetación en función de los dos niveles de marea estudiados se recoge en la Tabla 12 (Anexo).

La vegetación intermareal presentaba una ligera zonación vertical, es decir, mostraba ciertas diferencias en la distribución de las especies en función del nivel de marea (Anexo; Tabla 12). Sin embargo, la riqueza específica era igual en ambos niveles de marea estudiados: 11 especies. Considerando los dos niveles de marea estudiados, se ha registrado un descenso de la riqueza de especies entre 2021 y 2022 en ambas estaciones (Estación 1: 15 vs 11; Estación 2: 15 vs 11).

Considerando la campaña de 2022, en la vegetación del nivel más alto (+1,2 m) de la Estación 1 la especie más abundante era *Caulacanthus ustulatus* (18,4%) (Anexo, Tabla 12). Otras especies presentes (2-3 %) eran *Ralfsia verrucosa* e *Hildenbrandia rubra*. En el nivel inferior (+0,75 m) la especie más abundante también era *Caulacanthus ustulatus*, aunque con un promedio de cobertura muy superior (37,2%). La única especie acompañante con una cobertura destacable era *Gelidium pusillum* (5,2%).

En la Estación 2, la especie más abundante de la vegetación intermareal del nivel +1,2 m era *Caulacanthus ustulatus* (29,4%) (Anexo, Tabla 12). Entre las restantes especies, únicamente *Gelidium pusillum* alcanzaba el 1% de cobertura. En el nivel inferior (+0,75 m) *Caulacanthus ustulatus* (42,2%) también era la especie más abundante, alcanzando el valor máximo del área de estudio. Las rodofíceas *Gelidium pusillum* (4,7%) y *Centroceras clavulatum* (6,8%) formaban parte de la vegetación, aunque con bajas coberturas.

Las diferencias espaciales y temporales entre las dos estaciones que componen la localidad han sido analizadas mediante análisis multivariantes (Fig. 5.4), y el diagrama nMDS resultante muestra tres grupos principales.

Por un lado, el Grupo A presenta los inventarios del nivel superior de la Estación 1 del año 2020. El Grupo B se compone de los inventarios del nivel inferior de la Estación 1 y de la Estación 2 del año 2021, y el Grupo C reúne a los inventarios del resto de niveles y estaciones de 2020 y 2021, junto con todos los inventarios de 2022.

Según el análisis de similitudes SIMPER, estos tres grupos se crean a un nivel de similitud del 60%. Dichos grupos se diferencian debido a la mayor abundancia de *Hildenbrandia rubra* en el Grupo A; el Grupo B queda caracterizado por presentar una mayor abundancia de *Centroceras clavulatum* y *Gelidium pusillum*, mientras que el Grupo C se diferencia por presentar una mayor cobertura de *Caulacanthus ustulatus* y *Ralfsia verrucosa*.

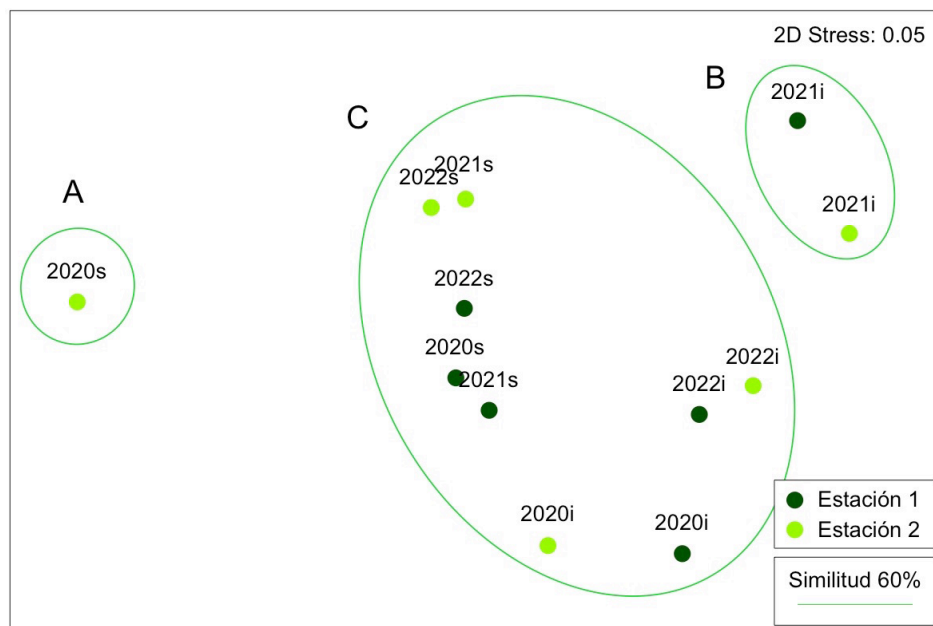


Fig. 5.4. Análisis de ordenación nMDS de las muestras de la flora intermareal de Laida en 2020, 2021 y 2022. s: nivel superior (+1,25 m); i: nivel inferior (+0,75 m). Datos transformados con raíz cuadrada; índice de similitud: Bray-Curtis.

5.2.1.1.3. Diferencias espacio-temporales de la vegetación estuárica

Parámetros estructurales

En la zona intermareal estuárica del área de estudio en su conjunto se registraron 18 especies, un total de 17 especies en Portuondo y 11 en Laida. Se detectaron ciertas diferencias entre las dos localidades (Fig. 5.5.A). En Portuondo el número de especies registradas fue prácticamente el mismo en las dos estaciones de estudio; además la riqueza de especies también era similar en el nivel más alto (+ 1,25 m) como en el nivel intermareal inferior (+0,75 m). Sin embargo, se registró un notable descenso de riqueza respecto a la campaña anterior (2022 y 2021). En el nivel intermareal inferior (+0,75 m) de Laida, la riqueza de especies fue similar entre estaciones en 2022; sin embargo, se detectaron diferencias en el nivel superior (+1,25 m), con el mínimo registrado en la Estación 1. Los cambios temporales entre 2021 y 2022 varían según la estación, sin que se observe un patrón espacial definido. El número de especies registrado ha aumentado en los dos niveles de marea de la Estación 2, mientras que ha disminuido en la Estación 1.

La densidad de especies de la vegetación intermareal (número medio de especies por superficie de muestreo: 40 cm x 40 cm) no presenta variabilidad espacial en ninguna de las 2 localidades, ni tampoco en los 2 niveles de marea estudiados (Fig. 5.5.B). Así, en la vegetación del nivel más alto (+ 1,25 m) la densidad registrada fue de 5 especies/sup., al igual que en el nivel intermareal inferior (+0,75 m).

El promedio de la cobertura acumulada por el conjunto de algas que componen la vegetación fue más bajo en Laida (41,7%) que en Portuondo (55,7%). A su vez, se detectaron ligeras diferencias entre las estaciones tanto de la localidad de Portuondo como en la de Laida. Así, en Laida los valores promedio fueron 38% y 45%, en la Estación

l y Estación 2, respectivamente; mientras que en Portuondo fueron 48% y 62%. Teniendo en cuenta los dos niveles de marea estudiados (Fig. 5.5.C) se detectó un patrón diferente para las cuatro estaciones de muestreo. En Laida, la vegetación de la Estación 1 tenía una cobertura algal superior en el nivel inferior (51% vs 24%, en el nivel inferior y superior, respectivamente), al igual que en la Estación 2 (55% vs 35%). Sin embargo, en Portuondo, la vegetación de la Estación 1 tenía una cobertura algal similar tanto en el nivel inferior (+0,75m) como el nivel superior (+1,25 m) (50% vs 46%), mientras que en la Estación 2 los valores eran superiores en el nivel superior (77% vs 48%; superior e inferior, respectivamente).

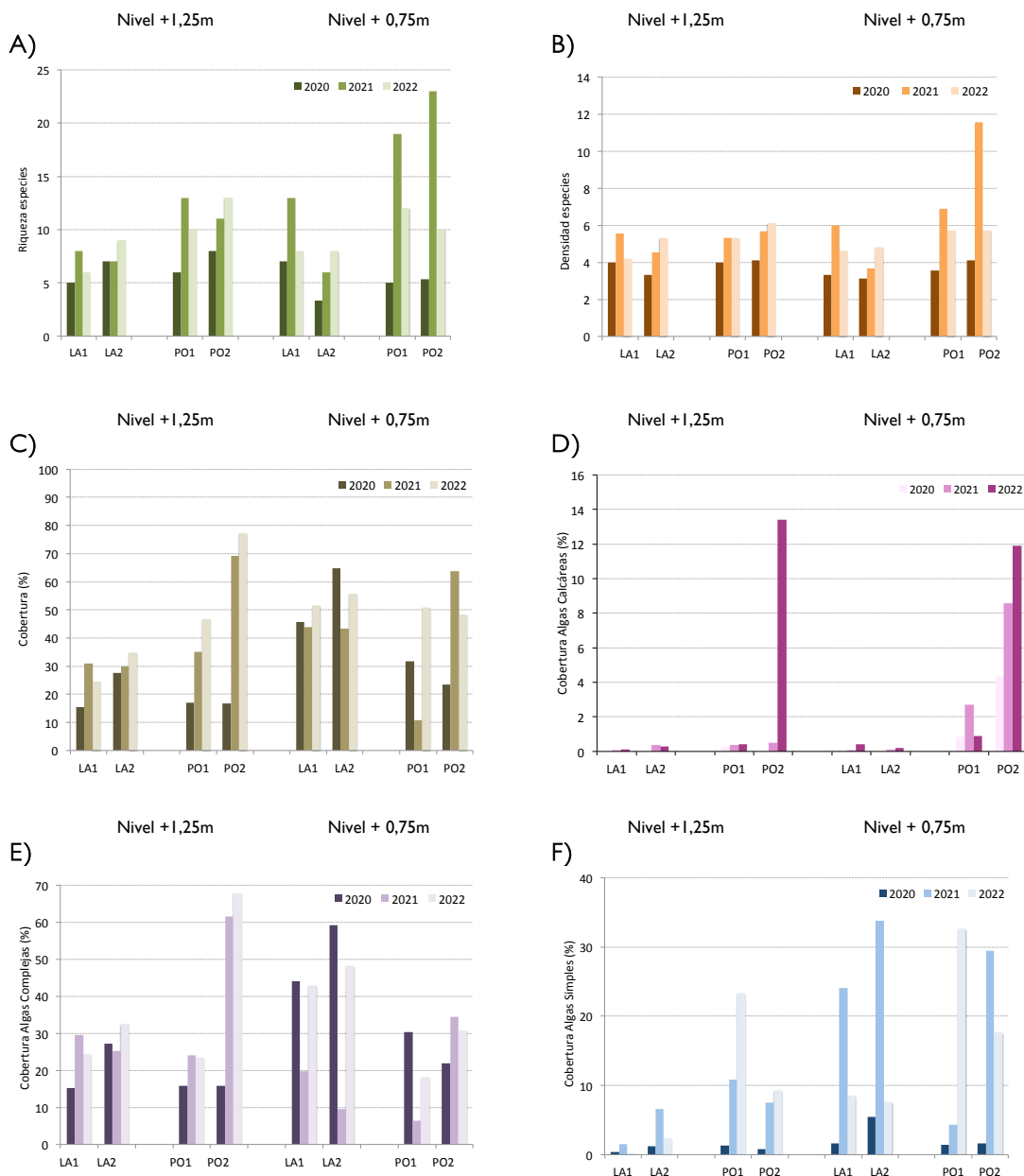


Fig. 5.5. (A) Número total de especies registradas, (B) densidad o media de especies por inventario, (C) promedio de la cobertura algal acumulada total, (D) cobertura de algas calcáreas, (E) cobertura de algas de morfología compleja, y (F) cobertura de algas de morfología simple de la vegetación intermareal (niveles: +1,25m; 0,75m) de las estaciones (1, 2) de las dos localidades estuáricas estudiadas (Portuondo: PO; Laida: LA) en verano de 2020, 2021 y 2022.

La Figura 5.5 también muestra la cobertura de las especies en función de su morfología. Así, la Figura 5.5.D muestra la cobertura de las algas calcáreas (conjuntamente incrustantes y erectas). Así, aunque los valores promedio fueron bajos, fueron diferentes en ambas localidades, Portuondo (6%) y Laida (0,3%). De hecho, aunque se detectaron diferencias respecto a las algas calcáreas entre las estaciones de cada localidad, no se observó ningún patrón general de zonación (distribución de las algas en función del nivel de marea) en las dos localidades. Como excepción, cabe destacar el aumento de cobertura de especies calcáreas en la última campaña (2022) en el nivel intermareal superior de la Estación 2 de la localidad de Portuondo.

La cobertura de las algas de morfología compleja no presentaba un patrón espacial muy definido (Fig. 5.5.E). Aunque el valor promedio en Laida (37%) era similar al registrado en Portuondo (35%), se detectaron diferencias entre las estaciones. Así, en Portuondo la cobertura de complejas era superior en la Estación 2 (49% vs 20%); sin embargo, en Laida, los valores promedio fueron 34% y 40%, en la Estación 1 y en la Estación 2, respectivamente. Respecto al patrón de zonación, en la localidad de Laida la cobertura de complejas es superior en el nivel intermareal inferior de ambas estaciones, mientras que en Portuondo estas algas son más abundantes en el nivel intermareal superior, especialmente en la Estación 2.

El promedio de la cobertura de las algas de morfología simple fue diferente en Portuondo y en Laida: 21% y 5%, respectivamente. Se ha registrado un aumento generalizado en 2022 respecto a 2021 en Portuondo, mientras que en Laida la cobertura de este tipo morfológico de algas ha disminuido. Así en Portuondo los valores promedio fueron 28% y 13%, en la Estación 1 y Estación 2, respectivamente, y en Laida 4% y 5% (Estación 1 y Estación 2, respectivamente). Teniendo en cuenta los dos niveles de marea estudiados (Fig. 5.5.F) se detectó un patrón de zonación similar para las cuatro estaciones de muestreo, registrándose valores ligeramente superiores de cobertura de algas simples en el nivel inferior (+0,75 m).

Similitud florística entre las estaciones

La similitud entre los inventarios fue explorada mediante la aplicación de técnicas multivariantes. Las diferencias espaciales entre las dos estaciones que representan ambas localidades estuáricas (Laida y Portuondo) y su variación a lo largo del tiempo han sido analizadas mediante análisis multivariantes de ordenación.

En el diagrama resultante del análisis de ordenación nMDS (Fig. 5.6) realizado conjuntamente con los inventarios de los dos niveles de marea estudiados, se detecta como ambos niveles se solapan para las 2 localidades, es decir, presentaban comunidades ligeramente similares. Respecto a la zonación vertical, reflejada por la mayor distancia de los puntos en el diagrama, era similar para ambas localidades, con la excepción del nivel inferior de la Estación 1 de la localidad de Portuondo de la Campaña 2021, y por otro lado, el nivel superior de la Estación 1 de la localidad de Laida de la Campaña 2020. De acuerdo a la rutina SIMPER o análisis de similitudes, se identificaron 6 grupos diferentes con una similitud por encima del 50%.

De los 6 grupos, el Grupo A y el Grupo B quedan representados por un único inventario promedio, es decir, la muestra de una estación en una campaña concreta. Así el Grupo A que representa los inventarios del nivel inferior de la Campaña 2021 de la Estación 1 de

Portuondo, se caracteriza por presentar una mayor cobertura de *Chondracanthus acicularis*, mientras que el Grupo B (nivel superior de la Estación 1 de la localidad de Laida en la Campaña 2020) muestra elevados valores de cobertura de *Gelidium pusillum*. El Grupo C lo forman las 2 estaciones del nivel inferior de la localidad de Laida de la Campaña 2021, diferenciándose por presentar coberturas elevadas de *Centroceras clavulatum*. El cuarto grupo (Grupo D) reúne a 5 muestras del nivel superior correspondientes a las 2 estaciones de la localidad de Portuondo de la campaña de 2020, las dos estaciones de Laida de la Campaña 2022 y la Estación 1 de la localidad de Laida de la Campaña 2021. Se caracteriza por presentar coberturas elevadas de *Caulacanthus ustulatus*, *Ralfsia verrucosa* e *Hildenbrandia rubra*. El Grupo E reúne estaciones tanto del nivel inferior (+0,75 m) como del nivel superior (+1,25 m) de ambas localidades (Laida y Portuondo) y de las tres campañas de muestreo. Este grupo presenta una similitud promedio del 63% y se caracteriza por presentar una cobertura elevada de *C. ustulatus* y *C. clavulatum*. Por último, el Grupo F, con una similitud promedio del 45%, presenta coberturas elevadas de *Vertebrata reptabunda* y *G. pusillum*, y está formado también por muestras de los 2 niveles de marea estudiados de ambas localidades y de las tres campañas de muestreo realizadas (2020, 2021 y 2022).

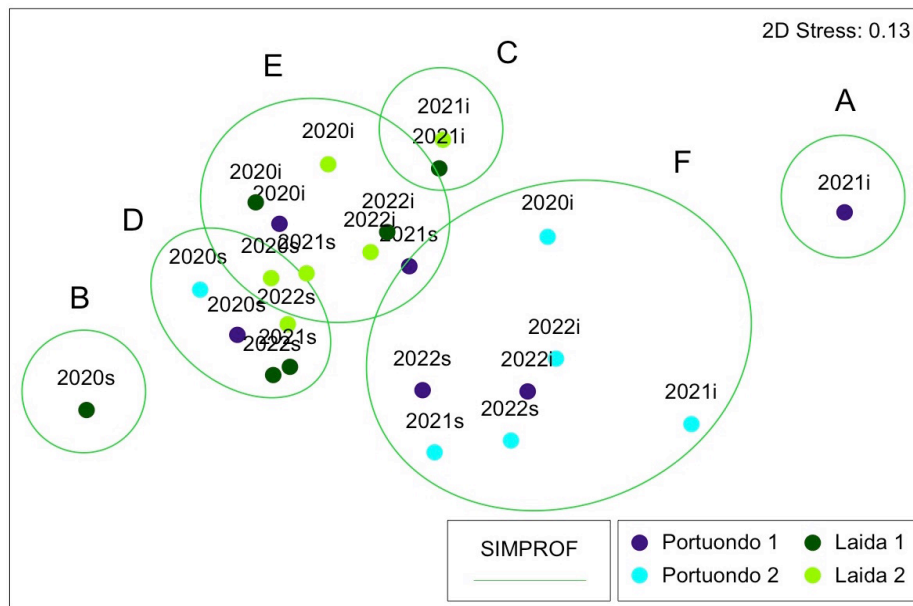


Fig. 5.6. Análisis de ordenación nMDS de las muestras de la flora intermareal de las dos estaciones (1, 2) de las localidades estuáricas estudiadas (Portuondo y Laida) en verano de 2020, 2021 y 2022. s: nivel superior (+1,25 m); i: nivel inferior (+0,75 m); 1 y 2. Datos transformados con raíz cuadrada; índice de similitud aplicado: Bray-Curtis.

5.2.1.1.4. Discusión

Las algas que habitan en la zona intermareal deben tolerar diariamente una amplia gama de tensiones fisiológicas. Cuando la marea baja, estos organismos marinos quedan expuestos a condiciones terrestres en las que se enfrentan a un mayor estrés por temperatura, luz y desecación. Pero en los sistemas estuáricos además, las algas tienen que soportar fuertes cambios de salinidad y elevadas tasas de sedimentación. Por lo tanto, las comunidades de estos ecosistemas deben estar adaptadas a un mayor estrés ambiental en comparación con las de costa abierta (McLusky y Elliott, 2004). En general, las elevadas

concentraciones de materia orgánica en la columna de agua favorecen el desarrollo de la fauna frente a la flora (McLusky y Elliott, 2004).

Los resultados del presente estudio muestran que los valores de riqueza específica, densidad de especies y cobertura algal en la zona intermareal de la parte más externa del estuario del Oka son bajos. En la Campaña 2022 se ha registrado un descenso de la riqueza específica en la mayoría de las estaciones. Estos resultados coinciden con el descenso de diversidad detectado también en las comunidades marinas de macroalgas del presente estudio. La variabilidad temporal de este parámetro es elevada. Una tendencia decreciente en la riqueza de especies sería reflejo de alguna alteración ambiental, pero variaciones interanuales sin la existencia de un descenso mantenido en el tiempo pueden ser interpretadas dentro de la variabilidad natural de las comunidades.

La vegetación estaba formada por especies de naturaleza cespitosa como *Caulacanthus ustulatus*, *Vertebrata reptabunda* y *Gelidium pusillum*, junto con la ceramiácea de distribución cosmopolita *Centroceras clavulatum*, ciertas cianofíceas, clorófitos y especies incrustantes de morfología compleja como *Ralfsia verrucosa*, *Hildenbrandia rubra* o *Phymatolithon lenormandii*. La rodomelácea *Vertebrata reptabunda* crece directamente sobre las rocas cubiertas de arena y limo, ya que se trata de una especie capaz de tolerar las condiciones de estrés impuestas por la presencia de sedimentos (Díaz-Tapia y Bárbara, 2013). Aunque su ciclo de vida es anual, las poblaciones se mantienen a lo largo del tiempo formando unos céspedes prácticamente monoespecíficos.

Por el contrario, la rodofícea *Caulacanthus ustulatus* de carácter eurihalino, crece preferentemente sobre el sustrato biogénico que le proporcionan las ostras, y consecuentemente, soporta un menor estrés por sedimentación. La mayoría de las poblaciones de *Caulacanthus* spp. en Europa han sido identificadas tradicionalmente como *Caulacanthus ustulatus*, descrita por primera vez en Cádiz en 1843 y muy extendida en las costas del Atlántico oriental. Sin embargo, la especie registrada en la desembocadura del Oka podría ser *Caulacanthus okamurae*, una especie invasora introducida desde el Pacífico que se está extendiendo por las costas europeas asociada a los bancos de mejillones y de ostras (Maggs et al., 2010). Ha sido citada para la costa vasca recientemente (Bárbara et al., 2019), pero dado que la morfología de su talo es muy similar a la de *C. ustulatus*, *C. okamurae* podría haber pasado desapercibida en la costa vasca desde hace años. Futuros estudios anatómicos revelarán si la especie de *Caulacanthus* registrada en el Oka es autóctona (*C. ustulatus*) o alóctona (*C. okamurae*). Esta especie alóctona tiende a invadir el intermareal, donde puede llegar a ser dominante y excluir a los céspedes de macroalgas autóctonas, lo cual podría estar en parte relacionado con la baja diversidad de especies registrada en el área de estudio. Su propagación explosiva en Europa puede estar relacionada con el aumento de la temperatura (Maggs et al., 2010).

En relación a los clorófitos, el crecimiento excesivo de macroalgas verdes (*Enteromorpha*, *Chaetomorpha*, *Ulva*, *Cladophora*) en respuesta al aporte de nutrientes es un fenómeno común en estuarios y bahías protegidas (Pihl et al., 1999). Su crecimiento se produce principalmente en primavera y es capaz de persistir en altas densidades mantenidas durante todo el verano antes de desaparecer a finales de otoño (Hull, 1987). Los resultados del presente estudio, muestran valores de cobertura de clorófitos bajos, lo cual viene probablemente determinado por la época en la que se realizan los muestreos, al comienzo del otoño. Por otra parte, la proliferación de algas cianofíceas en hábitats intermareales se relaciona con condiciones anaeróbicas de los depósitos de sedimentos

que cubren las comunidades y con bajos valores de pH (Otte, 1979). No obstante, los valores de cobertura de estas algas han sido muy bajos.

Las algas incrustantes (incluidas las algas rojas, pardas y verdes) tienden a predominar en zonas muy perturbadas (por ejemplo, por el efecto de los herbívoros o de la acción erosiva de la arena) o muy estresadas (= baja productividad potencial) (Dethier, 1994). Las tres especies incrustantes presentes en las comunidades estuáricas son: (1) el alga parda *Ralfsia verrucosa* de crecimiento rápido y reclutamiento frecuente que senece al cabo de varios años y desaparece; (2) *Hildenbrandia rubra*, un alga roja de crecimiento muy lento y reclutamiento escaso que persiste incluso cuando está completamente recubierta y se regenera tras las perturbaciones; y (3) *Phymatolithon lenormandii* adaptada a vivir en condiciones lumínicas muy bajas. Todas ellas tienen en común su tolerancia al estrés ambiental.

Un resultado que sugiere cierta alteración ambiental de las dos localidades estudiadas es la ausencia de los fucoides *Pelvetia canaliculata* y *Fucus spiralis*. Estas especies son escasas en la costa vasca porque se encuentran en su límite de tolerancia a la temperatura estival (Lamela-Silvarrey et al. 2012). No obstante, existen poblaciones de *P. canaliculata* en otros estuarios de la costa vasca como el del Barbadún, Butroi o Bidasoa, y de *F. spiralis* en el estuario del Barbadún. Por otra parte, en las cercanías de los puntos de muestreo se observaron poblaciones de *Catenella caespitosa* y *Bostrychia scorpioides*, especies perennes cespitosas y de pequeña talla que crecen habitualmente junto a *P. canaliculata*. Asimismo, la ausencia del género *Gracilaria* también podría ser reflejo del estrés ambiental.

Todos estos resultados sugieren que las comunidades intermareales estuáricas del área de estudio presentan un estado de alteración entre leve y moderado.

5.2.1.2 MACROINVERTEBRADOS

5.2.1.2.1. Localidad Portuondo

Fauna Intermareal

En la Tabla 13 (Anexo) se muestra la cobertura media por estación y la cobertura promedio de las especies registradas durante las campañas 2020, 2021 y 2022 en la localidad de Portuondo. Se registraron un total de 27 especies de macroinvertebrados, siendo la ostra *Crassostrea* sp. y el briozoo *Watersipora subtorquata* los únicos que han superado el 2% de cobertura y han dominado claramente la comunidad faunística. Precisamente, estas dos especies han experimentado los mayores cambios entre las campañas 2021 y 2022. Así, en ambas estaciones se ha registrado el significativo avance de *Crassostrea* sp. y el notable retroceso de *W. subtorquata*, de modo contrario a lo observado entre las campañas 2020 y 2021. El resto de invertebrados ha mostrado un grado de cobertura significativamente inferior. Entre ellos destacaron el anélido Sabellaridae indet., el porífero *Aaptos aaptos*, los artrópodos *Perforatus perforatus* y *Clibanarius erythropus*, el gasterópodo *Ocenebra erinaceus*, el anélido *Janua heterostropha* y las lapas del género *Patella*. Las citadas especies han mostrado una ocupación similar en ambas estaciones, excepto en el caso del anélido Sabellaridae indet., que no ha sido registrado en la Estación 2.

La cobertura de las especies de la fauna en función de los dos niveles de marea estudiados se recoge en la Tabla I4 (Anexo).

La fauna de la zona intermareal presentó una visible zonación vertical y mostró ciertas diferencias en la composición de la comunidad en función del nivel de marea (Tabla I4) en las tres campañas analizadas (2020, 2021 y 2022). Así, en el nivel superior se observó un mayor grado de ocupación faunística, mientras que en el inferior destacaron unos registros de riqueza específica ligeramente más elevados.

En el nivel inferior, los invertebrados más abundantes fueron la ostra *Crassostrea* sp. y el anélido Sabellaridae indet., que han experimentado un notable avance en la Estación 1 en la actual Campaña 2022, no siendo registrados en la Estación 2. Les han seguido el briozoo *Watersipora subtorquata*, el porífero *Aptos aptos*, el anélido *Janua heterostropha*, el gasterópodo carnívoro *Ocenebra erinacea* y las lapas del género *Patella*.

En el nivel intermareal superior se observó el claro dominio de la ostra *Crassostrea* sp., con un notable avance de cobertura en la presente campaña. Con un grado de ocupación significativamente inferior, destacaron el briozoo *Watersipora subtorquata*, que ha registrado un significativo retroceso, el artrópodo *Clibanarius erythropus*, el anélido *Janua heterostropha*, el gasterópodo carnívoro *Ocenebra erinacea* y los herbívoros del género *Patella*.

Las diferencias espaciales entre las estaciones que componen la localidad y su variación a lo largo del tiempo han sido analizadas mediante análisis multivariantes (Fig. 5.7).

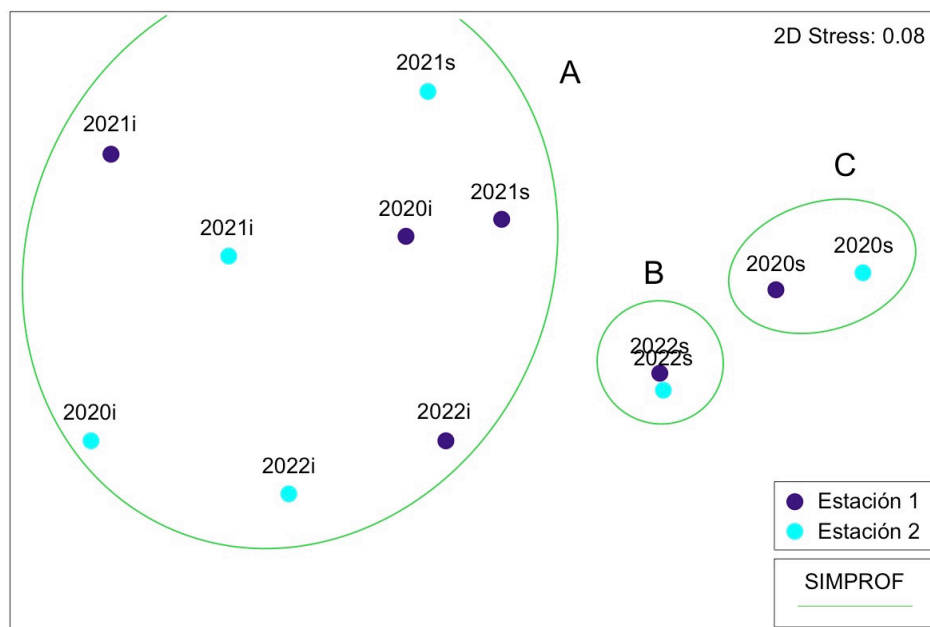


Fig. 5.7. Análisis de ordenación nMDS de las muestras de la fauna intermareal de Portuondo en 2020, 2021 y 2022. s: nivel superior (+1,25 m); i: nivel inferior (+0,75 m). Datos transformados con raíz cuadrada; índice de similitud aplicado: Bray-Curtis.

El diagrama nMDS resultante muestra tres grupos principales. Por un lado, el Grupo A reúne a los inventarios del nivel inferior de las estaciones 1 y 2 durante el periodo de estudio y a los del nivel superior de las estaciones 1 y 2 en la Campaña 2021. El Grupo B

incluye los inventarios del nivel superior de las estaciones 1 y 2 en la actual Campaña 2022, y el Grupo C a los del nivel superior de las estaciones 1 y 2 en la Campaña 2020.

Según el análisis de similitudes SIMPER, el Grupo A se ha caracterizado por haber registrado las mayores coberturas del briozoo *Watersipora subtorquata* y del porífero *Aaptos aaptos*, y las menores ocupaciones de la ostra *Crassostrea* sp., los cirrípedos *Chthamalus stellatus* y *Perforatus perforatus*, de los moluscos *Mytilus galloprovincialis* y *Steromphala umbilicalis* y del anélido *Janua heterostropha*. El Grupo B ha mostrado los mayores recubrimientos de *S. umbilicalis*, *J. heterostropha* y del artrópodo *Clibanarius erythropus*, con registros intermedios del resto de invertebrados. Finalmente, el Grupo C se ha caracterizado por haber presentado el mayor nivel de ocupación de la ostra *Crassostrea* sp., los artrópodos cirrípedos *C. stellatus* y *P. perforatus*, y el mejillón *M. galloprovincialis*.

5.2.1.2.2. Localidad Laida

Fauna Intermareal

En la Tabla 15 (Anexo) se muestra la cobertura media por estación y la cobertura promedio de las especies registradas durante las campañas 2020, 2021 y 2022 en la localidad de Laida. En total se contabilizaron 22 especies de invertebrados. Ha destacado el claro dominio de la ostra *Crassostrea* sp. en esta localidad, que ha mostrado un mayor desarrollo en la Estación 1. Entre las dos últimas campañas analizadas se ha observado el retroceso de cobertura de este invertebrado en la Estación 1, mientras que se ha mantenido estable en la Estación 2. Con ocupaciones notablemente inferiores destacaron el cirrípedo *Chthamalus stellatus*, la lapa *Patella* sp. y el anélido *Janua heteostropha*, que presentaron una cobertura similar en ambas estaciones.

La ocupación de las especies de la fauna en función de los dos niveles de marea estudiados se recoge en la Tabla 16 (Anexo).

La fauna intermareal presentó una ligera zonación vertical durante las tres campañas analizadas (2020, 2021 y 2022), es decir, mostró ciertas diferencias en la distribución y cobertura de los invertebrados en función del nivel de marea (Tabla 16). Así, de modo similar a lo comentado en la localidad de Portuondo, el grado de ocupación de la comunidad animal fue más elevado en el horizonte superior, mientras que en el inferior se alcanzaron mayores registros de riqueza específica.

En el nivel inferior se observó el dominio de la ostra *Crassostrea* sp., si bien se ha registrado su retroceso en la Estación 1 y su avance en la Estación 2 entre 2021 y 2022. El resto de especies de invertebrados mostraron escasos valores de cobertura (<1%), destacando únicamente el porífero *Aaptos aaptos*, el molusco *Bivalvia* indet., el artrópodo *Clibanarius erythropus* y el anélido *Janua heterostropha*. Asimismo, en la actual Campaña 2022 ha destacado la aparición de nuevas especies, como el porífero *Aaptos aaptos*, el artrópodo *Austrominius modestus*, el molusco *Lithophaga caudigera* y los anélidos *Nereidae* indet. y *Sabellaridae* indet.

En el nivel superior, la ostra *Crassostrea* sp. también fue la especie dominante, a pesar del notable retroceso registrado en ambas estaciones en las dos últimas campañas. La

segunda especie en abundancia fue la lapa *Patella* sp., seguida del artrópodo *Chthamalus stellatus* y los moluscos *Mytilus galloprovincialis* y *Steromphala umbilicalis*. Cabe destacar que las especies citadas anteriormente han obtenido sus mayores niveles de cobertura en la Estación 1.

Las diferencias espaciales entre las dos estaciones que componen la localidad y su variación a lo largo del tiempo han sido analizadas mediante análisis multivariables. El diagrama nMDS resultante muestra tres grupos principales (Fig. 5.8).

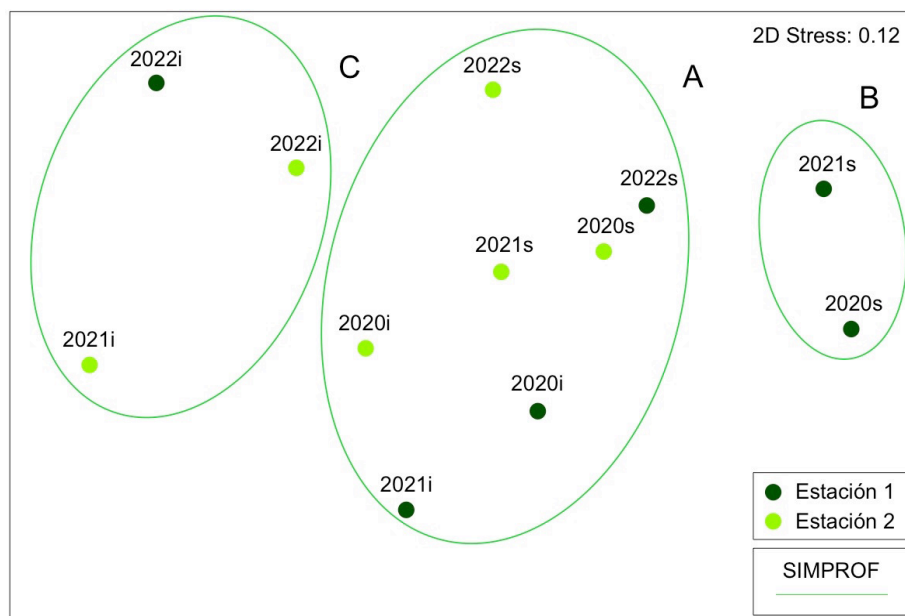


Fig. 5.8. Análisis de ordenación nMDS de las muestras de la fauna intermareal de Laida en 2020, 2021 y 2022. s: nivel superior (+1,25 m); i: nivel inferior (+0,75 m). Datos transformados con raíz cuadrada; índice de similitud aplicado: Bray-Curtis.

Por un lado, el Grupo A incluye a los inventarios de la Estación 1 del nivel inferior en 2020 y 2021 y del nivel superior en 2022 y a los de la Estación 2 del nivel inferior en 2020 y del nivel superior en 2020, 2021 y 2022. Por otro lado, el Grupo B reúne a los inventarios del nivel superior de la Estación 1 en 2020 y 2021, mientras que el Grupo C engloba a los del nivel inferior de la Estación 1 en 2022 y a los del nivel inferior de la Estación 2 en 2021 y 2022.

Según el análisis de similitudes SIMPER, el Grupo A se diferencia debido a la mayor cobertura del porífero *Suberites* sp. y a los escasos registros de la esponja *Aaptos aaptos*, con ocupaciones intermedias de la ostra *Crassostrea* sp., el cirrípedo *Chthamalus stellatus* y las lapas del género *Patella* sp. El Grupo B se ha caracterizado por presentar los mayores registros de *Crassostrea* sp., *C. stellatus* y *Patella* sp. Finalmente, el Grupo C ha mostrado escasas coberturas de *Crassostrea* sp. y *C. stellatus* y las mayores ocupaciones de *Patella* sp., del molusco *Bivalvia* indet., del anélido *Ficopomatus enigmaticus* y de los poríferos *Aaptos aaptos* y *Suberites* sp.

5.2.1.2.3. Diferencias espacio-temporales de la fauna estuárica

Parámetros estructurales

En la zona intermareal estuárica del área de estudio en su conjunto se registraron un total de 22 especies en 2022. En la localidad de Portuondo se detectó un número de especies más elevado (Fig. 5.9.A). Cabe destacar que los mayores registros de este parámetro se han observado en el nivel intermareal inferior (+0,75 m). En cuanto a los cambios temporales del periodo 2020-2022, destaca el avance generalizado de este parámetro en Laida, excepto en la zona superior de la Estación 2, en la que se ha registrado un leve retroceso en la actualidad (8 y 6 especies, en 2021 y 2022, respectivamente). En la localidad de Portuondo, los registros de las dos últimas campañas 2021 y 2022 han sido superiores a los obtenidos en 2020. La única excepción se ha observado en la zona inferior de la Estación 1, donde este parámetro ha mantenido un notable registro en las tres campañas analizadas. En general, el número de especies registrado en las dos localidades estuáricas es bajo si se compara con las localidades de costa abierta.

La evolución de la densidad de especies de la fauna intermareal (número medio de especies por superficie de muestreo: 40 cm x 40 cm) fue similar a lo comentado anteriormente para el caso de la riqueza específica (Fig. 5.9.B). Así, este parámetro mostró mayores registros en la localidad de Portuondo (6,6 especies/sup. y 4,2 especies/sup., en Portuondo y Laida, respectivamente). En este caso, sin embargo, las diferencias entre los niveles inferior (+0,75 m) y superior (+ 1,25 m) no fueron tan acusadas como las descritas para la riqueza específica, especialmente en el caso de Laida. En cuanto a los cambios ocurridos en el periodo 2020-2022, destaca el avance generalizado de este parámetro en Laida, excepto en la zona superior de la Estación 2, en la que se ha registrado un leve retroceso en la actualidad (4,3 y 2,9 especies/sup, en 2021 y 2022, respectivamente). En la localidad de Portuondo, los registros de las dos últimas campañas 2021 y 2022 han sido superiores a los obtenidos en 2020. La única excepción se ha observado en la zona inferior de la Estación 1, donde este parámetro ha mostrado su mínimo registro en 2021. Cabe destacar que la densidad de especies registrada en Laida es baja si se compara con las localidades de costa abierta.

El promedio de la cobertura acumulada por el conjunto de invertebrados que componen la fauna fue más elevado en Laida (en ambas estaciones) que en Portuondo (Fig. 5.9.C). Asimismo, se detectaron diferencias entre los dos niveles estudiados en cada localidad, siendo más altos los registros de la zona intermareal superior (+ 1,25 m) tanto en Portuondo, como en Laida. En Portuondo destaca el avance de este parámetro en la presente Campaña 2022, excepto en la Estación 2 del nivel inferior. No obstante, se han obtenido niveles inferiores a los registros de la Campaña 2020. Por el contrario, en Laida se ha observado el retroceso de la ocupación en la actualidad, salvo en el caso de la Estación 2 del nivel inferior. La cobertura de invertebrados registrada en los dos niveles de ambas estaciones es elevada si se compara con las localidades de costa abierta.

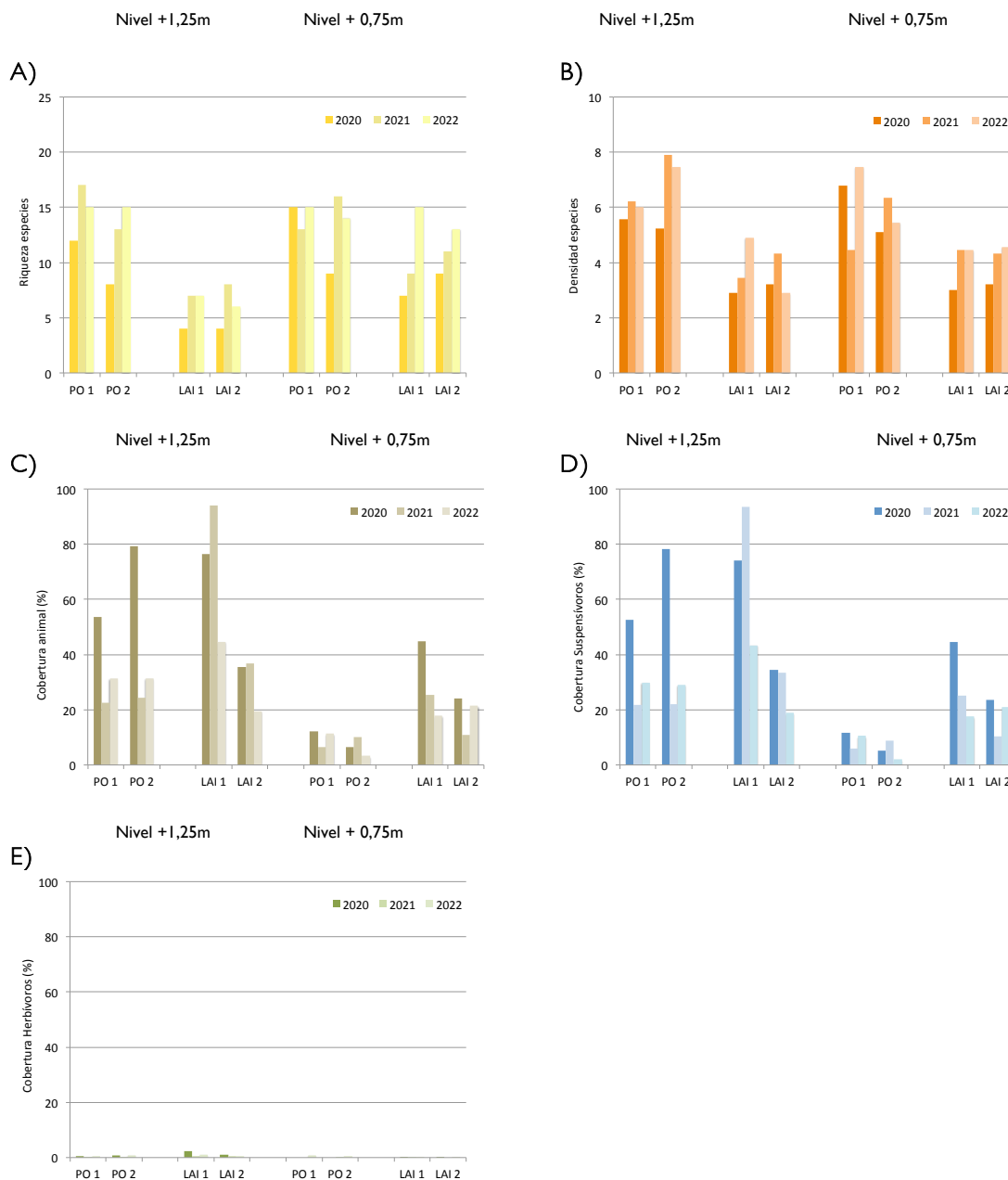


Fig. 5.9. (A) Número total de especies registradas, (B) densidad o media de especies por inventario, (C) promedio de la cobertura faunística acumulada total, (D) cobertura de suspensívoros y (E) cobertura de herbívoros de la fauna intermareal (niveles: +1,25m; 0,75m) de las estaciones (1, 2) de las dos localidades estuáricas estudiadas (Portuondo: PO; Laida: LAI) en verano de 2020, 2021 y 2022.

La Figura 5.9 también muestra la cobertura de las especies en función de su categoría trófica. Así, la Figura 5.9.D indica la ocupación de los invertebrados de naturaleza suspensívora. Cabe destacar que los resultados descritos anteriormente para el promedio de cobertura acumulada por el conjunto de invertebrados fueron también válidos para el caso de los invertebrados suspensívoros, dado que fue la estrategia trófica más abundante. Así, los cambios de ocupación general citados anteriormente en las zonas intermareales superior e inferior (+ 1,25 m y +0,75 m) de Laida y Portuondo se han debido a las notables variaciones de cobertura de la ostra *Crassostrea* sp.

La ocupación de los invertebrados de estrategia herbívora queda reflejada en la Figura 5.9.E. Cabe destacar los bajos valores de cobertura de la fauna herbívora, ya que en general su nivel de ocupación fue inferior al 1%. La única excepción se observó en el nivel superior (+1,25 m) de la Estación 1 de la localidad de Laida en 2020 y 2022, debido a la cobertura de las lapas *Patella* sp. y del gasterópodo *Steromphala umbilicalis*, respectivamente. También destaca el aumento generalizado de los herbívoros en Portuondo en 2022, gracias al avance del gasterópodo *S. umbilicalis*.

Similitud faunística entre las estaciones

La similitud entre los inventarios fue explorada mediante la aplicación de técnicas multivariantes. En el diagrama resultante del análisis de ordenación nMDS realizado conjuntamente con los inventarios de los dos niveles de marea estudiados en las dos localidades de muestreo estuáricas (Fig. 5.10) se observó, en general, una evidente separación entre los inventarios correspondientes a las dos localidades estudiadas. Así, a un nivel de similitud del 40% se han formado los citados dos grupos principales. No obstante, la prueba SIMPROF separa los inventarios de Laida en varios grupos adicionales.

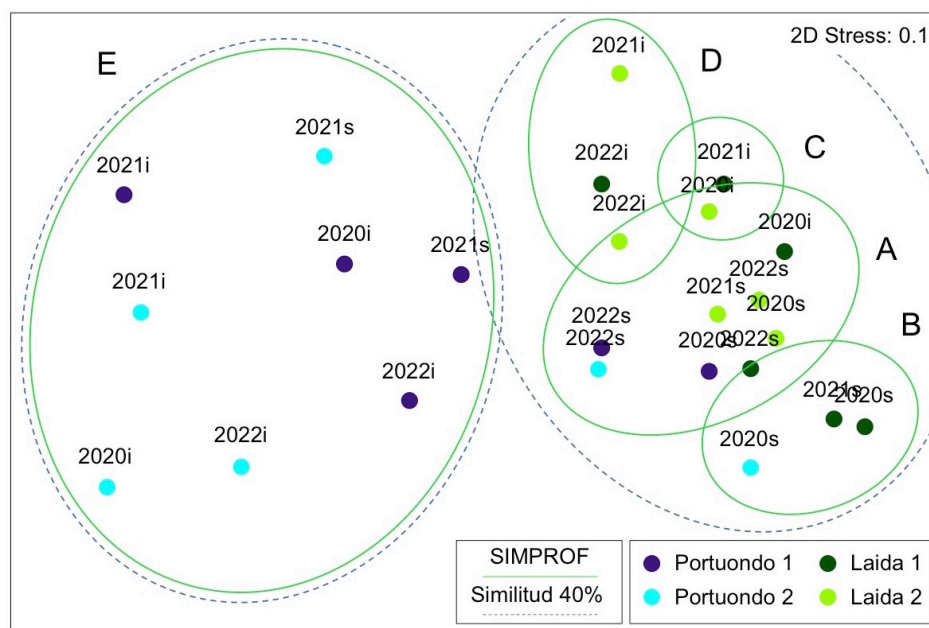


Fig. 5.10. Análisis de ordenación nMDS de las muestras de la fauna intermareal del nivel superior (s: +1,25 m) e inferior (i: +0,75 m) de Portuondo y Laida en verano de 2020, 2021 y 2022. Datos transformados con raíz cuadrada; índice de similitud aplicado: Bray-Curtis. Los puntos corresponden al inventario promedio de las áreas estudiadas en cada estación.

El Grupo A presentó una similitud promedio de 73%, e incluye a los inventarios de la zona inferior (2020) y a los de la zona superior (2022) de la Estación 1, a los de la zona superior de la Estación 2 en 2020, 2021 y 2022 y a los de la zona superior de las estaciones 1 y 2 de Portuondo en 2022.

Según la prueba SIMPER realizada, este grupo se caracterizó por haber registrado ocupaciones intermedias de la ostra *Crassostrea* sp. y una escasa cobertura del porífero *Aaptos aaptos*, del briozoo *Watersipora subtorquata*, de los artrópodos *Clibanarius*

erythropus y *Perforatus perforatus* y de los moluscos *Ocenebra erinaceus* y *Mytilus galloprovincialis*. El Grupo B, con una similitud promedio del 75%, quedó compuesto por los inventarios de los niveles superiores de las campañas 2020, 2021 y 2022 de las estaciones 1 y 2 de Laida y Portuondo, respectivamente. En este grupo se observaron las coberturas más elevadas de la ostra *Crassostrea* sp., del artrópodo *Chthamalus stellatus* y de los moluscos *Patella* sp. y *Mytilus galloprovincialis*. El Grupo C registró una similitud del 79% y reunió a los inventarios del nivel inferior de las estaciones 1 y 2 de Laida en 2021 y 2020, respectivamente. Mostró las mayores ocupaciones del artrópodo *P. perforatus* y del porífero *Suberites* sp. y las menores de las lapas *Patella* sp. y del anélido *Janua heterostropha*. El Grupo D, con una similitud promedio del 70%, quedó integrado por los inventarios del nivel inferior de las estaciones 1 y 2 de Laida en 2021 y 2020, respectivamente. Presentó los máximos registros del anélido *J. heterostropha*, del molusco *Bivalvia* indet. y del artrópodo *Pachygrapsus marmoratus* y las menores ocupaciones de *C. stellatus*, *Patella* sp. y *Suberites* sp. Finalmente, el Grupo E, con una similitud del 50%, englobó al resto de los inventarios de Portuondo, con las coberturas más destacadas del briozoo *W. subtorquata*, del porífero *Aaptos aaptos*, del artrópodo *C. erythropus* y de los moluscos *O. erinaceus* y *Roccellaria dubia*.

5.2.1.2.4. Discusión

En relación a la fauna, y respecto a la riqueza y a la densidad de especies, se obtuvieron mayores registros en la localidad de Portuondo en comparación con la localidad de Laida, debido a que la primera se encuentra más cercana a la zona de aguas marinas de costa abierta, típicamente más diversa (Bustamante et al., 2010), mientras que la segunda presenta una mayor influencia fluvial, con una comunidad faunística con menor diversidad. En los ecosistemas estuáricos, un menor número de invertebrados está asociado al estrés ambiental originado por las fluctuaciones de los parámetros físicoquímicos que se dan de forma natural en estos ambientes (McLusky y Elliott, 2004). En este sentido, el gradiente de salinidad que existe en los estuarios es uno de los factores principales que influyen en las comunidades biológicas (Telesh y Khlebovich, 2010; Getz y Eckert, 2022). De hecho, la riqueza de invertebrados se correlaciona positivamente con el grado de salinidad (Hossain et al., 2019). Así, en comparación con las localidades marinas estudiadas en el presente informe, los valores de riqueza y densidad específicas han sido significativamente inferiores en las localidades estuáricas. En cuanto a los cambios temporales, en el periodo 2020-2022 cabe destacar el avance de riqueza y densidad en Laida y en Portuondo, lo que constituye un resultado positivo.

Por otro lado, los niveles de ocupación faunística registrados en las dos localidades estuáricas han sido significativamente superiores a los de las localidades marinas analizadas en el presente informe y a lo esperado en tramos de costa abierta de la Costa Vasca (Bustamante et al., 2010). En particular, la comunidad biológica del nivel intermareal superior (+1,25 m) de las dos localidades presentaba un claro dominio del componente faunístico sobre el vegetal (representado principalmente por *Caulacanthus ustulatus*). Este hecho es debido a que en ambientes estuáricos la fauna tiende a dominar el espacio, favorecida por el mayor aporte de nutrientes que de forma natural existe en estos sistemas (McLusky y Elliott, 2004). En cuanto a diferencias espaciales de los valores de abundancia animal, se observó un mayor desarrollo de la fauna en la localidad de Laida en comparación con Portuondo. Además, es destacable la marcada zonación de las comunidades faunísticas en las dos localidades, con valores de cobertura más elevados en

el nivel intermareal superior (+ 1,25 m). En el periodo 2020-2022, el avance de la cobertura en Portuondo y su retroceso en Laida quedan enmarcados dentro de la amplia variabilidad natural de estos sistemas (McLusky y Elliott, 2004).

La fracción animal de las localidades estuáricas ha mostrado una evidente influencia de la materia orgánica inherente a la pluma fluvial de las aguas del río Oka. Este aspecto ha favorecido el desarrollo de una comunidad biológica representada principalmente por invertebrados filtradores que ha dominado sobre el resto de estrategias tróficas. Cabe destacar que en estas estaciones, la especie más abundante de la fauna ha sido el filtrador *Crassostrea* sp., con una mayor representación en la localidad de Laida, ya que debido a su ubicación más interna, se encuentra más expuesta a los aportes orgánicos que transporta la pluma fluvial de forma natural. No obstante, en esta localidad se ha observado un notable retroceso del bivalvo filtrador, especialmente en el nivel intermareal superior (+1,25 m), donde su cobertura se ha reducido un 50% en la actualidad (2022) con respecto a la anterior Campaña 2021. Por el contrario, en la localidad de Portuondo, destaca el leve avance de la ostra *Crassostrea* sp., especialmente en la zona intermareal superior. La evolución del bivalvo es de especial interés, ya que se trata de un organismo clave en el ecosistema del Oka. En este sentido, las ostras son consideradas especies biogénicas, también llamadas ingenieros del ecosistema, ya que forman arrecifes que sirven de refugio a otras especies (Araujo-Leyva, 2016), por lo que tienen el potencial de aumentar la diversidad y con ello la resiliencia del ecosistema. Además, debido a su papel clave como filtradores depuran las aguas, modificando de forma significativa las características de la columna de agua y, por lo tanto, del ecosistema en su conjunto (Coen et al. 2007). Por ello, y dado el comportamiento de ambas localidades en la actualidad en relación a la ocupación de la ostra *Crassostrea* sp., su evolución será observada en futuras campañas para determinar si los cambios descritos han sido aislados o si la población del bivalvo tiende a reducirse o estabilizarse debido a la retirada del cauce fluvial de los aportes orgánicos antrópicos, que suponían una contribución complementaria a los que transportan los estuarios de forma natural.

A pesar de que la comunidad faunística del estuario quedaba principalmente estructurada por estos bivalvos filtradores, constituye un resultado positivo el avance en 2022 de invertebrados con otras estrategias tróficas. Es el caso de los moluscos herbívoros *Steromphala umbilicalis* y *Patella* spp., del anélido omnívoro *Eulalia viridis* y del gasterópodo carnívoro *Ocenebra erinaceus*. Estos invertebrados, junto con el bivalvo perforante *Rocellaria dubia*, son especies típicamente marinas (Tablado et al., 1994; Pagola-Carte y Sáiz-Salinas, 2001; Gorostiaga et al., 2004; Bustamante et al., 2010; Cabral-Oliveira et al., 2014; Casal et al., 2018; Tajadura, 2020) e indican la influencia marina existente en el área de estudio, especialmente en el caso de Portuondo, la más externa de las dos localidades estuáricas.

Como conclusión final, los resultados de la fauna estuárica sugieren que las comunidades del área de estudio presentan un estado de alteración relacionado con los aportes fluviales provenientes del río Oka que reciben ambas localidades de forma natural. Frente a la mejora de la calidad de las aguas del río Oka cabe esperar una mayor diversidad de invertebrados así como un aumento en la representación de todas las estrategias tróficas.

5.2.2. COMUNIDADES MARINAS

5.2.2.1 MACROALGAS

En este apartado se exponen los principales resultados obtenidos en el estudio de la flora de la zonas intermareal y submareal del entorno marino del área de estudio. Se analiza y describe la estructura y composición de las comunidades de macroalgas registradas en la campaña de 2022 en las 3 localidades de muestreo (Punta Murgoa, Izaro y Antzoras) y se describen los principales cambios con respecto a las campañas precedentes (2020 y 2021). En el Anexo quedan recogidos los inventarios (listado de especies visualizadas con sus respectivas abundancias en términos de cobertura; Tablas 17-23) y las tablas de cobertura media de las especies registradas en cada estación de muestreo y nivel batimétrico (Tablas 31-37). Asimismo, se incluye una lista de los taxones de algas registrados. En el anexo fotográfico se puede observar el aspecto y características de la vegetación bentónica estudiada.

5.2.2.1.1. Localidad Punta Murgoa

Flora Intermareal

En la Tabla 31 (Anexo) se muestra la cobertura media por estación de las especies registradas durante el periodo 2020-2022 en Punta Murgoa. Considerando el promedio de las dos estaciones de la localidad, se registraron 58 especies en 2022. La especie más abundante era *Ellisolandia elongata*. Con coberturas significativamente inferiores, otras especies presentes (>2 %) en la vegetación fueron: *Ericaria selaginoides*, *Centroceras clavulatum*, *Mesophyllum lichenoides*, *Chondracanthus acicularis*, *Lithophyllum incrustans*, *Hypnea musciformis*, *Sphacelaria rigidula*, *Bifurcaria bifurcata*, *Pterocladia capillacea*, *Ceramium echionotum*, *Jania rubens* y *Zanardinia typus*.

Los valores de cobertura de las especies de algas en función de los dos niveles de marea estudiados durante el periodo 2020-2022 se recogen en la Tabla 32 (Anexo).

Considerando la campaña de 2022, la vegetación del nivel más alto (+1,2 m) de la Estación 1 estaba dominada por la calcárea articulada *Ellisolandia elongata* (Anexo, Tabla 32), la cual se encontraba fuertemente epifitada por *Centroceras clavulatum*. Otras especies presentes con coberturas destacables (5-12 %) eran *Sphacelaria rigidula*, *Laurencia obtusa*, *Lithophyllum incrustans*, *Chondracanthus acicularis* y *Phymatolithon lenormandii*. En el nivel inferior (+0,75 m) las especies perennes más abundantes eran la calcárea *Ellisolandia elongata* y el macrófito de gran porte *Ericaria selaginoides*. Otras especies perennes presentes fueron *Chondracanthus acicularis* (11%) y *Mesophyllum lichenoides* (8%). El epífito estacional *Centroceras clavulatum* también era abundante pero con menor cobertura que en el nivel superior.

En la Estación 2, la vegetación del nivel más alto (+1,2 m) también estaba dominada por la calcárea articulada *Ellisolandia elongata* (Anexo, Tabla 32) y el epífito estacional *Centroceras clavulatum*. Otras especies presentes con coberturas destacables (5-8 %) eran *Mesophyllum lichenoides*, *Hypnea musciformis*, *Bifurcaria bifurcata* y *Cladostephus spongiosus*. Al igual que en la Estación 1, en el nivel inferior (+0,75 m) las especies perennes más abundantes eran *Ellisolandia elongata* y *Ericaria selaginoides*. Otras especies presentes

(cobertura 5-12 %) fueron *Hypnea musciformis*, *Centroceras clavulatum*, *Lithophyllum incrustans* y *Mesophyllum lichenoides*.

Las diferencias espacio-temporales entre las dos estaciones que componen la localidad han sido analizadas mediante análisis multivariantes (Fig. 5.11). El diagrama nMDS resultante muestra dos grupos principales con una disimilitud entre ellos de 53,04%.

Por un lado, el Grupo A reúne a los inventarios promedio del nivel inferior de las 2 estaciones y los tres años estudiados (2020, 2021 y 2022) y un inventario promedio del nivel intermareal superior de la Estación 2 correspondiente al año 2020. Por otro lado, el Grupo B se compone de la mayoría de inventarios del nivel superior. Este resultado refleja que en las dos estaciones de muestreo, la vegetación intermareal presenta diferencias estructurales en relación al nivel de marea.

Según el análisis de similitudes SIMPER, estos grupos se forman debido a la mayor abundancia de *Ericaria selaginoides*, *Zanardinia typus*, *Pterocladia capillacea*, *Hypnea musciformis*, *Halopteris scoparia*, *Pterosiphonia complanata*, *Jania rubens* y *Gelidium spinosum* en el Grupo A, y de *Centroceras clavulatum*, *Laurencia obtusa*, *Ellisolandia elongata*, *Sphacelaria rigidula*, *Lithophyllum incrustans*, *Bifurcaria bifurcata* y *Osmundea pinnatifida* en el Grupo B.

Considerando el promedio de las dos estaciones de la localidad los principales cambios entre 2021 y 2022 en la abundancia de las especies del nivel intermareal superior (+1,25m) son el aumento de *Centroceras clavulatum* y el descenso de *Ellisolandia elongata*. Con respecto al nivel intermareal inferior, los cambios detectados son leves, siendo el aumento de *Centroceras clavulatum* el más destacable.

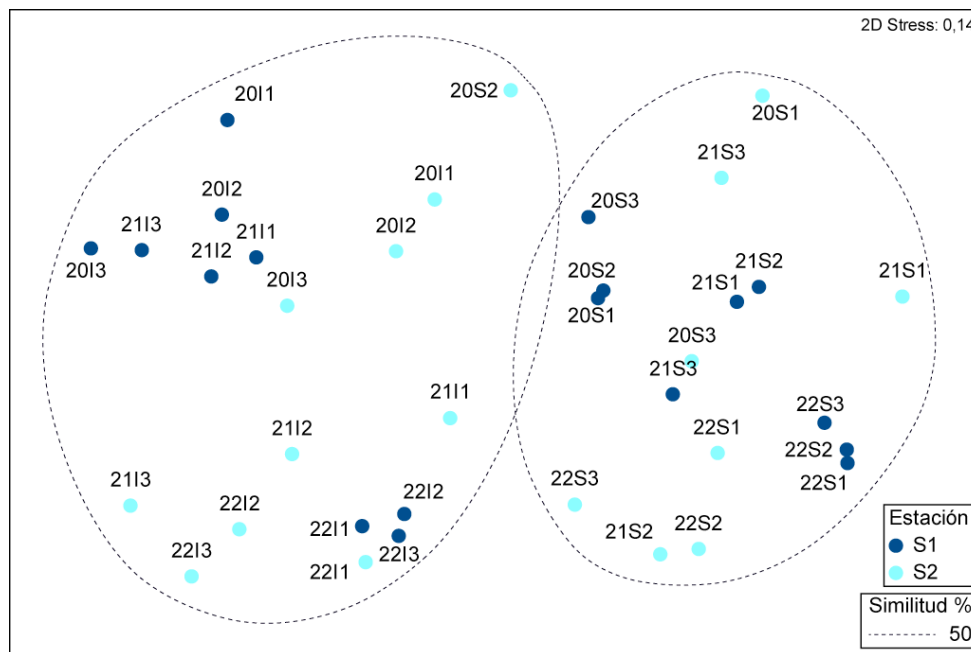


Fig. 5.11. Análisis de ordenación MDS de los inventarios promedio de la flora intermareal de Punta Murgoa para cada año estudiado (20: 2020; 21: 2021; 22: 2022) y estación de muestreo (Estación 1: S1; Estación 2: S2). S: Nivel intermareal + 1,25 m; I: Nivel intermareal + 0,75 m. Los datos fueron transformados con raíz cuadrada y la similitud entre inventarios fue calculada con el índice de similitud de Bray-Curtis.

Flora submareal

Considerando la localidad Punta Murgoa en su conjunto, del total de 65 especies de algas registradas en 2022, las más abundantes fueron *Mesophyllum lichenoides* (29,2%) seguida de *Ellisolandia elongata* (18,1%). Otras especies con coberturas significativas (2-12%) fueron: *Zanardinia typus*, *Lithophyllum incrustans*, *Halopithys incurva*, *Gelidium comeum*, *Gayliella flaccida*, *Aphanocladia stichidiosa*, *Aglaothamnion cordatum*, *Chondracanthus acicularis* y *Ulva pseudocurvata*.

En la Tabla 33 (Anexo) se muestra la cobertura media de las especies registradas en las 2 estaciones de la localidad. En 2022 las especies más abundantes de la Estación 1 eran *Mesophyllum lichenoides* (56,1%), seguida de *Ellisolandia elongata* (39,4%). Otras especies presentes con coberturas destacables (2-12 %) eran *Gelidium comeum*, *Aglaothamnion cordatum*, *Zanardinia typus*, *Halopithys incurva*, *Pterosiphonia complanata*, *Chondracanthus acicularis*, *Aphanocladia stichidiosa*, *Champia parvula*, *Bonnemaisonia asparagoides*, *Lithophyllum incrustans*, *Ericaria selaginoides*, *Cryptopleura ramosa* y *Dictyota dichotoma*. En la Estación 2, las especies más abundantes eran *Mesophyllum lichenoides*, *Zanardinia typus* y *Lithophyllum incrustans*. Con coberturas inferiores (2-9 %) estaban presentes *Gayliella flaccida*, *Ellisolandia elongata*, *Halopithys incurva*, *Aphanocladia stichidiosa*, *Gelidium comeum*, *Ulva pseudocurvata*, *Peyssonnelia squamaria*, *Chondracanthus acicularis*, *Heterosiphonia japonica* y *Callophyllis laciniata*.

Las diferencias espacio-temporales entre las dos estaciones que componen la localidad han sido analizadas mediante análisis multivariantes (Fig. 5.12). El diagrama nMDS resultante muestra 2 grupos.

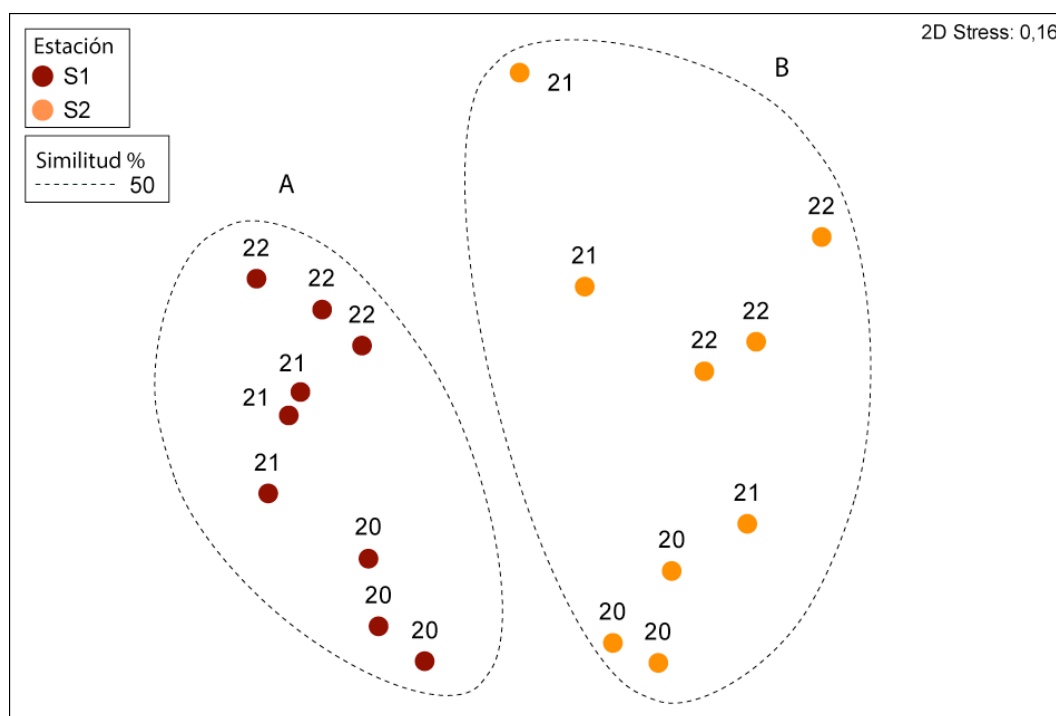


Fig. 5. 12. Análisis de ordenación de los inventarios promedio de la flora submareal para cada año (2020, 2021, 2022) y áreas estudiadas en las dos estaciones de muestreo de la localidad de Punta Murgoa. Los datos fueron transformados con raíz cuadrada y la similitud entre inventarios fue calculada con el índice de similitud de Bray-Curtis.

El Grupo A (similitud promedio entre muestras de 63,19%) reúne a los inventarios promedio de la Estación 1 y el Grupo B (similitud promedio: 56,30%) a los de la Estación 2. Según el análisis de similitudes SIMPER, el Grupo A se caracteriza por presentar mayor abundancia de *Ellisolandia elongata*, *Gelidium comeum*, *Mesophyllum lichenoides*, *Aglaothamnion cordatum*, *Pterosiphonia complanata* y *Ceramium echionotum*, y el Grupo B por las mayores coberturas de *Lithophyllum incrustans*, *Peyssonnelia squamaria*, *Zanardinia typus*, *Gayliella flaccida*, *Halopithys incurva*, *Aphanocladia stichidiosa* y *Herposiphonia tenella*.

Los cambios temporales entre 2021 y 2022 han sido de pequeña magnitud, con aumentos de *Halopithys incurva*, *Lithophyllum incrustans*, *Gayliella flaccida*, *Zanardinia typus*, *Chondracanthus acicularis*, *Aglaothamnion cordatum* y *Bonnemaisonia asparagoides*, y descensos de *Ellisolandia elongata*, *Mesophyllum lichenoides*, *Herposiphonia tenella* y *Codium fragile*.

5.2.2.1.2. Localidad Izaro

Flora submareal

Considerando la localidad Izaro en su conjunto, del total de 55 especies de algas registradas en 2022, las más abundantes fueron *Ellisolandia elongata* (37,8%), *Ceramium echionotum* (34,2%) y *Mesophyllum lichenoides* (32,9%). Otras especies con coberturas significativas (2-12%) fueron: *Aphanocladia stichidiosa*, *Gayliella flaccida*, *Taonia atomaria*, *Lithophyllum incrustans*, *Zanardinia typus*, *Ceramium ciliatum*, *Centroceras clavulatum*, *Hypnea musciformis* y *Jania rubens*.

En la Tabla 34 (Anexo) se muestra la cobertura media de las especies registradas en las 2 estaciones de la localidad. En 2022, las algas más abundantes en la Estación 1 eran *Mesophyllum lichenoides*, *Ceramium echionotum* y *Ellisolandia elongata*. Otras especies presentes con coberturas destacables (2-10 %) eran *Aphanocladia stichidiosa*, *Centroceras clavulatum*, *Zanardinia typus*, *Lithophyllum incrustans*, *Aglaothamnion cordatum*, *Taonia atomaria*, *Hypnea musciformis*, *Gelidium spinosum* y *Ceramium ciliatum*. En la Estación 2, las especies más abundantes eran *Ellisolandia elongata* y *Ceramium echionotum*. Con coberturas inferiores (2-10 %) estaban presentes *Aphanocladia stichidiosa*, *Gayliella flaccida*, *Mesophyllum lichenoides*, *Taonia atomaria*, *Lithophyllum incrustans*, *Ceramium ciliatum*, *Codium decorticatum*, *Jania rubens*, *Heterosiphonia japonica*, *Peyssonnelia squamaria*, *Desmarestia ligulata* y *Halopteris filicina*.

Las diferencias espacio-temporales entre las dos estaciones que componen la localidad han sido analizadas mediante análisis multivariantes (Fig. 5.13). El diagrama nMDS resultante muestra 2 grupos. El Grupo A (similitud promedio entre muestras de 66,32%) reúne a los inventarios promedio de la Estación 1 y el Grupo B (similitud promedio: 55,97%) a los de la Estación 2. La disimilitud existente entre ambos grupos es 50,89%.

Según el análisis de similitudes SIMPER, el Grupo A se caracteriza por presentar mayor abundancia de *Mesophyllum lichenoides*, *Ceramium echionotum*, *Hypnea musciformis*, *Ellisolandia elongata*, *Centroceras clavulatum* y *Aglaothamnion cordatum*; el Grupo B por las mayores coberturas de *Ceramium ciliatum*, *Gayliella flaccida*, *Herposiphonia tenella*, *Peyssonnelia squamaria*, *Heterosiphonia japonica*, *Jania rubens* y *Aphanocladia stichidiosa*. Estos resultados indican la ausencia de algas perennes de gran porte en ambas estaciones de estudio, aunque la vegetación de la Estación 1 era más madura que la existente en la

Estación 2 por su mayor abundancia de algas calcáreas, tanto incrustantes como articuladas. El diagrama resultante del nMDS también refleja una mayor variabilidad espacial y temporal en la vegetación de la Estación 2.

Considerando el promedio de las dos estaciones de la localidad los principales cambios entre 2021 y 2022 en la abundancia de las especies de la vegetación submareal son los aumentos de *Ceramium echionotum*, *Ellisolandia elongata* y *Gayliella flaccida*, así como los descensos de *Mesophyllum lichenoides*, *Ceramium ciliatum* e *Hypnea musciformis*. Dichos cambios no suponen un cambio en la estructura de la vegetación.

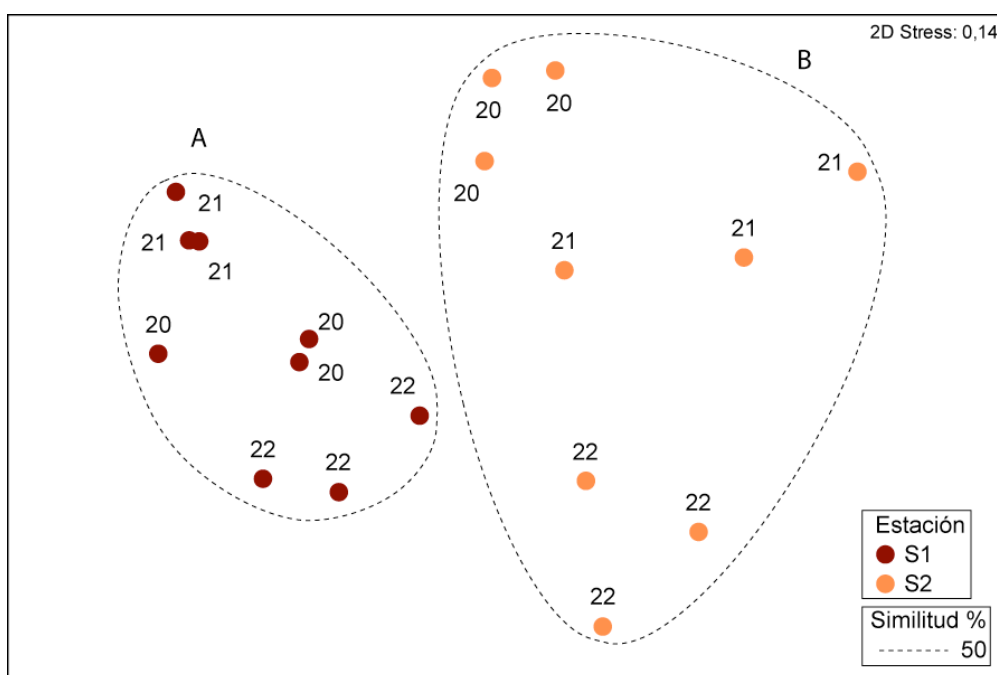


Fig. 5.13. Análisis de ordenación de los inventarios promedio de la flora submareal para cada año (2020, 2021, 2022) en cada una de las tres áreas estudiadas en las dos estaciones de muestreo de Izaro. Los datos fueron transformados con raíz cuadrada y la similitud entre inventarios fue calculada con el índice de similitud de Bray-Curtis.

5.2.2.1.3. Localidad Antzoras

Flora intermareal

En la Tabla 35 (Anexo) se muestra la cobertura media por estación de las especies registradas durante el periodo 2020-2022 en Antzoras. Considerando las dos estaciones de la localidad, se registraron 58 especies en 2022. Ninguna especie superaba el 30% de cobertura y la vegetación presentaba una distribución en manchas o mosaico de diversas algas. Las especies más abundantes eran *Codium adhaerens*, *Ellisolandia elongata*, *Halopteris scoparia*, *Ericaria selaginoides*, *Lithophyllum incrustans*, *Centroceras clavulatum*, *Bifurcaria bifurcata*, *Mesophyllum lichenoides*, *Hypnea musciformis* y *Halopteris filicina*.

Los valores de cobertura de las especies de algas en función de los dos niveles de marea estudiados durante el periodo 2020-2022 se recogen en la Tabla 36 (Anexo).

Considerando la campaña de 2022, la vegetación del nivel más alto (+1,2 m) de la Estación 1 estaba dominada por el alga verde *Codium adhaerens* (Anexo, Tabla 36). La calcárea articulada presentaba una cobertura próxima al 30%, y las ectocarpáceas y la ceramiácea *Centroceras clavulatum* eran los epífitos anuales más abundantes. En el nivel inferior (+0,75 m) las especies perennes más abundantes eran las algas pardas *Halopteris scoparia* y *Bifurcaria bifurcata*. Otras especies presentes con coberturas destacables (5-12 %) eran *Mesophyllum lichenoides*, *Hypnea musciformis*, *Ellisolandia elongata*, *Halopteris filicina*, *Lithophyllum incrustans* y *Cladostephus spongiosus*.

En la Estación 2, la vegetación del nivel más alto (+1,2 m) también estaba dominada por el clorófito *Codium adhaerens* (Anexo, Tabla 36). Otras especies presentes (5-17 %) eran *Sphacelaria rigidula*, *Ellisolandia elongata*, *Centroceras clavulatum*, *Halopteris filicina* y *Vertebrata reptabunda*. En el nivel inferior (+0,75 m) la especie perenne más abundante era *Ericaria selaginoides*, seguida de las calcáreas *Lithophyllum incrustans* y *Ellisolandia elongata*. Otras especies presentes (cobertura 5-14 %) fueron *Halopteris scoparia*, *Zanardinia typus*, *Mesophyllum lichenoides*, *Hypnea musciformis*, *Cladostephus spongiosus*, *Bifurcaria bifurcata*, *Vertebrata reptabunda*, *Jania rubens* y *Chondracanthus acicularis*.

Las diferencias espacio-temporales entre las dos estaciones que componen la localidad han sido analizadas mediante análisis multivariantes (Fig. 5.14). El diagrama nMDS resultante muestra 4 grupos. El Grupo A (similitud promedio entre muestras de 64,86%) reúne a inventarios promedio del nivel inferior de la Estación 2 (2020, 2021 y 2022) y de la Estación 1 (2021); el Grupo B (similitud promedio: 61,57%) agrupa a las muestras del nivel inferior de 2022 de la Estación 1, el Grupo C (similitud promedio: 61,73%) se compone de muestras del nivel superior de las dos estaciones de los años 2021 y 2022, y el Grupo D (similitud promedio: 58,13%) agrupa a las muestras de 2020 del nivel superior de las dos estaciones y las muestras del nivel inferior de la Estación 1 de ese mismo año.

Según el análisis de similitudes SIMPER, el Grupo A se caracteriza por presentar mayor abundancia de *Ericaria selaginoides*, *Lithophyllum incrustans*, *Jania rubens*, *Mesophyllum lichenoides* y *Zanardinia typus*; el Grupo B por las mayores coberturas de *Halopteris scoparia*, *Bifurcaria bifurcata* e *Hypnea musciformis*; el Grupo C por *Codium adhaerens*, *Centroceras clavulatum*, *Vertebrata reptabunda* y *Sphacelaria rigidula* y el Grupo D por la mayor abundancia de la calcárea articulada *Ellisolandia elongata*. El Grupo A del diagrama nMDS (Fig. 5.14) refleja una mayor estabilidad de la vegetación intermareal del nivel inferior (+0,75m) de la Estación 2 en comparación con el resto de las comunidades estudiadas. El cambio más destacable es el aumento progresivo de *Ericaria selaginoides* que ha duplicado su cobertura con respecto a 2020.

La formación del Grupo B tiene su origen en los cambios experimentados por la vegetación del nivel intermareal inferior (+0,75m) de la Estación 1, tanto con respecto a 2020 como a 2021. Las poblaciones de los macrófitos *Halopteris scoparia* y *Bifurcaria bifurcata* han aumentado notablemente con respecto a las dos campañas anteriores, mientras que *Ericaria selaginoides* ha disminuido con respecto a 2021 y *Ellisolandia elongata* sufre un retroceso desde la campaña inicial.

La formación del Grupo C refleja que la vegetación del nivel intermareal superior (+1,25m) de las dos estaciones ha experimentado un notable aumento de *Codium adhaerens* con respecto al inicio del estudio. El recubrimiento de las poblaciones de este clorófito en 2020 era bajo, con un promedio máximo de 3% en la Estación 2; sin

embargo, ya en la anterior campaña de 2021 se detectó un fuerte avance de esta especie en la Estación 2, que ha continuado colonizando el sustrato rocoso de la Estación 1 en 2022. Finalmente, el Grupo D refleja la mayor cobertura de la calcárea *Ellisolandia elongata* existente en la campaña inicial de 2020.

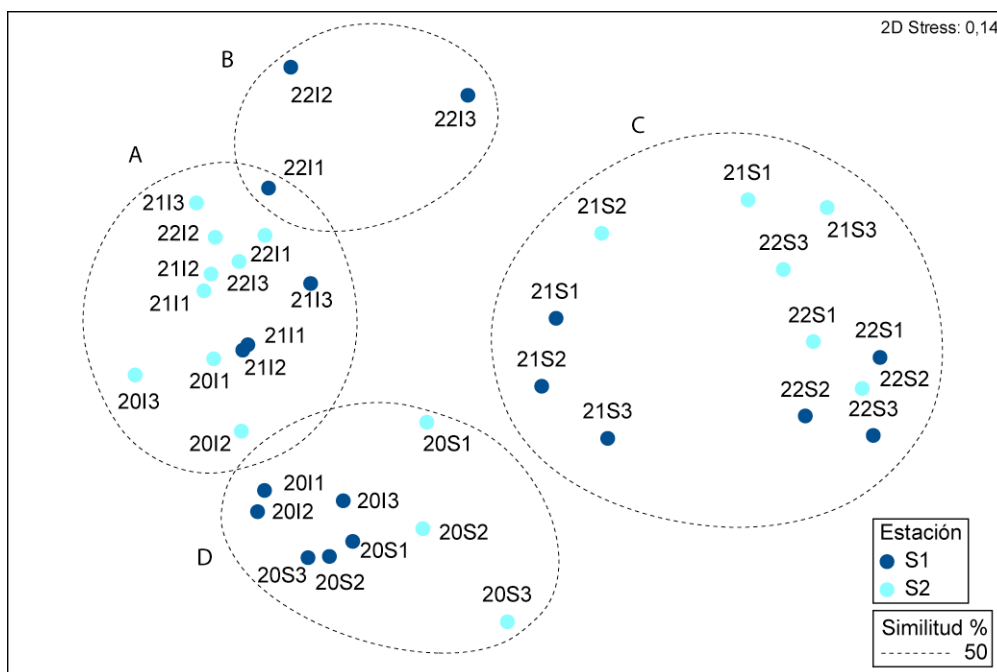


Fig. 5.14. Análisis de ordenación MDS de los inventarios promedio de la flora intermareal de Antzoras para cada año estudiado (20: 2020; 21: 2021; 22: 2022) y estación de muestreo (Estación 1: S1; Estación 2: S2). S: Nivel intermareal + 1,25 m; I: Nivel intermareal + 0,75 m. Los datos fueron transformados con raíz cuadrada y la similitud entre inventarios fue calculada con el índice de similitud de Bray-Curtis.

Flora submareal

Considerando la localidad Antzoras en su conjunto, del total de 49 especies de algas registradas en 2022, el macrófito dominante fue *Gongolaria baccata* (91,7%), mientras que la calcárea incrustante *Mesophyllum lichenoides* recubría el 45% de la superficie muestreada. Otras especies con coberturas significativas (2-12%) fueron: *Cryptopleura ramosa*, *Pterosiphonia complanata*, *Zanardinia typus*, *Ellisolandia elongata*, *Lithophyllum incrustans*, *Xiphosiphonia ardreana*, *Gelidium comeum*, *Sphaerococcus coronopifolius*, *Phyllophora crispa*, *Jania rubens*, *Halurus equisetifolius* y *Halopithys incurva*.

En la Tabla 37 (Anexo) se muestra la cobertura media de las especies registradas en las 2 estaciones de la localidad. En 2022, las algas más abundantes en la Estación 1 eran *Gongolaria baccata* (84,4%) seguida de *Mesophyllum lichenoides* (41,1%). Otras especies presentes con coberturas destacables (2-10 %) eran *Zanardinia typus*, *Ellisolandia elongata*, *Sphaerococcus coronopifolius*, *Pterosiphonia complanata*, *Cryptopleura ramosa*, *Jania rubens*, *Gelidium comeum*, *Lithophyllum incrustans* y *Halurus equisetifolius*.

En la Estación 2 (Tabla 37, Anexo), las especies más abundantes también eran *Gongolaria baccata* (98,9%) y *Mesophyllum lichenoides* (49,4%), aunque su cobertura era ligeramente

superior. Asimismo, numerosas especies presentaban coberturas significativas (2-18 %), entre las que se encontraban *Cryptopleura ramosa*, *Pterosiphonia complanata*, *Ellisolandia elongata*, *Zanardinia typus*, *Xiphosiphonia ardreana*, *Lithophyllum incrustans*, *Phyllophora crispera*, *Gelidium corneum*, *Halopithys incurva*, *Aglaothamnion cordatum*, *Rhodymenia pseudopalmata*, *Heterosiphonia plumosa*, *Chondracanthus teedei*, *Halurus equisetifolius*, *Plocamium cartilagineum* y *Deltalsia parasitica*.

Las diferencias espacio-temporales entre las dos estaciones que componen la localidad han sido analizadas mediante análisis multivariantes (Fig. 5.15). El nMDS resultante muestra que a un nivel de similitud de 50%, las muestras quedan agrupadas en dos grupos.

El Grupo A, con similitud promedio entre muestras: 57,64%, reúne a la mayoría de los inventarios de las dos estaciones y de las tres campañas de muestreo; el Grupo B (similitud promedio: 62,02%) se compone de muestras de 2020 y 2021 de un área de la Estación 1 y el inventario promedio de un área de la Estación 2 de 2020.

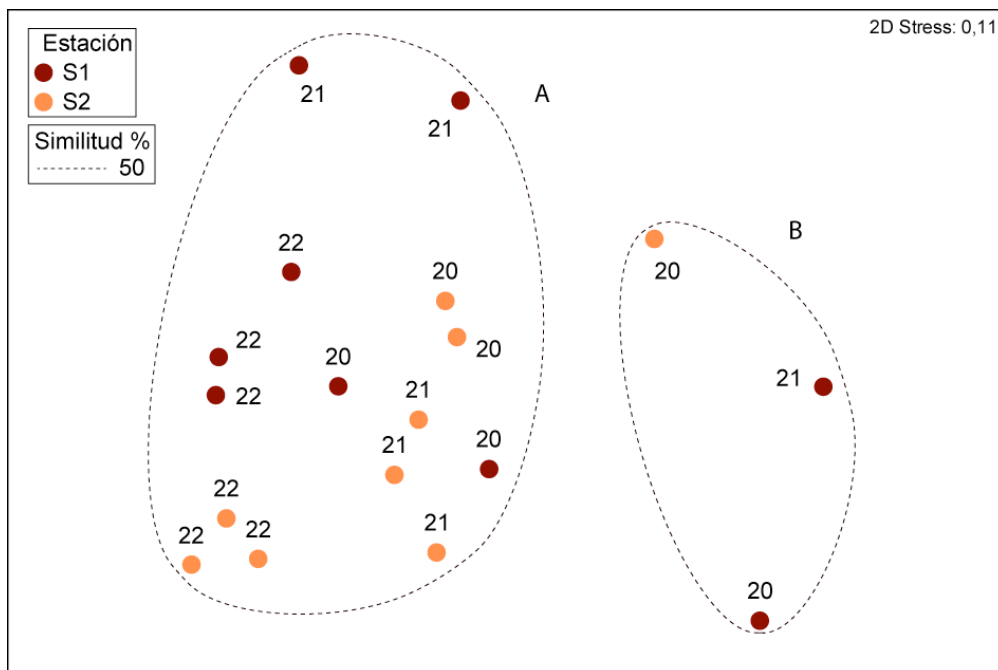


Fig. 5.15. Análisis de ordenación de los inventarios promedio de la flora submareal para cada año (2020, 2021, 2022) en cada una de las tres áreas estudiadas en las dos estaciones de muestreo de la localidad de Antzoras. Los datos fueron transformados con raíz cuadrada y la similitud entre inventarios fue calculada con el índice de similitud de Bray-Curtis.

Según el análisis SIMPER, el Grupo A queda discriminado por la mayor abundancia de *Gongolaria baccata*, *Pterosiphonia complanata*, *Zanardinia typus*, *Xiphosiphonia ardreana*, *Cryptopleura ramosa*, *Sphaerococcus coronopifolius*, *Halurus equisetifolius* y *Phyllophora crispera*. El Grupo B se caracteriza por tener las coberturas más elevadas de *Ellisolandia elongata*, *Halopithys incurva*, *Jania rubens*, *Hypnea musciformis* y *Lithophyllum incrustans*.

Los cambios que ha experimentado la vegetación submareal de Antzoras entre 2021 y 2022 son muy significativos y positivos desde el punto de vista ecológico en ambas

estaciones de muestreo. La cobertura del macrófito *Gongolaria baccata* se ha duplicado, llegando a formar una copa que recubre la práctica totalidad de las superficies muestreadas. Junto a ella han aumentado *Mesophyllum lichenoides*, *Cryptopleura ramosa*, *Pterosiphonia complanata*, *Zanardinia typus*, *Gelidium comeum* y *Sphaerococcus coronopifolius*, mientras la población de la calcárea *Ellisolandia elongata* ha retrocedido.

5.2.2.1.4. Diferencias espacio-temporales de la vegetación marina

Parámetros estructurales de la vegetación intermareal

En cuanto a la riqueza específica de la zona intermareal del área de estudio en su conjunto, se registraron un total de 74 especies en 2022. Los valores varían espacialmente según la localidad o nivel de marea estudiado, sin que se observe un patrón espacial definido (Fig. 5.16.A). Los cambios temporales más acusados se dan en la en el nivel inferior, con un incremento positivo en la Estación 1 de Antzoras (29 vs 41) y descensos en las dos estaciones de Punta Murgoa (Estación 1: 45 vs 32; Estación 2: 47 vs 31) y en la Estación 2 de Antzoras (45 vs 37). En el nivel superior únicamente cabe mencionar el descenso registrado en la Estación 2 de Punta Murgoa (39 vs 32) en la Estación 1 de Antzoras (38 vs 27).

La densidad de especies de la flora intermareal (numero medio de especies por superficie de muestreo: 40 cm x 40 cm) tampoco presenta un patrón espacial según la localidad o el nivel de marea estudiado (Fig. 5.16.B). No obstante, considerando el área de estudio en su conjunto, la densidad de especies ha disminuido. Los descensos más acusados entre 2021 y 2022 han tenido lugar en la vegetación del nivel superior de la Estación 1 de Antzoras (20 vs 11,1), y en las comunidades del nivel de marea inferior de la Estación 1 de Punta Murgoa (25,1 vs 16,2) y de la Estación 1 de Antzoras (27,7 vs 18,4).

El promedio de la cobertura acumulada por el conjunto de las algas que componen la vegetación intermareal muestra valores elevados en todo el área de estudio (Fig. 5.16.C). En el último bienio se han detectado fuertes aumentos en alguno de los niveles de marea y estaciones de muestreo. Los cambios más notables corresponden a los niveles superiores de la Estación 1 de Punta Murgoa (126,5% vs 197,4%) y Estación 2 de Antzoras (88,1% vs 138,2%) y al nivel inferior de la Estación 2 de Antzoras (123,1% vs 195,2%). También se han registrado descensos moderados de cobertura algal en el nivel superior de la Estación 2 de Punta Murgoa (161,8% vs 136,2%) y en el nivel inferior de la Estación 1 de Antzoras (179,8% vs 152,1%).

La Figura 5.16.D muestra la cobertura de algas calcáreas, tanto incrustantes como erectas articuladas. Considerando el área de estudio en su conjunto, las algas calcáreas han disminuido levemente entre 2021 y 2022 (60,2% vs 54,5%). Los descensos más reseñables se han registrado en los niveles superiores de la Estación 2 de Punta Murgoa (83,8% vs 61,2%) y la Estación 1 de Antzoras (59,8% vs 30%), y en el nivel inferior de la Estación 1 de Antzoras (64,6% vs 32,2%). El aumento de cobertura de algas calcáreas más destacable ha tenido lugar en el nivel inferior de la Estación 2 de Antzoras (42,4% vs 75,2%).

En lo referente a la cobertura de especies de morfología compleja (Fig. 5.16.E), se detectaron incrementos positivos en el nivel de marea inferior de las dos estaciones de Antzoras (Estación 1: 88,9% vs 98,9%; Estación 2: 73,0% vs 100,7%). El descenso más destacable tuvo lugar en el nivel superior de la Estación I de Antzoras (36% vs 3%). Considerando el área de estudio en su conjunto (ambos niveles de marea y todas las estaciones), la cobertura de algas morfológicamente complejas ha aumentado en el bienio 2020-2021 (45,4% vs 45,2%).

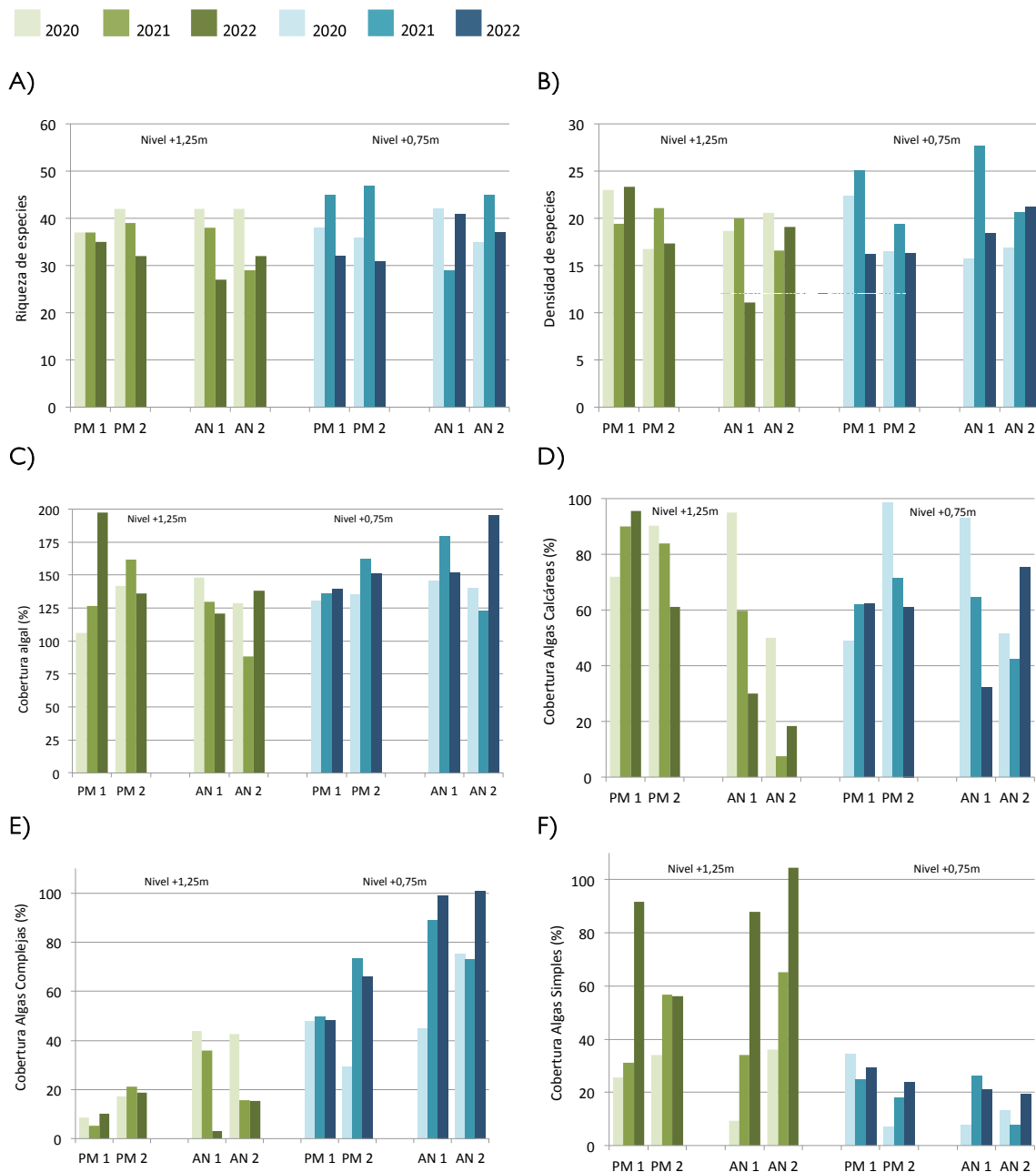


Fig. 5.16. (A) Numero total de especies registradas, (B) densidad o media de especies por inventario, (C) promedio de la cobertura algal acumulada total, (D) cobertura de algas calcáreas, (E) cobertura de algas de morfología compleja, y (F) cobertura de algas de morfología simple de la vegetación intermareal (niveles: +1,25m; 0,75m) de las estaciones (1, 2) de las dos localidades marinas estudiadas (PM: Punta Murgoa; AN: Antzoras) en verano de 2020, 2021 y 2022.

La cobertura de algas de morfología simple en función de la localidad, estación y nivel de marea se muestra en la Figura 5.16.F. Este tipo morfológico de algas ha experimentado un incremento positivo (33% vs 54%) entre 2021 y 2022 en el promedio del área de estudio. Los aumentos han tenido lugar principalmente en la vegetación del nivel intermareal superior. En la Estación 1 de Punta Murgoa (31% vs 91,6%) y Estación 1 de Antzoras (34% vs 87,8%) se ha triplicado el recubrimiento de este tipo morfológico de algas.

Similitud florística entre las estaciones del intermareal

La similitud entre los inventarios promedio para cada estación y nivel de marea fue explorada mediante la aplicación de técnicas multivariantes. En el diagrama resultante del análisis de ordenación nMDS (Fig. 5.17) se identifican 3 grupos a un nivel de similitud de 55%.

El Grupo A se compone de los inventarios del nivel superior de las dos estaciones de Punta Murgoa de las tres campañas (2020, 2021 y 2022) y de las del nivel superior de Antzoras de 2020, junto con dos inventarios promedio del nivel inferior de 2020: el de la Estación 2 de Punta Murgoa y el de la Estación 1 de Antzoras. La similitud promedio entre los inventarios de este grupo es 60,92%. De acuerdo a la rutina SIMPER, la especie que contribuye principalmente a su formación es *Ellisolandia elongata*. Otras especies que contribuyen en más de 2% a su formación son: *Centroceras clavulatum*, *Chondracanthus acicularis*, *Mesophyllum lichenoides*, *Lithophyllum incrustans*, *Laurencia obtusa*, *Halopteris scoparia*, *Jania rubens*, *Ulva rigida* e *Hypnea musciformis*

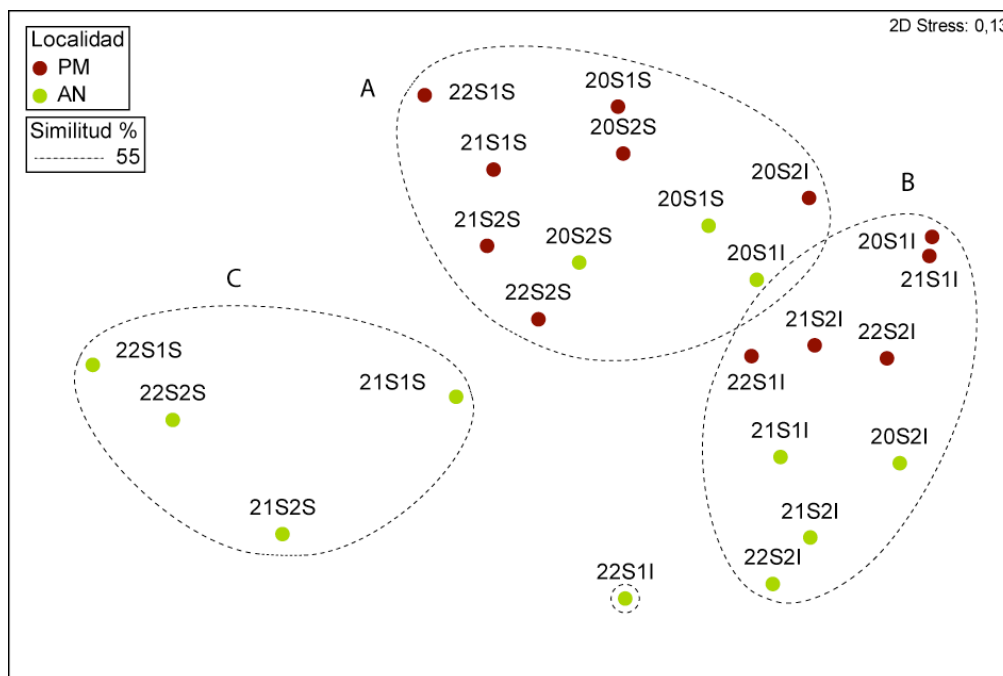


Fig. 5.17. Análisis de ordenación nMDS de los inventarios promedio de la flora intermareal de las dos estaciones de muestreo (S1, S2) de las localidades marinas estudiadas (Punta Murgoa: PM; Antzoras: AN) en verano de 2020 (20), 2021 (21) y 2022 (22). S: nivel superior (+1,25 m) e I: nivel inferior (+0,75 m). Datos transformados con raíz cuadrada; índice de similitud aplicado: Bray-Curtis.

El Grupo B se compone de la mayoría de los inventarios del nivel inferior de Punta Murgoa y de Antzoras. La similitud promedio entre los inventarios de este grupo es 63,13%. De acuerdo a la rutina SIMPER las especies que más contribuyen (>2%) a la formación del grupo son *Ellisolandia elongata* y *Ericaria selaginoides*, seguidas de *Mesophyllum lichenoides*, *Chondracanthus acicularis*, *Zanardinia typus*, *Halopteris scoparia*, *Centroceras clavulatum*, *Jania rubens*, *Lithophyllum incrustans*, *Hypnea musciformis*, *Cladostephus spongiosus*, *Pterosiphonia complanata* y *Acrosorium ciliolatum*.

El Grupo C se compone de inventarios promedio de la zona intermareal superior de Antzoras de 2021 y 2022. La similitud promedio entre los inventarios de este grupo es 60,87%. De acuerdo a la rutina SIMPER las especies que más contribuyen (>2%) a la formación del grupo son las algas *Codium adhaerens*, *Ellisolandia elongata*, *Centroceras clavulatum*, *Vertebrata reptabunda*, *Sphacelaria rigidula*, *Ralfsia verrucosa*, *Ulva clathrata*, *Lithophyllum incrustans*, *Jania rubens*, *Halopteris scoparia*, *Sphacelaria cirrosa*, *Cladostephus spongiosus*, *Chondracanthus acicularis*, *Hypnea musciformis*, *Mesophyllum lichenoides* y *Halopteris filicina*.

El inventario promedio del nivel inferior de la Estación 1 de Antzoras del presente año 2022 queda separado del resto de inventarios (Fig. 5.17), poniendo de manifiesto los cambios experimentados por su vegetación en el último bienio, así como sus diferencias frente al resto de comunidades estudiadas. Dichos cambios consisten principalmente en los aumentos de los macrófito perennes *Halopteris scoparia* y *Bifurcaria bifurcata*, que han llegado a alcanzar los máximos de la serie espacio-temporal del área de estudio. El aumento de estas dos algas pardas ha sido en detrimento de la también perenne *Ericaria selaginoides*. Asimismo, los resultados del nMDS reflejan que la vegetación intermareal del nivel superior de la localidad de Punta Murgoa ha experimentado menos cambios en el periodo 2020-2022 que la vegetación de la localidad de Antzoras. En esta última ha aumentado principalmente el clorófito *Codium adhaerens* en detrimento de la calcárea articulada *Ellisolandia elongata*.

Parámetros estructurales de la vegetación submareal

En cuanto a la riqueza específica de la zona submareal del área de estudio en su conjunto, se registraron un total de 89 especies en 2022, 12 especies más que en 2021. Los cambios entre 2022 y 2021 no siguen la misma tendencia en todas las localidades. En ambas estaciones de Punta Murgoa se ha detectado un aumento significativo en el número de especies registradas (Estación 1: 41 vs 50; Estación 2: 39 vs 50) (Fig. 5.18.A); en Iزارo la riqueza específica ha permanecido prácticamente estable (Estación 1: 43 vs 41; Estación 2: 39 vs 41), y en Antzoras ha disminuido en las dos estaciones (Estación 1: 42 vs 33; Estación 2: 50 vs 41).

La densidad promedio de especies de la vegetación submareal (numero medio de especies por superficie de muestreo de 40 cm x 40 cm) ha disminuido en cuatro estaciones del área de estudio (Fig. 5.18.B). Los descensos más significativos corresponden a las dos estaciones de Antzoras (Estación 1: 18,1 vs 14,6; Estación 2: 25,1 vs 21,6), mientras que en la Estación 1 de Punta Murgoa y en la Estación 1 de Iزارo los descensos han sido leves. Asimismo, en las dos restantes estaciones, los incrementos han sido leves.

Teniendo en cuenta la serie espacio-temporal completa, el promedio de la cobertura acumulada por el conjunto de las algas que componen la vegetación submareal (Fig. 5.18.C) ha alcanzado el máximo en la Estación 2 de la localidad de Antzoras en 2022, tras el incremento experimentado en el último bienio (210% vs 250%). Asimismo, en la Estación 2 de esta misma localidad, esta variable ha aumentado de forma acusada (131% vs 192%). En Punta Murgoa e Izaro, la cobertura algal acumulada de la vegetación ha variado levemente y no ha mostrado la misma tendencia en las dos estaciones de cada localidad.

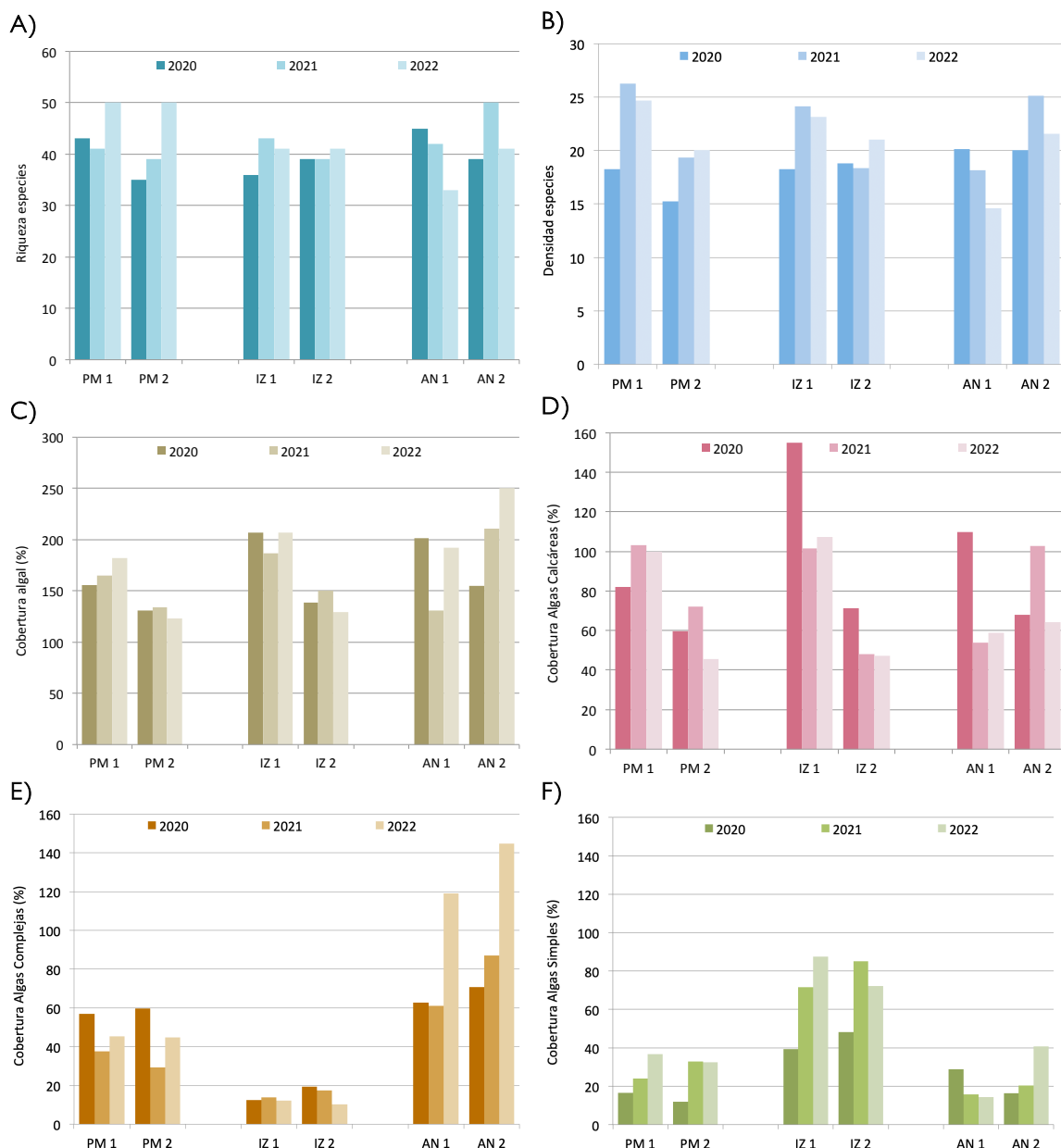


Fig. 5.18. (A) Número total de especies registradas, (B) densidad o media de especies por inventario, (C) promedio de la cobertura algal acumulada total, (D) cobertura de algas calcáreas, (E) cobertura de algas de morfología compleja, y (F) cobertura de algas de morfología simple presentes en la vegetación submareal de las estaciones (1, 2) de las 3 localidades estudiadas (Punta Murgoa: PM; Izaro: IZ; Antzoras: AN) en verano de 2020, 2021 y 2022.

La Figura 5.18.D muestra la cobertura de las algas calcáreas (conjuntamente incrustantes y erectas). Este grupo morfofuncional era el más abundante de la vegetación submareal de la mayoría de las estaciones de muestreo en 2021. Sin embargo, las algas calcáreas han mostrado un retroceso en la Estación 2 de Punta Murgoa (72,1% vs 45,6%) y en la Estación 2 de Antzoras (102,9% vs 64,2%). Con respecto al muestreo de la campaña inicial (2020), la cobertura de este tipo morfológico de algas ha disminuido en todas las estaciones, a excepción de la Estación 1 de Punta Murgoa. En 2022, los valores más altas han sido registrados en la Estación 1 de Punta Murgoa (99,8%) y en la Estación 2 de Izaro (107,3%); no obstante, la variabilidad espacial de estas algas es elevada, y los valores son significativamente inferiores en la segunda estación de cada localidad.

En cuanto a la cobertura de las algas de morfología compleja, las tres localidades del área de estudio presentan diferencias significativas entre ellas (Fig. 5.18.E). La localidad donde estas algas eran más abundantes fue Antzoras, seguida de Punta Murgoa e Izaro. Los cambios más importante entre 2022 y 2021, tanto por magnitud como por su valor ecológico, han tenido lugar en Antzoras. En las dos estaciones de esta localidad la cobertura de este tipo morfológico de algas ha experimentado un fuerte aumento (Estación 1: 61,1% vs 119,1%; Estación 2: 87,1% vs 144,8%); en Izaro (Estación 1: 13,7% vs 12,1%; Estación 2: 17,3% vs 10,2%) se han mantenido con valores mínimos y el Punta Murgoa (Estación 1: 37,5% vs 45,4%; Estación 2: 29,4% vs 44,7%) han aumentado levemente.

La cobertura de algas de morfología simple se muestra en la Figura 5.18.F. Este tipo morfológico de algas se mantiene en 2022 con bajos valores de cobertura en Punta Murgoa (Estación 1: 24,0% vs 36,7%; Estación 2: 32,8% vs 32,5%) y Antzoras (Estación 1: 15,7% vs 14,3%; Estación 2: 20,4% vs 40,8%). En Izaro, la cobertura de algas de morfología simple ha evolucionado de diferente forma en las dos estaciones de muestreo (Estación 1: 71,6% vs 87,5%; Estación 2: 85,1% vs 72,1%) en el bienio 2021-2022, pero los valores registrados continúan siendo los más altos del área de estudio.

Similitud florística entre las estaciones del submareal

La similitud entre los inventarios fue explorada mediante la aplicación de técnicas multivariantes. La proximidad entre las muestras dentro del diagrama es un reflejo de su similitud (Fig. 5.19). En el diagrama resultante del análisis de ordenación nMDS se observa cómo las muestras, a un nivel de similitud del 50%, forman tres grupos.

El Grupo A reúne a las muestras de Antzoras de todas las campañas. De acuerdo a la rutina SIMPER o análisis de similitudes, la similitud promedio del Grupo A es 65,95%. Las especies que contribuyen principalmente a su formación son *Gongolaria baccata* y *Mesophyllum lichenoides*. Otras especies que contribuyen en más de 4% a su formación son *Ellisolandia elongata*, *Lithophyllum incrustans*, *Zanardinia typus*, *Jania rubens*, *Pterosiphonia complanata* y *Halopithys incurva*.

El Grupo B, con una similitud promedio entre muestras de 59,25%, está compuesto la mayoría de las muestras de Punta Murgoa, a excepción de la correspondiente a la Estación 2 del año 2021. Las especies que contribuyen principalmente a su formación son *Mesophyllum lichenoides* y *Zanardinia typus*. Otras especies discriminantes (>4%) son *Gelidium comeum*, *Ellisolandia elongata*, *Pterosiphonia complanata* y *Lithophyllum incrustans*.

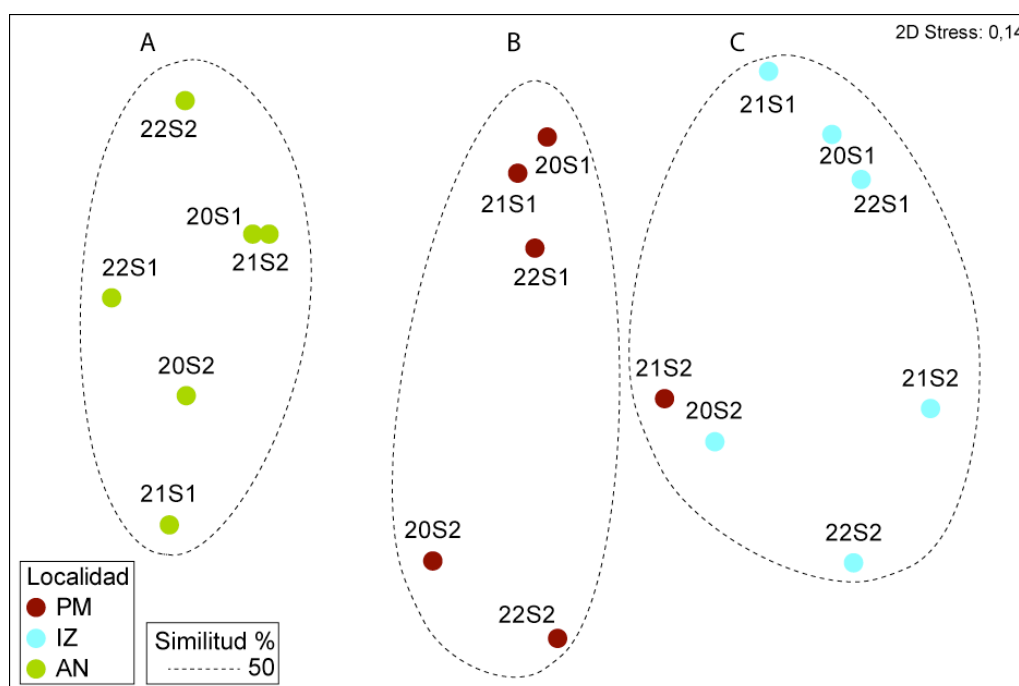


Fig. 5.19. Análisis de ordenación nMDS de las muestras de la flora submareal de las dos estaciones (S1, S2) muestreadas en cada una de las localidades marinas estudiadas (Punta Murgoa: PM, Izaro: IZ y Antzoras: AN) en 2020 (20), 2021 (21) y 2022 (22). Datos transformados con raíz cuadrada; índice de similitud aplicado: Bray-Curtis.

El Grupo C, con la similitud promedio 58,77%, está compuesto por muestras de Izaro (2020 y 2021) y la muestra de la Estación 2 de Punta Murgoa de 2021. Las especies que contribuyen principalmente a su formación son *Mesophyllum lichenoides* y *Ellisolandia elongata*. Otras especies discriminantes (>4%) son *Aphanocladia stichidiosa*, *Lithophyllum incrustans*, *Zanardinia typus* y *Gelidium spinosum*.

Estos resultados reflejan que la vegetación de Antzoras es la más homogénea espacialmente del área de estudio, es decir, la diferencia entre sus dos estaciones es menor que la detectada en Punta Murgoa e Izaro (Fig. 5.19). Por otra parte, la vegetación submareal de las tres localidades muestra notables diferencias entre ellas, con la excepción de la vegetación de la Estación 2 de Punta Murgoa en 2021 que presentó rasgos similares a los de la vegetación de Izaro.

En Izaro la vegetación carece de especies formadoras de copa y se encuentra dominada por algas calcáreas tanto cespitosas (*Ellisolandia elongata*) como incrustantes (*Mesophyllum lichenoides*) que se encuentran fuertemente epifitadas por algas de naturaleza anual y efímera (ej. *Aphanocladia stichidiosa*). En Punta Murgoa, el rasgo principal de la vegetación es el fuerte desarrollo del estrato incrustante (*Mesophyllum lichenoides* y *Zanardinia typus*) y la presencia de manchas aisladas de *Gelidium corneum*. Los fondos submareales de Antzoras presentan la vegetación más madura del área de estudio, con una población del alga formadora de copa *Gongolaria baccata*.

Con respecto a la variabilidad temporal, la vegetación de todas las estaciones de estudio muestra un desplazamiento en el diagrama nMDS (Fig. 5.19) entre los años 2021 y 2022

que refleja la existencia de cambios. En Punta Murgoa los cambios en cuanto a la abundancia relativa de las especies no suponen un cambio estructural en la vegetación. Sin embargo, en Antzoras la cobertura del macrófito *Gongolaria baccata* se ha duplicado entre 2021 y 2022, llegando a formar una copa que recubre la práctica totalidad de las superficies muestreadas, lo cual tiene implicaciones ecológicas muy positivas.

5.2.2.1.5. Discusión

En relación a la vegetación de la zona intermareal, las comunidades de macroalgas de Punta Murgoa y Antzoras presentan un estado de alteración leve. Una de sus características es la existencia de una marcada zonación vertical; mientras las comunidades del nivel superior están dominadas en general por calcáreas articuladas (*Ellisolandia elongata*), en el nivel inferior se desarrollan también macroalgas perennes de gran porte como *Ericaria selaginoides* (anteriormente *Cystoseira tamariscifolia*), *Bifurcaria bifurcata* y *Halopteris scoparia*, especies más sensibles a la contaminación que las especies cespitosas de pequeño tamaño.

La zonación vertical denota madurez en las comunidades porque cuando los contaminantes entran en el medio, tiene lugar una simplificación de su patrón de distribución espacial (Munda, 1993; Fairweather, 1990; Rueness y Fredriksen, 1991; Díez et al., 1999), debido a que las especies resistentes al estrés de la contaminación son resistentes también al estrés de factores naturales y por ello, pueden desarrollarse en diferentes niveles de marea.

Con respecto a la evolución de las comunidades, en la localidad de Punta Murgoa el cambio más destacable entre 2021 y 2022 en la abundancia de las especies ha sido el aumento de la ceramiácea de *Centroceras clavulatum*, especie epífita y de naturaleza efímera que presenta una elevada variabilidad interanual. Por lo tanto, desde el punto estructural, la vegetación ha permanecido estable en el último bienio. En Antzoras sin embargo, se han detectado cambios más significativos. Por un lado, las poblaciones de los macrófitos *Halopteris scoparia* y *Bifurcaria bifurcata* han aumentado notablemente con respecto a las dos campañas anteriores, mientras que *Ericaria selaginoides* ha disminuido con respecto a 2021; sin embargo, en la Estación 2 se ha detectado aumento progresivo de *Ericaria selaginoides*, duplicando su cobertura con respecto a 2020.

El genero *Cystoseira* es muy sensible a la contaminación y a otras alteraciones del medio ocasionadas por las actividades antrópicas, siendo las especies de este genero las primeras en desaparecer cuando el medio se degrada (Cormaci y Fumari, 1999; Thibaut et al., 2005). Esta característica de las especies de *Cystoseira* ha llevado a los científicos a proponer al genero como indicador biológico de la calidad ambiental (Ballesteros et al., 2007; Panayotidis et al., 1999; Pinedo et al., 2007).

En general, las algas perennes de morfología compleja como *Ericaria selaginoides* y otras registradas en el área de estudio (*Halopteris scoparia* y *Bifurcaria bifurcata*) necesitan un hábitat estable y no sobrecargado de nutrientes (ambientes no eutrofizados) para ser más competitivas que las especies oportunistas anuales y colonizar el sustrato. La cobertura acumulada de este tipo de algas ha aumentado las dos localidades de estudio considerando el promedio de las dos estaciones muestreadas en cada una de ellas. Estos resultados sugieren que las condiciones ambientales han mejorado.

Un cambio estructural significativo ha sido detectado en la vegetación del nivel intermareal superior de las dos estaciones de Antzoras, donde el alga verde *Codium adhaerens* ha experimentado un notable aumento con respecto al inicio del estudio. Se trata de una especie de afinidad templado-cálida. Su aumento podría estar relacionado con el aumento de la temperatura del agua de mar asociado al cambio climático. En algunas localidades del norte de Portugal y de la costa oeste de Galicia ya ha sido documentado su avance (Monteiro et al., 2022). Los talos crecen sobre superficies duras, principalmente lastras rocosas, cubriendo el sustrato y formando una estera aterciopelada de color verde oscuro. Una vez que el sustrato rocoso está colonizado por este alga verde, éste deja de estar disponible para cualquier especie perenne, y tan solo es posible que especies de morfología simple y carácter efímero se desarrollen creciendo sobre ella.

La riqueza y densidad de especies del área de estudio en su conjunto ha disminuido en el último bienio 2021-2022. La pérdida de riqueza de especies en entornos bajo la influencia de la contaminación (tanto de origen doméstico como industrial) es uno de los impactos más ampliamente reconocido por los científicos (Munda, 1993; Arévalo et al., 2007; Díez et al., 2013). Sin embargo, la variabilidad temporal de este parámetro es elevada. Una tendencia decreciente en la diversidad sería reflejo de alguna alteración ambiental, pero variaciones interanuales sin la existencia de una tendencia decreciente son interpretables dentro de la variabilidad natural.

Con respecto a la vegetación submareal, la variabilidad espacial detectada en el área de estudio es elevada desde que comenzó el estudio en 2020, siendo la estructura de la vegetación de las tres localidades estudiadas muy diferente. En su conjunto, la principal característica de la vegetación submareal en 2020 era la ausencia o pobre desarrollo de una copa de macrófitos perennes de gran tamaño (*Gongolaria baccata*, *Gelidium corneum*). Existen numerosos estudios, tanto observacionales (Munda, 1993; Rodríguez-Prieto y Polo, 1996; Pinedo et al., 2007; Arévalo et al., 2007; Díez et al., 2014) como con soporte experimental (Benedetti-Cecchi et al., 2001; Gorgula y Connell, 2004), que indican cómo las perturbaciones antropogénicas dan lugar a la pérdida de las macroalgas de gran tamaño, mientras que favorecen el desarrollo de algas cespitosas (especialmente formas calcáreas) y de algas oportunistas de morfología simple y carácter efímero o anual.

Considerando el carácter bioindicador de las algas perennes de gran tamaño, la vegetación submareal mejor conservada del área de estudio era la existente en Antzoras. En esta localidad la cobertura del macrófito *Gongolaria baccata* (anteriormente *Cystoseira baccata*) ha experimentado un fuerte desarrollo, principalmente en el último bienio 2021-2022. Este desarrollo de la copa, junto con un mayor desarrollo del estrato incrustante (*Mesophyllum lichenoides* y *Zanardinia typus*) y otras especies perennes como *Pterosiphonia complanata*, *Gelidium corneum* y *Sphaerococcus coronopifolius*, ha sido en detrimento de especies más oportunistas como la calcárea cespitosa *Ellisolandia elongata*. Estos cambios reflejan una evolución muy positiva de la vegetación.

Las algas formadoras de copa como *Gongolaria baccata*, además de su importante papel en la producción primaria (Mann, 2000; Steneck et al., 2002; Tait y Schiel, 2011) y como sumideros de carbono (Smith, 1981), proporcionan hábitat biogénico y refugio para multitud de organismos, como otras algas, invertebrados y peces (Steneck et al., 2002; Wernberg et al., 2011). El desarrollo del bosque de *Gongolaria baccata* en los fondos de Antzoras es un cambio muy positivo desde el punto de vista ecológico.

La vegetación más alterada en cuanto a la presencia de grandes macrófitos es la de los fondos de Izaola, donde estas algas están prácticamente ausentes, y en su lugar existe una vegetación de carácter cespitoso y tapizante de algas calcáreas con un fuerte recubrimiento de epífitos de ciclo de vida anual (ej. *Aphanocladia stichidiosa*). Registros anteriores (Díez et al., 2003), ya documentaban la práctica ausencia de grandes macrófitos en Izaola a comienzos de la década de los 90, siendo especialmente abundantes taxones alóctonos de carácter anual como *Falkenbergia rufolanosa*, *Bonnemaisonia hamifera*, *Asparagopsis armata* y especies ceramiáceas. En el periodo 2021-2022, la estructura de la vegetación ha permanecido estable.

En un estado de conservación intermedio se encontraría la vegetación submareal de Punta Murgoa. El macrófito *Gongolaria baccata* no estaba presente en las superficies muestreadas; sin embargo, se ha detectado por primera vez en 2022 la presencia de *Ericaria selaginoides* (anteriormente *Cystoseira tamariscifolia*) en las unidades muestrales, aunque con ejemplares aislados. Además, el aumento de la riqueza y densidad de especies de algas refleja unas condiciones ambientales más favorables para el desarrollo de la flora que las existentes en 2020. Junto con el estrato incrustante bien desarrollado, macrófito *Gelidium comeum* forma manchas aisladas desde el comienzo del estudio en Punta Murgoa. Se trata de una especie fundacional, que proporciona hábitat para una gran variedad de organismos dependientes, como otras algas, invertebrados y peces, aumentando la diversidad taxonómica y funcional del ecosistema (Bustamante et al., 2017). La cobertura de esta rodofícea ha disminuido levemente con respecto a los valores de 2022, pero con respecto a todo el área de estudio, sigue presentando los valores más elevados.

Se ha documentado un notable retroceso de las poblaciones de *Gelidium comeum* en tramos limpios de la costa vasca (Borja et al., 2013, 2018b; Díez et al., 2012b; Muguerza et al., 2017). Sin embargo, esta rodofícea mantiene actualmente sus poblaciones en las proximidades de los estuarios de la costa vasca, como el del Barbadún o Butrón. El aporte de aguas estuáricas con concentraciones de nutrientes y turbiedad ligeramente superiores a las de costa abierta podría estar protegiendo a las poblaciones de *Gelidium comeum* frente a la amenaza que supone el cambio climático. Las próximas campañas aportarán una información muy valiosa para evaluar la evolución de *Gelidium comeum* que podría tener en los fondos marinos del entorno de la Reserva de Urdaibai, especialmente en Punta Murgoa, un refugio frente al cambio climático.

Como conclusión final, los resultados de las comunidades marinas de macroalgas sugieren que el desarrollo del Plan Integral de Saneamiento de la Comarca de Busturialdea podría estar teniendo los primeros efectos positivos sobre el ecosistema costero, como son el aumento de la diversidad en la vegetación submareal de Punta Murgoa e Izaola y el desarrollo de los bosques de *Gongolaria baccata* en los fondos de Antzoras. Asimismo, la presencia de *G. baccata* y *Ericaria selaginoides* en Izaola, aunque testimonial, es importante para la restauración potencial de la copa de macroalgas en un futuro.

5.2.2.2 MACROINVERTEBRADOS

En este apartado se exponen los principales resultados obtenidos en el estudio de la fauna de las zonas intermareal y submareal del entorno marino del área de estudio. Se analiza y describe la estructura y composición de las comunidades de invertebrados registrados en la Campaña de 2022 en las 3 localidades de muestreo (Punta Murgoa, Izaro y Antzoras) y se describen los principales cambios con respecto a las campañas precedentes (2020 y 2021). En el Anexo quedan recogidos los inventarios (listado de especies visualizadas con sus respectivas abundancias en términos de cobertura; Tablas 24-30) y las tablas de cobertura media de las especies registradas en cada estación de muestreo y nivel batimétrico (Tablas 38-44). Asimismo, se incluye una lista de los taxones de fauna registrados. En el anexo fotográfico se puede observar el aspecto y características de la fauna bentónica estudiada.

5.2.2.2.1. Localidad Punta Murgoa

Fauna Intermareal

En la Tabla 38 se muestra la cobertura media por estación de las especies de invertebrados registradas durante el periodo 2020-2022 en la zona intermareal de la localidad Punta Murgoa. Del total de 53 especies registradas desde el inicio del estudio, únicamente la lapa *Patella ulyssiponensis*, alcanza coberturas por encima del 1% en alguno de los dos años estudiados. El resto de las especies presentaron valores de cobertura inferiores.

En ambas estaciones, la fauna intermareal presentaba diferencias leves entre los dos niveles de marea muestreados (Tabla 39). La diferencia más significativa fue la existencia de valores de abundancia más elevados en el nivel superior (+ 1,25 m) del herbívoro *Patella ulyssiponensis* y la ausencia del cirrípedo *Chthamalus stellatus* en el nivel inferior (+ 0,75 m). Por el contrario, el porífero *Sycon ciliatum* fue exclusivo en el nivel inferior de marea. Algunos invertebrados como los moluscos *Bittium reticulatum* y *Rocellaria dubia* y los poliquetos *Polyopthalmus pictus* aparecieron con coberturas similares en los dos niveles de marea muestreados.

Las diferencias espaciales entre las dos estaciones que componen la Localidad y su variación a lo largo del tiempo han sido analizadas mediante análisis multivariantes (Fig. 5.20). El diagrama nMDS resultante muestra cuatro grupos principales con una similitud dentro de cada grupo del 55%. Por un lado, el Grupo A presenta los inventarios de la Estación 2 a excepción del inventario promedio del nivel superior en el año 2020. Este último inventario, junto con los inventarios superiores de la Estación 1 aparecen reunidos en el Grupo B. Por otro lado, el Grupo C reúne los inventarios inferiores de la Estación 1 en 2020 y 2021, mientras que el inventario promedio inferior de esta estación en el año 2022 aparece aislado en el Grupo D. Por otro lado, destaca la ausencia de una ordenación temporal definida a lo largo de los años.

Según el análisis de similitudes SIMPER, estos grupos se forman debido a la mayor abundancia de *Patella ulyssiponensis* en el Grupo A, de *Chthamalus stellatus* y *Lithophaga caudigera* en el Grupo B y de *Jassa falcata* en el Grupo C. El grupo D se caracteriza por la ausencia o menor cobertura de estas mismas especies.

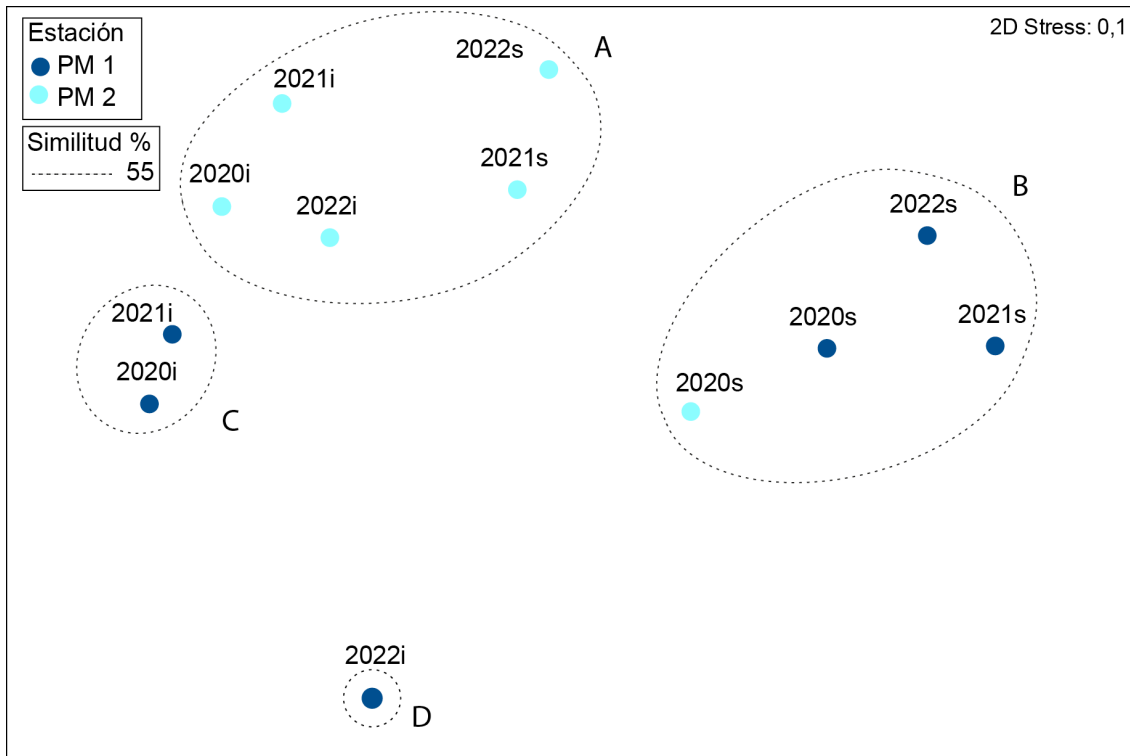


Fig. 5.20. Análisis de ordenación MDS de los inventarios promedio de la fauna intermareal de Punta Murgoa para cada año estudiado (2020, 2021, 2022) y estación de muestreo (Estación 1: PM1; Estación 2: PM2). s: Nivel intermareal + 1,25 m; i: Nivel intermareal + 0,75 m. Los datos fueron transformados con raíz cuadrada y la similitud entre inventarios fue calculada con el índice de similitud de Bray-Curtis.

Fauna submareal

En la Tabla 40 se muestra la cobertura media por estación de las especies registradas durante el periodo 2020-2022 en la localidad Punta Murgoa. Del total de 45 especies de invertebrados registrados desde el inicio del estudio, las más abundantes fueron los cnidarios *Aiptasia mutabilis* y *Anemonia viridis*, los poríferos *Hymeniacidon sanguinea* y *Batzella inops*, el equinodermo *Holothuria forskali* y el briozoo *Scrupocellaria scruposa*. Estos invertebrados, a pesar de ser los más abundantes, no llegaron a alcanzar el 2% de ocupación del sustrato. El resto de las especies presentaron valores de cobertura bajos (< 1%).

De las dos estaciones que componen la localidad de Punta Murgoa, la Estación I presenta unos valores de cobertura en general inferiores. Desde la Campaña de 2021, en la Estación I se ha registrado la desaparición de especies de briozoos como *Crisia* spp., y *Scrupocellaria scruposa* y de poríferos como *Pachymatisma johnstonia* y *Suberites* sp. Destaca también la ausencia en 2022 de pequeños gasterópodos como *Tricolia pullus*, *Tritia incrassata* y anélidos como *Serpula concharum* y *Spirobranchus* spp. Otras especies de poríferos como *Hymeniacidon sanguinea* han experimentado ligeros avances y retrocesos (0% vs 1,2% vs 0,3%, en 2020, 2021 y 2022, respectivamente). El bivalvo *Rocellaria dubia* (0,5%), a pesar de alcanzar coberturas testimoniales, es característico en todos los años estudiados.

En la Estación 2, los cambios más significativos en el periodo 2020-2022 son el avance y posterior retroceso de los cnidarios *Aiptasia mutabilis* (0,% vs 1,1% vs 0%) y *Anemonia viridis* (0,1% vs 1,1% vs 0,6%) y la desaparición de los poríferos *Batzella inops* (1,1% vs 0% vs 0%) y *Pachymatisma johnstonia* (0,7 % vs 0% vs 0%). En los dos años de estudio, el equinodermo *Holothuria forskali* es el invertebrado más abundante en la Estación 2 (1,7%). El bivalvo *Rocellaria dubia* y el gasterópodo *Bittium reticulatum*, a pesar de alcanzar coberturas testimoniales, han sido registrados todos los años estudiados. En ambas estaciones, el resto de especies experimentan ligeras variaciones de retroceso o avance, pero siempre por debajo del 1%.

Las diferencias espaciales entre las dos estaciones de la localidad Punta Murgoa y su variación a lo largo del tiempo han sido analizadas mediante análisis multivariables de ordenación (Fig. 5.21). En el nMDS resultante, los tres inventarios promedio de la Estación 1 en 2020 (correspondientes a cada una de las tres áreas) quedan organizados en el Grupo A. En el Grupo B aparecen reunidos un inventario promedio de la Estación 1 de 2021 y otro de 2022. Por último, El Grupo C reúne el resto de los inventarios de la Estación 1 y todos los de la Estación 2 desde el inicio del estudio. Según la prueba de similitudes SIMPER la separación de los inventarios entre los grupos se debe por un lado a la mayor abundancia en el Grupo A de *Aptos aptos* y *Crisia* spp. y por otro, a que este grupo presenta especies únicas como *Scrupocellaria scruposa*, *Pachymatisma johnstonia*, *Obelia geniculata* y *Suberites massa*. El Grupo B presenta las mayores coberturas del porífero *Hymeniacion sanguinea* y el cnidario *Aglaophenia pluma*. Finalmente, el Grupo C se caracteriza por la mayor abundancia de *Holothuria forskali* y coberturas intermedias de los invertebrados que presentes en este grupo.

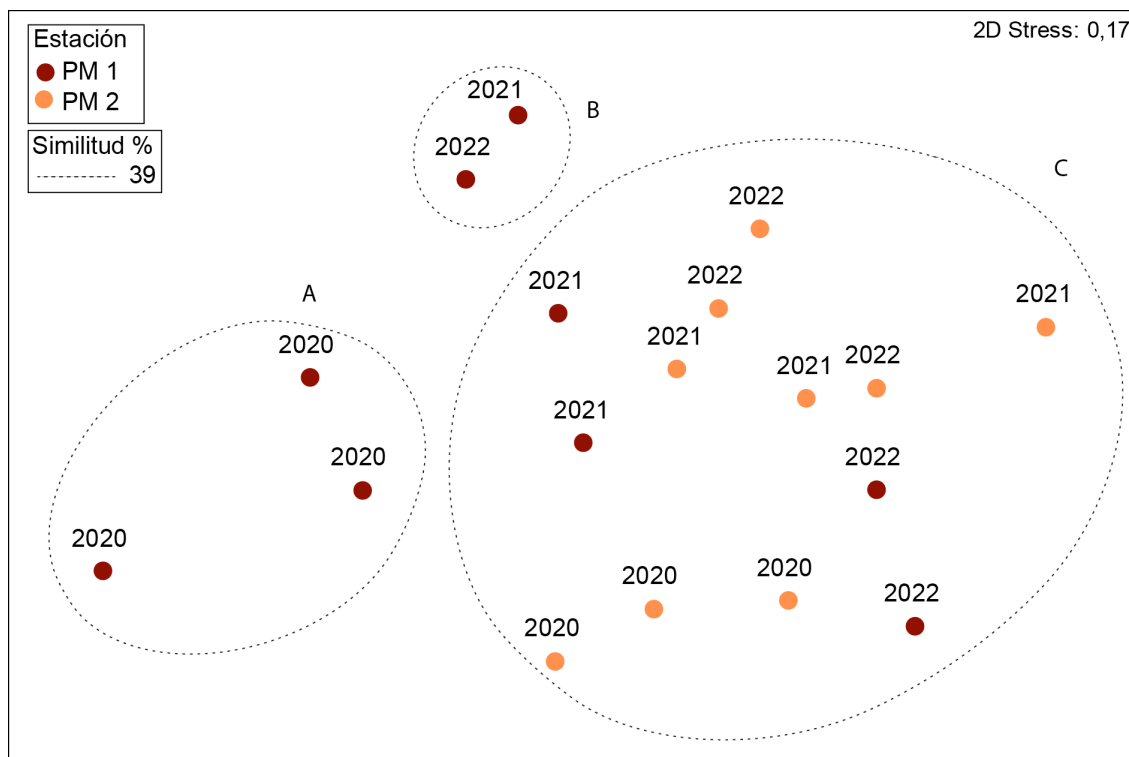


Fig. 5.21. Análisis de ordenación de los inventarios promedio de la fauna submareal para cada año (2020, 2021, 2022) y áreas estudiadas en las dos estaciones de muestreo (Estación 1: PM 1; Estación 2: PM 2) de la localidad de Punta Murgoa. Los datos fueron transformados con raíz cuadrada y la similitud entre inventarios fue calculada con el índice de similitud de Bray-Curtis.

Por otro lado, a pesar de que no se aprecia una ordenación temporal definida, en el nMDS (Fig. 5.21) se puede apreciar como existe una mayor cercanía de los inventarios de las dos estaciones que componen la localidad con el paso de los años. Según la prueba de similitudes SIMPER la similitud entre los inventarios de la Localidad en el año 2020 era de 41,7%, en 2021 de 44,7% y en 2022 era de 47,3%.

5.2.2.2.2. Localidad Izaro

Fauna submareal

En la Tabla 41 se muestra la cobertura media por estación de las especies registradas durante el periodo 2020-2022 en la localidad Izaro. Del total de 29 especies de invertebrados registrados desde el inicio del estudio, los más abundantes fueron el gasterópodo *Bittium reticulatum*, el porífero *Pachymatisma johnstonia* y el bivalvo *Rocellaria dubia*. Estos invertebrados, a pesar de ser los más abundantes, alcanzaron coberturas moderadas en torno al 2% de ocupación del sustrato. El resto de las especies presentaron valores de cobertura bajos (< 1%).

Desde el punto de vista de la estructura y composición de las comunidades, la principal característica de la fauna de las dos estaciones que componen la localidad de Izaro fue alcanzar valores de cobertura acumulada bajos, siendo los mínimos del área de estudio. El zoobentos submareal de ambas estaciones era, en general, bastante similar en composición, aunque con ligeras diferencias en la abundancia de las especies (Tabla 41). A pesar de sus bajas coberturas, los invertebrados *Bittium reticulatum*, *Rocellaria dubia* y *Tritia incrassata* han sido las especies más características de la comunidad desde el inicio del estudio.

Durante el periodo 2020-2022 los cambios más significativos en la Estación 1 han sido la desaparición del hidrozoo *Aglaophenia pluma* desde 2021 (0,7% vs 0% vs 0%, en 2020, 2021 y 2022, respectivamente) y el registro por primera vez en 2021 del porífero *Hymeniacion sanguinea* (0% vs 0,9% vs 0,2%). Por su parte, en la Estación 2 los cambios más notables han sido el avance del gasterópodo *Bittium reticulatum* en 2021 (0,4% vs 1,8% vs 0,8%) y los retrocesos del porífero *Pachymatisma johnstonia* (2,3% vs 0,8% vs 0,1%) y del bivalvo *Rocellaria dubia* (1,7% vs 0,4% vs 0,6%). En ambas estaciones, el resto de especies experimentan ligeras variaciones de retroceso o avance, pero siempre por debajo del 1%.

Las diferencias espaciales entre las dos estaciones que representan la localidad de Izaro y su variación a lo largo del tiempo han sido analizadas mediante análisis multivariantes de ordenación (Fig. 5.22). En el nMDS resultante se aprecian tres grupos que reúnen inventarios con un nivel de similitud del 52%. Por un lado, en el Grupo A quedan reunidos los inventarios promedio de la campaña inicial de 2020 de la Estación 2, dos inventarios de esta estación en 2021 y un inventario promedio de la Estación 1 del año 2020. En el Grupo B aparecen el resto de los inventarios de la Estación 2 y casi todos los inventarios promedio de la Estación 1. Finalmente, el Grupo C agrupa a dos inventarios de la Estación 1 correspondientes a la campaña de 2021. Asimismo, destaca la ausencia de una ordenación temporal definida.

Según el análisis de similitudes SIMPER esta disposición de los inventarios debe principalmente a la mayor abundancia de *Bittium reticulatum* y *Pachymatisma johnstonia* en

el Grupo A, mientras que el porífero *Clathrina coriacea* es más abundante en el Grupo B. Por su parte los gasterópodos *Tritia incrassata* y *Calliostoma zizyphinum* y el porífero *Hymeniacion sanguinea* son más abundantes en el Grupo C.

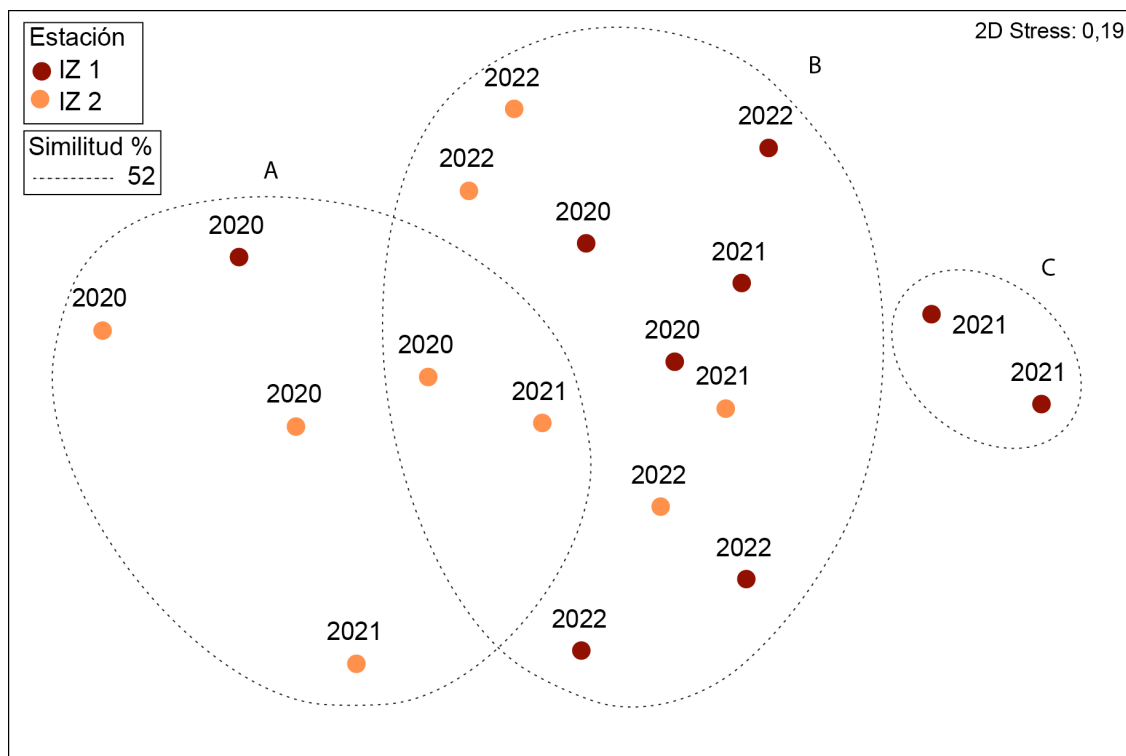


Fig. 5.22. Análisis de ordenación de los inventarios promedio de la fauna submareal para cada año (2020, 2021, 2022) en cada una de las tres áreas estudiadas en las dos estaciones de muestreo (Estación 1: IZ 1; Estación 2: IZ 2) de Izaro. Los datos fueron transformados con raíz cuadrada y la similitud entre inventarios fue calculada con el índice de similitud de Bray-Curtis.

5.2.2.2.3. Localidad Antzoras

Fauna intermareal

En la Tabla 42 se muestra la cobertura media por estación de las especies de invertebrados registradas durante el periodo 2020-2022 en la localidad de Antzoras. Del total de 51 especies de invertebrados registrados en este periodo, todos alcanzan coberturas por debajo del 1% en los años estudiados. El cnidario *Anemonia viridis*, el briozoo *Beania magellanica*, la lapa *Patella ulyssiponensis* y el anélido *Polyopthalmus pictus* son las especies más abundantes con valores en torno al 0,5% de cobertura.

En ambas estaciones, la fauna intermareal en términos de composición era similar entre los dos niveles de marea muestreados (Tabla 43). La diferencia más significativa fue la ausencia del herbívoro *Patella ulyssiponensis* en el nivel inferior de la marea (+ 0,75 m). En general, el resto de invertebrados aparecieron indistintamente del nivel de marea muestreado.

Las diferencias espaciales entre las dos estaciones de la localidad y su variación en el periodo 2020-2022 han sido analizadas mediante análisis multivariantes (Fig. 5.23). El diagrama nMDS resultante muestra dos grupos principales (similitud del 40%). Por un

lado, el Grupo A reúne todos los inventarios promedio del nivel inferior de ambas estaciones, a excepción del inventario promedio inferior de la Estación 1 en 2022. Este inventario, junto con la totalidad de los inventarios del nivel superior de ambas estaciones aparecen reunidos en el Grupo B. Por otro lado, destaca la ausencia de una ordenación temporal definida a lo largo de los años.

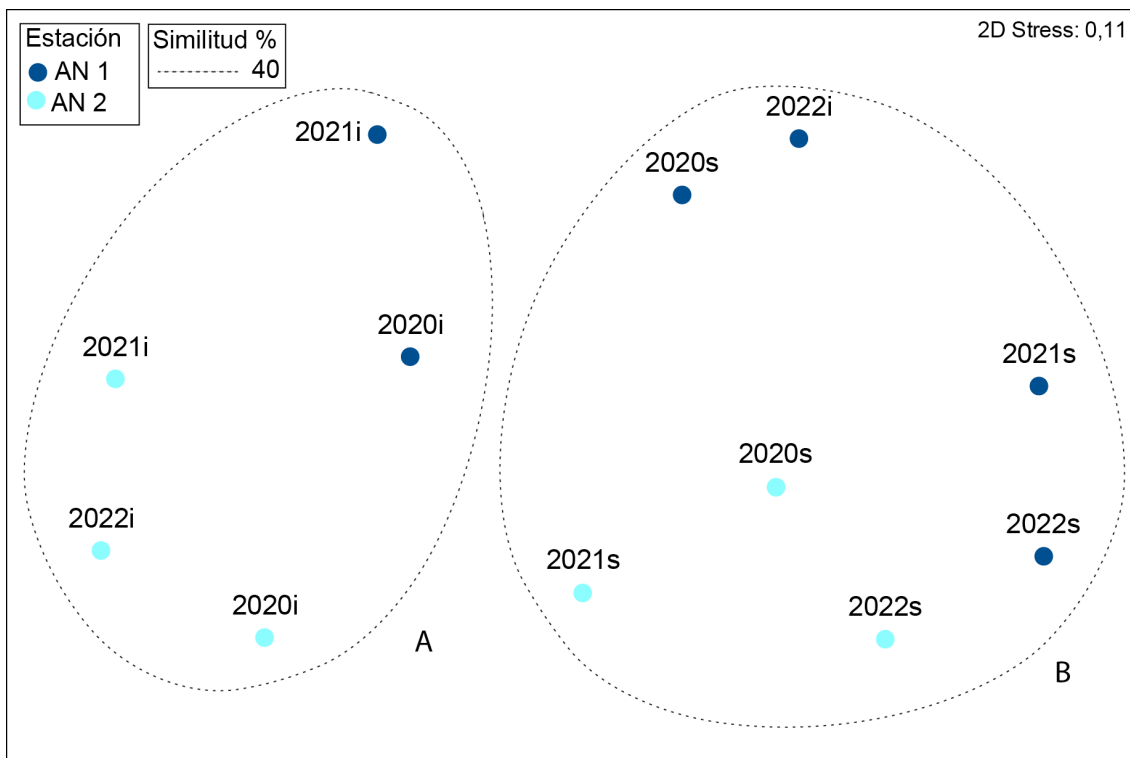


Fig. 5.23. Análisis de ordenación MDS de los inventarios promedio de la fauna intermareal de Antzoras para cada año estudiado (2020; 2021; 2022) y estación de muestreo (Estación 1: AN 1; Estación 2: AN 2). s: Nivel intermareal + 1,25 m; i: Nivel intermareal + 0,75 m. Los datos fueron transformados con raíz cuadrada y la similitud entre inventarios fue calculada con el índice de similitud de Bray-Curtis.

De acuerdo al test SIMPER (análisis de similitudes), los gasterópodos *Gibbula umbilicalis* y *Tricolia pullus* y el briozoo *Beania magellanica* son más abundantes en el Grupo A, mientras que la lapa *Patella ulyssiponensis* y el anélido *Polyophthalmus pictus* alcanzan mayor cobertura en el Grupo B.

Fauna submareal

En la Tabla 44 se muestra la cobertura media por estación de las especies registradas durante el periodo 2020-2022 en la Localidad Antzoras. Del total de 41 especies de invertebrados registrados desde el inicio del estudio, los más abundantes fueron los hidrozoo *Salacia desmoides*, *Aglaophenia pluma* y *Orthopyxis integra* y los briozoos *Aetea anguina*, *Amathia lendigera*, *Crisia* spp. y *Electra pilosa* (Tabla 44). Otras especies con coberturas algo inferiores en torno al 1% fueron: el briozoos *Turbicellepora magnicostata*, el hidrozoo *Ventroma halecioides*, el gasterópodo *Bittium reticulatum* y el equinodermo *Holothuria forskali*. El resto de las especies presentaron valores de cobertura bajos (< 1%).

Desde el punto de vista de la estructura y composición de las comunidades, la principal característica de la fauna de las dos estaciones que componen la localidad de Antzoras fue alcanzar los valores de cobertura acumulada máximos del área de estudio. Durante el periodo 2020-2022 en la Estación 1 destaca el retroceso de los hidrozooos *Aglaophenia pluma* (3,4% vs 0,6% vs 0%, en 2020, 2021 y 2022, respectivamente) y *Salacia desmoides* (1,4% vs 0,0% vs 0%) y del briozoo *Electra pilosa* (4,3% vs 3,3% vs 0,5%). Por el contrario, el briozoo *Aetea anguina* ha experimentado un aumento desde el inicio del estudio (1,3% vs 2,4% vs 4,7%). En la Estación 2, ciertos invertebrados alcanzan coberturas moderadas puntualmente en alguna de las campañas pero no desaparecen en campañas sucesivas. Es el caso del briozoo *Amathia lendigera* (5% en 2021) y del hidrozoo *Aglaophenia pluma* (3,7% en 2021). Por el contrario, el briozoo *Aetea anguina* ha experimentado un incremento paulatino desde el inicio del estudio (1,3% vs 2,4% vs 4,7%). En ambas estaciones, el resto de especies experimentan ligeras variaciones de retroceso o avance, pero siempre por debajo del 1%.

Las diferencias espaciales entre las dos estaciones que representan la Localidad Antzoras y su variación a lo largo del tiempo han sido analizadas mediante análisis multivariados de ordenación (Fig. 5.24). En nMDS resultante, se separan tres grandes grupos a un nivel de similitud del 40%. El Grupo A es el más numeroso y reúne la práctica totalidad de los inventarios a excepción de dos inventarios de la Estación 2 de la Campaña de 2020 que aparecen en el Grupo B y un inventario de la Estación 1 de 2020 y 2021 que aparecen en el Grupo C. Destaca como a un nivel de similitud del 46% los inventarios de la Estación 1 correspondientes a al Campaña de 2022 se reúnen en el Grupo A2.

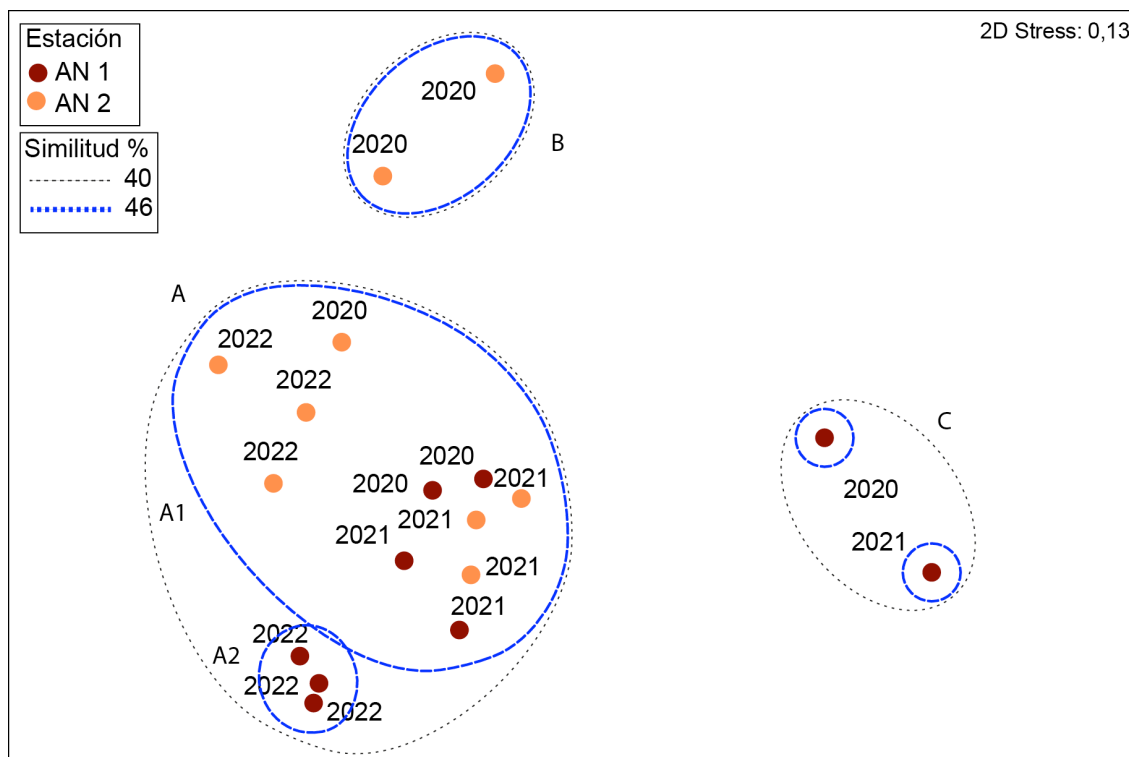


Fig. 5.24. Análisis de ordenación de los inventarios promedio de la fauna submareal para cada año (2020, 2021, 2022) en cada una de las tres áreas estudiadas en las dos estaciones de muestreo (Estación 1: AN 1; Estación 2: AN 2) de la localidad de Antzoras. Los datos fueron transformados con raíz cuadrada y la similitud entre inventarios fue calculada con el índice de similitud de Bray-Curtis.

Según el análisis de similitudes SIMPER esta disposición de los inventarios debe a la mayor abundancia de *Crisia* spp. y *Electra pilosa* en el Grupo A, de *Amathia lendigera* y *Salacia desmoides* en el Grupo B y a la ausencia de *Electra pilosa* y *Aetea anguina* en el Grupo C. A su vez los subgrupos A1 y A2 se diferencian por la ausencia de *Plumularia obliqua* en el Subgrupo A1 y de *Salacia desmoides* en el Subgrupo A2.

Por otro lado, a pesar de que no se aprecia una ordenación temporal definida, en el nMDS (Fig. 5.24) se puede apreciar como existe una mayor cercanía de los inventarios de las dos estaciones que componen la localidad con el paso de los años. Según la prueba de similitudes SIMPER la similitud entre los inventarios de la Localidad en el año 2020 era de 40,3%, en 2021 de 48,4% y en 2022 era de 53,2%.

5.2.2.2.4. Diferencias espacio-temporales de la fauna marina

Parámetros estructurales de la fauna intermareal

En cuanto a la riqueza de invertebrados registrados en la zona intermareal del área de estudio en su conjunto, se registraron un total de 50 especies en 2022. Los valores varían espacialmente según la localidad o nivel de marea estudiado, siendo la Punta Murgoa la localidad con el valor más elevado de riqueza de especies en los dos niveles de marea estudiados (Fig. 5.25.A). Los cambios temporales más acusados se dan en la Localidad de Antzoras, especialmente en el nivel superior donde se registra un retroceso acusado en la Estación 1 (22 vs 19 vs 13 en 2020, 2021 y 2022, respectivamente) y en la Estación 2 (20 vs 11 vs 10). El nivel inferior de la Localidad de Antzoras también experimenta un retroceso notable con respecto al inicio del estudio en la Estación 1 (18 vs 22 vs 15) y en la Estación 2 (19 vs 14 vs 15). Por el contrario, en el nivel inferior de la Estación 1 de Punta Murgoa en el último periodo se ha detectado un aumento significativo de especies (15 vs 13 vs 24).

La densidad de especies de la fauna intermareal (número medio de especies por superficie de muestreo: 40 cm x 40 cm) no presenta un patrón espacial según la localidad o el nivel de marea estudiado (Fig. 5.25.B). Los cambios temporales más acusados en la densidad se dan en el último periodo y en el nivel inferior, con un aumento notable en la Estación 1 de Punta Murgoa (4,3 vs 4,9 vs 10,1) y un retroceso acusado en la Estación 1 de Antzoras (6,7 vs 9,0 vs 5,7).

El promedio de la cobertura acumulada por el conjunto de los invertebrados que componen la comunidad faunística obtuvo los valores máximos en el nivel superior de la Estación 1 de la Localidad de Punta Murgoa (7,6%, 7,3% y 6,7 % en 2020, 2021 y 2022, respectivamente) (Fig. 5.25.C). Teniendo en cuenta los dos niveles de marea estudiados, no se detectó un patrón similar para las dos localidades de muestreo. En Punta Murgoa, el zoobentos tenía una cobertura animal más elevada en el nivel superior y en Antzoras, la fauna obtuvo coberturas similares en los dos niveles de marea.

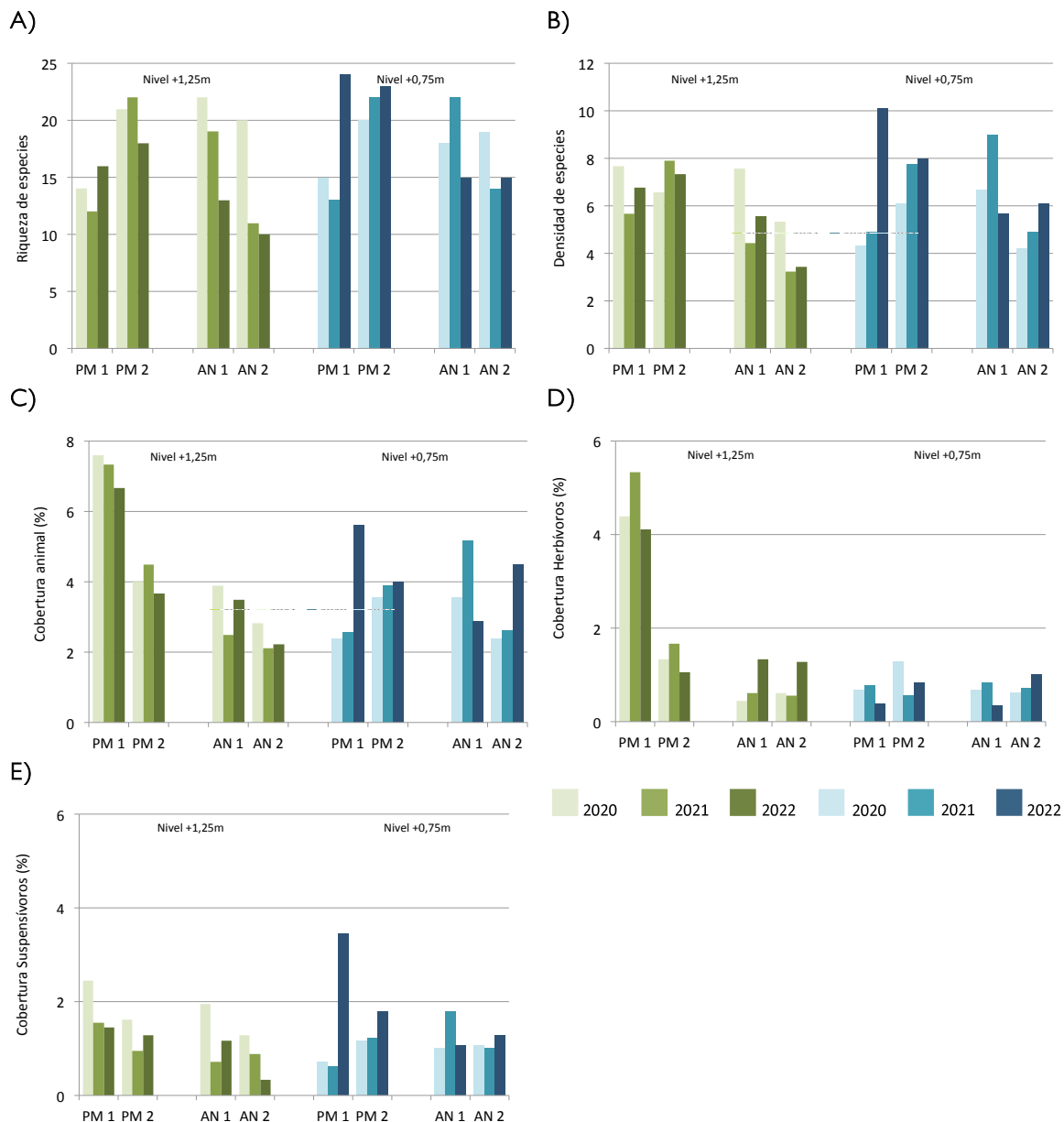


Fig. 5.25. (A) Número total de especies registradas, (B) densidad o media de especies por inventario, (C) promedio de la cobertura animal total, (D) cobertura de invertebrados herbívoros y (E) cobertura de invertebrados suspensívoros de la fauna intermareal (niveles: +1,25m; 0,75m) de las estaciones (1, 2) de las dos localidades marinas estudiadas (PM: Punta Murgoa; AN: Antzoras) en verano de 2020, 2021 y 2022.

En cuanto a los cambios temporales de la cobertura animal, en el último periodo 2021-2022, destaca el aumento en la Estación I de Punta Murgoa en el nivel inferior y el retroceso en la Estación I de Antzoras en el nivel inferior.

La cobertura de la fauna herbívora fue máxima en el nivel superior de Punta Murgoa, especialmente en la Estación I (Fig. 5.25.D). En el resto del área de estudio los herbívoros alcanzaron coberturas bajas, con valores cercanos al 1% de ocupación del sustrato o inferiores. En Antzoras no se detectó un patrón claro de zonación (distribución en función del nivel de marea), y los valores fueron similares los dos niveles de marea estudiado. En cuanto a las diferencias temporales, son en general leves, con valores de avance o retroceso por debajo del 1%.

La Figura 5.25.E muestra la cobertura de la fauna suspensiva, es decir, aquellos invertebrados que se alimentan con sustancias presentes en la columna de agua. La cobertura alcanzada por los suspensívoros en las dos localidades estudiadas presenta diferencias de un orden de magnitud en general pequeño. En la campaña de 2022 destaca los valores obtenidos en el nivel inferior de la Estación 1 de Punta Murgoa (0,7% vs 0,6% en 2020, 2021 y 2022, respectivamente).

Similitud faunística entre las estaciones del intermareal

La similitud entre los inventarios promedio de las dos localidades que componen la red de estudio intermareal y su variación en el periodo 2020-2022 ha sido analizada mediante la aplicación de técnicas multivariantes. En el diagrama resultante del análisis de ordenación nMDS (Fig. 5.26) realizado conjuntamente con los inventarios del nivel superior e inferior de marea se observan cuatro grandes grupos que reúnen inventarios con una similitud del 43%. Los inventarios del nivel superior de la Localidad de Punta Murgoa aparecen reunidos en el Grupo A y los del nivel inferior de esta misma localidad en el Grupo B. Además, el Grupo A también engloba los inventarios promedio del nivel superior de la Estación 2 de Antzoras en 2022 y 2022 y en el Grupo B, el del nivel superior de la Estación 1 de Antzoras en 2020. Por otro lado, el resto de los inventarios del nivel superior de la Localidad de Antzoras aparecen reunidos en el Grupo C y los del nivel inferior de esta misma localidad en el Grupo D. Por último, destaca la ausencia de un gradiente temporal entre las campañas realizadas desde que comenzó el estudio en 2020.

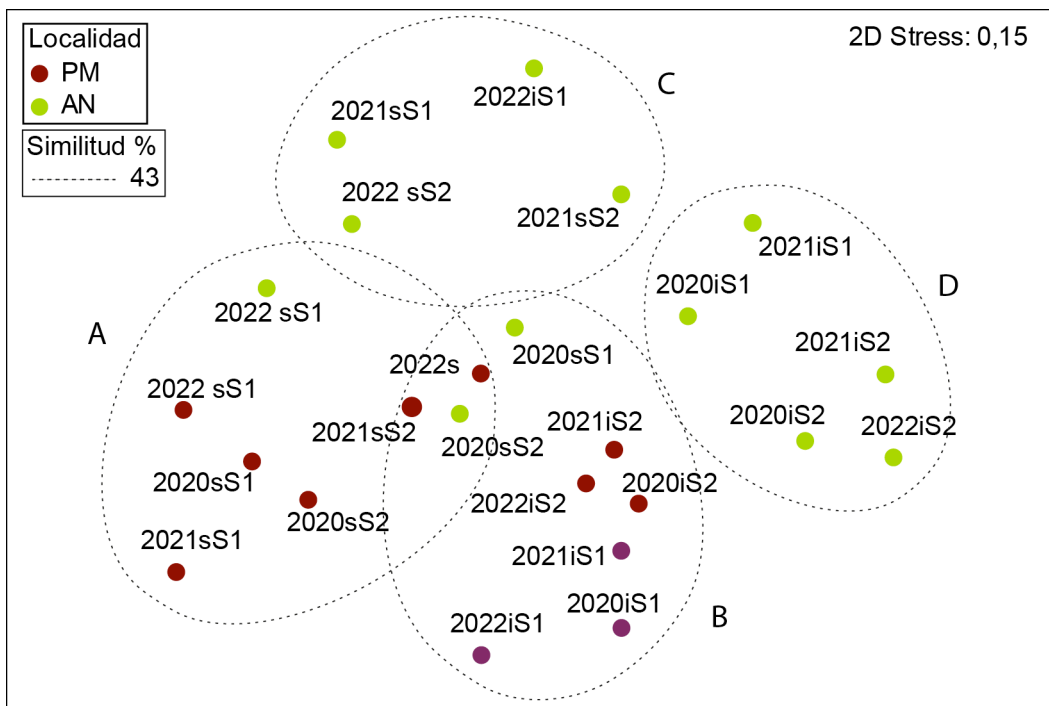


Fig. 5.26. Análisis de ordenación nMDS de los inventarios promedio de la flora intermareal de las dos estaciones de muestreo (S1, S2) de las localidades marinas estudiadas (Punta Murgoa: PM; Antzoras: AN) en verano de 2020, 2021 y 2022. s: nivel superior (+1,25 m) e i: nivel inferior (+0,75 m). S1: Estación 1 y S2: Estación 2. Datos transformados con raíz cuadrada; índice de similitud aplicado: Bray-Curtis.

De acuerdo a la rutina SIMPER o análisis de similitudes, la mayor abundancia del herbívoro *Patella ulyssiponensis*, del cirrípedo *Chthamalus stellatus* y del bivalvo *Leiosolenus aristatus* caracterizan al Grupo A. Por otro lado, el grupo B se caracteriza por presentar una mayor abundancia del bivalvo *Rocellaria dubia*. Por su parte, el Grupo C se caracteriza por alcanzar coberturas moderadas de todos los invertebrados que caracterizan al resto de los Grupos. Finalmente, el Grupo D presenta las coberturas máximas de los gasterópodos *Tritia incrassata* y *Bittium reticulatum* y del bivalvo *Rocellaria dubia*. Sin embargo, este último grupo no presenta otros invertebrados característicos de la comunidad como *Patella ulyssiponensis*, *Chthamalus stellatus* o *Leiosolenus aristatus*.

Parámetros estructurales de la fauna submareal

En la Campaña de 2022 se registraron 41 especies de invertebrados en la zona submareal del área de estudio en su conjunto. Las localidades presentaron diferencias moderadas en los valores de riqueza de especies, con un máximo de 23 especies en Antzoras y Punta Murgoa y un mínimo de 19 en Izaro. También se detectaron diferencias espaciales entre las dos estaciones que componen las localidades de Punta Murgoa (Fig. 5.27.A).

En cuanto a los cambios temporales del periodo 2020-2022 destaca el acusado retroceso de la riqueza de especies en las dos estaciones de la Localidad Punta Murgoa: Estación 1 (25 vs 17 vs 17, en 2020, 2021 y 2022, respectivamente) y Estación 2 (19 vs 10 vs 12). Por último, en la Estación 2 de Antzoras destacan los cambios de signo opuesto registrados desde el inicio, con un notable avance en 2021 seguido de un acusado retroceso en 2022 (16 vs 24 vs 26).

La densidad (número medio de especies por superficie de muestreo de 40 cm x 40 cm) del área de estudio presentó diferencias acusadas desde el inicio del estudio, con los máximos valores en Antzoras y los mínimos en Izaro (Fig. 5.27.B). En cuanto a los cambios temporales del periodo 2020-2022 destaca el acusado retroceso de la Estación 1 de la Localidad Punta Murgoa (9,2 vs 5,7 vs 6,6, en 2020, 2021 y 2022, respectivamente) y las oscilaciones detectadas en la Localidad de Antzoras: Estación 1 (9,8 vs 6,9 vs 11,8) y Estación 2 (6,3 vs 12,9 vs 7,9).

La cobertura media del conjunto de invertebrados que componían el zoobentos en la Campaña 2022 mantiene el mismo patrón que en campañas precedentes, con los valores más altos en Antzoras y significativamente inferiores en Punta Murgoa e Izaro, donde se alcanzaron los mínimos del área de estudio (Fig. 5.27.C).

Las diferencias temporales en el periodo 2020-2022 muestran un retroceso de la cobertura faunística en Punta Murgoa, en Izaro y en la Estación 2 de Antzoras. En la Estación 1 de Antzoras destacan los cambios de signo opuesto (17,6% vs 10,4% vs 22,6%).

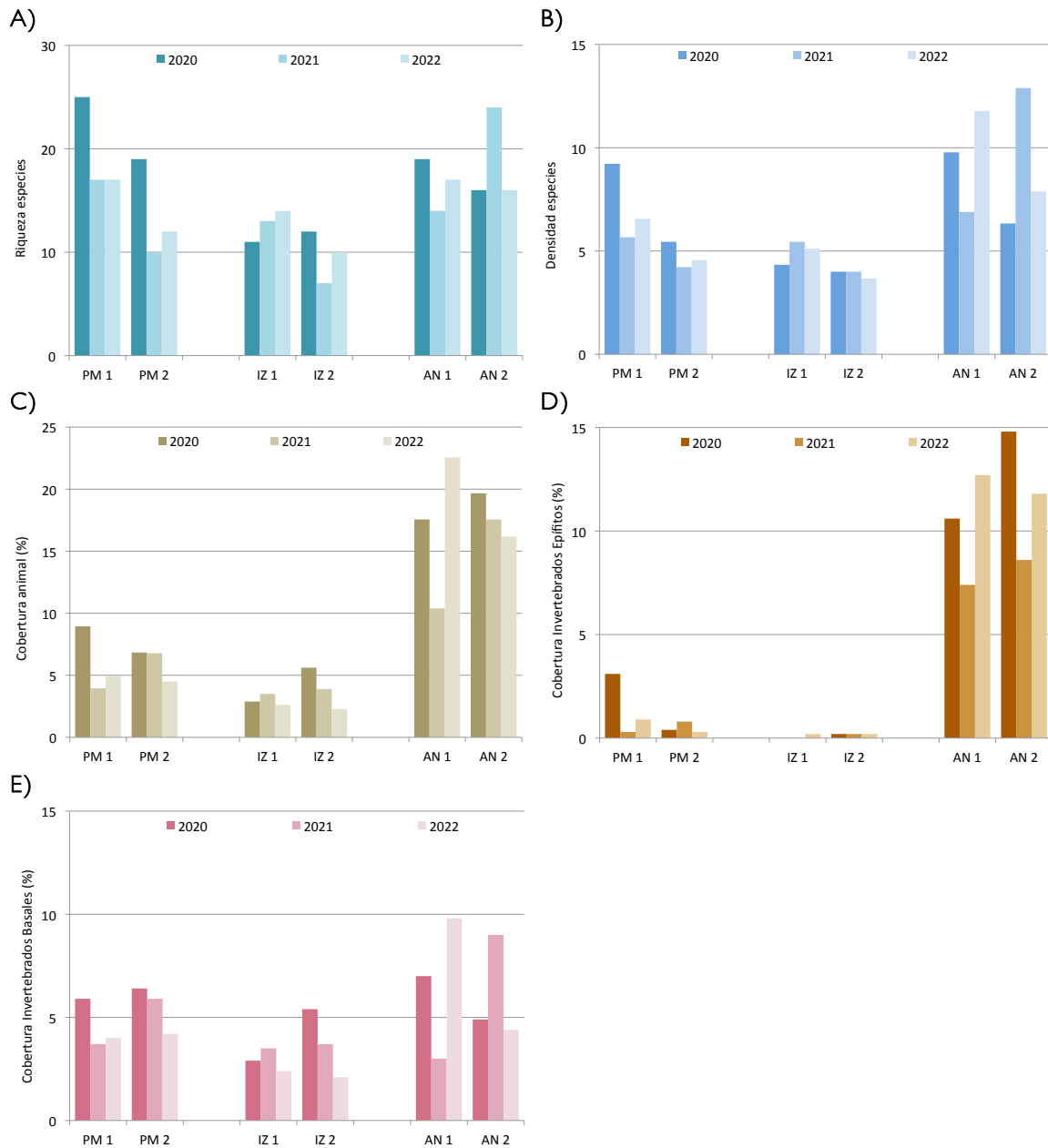


Fig. 5.27. (A) Número total de especies registradas, (B) densidad o media de especies por inventario, (C) promedio de la cobertura animal total, (D) cobertura de invertebrados epífitos y (E) cobertura de invertebrados basales presentes en la fauna submareal de las estaciones (1, 2) de las tres localidades marinas estudiadas (PM: Punta Murgoa; IZ: Izaro; AN: Antzoras) en verano de 2020, 2021 y 2022.

La cobertura de los invertebrados epífitos (aquellos con capacidad de crecer sobre la vegetación del estrato de copa) presentó en la campaña de 2022 el mismo patrón que las campañas precedentes: valores máximos en Antzoras y escasa representación de epífitos en Pta. Murgoa e Izaro (Fig. 5.27.D). Las diferencias temporales en el periodo 2020-2022 muestran un moderado retroceso de la cobertura de epífitos en la Estación I de Punta Murgoa (3,1% vs 0,3% vs 0,9%) y un retroceso seguido de un aumento en las dos estaciones de la Localidad de Antzoras, ambos de carácter moderado.

La Figura 5.27.E muestra la cobertura de los invertebrados basales, aquellos que únicamente crecen sobre el sustrato o entre la vegetación del estrato basal. En 2022, los valores entre las dos estaciones que componen la localidad fueron similares en Pta.

Murgoa e Izaro, mientras que en Antzoras se registraron diferencias espaciales notables con valores superiores en la Estación 1, donde se registró el máximo del área de estudio. En cuanto a los cambios temporales, destaca el retroceso registrado desde el inicio del estudio en la Localidad de Pta. Murgoa e Izaro. Por su parte, en Antzoras destacan los cambios de signo opuesto registrados a lo largo de las campañas en las dos estaciones que componen la Localidad.

Similitud faunística entre las estaciones del submareal

La similitud entre los inventarios promedio de las localidades que componen la red de estudio y su variación en el periodo 2020-2022 ha sido analizada mediante la aplicación de técnicas multivariantes. En el diagrama resultante del análisis de ordenación nMDS (Fig. 5.28) destaca como los inventarios se agrupan sin seguir una ordenación temporal definida. Se identifican 2 grupos de inventarios separados a un nivel de similitud de 35%. Por un lado, el Grupo A es más numeroso y reúne a las dos estaciones de las localidades de Punta Murgoa e Izaro en las tres campañas realizadas hasta la fecha (exceptuando el inventario promedio de la Estación 1 de Punta Murgoa en 2020, que aparece en el Grupo B). Por otro lado, el Grupo B se compone de los inventarios promedio de las dos estaciones de Antzoras en cada una de las campañas realizadas (2020, 2021 y 2022). De acuerdo a la rutina SIMPER estos grupos se diferencian debido a la mayor abundancia de más *Aetea anguina*, *Electra pilosa*, *Crisia* spp., *Salacia desmoides*, *Turbicellepora magnicostata*, y *Aglaophenia pluma* en el Grupo B. Entre los invertebrados característicos del Grupo A destacan *Pachymatisma johnstonia* y *Bittium reticulatum*.

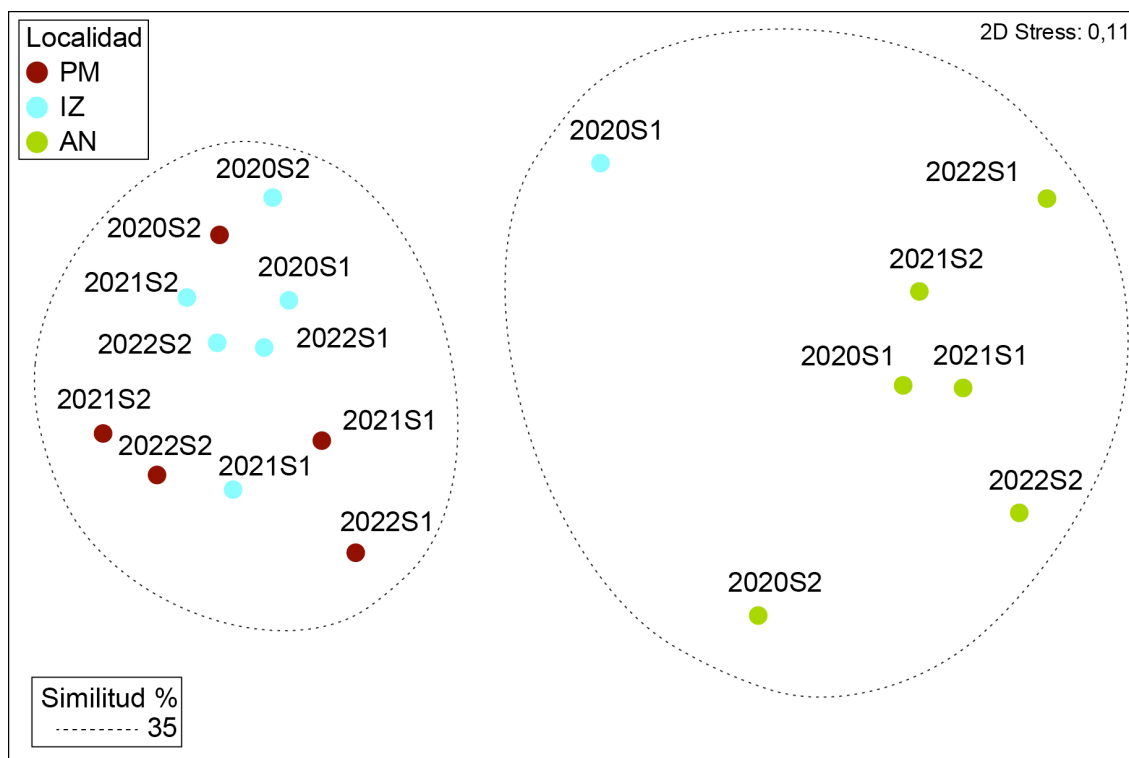


Fig. 5.28. Análisis de ordenación nMDS de las muestras de la fauna submareal de las tres localidades marinas estudiadas (Punta Murgoa: PM, Izaro: IZ y Antzoras: AN) en 2020, 2021 y 2022. S1: Estación 1 y S2: Estación 2. Datos transformados con raíz cuadrada; índice de similitud aplicado: Bray-Curtis.

5.2.2.2.5. Discusión

El zoobentos intermareal del área de estudio presentaba valores de abundancia bajos si lo comparamos con los obtenidos por la vegetación. Este resultado es similar a lo esperado en tramos de costa abierta libres de contaminación, donde las algas dominan el espacio en condiciones naturales (Díez et al., 2013). La fauna intermareal de las dos localidades marinas estudiadas no presentaba una marcada zonación vertical, es decir, las especies dominantes eran similares en los dos niveles intermareales estudiados. Únicamente destaca la menor abundancia de herbívoros en el nivel intermareal inferior. Esta característica es típica de los intermareales semiexpuestos donde en los niveles más bajos de la zona intermareal la abundancia de algas limita en mayor grado la disponibilidad de sustrato para otros organismos.

En general la fauna intermareal no presentaba diferencias notables en su estado de conservación entre localidades ni dentro de una misma localidad. Se puede afirmar que el zoobentos intermareal del área de estudio presenta desde el inicio del estudio (años 2020, 2021 y 2022) un estado de alteración de leve a moderado, reflejado por abundancias bajas de herbívoros con valores en general inferiores a lo esperado en tramos de costa abierta de la costa vasca (Bustamante et al. 2010). De hecho, exceptuando el nivel superior de la Estación I de Punta Murgoa, entre los grupos tróficos de la fauna destacó por igual la estrategia herbívora y la suspensívora. Este resultado es negativo, ya que en ausencia de estrés y en condiciones de mar abierto en zonas semiexpuestas la fauna herbívora domina sobre la suspensívora (Díez et al. 2013). La actividad herbívora es clave en el funcionamiento del ecosistema intermareal, ya que regula el grado de cobertura de las algas y, en consecuencia, los procesos de sucesión en las comunidades rocosas intermareales (Coleman et al., 2006).

En las campañas realizadas desde el inicio del estudio (años 2020, 2021 y 2022) la fauna intermareal del área de estudio (Punta Murgoa y Antzoras) ha presentado una riqueza y densidad de invertebrados adecuada si lo comparamos con tramos de costa abierta de la costa vasca (Bustamante et al., 2010), lo cual es un reflejo de su madurez. Este resultado es positivo, ya que la pérdida de riqueza de especies es uno de efectos negativos más comunes en el entorno de los vertidos de aguas residuales (Munda, 1993; Arévalo et al., 2007; Díez et al. 2013).

En el periodo 2020-2022, la diversidad del área de estudio ha experimentado cambios de signo opuesto desde leves a moderados y que se enmarcan dentro de la variabilidad natural típica de estas comunidades. Así, en el último periodo destaca el acusado retroceso en la riqueza faunística en el nivel intermareal superior e inferior de la Localidad de Antzoras. Este retroceso parece estar originado por el notable avance del alga *Codium adhaerens* que tapiza totalmente el sustrato imposibilitando el asentamiento de otros organismos. Desde el punto estructural, la fauna ha permanecido relativamente estable en el último bienio, experimentado cambios poco significativos y que se enmarcan dentro de la evolución natural de las comunidades. Se trata en general de cambios de pequeña magnitud en la abundancia de invertebrados que no poseen un carácter bioindicador reseñable.

Con respecto a la fauna submareal del área de estudio, en las campañas realizadas hasta la fecha (años 2020, 2021 y 2022) la característica principal es el escaso valor de abundancia faunística, especialmente de invertebrados epífitos que utilizan el sustrato algal para

asentarse. Este hecho parece estar en parte relacionado con la pérdida de las macroalgas de gran tamaño que está ocurriendo a escala global como consecuencia del cambio climático (Harley et al. 2012; Martínez et al. 2018). Como se ha comentado anteriormente, en la costa vasca también se ha registrado el retroceso de macroalgas de gran porte (Muguerza et al. 2017) y se ha visto que conlleva una notable pérdida de la fauna asociada (Muguerza et al. 2020, Bustamante et al. 2014, 2017). Las algas que forman el estrato de copa son un sustrato biogénico esencial, no solo para el desarrollo de invertebrados epífitos que crecen en sus frondes, sino también para el desarrollo de la fauna que utiliza su cobijo para completar su ciclo vital y para la fauna herbívora que utilizan estas algas como fuente de alimento. En consecuencia la pérdida de vegetación tiene un efecto negativo sobre variables biológicas claves de la fauna, afectando al grado de madurez y desarrollo del zoobentos en su conjunto.

No obstante, en la Campaña inicial de 2020 se detectaba un estado de conservación diferente entre las comunidades faunísticas de las tres localidades (Punta Murgoa, Iزارo y Antzoras). Teniendo en cuenta variables biológicas como la riqueza, densidad y abundancia de invertebrados, especialmente de las formas epífitas, los resultados indicaban un estado de conservación mejor en Antzoras, seguido de Punta Murgoa y finalmente Iزارo, que presentaba una comunidad poco desarrollada con un estado de madurez por debajo de lo esperado en el zoobentos rocoso submareal de la costa vasca (Bustamante et al. 2014).

Teniendo en cuenta los cambios temporales desde el inicio del estudio, destaca la estabilidad del zoobentos en Iزارo y los cambios notables en Punta Murgoa y Antzoras. En Punta Murgoa, los cambios se registraron en el periodo 2020-2021 con un retroceso notable en los valores de la cobertura (en la Estación 1), riqueza (Estación 1 y Estación 2) y densidad de invertebrados (Estación 1). En el periodo 2020-2022 la fauna de Punta Murgoa permanece estable, con lo que los valores continúan por debajo de los registrados al inicio del estudio. Por su parte, las dos estaciones de Antzoras, la localidad mejor conservada del área de estudio, destacan por las oscilaciones registradas en la cobertura, densidad y riqueza de invertebrados a lo largo de la serie temporal. La variabilidad espacial y temporal es una característica natural en los ecosistemas marinos, ya que una ligera variación en una o más variables ambientales naturales (p.e. una mayor o menor exposición al oleaje) puede variar la composición y estructura del zoobentos (Underwood, 1994). En este sentido, será de especial interés el análisis de los resultados en futuras campañas para diferenciar los efectos que se pudieran dar a escala local como lo es la calidad del agua de aquellos que se estén dando a una escala espacial global y derivados del cambio climático.

Como conclusión final, los resultados de la fauna sugieren que las comunidades intermareales y submareales del área de estudio presentan un estado de alteración de leve a moderado. La fauna intermareal del área de estudio presentaba un estado de conservación similar con una riqueza y densidad de invertebrados adecuada sin embargo, presentaba abundancias en general bajas de invertebrados herbívoros. En la zona submareal las comunidades mejor conservadas eran las de Antzoras con una densidad moderada de invertebrados epífitos y basales, seguidas de las de Punta Murgoa e Iزارo donde la riqueza, densidad y abundancia de invertebrados, especialmente de las formas epífitas, están muy por debajo de lo esperado en el zoobentos rocoso submareal de la costa vasca.

5.3 EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LAS COMUNIDADES EN EL CONTEXTO DE LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA 2000/60/CE

A continuación se exponen los resultados obtenidos al aplicar los procedimientos establecidos por la Directiva Marco del Agua 2000/60/CE (DMA) para evaluar el estado ecológico de las comunidades bentónicas de sustrato rocoso.

Con respecto a las comunidades intermareales estuáricas (flora y fauna) de las localidades de Laida y Portuondo, la clasificación de su estado ecológico se ha realizado mediante el juicio de experto, considerando diversos parámetros de la comunidad (especies indicadoras, riqueza de especies, grupos funcionales y proporción de fauna y flora).

En la Tabla 5.3 se detalla la clasificación del estado ecológico de las comunidades de las 2 localidades estudiadas en 2020, 2021 y 2022. Ambas localidades se clasifican en todas las campañas con estado ecológico “Moderado”; no alcanzando así los objetivos de la DMA. La baja riqueza y diversidad de especies, así como el predominio de algas oportunistas y la ausencia de ciertas especies sensibles a la contaminación, han contribuido en gran medida a la clasificación obtenida.

Estado ecológico del Bentos Rocos Intermareal Estuárico (Juicio de Experto)		
	EcoQ	Año
LAIDA		
Estación 1	Moderado	2020
	Moderado	2021
	Moderado	2022
Estación 2	Moderado	2020
	Moderado	2021
	Moderado	2022
PORTUONDO		
Estación 1	Moderado	2020
	Moderado	2021
	Moderado	2022
Estación 2	Moderado	2020
	Moderado	2021
	Moderado	2022

Tabla 5.3. Clasificación del Estado Ecológico (EcoO) del bentos intermareal de Laida y Portuondo en 2020, 2021 y 2022. Colores que definen las clases de estado: Muy bueno=Azul; Bueno = Verde; Moderado = Amarillo; Deficiente = Naranja; Malo = Rojo.

En el caso de las comunidades marinas del área de estudio, se aplicó el índice RICQI (*Rocky Intertidal Community Quality Index*) para evaluar el estado ecológico de las comunidades intermareales existentes en Punta Murgoa y Antzoras. En relación a las comunidades submareales, no se ha desarrollado hasta la fecha ningún índice oficial para clasificar el estado ecológico en aguas del Mar Cantábrico. Siguiendo las indicaciones de la DMA, la clasificación de las comunidades submareales de Punta Murgoa, Izaro y Antzoras se ha realizado mediante el juicio de experto. Para ello, en la presente memoria, se ha tomado como información de referencia de las comunidades submareales no alteradas de la costa vasca los estudios realizados por Díez et al. (2014) y Bustamante et al. (2014) para las macroalgas e invertebrados, respectivamente.

En la Tabla 5.4. queda detallada la puntuación obtenida en la evaluación del estado ecológico de las comunidades intermareales (flora y fauna) de las dos estaciones de cada una de las localidades estudiadas en 2020, 2021 y 2022 según el índice RICQI. De acuerdo a este índice, ambas estaciones de la localidad de Punta Murgoa y de la localidad de Antzoras se clasifican en las dos campañas con estado ecológico de 'Muy Bueno'.

Estado ecológico (EcoQ) del Bentos Intermareal (RICQI)											
	SpBio	PC	Ra	Rf	MCA	Pf	Ch	Cs	EQR	EcoQ	Año
PTA. MURGOA											
Estación 1	MB	SÍ	49	22	16,9	4,1	2,5	2,0	0,820	Muy Bueno	2020
	MB	SÍ	56	21	27,4	3,5	3,1	1,1	0,820	Muy Bueno	2021
	MB	SÍ	49	32	27,1	3,5	2,3	2,4	0,880	Muy Bueno	2022
Estación 2	MB	SÍ	45	30	15,7	2,7	1,4	1,9	0,830	Muy Bueno	2020
	MB	SÍ	57	29	47,3	2,5	1,1	1,1	0,930	Muy Bueno	2021
	MB	SÍ	46	28	41,4	2,6	0,9	1,5	0,880	Muy Bueno	2022
ANTZORAS											
Estación 1	MB	SÍ	47	26	42,7	2,5	0,8	1,5	0,880	Muy Bueno	2020
	MB	SÍ	66	32	62,4	2,4	0,7	1,3	0,930	Muy Bueno	2021
	MB	SÍ	48	20	46,2	2,3	0,8	1,1	0,910	Muy Bueno	2022
Estación 2	MB	SÍ	53	28	59,0	1,9	0,7	1,3	0,930	Muy Bueno	2020
	MB	SÍ	52	20	44,3	2,5	0,6	0,9	0,860	Muy Bueno	2021
	MB	SÍ	46	21	52,3	2,0	1,1	0,8	0,920	Muy Bueno	2022

Tabla 5.4. Puntuación obtenida (EQR: *Ecological Quality Ratio*) y clasificación del Estado Ecológico (EcoQ) de las comunidades intermareales presentes en el área de estudio en 2020 mediante la aplicación del índice RICQI (Díez et al., 2012). Límites de EQR que definen las clases de estado: Muy bueno/Bueno = 0,82; Bueno/Moderado = 0,60; Moderado/Deficiente = 0,40; Deficiente/Malo = 0,20. Colores que definen las clases de estado: Muy bueno=Azul; Bueno = Verde; Moderado = Naranja; Deficiente = Amarillo; Malo = Rojo.

Destaca como la puntuación obtenida en el EQR de cada localidad varía entre estaciones. Se observan variaciones de leves a moderadas en las variables biológicas consideradas y que están relacionadas con aspectos de la madurez de las comunidades. La abundancia de especies de algas de morfología compleja (MCA) ha contribuido en gran medida a la mayor puntuación de las dos estaciones de Punta Murgoa en 2022.

La clasificación del estado ecológico de las comunidades de macroalgas e invertebrados submareales fue realizada mediante el juicio de experto y queda recogida en la Tabla 5.5. Para su valoración se ha tomado como referencia información sobre la estructura de las comunidades submareales de las macroalgas e invertebrados de tramos de la costa vasca no alterados por la contaminación (Bustamante et al. 2014; Díez et al. 2014).

De acuerdo a valoración, se observan diferencias en la clasificación del estado ecológico obtenido en las distintas localidades del área de estudio. En 2022, las estaciones de Antzoras quedan clasificadas con estado ecológico "Muy Bueno" y las estaciones de Punta Murgoa e Iزارo se clasificaron con estado ecológico de "Moderado".

Si observamos las variables biológicas consideradas en el Juicio de Experto, la métrica MCA, que mide la abundancia de especies de algas de morfología compleja y que está relacionada con aspectos de la madurez de las comunidades, obtiene en 2022 los valores

más altos en las dos estaciones de Antzoras. Sin embargo, en la Estación 2 de esta localidad las métricas Rf y Df, que miden la riqueza de invertebrados y su densidad obtienen valores moderados, indicando que el desarrollo de la comunidad bentónica en su conjunto no es aún el óptimo.

Destacan las dos estaciones de Izaro con las menores puntuaciones del ratio ecológico de calidad (EQR, Ecological Quality Ratio), donde se registran los valores más bajos de algas de morfología compleja (MCA) y de riqueza y densidad de invertebrados (Rf y Df).

Estado ecológico (EcoQ) del Bentos Submareal (Juicio de Experto)														
	Ca	MCA	CA	Ra*	Da*	Rf	Df	EQR-FLO	EcoQ	EQR-FA	EcoQ	EQR-BENT	EcoQ	Año
PTA. MURGOA														
Estación 1	155,6	56,9	82,2	13	6,6	25	9,2	0,63	B	0,59	Mo	0,67	B	2020
	164,8	37,5	103,3	19	7,8	17	5,7	0,56	Mo	0,37	Mo	0,52	Mo	2021
	181,9	45,4	99,8	20	11,3	17	6,6	0,64	B	0,42	Mo	0,59	Mo	2022
Estación 2	131,1	41,4	59,6	13	7,4	19	5,4	0,50	Mo	0,37	Mo	0,48	Mo	2020
	134,2	29,4	72,1	15	8,0	10	4,2	0,44	Mo	0,26	D	0,40	Mo	2021
	122,7	44,7	45,6	18	10,3	12	4,6	0,51	Mo	0,29	D	0,45	Mo	2022
IZARO														
Estación 1	206,7	12,4	154,9	16	7,8	11	4,3	0,50	Mo	0,27	D	0,43	Mo	2020
	186,7	13,7	101,3	15	9,0	13	5,4	0,44	Mo	0,34	Mo	0,43	Mo	2021
	206,9	12,1	107,3	16	9,8	14	5,1	0,46	Mo	0,33	Mo	0,44	Mo	2022
Estación 2	138,9	16,8	71,2	16	9,8	12	4	0,38	Mo	0,26	D	0,36	Mo	2020
	150,3	17,3	47,9	16	9,2	7	4	0,37	Mo	0,24	D	0,34	Mo	2021
	129,6	10,2	47,3	21	9,7	10	3,7	0,32	Mo	0,24	D	0,31	Mo	2022
ANTZORAS														
Estación 1	201,1	62,6	109,7	17	8,3	19	9,8	0,75	B	0,59	Mo	0,74	B	2020
	130,7	61,1	53,9	14	7,7	24	12,9	0,61	B	0,77	B	0,75	B	2021
	192,2	119,1	58,8	17	8,3	17	11,8	1,03	MB	0,68	B	0,96	MB	2022
Estación 2	155,1	70,7	67,9	18	9,2	16	6,3	0,72	B	0,40	Mo	0,63	B	2020
	210,4	87,1	102,9	15	9,2	27	9,9	0,90	MB	0,63	B	0,86	MB	2021
	249,9	144,8	64,2	23	11,7	16	7,9	1,28	MB	0,48	Mo	1,00	MB	2022

Tabla 5.5. Puntuación obtenida en las variables biológicas consideradas en el juicio de Experto para la clasificación del Estado Ecológico (EcoO) del bentos submareal presente en el área de estudio en 2020. Ca: cobertura algal; MCA: abundancia de algas complejas; CA: abundancia de algas calcáreas; Ra*: riqueza de especies de macroalgas con cobertura >1%; Da*: densidad de especies de macroalgas con cobertura >1%; Rf: riqueza de especies de invertebrados; Df: densidad de especies de invertebrados; P-FLO: ratio de calidad basado en la media ponderada de las variables relacionadas con la flora; P-FA: ratio de calidad basado en la media ponderada de las variables relacionadas con la fauna. EcoO: estado ecológico de las comunidades. Límites de EQR (Ecological Quality Ratio) que definen las clases de estado: Muy bueno/Bueno = 0,80; Bueno/Moderado = 0,60; Moderado/Deficiente = 0,30; Deficiente/Malo = 0,15. MB: Muv Bueno; B: Bueno; Mo: Moderado; D: Deficiente; M: Malo. Colores que definen las clases de estado: Muy bueno=Azul; Bueno = Verde; Moderado = Naranja; Deficiente = Amarillo; Malo = Rojo.

Considerando conjuntamente las macroalgas y los invertebrados, se concluye que en 2022 las comunidades intermareales de sustrato duro del tramo más externo del estuario del Oka (Laida y Portuondo), clasificadas con estado ecológico 'Moderado', no alcanzarían los objetivos de la DMA. Sin embargo, las comunidades intermareales de la costa marina adyacente (Pta Murgoa y Antzoras), clasificadas con estado ecológico 'Muy Bueno', sí cumplen con los objetivos. Respecto a las comunidades submareales, las situadas en Izaro y en Punta Murgoa se mantienen en el estado de "Moderado" y no cumplirían con los objetivos de la DMA; mientras que las dos estaciones de Antzoras alcanzan en 2022 el estado ecológico 'Muy Bueno' y cumplen con los objetivos de dicha directiva.

6. DISCUSIÓN GENERAL

El presente estudio tiene como objetivo general evaluar el estado ecológico de la columna de agua y de las comunidades bentónicas de sustrato rocoso en la desembocadura del estuario del Oka. Este tercer informe corresponde a la campaña de 2022 y evalúa los cambios progresivos que se pudieran producir en la calidad de las aguas del estuario en respuesta a la implementación del Plan Integral de Saneamiento de Busturialdea. Para cumplir con dicho objetivo se han estudiado las condiciones fisicoquímicas de la columna del agua y las comunidades de macroalgas e invertebrados de sustrato duro. Para la evaluación del estado ecológico de la masa de agua se han aplicado índices (PCQI para la columna de agua y RICQI para las comunidades intermareales marinas) mientras que para las comunidades submareales, al no existir un índice oficial se ha aplicado el juicio de experto conforme a la Directiva 2000/60/CE (DMA).

Estado de calidad fisicoquímica columna de agua

En cuanto a la temperatura del agua de mar, se ha observado una elevada similitud entre las diferentes localidades de estudio en los muestreos realizados en las campañas 2020, 2021 y 2022. Los valores se situaron en torno al del rango típico de verano (21 °C) de las aguas de la plataforma del sudeste del Golfo de Vizcaya (Goikoetxea et al., 2009). En cambio, se ha observado un leve aumento de este parámetro en el muestreo de agosto en todas las campañas, reflejo del incremento de temperatura ocurrido a lo largo de la época estival.

Respecto al pH, los valores registrados en el área de muestreo han mostrado un estrecho rango de variación, con un promedio de 8,17, quedando dentro de lo esperado para zonas costeras, que oscilan en el rango entre 7,5 y 8,5 (Price y Harrison, 1987) y tal y como corresponde a las aguas marinas en equilibrio con la atmósfera (Millero, 1996).

En cuanto a la salinidad, todas las muestras analizadas obtuvieron valores en torno a 35 USP (34,5 USP), correspondiendo con los valores típicos de la tipología IV (costa marina y semiexpuesta) del tramo de costa donde se encuentra situado el área de muestreo (Borja et al., 2003).

En relación al oxígeno disuelto, los registros medios en las tres campañas de muestreo han variado entre 90,1%, 91,8 y 97,6% en 2020, 2021 y 2022, respectivamente. Estas condiciones se consideran buenas (2020 y 2021) y muy buenas (2022) para aguas marinas de la costa vasca (BOE 2016; Borja et al. 2018a).

Las condiciones ópticas de la columna de agua fueron buenas con un valores generales muy bajos de coeficiente de extinción de luz de ($\leq 0,3$), indicando unas condiciones de transparencia del agua óptimas para la zona.

Los valores más altos de turbidez y de sólidos en suspensión, se encontraron en todas las muestras con niveles dentro de los descritos para el objetivo de calidad 'Muy Bueno' (RD 1/2016; BOE, 2016), por lo que se descarta un efecto significativo de la pluma del río Oka.

Con respecto a los nutrientes inorgánicos disueltos, la concentración de nitrato y fosfato en la columna de agua en 2020, 2021 y 2022 y la concentración de amonio en 2021 y 2022, obtuvieron valores dentro del rango para alcanzar el objetivo de calidad 'Muy Bueno' establecido para tramos de costa abierta de la costa vasca (RD 1/2016; BOE, 2016).

Finalmente, en cuanto a la calidad de las aguas, a la vista de los resultados obtenidos en este informe, se puede concluir que el medio receptor cumple con los objetivos de la DMA en la Campaña 2022. Las tres estaciones muestreadas han presentado un estado fisicoquímico 'Muy Bueno' según el índice PCQI.

Todo lo anterior indica que el efecto de la pluma fluvial del río Oka en las características fisicoquímicas de la columna de agua del medio receptor fue inapreciable.

Comunidades biológicas estuáricas

Las algas que habitan en la zona intermareal deben tolerar diariamente una amplia gama de tensiones fisiológicas. Cuando la marea baja, estos organismos marinos quedan expuestos a condiciones terrestres en las que se enfrentan a un mayor estrés por temperatura, luz y desecación. Pero en los sistemas estuáricos además, los algas tienen que soportar fuertes cambios de salinidad y elevadas tasas de sedimentación. Por lo tanto, las comunidades de estos ecosistemas deben estar adaptadas a un mayor estrés ambiental en comparación con las de costa abierta (McLusky y Elliott, 2004). En general, las elevadas concentraciones de materia orgánica en la columna de agua favorecen el desarrollo de la fauna frente a la flora (McLusky y Elliott, 2004).

Los resultados del presente estudio muestran que los valores de riqueza específica, densidad de especies y cobertura algal en la zona intermareal de la parte más externa del estuario del Oka son bajos. En la Campaña 2022 se ha registrado un descenso de la riqueza específica en la mayoría de las estaciones. Estos resultados coinciden con el descenso de diversidad detectado también en las comunidades marinas de macroalgas del presente estudio. La variabilidad temporal de este parámetro es elevada. Una tendencia decreciente en la riqueza de especies sería reflejo de alguna alteración ambiental, pero variaciones interanuales sin la existencia de una tendencia decreciente son interpretables dentro de la variabilidad natural de las comunidades.

La vegetación estaba formada por especies de naturaleza cespitosa como *Caulacanthus ustulatus*, *Vertebrata reptabunda* y *Gelidium pusillum*, junto con la ceramiácea de distribución cosmopolita *Centroceras clavulatum*, ciertas cianofíceas, clorófitos y especies incrustantes de morfología compleja como *Ralfsia verrucosa*, *Hildenbrandia rubra* o *Phymatolithon lenormandii*. La rodomelácea *Vertebrata reptabunda* crece directamente sobre las rocas cubiertas de arena y limo, ya que se trata de una especie capaz de tolerar las condiciones de estrés impuestas por la presencia de sedimentos (Díaz-Tapia y Bárbara, 2013). Aunque su ciclo de vida es anual, las poblaciones se mantienen a lo largo del tiempo formando unos céspedes prácticamente monoespecíficos.

Por el contrario, la rodófiacea *Caulacanthus ustulatus* de carácter eurihalino, crece preferentemente sobre el sustrato biogénico que le proporcionan las ostras, y consecuentemente, soporta un menor estrés por sedimentación. La mayoría de las poblaciones de *Caulacanthus* spp. en Europa han sido identificadas tradicionalmente como *Caulacanthus ustulatus*, descrita por primera vez en Cádiz en 1843 y muy extendida en las costas del Atlántico oriental. Sin embargo, la especie registrada en la desembocadura del Oka podría ser *Caulacanthus okamuræ*, una especie invasora introducida desde el Pacífico que se está extendiendo por las costas europeas asociada a los bancos de mejillones y de ostras (Maggs et al., 2010). Ha sido citada para la costa vasca recientemente (Bárbara et al., 2019), pero dado que la morfología de su talo es muy similar a la de *C. ustulatus*, *C. okamuræ* podría haber pasado desapercibida en la costa vasca desde hace años. Futuros estudios anatómicos revelarán si la especie de *Caulacanthus* registrada en el Oka es autóctona (*C. ustulatus*) o alóctona (*C. okamuræ*). Esta especie alóctona tiende a invadir el intermareal, donde puede llegar a ser dominante y excluir a los céspedes de macroalgas autóctonas, lo cual podría estar en parte relacionado con la baja diversidad de especies registrada en el área de estudio. Su propagación explosiva en Europa puede estar relacionada con el aumento de la temperatura (Maggs et al., 2010).

En relación a los clorófitos, el crecimiento excesivo de macroalgas verdes en respuesta al aporte de nutrientes es un fenómeno común en estuarios y bahías protegidas (Pihl et al., 1999). Su crecimiento se produce principalmente en primavera y es capaz de persistir en altas densidades mantenidas durante todo el verano antes de desaparecer a finales de otoño (Hull, 1987). Los resultados del presente estudio, muestran valores de cobertura de clorófitos bajos, lo cual viene probablemente determinado por la época en la que se realizan los muestreos, al comienzo del otoño. Por otra parte, la proliferación de algas cianofíceas en hábitats intermareales se relaciona con condiciones anaeróbicas de los depósitos de sedimentos que cubren las comunidades y con bajos valores de pH (Otte, 1979). No obstante, los valores de cobertura de estas algas han sido muy bajos. Las algas incrustantes tienden a predominar en zonas muy perturbadas (por ejemplo, por el efecto de los herbívoros o de la acción erosiva de la arena) o muy estresadas (= baja productividad potencial) (Dethier, 1994). Las tres especies incrustantes presentes en las comunidades estuáricas son: (1) el alga parda *Ralfsia verrucosa* de crecimiento rápido y reclutamiento frecuente que senece al cabo de varios años y desaparece; (2) *Hildenbrandia rubra*, un alga roja de crecimiento muy lento y reclutamiento escaso que persiste incluso cuando está completamente recubierta y se regenera tras las perturbaciones; y (3) *Phymatolithon lenormandii* adaptada a vivir en condiciones lumínicas muy bajas. Todas ellas tienen en común su tolerancia al estrés ambiental.

Un resultado que sugiere cierta alteración ambiental de las dos localidades estudiadas es la ausencia de los fucoideos *Pelvetia canaliculata* y *Fucus spiralis*. Estas especies son escasas en la costa vasca porque se encuentran en su límite de tolerancia a la temperatura estival (Lamela-Silvarrey et al. 2012). No obstante, existen poblaciones de *P. canaliculata* en otros estuarios de la costa vasca como el del Barbadún, Butroi o Bidasoa, y de *F. spiralis* en el estuario del Barbadún. Por otra parte, en las cercanías de los puntos de muestreo se observaron poblaciones de *Catenella caespitosa* y *Bostrychia scorpioides*, especies perennes cespitosas y de pequeña talla que crecen habitualmente junto a *P. canaliculata*. Asimismo, la ausencia del género *Gracilaria* también podría ser reflejo del estrés ambiental.

Todos estos resultados sugieren que las comunidades intermareales estuáricas del área de estudio presentan un estado de alteración entre leve y moderado.

En relación a la fauna estuárica, y respecto a la riqueza y a la densidad de especies, se obtuvieron mayores registros en la localidad de Portuondo en comparación con la localidad de Laida, debido a que la primera se encuentra más cercana a la zona de aguas marinas de costa abierta, típicamente más diversa (Bustamante et al., 2010), mientras que la segunda presenta una mayor influencia fluvial, con una comunidad faunística con menor diversidad. En los ecosistemas estuáricos, un menor número de invertebrados está asociado al estrés ambiental originado por las fluctuaciones de los parámetros fisicoquímicos que se dan de forma natural en estos ambientes (McLusky y Elliott, 2004). En este sentido, el gradiente de salinidad que existe en los estuarios es uno de los factores principales que influyen en las comunidades biológicas (Telesh y Khlebovich, 2010; Getz y Eckert, 2022). De hecho, la riqueza de invertebrados se correlaciona positivamente con el grado de salinidad (Hossain et al., 2019). Así, en comparación con las localidades marinas estudiadas en el presente informe, los valores de riqueza y densidad específicas han sido significativamente inferiores en las localidades estuáricas. En cuanto a los cambios temporales, en el periodo 2020-2022 cabe destacar el avance de riqueza y densidad en Laida y en Portuondo, lo que constituye un resultado positivo.

Por otro lado, los niveles de ocupación faunística registrados en las dos localidades estuáricas han sido significativamente superiores a los de las localidades marinas analizadas en el presente informe y a lo esperado en tramos de costa abierta de la costa vasca (Bustamante et al., 2010). En particular, la comunidad biológica del nivel intermareal superior (+1,25 m) de las dos localidades presentaba un claro dominio del componente faunístico sobre el vegetal (representado principalmente por *Caulacanthus ustulatus*). Este hecho es debido a que en ambientes estuáricos la fauna tiende a dominar el espacio, favorecida por el mayor aporte de nutrientes que de forma natural existe en estos sistemas (McLusky y Elliott, 2004). En cuanto a diferencias espaciales de los valores de abundancia animal, se observó un mayor desarrollo de la fauna en la localidad de Laida en comparación con Portuondo. Además, es destacable la marcada zonación de las comunidades faunísticas en las dos localidades, con valores de cobertura más elevados en el nivel intermareal superior (+ 1,25 m). En el periodo 2020-2022, el avance de la cobertura en Portuondo y su retroceso en Laida quedan enmarcados dentro de la amplia variabilidad natural de estos sistemas (McLusky y Elliott, 2004).

La fracción animal de las localidades estuáricas ha mostrado una evidente influencia de la materia orgánica inherente a la pluma fluvial de las aguas del río Oka. Este aspecto ha favorecido el desarrollo de una comunidad biológica representada principalmente por invertebrados filtradores que ha dominado sobre el resto de estrategias tróficas. Cabe destacar que en estas estaciones, la especie más abundante de la fauna ha sido el filtrador *Crassostrea* sp., con una mayor representación en la localidad de Laida, ya que debido a su ubicación más interna, se encuentra más expuesta a los aportes orgánicos que transporta la pluma fluvial de forma natural. No obstante, en esta localidad se ha observado un notable retroceso del bivalvo filtrador, especialmente en el nivel intermareal superior (+1,25 m), donde su cobertura se ha reducido un 50% en la actualidad (2022) con respecto a la anterior Campaña 2021. Por el contrario, en la Localidad Portuondo, destaca el leve avance de la ostra *Crassostrea* sp., especialmente en la zona intermareal superior. La evolución del bivalvo es de especial interés, ya que se trata de un organismo clave en el ecosistema del Oka. En este sentido, las ostras son consideradas especies biogénicas, también llamadas ingenieros del ecosistema, ya que forman arrecifes que sirven de refugio a otras especies (Araujo-Leyva, 2016), por lo que tienen el potencial de aumentar la diversidad y con ello la resiliencia del ecosistema. Además, debido a su papel

clave como filtradores depuran las aguas, modificando de forma significativa las características de la columna de agua y, por lo tanto, del ecosistema en su conjunto (Coen et al., 2007). Por ello, y dado el comportamiento de ambas localidades en la actualidad en relación a la ocupación de la ostra *Crassostrea* sp., su evolución será observada en futuras campañas para determinar si los cambios descritos han sido aislados o se establece alguna tendencia en el estuario.

A pesar de que la comunidad faunística del estuario quedaba principalmente estructurada por los bivalvos filtradores *Crassostrea* sp., constituye un resultado positivo el avance en 2022 de invertebrados con otras estrategias tróficas. Es el caso de los moluscos herbívoros *Steromphala umbilicalis* y *Patella* spp., del anélido omnívoro *Eulalia viridis* y del gasterópodo carnívoro *Ocenebra erinaceus*. Estos invertebrados junto con el bivalvo perforante *Rocellaria dubia* son especies típicamente marinas (Tablado et al., 1994; Pagola-Carte y Sáiz-Salinas, 2001; Gorostiaga et al., 2004; Bustamante et al., 2010; Cabral-Oliveira et al., 2014; Casal et al., 2018; Tajadura, 2020) e indican la influencia marina existente en el área de estudio, especialmente en el caso de Portuondo, la más externa de las dos localidades estuáricas.

Como conclusión final, los resultados de la fauna estuárica sugieren que las comunidades del área de estudio presentan un estado de alteración relacionado con los aportes fluviales provenientes del río Oka que reciben ambas localidades de forma natural. Frente a la mejora de la calidad de las aguas del río Oka cabe esperar una mayor diversidad de invertebrados así como un aumento en la representación de todas las estrategias tróficas.

Comunidades biológicas marinas

En relación a las comunidades biológicas marinas del área de estudio, la vegetación intermareal de Punta Murgoa y Antzoras presenta un estado de alteración leve. Las comunidades del nivel superior están dominadas en general por calcáreas articuladas (*Ellisolandia elongata*), mientras que en el nivel inferior se desarrollan también macroalgas perennes de gran porte como *Ericaria selaginoides* (anteriormente *Cystoseira tamariscifolia*), *Bifurcaria bifurcata* y *Halopteris scoparia*, especies más sensibles a la contaminación que las especies cespitosas de pequeño tamaño. Esta marcada zonación vertical denota madurez en las comunidades porque cuando los contaminantes entran en el medio, tiene lugar una simplificación de su patrón de distribución espacial (Munda, 1993; Fairweather, 1990; Rueness y Fredriksen, 1991; Díez et al., 1999), debido a que las especies resistentes al estrés de la contaminación son resistentes también al estrés de factores naturales y por ello, pueden desarrollarse en diferentes niveles de marea.

El cambio más destacable entre 2021 y 2022 en las comunidades de Punta Murgoa ha sido el aumento de la ceramiácea de *Centroceras clavulatum*, especie epífita y de naturaleza efímera que presenta una elevada variabilidad interanual. Por lo tanto, desde el punto estructural, la vegetación ha permanecido estable en el último bienio. En Antzoras sin embargo, se han detectado cambios más significativos. Por un lado, la poblaciones de los macrófitos *Halopteris scoparia* y *Bifurcaria bifurcata* han aumentado notablemente con respecto a las dos campañas anteriores, mientras que *Ericaria selaginoides* ha disminuido con respecto a 2021; sin embargo, en la Estación 2 se ha detectado aumento progresivo de *Ericaria selaginoides*, duplicando su cobertura con respecto a 2020. El género *Cystoseira* es muy sensible a la contaminación y a otras alteraciones del medio ocasionadas por las actividades antrópicas, siendo las especies de este género las primeras en desaparecer

cuando el medio se degrada (Cormaci y Furnari., 1999; Thibaut et al., 2005), por lo que han sido propuestas como indicadores biológicos de la calidad ambiental (Ballesteros et al., 2007; Pinedo et al., 2007). En general, las algas perennes de morfología compleja necesitan un hábitat estable y no sobrecargado de nutrientes para ser más competitivas que las especies oportunistas anuales y colonizar el sustrato. La cobertura acumulada de este tipo de algas ha aumentado las dos localidades de estudio considerando el promedio de las dos estaciones muestreadas en cada una de ellas. Estos resultados sugieren que las condiciones ambientales han mejorado en el último bienio.

La vegetación del nivel intermareal superior de las dos estaciones de Antzoras ha experimentado un cambio estructural significativo: el avance del alga verde *Codium adhaerens* en detrimento del alga calcárea *Ellisolandia elongata*. *C. adhaerens* es especie de afinidad templado-cálida. Su aumento podría estar relacionado con el aumento de la temperatura del agua de mar asociado al cambio climático. En algunas localidades del norte de Portugal y de la costa oeste de Galicia ya ha sido documentado su avance (Monteiro et al., 2022). Los talos crecen sobre las lastras rocosas formando una estera aterciopelada de color verde oscuro. Una vez que el sustrato está colonizado por este alga verde deja de estar disponible para cualquier especie perenne, y tan solo es posible que especies de morfología simple y carácter efímero se desarrollen sobre ella.

La riqueza y densidad de especies del área de estudio en su conjunto ha disminuido en el último bienio 2021-2022. La pérdida de riqueza de especies en entornos bajo la influencia de la contaminación (tanto de origen doméstico como industrial) es uno de los impactos más ampliamente reconocido por los científicos (Munda, 1993; Arévalo et al., 2007; Díez et al., 2013). Sin embargo, la variabilidad temporal de estos parámetros es elevada. Una tendencia decreciente sería reflejo de alguna alteración ambiental, pero variaciones interanuales sin la existencia de un descenso mantenido en el tiempo pueden ser interpretadas dentro de la variabilidad natural.

El zoobentos intermareal del área marina de la red de estudio presentaba valores de abundancia bajos según lo esperado en tramos de costa abierta libres de contaminación, donde las algas dominan el espacio en condiciones naturales (Díez et al., 2013). La fauna intermareal no presentaba una zonación vertical y las especies eran en general similares en los dos niveles intermareales estudiados. Únicamente destaca la menor abundancia de la herbívoros en el nivel intermareal inferior, típico de los intermareales semiexpuestos donde la abundancia de algas limita en mayor grado la disponibilidad de sustrato donde asentarse.

La fauna intermareal no presentaba diferencias notables en su estado de conservación entre localidades ni dentro de una misma localidad y presenta desde el inicio del estudio un estado de alteración de leve a moderado, reflejado por abundancias de herbívoros en general inferiores a lo esperado en tramos de costa abierta de la costa vasca (Bustamante et al., 2010). De hecho, exceptuando el nivel superior de la Estación I de Punta Murgoa, entre los grupos tróficos de la fauna destacó por igual la estrategia herbívora y la suspensívora. Este resultado es negativo, ya que en ausencia de estrés y en condiciones de mar abierto en zonas semi-expuestas la fauna herbívora domina sobre la suspensívora (Díez et al., 2013). La actividad herbívora es clave en el funcionamiento del ecosistema intermareal, ya que regula el grado de cobertura de las algas y, en consecuencia, los procesos de sucesión en las comunidades rocosas intermareales (Coleman et al., 2006).

En las campañas realizadas desde el inicio del estudio (años 2020, 2021 y 2022) la fauna intermareal del área de estudio (Punta Murgoa y Antzoras) ha presentado una riqueza y densidad de invertebrados adecuada si lo comparamos con tramos de costa abierta de la costa vasca (Bustamante et al., 2010). Este resultado es positivo, ya que la pérdida de riqueza de especies es uno de efectos negativos más comunes en el entorno de los vertidos de aguas residuales (Munda, 1993; Arévalo et al., 2007; Díez et al., 2013).

En el periodo 2020-2022, la diversidad del área de estudio ha experimentado cambios de signo opuesto desde leves a moderados y que se enmarcan dentro de la variabilidad natural típica de estas comunidades. Así, el acusado retroceso en la riqueza faunística en el nivel intermareal superior e inferior de la localidad de Antzoras en la Campaña 2022 parece quedar explicado por el notable avance del alga *Codium adhaerens* que tapiza totalmente el sustrato imposibilitando el asentamiento de otros organismos. Desde el punto estructural, la fauna intermareal ha permanecido relativamente estable en el último bienio, experimentado cambios en la composición y abundancia poco significativos y que se enmarcan dentro de la evolución natural de las comunidades.

Con respecto a la vegetación submareal, la variabilidad espacial detectada en el área de estudio es elevada desde que comenzó el estudio en 2020, siendo la estructura de la vegetación de las tres localidades estudiadas muy diferente. En su conjunto, la principal característica de la vegetación submareal en 2020 era la ausencia o pobre desarrollo de una copa de macrófitos perennes de gran tamaño (*Gongolaria baccata*, *Gelidium comeum*). Existen numerosos estudios, tanto observacionales (Munda, 1993; Rodríguez-Prieto y Polo, 1996; Pinedo et al., 2007; Arévalo et al., 2007; Díez et al., 2014) como con soporte experimental (Benedetti-Cecchi et al., 2001; Gorgula y Connell, 2004), que indican cómo las perturbaciones antropogénicas dan lugar a la pérdida de las macroalgas de gran tamaño, mientras que favorecen el desarrollo de algas cespitosas (especialmente formas calcáreas) y de algas oportunistas de morfología simple y carácter efímero o anual.

Considerando el carácter bioindicador de las algas de gran tamaño, la vegetación submareal mejor conservada del área de estudio era la existente en Antzoras. En esta localidad y considerando el promedio de las dos estaciones de muestreo, la cobertura del macrófito *Gongolaria baccata* (anteriormente *Cystoseira baccata*) ha experimentado un fuerte desarrollo. Los cambios han tenido lugar principalmente en el último bienio. Esta evolución de la copa, junto con un mayor desarrollo del estrato incrustante (*Mesophyllum lichenoides* y *Zanardinia typus*) y otras especies perennes como *Pterosiphonia complanata*, *Gelidium comeum* y *Sphaerococcus coronopifolius*, ha sido en detrimento de especies más oportunistas como la calcárea cespitosa *Ellisolandia elongata*. Las algas formadoras de copa como *Gongolaria baccata*, además de su importante papel en la producción primaria (Mann, 2000; Steneck et al., 2002; Tait y Schiel, 2011) y como sumideros de carbono (Smith, 1981), proporcionan hábitat biogénico y refugio para multitud de organismos, como otras algas, invertebrados y peces (Steneck et al., 2002; Wernberg et al., 2011). El desarrollo del bosque de *Gongolaria baccata* en los fondos de Antzoras es un cambio muy positivo desde el punto de vista ecológico.

La vegetación más alterada en cuanto a la presencia de grandes macrófitos es la de los fondos de Izaro, donde estas algas están prácticamente ausentes, y en su lugar existe una vegetación de carácter cespitoso y tapizante de algas calcáreas con un fuerte recubrimiento de epífitos de ciclo de vida anual. Registros anteriores (Díez et al., 2003), ya documentaban la práctica ausencia de grandes macrófitos en Izaro a comienzos de la

década de los 90, siendo especialmente abundantes taxones alóctonos de carácter anual y especies ceramiáceas. En el periodo 2021-2022, la estructura de la vegetación ha permanecido estable.

La vegetación submareal de Punta Murgoa presenta un estado de conservación intermedio. El macrófito *Gongolaria baccata* está ausente; sin embargo, se ha detectado por primera vez en 2022 la presencia de *Ericaria selaginoides* en las unidades muestrales, aunque con ejemplares aislados. Además, el aumento de la riqueza y densidad de especies de algas refleja unas condiciones ambientales más favorables para el desarrollo de la flora que las existentes en 2020. Junto con el estrato incrustante bien desarrollado, macrófito *Gelidium comeum* forma manchas aisladas desde el comienzo del estudio en Punta Murgoa. Se trata de una especie fundacional, que proporciona hábitat para una gran variedad de organismos dependientes, como otras algas, invertebrados y peces, aumentando la diversidad taxonómica y funcional del ecosistema (Bustamante et al., 2017). La cobertura de esta rodofícea ha disminuido levemente con respecto a los valores de 2022. Se ha documentado un notable retroceso de las poblaciones de *Gelidium comeum* en tramos limpios de la costa vasca (Borja et al., 2013, 2018b; Díez et al., 2012b; Muguerza et al., 2017). Sin embargo, esta rodofícea mantiene actualmente sus poblaciones en las proximidades de los estuarios de la costa vasca, como el del Barbadún o Butrón. El aporte de aguas estuáricas con concentraciones de nutrientes y turbiedad ligeramente superiores a las de costa abierta podría estar protegiendo a las poblaciones de *Gelidium comeum* frente a la amenaza que supone el cambio climático. Las próximas campañas aportarán una información muy valiosa para evaluar la evolución de *Gelidium comeum* que podría tener en los fondos marinos del entorno de la Reserva de Urdaibai un refugio.

Como conclusión final, los resultados de las comunidades submareales de macroalgas sugieren que el desarrollo del Plan Integral de Saneamiento de la Comarca de Busturialdea podría estar teniendo los primeros efectos positivos sobre el ecosistema costero, como son el aumento de la diversidad en la vegetación submareal de Punta Murgoa e Iزارo y el desarrollo de los bosques de *Gongolaria baccata* en los fondos de Antzoras. Asimismo, la presencia de *G. baccata* y *Ericaria selaginoides* en Iزارo, aunque testimonial, es importante para la restauración potencial de la copa de macroalgas en un futuro.

Con respecto a la fauna submareal del área de estudio, en las campañas realizadas hasta la fecha (años 2020, 2021 y 2022) la característica principal es el escaso valor de abundancia faunística, especialmente de invertebrados epífitos que utilizan el sustrato algal para asentarse. Este hecho parece estar en parte relacionado con la pérdida de las macroalgas de gran tamaño que está ocurriendo a escala global como consecuencia del cambio climático (Harley et al., 2012; Martínez et al., 2018). Como se ha comentado anteriormente, en la costa vasca también se ha registrado el retroceso de macroalgas de gran porte (Muguerza et al., 2017) y se ha visto que conlleva una notable pérdida de la fauna asociada (Muguerza et al., 2020; Bustamante et al., 2014, 2017). Las algas que forman el estrato de copa son un sustrato biogénico esencial, no solo para el desarrollo de invertebrados epífitos que crecen en sus frondes, sino también para el desarrollo de la fauna que utiliza su cobijo para completar su ciclo vital y para la fauna herbívora que utilizan estas algas como fuente de alimento. En consecuencia la pérdida de vegetación tiene un efecto negativo sobre variables biológicas claves de la fauna, afectando al grado de madurez y desarrollo del zoobentos en su conjunto.

No obstante, en la campaña inicial de 2020 se detectaba un estado de conservación diferente entre las comunidades faunísticas de las tres localidades (Punta Murgoa, Izaro y Antzoras). Teniendo en cuenta variables biológicas como la riqueza, densidad y abundancia de invertebrados, especialmente de las formas epífitas, los resultados indicaban un estado de conservación mejor en Antzoras, seguido de Punta Murgoa y finalmente Izaro, que presentaba una comunidad poco desarrollada con un estado de madurez por debajo de lo esperado en el zoobentos rocoso submareal de la costa vasca (Bustamante et al., 2014).

Teniendo en cuenta los cambios temporales desde el inicio del estudio, destaca la estabilidad del zoobentos en Izaro y los cambios notables en Punta Murgoa y Antzoras. En Punta Murgoa, los cambios se registraron en el periodo 2020-2021 con un retroceso notable en los valores de la cobertura (en la Estación 1), riqueza (Estación 1 y Estación 2) y densidad de invertebrados (Estación 1). En el periodo 2020-2022 la fauna de Punta Murgoa permanece estable, con lo que los valores continúan por debajo de los registrados al inicio del estudio. Por su parte, las dos estaciones de Antzoras, la localidad mejor conservada del área de estudio, destacan por las oscilaciones registradas en la cobertura, densidad y riqueza de invertebrados a lo largo de la serie temporal. La variabilidad espacial y temporal es una característica natural en los ecosistemas marinos, ya que un ligero cambio en una o más variables ambientales naturales (p.e. una mayor o menor exposición al oleaje) puede variar la composición y estructura del zoobentos (Underwood, 1994). En este sentido, será de especial interés el análisis de los resultados en futuras campañas para diferenciar los efectos que se pudieran dar a escala local como lo es la calidad del agua de aquellos que se estén dando a una escala espacial global y derivados del cambio climático.

Como conclusión final, los resultados de la fauna sugieren que las comunidades intermareales y submareales del área de estudio presentan un estado de alteración de leve a moderado. La fauna intermareal del área de estudio presentaba un estado de conservación similar con una riqueza y densidad de invertebrados adecuada; sin embargo, presentaba abundancias en general bajas de invertebrados herbívoros. En la zona submareal las comunidades mejor conservadas eran las de Antzoras con una densidad moderada de invertebrados epífitos y basales, seguidas de las de Punta Murgoa e Izaro donde la riqueza, densidad y abundancia de invertebrados, especialmente de las formas epífitas, están muy por debajo de lo esperado en el zoobentos rocoso submareal de la costa vasca.

En el contexto de la DMA y considerando conjuntamente las macroalgas y los invertebrados, se concluye que en 2022 las comunidades intermareales de sustrato duro del tramo más externo del estuario del Oka (Laida y Portuondo), clasificadas con estado ecológico 'Moderado' mediante juicio de experto, no alcanzarían los objetivos de la DMA. Sin embargo, las comunidades intermareales de la costa marina adyacente (Pta Murgoa y Antzoras), clasificadas con estado ecológico 'Muy Bueno' según el índice RICQI, sí cumplen con los objetivos. Respecto a las comunidades submareales y de acuerdo al juicio de experto, las situadas en Izaro y en Punta Murgoa se mantienen en el estado de "Moderado" y no cumplirían con los objetivos de la DMA; mientras que las dos estaciones de Antzoras alcanzan en 2022 el estado ecológico 'Muy Bueno' y cumplen con los objetivos de dicha directiva.

7. CONCLUSIONES

En cuanto a la calidad de las aguas, los resultados de las variables fisicoquímicas estudiadas indican que la pluma del río Oka no originó durante el periodo estival de 2022 alteraciones relevantes en la calidad de la masa de agua de la costa adyacente al estuario. Según el índice PCQI, las tres localidades muestreadas (Punta Murgoa, Izaro y Antzoras) presentaban un estado fisicoquímico 'Muy Bueno'. Por lo tanto, el área costera adyacente a la desembocadura del río Oka cumplía durante el periodo estudiado con los objetivos de la DMA.

Con respecto a la vegetación estuárica, ésta ha permanecido relativamente estable en el último periodo 2021-2022, con valores de diversidad y cobertura algal bajos. Se ha registrado un descenso de la riqueza específica en la mayoría de las estaciones. Este resultado cabe dentro de la propia variabilidad temporal natural de estas comunidades. La vegetación estaba formada por especies de naturaleza cespitosa como *Caulacanthus ustulatus*, *Vertebrata reptabunda* y *Gelidium pusillum*, junto con la ceramiácea de distribución cosmopolita *Centroceras clavulatum*, ciertas cianofíceas, clorófitos y especies incrustantes de morfología compleja como *Ralfsia verrucosa*, *Hildenbrandia rubra* y *Phymatolithon lenormandii*. Los bajos valores de riqueza y densidad de especies, la baja cobertura algal y la ausencia de fucooides y otras algas (ej. género *Gracilaria*) sugieren que el tramo más externo del estuario del Oka continúa con una alteración ambiental entre leve y moderada.

Las comunidades de macroinvertebrados de las localidades estuáricas han mostrado una evidente influencia de la materia orgánica presente en la pluma fluvial de las aguas del río Oka. Este aspecto ha favorecido el desarrollo de una comunidad biológica representada principalmente por los invertebrados de naturaleza filtradora *Crassostrea* sp. que han dominado sobre otras estrategias tróficas como los herbívoros y sobre la comunidad algal. Las dos localidades estudiadas presentaban una comunidad faunística similar y típica de ambientes estuarinos, con altos valores de cobertura y bajos de riqueza, en comparación con las comunidades de zonas marinas de costa. No obstante, la presencia de diversas especies como el anélido omnívoro *Eulalia viridis*, el molusco herbívoro *Patella* spp., el gasterópodo carnívoro *Ocenebra erinaceus* y el bivalvo perforante *Rocellaria dubia*, revelan la influencia marina, especialmente en la Localidad de Portuondo, la más externa de las dos localidades estuáricas. En cuanto a los cambios temporales, en el periodo 2020-2022 cabe destacar el avance de riqueza y densidad faunística en Laida y en Portuondo, lo que constituye un resultado positivo.

En relación a las comunidades marinas, la vegetación de la zona intermareal de Punta Murgoa ha permanecido relativamente estable en el último bienio 2021-2022, mientras que en Antzoras la cobertura de algas perennes de morfología compleja ha aumentado, reflejando una evolución positiva de la comunidad. La riqueza y la densidad de especies en la zona intermareal del área de estudio en su conjunto ha disminuido. Ambas variables biológicas presentan de forma natural una variación temporal elevada y cambios como los registrados pueden ser interpretados dentro de la variabilidad natural. Será de especial interés su seguimiento para descartar una tendencia decreciente, ya que un descenso mantenido en el tiempo sería reflejo de alguna alteración ambiental. Haciendo una

valoración global, el fitobentos intermareal del área de estudio presenta un estado de alteración leve. Con respecto a la vegetación de la zona submareal, los resultados en 2022 sugieren que el desarrollo del Plan Integral de Saneamiento de la Comarca de Busturialdea podría estar teniendo los primeros efectos positivos sobre el ecosistema costero, como son el aumento de la diversidad en las comunidades de Punta Murgoa e Izaro y el desarrollo de los bosques de *Gongolaria baccata* en los fondos de Antzoras. Asimismo, la presencia de *G. baccata* y *Ericaria selaginoides* en Izaro, aunque testimonial, es importante para la restauración potencial de la copa de macroalgas en un futuro. No obstante, la vegetación submareal de Izaro y en Punta Murgoa continúa por el momento con un estado de alteración similar al detectado al comienzo del estudio en 2020.

Por su parte, los resultados de la fauna sugieren que las comunidades intermareales y submareales del área de estudio presentan un estado de alteración entre leve y moderado. En el periodo 2020-2022 la fauna intermareal de la zona marina ha registrado cambios que se enmarcan dentro de la variabilidad natural típica de estas comunidades y presenta un estado de conservación similar con una riqueza y densidad de invertebrados adecuada. Sin embargo, presenta abundancias en general bajas de invertebrados herbívoros, especies clave en el funcionamiento del ecosistema intermareal. En el periodo 2020-2022 los fondos submareales del área de estudio se han caracterizado por presentar un pobre desarrollo del zoobentos con valores de abundancia faunística y de invertebrados epífitos bajos, especialmente en Punta Murgoa e Izaro. A lo largo de la serie temporal, las comunidades faunísticas de Izaro han permanecido estables. En Punta Murgoa, la cobertura y diversidad continúan sin recuperarse en 2022 tras el retroceso registrado en la Campaña 2021. En Antzoras, la localidad mejor conservada, destacan las oscilaciones en la cobertura, densidad y riqueza de invertebrados a lo largo de los años, lo que denota la inestabilidad de sus comunidades. Frente a la mejora de las aguas como consecuencia de la implementación del Plan Integral de Saneamiento de la Comarca de Busturialdea, cabría esperar un avance de los herbívoros en la zona intermareal y una mayor similitud del submareal del área de estudio y el incremento de la abundancia y diversidad animal.

En el contexto de la DMA y considerando conjuntamente las macroalgas y los invertebrados, se concluye que en 2022 las comunidades intermareales de sustrato duro del tramo más externo del estuario del Oka (Laida y Portuondo), clasificadas con estado ecológico 'Moderado' mediante juicio de experto, no alcanzarían los objetivos de la DMA. Sin embargo, las comunidades intermareales de la costa marina adyacente (Pta Murgoa y Antzoras), clasificadas con estado ecológico 'Muy Bueno' según el índice RICQI, sí cumplen con los objetivos. Respecto a las comunidades submareales y de acuerdo al juicio de experto, las situadas en Izaro y en Punta Murgoa se mantienen en el estado de "Moderado" y no cumplirían con los objetivos de la DMA; mientras que las dos estaciones de Antzoras alcanzan en 2022 el estado ecológico 'Muy Bueno' y cumplen con los objetivos de dicha directiva.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, M.J., Gorley, R.N., Clarke, K.R. 2008. PERMANOVA for PRIMER. PRIMER Ltd, Plymouth.
- André, F. 1970. Contribution a l'étude des algues marines du Portugal. I. La Flore. Port. Acta Biol. Sér. B, 1-423, 56 pls.
- Araujo-Leyva, O. 2016. Ecología de macroinvertebrados asociados con los ostiones *Crassostrea virginica* y *Crassostrea rhizophorae* en la Laguna de Términos, Campeche. Tesis Doctoral. 1-97 pp.
- Arévalo, R., Pinedo, S., Ballesteros, E., 2007. Changes in the composition and structure of Mediterranean rocky-shore communities following a gradient of nutrient enrichment: descriptive study and test of proposed methods to assess water quality regarding macroalgae. Mar. Pollut. Bull. 55: 104-113.
- Bald, J., Borja, A., Muxika, I., Franco, J., Valencia, V. 2005. Assessing reference conditions and physico-chemical status according to the European Water Framework Directive: a case-study from the Basque Country (Northern Spain). Mar. Pollut. Bull., 50: 1508-1522.
- Ballesteros, E., Torras, X., Pinedo, S., García, M., Mangialajo, L., De Torres, M. 2007. A new methodology based on littoral community cartography dominated by macroalgae for the implementation of the European Water Framework Directive. Mar. Pollut. Bull., 55: 172-180.
- Bárbara, I., García-Redondo, V., Díaz-Tapia, P., García-Fernández, A., Piñeiro-Corbeira, C., Peña, V., Lugilde, J., Cremades, J. 2019. Adiciones y correcciones a la flora bentónica marina del Atlántico ibérico norte. Acta Bot Malac, 44: 51-60.
- Benedetti-Cecchi, L., Pannacciulli, P., Bulleri, F., Moschella, P.S., Airoldi, L., Relini, G., Cinelli, F. 2001. Predicting the consequences of anthropogenic disturbance: large-scale effects of loss of canopy algae on rocky shores. Mar. Ecol. Prog. Ser. 214: 137-150.
- BOE. 2015. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental. Boletín Oficial del Estado Núm. 219, pp. 80582-80662.
- BOE, 2016. RD 1/2016. Valores de las diferentes variables para cada una de las referencias de muy buen y mal estado fisicoquímico. Objetivos de calidad (umbral Bueno/Moderado) y umbral Muy Bueno/Bueno para cada variable y tramo euhalino

- BOPV. 2013. Disposiciones Generales. Decreto 459/2013, de 10 de diciembre, sobre los vertidos efectuados desde tierra al mar. Boletín Oficial del País Vasco Núm. 237. 2013/5406 (1-35).
- Borja, A. 1983. Sistemática de los moluscos marinos de la Costa Vasca. Sociedad Cultural INSUB, pub. no 2. Donostia. 96 pp.
- Borja, A., Bikuna, B.G.D., Blanco, J.M., Agirre, A., Aierbe, E., Bald, J., Belzunce, M.J., Fraile, H., Franco, J., Gandarias, O., Goikoetxea, I., Leonardo, J.M., Lonbide, L., Moso, M., Muxika, I., Pérez, V., Santoro, F., Solaun, O., Tello, E.M., Valencia, V. 2003. Red de Vigilancia de las masas de aguas superficial de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, Gobierno Vasco. 22 vols., 3043 pp.
- Borja, A., Fontán, A., Muxika, I. 2013. Interactions between climatic variables and human pressures upon a macroalgae population: implications for management. *Ocean Coast. Manag.* 76: 85-95.
- Borja, A., Bald, J., Belzunce, M.J., Franco, J., Garmendia, J.M., Larreta, J., Menchaca, I., Muxika, I., Revilla, M., Rodríguez, J.G., Solaun, O., Uriarte, A., Valencia, V., Zorita, I., Adarraga, I., Aguirrezabalaga, F., Cruz, I., Laza, A., Marquiegui, M.A., Martínez, J., Orive, E., Ruiz, J.M., Sola, J.C., Manzanos, A. 2015. Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Informe de AZTI-Tecnalia para la Agencia Vasca del Agua, 651 pp.
- Borja, A., Bald, J., Belzunce, M.J., Franco, J., Larreta, J., Menchaca, I., Muxika, I., Revilla, M., Rodríguez, J.G., Sagarmínaga, Y., Solaun, O., Uriarte, A., Valencia, V., Zorita, I., Adarraga, I., Aguirrezabalaga, F., Sola, J.C., Cruz, I., Marquiegui, M.A., Martínez, J., Ruíz, J.M., Cano, M., Laza-Martínez, A., Manzanos, A. 2018a. Red de seguimiento del estado ecológico de las aguas de transición y costeras de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Informe de AZTI-Tecnalia para la Agencia Vasca del Agua, 412 pp.
- Borja, A., Chust, G., Fontán, A., Garmendia, J., Uyarra, M.C. 2018b. Long-term decline of the canopy-forming algae *Gelidium corneum*, associated to extreme wave events and reduced sunlight hours, in the southeastern Bay of Biscay. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 205: 152-160.
- Burrows, E.M. 1991. Seaweeds of the British Isles. Vol. 2. Chlorophyta. British Museum (Natural History), London.
- Burton, M. 1963. A revision of the Classification of the Calcareous Sponges. British Museum (Natural History). London. 693 pp.
- Bustamante, M., Tajadura, J., Saiz-Salinas, J.I. 2010. Temporal and spatial variability on rocky intertidal macrofaunal assemblages affected by an oil spill (Basque coast, northern Spain). *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, 90: 1305-1317.
- Bustamante, M., Tajadura, J., Gorostiaga, J.M., Saiz-Salinas, J.I. 2014. Response of rocky invertebrate diversity, structure and function to the vertical layering of vegetation. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 147: 148-155.

- Bustamante, M., Tajadura, J., Díez, I., Saiz-Salinas, J.I. 2017. The potential role of habitat-forming seaweeds in modeling benthic ecosystem properties. *J. Sea Res.*, 130: 123-133.
- Cabral-Oliveira, J., Mendes, S., Maranhão, P., Pardal, M.A. 2014. Effects of sewage pollution on the structure of rocky shore macroinvertebrate assemblages. *Hydrobiologia*, 726: 271-283.
- Casal G., Aceña-Matarranz S., Fernández-Márquez D., Fernández N. 2018. Distribution and abundance patterns of three coexisting species of *Patella* (Mollusca Gastropoda) in the intertidal areas of the NW Iberian Peninsula: Implications for management. *Fisheries Research* 6: 86-98.
- Clarke, K.R., Gorley, R.N. 2006. *PRIMER v6: User Manual/Tutorial*. PRIMER-E, Plymouth.
- Cloern, J. 2001. Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 210: 223-253.
- Coen, L.D., Brumbaugh, R.D. D. Bushek, Grizzle, R. Luckenbach, M.W., Posey, M.H., Powers, S.P. and Tolley, G.S. 2007. Ecosystem services related to oyster restoration. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 341: 303-307
- Coleman, R.A., Underwood, A.J., Benedetti-Cecchi, L., Åberg, P., Arenas, F., Arron-tes, J., Castro, J., Hartnoll, R.G., Jenkins, S.R., Paula, J., Santana, P.D., Hawkins, S.J. 2006. A continental scale evaluation of the role of limpet grazing on rocky shores. *Oecologia*, 147: 556-564.
- Coppejans E. 1995. *Flore algologique des côtes du Nord de la France et de la Belgique*. Jardin Botanique National de Belgique, Meise.
- Cormaci, M., Furnari, G. 1991. Phytobenthic communities as monitor of the environmental conditions of the Brindisi coast-line. *Oebalia* 17, 177-198.
- Comelius, P.F.S. 1995. *Thecate Hydroids and their Medusae (Parts 1&2)*. Synopses of the British Fauna, No 50. *Biol. J. Linn. Soc. Lond.*, Shrewsbury. 732 pp.
- Dethier, M. 1994. The ecology of intertidal algal crusts: variation within a functional group. *Journal Experimental Marine Biology and Ecology* 177: 37-71.
- Devinny, J.S., Vorse, L.A. 1978. Effects of sediments on the development of *Macrocystis pyrifera* gametophytes. *Mar. Biol.*, 48: 343-348.
- Diario Oficial de la Unión Europea, L 47, 20 de febrero de 2018. Decisión de la Comisión, de 12 de febrero de 2018, por la que se fijan, de conformidad con la Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, los valores de las clasificaciones de los sistemas de seguimiento de los Estados miembros a raíz del ejercicio de intercalibración, y por la que se deroga la Decisión 2013/480/UE [notificada con el número C(2018) 696].

- Díaz-Tapia, P. Bárbara I. 2013. Seaweeds from sand-covered rocks of the Atlantic Iberian Peninsula. Part I. The Rhodomelaceae (Ceramiales, Rhodophyta) Cryptogamie, Algologie, 34: 325-422.
- Díez, I., Santolaria A., Secilla, A., Gorostiaga J.M. 1999. Phytobenthic intertidal community structure along an environmental pollution gradient. Mar. Pollut. Bull., 38: 463-472.
- Díez, I., Santolaria A., Gorostiaga J.M. 2003. Relationships of environmental factors to the structure and distribution of subtidal seaweed vegetation of the western Basque coast (N. Spain). Estuar. Coast. Shelf. Sci., 56: 1041-1054.
- Díez, I., Santolaria A., Secilla A., Gorostiaga J.M. 2009. Recovery stages over a long-term monitoring of the intertidal vegetation in the 'Abra de Bilbao' area and on the adjacent coast (N. Spain). Eur. J. Phycol., 44: 1-14.
- Díez, I., Bustamante, M., Santolaria, A., Tajadura, J., Muguerza, N., Borja, A., Muxika, I., Saiz-Salinas, J.I., Gorostiaga, J.M. 2012a. Development of a tool for assessing the ecological quality status of intertidal coastal rocky assemblages, within Atlantic Iberian coasts. Ecol. Indic., 12: 58-71.
- Díez, I., Muguerza N., Santolaria A., Ganzedo U., Gorostiaga, J.M. 2012b. Seaweed assemblage changes on the eastern Cantabrian Sea and their potential relationship to climate change. Estuar. Coast. Shelf Sci., 99: 108-120.
- Díez, I., Santolaria, A., Muguerza, N., Gorostiaga, J.M. 2013. Measuring restoration in intertidal macrophyte assemblages following wastewater treatment upgrade. Mar. Environ. Res., 84: 31-42.
- Díez, I., Santolaria, A., Muguerza, N., Gorostiaga, J.M. 2014. Capacity for recovery of rocky subtidal assemblages following pollution abatement in a scenario of global change. Mar. Pollut. Bull., 86: 197-209.
- Dixon, P.S. & Irvine, L.M. 1977. Seaweeds of the British Isles. Vol. I. Rhodophyta. Part I. Introduction, Nemaliales, Gigartinales. British Museum (Natural History), London.
- Eriksson, B.K., Johansson, G., Snoeijs, P. 1998. Long-term changes in the sublittoral zonation of brown algae in the southern Bothnian Sea. Eur. J. Phycol., 33: 241-249.
- Eriksson, B.K., Johansson, G. 2003. Sedimentation reduces recruitment success of *Fucus vesiculosus* in the Baltic Sea. Eur. J. Phycol., 38: 217-222.
- European Commission, 2018. Commission Decision of 12 February 2018, establishing, pursuant to Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, the values of the Member State monitoring system classifications as a result of the intercalibration exercise (notified under document number C(2018) 696). Official Journal of the European Union L 47/1.
- Fairweather, P.G. 1990. Sewage and biota on seashores: assessment of impact in relation to natural variability. Environ. Monit. Assess., 14: 197-210.

- Fauvel, P. 1969. Polychètes Sédentaires. Faune de France, 16. Paris. 493 pp.
- Feldmann-Mazoyer, G. 1940. Recherches sur les Céramiacées de la Méditerranée, Alger. (Reprinted in 1977 by Otto Koeltz Science Publishers).
- Fletcher, R.L. 1987. Seaweeds of the British Isles. Vol. 3. Fucophyceae (Phaeophyceae). Part 1. British Museum (Natural History), London.
- Francés G., García-Arberas, M.L. 2002. Hacia el mar. En: Mundo Submarino de la Costa de Urdaibai. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Capítulo 2: 29-56. ISBN: 84-457-1931-9.
- Gayral, P. 1958. Algues de la Côte Atlantique Marocaine. La Nature of Maroc, 11: 1- 523, Rabat.
- Gayral, P. 1966. Les algues des côtes francaises (Manche et Atlantique). Deren & Cie, Paris. (Reprinted in 1982 by Otto Koeltz Science Publishers).
- Getz, E., Eckert, C. 2022. Effects of Salinity on Species Richness and Community Composition in a Hypersaline Estuary. *Estuaries and Coasts*. 10.1007.
- Goikoetxea, N., Borja Á., Fontán, A., González, M., Valencia, V. 2009. Trends and anomalies of sea surface temperature during the last 60 years, within the southeastern Bay of Biscay. *Cont. Shelf Res.*, 29: 1060-1069.
- Gorgula, S.K., Connell, S.D., 2004. Expansive covers of turf-forming algae on human-dominated coast: the relative effects of increasing nutrient and sediment loads. *Mar. Biol.*, 145: 613-619.
- Gorostiaga, J.M., Borja A., Díez I., Francés G., Pagola S., Saiz J.I. 2004. Recovery of benthic communities in polluted systems. In: *Oceanography and Marine Environment of the Basque Country*. Borja A. & Collins M. (Eds.) Elsevier 22: 549-578.
- Graham, A. 1988. (2^a ed.). *Molluscs: Prosobranch and Pyramidellid Gastropods. Synopses of the British fauna, n° 2*. The Linnean Society of London and The Estuarine & Brackish-Water.
- Halpern, B., Selkoe, F., Micheli, C., Kappel, 2007. Evaluating and ranking the vulnerability of global marine ecosystems to anthropogenic threats. *Con. Biol.*, 21: 1301-1315.
- Harley, C.D.G., Anderson, K.M., Demes, K.W., Jorve, J.P., Kordas, R.L., Coyle, T.A., Graham, M.H. 2012. Effects of climate change on global seaweed communities. *J. Phycol.*, 48: 1064-1078.
- Hossain, M.B., Marshall D., Hall-Spencer J. 2019. Epibenthic community variation along an acidified tropical estuarine system. *Regional Studies in Marine Science*. 32.
- Hull, S.C. 1987. Macroalgal mats and species abundance: a field experiment. *Estuar. coast. shelf Sci.*, 25: 519-532.

- Ingle, R. 1993. Hermit crabs of the Northeastern Atlantic Ocean and the Mediterranean Sea. British Museum (Natural History). London. 495 pp.
- Irvine, L.M. 1983. Seaweeds of the British Isles. Vol. I. Rhodophyta. Part 2A. Cryptonemiales (sensu stricto), Palmariales, Rhodymeniales. British Museum (Natural History), London.
- Irvine, L.M., Chamberlain, Y.M. 1994. Seaweeds of the British Isles. Vol. I. Rhodophyta. Part 2B. Corallinales, Hildenbrandiales. HMSO, London.
- Kautsky, N., Kautsky, H., Kautsky, U., Waera, M. 1986. Decreased depth penetration of *Fucus vesiculosus* (L.) since the 1940's indicates eutrophication of the Baltic Sea. Mar. Ecol. Prog. Ser., 28: 1-8.
- Kautsky, H., Kautsky, L., Kautsky, N., Kautsky, V., Lindblad, C. 1992. Studies on the *Fucus vesiculosus* community in the Baltic Sea. Acta Phytogeogr. Suec., 78: 33-48.
- Kevekordes, K. 2001. Toxicity tests using developmental stages of *Hormosira banksii* (Phaeophyta) identify ammonium as a damaging component of secondary treated sewage effluent discharged into Bass Strait, Victoria, Australia. MEPS 219:139-148.
- Koeman, R.P.T. 1985. The taxonomy of *Ulva* Lannaeus, 1753, and *Enteromorpha* Link, 1820, (Chlorophyceae) in the Netherlands. Drukkerij van Denderen BV, Groningen.
- Lamela-Silvarrey, C., Fernández, C., Anadón, R., Arrontes, J. 2012. Furoid assemblages on the north coast of Spain: past and present (1977–2007). Bot. Mar., 55: 199-207.
- Levinton, J.S. 2001. Marine Biology. Function, Biodiversity, Ecology. Oxford University Press. New York.
- Lincoln, R.J. 1979. British Marine Amphipoda: Gammaridea. British Museum (Natural History). London. 658 pp.
- Maggs, C., Hommersand, M.H. 1993. Seaweeds of the British Isles. Vol. I. Rhodophyta. Part 3A. Ceramiales. HMSO, London.
- Maggs, C., Mineur, F., Bishop J. and McCollin, T. 2010. Non-natives in MCCIP Annual Report Card 2010-11, MCCIP Science Review, 11 pp. www.mccip.org.uk/arc
- Mann, K.H. 2000. Ecology of Coastal Waters, with Implications for Management, 2nd edition. Blackwell Science, Oxford, 432 pp.
- Martínez, B., Radford, B., Thomsen, M.S., Connell, S.D., Carreño, F., Bradshaw, C.J.A., Fordham, D.A., Russell, B.D., Gurgel, C.F.D., Wernberg, T. 2018. Distribution models predict large contractions of habitat-forming seaweeds in response to ocean warming. Divers Distrib., 24:1350–1366.
- McLusky, D.S., Elliott, M., 2004. The Estuarine Ecosystem; Ecology, Threats and Management, third ed. Oxford University Press, Oxford, 216 pp.

- Millero, F.J. 1996. Chemical oceanography. CRC Marine Science Series. Florida.
- Monge M. 2002. La geología del estuario y la costa. En: Mundo Submarino de la Costa de Urdaibai. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Capítulo 1: 11-28. ISBN: 84-457-1931-9.
- Monteiro, C., Pereira, J., Seabra, R., Lima, F.P. 2022 Fine-scale survey of intertidal macroalgae reveals recent changes in a cold-water biogeographic stronghold. *Front. Mar. Sci.* 9:880074. doi: 10.3389/fmars.2022.880074.
- Muguerza, N., Díez, I., Quintano, E., Bustamante, M., Gorostiaga, J.M. 2017. Structural impoverishment of the subtidal vegetation of southeastern Bay of Biscay from 1991 to 2013 in the context of climate change. *J. Sea Res.*, 130: 166-179.
- Muguerza, N., Bustamante, M., Díez, I., Quintano, E., Tajadura, J., Saiz-Salinas, I., Gorostiaga, J.M. 2020. Long-term surveys reveal abrupt canopy loss with immediate changes in diversity and functional traits. *Mar. Biol.*, 167: 166-175.
- Munda, I.M., 1993. Changes and degradation of seaweed stands in the Northern Adriatic. *Hydrobiologia*, 261: 239-253.
- Nizamuddin, M. 1991. The green marine algae of Libya. Bern.
- Otte, G. 1979. Investigations on the effects of domestic sewage on the benthic ecosystem of marine intertidal flats. *Helgol. Wiss Meeresunters.*, 32: 73-148.
- Pagola-Carte S., Saiz-Salinas J.I. 2001. Cambios en el macrozoobentos de sustrato rocoso del Abra de Bilbao: 14 años de seguimiento de la recuperación biológica. *Boletín Instituto Español de Oceanografía* 17: 163-177.
- Panayotidis, P., Feretopoulou, J., Montesanto, B. 1999. Benthic vegetation as an ecological quality descriptor in an eastern Mediterranean coastal area (Kalloni Bay, Aegean Sea, Greece). *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 48: 205-214.
- Pihl, L., Svenson, A., Moksnes, P.O., Wennhage, H. 1999. Distribution of green algal mats throughout shallow soft bottoms of the Swedish Skagerrak archipelago in relation to nutrient sources and wave exposure. *J. Sea Res.* 41:281-294.
- Pinedo, S., García, M., Satta, M.P., De Torres, M., Ballesteros, E. 2007. Rocky-shore communities as indicators of water quality: a case study in the Northwestern Mediterranean. *Mar. Pollut. Bull.*, 55: 126-135.
- Price, N.M., Harrison, P.J. 1987. Comparison of methods for the analysis of dissolved urea in seawater. *Mar. Biol.*, 94: 307-317.
- Rodríguez-Prieto, C., Polo, L. 1996. Effects of sewage pollution in the structure and dynamics of the community of *Cystoseira mediterranea* (Fucales, Phaeophyceae). *Scientia Marina*, 60: 253-263.

- Rueness, J., Fredriksen, S. 1991. An assessment of possible pollution effects on the benthic algae of the outer Oslofjord. *Ophelia*, 17: 223-235.
- Ryland, J.S., Hayward, P.J. 1977. *British Anascan Bryozoans*. Academic Press. London. 199 pp.
- Steneck, R.S., Graham, M.H., Bourque, B.J., Corbett, D., Erlandson, J.M., Estes, J.A., Tegner, M.J. 2002. Kelp forest ecosystem: biodiversity, stability, resilience and future. *Environ. Conserv.*, 29: 436-459.
- Smith, S.V. 1981. Marine macrophytes as a global carbon sink. *Science*, 211: 838-840.
- Tablado A., López Gappa J., Magaldi N.H. 1994. Growth of the pulmonate limpet *Siphonaria lessona* (Blainville) in a rocky intertidal area affected by a sewage pollution. *Journal Experimental Marine Biology and Ecology*, 175: 211-226.
- Tait, L.W., Schiel, D.R. 2011. Legacy effects of canopy disturbance on ecosystem functioning in macroalgal assemblages. *PLoS One* 6, e26986.
- Tajadura, J. 2020. Zoobentos rocoso como indicador ambiental en un entorno portuario. Tesis Doctoral. Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea. 321 pp.
- Tebble, N. 1976. (2^a ed.). *British Bivalve Shells*. Royal Scottish Museum. Edinburgh. 212 pp.
- Telesh I., Khlebovich, V. 2010. Principal processes within the estuarine salinity gradient: A review. *Mar. Pollut. Bull.*, 61: 149-55.
- Thibaut, T., Pinedo, S., Torras, X., Ballesteros, E. 2005. Long-term decline of the populations of Fucales (*Cystoseira* spp. and *Sargassum* spp.) in the Albères coast (France, North-western Mediterranean). *Mar. Pollut. Bull.*, 50: 1472-1489.
- Underwood, A.J. 1994. On beyond BACI: sampling designs that might reliably detect environmental disturbances. *Ecol. Appl.*, 4: 3-15.
- van den Hoek, C. 1963. Revision of the European species of *Cladophora*. Leiden. (Reprinted in 1976 by Otto Koeltz Science Publishers).
- Voerman, S.E., Llera, E., Rico, J.M. 2013. Climate driven changes in subtidal kelp forest communities in NW Spain. *Mar. Environ. Res.*, 90: 119-127.
- Walker, D.I., Kendrick, G.A. 1998. Threats to macroalgal diversity: marine habitat destruction and fragmentation. *Bot. Mar.*, 41: 105-112.
- Wernberg, T., Thomsen, M.S., Tuya, F., Kendrick, G.A. 2011. Biogenic habitat structure of seaweeds change along a latitudinal gradient in ocean temperature. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 400: 264-271.
- Zariquiey Álvarez, R. 1968. Crustáceos decápodos ibéricos. Investigación pesquera, tomo 32. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Barcelona. 510 pp.

ANEXO

COMUNIDADES ESTUÁRICAS

INVENTARIOS DE MACROALGAS

PORTUONDO Fecha: 28-09-2022 Nivel intermareal Área		ESTACIÓN 1																	
		Superior (+1,25m)									Inferior (+0,75m)								
		1			2			3			1			2			3		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Caulacanthus ustulatus</i>		15	10	25	20	35	15	15	10	10	20	10	10	5		10	10	5	
<i>Centroceras clavulatum</i>					5			10		1	10	15	5	5	10	10	5	5	
<i>Chondracanthus acicularis</i>															5	20			
Cianofíceas		+				+			1									+	
<i>Cladophora</i> sp.				+										+	+			+	
<i>Gelidium pusillum</i>			1	5	+	1	5	+	+	1	1	+	5		+	5		1	
<i>Hildenbrandia rubra</i>			1								1								
<i>Phormidium</i> sp.						+													
<i>Phymatolithon lenormandii</i>		+		+	+		+	+		1	1	1	5		+	+		+	
<i>Ralfsia verrucosa</i>			10	5	1	+	10	+		10			+		+			20	
<i>Rhizoclonium riparium</i>																		+	
<i>Ulva clathrata</i>															+			+	
<i>Vertebrata reptabunda</i>		15	5	50	10	+	25	20	15	50	10	5	40	65	50	20	15	5	

Tabla 1. Inventarios de la flora intermareal de la Estación 1 de la localidad de Portuondo. Campaña 2022.

PORTUONDO Fecha: 28-09-2022 Nivel intermareal Área		ESTACIÓN 2																	
		Superior (+1,25m)									Inferior (+0,75m)								
		1			2			3			1			2			3		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Caulacanthus ustulatus</i>		20	35	10	40	25	20	40	10	20	10	5	10			5	50	30	
<i>Centroceras clavulatum</i>			10								5	5	1	20	5	10	15	10	
<i>Ceramium botryocarpum</i>										+									
<i>Chondracanthus acicularis</i>							5			50					1			10	
<i>Cladophora</i> sp.							+			5					+			+	
<i>Ellisolandia elongata</i>				+			+			30				40		5		10	
<i>Gelidium pusillum</i>		15	10	15	30	20	40	10	5	40	5	+	5			10		15	
<i>Hildenbrandia rubra</i>							+	+	1										
<i>Mesophyllum lichenoides</i>				60			10			10	30	15		5	1			1	
<i>Phymatolithon lenormandii</i>		1		5	+	1	1	1		+									
<i>Ralfsia verrucosa</i>		+	1	10			5		1	10			1			+		1	
<i>Ulva clathrata</i>																+	5	1	
<i>Ulva rigida</i>										+									
<i>Vertebrata reptabunda</i>			10	30	1	+	10	+	5	10	5	10	5	1	10	30	5	1	

Tabla 2. Inventarios de la flora intermareal de la Estación 2 de la localidad de Portuondo. Campaña 2022.

LAIDA		ESTACIÓN 1																	
Fecha: 27-09-2022		Superior (+1,25m)									Inferior (+0,75m)								
Nivel intermareal		1			2			3			1			2			3		
Área		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Especies / muestra		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Blidingia minima</i>		+						+		+									
<i>Caulacanthus ustulatus</i>		10	1	40	10	30	15	10	20	30	60	70	80	20	40	20	15	10	20
<i>Centroceras clavulatum</i>											+	5	5	1	10	25	10	5	10
Cianofíceas																			1
<i>Gelidium pusillum</i>				1		+	5	+	1	+	1	5	1	5	10	5	10	5	5
<i>Hildenbrandia rubra</i>		5	10	1	+	1	+	1	1	+									
<i>Phormidium</i> sp.											+		+				1		+
<i>Phymatolithon lenormandii</i>		+		+							+	+	1				1		+
<i>Ralfsia verrucosa</i>		1	+	+	1	5	5	10	+	+			1		+				
<i>Ulva</i> sp.														1		+			
<i>Vertebrata reptabunda</i>																			

Tabla 3. Inventarios de la flora intermareal de la Estación 1 de la localidad de Laida. Campaña 2022.

LAIDA		ESTACIÓN 2																		
Fecha: 27-09-2022		Superior (+1,25m)									Inferior (+0,75m)									
Nivel intermareal		1			2			3			1			2			3			
Área		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Especies / muestra		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
<i>Blidingia minima</i>			+	+	1	1	1		1	+										
<i>Caulacanthus ustulatus</i>		5	15	50	25	10	40	50	60	10	50	40	25	40	60	70	50	20	25	
<i>Centroceras clavulatum</i>											+	5	5			1	5	20	25	
Cianofíceas						+	1	1	5			1	1						+	
<i>Gelidium pusillum</i>			+	5	1	+	+	1	1	+	+	5	1	5	1	5	10	5	10	
<i>Hildenbrandia rubra</i>		5	+	1						+										
<i>Lophosiphonia reptabunda</i>						1	5													
<i>Phormidium</i>						+	+	+						+		1		1		
<i>Phymatolithon lenormandii</i>			+		1		+	+	+			+		+	+					
<i>Ralfsia verrucosa</i>		1	+	+			+		1	5	1		+		1		5	1	1	
<i>Ulva</i> sp.													+	+					+	

Tabla 4. Inventarios de la flora intermareal de la Estación 1 de la localidad de Laida. Campaña 2022.

INVENTARIOS DE MACROINVERTEBRADOS

PORTUONDO		ESTACIÓN 1																	
Fecha: 28-09-2022		Superior (+1,25m)									Inferior (+0,75m)								
Nivel intermareal		1			2			3			1			2			3		
Área		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Especies / muestra		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Aptos aptos</i>							+				+			+	+	2			
<i>Bittium reticulatum</i>																			+
<i>Chthamalus stellatus</i>																			+
<i>Clibanarius erythropus</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+							+
<i>Crassostrea sp.</i>		30	35	35	15	40	35	10	30	25	5	10	5	5	15	2			2
<i>Janua heterostropha</i>		+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+						+
<i>Nereis sp.</i>							+												+
<i>Ocenebra erinaceus</i>										+	+	+	1	+					+
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>							+			+									+
<i>Patella sp.</i>		+		+	+											1			+
<i>Pentapora foliacea</i>							2		1	+						1	+		3
<i>Perforatus perforatus</i>			+		+						+					+			
Sabellaridae indet.							+							30	2	2	+		
<i>Serpula concharum</i>											+		+						+
Smitinidae indet.							+												
<i>Spirobranchus triqueter</i>							+			+	+		+						+
<i>Steromphala umbilicalis</i>		+		+	+			+	+		+					+			

Tabla 5. Inventarios de la fauna intermareal de la Estación 1 de la localidad de Portuondo. Campaña 2022.

PORTUONDO		ESTACIÓN 2																	
Fecha: 28-09-2022		Superior (+1,25m)									Inferior (+0,75m)								
Nivel intermareal		1			2			3			1			2			3		
Área		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Especies / muestra		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Aptos aptos</i>											+	+	1	+	+	+			
<i>Bittium reticulatum</i>																			+
<i>Chthamalus stellatus</i>							+			+									+
<i>Clibanarius erythropus</i>		+	1	2	+	+	5	+	+	1				+	+	+	+	+	+
<i>Crassostrea sp.</i>		15	5	35	20	20	25	60	15	50									
<i>Janua heterostropha</i>		+	+					+	+	+									+
<i>Lithophaga caudigera</i>		+																	+
<i>Mytilus galloprovincialis</i>							1												+
<i>Ocenebra erinaceus</i>							+	+	+	+				+		+	+	+	+
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>																			+
<i>Patella sp.</i>		+		+	+	+				+						1			
<i>Pentapora foliacea</i>		+			+	1					+		3	+	+	2	+		
<i>Perforatus perforatus</i>		+	+	+	+	+	+									+			+
<i>Rocellaria dubia</i>							+				+	+	+	+					
Sabellaridae indet.							+												
<i>Serpula concharum</i>		+	+				+				+	+	+						+
<i>Spirobranchus triqueter</i>		+	+	+			+						+						
<i>Steromphala umbilicalis</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					+

Tabla 6. Inventarios de la fauna intermareal de la Estación 2 de la localidad de Portuondo. Campaña 2022.

LAIDA Fecha: 27-09-2022 Nivel intermareal Área Especies / muestra	ESTACIÓN 1																		
	Superior (+1,25m)									Inferior (+0,75m)									
	1			2			3			1			2			3			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
<i>Aptos aptos</i>										+	+	+					+	+	1
<i>Austrominius modestus</i>													+						
Bivalvia indet.													+	+	+		+	+	+
<i>Chthamalus stellatus</i>	+	+	+	+		+	+	+	+										
<i>Clibanarius erythropus</i>					+	+	+							+					
<i>Crassostrea</i> sp.	40	45	60	20	25	30	45	60	55	10	10	20	20	20	30	10	5	20	
<i>Eulalia viridis</i>																		+	
<i>Ficopomatus enigmaticus</i>										+	+								
<i>Janua heterostropha</i>				1		+		+					+		+	+			
<i>Lithophaga caudigera</i>																		+	
<i>Mytilus galloprovincialis</i>				1		+	+	+	+										
Nereidae indet.													+						
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>										+			+						
<i>Patella</i> sp.	1	+	+	1	+	+	+	1	+										
<i>Perforatus perforatus</i>													+						
Sabellaridae indet.																+			
<i>Spirobranchus triqueter</i>										+	+	+							
<i>Steromphala umbilicalis</i>	+	+	+	+	+		+							+			+		

Tabla 7. Inventarios de la flora submareal de la Estación 1 y Estación 2 de la localidad de Antzoras. Campaña 2022.

LAIDA Fecha: 27-09-2022 Nivel intermareal Área Especies / muestra	ESTACIÓN 2																		
	Superior (+1,25m)									Inferior (+0,75m)									
	1			2			3			1			2			3			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
<i>Aptos aptos</i>						+				+	+		+	+	+	+	1	+	
<i>Austrominius modestus</i>																			+
Bivalvia indet.										+	+	+	+	+				+	
<i>Chthamalus stellatus</i>	+	+	+			+	+	+	+				+						
<i>Clibanarius erythropus</i>																	1	+	+
<i>Crassostrea</i> sp.	25	25	30	10	5	15	15	10	30	25	25	25	15	10	10	25	25	15	
<i>Ficopomatus enigmaticus</i>																	+	+	
<i>Janua heterostropha</i>						1				+				1	+				
<i>Mytilus galloprovincialis</i>													+						
Nereidae indet.									+										
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>														+					+
<i>Patella</i> sp.	1	+	+				1	1	+	+						+			
<i>Perforatus perforatus</i>															+			+	
<i>Serpula concharum</i>										+									

Tabla 8. Inventarios de la fauna intermareal de la Estación 1 de la localidad de Punta Murgoa. Campaña 2022.

TABLAS DE COBERTURA DE MACROALGAS

	PORTUONDO - Vegetación intermareal					
	ESTACIÓN 1			ESTACIÓN 2		
	20	21	22	20	21	22
<i>Blidingia minima</i>	0,2	0,1	-	0,1	0,1	-
<i>Caulacanthus ustulatus</i>	21,1	11,5	12,5	12,8	13,7	18,9
<i>Centroceras clavulatum</i>	0,2	5,6	4,8	0,6	3,5	4,6
<i>Ceramium botryocarpum</i>	-	0,1	0,1	-	0,1	0,1
<i>Ceramium</i> sp.	-	0,1	-	-	0,9	-
<i>Chaetomorpha ligustica</i>	-	0,1	-	-	0,1	-
<i>Chondracanthus acicularis</i>	-	2,1	1,4	2,1	6,7	3,7
<i>Chondria coerulescens</i>	0,1	0,1	-	-	0,1	-
Cianoficeas	0,8	-	0,1	0,2	-	0,1
<i>Cladophora prolifera</i>	-	0,1	-	-	0,1	-
<i>Cladophora</i> sp.	-	0,1	0,1	0,2	0,1	0,4
<i>Cladostephus spongiosus</i>	-	0,1	-	-	0,3	-
<i>Codium fragile</i>	-	0,8	-	-	0,1	-
<i>Dasya</i> sp.	-	0,1	-	-	0,1	-
<i>Derbesia tenuissima</i>	-	0,1	-	-	0,1	-
<i>Ellisolandia elongata</i>	-	0,2	0,1	2,1	3,4	4,8
<i>Enteromorpha</i> sp.	-	0,1	-	-	0,1	-
<i>Falkenbergia rufolanosa</i>	-	0,1	-	-	0,1	-
<i>Gastroclonium reflexum</i>	-	0,4	-	-	2,3	-
<i>Gayliella flaccida</i>	-	0,1	-	-	1,2	-
<i>Gelidium pulchellum</i>	-	0,1	-	-	0,1	-
<i>Gelidium pusillum</i>	0,2	0,4	2,9	0,8	20,3	12,3
<i>Hildenbrandia rubra</i>	0,1	0,1	0,1	0,4	0,1	0,1
<i>Hypnea musciformis</i>	-	0,1	-	-	0,1	-
<i>Jania rubens</i>	-	0,1	-	-	0,1	-
<i>Mesophyllum lichenoides</i>	-	-	0,1	-	-	7,3
<i>Padina pavonica</i>	-	0,1	-	-	0,1	-
<i>Phormidium</i> sp.	-	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Phymatolithon lenormandii</i>	0,1	0,2	0,7	0,5	2,2	0,6
<i>Ralfsia verrucosa</i>	1,7	0,1	3,2	0,3	1,3	1,7
<i>Rhizoclonium</i> sp.	-	0,1	0,1	-	0,4	0,1
<i>Rhodothamniella floridula</i>	-	0,1	-	-	0,9	-
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	-	0,3	-	-	0,1	-
<i>Taonia atomaria</i>	-	0,1	-	-	0,1	-
<i>Ulva clathrata</i>	-	0,5	0,1	-	0,1	0,4
<i>Ulva rigida</i>	-	0,2	0,1	-	2,9	0,1
<i>Vertebrata reptabunda</i>	-	0,1	22,8	-	6,1	8,0

Tabla 9. Cobertura media de las especies de algas registradas en la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 de la localidad de Portuondo en el periodo 2020-2022.

PORTUONDO - Vegetación Intermareal												
	ESTACIÓN 1						ESTACIÓN 2					
	NIVEL 1,2 m			NIVEL +0,75 m			NIVEL +1,2 m			NIVEL +0,75 m		
	20	21	22	20	21	22	20	21	22	20	21	22
<i>Blidingia minima</i>	0,4	0,1	-	0,1	0,1	-	0,2	0,1	-	0,1	0,1	-
<i>Caulacanthus ustulatus</i>	12,2	22,8	17,2	30,1	0,2	7,8	12,2	21,8	24,4	13,3	5,6	13,3
<i>Centroceras clavulatum</i>	0,1	9,6	1,8	0,4	1,6	7,8	0,1	1,9	1,1	1,2	5,1	8,0
<i>Ceramium botryocarpum</i>	-	0,1	0,1	-	0,1	0,1	-	0,1	0,1	-	0,1	0,1
<i>Ceramium sp.</i>	-	0,1	-	-	0,1	-	-	0,1	-	-	1,7	-
<i>Chaetomorpha ligustica</i>	-	0,1	-	-	0,1	-	-	0,1	-	-	0,1	-
<i>Chondracanthus acicularis</i>	-	0,1	0,1	-	4,2	2,8	0,1	0,1	6,1	4,2	13,3	1,2
<i>Chondria coerulescens</i>	-	0,1	-	-	0,1	-	-	0,1	-	-	0,1	-
Cianoficeas	0,1	-	0,2	0,1	-	0,1	0,3	-	0,1	0,1	-	0,1
<i>Cladophora prolifera</i>	0,8	0,1	-	0,8	0,1	-	-	0,1	-	-	0,1	-
<i>Cladophora sp.</i>	-	0,1	0,1	-	0,1	0,2	0,1	0,1	0,6	0,4	0,3	0,2
<i>Cladostephus spongiosus</i>	-	0,1	-	-	0,1	-	-	0,1	-	-	0,5	-
<i>Codium fragile</i>	-	0,1	-	-	1,6	-	-	0,1	-	-	0,1	-
<i>Dasya sp.</i>	-	0,1	-	-	0,1	-	-	0,1	-	-	0,1	-
<i>Derbesia tenuissima</i>	-	0,1	-	-	0,1	-	-	0,1	-	-	0,1	-
<i>Ellisolandia elongata</i>	-	0,1	0,1	-	0,4	0,1	0,1	0,1	3,4	4,2	6,9	6,2
<i>Enteromorpha sp.</i>	-	0,1	-	-	0,1	-	-	0,1	-	-	0,1	-
<i>Falkenbergia rufolanosa</i>	-	0,1	-	-	0,1	-	-	0,1	-	-	0,1	-
<i>Gastroclonium reflexum</i>	-	0,1	-	-	0,7	-	-	0,1	-	-	4,5	-
<i>Gayliella flaccida</i>	-	0,1	-	-	0,1	-	-	0,1	-	-	2,4	-
<i>Gelidium pulchellum</i>	-	0,1	-	-	0,1	-	-	0,1	-	-	0,2	-
<i>Gelidium pusillum</i>	0,1	0,8	1,6	0,3	0,1	4,2	1,6	34,4	20,6	0,1	6,2	3,9
<i>Hildenbrandia rubra</i>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,7	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
<i>Hypnea musciformis</i>	-	0,1	-	-	0,1	-	-	0,1	-	-	0,1	-
<i>Jania rubens</i>	-	0,1	-	-	0,1	-	-	0,1	-	-	0,1	-
<i>Mesophyllum lichenoides</i>	-	-	0,1	-	-	0,1	-	-	8,9	-	-	5,8
<i>Padina pavonica</i>	-	0,1	-	-	0,1	-	-	0,1	-	-	0,1	-
<i>Phormidium</i>	-	0,2	0,1	-	0,2	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Phymatolithon lenormandii</i>	0,2	0,4	0,4	0,1	0,1	0,9	0,8	2,7	1,1	0,1	1,7	0,1
<i>Ralfsia verrucosa</i>	3,3	0,1	4,1	0,1	0,1	2,3	0,5	2,5	3,1	0,1	0,1	0,3
<i>Rhizoclonium sp.</i>	-	0,1	0,1	-	0,1	0,1	-	0,1	0,1	-	0,8	0,1
<i>Rhodothamniella floridula</i>	-	0,1	-	-	0,1	-	-	1,7	-	-	0,1	-
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	-	0,1	-	-	0,6	-	-	0,1	-	-	0,1	-
<i>Taonia atomaria</i>	-	0,1	-	-	0,1	-	-	0,1	-	-	0,1	-
<i>Ulva clathrata</i>	-	0,5	0,1	-	0,4	0,1	-	0,1	0,1	-	0,2	0,8
<i>Ulva rigida</i>	-	0,2	0,1	-	0,3	0,1	-	0,1	0,1	-	5,7	0,1
<i>Vertebrata reptabunda</i>	-	0,1	21,2	-	0,1	24,4	-	3,9	7,4	-	8,3	8,6

Tabla 10. Cobertura media de las especies de algas registradas en 2 niveles batimétricos (+1,25 m y +0,75 m) de la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 de la localidad de Portuondo en el periodo 2020-2022.

LAIDA - Vegetación Intermareal

	ESTACIÓN 1			ESTACIÓN 2		
	20	21	22	20	21	22
<i>Antithamnionella ternifolia</i>	-	0,1	-	-	0,1	-
<i>Blidingia minima</i>	0,2	0,3	0,1	0,1	0,2	0,3
<i>Caulacanthus ustulatus</i>	23,7	19,2	27,8	42,2	17,1	35,8
<i>Centroceras clavulatum</i>	0,1	9,2	4,0	2,6	17,4	3,4
<i>Chaetomorpha mediterranea</i>	-	0,1	-	-	0,1	-
Cianofíceas	0,1	0,1	0,1	0,6	0,4	0,6
Clorófitos	-	0,1	-	-	0,1	-
<i>Derbesia tenuissima</i>	-	0,1	-	-	0,1	-
<i>Gelidium pusillum</i>	4,5	3,2	3,1	0,2	1,0	2,9
<i>Hildenbrandia rubra</i>	0,9	0,9	1,1	0,1	0,1	0,4
<i>Phormidium</i> sp.	0,6	2,8	0,1	-	0,1	0,3
<i>Phymatolithon lenormandii</i>	-	0,2	0,3	0,1	0,1	0,3
<i>Polysiphonia atlantica</i>	-	0,1	-	-	0,1	-
<i>Ralfsia verrucosa</i>	0,5	1,1	1,4	0,4	0,3	1,0
<i>Ulva</i> sp.	-	0,1	0,1	-	0,1	0,1
<i>Vertebrata reptabunda</i>	-	-	0,1	-	-	0,2

Tabla 11. Cobertura media de las especies de algas registradas en la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 de la localidad de Laida en el periodo 2020-2022.

	LAIDA - Vegetación Intermareal											
	ESTACIÓN 1						ESTACIÓN 2					
	NIVEL +1,2 m			NIVEL +0,75 m			NIVEL +1,2 m			NIVEL +0,75 m		
	20	21	22	20	21	22	20	21	22	20	21	22
<i>Antithamnionella ternifolia</i>	-	0,1	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-
<i>Blidingia minima</i>	0,3	0,6	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,4	0,6	-	-	0,1
<i>Caulacanthus ustulatus</i>	4,1	21,7	18,4	43,3	16,7	37,2	25,6	26,7	29,4	58,9	7,4	42,2
<i>Centroceras clavulatum</i>	0,1	0,1	0,1	0,1	18,3	7,9	0,2	1,4	0,1	5,1	33,4	6,8
<i>Chaetomorpha mediterranea</i>	-	0,1	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
Cianofíceas	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,8	0,4	0,8	0,3	0,3	0,3
Clorófitos	-	0,1	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Derbesia tenuissima</i>	-	0,1	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gelidium pusillum</i>	8,7	3,8	0,9	0,4	2,7	5,2	-	-	1,1	0,4	1,9	4,7
<i>Hildenbrandia rubra</i>	1,7	1,8	2,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,8	-	-	0,1
<i>Phormidium</i> sp.	0,1	0,8	0,1	1,3	4,7	0,3	-	-	0,2	-	-	0,3
<i>Phymatolithon lenormandii</i>	-	0,1	0,1	-	0,4	0,4	0,1	0,1	0,3	-	0,1	0,2
<i>Polysiphonia atlantica</i>	-	0,1	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ralfsia verrucosa</i>	0,7	2,2	2,7	0,2	0,1	0,2	0,8	0,6	0,9	-	0,1	1,1
<i>Ulva</i> sp.	-	0,1	0,1	-	0,1	0,2	-	-	0,1	-	-	0,2
<i>Vertebrata reptabunda</i>	-	-	0,1	-	-	0,1	-	-	0,7	-	-	0,1

Tabla 12. Cobertura media de las especies de algas registradas en 2 niveles batimétricos (+1,25 m y +0,75 m) de la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 de la localidad de Laida en el periodo 2020-2022.

TABLAS DE COBERTURA DE MACROINVERTEBRADOS

	PORTUONDO - Fauna Intermareal					
	ESTACIÓN 1			ESTACIÓN 2		
	20	21	22	20	21	22
<i>Aaptos aaptos</i>	0,4	0,1	0,2	1,1	0,6	0,2
<i>Bittium reticulatum</i>	-	0,1	-	-	-	-
<i>Bugula neritina</i>	0,1	-	-	-	-	-
<i>Chthamalus stellatus</i>	0,3	-	0,2	0,3	-	0,1
<i>Clibanarius erythropus</i>	-	0,1	0,4	0,3	0,5	0,9
<i>Crassostrea</i> sp.	28,0	5,3	16,6	37,5	2,0	13,6
Crisiidae indet.	-	-	-	-	0,1	-
<i>Eulalia viridis</i>	0,1	0,1	-	0,2	-	-
<i>Janua heterostropha</i>	0,2	0,1	0,4	0,3	0,4	0,2
<i>Lithophaga caudigera</i>	-	0,1	-	-	0,1	-
Membraniporidae indet.	0,1	0,1	-	-	0,6	-
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	0,2	0,1	-	0,3	-	0,1
Nereidae indet.	-	0,1	-	0,1	-	-
<i>Ocenebra erinaceus</i>	0,3	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>	0,1	0,1	0,1	-	0,1	-
<i>Patella</i> sp.	0,3	0,1	0,2	0,2	0,1	0,3
<i>Perforatus perforatus</i>	0,3	0,1	0,1	0,9	0,5	0,2
Porifera indet.	-	0,1	-	-	-	-
<i>Rocellaria dubia</i>	0,1	0,3	-	0,1	0,1	0,1
Sabellariidae indet.	0,1	0,1	1,9	-	1,3	-
<i>Serpula concharum</i>	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2
Smitinidae indet.	-	-	0,1	-	-	-
<i>Spirobranchus triqueter</i>	0,3	0,3	0,2	-	0,2	0,1
<i>Steromphala umbilicalis</i>	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,4
<i>Tritia incrassata</i>	-	0,1	-	0,1	0,1	-
<i>Tritia reticulata</i>	-	-	-	-	0,1	-
<i>Watersipora subtorquata</i>	2,0	7,3	0,4	1,2	10,1	0,5

Tabla 13. Cobertura media de las especies de invertebrados registrados en la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 de la localidad de Portuondo en el periodo 2020-2022.

PORTUONDO - Fauna Intermareal												
	ESTACIÓN 1						ESTACIÓN 2					
	NIVEL 1,25 m			NIVEL 0,75 m			NIVEL 1,25 m			NIVEL 0,75 m		
	20	21	22	20	21	22	20	21	22	20	21	22
<i>Aptos aptos</i>	-	0,1	0,1	0,8	-	0,4	-	0,4	-	2,1	0,8	0,4
<i>Bittium reticulatum</i>	-	-	-	-	0,2	0,1	-	-	-	-	-	0,1
<i>Bugula neritina</i>	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chthamalus stellatus</i>	0,5	-	0,3	-	-	0,1	0,7	-	0,2	-	-	0,1
<i>Clibanarius erythropus</i>	-	0,1	0,7	-	0,1	0,2	-	0,5	1,3	0,5	0,4	0,4
<i>Crassostrea</i> sp.	51,1	10,3	28,3	4,9	0,2	4,9	75,0	3,9	27,2	-	-	-
Crisiidae indet.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Eulalia viridis</i>	0,1	0,1	-	0,1	0,1	-	-	-	-	0,3	-	-
<i>Janua heterostropha</i>	0,2	0,1	0,4	0,2	0,1	0,3	-	0,4	0,3	0,6	0,4	0,2
<i>Lithophaga caudigera</i>	-	0,1	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,1	-
Membraniporidae indet.	-	0,1	-	0,1	-	-	-	1,1	-	-	-	-
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	0,3	0,1	-	0,1	-	-	0,7	-	0,1	-	-	-
Nereidae indet.	-	-	0,1	-	0,1	-	-	-	-	0,1	-	-
<i>Ocenebra erinaceus</i>	0,2	0,2	0,1	0,4	0,1	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-	-	0,1	-	-	0,1	0,1
<i>Patella</i> sp.	0,5	0,3	0,2	-	-	0,2	0,3	0,1	0,3	-	0,2	0,2
<i>Perforatus perforatus</i>	0,3	0,3	0,1	0,3	-	0,1	1,8	0,8	0,3	-	0,2	0,1
Porifera indet.	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rocellaria dubia</i>	-	-	-	0,1	0,5	-	-	-	0,1	0,1	0,2	0,2
Sabellariidae indet.	-	0,1	0,1	0,3	-	3,8	-	2,5	0,1	-	-	-
<i>Serpula concharum</i>	0,1	0,3	-	0,2	0,1	0,2	0,1	-	0,2	-	0,2	0,2
Smitinidae indet.	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spirobranchus triqueter</i>	0,1	0,4	0,1	0,4	0,2	0,2	-	0,3	0,2	-	0,1	0,1
<i>Steromphala umbilicalis</i>	0,1	0,1	0,3	-	-	0,1	0,3	0,2	0,5	-	0,1	0,3
<i>Tritia incrassata</i>	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	0,1	0,1	-
<i>Tritia reticulata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Watersipora subtorquata</i>	-	9,9	0,4	4,0	4,7	0,5	-	13,4	0,2	2,4	6,8	0,8

Tabla 14. Cobertura media de las especies de invertebrados registrados en 2 niveles batimétricos (+1,25 m y +0,75 m) de la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 de la localidad de Portuondo en el periodo 2020-2022.

LAIDA - Fauna Intermareal

	ESTACIÓN 1			ESTACIÓN 2		
	20	21	22	20	21	22
<i>Aptos aptos</i>	-	-	0,2	-	-	0,3
<i>Austrominius modestus</i>	-	-	0,1	-	-	0,1
Bivalvia indet.	-	-	0,2	-	0,1	0,2
<i>Chthamalus stellatus</i>	7,9	1,9	0,2	0,3	0,2	0,2
<i>Clibanarius erythropus</i>	-	0,1	0,1	-	0,1	0,1
<i>Crassostrea</i> sp.	50,9	56,4	29,2	28,4	21,7	18,9
<i>Eulalia viridis</i>	-	-	-	0,1	-	-
<i>Ficopomatus enigmaticus</i>	-	-	0,1	-	0,1	0,1
<i>Janua heterostropha</i>	-	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2
<i>Lithophaga caudigera</i>	-	-	0,1	-	-	-
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	0,1	0,1	0,2	-	-	-
Nereidae indet.	-	-	0,1	-	-	0,1
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1
<i>Patella</i> sp.	1,2	0,3	0,3	0,5	0,3	0,3
<i>Perforatus perforatus</i>	0,1	-	-	0,1	0,1	0,1
Planaria indet.	-	-	-	-	0,1	-
Sabellaridae indet.	-	-	0,1	-	-	-
<i>Serpula concharum</i>	0,1	0,1	-	0,1	0,1	-
<i>Spirobranchus triqueter</i>	-	0,2	0,1	-	0,1	-
<i>Steromphala umbilicalis</i>	-	0,1	0,2	0,1	-	-
<i>Suberites</i> sp.	0,3	0,3	-	0,2	0,4	-
<i>Watersipora subtorquata</i>	-	0,1	-	-	-	-

Tabla 15. Cobertura media de las especies de invertebrados registrados en la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 de la localidad de Laida en el periodo 2020-2022.

	LOCALIDAD LAIDA - Fauna Intermareal											
	ESTACIÓN 1						ESTACIÓN 2					
	NIVEL 1,2 m			NIVEL 0,75 m			NIVEL 1,2 m			NIVEL 0,75 m		
	20	21	22	20	21	22	20	21	22	20	21	22
<i>Aptos aptos</i>	-	-	-	-	-	0,4	-	-	0,1	-	-	0,5
<i>Austrominius modestus</i>	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	0,1
Bivalvia indet.	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	0,2	0,3
<i>Chthamalus stellatus</i>	15,7	3,7	0,4	-	0,1	-	0,5	0,3	0,4	-	-	0,1
<i>Clibanarius erythropus</i>	-	0,1	0,2	-	-	0,1	-	-	-	-	0,1	0,2
<i>Crassostrea</i> sp.	58,3	89,4	42,2	43,4	23,4	16,1	33,9	35,0	18,3	22,9	8,4	19,4
<i>Eulalia viridis</i>	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	0,1	-	-
<i>Ficopomatus enigmaticus</i>	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	0,2	0,1
<i>Janua heterostropha</i>	-	0,2	0,2	-	0,3	0,2	0,1	0,3	0,1	0,2	0,3	0,2
<i>Lithophaga caudigera</i>	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	0,1	0,1	0,4	0,1	-	-	-	-	-	-	-	0,1
Nereidae indet.	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,1	-	-	-
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>	-	-	-	0,1	0,2	0,1	-	0,3	-	0,2	0,3	0,1
<i>Patella</i> sp.	2,3	0,6	0,7	0,1	-	-	0,9	0,6	0,5	0,1	-	0,1
<i>Perforatus perforatus</i>	-	-	-	0,2	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	0,1
Planaria indet.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-
Sabellaridae indet.	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Serpula concharum</i>	-	-	-	0,1	0,2	-	-	0,1	-	0,1	0,1	0,1
<i>Spirobranchus triqueter</i>	-	-	-	-	0,3	0,2	-	0,1	-	-	0,1	-
<i>Steromphala umbilicalis</i>	-	0,1	0,3	-	0,1	0,1	-	-	-	0,1	-	-
<i>Suberites</i> sp.	-	-	-	0,7	0,7	-	-	-	-	0,4	0,9	-
<i>Watersipora subtorquata</i>	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 16. Cobertura media de las especies de invertebrados registrados en 2 niveles batimétricos (+1,25 m y +0,75 m) de la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 de la localidad de Laida en el periodo 2020-2022.

LISTA DE LOS TAXONES ESTUÁRICOS REGISTRADOS

MACROALGAS

Phylum Chlorophyta

Blidingia minima (Nägeli ex Kützing) Kylin
Cladophora sp.
Rhizoclonium riparium (Roth) Harvey 1849
Ulva clathrata (Roth) C.Agardh
Ulva rigida C.Agardh

Phylum Ochrophyta

Ralfsia verrucosa (Areschoug) Areschoug 1845

Phylum Rhodophyta

Caulacanthus ustulatus (Mertens ex Turner) Kützing
Centroceras clavulatum (C.Agardh) Montagne
Ceramium botryocarpum A.W.Griffiths ex Harvey
Chondracanthus acicularis (Roth) Fredericq
Ellisolandia elongata (J.Ellis & Solander) K.R.Hind & G.W.Saunders
Gelidium pusillum (Stackhouse) Le Jolis
Hildenbrandia rubra (Sommerfelt) Meneghini
Mesophyllum lichenoides (J.Ellis) M.Lemoine
Phymatolithon lenormandii (J.E.Areschoug) Adey
Vertebrata reptabunda (Suhr) Díaz-Tapia & Maggs

Phylum Cyanophyta

Phormidium sp.

MACROINVERTEBRADOS

Phylum Porifera

Aaptos aaptos (Schmidt, 1864)

Phylum Mollusca

Bittium reticulatum (da Costa, 1778)
Bivalvia indet. Linnaeus, 1758
Crassostrea sp. Sacco, 1897
Leiosolenus aristatus (Dillwyn, 1817)
Mytilus galloprovincialis Lamarck, 1819
Ocenebra erinaceus (Linnaeus, 1758)
Patella sp. Linnaeus, 1758
Roccellaria dubia (Pennant, 1777)
Steromphala umbilicalis (da Costa, 1778)

Phylum Annelida

Eulalia viridis (Linnaeus, 1767)
Ficopomatus enigmaticus (Fauvel, 1923)
Janua heterostropha (Montagu, 1803)

Nereididae Blainville, 1818
Sabellariidae indet. Johnston, 1865
Serpula concharum Langerhans, 1880
Spirobranchus triqueter (Linnaeus, 1758)

Phylum Arthropoda

Austrominius modestus (Darwin, 1854)
Chthamalus stellatus (Poli, 1791)
Clibanarius erythropus (Latreille, 1818)
Pachygrapsus marmoratus (J.C. Fabricius, 1787)
Perforatus perforatus (Bruguière, 1789)

Phylum Bryozoa

Pentapora foliacea (Ellis & Solander, 1786)
Smittinidae indet. Levinsen, 1909

ANEXO

COMUNIDADES MARINAS

INVENTARIOS DE MACROALGAS

PUNTA MURGOA Fecha: 10-10-2022 Nivel intermareal Área Especies / muestra	ESTACIÓN 1																		
	Superior (+ 1,25 m)									Inferior (+ 0,75 m)									
	1			2			3			1			2			3			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
<i>Acrosorium ciliolatum</i>		+		+	+		+	+	+		+	+	1	1	+		+	+	+
<i>Bifurcaria bifurcata</i>													5		1		1	1	
<i>Bornetia secundiflora</i>													1						
<i>Caulacanthus ustulatus</i>	5	5	1	1	+	1		1	+										
<i>Centroceras clavulatum</i>	50	60	50	60	35	70	30	50	30	20	15	25	20	30	20	20	30	20	
<i>Ceramium botryocarpum</i>												+	+						
<i>Chaetomorpha linum</i>				+	+	+		+											
<i>Champia parvula</i>														+					
<i>Chondracanthus acicularis</i>	10	20	5	5	5	5	5	10	5	10	1	5	15	10	15	15	10	20	
<i>Chondria coerulescens</i>		+										1	5	1	+				
<i>Cladophora lehmanniana</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+				
<i>Cladostephus spongiosus</i>												1							
<i>Codium adhaerens</i>					1				5										
<i>Codium fragile</i>									+										
<i>Colpomenia peregrina</i>		+																	
<i>Dasya rigidula</i>		+		+															
<i>Dictyota dichotoma</i>	+	+			+				10					+				+	
<i>Ellisolandia elongata</i>	85	70	75	75	80	75	75	80	70	50	50	60	50	40	25	50	60	40	
<i>Ericaria selaginoides</i>		+		+				+	+	40	50	20	25	20	10	10	15	20	
<i>Gastroclonium ovatum</i>																	+		
<i>Gastroclonium reflexum</i>	+	+						+	+					+	+	+			
<i>Gayliella flaccida</i>											+	1			+				
<i>Gelidium pulchellum</i>	+		5		+	+	+	+											
<i>Gelidium spinosum</i>	+	1	+	+	1			+	+	1	1	+	10	5	1	1			
<i>Gongolaria baccata</i>		+							+										
<i>Halopteris filicina</i>											15			1	5	10	5	1	
<i>Halopteris scoparia</i>																10	5		
<i>Halurus equisetifolius</i>																	1		
<i>Hypnea musciformis</i>	+	15	+	5	1	+	+	+	+	5		5	5	1	1	10	1	5	
<i>Jania rubens</i>		1		+			+	+		+	1	5	5	1	5		+	5	
<i>Laurencia obtusa</i>	10	5	15	10	15	10	15	10	5										
<i>Laurencia pyramidalis</i>						+													
<i>Lithophyllum incrustans</i>	10	15	10	10	10	5	15	10	10				5	10	20	1			
<i>Lomentaria articulata</i>		1			+			+	+										
<i>Mesophyllum lichenoides</i>	1	5	1	1	5	5	5	5	5	5	10	15	5	5	1	10	15	10	
<i>Nitophyllum punctatum</i>										1		+					+		
<i>Osmundea pinnatifida</i>	5	5	5	1	5	5	5	5	5										
<i>Peyssonnelia atropurpurea</i>		+						+							+		+		+
<i>Peyssonnelia squamaria</i>																			
<i>Phymatolithon lenormandii</i>	5	5	5	10	5	5	5	+	5										
<i>Plocamium cartilagineum</i>		+						+	1	+									
<i>Pterocladia capillacea</i>										1		1		1					
<i>Pterosiphonia complanata</i>										1	+	+	+						
<i>Ralfsia verrucosa</i>	+	1	+	5	1	+	+	+	+										
<i>Sphacelaria rigidula</i>	15	10	15	10	15	1	10	20	10										
<i>Trailliella intricata</i>	5	5	+	+	1		5	5	+									+	
<i>Ulva clathrata</i>	5	1	5	1	1	1	1	+	+										
<i>Ulva prolifera</i>	5	1	5	1	1	5	5	+	+										
<i>Ulva rigida</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+		1	+	+	+	1	
<i>Zanardinia typus</i>										1			5	1	5	1	15	5	

Tabla 17. Inventarios de la flora intermareal de la Estación 1 de la Localidad Punta Murgoa. Campaña 2022.

PUNTA MURGOA		ESTACIÓN 2																	
Fecha: 10-10-2022		Superior (+ 1,25 m)									Inferior (+ 0,75 m)								
Nivel intermareal		1			2			3			1			2			3		
Área		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Especies / muestra		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Acrosorium ciliolatum</i>			+			+	+	5	1	1		+			+			+	
<i>Ahnfeltiopsis devoniensis</i>				+		+													
<i>Bifurcaria bifurcata</i>		1				15	10	5	10	5									
<i>Bornetia secundiflora</i>												+			+				
<i>Centroceras clavulatum</i>		30	50	60	70	30	50	20	25	20	30	15	20	10	5	1	5		
<i>Ceramium botryocarpum</i>																			+
<i>Ceramium echionotum</i>		+	+																
<i>Champia parvula</i>																			+
<i>Chondracanthus acicularis</i>		5	5	1	10	5			5	5	1	15	10	5	5	1	5		
<i>Chondria coerulescens</i>															1				
<i>Cladophora lehmanniana</i>												+				+			
<i>Cladostephus spongiosus</i>					11		5	5	5	10	10								
<i>Codium adhaerens</i>				1															
<i>Codium fragile</i>						1													
<i>Colpomenia peregrina</i>		+		+											+				
<i>Derbesia tenuissima</i>		+		1	+														
<i>Dictyota cyanoloma</i>															+				
<i>Dictyota dichotoma</i>					+	1	+	1	1	+			+						
<i>Ellisolandia elongata</i>		70	40	30	50	15	40	60	80	50	40	35	50	30	40	60	35	50	60
<i>Ericaria selaginoides</i>										1									30
<i>Gastroclonium reflexum</i>				1							1	15	30	20	60	75	50	60	30
<i>Gayliella flaccida</i>											1	+			1		+		
<i>Gelidium corneum</i>																			10
<i>Gelidium spinosum</i>		1	+	+	1						5	5	1		1	5	5	5	1
<i>Halopteris filicina</i>									1	5	5	1		5			1		
<i>Halopteris scoparia</i>								20	1	1							1	1	1
<i>Hypnea musciformis</i>			5	10	5	5	10	1	5	15	15	5	10	15	25	10	10	10	5
<i>Jania rubens</i>				1		1	+	1	1	1	5	1	5	1	1	5	1	5	1
<i>Laurencia obtusa</i>		5	1	10	5	1			+										
<i>Lithophyllum incrustans</i>		1	1	1	5	20	5	5	1	1	15	20	5	1	5	5	10	15	1
<i>Mesophyllum lichenoides</i>		5	10	10	5	10	5	10	1	15	10	20	5	5	1		5	1	1
<i>Nitophyllum punctatum</i>												+	1	+			+		
<i>Osmundea pinnatifida</i>			10	5	1	+													
<i>Peyssonnelia atropurpurea</i>						+	1		+	1	+								
<i>Peyssonnelia squamaria</i>												5							
<i>Pterocladia capillacea</i>											1	5	15	10	1	5	1		
<i>Pterosiphonia complanata</i>											+	1	+	1	5	1	5	10	5
<i>Ralfsia verrucosa</i>		+	1	1		+	+	+											
<i>Sargassum muticum</i>												1			5				
<i>Sphacelaria cirrosa</i>		1	+		+			+	1	+									
<i>Sphacelaria rigidula</i>		1	+		+	+		+	+	+									
<i>Taonia atomaria</i>														+					
<i>Trailiella intricata</i>		1	+				+	1	5	+									
<i>Ulva clathrata</i>		1	1	5	1														
<i>Ulva rigida</i>		1	1	+	1	+	+	+	+	5	+	1	+		+	+	+	+	+
<i>Zanardinia typus</i>											1	5		1	5	5	10	5	

Tabla 18. Inventarios de la flora intermareal de la Estación 2 de la Localidad Punta Murgoa. Campaña 2022.

Izaro																			
Fecha: 5-7-2022																			
Site		Estación 1						Estación 2											
Nivel batimétrico		- 5 m						- 5 m											
Área		1			2			3			1			2			3		
Especies / muestra		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Acrosorium ciliolatum</i>		1	+	1	+		+												+
<i>Aglaothamnion cordatum</i>		1	1	1	1	1	5	1	10	10									
<i>Aphanocladia stichidiosa</i>		10	15	10	10	10	10	5	5	10	1	20	15	10	15	10	5	10	1
<i>Apoglossum ruscifolium</i>												+							
<i>Asparagopsis armata</i>		1	+	1	1	+	1				1	+	1	5	1	5	+	1	1
<i>Bonnemaïssonia hamifera</i>				1		5			1										
<i>Bryopsis hypnoides</i>																10			
<i>Bryopsis plumosa</i>		5	5	1	1	+	1	1	1									1	+
<i>Callithamnion granulatum</i>																			+
<i>Centroceras clavulatum</i>		5	1	5	1	10	10	10	5	5									
<i>Ceramium botryocarpum</i>			5	+			1						5	1	+	1			+
<i>Ceramium ciliatum</i>		5	1	5	1		5	5	1		10	5	1	1	5	10	1	1	5
<i>Ceramium echionotum</i>		70	50	70	65	70	45	15	10	20	10	+	10	30	20	25	15	50	40
<i>Champia parvula</i>		1			1	1	+		5	5			1				1	+	
<i>Chondria coerulescens</i>											1	+							
<i>Chrysmenia ventricosa</i>														1		1	1	1	
<i>Cladophora lehmanniana</i>			5	1								+	5	+	+	+	1	+	1
<i>Cladophora pellucida</i>		+	1	1	1			+	+	+									
<i>Cladophora prolifera</i>															1				+
<i>Cladostephus spongiosus</i>									5		10								
<i>Codium decortcatum</i>											5			5				10	15
<i>Codium fragile</i>		1	1	1	5		1												
<i>Codium vermilara</i>														5	1				1
<i>Colpomenia peregrina</i>		1	+		+	1	1	+		+	1	1	1	5			+	1	1
<i>Cryptopleura ramosa</i>										1									
<i>Desmarestia ligulata</i>															15		5		
<i>Dictyopteris polypodioides</i>								1											
<i>Dictyota cyanoloma</i>					+			+											
<i>Dictyota dichotoma</i>		1	+		1	+	1		+	1	1	+	+	+	+	+			1
<i>Ellisolandia elongata</i>		30	20	25	30	15	55	75	75	70	20	30	20	25	40	50	60	1	40
<i>Gayliella flaccida</i>		1	+		+					+	15	5	10	5	10	5	10	15	10
<i>Gelidium attenuatum</i>									5										
<i>Gelidium corneum</i>													1		1	1			
<i>Gelidium spinosum</i>		+		5	5	+	10	1	1					1				1	5
<i>Halopteris filicina</i>			5	1			1				5	1	1	1			10	1	
<i>Halopteris scoparia</i>						5													
<i>Heterosiphonia japonica</i>											1		1	5	1	10	5	1	5
<i>Hypnea musciformes</i>					5	15	5		5		10	+						5	
<i>Jania rubens</i>		1	1	1					1	5	1	1	10	5	1	10	1	+	1
<i>Liagora viscida</i>											1								
<i>Lithophyllum incrustans</i>		1			+			15	5	15	10	15	1	5		10	1		
<i>Mesophyllum lichenoides</i>		65	60	80	45	65	40	50	50	70	5	20	10	5	5	10	10	1	1
<i>Microcladia glandulosa</i>														+		1			
<i>Nitophyllum punctatum</i>		1	1	1	1	1	1	5	1	1	1		+				1		+
<i>Padina pavonica</i>				1	1			+	1				+						
<i>Peyssonnelia atropurpurea</i>		1											1	5	1	1			
<i>Peyssonnelia squamaria</i>		5	5		1									5	10	5			
<i>Pterosiphonia complanata</i>											5	1	+		1				
<i>Pterothamnion crispum</i>			+						+										
<i>Sargassum vulgare</i>								5											
<i>Sphondylothamnion multifidum</i>		1		1		+			1										
<i>Taonia atomaria</i>		1	5	1	5	10	1	1	5	1	5	1	10	10	1	1	5	15	5
<i>Thuretella schouesboi</i>			1	+		5	1	1											
<i>Ulva pseudocurvata</i>				1		+	1	1		+									1
<i>Zanardinia typus</i>		1	10	10	1		5	5	10	5	5	10	1		1	+			

Tabla 20. Inventarios de la flora submareal de la Estación 1 y Estación 2 de la Localidad Izaro. Campaña 2022.

ANTZORAS Fecha: 26-9-2022 Nivel intermareal Área Especies / muestra	ESTACIÓN 1																	
	Superior (+ 1,25 m)									Inferior (+ 0,75 m)								
	1			2			3			1			2			3		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Acrosorium ciliolatum</i>																		
<i>Ahnfeltiopsis devoniensis</i>																		
<i>Antiithamnionella ternifolia</i>																		
<i>Apoglossum ruscifolium</i>																		
<i>Bifurcaria bifurcata</i>																		
<i>Bornetia secundiflora</i>																		
<i>Caulacanthus ustulatus</i>																		
<i>Centroceras clavulatum</i>	5	5	5	10	15	40	5	5	20	1	1	1	1		+	5	10	15
<i>Ceramium botryocarpum</i>																		
<i>Ceramium echionotum</i>																		
<i>Chaetomorpha linum</i>																		
<i>Champia parvula</i>																		
<i>Chondracanthus acicularis</i>																		
<i>Cladophora laetivirens</i>																		
<i>Cladophora lehmanniana</i>																		
<i>Cladophora pellucida</i>																		
<i>Cladostephus spongiosus</i>																		
<i>Codium adhaerens</i>	80	60	80	70	50	30	90	20	50									
<i>Codium fragile</i>																		
<i>Dictyota dichotoma</i>																		
<i>Ectocarpáceas</i>																		
<i>Ellisolandia elongata</i>	15	20	5	25	40	50	10	75	20	10	15	10	10	10	5	5	10	15
<i>Ericaria selaginoides</i>																		
<i>Gelidium attenuatum</i>																		
<i>Gelidium pulchellum</i>																		
<i>Halopteris filicina</i>	1																	
<i>Halopteris scoparia</i>	1	1	+	1		1				85	65	60	75	70	60	50	20	20
<i>Hypnea musciformis</i>										1	15	5	15	5	10	5	10	25
<i>Jania rubens</i>	1			1	+	1				+	10	5				5	1	5
<i>Laurencia obtusa</i>	+																	
<i>Lithophyllum incrustans</i>										5	5	5	5	10	5	5	15	1
<i>Mesophyllum lichenoides</i>	+									70	10	10	5	5	10			
<i>Padina pavonica</i>																		
<i>Phymatolithon lenormandii</i>																		
<i>Pleonosporium borneri</i>																		
<i>Plocamium cartilagineum</i>																		
<i>Pterocladia capillacea</i>																		
<i>Ralfsia verrucosa</i>																		
<i>Sphacelaria cirrosa</i>	+																	
<i>Sphacelaria rigidula</i>																		
<i>Taonia atomaria</i>																		
<i>Trailiella intricata</i>																		
<i>Ulva clathrata</i>																		
<i>Ulva prolifera</i>																		
<i>Ulva rigida</i>																		
<i>Vertebrata reptabunda</i>	10																	
<i>Xiphosiphonia pennata</i>																		
<i>Zanardinia typus</i>	+																	

Tabla 21. Inventarios de la flora intermareal de la Estación 1 de la Localidad Antzoras. Campaña 2022.

ANTZORAS		ESTACIÓN 2																			
Fecha: 9-10-2022		Superior (+ 1,25 m)									Inferior (+ 0,75 m)										
Nivel intermareal		1			2			3			1			2			3				
Área		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
Especies / muestra		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
<i>Acrosorium ciliolatum</i>													+	+	+	+			+		
<i>Antithamnion amphigeneum</i>													1	+							
<i>Ahnfeltiopsis devoniensis</i>													1	+	+	+	+	+			
<i>Antithamnionella ternifolia</i>													1	+	+	+	+	+			
<i>Apoglossum ruscifolium</i>													+	+	+	+	+	+			
<i>Bifurcaria bifurcata</i>		+						+	5				+	15	25	5	+	+	10	5	+
<i>Caulacanthus ustulatus</i>		+	5	+	5	5	5	1	+	+											
<i>Centroceras clavulatum</i>		5	20	5	10	+	5	15	40	20			+	+	+			+	5	+	5
<i>Ceramium echinotum</i>		+	1	1	1	1	+						+	+							
<i>Chaetomorpha linum</i>		+	+										+								
<i>Chondracanthus acicularis</i>		1	5	+	+			+	5	+	+		1	5	5		5	10	5	5	10
<i>Cladophora lehmanniana</i>		+	+	1	+	+	+	+	+	+											
<i>Cladophora prolifera</i>																			+		
<i>Cladostephus spongiosus</i>					+	5		1	+	+	+		30	5	10	10	10	5	5		
<i>Codium adharens</i>		85	10	75	60	75	30	70	30	60											
<i>Ellisolandia elongata</i>		1	30	5	25	1	30	15	25	10			40	30	40	30	25	25	20	25	20
<i>Ericaria selaginoides</i>		+						+					25	75	25	50	65	25	60	50	40
<i>Gastroclonium reflexum</i>		+																			
<i>Gelidium attenuatum</i>														+	+						
<i>Gelidium pulchellum</i>			+			+	5														
<i>Hildenbrandia rubra</i>			5										+	5		10					
<i>Halopteris filicina</i>		+	+	5				25	25	15			10	5	5	1	5	+	5	1	
<i>Halopteris scoparia</i>		+											5	10	40	15	25	10	10	5	10
<i>Halopithys incurva</i>															+					1	+
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>							+						+	+	+	+				+	
<i>Hypnea musciformis</i>			5	+				10	5	1			10	5	5	10	5	5	5	10	30
<i>Jania rubens</i>		+	+	+	+		+	+	+	+			10	5	5	5	5	5	5	5	5
<i>Laurencia obtusa</i>						+	+														
<i>Lithophyllum incrustans</i>								5					30	25	10	30	50	20	40	40	25
<i>Lychaete pellucida</i>														+	+						
<i>Mesophyllum lichenoides</i>		+			1		+						25	20	10	5	5	1	5	10	10
<i>Osmundea pinnatifida</i>		+		+	+		+														
<i>Padina pavonica</i>		+	+					1													
<i>Peyssonnelia atropurpurea</i>														+	1	5	1	1	+		
<i>Phymatholiton lenormandii</i>		1	5	5	1								10	+							
<i>Plocamium cartilagineum</i>																			+	+	
<i>Pterosiphonia complanata</i>													+	+	5	+	+	+	+		
<i>Ralfsia verrucosa</i>			1	+	1	25	5							1			5	5			
<i>Sphacelaria cirrosa</i>		+	+	+	+	1	+	+	+	+											
<i>Sphacelaria rigidula</i>		15	20	20	20	15	20	5	25	15					5					+	
<i>Ulva clathrata</i>		1		1	5	1	5	+	5	5				+							
<i>Ulva prolifera</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+				+							
<i>Ulva rigida</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+				+	+	+					
<i>Vertebrata reptabunda</i>		1	20	10	10	5	5	5	5	5					10	5	5	10	10	10	+
<i>Xiphosiphonia ardreana</i>														+	1	+					
<i>Zanardinia typus</i>													5	10	10	10	10	15	15	10	10

Tabla 22. Inventarios de la flora intermareal de la Estación 2 de la Localidad Antzoras. Campaña 2022.

Antzoras																				
Fecha: 4-7-2022																				
Site																				
Nivel batimétrico																				
Area																				
Especies / muestra																				
Estación 1										Estación 2										
- 5 m										- 5 m										
1			2			3			1			2			3					
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
<i>Acrosorium ciliolatum</i>	1	+	5	1	1				1		+	1	5	1			1			
<i>Aglaothamnion cordatum</i>									5	1		1	5	1	5	5				
<i>Ahnfeltiopsis devoniensis</i>									1		1	1	+		+		1			
<i>Apoglossum ruscifolium</i>	1	+							1		+			+						
<i>Bonnemaisonia hamifera</i>									1		1	5	1	1			1			
<i>Bornetia secundiflora</i>	1		+						1	+		+				+				
<i>Bryopsis plumosa</i>											+	+				+				
<i>Ceramium echionotum</i>									1			1		1			+			
<i>Champia parvula</i>							+										1			
<i>Chondracanthus teedei</i>												5	15							
<i>Cladostephus spongiosus</i>																	1			
<i>Codium vermilara</i>																	10			
<i>Corallina officinalis</i>	5	1			1		1										1			
<i>Cryptopleura ramosa</i>	20	1	10	5		1			10			30	40	25	20	10	20	5	5	5
<i>Deltalsia parasitica</i>					+							5	5	1	1		1		5	
<i>Derbesia tenuissima</i>														+		+				
<i>Dictyopteris polypodioides</i>					1									1						
<i>Dictyota dichotoma</i>																1	1	10	1	
<i>Ellisolandia elongata</i>	15	5	10	5	5	1	1	30	5	30	10	10	5	1	5	15	5	5	5	
<i>Falkenbergia rufolanosa</i>							+	1	1			+		+		+				
<i>Gayliella flaccida</i>									1											
<i>Gelidium corneum</i>	10		15	5		15				5	10	5	1	5						
<i>Gelidium spinosum</i>													1	1	5					5
<i>Gigartina pistillata</i>	1	1						1						1	5					
<i>Gongolaria baccata</i>	100	90	75	95	80	90	100	30	100	100	100	100	95	100	100	95	100	100		
<i>Halicystis parvula</i>														+		+				
<i>Halopithys incurva</i>					15							1	5	10	1	5	1			1
<i>Halopteris filicina</i>													1						1	
<i>Halurus equisetifolius</i>		5		1	10	5	1		5	1	5	5		1	5			1	1	
<i>Herposiphonia tenella</i>														1						
<i>Heterosiphonia japonica</i>									5											
<i>Heterosiphonia plumosa</i>					+										10	1	10	1		
<i>Jania rubens</i>		10	5	+	1	10	5	10	5											
<i>Lithophyllum incrustans</i>		5	1	5	5	1		10		10	5	10	1	1	10					10
<i>Mesophyllum lichenoides</i>	25	60	40	50	40	60	40	30	25	30	50	45	50	70	55	40	55	50		
<i>Nitophyllum punctatum</i>												+	+			1				
<i>Padina pavonica</i>												1		+				1		+
<i>Peyssonnelia squamaria</i>															1					
<i>Phyllophora crispa</i>				10		5						5	1	15	10			5	10	
<i>Plocamium cartilagineum</i>										5	5	5	1		1	1				+
<i>Plocamium raphelisanum</i>				1																
<i>Pterosiphonia complanata</i>	1	5	15	10	1	1	5	5	10	20	20	25	15	10	15	20	10	5		
<i>Rhodymenia pseudopalmeta</i>			10		1	1	1		1	5	1	5	5	1	5					
<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>	10					15	10	10	10	10	5									
<i>Trailliella intricata</i>														+	+					
<i>Ulva pseudocurvata</i>	+	1	1		1	10		1					+			+	+			
<i>Xiphosiphonia ardreaana</i>		1		1	1		+		+	5	5	10	10	5	15			5	15	
<i>Xiphosiphonia pennata</i>					1	+														
<i>Zanardinia typus</i>		10	20	+	5	10	30	5	15	40	10	5	5		5	5				5

Tabla 23. Inventarios de la flora submareal de la Estación 1 y Estación 2 de la Localidad Antzoras. Campaña 2022.

INVENTARIOS DE MACROINVERTEBRADOS

PUNTA MURGOA Fecha: 10-10-2022 Nivel intermareal Área Especies / muestra	ESTACIÓN 1																		
	Superior (+ 1,25 m)									Inferior (+ 0,75 m)									
	1			2			3			1			2			3			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
<i>Aaptos aaptos</i>																			+
<i>Beania magellanica</i>												+							+
<i>Bittium reticulatum</i>									+	+				+					+
<i>Calcarea indet.</i>										+		+							+
<i>Cereus pedunculatus</i>																			+
<i>Chthamalus stellatus</i>	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+			+				+	+
<i>Clibanarius erythropus</i>												+		+				+	+
<i>Cliona celata</i>										+		+	+	+	+				+
<i>Conopeum seurati</i>										+		+	+		+	+			+
<i>Diodora graeca</i>								+											
<i>Eriphia verrucosa</i>								+											
<i>Eulalia viridis</i>					+	+			+										
<i>Gibbula umbilicalis</i>								+											
<i>Haliclona cinerea</i>									+			+						1	+
<i>Hypselodoris cantabrica</i>															+				+
<i>Janua heterostropha</i>																		+	+
<i>Jassa falcata</i>										+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Leiosolenus aristatus</i>	+		+				+	+											
<i>Nereididae indet.</i>									+										
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>	+	+	+	+	+	+			+										
<i>Pachymatisma johnstonia</i>												5							
<i>Paracentrotus lividus</i>	+	+																	
<i>Patella ulyssiponensis</i>	1	5	5	5	+	10	1	5	1	+				+	+	+	+		+
<i>Pisa armata</i>										+				+	+				+
<i>Polyopthalmus pictus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Porifera indet.</i>																		+	+
<i>Rocellaria dubia</i>			+	+					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Serpula concharum</i>	+		+	+			+	+	+	+				+					+
<i>Spirobranchus spp.</i>						+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+
<i>Sycon ciliatum</i>										+					+				
<i>Tritia incrassata</i>										+				+					+
<i>Tritia reticulata</i>										+	+	+			+	+			+
<i>Turbicellepora magnicostata</i>																			+

Tabla 24. Inventarios de la fauna intermareal de la Estación 1 de la Localidad Punta Murgoa. Campaña 2022.

PUNTA MURGOA		ESTACIÓN 2																		
Fecha: 10-10-2022		Superior (+ 1,25 m)									Inferior (+ 0,75 m)									
Nivel intermareal		1			2			3			1			2			3			
Área		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Especies / muestra		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
<i>Acanthochitona crinita</i>																				
<i>Alpheus macrocheles</i>																				
<i>Apothys perieri</i>																				
<i>Beania magellanica</i>																				
<i>Bittium reticulatum</i>																				
<i>Chthamalus stellatus</i>																				
<i>Clibanarius erythropus</i>																				
<i>Cliona celata</i>																				
<i>Eulalia viridis</i>																				
<i>Gasteropoda indet.</i>																				
<i>Gibbula umbilicalis</i>																				
<i>Haliclona cinerea</i>																				
<i>Janua heterostropha</i>																				
<i>Jassa falcata</i>																				
<i>Lepidochitona cinerea</i>																				
<i>Leiosolenus aristatus</i>																				
<i>Ocenebra erinaceus</i>																				
<i>Ocinebrina aciculata</i>																				
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>																				
<i>Patella ulyssiponensis</i>																				
<i>Pisa armata</i>																				
<i>Polyopthalmus pictus</i>																				
<i>Rocellaria dubia</i>																				
<i>Serpula concharum</i>																				
<i>Spirobranchus spp.</i>																				
<i>Sycon ciliatum</i>																				
<i>Tricolia pullus</i>																				
<i>Tritia incrassata</i>																				
<i>Xantho sp.</i>																				

Tabla 25. Inventarios de la fauna intermareal de la Estación 2 de la Localidad Punta Murgoa. Campaña 2022.

PUNTA MURGOA		Estación 1									Estación 2									
Fecha: 6-7-2022		1			2			3			1			2			3			
Site		- 5 m									- 5 m									
Nivel batimétrico		1			2			3			1			2			3			
Área		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Especies / muestra		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
<i>Aetea anguina</i>																				
<i>Aglaophenia pluma</i>																				
<i>Anemonia viridis</i>																				
<i>Beania magellanica</i>																				
<i>Bittium reticulatum</i>																				
<i>Calliostoma zizyphinum</i>																				
<i>Chaetopterus variopedatus</i>																				
<i>Clathrina coriacea</i>																				
<i>Cliona celata</i>																				
<i>Clytia hemisphaerica</i>																				
<i>Cribilinidae indet.</i>																				
<i>Electra pilosa</i>																				
<i>Holothuria forskali</i>																				
<i>Hymeniacidon sanguinea</i>																				
<i>Hypselodoris cantabrica</i>																				
<i>Nudibranchia indet.</i>																				
<i>Orthopyxis integra</i>																				
<i>Pachymatisma johnstonia</i>																				
<i>Rocellaria dubia</i>																				
<i>Sabellidae indet.</i>																				
<i>Salacia desmoides</i>																				
<i>Terebella lapidaria</i>																				
<i>Tritia incrassata</i>																				

Tabla 26. Inventarios de la fauna submareal de la Estación 1 y Estación 2 de la Localidad Punta Murgoa. Campaña 2022.

IZARO																				
Fecha: 5-7-2022																				
Site																				
Nivel batimétrico																				
Área																				
Especies / muestra																				
Estación 1										Estación 2										
- 5 m										- 5 m										
1			2			3			1			2			3					
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
<i>Acrosorium ciliolatum</i>	1	+	1	+	5	1	10	+	+	+	+	1	+	1	+	1	+	+		
<i>Aptos aptos</i>	+		+																	
<i>Aglaophenia pluma</i>																		+		
<i>Bittium reticulatum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	1	+	1	1	+	+	1
<i>Calliostoma zizyphinum</i>			+																	
<i>Chaetopterus variopedatus</i>	+	+				+					+									
<i>Clathrina coriacea</i>	+	+	+	+		+								+	+	+				
<i>Cliona celata</i>	+	+																		
<i>Crisia denticulata</i>														+	+	+				
<i>Crisia eburnea</i>		+		+																
<i>Electra pilosa</i>		+		+																
<i>Halopterus sp.</i>																				+
<i>Hymeniacion sanguinea</i>				+			+	+												
<i>Pachymatisma johnstonia</i>	1	+				+						1								
<i>Protula tubularia</i>				+																
<i>Pycnogonida indet.</i>												+								
<i>Rocellaria dubia</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	1	+	+
<i>Sycon ciliatum</i>						+														
<i>Terebella lapidaria</i>												+								
<i>Tritia incrassata</i>		+		+										+		+				

Tabla 27. Inventarios de la fauna submareal de la Estación 1 y Estación 2 de la Localidad Izaro. Campaña 2022.

ANTZORAS																				
Fecha: 26-9-2022																				
Nivel intermareal																				
Área																				
Especies / muestra																				
ESTACIÓN 1																				
Superior (+ 1,25 m)										Inferior (+ 0,75 m)										
1			2			3			1			2			3					
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
<i>Acrosorium ciliolatum</i>												+	1	+	+	+	+			
<i>Aptos aptos</i>		+											+		+	+	+			
<i>Ampithoe ramondi</i>												+	+						+	+
<i>Beania magellanica</i>													+							+
<i>Bittium reticulatum</i>						+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+	
<i>Carcinus maenas</i>												+	+	+		+	+			
<i>Chthamalus stellatus</i>	+	+	+		+		+	+	+	+	+							+		
<i>Clibanarius erythropus</i>			+																	
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	+	+		+	+	+	+	+	+	1				+	+		+	+		
<i>Nereididae indet.</i>		+													+					
<i>Ocenebra erinaceus</i>								+												
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>			+	+	+	+	+	+	+			+					+			+
<i>Patella ulyssiponensis</i>	1	5		+	1	+	+			1										
<i>Pisa armata</i>																			+	+
<i>Polyopthalmus pictus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Rocellaria dubia</i>	+			+																
<i>Sabellaridae indet.</i>												+		+	+	+				
<i>Serpula concharum</i>				+								+		+		+				
<i>Spirobranchus spp.</i>	+																			
<i>Stramonita haemastoma</i>																	1			
<i>Tritia incrassata</i>																	+			
<i>Xantho sp.</i>												+	+							

Tabla 28. Inventarios de la fauna intermareal de la Estación 1 de la Localidad Antzoras. Campaña 2022.

ANTZORAS																				
Fecha: 9-10-2022																				
Nivel intermareal																				
ESTACIÓN 2																				
Superior (+ 1,25 m)																				
Inferior (+ 0,75 m)																				
Área																				
Especies / muestra																				
1			2			3			1			2			3					
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
<i>Acrosorium ciliolatum</i>									+			+			+					
<i>Aptos aaptos</i>															+					
<i>Anemonia viridis</i>															10					
<i>Beania magellanica</i>												+			1 1 +					
+			+			+			+			+			+					
<i>Bittium reticulatum</i>									+			+			+			+		
<i>Chthamalus stellatus</i>												+								
<i>Clibanarius erythropus</i>												+			+					
<i>Clypeosoma celata</i>												1			+					
<i>Eulalia viridis</i>															+					
<i>Gibbula umbilicalis</i>															+					
<i>Mytilus galloprovincialis</i>															+					
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>															+					
<i>Patella ulyssiponensis</i>												5			+					
<i>Perforatus perforatus</i>												+								
<i>Pisa armata</i>												+								
<i>Polyopthalmus pictus</i>									+			+			+					
<i>Rissoa parva</i>									+			+								
<i>Sabellariidae indet.</i>															+					
<i>Spirobranchus spp.</i>												+			+					
<i>Tricolia pullus</i>												+			1					
<i>Tritia incrassata</i>												+			+					
<i>Turbicellepora magnicostata</i>												+			1					

Tabla 29. Inventarios de la fauna intermareal de la Estación 2 de la Localidad Antzoras. Campaña 2022.

ANTZORAS																		
Fecha: 4-7-2022																		
Site																		
Nivel batimétrico																		
Estación 1																		
Estación 2																		
- 5 m																		
- 5 m																		
1			2			3			1			2			3			
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
<i>Aetea anguina</i>									5			5			+			
<i>Bittium reticulatum</i>									+			+			+			
<i>Calcarea indet.</i>												+						
<i>Calliostoma zizyphinum</i>									+			+			+			
<i>Clibanarius erythropus</i>															+			
<i>Conopeum seurati</i>									5			+			+			
<i>Crisia aculeata</i>									+			+			+			
<i>Dynamene pumila</i>												+						
<i>Electra pilosa</i>									1			1			+			
<i>Halecium sp.</i>									1			1			+			
<i>Holothuria forskali</i>															5			
<i>Marthasterias glacialis</i>															5			
<i>Orthopyxis integra</i>															1			
<i>Plumularia obliqua</i>									5			1			+			
<i>Rocellaria dubia</i>									+			+			+			
<i>Salacia desmoides</i>									5			5			+			
<i>Scrupocellaria reptans</i>									10			5			10			
<i>Spirobranchus spp.</i>									+			+			+			
<i>Sycon ciliatum</i>									+			1			+			
<i>Tricolia pullus</i>									+			+			+			
<i>Tritia incrassata</i>									+			+			+			
<i>Turbicellepora magnicostata</i>									5			1			5			
<i>Ventroma halecioides</i>									5			5			1			

Tabla 30. Inventarios de la fauna submareal de la Estación 1 y Estación 2 de la Localidad Antzoras. Campaña 2022.

TABLAS DE COBERTURA DE MACROALGAS

PUNTA MURGOA - Vegetación Intermareal

	ESTACIÓN 1			ESTACIÓN 2		
	20	21	22	20	21	22
<i>Acrosorium ciliolatum</i>	1,4	1,0	0,4	0,2	0,3	0,8
<i>Ahnfeltiopsis devoniensis</i>	0,1	0,1	-	0,1	0,2	0,1
<i>Antithamnionella ternifolia</i>	0,4	0,2	-	-	-	-
<i>Apoglossum ruscifolium</i>	-	0,1	-	-	-	-
<i>Bifurcaria bifurcata</i>	-	-	0,5	3,7	5,1	2,6
<i>Bonnemaisonia hamifera</i>	-	0,1	-	-	-	-
<i>Bornetia secundiflora</i>	-	0,1	0,1	-	0,1	0,1
<i>Bryopsis plumosa</i>	-	0,1	-	-	-	-
<i>Caulacanthus ustulatus</i>	-	0,4	0,8	0,1	0,4	-
<i>Centroceras clavulatum</i>	5,9	8,0	35,3	4,7	15,4	24,5
<i>Ceramium botryocarpum</i>	-	-	0,1	-	0,1	-
<i>Ceramium ciliatum</i>	0,4	0,3	-	-	0,1	-
<i>Ceramium echionotum</i>	0,1	2,1	-	0,4	2,3	0,1
<i>Chaetomorpha linum</i>	-	-	0,1	-	0,1	-
<i>Champia parvula</i>	0,8	0,7	-	0,3	0,2	0,1
<i>Chondracanthus acicularis</i>	2,9	3,6	9,5	5,3	5,1	4,3
<i>Chondracanthus teedei</i>	-	0,1	-	0,5	0,6	-
<i>Chondria coerulescens</i>	3,4	1,6	0,4	1,4	0,3	0,1
<i>Cladophora lehmanniana</i>	0,2	0,2	0,4	0,1	0,3	0,1
<i>Cladostephus spongiosus</i>	2,1	1,6	0,1	1,8	1,7	2,6
<i>Codium adhaerens</i>	1,7	1,4	0,3	-	-	0,1
<i>Codium decorticatum</i>	0,3	-	-	-	-	-
<i>Codium fragile</i>	-	0,3	-	0,1	0,3	0,1
<i>Colpomenia peregrina</i>	0,2	0,7	-	0,1	0,6	0,1
<i>Cryptopleura ramosa</i>	0,8	0,8	-	-	-	-
<i>Dasya hutchinsiae</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Dasya rigidula</i>	-	-	0,1	-	-	-
<i>Derbesia tenuissima</i>	0,2	0,1	-	0,1	-	0,1
<i>Dictyota cyanoloma</i>	0,1	-	-	-	-	-
<i>Dictyota dichotoma</i>	-	0,2	0,7	-	0,6	0,3
<i>Ellisolandia elongata</i>	49,4	63,9	61,7	87,2	67,2	46,4
<i>Ericaria selaginoides</i>	3,4	10,9	11,8	4,6	25,4	21,7
<i>Falkenbergia rufolanosa</i>	0,4	0,5	-	0,1	0,3	-
<i>Gastroclonium ovatum</i>	-	-	-	0,3	-	-
<i>Gastroclonium reflexum</i>	0,6	0,3	0,2	2,9	0,2	0,2
<i>Gayliella flaccida</i>	0,4	-	0,1	-	-	0,2
<i>Gelidium attenuatum</i>	-	0,3	-	0,3	0,3	-
<i>Gelidium corneum</i>	1,1	1,1	-	-	0,1	0,6
<i>Gelidium pulchellum</i>	-	0,4	0,4	0,2	0,4	-
<i>Gelidium spinosum</i>	0,4	0,4	1,3	0,5	1,9	1,7
<i>Gongolaria baccata</i>	-	-	0,1	-	-	-
<i>Halopteris filicina</i>	-	-	2,1	1,7	0,4	1,0
<i>Halopteris scoparia</i>	7,2	0,6	0,8	0,6	3,0	1,4
<i>Halurus equisetifolius</i>	0,1	0,1	0,1	-	0,1	-
<i>Herposiphonia tenella</i>	7,4	2,6	-	1,6	0,1	-
<i>Hypnea musciformis</i>	0,1	1,0	3,2	0,2	4,4	8,9
<i>Jania rubens</i>	1,3	3,3	1,4	1,2	0,8	1,7
<i>Laurencia obtusa</i>	1,9	1,3	5,3	4,5	2,6	1,3
<i>Laurencia pyramidalis</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Lithophyllum incrustans</i>	3,2	1,4	7,3	1,7	4,6	6,4
<i>Lomentaria articulata</i>	0,1	-	0,1	0,1	-	-
<i>Lychaete pellucida</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Mesophyllum lichenoides</i>	6,5	7,1	6,1	4,4	4,9	6,6
<i>Nitophyllum punctatum</i>	-	-	0,1	0,1	-	0,1
<i>Osmundea pinnatifida</i>	0,1	1,1	2,3	2,1	0,8	0,9
<i>Peyssonnelia atropurpurea</i>	0,1	0,1	0,1	-	0,1	0,2
<i>Peyssonnelia squamaria</i>	-	-	-	-	-	0,3
<i>Phymatolithon lenormandii</i>	-	0,3	2,5	-	-	-
<i>Plocamium cartilagineum</i>	2,4	0,9	0,2	1,3	0,1	-
<i>Polysiphonia atlantica</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Pterocladia capillacea</i>	2,6	4,5	0,2	1,5	0,3	2,1
<i>Pterosiphonia complanata</i>	0,6	0,9	0,1	0,8	0,4	1,6
<i>Pterothamnion crispum</i>	-	-	-	0,1	-	-
<i>Ralfsia verrucosa</i>	0,2	0,6	0,6	0,2	0,3	0,2
<i>Sargassum muticum</i>	-	-	-	-	-	0,3
<i>Sphacelaria cirrosa</i>	0,3	0,3	-	-	0,7	0,2
<i>Sphacelaria rigidula</i>	0,9	0,4	5,9	0,6	4,8	0,2
<i>Taonia atomaria</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Trailiella intricata</i>	1,1	0,9	1,3	-	0,1	0,5
<i>Ulva clathrata</i>	-	0,1	0,9	-	0,4	0,4
<i>Ulva prolifera</i>	-	0,1	1,3	-	0,4	-
<i>Ulva rigida</i>	0,6	0,6	0,5	0,2	1,0	0,8
<i>Zanardinia typus</i>	4,9	1,8	1,8	0,4	2,3	1,8

Tabla 31. Cobertura media de las especies de algas registradas en la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 de la localidad de Punta Murgoa en el periodo 2020-2022.

PUNTA MURGOA - Vegetación Intermareal												
	ESTACIÓN 1						ESTACIÓN 2					
	NIVEL 1,2 m			NIVEL 0,75 m			NIVEL 1,2 m			NIVEL 0,75 m		
	20	21	22	20	21	22	20	21	22	20	21	22
<i>Acrosorium ciliolatum</i>	0,7	0,2	0,3	2,2	1,7	0,6	0,2	0,2	0,9	0,2	0,5	0,6
<i>Ahnfeltiopsis devoniensis</i>	-	0,1	-	0,2	0,2	-	0,1	-	0,1	0,2	0,4	-
<i>Anthamionella ternifolia</i>	0,7	0,1	-	0,1	0,3	-	-	-	-	0,1	-	-
<i>Apoglossum ruscifolium</i>	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Bifurcaria bifurcata</i>	-	-	-	-	-	1,0	5,2	1-	5,1	2,2	0,2	-
<i>Bonnemaisonia hamifera</i>	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bornetia secundiflora</i>	-	-	-	-	0,2	0,1	-	-	-	-	0,1	0,2
<i>Bryopsis plumosa</i>	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Caulacanthus ustulatus</i>	-	0,8	1,7	-	-	-	0,1	0,8	-	-	-	-
<i>Centroceras clavulatum</i>	6,9	13,3	48,3	4,8	2,7	22,2	8,8	25,7	39,4	0,7	5,2	9,6
<i>Ceramium botryocarpum</i>	-	0,1	-	-	-	0,1	-	-	-	-	0,1	0,1
<i>Ceramium ciliatum</i>	0,5	0,2	-	0,3	0,3	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Ceramium echinotum</i>	-	2,2	-	0,2	1,9	-	0,4	4,1	0,1	0,5	0,6	-
<i>Chaetomorpha linum</i>	-	0,1	0,2	-	-	-	0,1	0,2	-	-	-	-
<i>Champia parvula</i>	0,4	0,1	-	1,3	1,2	0,1	0,2	0,2	-	0,3	0,2	0,1
<i>Chondracanthus acicularis</i>	2,7	3,7	7,8	3,1	3,6	11,2	5,4	4,4	4,1	5,2	5,8	4,6
<i>Chondracanthus teedei</i>	-	-	-	-	0,2	-	0,2	-	-	0,8	1,2	-
<i>Chondria coerulea</i>	0,9	0,1	0,1	5,9	3,1	0,8	2,2	0,1	0,1	0,7	0,4	0,1
<i>Cladophora lehmanniana</i>	0,4	0,3	0,5	-	0,1	0,3	0,2	0,4	-	-	0,1	0,1
<i>Cladostephus spongiosus</i>	-	0,1	-	4,2	3,2	0,1	1,7	3,0	5,1	1,9	0,4	-
<i>Codium adhaerens</i>	0,1	0,1	0,7	3,3	2,8	-	-	-	0,1	-	-	-
<i>Codium decorticatum</i>	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Codium fragile</i>	-	-	0,1	-	0,6	-	0,1	0,1	0,1	0,2	0,6	-
<i>Colpomenia peregrina</i>	0,2	1,2	0,1	0,2	0,2	-	0,2	1,0	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Cryptopleura ramosa</i>	-	-	-	1,6	1,6	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Dasya hutchinsiae</i>	-	-	-	-	0,1	-	-	0,1	-	-	-	-
<i>Dasya rigidula</i>	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Derbesia tenuissima</i>	0,3	0,2	-	-	-	-	-	-	0,2	0,1	-	-
<i>Dictyota cyanoloma</i>	0,2	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Dictyota dichotoma</i>	-	0,4	1,3	-	-	0,1	-	1,1	0,5	-	0,1	0,1
<i>Ellisolandia elongata</i>	57,2	8-	76,1	41,7	47,8	47,2	82,8	75,6	48,3	91,7	58,9	44,4
<i>Ericaria selaginoides</i>	0,2	0,1	0,2	6,7	21,7	23,3	0,8	0,3	0,1	8,3	50,6	43,3
<i>Falkenbergia rufolanosa</i>	0,1	0,5	-	0,7	0,6	-	0,2	0,3	-	0,1	0,3	-
<i>Gastroclonium ovatum</i>	-	-	-	-	-	0,1	0,6	-	-	-	0,1	-
<i>Gastroclonium reflexum</i>	0,4	0,2	0,2	0,8	0,4	0,2	5,3	0,4	0,1	0,6	0,1	0,2
<i>Gayliella flaccida</i>	0,2	-	-	0,6	-	0,2	-	-	-	-	-	0,3
<i>Gelidium attenuatum</i>	-	-	-	-	0,7	-	0,1	-	-	0,6	0,7	-
<i>Gelidium corneum</i>	-	-	-	2,2	2,2	-	-	-	-	-	0,1	1,1
<i>Gelidium pulchellum</i>	0,1	0,8	0,8	-	-	-	0,2	0,7	-	0,1	-	-
<i>Gelidium spinosum</i>	0,6	0,4	0,5	0,3	0,3	2,2	0,1	0,1	0,3	0,9	3,8	3,1
<i>Gongolaria baccata</i>	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Halopteris filicina</i>	-	-	-	-	-	4,1	-	0,7	0,7	3,4	0,1	1,3
<i>Halopteris scoparia</i>	-	-	-	14,4	1,3	1,7	0,3	1,8	2,4	0,9	4,2	0,3
<i>Halurus equisetifolius</i>	-	-	-	0,2	0,2	0,1	-	-	-	-	0,1	-
<i>Herposiphonia tenella</i>	4,8	-	-	1-	5,1	-	0,6	0,2	-	2,6	0,1	-
<i>Hypnea musciformis</i>	0,2	1,9	2,7	0,1	0,1	3,7	0,1	0,7	6,2	0,3	8,1	11,7
<i>Jania rubens</i>	0,7	0,7	0,3	1,8	5,9	2,6	0,7	0,9	0,6	1,6	0,7	2,8
<i>Laurencia obtusa</i>	3,7	2,6	10,6	-	-	-	9,0	5,1	2,5	-	-	-
<i>Laurencia pyramidalis</i>	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lithophyllum incrustans</i>	6,2	2,6	10,6	0,2	0,2	4,0	2,3	5,5	4,3	1,1	3,7	8,6
<i>Lomentaria articulata</i>	0,3	-	0,3	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-
<i>Lychaete pellucida</i>	0,1	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	0,1	-
<i>Mesophyllum lichenoides</i>	7,9	6,8	3,7	5,1	7,3	8,4	4,6	1,8	7,9	4,2	8,0	5,3
<i>Nitophyllum punctatum</i>	-	-	-	0,1	-	0,2	0,1	-	-	0,1	0,1	0,3
<i>Osmundea pinnatifida</i>	0,3	2,2	4,6	-	0,1	-	4,1	1,6	1,8	0,2	0,1	-
<i>Peyssonnelia atropurpurea</i>	-	-	0,1	0,2	0,2	0,2	-	-	0,4	-	0,2	-
<i>Peyssonnelia squamaria</i>	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	0,6
<i>Phymatolithon lenormandii</i>	-	-	5,1	-	0,7	-	-	-	-	-	-	-
<i>Plocamium cartilagineum</i>	2,5	-	0,3	2,2	1,7	0,1	2,3	-	-	0,2	0,3	-
<i>Polysiphonia atlantica</i>	0,1	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-
<i>Pterocladia capillacea</i>	0,2	-	-	5,1	8,9	0,3	0,1	-	-	2,9	0,6	4,2
<i>Pterosiphonia complanata</i>	-	-	-	1,2	1,7	0,3	0,3	-	-	1,2	0,7	3,2
<i>Pterothamnion crispum</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-
<i>Ralfsia verrucosa</i>	0,4	1,1	1,1	-	-	-	0,4	0,5	0,4	-	0,1	-
<i>Sargassum muticum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7
<i>Sphacelaria cirrosa</i>	0,6	0,6	-	-	-	-	-	1,3	0,4	-	-	-
<i>Sphacelaria rigidula</i>	1,8	0,9	11,8	-	-	-	1,0	9,6	0,4	0,2	-	-
<i>Taonia atomaria</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Trailliella intricata</i>	1,2	1,3	2,5	0,9	0,4	0,1	-	0,1	0,9	-	0,1	-
<i>Ulva clathrata</i>	-	0,3	1,7	-	-	-	-	0,8	0,9	-	-	-
<i>Ulva prolifera</i>	-	0,1	2,7	-	0,1	-	-	0,7	-	-	-	-
<i>Ulva rigida</i>	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	0,5	0,2	1,4	1,2	0,2	0,6	0,4
<i>Zanardinia typus</i>	1,9	-	-	7,9	3,6	3,7	0,1	0,4	-	0,8	4,1	3,6

Tabla 32. Cobertura media de las especies de algas registradas en 2 niveles batimétricos (+1,25 m y +0,75 m) de la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 de la localidad de Punta Murgoa en el periodo 2020-2022.

PUNTA MURGOA - Flora Submareal

	ESTACIÓN 1			ESTACIÓN 2		
	20	21	22	20	21	22
<i>Acrosorium ciliolatum</i>	0,5	0,6	1,1	1,6	1,7	0,4
<i>Aglaothamnion tenuissimum</i>	-	-	-	-	-	0,6
<i>Aglaothamnion cordatum</i>	1,7	2,7	8,9	-	-	-
<i>Ahnfeltiopsis devoniensis</i>	-	0,3	0,2	0,2	-	0,1
<i>Antithamnionella ternifolia</i>	-	-	-	0,5	0,3	0,1
<i>Aphanocladia stichidiosa</i>	0,9	-	4,2	0,2	8,3	4,7
<i>Apoglossum ruscifolium</i>	-	0,3	-	-	-	0,1
<i>Asparagopsis armata</i>	-	-	0,1	-	-	0,7
<i>Bonnemaïsonia asparagoides</i>	-	-	3,7	-	-	1,9
<i>Bonnemaïsonia hamifera</i>	-	1,1	-	-	0,1	-
<i>Bornetia secundiflora</i>	0,1	0,2	0,1	0,3	0,1	0,1
<i>Bryopsis hypnoides</i>	-	-	-	0,1	-	-
<i>Bryopsis plumosa</i>	0,2	0,2	0,2	-	0,2	0,1
<i>Calliblepharis ciliata</i>	-	-	0,2	-	-	-
<i>Callophyllis laciniata</i>	-	-	-	0,6	-	2,2
<i>Centroceras clavulatum</i>	-	-	0,4	-	-	-
<i>Ceramium botryocarpum</i>	-	-	-	-	0,1	0,1
<i>Ceramium ciliatum</i>	0,2	-	-	-	3,0	0,1
<i>Ceramium echionotum</i>	2,0	1,1	1,6	-	-	-
<i>Champia parvula</i>	0,1	1,1	3,8	-	-	0,1
<i>Chondracanthus acicularis</i>	-	-	5,3	-	0,7	2,9
<i>Chondracanthus teedei</i>	0,7	2,4	1,0	-	-	0,8
<i>Chrysmenia ventricosa</i>	-	-	-	-	-	0,2
<i>Chylocladia verticillata</i>	-	-	0,7	-	0,1	0,1
Cianofíceas	-	0,2	-	-	-	-
<i>Cladophora lehmanniana</i>	0,1	-	-	0,2	0,2	0,2
<i>Cladophora prolifera</i>	-	-	-	0,7	0,2	-
<i>Cladostephus spongiosus</i>	0,1	-	-	1,7	0,1	0,7
<i>Codium fragile</i>	3,4	2,3	0,2	-	3,3	-
<i>Codium vermilara</i>	1,7	-	-	3,3	-	1,1
<i>Colpomenia peregrina</i>	0,1	0,3	0,2	0,1	-	0,2
<i>Corallina officinalis</i>	-	-	-	-	-	0,7
<i>Cryptopleura ramosa</i>	1,4	-	2,3	0,6	-	0,1
<i>Dasya rigidula</i>	-	0,2	0,7	-	-	-
<i>Deltalsia parasitica</i>	0,2	-	-	0,1	-	-
<i>Derbesia tenuissima</i>	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1
<i>Desmarestia ligulata</i>	-	-	0,7	-	-	-
<i>Dictyopteris polypodioides</i>	0,2	-	0,6	-	-	1,7
<i>Dictyota cyanoloma</i>	-	-	0,1	-	-	-
<i>Dictyota dichotoma</i>	0,1	1,7	2,0	-	-	1,9
<i>Dudresnaya verticillata</i>	-	-	0,3	-	-	-
<i>Ellisolandia elongata</i>	11,3	44,1	39,4	2,3	26,3	8,4
<i>Ericaria selaginoides</i>	-	-	2,8	-	-	-
<i>Falkenbergia rufolanosa</i>	0,4	0,4	0,1	-	0,2	0,3
<i>Gayliella flaccida</i>	0,2	0,2	0,3	2,3	0,7	8,9
<i>Gelidium corneum</i>	26,8	13,9	11,8	12,4	5,9	4,6
<i>Gelidium spinosum</i>	0,9	0,7	1,3	0,2	4,7	0,3
<i>Gigartina pistillata</i>	0,1	-	-	-	-	-
<i>Halicystis parvula</i>	-	-	-	0,2	0,2	-
<i>Halophytis incurva</i>	-	0,4	7,3	2,2	1,1	7,9
<i>Halopteris filicina</i>	-	-	0,1	-	-	-
<i>Herposiphonia tenella</i>	-	3,0	0,4	-	9,4	0,5
<i>Heterosiphonia japonica</i>	-	1,4	0,7	0,1	1,2	2,8
<i>Heterosiphonia plumosa</i>	-	-	0,2	-	-	0,1
<i>Hypnea musciformis</i>	-	0,3	-	-	-	-
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	-	-	0,1	-	0,2	-
<i>Jania rubens</i>	0,2	1,3	1,1	0,6	0,1	1,4
<i>Liagora viscida</i>	-	-	-	-	-	0,6
<i>Lithophyllum incrustans</i>	0,8	1,2	3,1	10,0	8,4	15,6
<i>Lychaete pellucida</i>	0,4	0,3	0,1	0,2	-	-
<i>Mesophyllum lichenoides</i>	70,0	56,7	56,1	46,7	37,2	19,4
<i>Microcladia glandulosa</i>	0,2	0,8	0,5	0,1	0,2	0,1
<i>Nitophyllum punctatum</i>	0,3	0,7	0,7	0,2	0,5	-
<i>Peyssonnelia atropurpurea</i>	0,2	0,8	0,4	1,4	0,4	1,0
<i>Peyssonnelia squamaria</i>	3,6	0,2	-	8,9	5,0	3,3
<i>Plocamium cartilagineum</i>	0,8	1,4	-	-	-	-
<i>Plocamium raphelisianum</i>	-	-	-	-	-	0,6
<i>Pterosiphonia complanata</i>	8,0	8,5	5,7	7,0	0,3	0,9
<i>Pterothamnion plumula</i>	0,1	0,2	-	-	0,1	-
<i>Rhodymenia pseudopalmeta</i>	0,3	-	-	-	-	-
<i>Scinia furcellata</i>	-	-	-	-	-	0,1
<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>	1,7	-	1,1	-	-	-
<i>Taonia atomaria</i>	1,3	0,2	0,4	0,1	1,2	0,2
<i>Thuretella schousboei</i>	0,2	-	-	-	-	-
<i>Trailiella intricata</i>	-	0,2	-	-	0,4	-
<i>Ulva pseudocurvata</i>	0,3	2,6	0,7	0,7	0,2	4,2
<i>Ulvaria obscura</i>	-	-	-	-	0,6	-
<i>Xiphosiphonia ardreana</i>	-	1,3	0,7	-	-	-
<i>Xiphosiphonia pennata</i>	0,2	-	-	0,2	-	0,4
<i>Zanardinia typus</i>	13,4	8,9	8,3	25,0	11,2	19,4

Tabla 33. Cobertura media de las especies de algas registradas en la zona submareal de la Estación 1 y Estación 2 de la localidad de Punta Murgoa en el periodo 2020-2022.

IZARO - Flora Submareal

	ESTACIÓN 1			ESTACIÓN 2		
	20	21	22	20	21	22
<i>Acrosorium ciliolatum</i>	0,2	0,4	0,4	0,4	1,3	0,1
<i>Aglaothamnion cordatum</i>	2,0	3,2	3,4	0,2	-	-
<i>Ahnfeltiopsis devoniensis</i>	-	0,1	-	-	-	-
<i>Antithamnionella ternifolia</i>	-	-	-	-	0,7	-
<i>Aphanocladia stichidiosa</i>	7,9	7,2	9,4	14,4	17,8	9,7
<i>Apoglossum ruscolium</i>	-	0,2	-	-	0,1	0,1
<i>Asparagopsis armata</i>	-	-	0,6	-	-	1,8
<i>Bonnemaisonia asparagoides</i>	-	0,1	-	0,6	0,6	-
<i>Bonnemaisonia hamifera</i>	-	0,3	0,8	-	-	-
<i>Bornetia secundiflora</i>	0,1	0,2	-	0,1	-	-
<i>Bryopsis hypnoides</i>	-	-	-	0,9	-	1,1
<i>Bryopsis plumosa</i>	0,2	0,4	1,7	0,2	4,3	0,2
<i>Callithamnion granulatum</i>	-	-	-	-	-	0,1
<i>Centroceras clavulatum</i>	0,9	4,8	5,8	-	-	-
<i>Ceramium botryocarpum</i>	-	0,1	0,7	0,2	0,1	0,9
<i>Ceramium ciliatum</i>	1,2	0,1	2,6	6,8	40,6	4,3
<i>Ceramium echinotum</i>	8,4	0,4	46,1	-	-	22,3
<i>Champia parvula</i>	1,1	0,2	1,5	0,9	0,1	0,3
<i>Chondracanthus acicularis</i>	-	-	-	0,6	-	-
<i>Chondria coeruleascens</i>	0,1	-	-	0,3	0,1	0,2
<i>Chrysmenia ventricosa</i>	-	-	-	-	0,6	0,4
<i>Cianofíceas</i>	0,1	4,5	-	-	-	-
<i>Cladophora lehmanniana</i>	0,2	-	0,7	0,3	1,3	1,1
<i>Cladophora pellucida</i>	-	-	0,6	-	-	-
<i>Cladophora prolifera</i>	-	-	-	2,5	0,1	0,2
<i>Cladostephus spongiosus</i>	0,7	-	0,6	0,6	-	1,1
<i>Codium decortcatum</i>	-	-	-	1,7	-	3,9
<i>Codium fragile</i>	1,4	0,1	1,0	0,2	0,2	-
<i>Codium vermilara</i>	0,3	-	-	1,1	0,6	0,8
<i>Colpomenia peregrina</i>	0,2	-	0,6	0,2	3,3	1,2
<i>Cryptopleura ramosa</i>	-	-	0,1	-	-	-
<i>Dasya rigidula</i>	0,1	0,2	-	-	-	-
<i>Derbesia tenuissima</i>	0,7	0,4	-	0,3	0,1	-
<i>Desmarestia ligulata</i>	-	-	-	-	-	2,2
<i>Dictyopteris polypodioides</i>	-	-	0,1	-	-	-
<i>Dictyota cyanoloma</i>	-	-	0,1	-	-	-
<i>Dictyota dichotoma</i>	0,1	0,6	0,6	0,6	0,8	0,5
<i>Ellisolandia elongata</i>	68,9	21,7	43,9	19,4	16,7	31,8
<i>Ericaria selaginoides</i>	-	-	-	0,6	2,8	-
<i>Falkenbergia rufolanosa</i>	-	0,3	-	-	-	-
<i>Gayliella flaccida</i>	-	0,1	0,3	3,7	0,2	9,4
<i>Gelidium attenuatum</i>	-	-	0,6	-	-	-
<i>Gelidium corneum</i>	-	-	-	0,2	0,1	0,3
<i>Gelidium spinosum</i>	6,9	1,2	2,6	3,0	5,9	0,8
<i>Halicystis parvula</i>	0,1	0,1	-	0,1	0,1	-
<i>Halopteris filicina</i>	1,5	0,5	0,8	1,1	0,9	2,1
<i>Halopteris scoparia</i>	-	-	0,6	-	-	-
<i>Herposiphonia tenella</i>	1,7	2,3	-	11,1	0,1	-
<i>Heterosiphonia japonica</i>	-	0,3	-	-	3,7	3,2
<i>Hypnea musciformis</i>	8,1	35,6	3,3	-	2,4	1,7
<i>Jania rubens</i>	0,1	0,9	1,0	3,8	0,1	3,4
<i>Liagora viscida</i>	-	-	-	-	-	0,1
<i>Lithophyllum incrustans</i>	4,2	4,9	4,1	6,9	2,3	4,7
<i>Lychaete pellucida</i>	1,8	0,3	-	-	-	-
<i>Mesophyllum lichenoides</i>	81,7	73,9	58,3	41,1	28,9	7,4
<i>Microcladia glandulosa</i>	-	-	-	-	0,2	0,2
<i>Nitophyllum punctatum</i>	0,5	0,4	1,4	0,2	0,7	0,3
<i>Padina pavonica</i>	0,1	1,3	0,4	-	0,1	0,1
<i>Peyssonnelia atropurpurea</i>	-	0,2	0,1	1,2	-	0,9
<i>Peyssonnelia squamaria</i>	1,5	0,4	1,2	3,3	6,1	2,2
<i>Pterosiphonia complanata</i>	-	-	-	1,0	0,7	0,8
<i>Pterothamnion crispum</i>	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-
<i>Sargassum muticum</i>	0,7	5,9	-	-	-	-
<i>Sargassum vulgare</i>	-	-	0,6	-	-	-
<i>Sphondylothamnion multifidum</i>	-	-	0,4	-	-	-
<i>Taonia atomaria</i>	0,7	4,1	3,3	0,2	4,0	5,9
<i>Thuretella schousboei</i>	-	2,7	0,9	-	-	-
<i>Trailliella intricata</i>	-	0,2	-	-	-	-
<i>Ulva pseudocurvata</i>	-	0,3	0,4	-	0,1	0,1
<i>Zanardinia typus</i>	2,7	5,9	5,2	9,0	1,8	1,9

Tabla 34. Cobertura media de las especies de algas registradas en la zona submareal de la Estación 1 y Estación 2 de la localidad de Izaro en el periodo 2020-2022.

ANTZORAS - Vegetación Intermareal

	ESTACIÓN 1			ESTACIÓN 2		
	20	21	22	20	21	22
<i>Acrosorium ciliolatum</i>	0,4	0,3	0,2	3,2	0,3	0,1
<i>Aglaothamnion gallicum</i>	-	0,1	-	-	-	-
<i>Ahnfeltiopsis devoniensis</i>	0,3	0,2	0,1	0,0	0,1	0,2
<i>Antithamnion amphigeneum</i>	-	-	-	-	-	0,1
<i>Antithamnionella ternifolia</i>	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
<i>Apoglossum ruscifolium</i>	-	0,2	0,1	-	-	0,1
<i>Bifurcaria bifurcata</i>	0,4	3,0	11,4	2,6	3,6	3,8
<i>Bornetia secundiflora</i>	0,1	0,2	0,0	0,2	0,0	-
<i>Bryopsis pennata</i>	-	0,1	-	-	-	-
<i>Bryopsis plumosa</i>	-	0,0	-	-	-	-
<i>Calliblepharis jubata</i>	0,1	-	-	-	-	-
<i>Caulacanthus ustulatus</i>	-	-	0,1	0,9	-	1,3
<i>Centroceras clavulatum</i>	2,8	6,8	8,0	6,6	5,6	7,4
<i>Ceramium botryocarpum</i>	-	0,1	0,0	-	-	-
<i>Ceramium ciliatum</i>	-	-	-	0,1	-	-
<i>Ceramium echionotum</i>	0,2	0,7	0,1	0,5	0,0	0,3
<i>Ceramium secundatum</i>	0,0	-	-	-	-	-
<i>Chaetomorpha linum</i>	-	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1
<i>Champia parvula</i>	-	0,3	0,1	-	-	-
<i>Chondracanthus acicularis</i>	7,2	6,6	1,3	6,1	2,9	3,3
<i>Chondracanthus teedei</i>	0,0	0,1	-	-	-	-
<i>Chondria coerulescens</i>	0,4	0,1	-	0,3	0,1	-
<i>Cladophora laetvirens</i>	-	-	0,1	-	-	-
<i>Cladophora lehmanniana</i>	0,1	0,6	0,9	0,3	0,3	0,3
<i>Cladophora prolifera</i>	-	0,0	-	-	-	0,0
<i>Cladostephus spongiosus</i>	0,3	1,4	3,2	0,9	6,4	4,6
<i>Codium adhaerens</i>	0,1	2,3	29,5	2,2	21,4	27,5
<i>Codium decorticans</i>	-	-	-	0,3	0,3	-
<i>Codium fragile</i>	0,1	0,6	0,1	-	-	-
<i>Colpomenia peregrina</i>	-	0,3	-	0,1	0,3	-
<i>Cryptopleura ramosa</i>	0,1	0,1	-	0,4	-	-
<i>Dasya hutchinsiae</i>	-	-	-	0,1	0,0	-
<i>Derbesia tenuissima</i>	-	-	-	0,6	0,1	-
<i>Dictyota dichotoma</i>	0,1	0,6	0,0	0,2	0,6	-
<i>Ectocarpáceas</i>	-	-	4,8	-	-	-
<i>Ellisolandia elongata</i>	88,6	46,1	19,4	35,8	6,6	22,1
<i>Ericaria selaginoides</i>	1,8	26,7	0,2	11,1	15,3	23,1
<i>Falkenbergia rufolanosa</i>	0,1	0,0	-	-	-	-
<i>Gastroclonium ovatum</i>	0,2	0,0	-	-	-	-
<i>Gastroclonium reflexum</i>	0,2	0,1	-	0,1	0,1	0,0
<i>Gelidium attenuatum</i>	-	0,0	0,0	0,1	-	0,1
<i>Gelidium corneum</i>	-	-	-	2,1	-	-
<i>Gelidium pulchellum</i>	0,1	0,1	0,0	-	-	0,3
<i>Gelidium spinosum</i>	0,1	-	-	0,1	0,8	-

Tabla 35. Cobertura media de las especies de algas registradas en la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 de la localidad de Antzoras en el periodo 2020-2022.

ANTZORAS - Vegetación Intermareal

	ESTACIÓN 1			ESTACIÓN 2		
	20	21	22	20	21	22
<i>Gigartina pistillata</i>	-	0,1	-	-	-	-
<i>Grateloupia dichotoma</i>	-	0,0	-	-	-	-
<i>Gymnogongrus crenulatus</i>	-	0,0	-	-	-	-
<i>Haematocelis rubens</i>	0,0	0,0	-	-	-	-
<i>Halicystis parvula</i>	-	-	-	-	0,1	-
<i>Halopithys incurva</i>	0,2	0,4	-	0,9	0,1	0,1
<i>Halopteris filicina</i>	1,6	7,8	4,9	-	0,1	5,8
<i>Halopteris scoparia</i>	30,8	9,8	28,3	26,7	10,8	7,3
<i>Halurus equisetifolius</i>	0,1	0,2	-	0,1	0,0	-
<i>Halurus flosculosus</i>	-	0,1	-	-	-	-
<i>Herposiphonia tenella</i>	-	0,0	-	1,0	-	-
<i>Hildenbrandia rubra</i>	-	-	-	-	-	1,1
<i>Hypnea musciformis</i>	0,6	2,5	5,4	0,1	0,9	5,9
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	0,2	-	-	0,1	0,1	0,2
<i>Jania rubens</i>	1,9	4,3	1,7	6,7	3,5	3,0
<i>Laurencia obtusa</i>	0,9	0,3	0,2	4,3	0,0	0,1
<i>Lithophyllum incrustans</i>	2,2	3,6	3,3	3,4	9,5	15,3
<i>Lychaete pellucida</i>	-	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1
<i>Mesophyllum lichenoides</i>	1,3	6,5	6,3	4,8	5,4	5,2
<i>Nitophyllum punctatum</i>	0,1	-	-	0,1	0,0	-
<i>Osmundea pinnatifida</i>	-	-	-	0,1	0,0	0,1
<i>Padina pavonica</i>	-	-	0,0	-	0,8	0,1
<i>Peyssonnelia atropurpurea</i>	-	-	-	0,1	0,0	0,5
<i>Phymatolithon lenormandii</i>	-	1,6	0,4	-	-	1,3
<i>Pleonosporium borrieri</i>	-	-	0,0	-	-	-
<i>Plocamium cartilagineum</i>	0,2	0,4	0,0	0,3	0,0	0,1
<i>Polysiphonia atlantica</i>	-	-	-	0,1	0,1	-
<i>Pterocladia capillacea</i>	0,6	1,6	0,1	-	0,0	-
<i>Pterosiphonia complanata</i>	0,3	0,9	-	0,3	0,3	0,4
<i>Pterothamnion crispum</i>	0,0	0,0	-	-	-	-
<i>Ralfsia verrucosa</i>	-	1,8	1,4	0,3	0,5	2,4
<i>Sphacelaria cirrosa</i>	-	1,4	0,3	1,6	0,3	0,3
<i>Sphacelaria rigidula</i>	0,1	4,1	0,8	-	1,6	8,9
<i>Symphyocladia parasitica</i>	-	0,0	-	-	-	-
<i>Taonia atomaria</i>	-	0,1	0,0	-	0,1	-
<i>Trailiella intricata</i>	0,1	0,3	0,1	0,4	-	-
<i>Ulva clathrata</i>	-	0,6	0,1	0,1	1,9	1,3
<i>Ulva prolifera</i>	-	0,1	0,1	0,0	-	0,3
<i>Ulva rigida</i>	0,3	0,5	0,3	0,4	0,4	0,3
<i>Vertebrata fruticulosa</i>	0,2	2,0	-	0,1	0,2	-
<i>Vertebrata reptabunda</i>	-	3,8	2,6	-	0,4	6,5
<i>Xiphosiphonia ardreana</i>	-	-	-	0,1	0,1	0,1
<i>Xiphosiphonia pennata</i>	1,0	0,5	0,3	-	-	-
<i>Zanardinia typus</i>	0,6	1,6	0,2	7,3	3,4	5,3

Tabla 35. Cont. Cobertura media de las especies de algas registradas en la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 de la localidad de Antzoras en el periodo 2020-2022.

ANTZORAS - Vegetación Intermareal												
	ESTACIÓN 1						ESTACIÓN 2					
	NIVEL 1,2 m			NIVEL 0,75 m			NIVEL 1,2 m			NIVEL 0,75 m		
	20	21	22	20	21	22	20	21	22	20	21	22
<i>Acrosorium ciliolatum</i>	0,6	0,1	-	0,3	0,5	0,4	3,7	0,1	-	2,7	0,6	0,3
<i>Aglaothamnion gallicum</i>	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ahnfeltiopsis devoniensis</i>	0,2	-	-	0,3	0,3	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1	0,4
<i>Antithamnion amphigeneum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2
<i>Antithamnionella ternifolia</i>	0,1	-	-	-	0,1	0,1	-	-	-	0,1	0,4	0,4
<i>Apoglossum ruscifolium</i>	-	0,1	-	-	0,3	0,1	-	-	-	-	-	0,3
<i>Bifurcaria bifurcata</i>	0,6	2,3	-	0,1	3,7	22,8	1,3	1,4	0,7	3,9	5,8	6,9
<i>Bornetia secundiflora</i>	0,1	-	-	0,1	0,3	0,1	0,2	-	-	0,2	0,1	-
<i>Bryopsis pennata</i>	-	0,1	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bryopsis plumosa</i>	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Calliblepharis jubata</i>	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Caulacanthus ustulatus</i>	-	-	0,1	-	-	-	1,8	-	2,6	-	-	-
<i>Centroceras clavulatum</i>	2,8	5,8	12,2	2,8	7,9	3,8	9,0	10,1	13,4	4,1	1,1	1,4
<i>Ceramium botryocarpum</i>	-	-	-	-	0,2	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Ceramium ciliatum</i>	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-
<i>Ceramium echionotum</i>	0,3	0,8	-	0,1	0,6	0,2	0,9	-	0,6	0,1	0,1	0,1
<i>Ceramium secundatum</i>	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetomorpha linum</i>	-	0,1	0,1	-	0,1	0,2	0,1	-	0,1	-	0,1	0,1
<i>Champia parvula</i>	-	0,1	-	-	0,4	0,2	-	-	-	-	-	-
<i>Chondracanthus acicularis</i>	8,1	3,1	-	6,3	10,1	2,6	3,8	2,7	1,5	8,4	3,0	5,1
<i>Chondracanthus teedei</i>	0,1	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chondria coerulescens</i>	0,7	0,2	-	0,1	-	-	0,7	0,1	-	-	-	-
<i>Cladophora laetvirens</i>	-	-	0,1	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-
<i>Cladophora lehmanniana</i>	0,2	0,7	0,6	0,1	0,4	1,2	0,4	-	0,6	0,1	0,6	-
<i>Cladophora prolifera</i>	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Cladostephus spongiosus</i>	0,3	1,2	0,1	0,3	1,6	6,2	0,7	5,2	0,9	1,2	7,6	8,3
<i>Codium adhaerens</i>	0,1	4,7	58,9	-	-	0,1	2,8	42,9	55,0	1,7	-	-
<i>Codium decorticatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	0,6	-
<i>Codium fragile</i>	-	0,1	-	0,1	1,1	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Colpomenia peregrina</i>	-	0,3	-	-	0,2	-	0,1	0,6	-	0,1	0,1	-
<i>Cryptopleura ramosa</i>	0,1	-	-	-	0,1	-	0,5	-	-	0,4	-	-
<i>Dasya hutchinsiae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-
<i>Derbesia tenuissima</i>	-	-	-	-	-	-	1,1	0,2	-	-	-	-
<i>Dictyota dichotoma</i>	0,1	0,9	-	0,1	0,4	0,1	0,3	0,8	-	0,1	0,3	-
<i>Ectocarpáceas</i>	-	-	8,4	-	-	1,2	-	-	-	-	-	-
<i>Ellisolandia elongata</i>	91,7	51,1	28,9	85,6	41,2	1-	43,3	2,6	15,8	28,3	10,6	28,3
<i>Ericaria selaginoides</i>	0,2	0,1	0,1	3,5	53,3	0,3	0,6	-	0,1	21,7	30,6	46,1
<i>Falkenbergia rufolanosa</i>	0,2	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gastroclonium ovatum</i>	0,3	0,1	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gastroclonium reflexum</i>	0,2	0,2	-	0,1	-	-	0,1	0,1	0,1	-	0,1	-
<i>Gelidium attenuatum</i>	-	-	-	-	0,1	0,1	0,3	-	-	-	-	0,1
<i>Gelidium corneum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,2	-	-

Tabla 36. Cobertura media de las especies de algas registradas en 2 niveles batimétricos (+1,25 m y +0,75 m) de la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 de la localidad de Antzoras en el periodo 2019-2022.

ANTZORAS - Vegetación Intermareal												
	ESTACIÓN 1						ESTACIÓN 2					
	NIVEL 1,2 m			NIVEL 0,75 m			NIVEL 1,2 m			NIVEL 0,75 m		
	20	21	22	20	21	22	20	21	22	20	21	22
<i>Gelidium pulchellum</i>	0,2	0,2	0,1	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-
<i>Gelidium spinosum</i>	0,1	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	1,7	-
<i>Gigartina pistillata</i>	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Grateloupia dichotoma</i>	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gymnogongrus crenulatus</i>	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Haematocelis rubens</i>	-	0,1	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Halicystis parvula</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,1	-
<i>Halopithys incurva</i>	-	-	-	0,3	0,8	-	-	-	-	1,8	0,1	0,2
<i>Halopteris filicina</i>	3,3	14,4	0,1	-	1,2	9,6	-	-	7,9	-	0,2	3,6
<i>Halopteris scoparia</i>	29,4	11,3	0,5	32,2	8,4	56,1	33,3	5,4	0,1	2-	16,1	14,4
<i>Halurus equisetifolius</i>	0,1	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	0,1	0,1
<i>Halurus flosculosus</i>	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Herposiphonia tenella</i>	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	2,0	-	-
<i>Hildenbrandia rubra</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	1,7
<i>Hypnea musciformis</i>	0,3	0,3	0,7	0,9	4,8	10,1	0,2	0,3	2,4	-	1,6	9,4
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	0,2	-	-	0,2	-	-	0,2	-	0,1	0,1	0,1	0,3
<i>Jania rubens</i>	1,7	1,9	0,4	2,2	6,8	2,9	0,5	1,7	0,4	12,9	5,2	5,6
<i>Laurencia obtusa</i>	1,9	0,4	0,1	-	0,1	0,3	8,5	0,1	0,1	-	-	-
<i>Lithophyllum incrustans</i>	0,6	3,1	0,3	3,8	4,2	6,2	-	2,4	0,6	6,8	16,7	3-
<i>Lychaete pellucida</i>	-	-	-	-	0,2	0,1	0,1	-	-	-	0,1	0,1
<i>Mesophyllum lichenoides</i>	1,1	2,4	0,3	1,6	10,6	12,2	6,2	0,7	0,2	3,3	1-	10,1
<i>Nitophyllum punctatum</i>	0,1	-	-	0,2	-	-	-	-	-	0,2	0,1	-
<i>Osmundea pinnatifida</i>	-	-	-	-	-	-	0,2	-	0,2	-	0,1	-
<i>Padina pavonica</i>	-	-	0,1	-	-	-	-	1,6	0,2	-	0,1	-
<i>Peyssonnelia atropurpurea</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,2	0,1	1,0
<i>Phymatolithon lenormandii</i>	-	1,3	-	-	1,9	0,8	-	-	1,3	-	-	1,2
<i>Pleonosporium borneri</i>	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Plocanium cartilagineum</i>	0,3	-	-	0,1	0,7	0,1	0,3	-	-	0,3	0,1	0,1
<i>Polysiphonia atlantica</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-	0,1	0,1	-
<i>Pterocladia capillacea</i>	0,1	-	-	1,0	3,2	0,1	-	-	-	-	0,1	-
<i>Pterosiphonia complanata</i>	0,1	-	-	0,4	1,7	-	0,3	-	-	0,3	0,6	0,8
<i>Pterothamnion crispum</i>	-	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ralfsia verrucosa</i>	-	3,6	2,2	-	0,1	0,7	0,6	0,6	3,6	-	0,4	1,2
<i>Sphacelaria cirrosa</i>	-	2,6	0,5	-	0,2	-	3,1	0,6	0,6	-	-	-
<i>Sphacelaria rigidula</i>	0,2	7,9	0,3	0,1	0,2	1,3	-	2,7	17,2	-	0,4	0,6
<i>Symphyocladia parasitica</i>	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Taonia atomaria</i>	-	-	-	-	0,2	0,1	-	-	-	-	0,1	-
<i>Trailliella intricata</i>	0,1	-	-	0,1	0,7	0,1	0,8	-	-	-	-	-
<i>Ulva clathrata</i>	-	1,1	0,3	-	-	-	0,2	3,8	2,6	-	-	0,1
<i>Ulva prolifera</i>	-	0,2	0,2	-	-	-	0,1	-	0,4	-	-	0,1
<i>Ulva rigida</i>	0,2	0,6	0,1	0,4	0,4	0,6	0,6	0,2	0,5	0,3	0,6	0,2
<i>Vertebrata fruticulosa</i>	0,4	-	-	-	3,9	-	-	-	-	0,2	0,4	-
<i>Vertebrata reptabunda</i>	-	6,6	5,2	-	1,1	-	-	0,8	7,3	-	-	5,6
<i>Xiphosiphonia ardreana</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	0,2	0,2
<i>Xiphosiphonia pennata</i>	-	0,1	-	2,1	0,8	0,5	-	-	-	-	-	-
<i>Zanardinia typus</i>	0,9	-	0,1	0,2	3,2	0,3	1,2	0,1	-	13,4	6,8	10,6

Tabla 36. Cont. Cobertura media de las especies de algas registradas en 2 niveles batimétricos (+1,25 m y +0,75 m) de la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 de la localidad de Antzoras en el periodo 2020-2022.

ANTZORAS - Flora Submareal

	ESTACIÓN 1			ESTACIÓN 2		
	20	21	22	20	21	22
<i>Acrosorium ciliolatum</i>	0,9	1,3	0,9	1,8	2,2	1,1
<i>Aglaothamnion cordatum</i>	2,6	-	-	-	2,8	2,6
<i>Ahnfeltiopsis devoniensis</i>	-	-	-	-	0,1	0,6
<i>Aphanocladia stichidiosa</i>	-	0,2	-	-	-	-
<i>Apoglossum ruscifolium</i>	0,2	0,1	0,2	0,8	0,2	0,2
<i>Bonnemaisonia asparagoides</i>	-	0,3	-	0,8	0,1	-
<i>Bonnemaisonia hamifera</i>	-	-	-	-	-	1,1
<i>Bornetia secundiflora</i>	0,1	-	0,2	0,4	0,5	0,3
<i>Bryopsis plumosa</i>	0,2	-	-	-	0,2	0,2
<i>Calliblepharis ciliata</i>	0,1	-	-	-	0,2	-
<i>Centroceras clavulatum</i>	0,1	-	-	0,6	-	-
<i>Ceramium ciliatum</i>	-	-	-	-	0,1	-
<i>Ceramium echionotum</i>	0,2	-	-	-	0,2	0,4
<i>Champia parvula</i>	0,2	0,2	0,2	0,2	0,9	-
<i>Chondracanthus teedei</i>	-	-	-	-	-	2,2
<i>Cianofíceas</i>	0,4	0,1	-	-	-	-
<i>Cladophora laetevirens</i>	-	0,3	-	-	-	-
<i>Cladophora lehmanniana</i>	0,1	-	-	-	-	-
<i>Cladophora prolifera</i>	-	0,2	-	0,1	0,2	-
<i>Cladostephus spongiosus</i>	2,8	6,7	1,7	2,4	0,5	0,1
<i>Codium fragile</i>	0,6	-	-	0,1	0,2	-
<i>Codium vermilara</i>	-	1,1	1,1	-	0,2	-
<i>Colpomenia peregrina</i>	-	-	-	0,1	-	-
<i>Corallina officinalis</i>	-	2,3	1,0	5,0	0,1	-
<i>Cryptopleura ramosa</i>	2,8	-	5,2	1,2	-	17,8
<i>Dasya hutchinsiae</i>	-	0,2	-	-	0,8	-
<i>Deltalsia parasitica</i>	1,4	0,5	0,1	0,6	1,0	2,0
<i>Derbesia tenuissima</i>	-	0,2	-	-	0,1	0,1
<i>Dictyopteris polypodioides</i>	-	-	0,1	-	-	0,1
<i>Dictyota dichotoma</i>	0,1	0,2	0,1	-	0,2	1,4
<i>Ellisolandia elongata</i>	50,0	25,0	8,6	14,6	49,4	9,6
<i>Falkenbergia rufolanosa</i>	0,1	0,9	0,3	-	0,3	0,2
<i>Gastroclonium reflexum</i>	-	0,2	-	-	-	-
<i>Gayliella flaccida</i>	-	0,8	0,1	1,2	-	-
<i>Gelidium corneum</i>	-	-	5,0	0,7	3,3	2,9
<i>Gelidium spinosum</i>	-	-	-	-	-	1,3
<i>Gigartina pistillata</i>	-	0,2	0,3	0,3	0,1	0,7
<i>Gongolaria baccata</i>	46,1	40,6	84,4	36,1	55,6	98,9
<i>Halicystis parvula</i>	-	-	-	0,1	0,1	0,1
<i>Halophytis incurva</i>	7,7	5,0	1,7	15,0	2,6	2,7
<i>Halopteris filicina</i>	2,1	0,9	-	-	0,1	0,2
<i>Halurus equisetifolius</i>	3,4	0,6	3,0	0,8	1,8	2,1
<i>Herposiphonia tenella</i>	-	0,9	-	0,6	0,6	0,1
<i>Heterosiphonia japonica</i>	0,2	0,7	0,6	2,6	0,3	-
<i>Heterosiphonia plumosa</i>	-	-	0,1	0,1	-	2,4
<i>Hypnea musciformis</i>	2,2	0,9	-	1,7	0,7	-
<i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	-	0,1	-	-	0,1	-
<i>Jania rubens</i>	9,7	12,2	5,2	12,2	4,7	-
<i>Lithophyllum incrustans</i>	11,1	9,0	3,0	10,6	4,8	5,2
<i>Lychaete pellucida</i>	0,3	-	-	-	0,2	-
<i>Mesophyllum lichenoides</i>	38,9	5,4	41,1	25,6	43,9	49,4
<i>Microcladia glandulosa</i>	0,1	-	-	0,1	-	-
<i>Nitophyllum punctatum</i>	0,6	0,2	-	0,8	0,3	0,2
<i>Padina pavonica</i>	-	-	-	-	-	0,3
<i>Peyssonnelia atropurpurea</i>	0,1	0,7	-	1,3	0,3	-
<i>Peyssonnelia squamaria</i>	-	-	-	-	-	0,1
<i>Phyllophora crispa</i>	0,2	1,9	1,7	0,3	1,0	5,1
<i>Plocamium cartilagineum</i>	0,8	0,8	-	0,4	3,1	2,1
<i>Plocamium raphelisanum</i>	-	-	0,1	-	-	-
<i>Pterosiphonia complanata</i>	1,2	1,3	5,9	6,9	9,4	15,6
<i>Pterothamnion crispum</i>	0,3	-	-	-	-	-
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i>	2,1	0,1	1,6	0,5	0,7	2,4
<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>	-	-	6,1	1,7	3,4	1,7
<i>Taonia atomaria</i>	0,6	0,1	-	-	0,1	-
<i>Trailiella intricata</i>	0,2	-	-	-	0,2	0,1
<i>Ulva pseudocurvata</i>	0,6	0,1	1,6	0,2	0,9	0,2
<i>Xiphosiphonia ardreana</i>	8,3	0,4	0,4	1,8	4,8	7,8
<i>Xiphosiphonia pennata</i>	-	4,1	0,2	-	0,2	-
<i>Zanardinia typus</i>	1,6	3,9	10,6	5,0	6,7	8,3

Tabla 37. Cobertura media de las especies de algas registradas en la zona submareal de la Estación 1 y Estación 2 de la localidad de Antzoras en el periodo 2020-2022.

TABLAS DE COBERTURA DE MACROINVERTEBRADOS

	ESTACIÓN 1			ESTACIÓN 2		
	20	21	22	20	21	22
<i>Aptos aptos</i>	-	-	0,0	-	-	-
<i>Acanthochitona crinita</i>	-	-	-	-	0,0	0,0
<i>Alpheus macrocheles</i>	-	-	-	-	-	0,1
<i>Apohyale perieri</i>	-	-	-	0,1	0,4	0,1
<i>Beania magellanica</i>	-	-	0,1	-	0,1	0,2
<i>Bittium reticulatum</i>	0,3	0,3	0,1	0,2	0,3	0,3
<i>Calcarea indet.</i>	-	-	0,1	-	-	-
<i>Caprella penantis</i>	-	-	-	0,0	-	-
<i>Carcinus maenas</i>	-	-	-	-	0,1	-
<i>Caryophyllia smithii</i>	-	-	-	0,1	-	-
<i>Cereus pedunculatus</i>	-	-	0,0	-	-	-
<i>Chthamalus stellatus</i>	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1
<i>Clibanarius erythropus</i>	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1
<i>Cliona celata</i>	0,3	0,0	0,1	0,1	-	0,1
<i>Clytia sp.</i>	-	-	-	0,1	-	-
<i>Conopeum seurati</i>	0,0	0,0	0,1	-	-	-
Decapoda indet.	0,0	-	0,0	-	-	-
<i>Electra pilosa</i>	-	-	-	-	0,0	-
<i>Eriphia verrucosa</i>	0,1	-	0,0	-	-	-
<i>Eulalia viridis</i>	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2
<i>Euspira catena</i>	-	-	-	-	0,1	-
Gastropoda indet.	-	-	-	-	-	0,1
<i>Gibbula umbilicalis</i>	0,1	0,1	0,0	0,1	0,2	0,2
<i>Haliclona cinerea</i>	-	-	0,1	-	-	0,1
<i>Hypselodoris cantabrica</i>	-	-	0,1	-	-	-
<i>Janua heterostropha</i>	-	-	0,0	0,0	0,1	0,1
<i>Jassa falcata</i>	0,1	0,0	0,3	-	-	0,0
<i>Leiosolenus aristatus</i>	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1
<i>Lepidochitona cinerea</i>	-	-	-	0,0	-	0,0
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	-	-	-	0,0	0,1	-
Nereidae indet.	-	-	0,0	-	0,1	-
<i>Obelia sp.</i>	-	-	-	0,1	-	-
<i>Ocenebra erinaceus</i>	-	-	-	0,1	0,2	0,1
<i>Ocenebrina aciculata</i>	-	-	-	-	0,0	0,0
<i>Orthopyxis integra</i>	-	-	-	-	0,0	-
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>	0,0	-	0,2	0,0	0,0	0,2
<i>Pachymatisma johnstonia</i>	0,1	0,0	0,3	0,0	-	-
<i>Paracentrotus lividus</i>	-	0,1	0,1	0,3	0,0	-
<i>Patella ulyssiponensis</i>	2,0	2,5	2,0	0,5	0,5	0,1
<i>Perforatus perforatus</i>	-	-	-	0,1	-	-
<i>Pisa armata</i>	-	0,0	0,1	-	0,0	0,0
<i>Polyopthalmus pictus</i>	0,4	0,2	0,5	0,4	0,5	0,4
Porifera indet.	0,1	-	0,1	0,1	-	-
<i>Rocellaria dubia</i>	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4
<i>Serpula concharum</i>	0,2	0,0	0,3	0,2	0,1	0,3
<i>Spirobranchus spp.</i>	0,0	0,1	0,3	-	0,1	0,2
<i>Styela plicata</i>	-	-	-	0,0	-	-
<i>Sycon ciliatum</i>	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1
<i>Tricolia pullus</i>	-	0,2	-	0,1	0,1	0,1
<i>Tritia incrassata</i>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3
<i>Tritia reticulata</i>	0,1	0,1	-	-	-	-
<i>Turbicellepora magnicostata</i>	-	-	0,1	-	-	-
<i>Urosalpinx cinerea</i>	-	-	-	0,0	-	-

Tabla 38. Cobertura media de las especies de invertebrados registrados en la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 de la localidad de Punta Murgoa en el periodo 2020-2022.

	PUNTA MURGOA - Fauna Intermareal											
	ESTACIÓN 1						ESTACIÓN 2					
	NIVEL 1,2 m			NIVEL 0,75 m			NIVEL 1,2 m			NIVEL 0,75 m		
	20	21	22	20	21	22	20	21	22	20	21	22
<i>Aaptos aaptos</i>	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Acanthochitona crinita</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-	-	-
<i>Alpheus macrocheles</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Apohyale perieri</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,4	0,1	0,1	0,4	0,2
<i>Beania magellanica</i>	-	-	-	-	-	0,2	-	-	0,2	-	0,1	0,2
<i>Bititium reticulatum</i>	0,4	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1	0,1	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3
<i>Calcarea indet.</i>	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-
<i>Caprella penantis</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-
<i>Carcinus maenas</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,1	-
<i>Caryophyllia smithii</i>	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-
<i>Cereus pedunculatus</i>	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Chthamalus stellatus</i>	0,6	0,6	0,4	-	-	0,2	0,3	0,1	0,2	-	-	0,1
<i>Clibanarius erythropus</i>	-	-	-	0,2	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
<i>Ciona celata</i>	0,6	-	-	0,1	0,1	0,3	0,1	-	-	0,1	-	0,1
<i>Clytia sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-
<i>Conopeum seurati</i>	-	-	-	0,1	0,1	0,3	-	-	-	-	-	-
<i>Decapoda indet.</i>	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Electra pilosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Eriphia verrucosa</i>	0,1	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eulalia viridis</i>	0,3	0,1	0,2	-	-	-	0,2	0,1	0,3	0,1	0,1	0,2
<i>Euspira catena</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-
<i>Gastropoda indet.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-
<i>Gibbula umbilicalis</i>	-	-	0,1	0,2	0,2	-	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2
<i>Haliclona cinerea</i>	-	-	0,1	-	-	0,2	-	-	-	-	-	0,1
<i>Hypselodoris cantabrica</i>	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Janua heterostropha</i>	-	-	-	-	-	0,1	-	0,1	-	0,1	0,2	0,2
<i>Jassa falcata</i>	0,1	0,1	-	0,1	-	0,5	-	-	-	-	-	0,1
<i>Leiosolenus aristatus</i>	0,4	0,4	0,2	-	-	-	0,4	0,2	0,1	-	-	-
<i>Lepidochitona cinerea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,1
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,1	-	-
<i>Nereidae indet.</i>	-	-	0,1	-	-	-	-	0,1	-	-	0,1	-
<i>Obelia sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-
<i>Ocenebra erinaceus</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	0,3	0,1	-	0,1	0,1
<i>Ocenebrina aciculata</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-	-	-
<i>Orthopyxis integra</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>	0,1	-	0,4	-	-	-	0,1	0,1	0,4	-	-	-
<i>Pachymatisma johnstonia</i>	-	-	-	0,1	0,1	0,6	0,1	-	-	-	-	-
<i>Paracentrotus lividus</i>	-	0,1	0,1	-	-	-	-	0,1	-	0,6	-	-
<i>Patella ulyssiponensis</i>	3,7	4,8	3,7	0,3	0,2	0,3	1,0	1,0	-	0,1	0,1	0,1
<i>Perforatus perforatus</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-
<i>Pisa armata</i>	-	-	-	-	0,1	0,2	-	-	-	-	0,1	0,1
<i>Polyopthalmus pictus</i>	0,6	-	0,6	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,3
<i>Porifera indet.</i>	0,1	-	-	0,1	-	0,1	0,1	-	-	0,1	-	-
<i>Rocellaria dubia</i>	0,4	0,3	0,2	0,3	0,4	0,5	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4
<i>Serpula concharum</i>	0,3	0,1	0,3	-	-	0,2	0,2	0,1	0,3	0,2	0,2	0,4
<i>Spirobranchus spp.</i>	0,1	0,2	0,2	-	-	0,4	-	0,1	0,2	-	0,2	0,2
<i>Styela plicata</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-
<i>Sycon ciliatum</i>	-	-	-	0,1	0,1	0,1	-	-	-	0,1	0,1	0,1
<i>Tricolia pullus</i>	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,1	0,1
<i>Tritia incrassata</i>	-	0,1	-	0,3	0,2	0,2	0,1	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3
<i>Tritia reticulata</i>	-	-	-	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Turbicellepora magnicostata</i>	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Urosalpinx cinerea</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-

Tabla 39. Cobertura media de las especies de invertebrados registrados en 2 niveles batimétricos (+1,25 m y +0,75 m) de la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 de la localidad de Punta Murgoa en el periodo 2020-2022.

PUNTA MURGOA - Fauna Submareal

	ESTACIÓN 1			ESTACIÓN 2		
	20	21	22	20	21	22
<i>Aptos aaptos</i>	0,4	0,2	-	0,2	0,1	-
<i>Aetea anguina</i>	-	-	0,3	-	-	-
<i>Aglaophenia pluma</i>	0,1	0,1	0,1	-	-	-
<i>Aiptasia mutabilis</i>	0,1	-	-	-	1,1	-
<i>Anemonia viridis</i>	-	-	-	0,1	1,1	0,6
<i>Aplysia sp.</i>	-	0,1	-	-	-	-
<i>Batzella inops</i>	-	-	-	1,1	-	-
<i>Beania magellanica</i>	0,1	0,1	-	0,2	-	0,3
<i>Bittium reticulatum</i>	0,3	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5
<i>Calliostoma zizyphinum</i>	0,1	-	0,2	-	-	-
<i>Chaetopterus variopedatus</i>	-	-	-	0,1	-	0,2
<i>Clathrina coriacea</i>	0,2	-	-	0,9	0,1	0,1
<i>Cliona celata</i>	0,1	0,1	0,1	0,3	-	-
<i>Clytia hemisphaerica</i>	-	-	0,1	-	-	-
<i>Conopeum seurati</i>	0,3	-	-	-	-	-
<i>Cribilinae indet.</i>	-	-	-	-	-	0,3
<i>Cribilina punctata</i>	-	-	-	0,2	-	-
<i>Crisia spp.</i>	0,7	-	-	0,1	-	-
<i>Doriopsilla miniata</i>	-	0,1	-	-	-	-
<i>Electra pilosa</i>	0,7	-	0,2	0,1	-	-
<i>Halichondria panicea</i>	0,1	-	-	-	-	-
<i>Holothuria forskali</i>	-	-	1,3	1,7	1,7	1,7
<i>Hymeniacion sanguinea</i>	-	1,2	0,3	-	-	0,1
<i>Hypselodoris cantabrica</i>	-	-	0,2	0,1	-	0,1
<i>Nudibranchia indet.</i>	-	-	0,1	-	-	-
<i>Obelia geniculata</i>	0,8	-	-	-	-	-
<i>Orthopyxis integra</i>	0,3	0,2	0,1	-	-	-
<i>Pachymatisma johnstonia</i>	0,8	-	0,3	0,7	-	-
<i>Parazoanthidae indet.</i>	-	-	-	0,1	-	-
<i>Protula tubularia</i>	-	-	-	0,1	-	-
<i>Rocellaria dubia</i>	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5
<i>Sabellidae indet.</i>	-	-	0,3	-	-	-
<i>Salacia desmoides</i>	0,3	0,1	0,2	-	-	-
<i>Schizoporellidae indet.</i>	-	-	-	-	0,8	-
<i>Scrupocellaria reptans</i>	-	0,3	-	-	-	-
<i>Scrupocellaria scruposa</i>	1,3	-	-	-	-	-
<i>Serpula concharum</i>	0,1	0,1	-	-	-	-
<i>Sphaerochinus granularis</i>	-	-	-	-	0,6	-
<i>Spirobranchus spp.</i>	0,1	0,1	-	-	-	-
<i>Suberites sp.</i>	0,8	-	-	-	-	-
<i>Sycon ciliatum</i>	-	-	-	0,1	-	-
<i>Terebella lapidaria</i>	0,2	0,1	0,1	0,1	-	0,1
<i>Tricolia pullus</i>	0,1	0,1	-	-	-	-
<i>Tritia incrassata</i>	0,2	0,2	-	-	0,3	0,1
<i>Turbicellepora magnicostata</i>	0,2	-	-	-	-	-

Tabla 40. Cobertura media de las especies de invertebrados registrados en la zona submareal de la Estación 1 y Estación 2 de la localidad de Punta Murgoa en el periodo 2020-2022.

IZARO - Fauna Submarea

	ESTACIÓN 1			ESTACIÓN 2		
	20	21	22	20	21	22
<i>Aptos aaptos</i>	0,2	0,1	0,1	0,2	-	-
<i>Aglaophenia pluma</i>	0,7	-	-	0,3	-	0,2
<i>Antenella secundaria</i>	-	-	-	0,1	-	-
<i>Beania magellanica</i>	0,1	-	-	-	-	-
<i>Bittium reticulatum</i>	0,4	0,6	0,5	0,4	1,8	0,8
<i>Calliostoma zizyphinum</i>	-	0,2	0,1	-	-	-
<i>Chaetopterus variopedatus</i>	0,1	0,1	0,2	0,1	-	-
<i>Cirriiformia tentaculata</i>	-	-	-	0,1	-	-
<i>Clathrina coriacea</i>	0,1	-	0,3	0,1	0,1	0,2
<i>Clibanarius erythropus</i>	-	0,1	-	-	-	-
<i>Cliona celata</i>	-	0,1	0,1	-	0,2	-
<i>Conopeum seurati</i>	0,2	-	-	-	-	-
<i>Crisia spp.</i>	-	-	0,1	-	-	0,2
<i>Electra pilosa</i>	-	-	0,1	-	-	-
<i>Haliclona cinerea</i>	0,1	-	-	-	-	-
<i>Halopteris sp.</i>	-	-	-	-	-	0,1
<i>Hymeniacion sanguinea</i>	-	0,9	0,2	-	-	-
<i>Ocenebra erinaceus</i>	-	0,2	-	-	-	-
<i>Orthopyxis integra</i>	-	-	-	0,2	-	-
<i>Pachymatisma johnstonia</i>	0,2	-	0,2	2,3	0,8	0,1
Parazoanthidae indet.	-	-	-	0,1	-	-
<i>Protula tubularia</i>	-	0,1	0,1	-	-	-
Pycnogonida indet.	-	-	-	-	-	0,1
<i>Rocellaria dubia</i>	0,6	0,5	0,5	1,7	0,4	0,6
Schizoporellidae indet.	-	-	-	-	0,2	-
<i>Serpula concharum</i>	-	0,1	-	-	-	-
<i>Sycon ciliatum</i>	-	-	0,1	-	-	-
<i>Terebella lapidaria</i>	-	0,1	-	-	-	0,1
<i>Tritia incrassata</i>	0,3	0,5	0,1	0,2	0,4	0,1

Tabla 41. Cobertura media de las especies de invertebrados registrados en la zona submarea de la Estación 1 y Estación 2 de la localidad de Iزارo en el periodo 2020-2022.

ANTZORAS - Fauna Intermareal

	ESTACION 1			ESTACION 2		
	20	21	22	20	21	22
<i>Aaptos aaptos</i>	0,1	-	0,2	0,0	0,0	0,0
<i>Ampithoe ramondi</i>	0,4	0,4	0,1	-	0,0	-
<i>Anemonia viridis</i>	-	-	-	-	-	0,6
<i>Anthopleura rubipunctata</i>	-	-	-	-	0,1	-
Anthozoa indet.	-	0,0	-	-	-	-
<i>Beania magellanica</i>	0,2	0,5	0,1	0,2	0,6	0,2
<i>Bittium reticulatum</i>	0,3	0,2	0,3	0,2	0,4	0,5
Calcarea indet.	0,2	-	-	-	-	-
<i>Carcinus maenas</i>	-	0,3	0,1	-	-	-
<i>Caryophyllia smithii</i>	-	0,0	-	0,1	0,0	-
<i>Cereus pedunculatus</i>	-	-	-	0,0	-	-
<i>Chorizopora brongniartii</i>	-	-	-	-	0,0	-
<i>Chthamalus stellatus</i>	0,0	0,1	0,2	0,2	-	0,1
<i>Clibanarius erythropus</i>	0,2	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1
<i>Cliona celata</i>	-	0,1	-	0,1	-	0,1
Decapoda indet.	-	-	-	0,0	-	-
<i>Eulalia viridis</i>	-	-	-	0,0	0,0	0,1
<i>Euspira catena</i>	-	0,0	-	-	-	-
<i>Gibbula umbilicalis</i>	0,1	0,1	-	0,2	0,2	0,2
<i>Haliclona cinerea</i>	0,1	-	-	-	-	-
<i>Haliclona oculata</i>	-	-	-	0,0	-	-
<i>Hydrobia ulvae</i>	-	0,1	-	-	-	-
Hydrozoa indet.	-	-	-	0,0	-	-
Isopoda indet.	0,0	-	-	-	-	-
<i>Janua heterostropha</i>	0,0	-	-	0,1	-	-
<i>Leiosolenus aristatus</i>	0,1	0,0	-	-	-	-
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	-	0,1	0,4	-	-	0,0
Nereididae indet.	-	-	0,1	-	-	-
<i>Ocenebra erinaceus</i>	0,1	0,1	0,0	0,0	-	-
<i>Ocenebrina aciculata</i>	-	0,0	-	-	-	-
<i>Ostrea edulis</i>	0,0	-	-	-	-	-
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,1
<i>Pachymatisma johnstonia</i>	-	0,1	-	-	-	-
<i>Paracentrotus lividus</i>	-	0,1	-	0,1	-	-
<i>Patella ulyssiponensis</i>	0,1	0,3	0,5	0,1	0,0	0,4
<i>Perforatus perforatus</i>	-	0,0	-	0,0	-	0,0
<i>Pisa armata</i>	0,1	0,2	0,1	-	0,0	0,0
Planaria indet.	0,0	-	-	-	-	-
<i>Polyopthalmus pictus</i>	0,5	0,4	0,5	0,4	0,3	0,3
<i>Rissoa parva</i>	-	-	-	-	-	0,1
<i>Rocellaria dubia</i>	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1	-
Sabellaridae indet.	0,1	0,1	0,1	-	0,1	0,0
<i>Serpula concharum</i>	0,3	0,1	0,1	0,1	-	-
<i>Spirobranchus</i> spp.	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1
<i>Stramonita haemastoma</i>	-	0,1	0,1	-	-	-
<i>Styela plicata</i>	-	0,0	-	0,0	-	-
<i>Tricolia pullus</i>	0,3	-	-	0,1	0,2	0,2
<i>Tritia incrassata</i>	0,1	0,3	0,0	0,2	0,1	0,1
Trophonopsis indet.	-	0,0	-	-	-	-
<i>Turbicellepora magnicostata</i>	0,0	0,1	-	0,1	-	0,2
<i>Xantho</i> sp.	-	-	-	0,0	-	-

Tabla 42. Cobertura media de las especies de invertebrados registrados en la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 de la localidad de Antzoras en el periodo 2020-2022.

ANTZORAS - Fauna Intermareal												
	ESTACIÓN 1						ESTACIÓN 2					
	NIVEL 1,2 m			NIVEL 0,75 m			NIVEL 1,2 m			NIVEL 0,75 m		
	20	21	22	20	21	22	20	21	22	20	21	22
<i>Aaptos aaptos</i>	0,2	-	0,1	-	-	0,3	-	-	-	0,1	0,1	0,1
<i>Ampithoe ramondi</i>	0,4	0,2	-	0,4	0,5	0,2	-	-	-	-	0,1	-
<i>Anemonia viridis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1
<i>Anthopleura rubipunctata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-
Anthozoa indet.	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Beania magellanica</i>	0,1	0,2	-	0,3	0,9	0,1	0,1	0,7	0,1	0,3	0,4	0,3
<i>Bittium reticulatum</i>	0,2	0,1	0,3	0,5	0,4	0,3	0,2	0,4	0,4	0,2	0,3	0,6
Calcarea indet.	0,3	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carcinus maenas</i>	-	0,1	-	-	0,4	0,3	-	-	-	-	-	-
<i>Caryophyllia smithii</i>	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	0,1	0,1	-
<i>Cereus pedunculatus</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-
<i>Chorizopora brongniartii</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-
<i>Chthamalus stellatus</i>	0,1	0,2	0,4	-	-	0,1	0,3	-	0,2	-	-	-
<i>Clibanarius erythropus</i>	0,2	-	0,1	0,2	0,1	-	0,1	0,1	0,1	-	0,1	0,2
<i>Ciona celata</i>	-	-	-	-	0,2	-	0,1	-	-	0,1	-	0,3
Decapoda indet.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-
<i>Eulalia viridis</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1	-	-	-
<i>Euspira catena</i>	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gibbula umbilicalis</i>	0,1	-	-	0,1	0,1	-	0,1	-	-	0,3	0,4	0,3
<i>Haliclona cinerea</i>	0,2	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Haliclona oculata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-
<i>Hydrobia ulvae</i>	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-
Hydrozoa indet.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-
Isopoda indet.	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Janua heterostropha</i>	0,1	-	-	-	-	-	0,2	-	-	0,1	-	-
<i>Leiosolenus aristatus</i>	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	-	0,1	0,5	-	-	0,2	-	-	0,1	-	-	-
Nereididae indet.	-	-	0,1	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Ocenebra erinaceus</i>	0,2	0,1	0,1	-	0,1	-	0,1	-	-	-	-	-
<i>Ocenebrina aciculata</i>	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ostrea edulis</i>	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pachygrapsus marmoratus</i>	0,1	0,1	0,3	-	-	0,2	0,1	0,1	0,1	-	-	-
<i>Pachymatisma johnstonia</i>	-	0,1	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Paracentrotus lividus</i>	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	0,1	-	-
<i>Patella ulyssiponensis</i>	0,2	0,5	1,1	-	-	-	0,3	0,1	0,7	-	-	-
<i>Perforatus perforatus</i>	-	-	-	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	-	-
<i>Pisa armata</i>	0,1	-	-	0,2	0,3	0,1	-	-	-	-	0,1	0,1
Planaria indet.	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polyopthalmus pictus</i>	0,5	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,1	0,2
<i>Rissoa parva</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Rocellaria dubia</i>	0,4	-	0,1	0,2	0,1	-	0,3	0,1	-	0,1	0,2	-
Sabellaridae indet.	0,2	-	-	-	0,1	0,2	-	-	-	-	0,3	0,1
<i>Serpula concharum</i>	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	-	-	0,1	-	-
<i>Spirobranchus</i> spp.	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-	0,1	0,1	-	0,2	-	0,1
<i>Stramonita haemastoma</i>	-	0,1	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Styela plicata</i>	-	-	-	-	0,1	-	0,1	-	-	-	-	-
<i>Tricolia pullus</i>	0,1	-	-	0,4	-	-	0,1	0,1	-	0,1	0,3	0,4
<i>Tritia incrassata</i>	0,1	0,2	-	0,2	0,4	0,1	0,2	-	-	0,2	0,2	0,3
<i>Trophonopsis</i> indet.	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Turbicellepora magnicostata</i>	-	-	-	0,1	0,2	-	-	-	-	0,1	-	0,4
<i>Xantho</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-

Tabla 43. Cobertura media de las especies de invertebrados registrados en 2 niveles batimétricos (+1,25 m y +0,75 m) de la zona intermareal de la Estación 1 y Estación 2 de la localidad de Antzoras en el periodo 2020-2022.

ANTZORAS - Fauna Submareal

	ESTACIÓN 1			ESTACIÓN 2		
	20	21	22	20	21	22
<i>Aaptos aaptos</i>	0,3	-	-	0,6	-	-
<i>Aetea anguina</i>	1,3	2,4	4,7	0,8	0,7	2,6
<i>Aglaophenia kirchenpaueri</i>	-	0,2	-	-	0,1	-
<i>Aglaophenia pluma</i>	3,4	0,6	-	-	3,7	-
<i>Amathia lendigera</i>	-	-	-	5,0	-	-
<i>Beania magellanica</i>	0,2	-	-	-	0,1	-
<i>Bittium reticulatum</i>	0,3	0,2	0,5	1,6	0,4	0,2
<i>Calcarea indet.</i>	-	-	0,1	-	-	-
<i>Calliostoma zizyphinum</i>	-	-	0,1	-	0,3	0,2
<i>Chaetopterus variopedatus</i>	-	-	-	-	0,1	-
<i>Clathrina coriacea</i>	-	0,2	-	0,2	-	-
<i>Clibanarius erythropus</i>	-	-	-	-	-	0,1
<i>Cliona celata</i>	0,1	0,8	-	-	-	-
<i>Conopeum seurati</i>	-	-	1,8	-	0,2	-
<i>Crisia spp.</i>	2,8	0,8	1,7	0,1	3,1	2,2
<i>Dendrodoa grossularia</i>	-	-	-	-	0,2	-
<i>Dynamene pumila</i>	-	-	0,1	-	-	-
<i>Electra pilosa</i>	4,4	3,3	0,5	0,3	2,2	1,1
<i>Halecium sp.</i>	-	-	0,4	-	-	-
<i>Holothuria forskali</i>	0,6	-	-	1,7	-	1,1
<i>Hypselodoris cantabrica</i>	-	0,1	-	0,1	-	-
<i>Lissoclinum perforatum</i>	-	-	-	-	0,2	-
<i>Marthasterias glacialis</i>	-	-	-	-	-	0,6
<i>Obelia geniculata</i>	0,1	-	-	-	-	-
<i>Orthopyxis integra</i>	-	0,4	-	2,1	0,3	0,7
<i>Pachymatisma johnstonia</i>	-	-	-	-	0,7	-
<i>Phorbis ficticius</i>	-	-	-	-	0,1	-
<i>Plumularia obliqua</i>	-	-	2,3	-	-	-
<i>Porifera indet.</i>	-	-	-	-	0,2	-
<i>Rocellaria dubia</i>	0,4	0,3	0,6	0,4	0,6	0,5
<i>Sabellidae indet.</i>	0,4	-	-	-	-	-
<i>Salacia desmoides</i>	1,4	-	-	4,7	0,4	4,2
<i>Scrupocellaria reptans</i>	-	-	4,8	-	-	0,1
<i>Serpula concharum</i>	0,1	-	-	-	0,2	-
<i>Spirobranchus spp.</i>	0,3	-	0,3	0,1	0,1	0,1
<i>Sycon ciliatum</i>	0,3	0,4	1,1	0,2	0,8	-
<i>Tedania anhelans</i>	0,1	-	-	-	-	-
<i>Tricolia pullus</i>	-	-	0,2	-	-	-
<i>Tritia incrassata</i>	0,5	0,3	0,4	0,2	0,3	0,1
<i>Turbicellepora magnicostata</i>	0,5	0,3	3,2	1,8	1,8	1,1
<i>Ventroma halecioides</i>	-	-	-	-	0,7	1,5

Tabla 44. Cobertura media de las especies de invertebrados registrados en la zona submareal de la Estación 1 y Estación 2 de la localidad de Antzoras en el periodo 2020-2022.

LISTA DE LOS TAXONES REGISTRADOS

MACROALGAS

Phylum Chlorophyta

- Bryopsis hypnoides* J.V.Lamouroux
- Bryopsis pennata* J.V.Lamouroux
- Bryopsis plumosa* (Hudson) C.Agardh
- Chaetomorpha linum* (O.F.Müller) Kützing
- Chaetomorpha ligustica* (Kützing) Kützing
- Cladophora coelothrix* Kützing
- Cladophora laetevirens* (Dillwyn) Kützing
- Cladophora lehmanniana* (Lindenberg) Kützing
- Cladophora prolifera* (Roth) Kützing
- Codium adhaerens* C.Agardh
- Codium decortcatum* (Woodward) M.A.Howe
- Codium fragile* (Suringar) Hariot
- Codium vermilara* (Olivi) Delle Chiaje
- Derbesia tenuissima* (Moris & De Notaris) P.L. Crouan & H.M. Crouan
- Halicystis parvula* F.Schmitz ez Murray
- Lychaete pellucida* (Hudson) M.J.Wynne
- Ulva intestinalis* Linnaeus
- Ulva prolifera* O.F.Müller
- Ulva pseudocurvata* Koeman & van den Hoek
- Ulva rigida* C.Agardh
- Ulvaria obscura* (Kützing) Gayral ex Bliding

Phylum Ochrophyta

- Bifurcaria bifurcata* R.Ross
- Cladostephus spongiosus* (Hudson) C.Agardh
- Colpomenia peregrina* Sauvageau
- Cutleria adspersa* (Mertens ex Roth) De Notaris
- Desmarestia ligulata* (Stackhouse) J.V.Lamouroux
- Dictyopteris polypodioides* (A.P.De Candolle) J.V.Lamouroux
- Dictyota dichotoma* (Hudson) J.V.Lamouroux
- Ectocarpus siliculosus* (Dillwyn) Lyngbye
- Ericaria selaginoides* (Linnaeus) Molinari & Guiry
- Gongolaria baccata* (S.G.Gmelin) Molinari & Guiry
- Halopteris filicina* (Grateloup) Kützing
- Halopteris scoparia* (Linnaeus) Sauvageau
- Padina pavonica* (Linnaeus) Thivy
- Petalonia fascia* (O.F.Müller) Kuntze
- Ralfsia verrucosa* (Areschoug) Areschoug
- Sargassum vulgare* C.Agardh
- Scytosiphon lomentaria* (Lyngbye) Link
- Sphacelaria cirrosa* (Roth) C.Agardh
- Sphacelaria rigidula* Kützing
- Taonia atomaria* (Woodward) J.Agardh
- Zanardinia typus* (Nardo) P.C.Silva

Phylum Rhodophyta

Acrosorium ciliolatum (Harvey) Kylin
Aglaothamnion byssoides (Arnott ex Harvey)
Aglaothamnion cordatum (Børgesen) Feldmann-Mazoyer
Aglaothamnion gallicum (Nägeli) Halos ex Ardré
Ahnfeltiopsis devoniensis (Greville) P.C.Silva & DeCew
Anotrichium furcellatum (J.Agardh) Baldock
Antithamnionella ternifolia (J.D.Hooker & Harvey) Lyle
Aphanocladia stichidiosa (Funk) Ardré
Apoglossum ruscifolium (Turner) J.Agardh
Asparagopsis armata Harvey
Bonnemaisonia asparagoides (Woodward) C.Agardh
Bonnemaisonia hamifera Hariot
Bornetia secundiflora (J.Agardh) Thuret
Calliblepharis jubata (Goodenough & Woodward) Kützing
Callithamnion granulatum (Ducluzeau) C.Agardh
Calosiphonia vermicularis (J.Agardh) F.Schmitz
Caulacanthus ustulatus (Mertens ex Turner) Kützing
Centroceras clavulatum (C.Agardh) Montagne
Ceramium botryocarpum A.W.Griffiths ex Harvey
Ceramium ciliatum (J.Ellis) Ducluzeau
Ceramium echionotum J.Agardh
Ceramium secundatum Lyngbye
Ceramium tenerrimum (G.Martens) Okamura
Champia parvula (C.Agardh) Harvey
Chondracanthus acicularis (Roth) Fredericq
Chondracanthus teedei (Mertens ex Roth) Kützing
Chondria coerulescens (J.Agardh) Falkenberg
Chrysymenia ventricosa (J.V.Lamouroux) J.Agardh
Chylocladia verticillata (Lightfoot) Bliding
Crouania attenuata (C.Agardh) J.Agardh
Cryptopleura ramosa (Hudson) L.Newton
Dasya hutchinsiae Harvey
Dasya rigidula (Kützing) Ardissonne
Dudresnaya verticillata (Withering) Le Jolis
Ellisolandia elongata (J.Ellis & Solander) K.R.Hind & G.W.Saunders
Erythroglossum laciniatum (Lightfoot) Maggs & Hommersand
Falkenbergia rufolanosa (Harvey) F.Schmitz
Gayliella flaccida (Harvey ex Kützing) T.O.Cho & L.J.McIvor
Gastroclonium ovatum (Hudson) Papenfuss
Gastroclonium reflexum (Chauvin) Kützing
Gelidium attenuatum (Turner) Thuret
Gelidium corneum (Hudson) J.V.Lamouroux
Gelidium pulchellum (Turner) Kützing
Gelidium spinosum (S.G.Gmelin) P.C.Silva
Gigartina pistillata (S.G.Gmelin) Stackhouse
Haematocelis rubens J.Agardh
Halopithys incurva (Hudson) Batters
Halurus equisetifolius (Lightfoot) Kützing
Halurus flosculosus (J.Ellis) Maggs & Hommersand
Herposiphonia tenella (C.Agardh) Ambronn

Heterosiphonia japonica Yendo
Heterosiphonia plumosa (J.Ellis) Batters
Hypnea musciformis (Wulfen) J.V.Lamouroux
Hypoglossum hypoglossoides (Stackhouse) Collins & Hervey
Jania rubens (Linnaeus) J.V.Lamouroux
Laurencia obtusa (Hudson) J.V.Lamouroux
Laurencia pyramidalis Bory ex Kützing
Leptosiphonia fibrata (C.Agardh) A.M.Savoie & G.W.Saunders
Liagora viscida (Forsskål) C.Agardh
Lithophyllum incrustans Philippi
Lithophyllum tortuosum (Esper) Foslie
Lomentaria articulata (Hudson) Lyngbye
Meredithia microphylla (J.Agardh) J.Agardh
Mesophyllum lichenoides (J.Ellis) Me.Lemoine
Microcladia glandulosa (Solander ex Turner) Greville
Nitophyllum punctatum (Stackhouse) Greville
Osmundea pinnatifida (Hudson) Stackhouse
Peyssonnelia atropurpurea P.L.Crouan & H.M.Crouan
Peyssonnelia squamaria (S.G.Gmelin) Decaisne
Phymatolithon lenormandii (J.E.Areschoug) Adey
Plocamium cartilagineum (Linnaeus) P.S.Dixon
Plocamium raphelisianum P.J.L.Dangeard
Polysiphonia atlantica Kapraun & J.N.Norris
Pterocladia capillacea (S.G.Gmelin) Santelices & Hommersand
Pterosiphonia complanata (Clemente) Falkenberg
Pterothamnion crispum (Ducluzeau) Nägeli
Rhodymenia pseudopalmata (J.V.Lamouroux) P.C.Silva
Schizymenia dubyi (Chauvin ex Duby) J.Agardh
Scinaia furcellata (Turner) J.Agardh
Thuretella schousboei (Thuret) F.Schmitz
Trailiella intricata Batters
Vertebrata fruticulosa (Wulfen) Kuntze
Xiphosiphonia ardreana (Maggs & Hommersand) Savoie & G.W.Saunders
Xiphosiphonia pennata (C.Agardh) Savoie & G.W.Saunders

MACROINVERTEBRADOS

Phylum Porifera

Aaptos aaptos (Schmidt, 1864)
Calcarea indet. Bowerbank, 1862
Clathrina coriacea (Montagu, 1814)
Cliona celata Grant, 1826
Haliclona cinérea (Grant, 1826)
Hymeniacidon sanguinea (Grant, 1826)
Pachymatisma johnstonia (Bowerbank in Johnston, 1842)
Porifera indet. Grant, 1836
Sycon ciliatum (Fabricius, 1780)

Phylum Cnidaria

Aglaophenia pluma (Linnaeus, 1758)
Alpheus macrocheles (Hailstone, 1835)
Anemonia viridis (Forsskål, 1775)
Cereus pedunculatus (Pennant, 1777)
Clytia hemisphaerica (Linnaeus, 1767)
Halecium sp. Oken, 1815
Halopteris sp. Allman, 1877
Orthopyxis integra (MacGillivray, 1842)
Plumularia obliqua (Johnston, 1847)
Salacia desmoides (Torrey, 1902)
Ventroma halecioides (Alder, 1859)

Phylum Mollusca

Acanthochitona crinita (Pennant, 1777)
Bittium reticulatum (da Costa, 1778)
Calliostoma zizyphinum (Linnaeus, 1758)
Diodora graeca (Linnaeus, 1758)
Gastropoda indet. Cuvier 1795
Gibbula umbilicalis (da Costa, 1778)
Hypselodoris cantabrica Bouchet & Ortea, 1981
Leiosolenus aristatus (Dillwyn, 1817)
Lepidochitona cinerea (Linnaeus, 1767)
Mytilus galloprovincialis Lamarck, 1819
Nudibranchia indet. Cuvier, 1817
Ocenebra erinaceus (Linnaeus, 1758)
Ocenebrina aciculata (Lamarck, 1822)
Patella ulyssiponensis Gmelin, 1791
Rissoa parva (da Costa, 1778)
Rocellaria dubia (Pennant, 1777)
Stratomonita haemastoma (Linnaeus, 1767)
Tricolia pullus (Linnaeus, 1758)
Tritia incrassata (Strøm, 1768)
Tritia reticulata (Linnaeus, 1758)

Phylum Annelida

Chaetopterus variopedatus (Renier, 1804)
Eulalia viridis (Linnaeus, 1767)
Janua heterostropha (Montagu, 1803)
Nereididae Blainville, 1818
Polyopthalmus pictus (Dujardin, 1839)
Protula tubularia (Montagu, 1803)
Sabellariidae indet. Johnston, 1865
Sabellidae indet. Latreille, 1825
Salacia desmoides (Torrey, 1902)
Serpula concharum Langerhans, 1880
Spirobranchus spp. Blainville, 1818
Terebella lapidaria Linnaeus, 1767

Phylum Arthropoda

Ampithoe ramondi Audouin, 1826
Apothyale perieri (Lucas, 1846)
Carcinus maenas (Linnaeus, 1758)
Chthamalus stellatus (Poli, 1791)
Clibanarius erythropus (Latreille, 1818)
Dynamena pumila (Linnaeus, 1758)
Eriphia verrucosa (Forskål, 1775)
Jassa falcata (Montagu, 1808)
Pachygrapsus marmoratus (J.C. Fabricius, 1787)
Perforatus perforatus (Bruguère, 1789)
Pisa armata (Latreille, 1803)
Pycnogonida indet. Latreille, 1810
Xantho poressa (Olivi, 1792)

Phylum Bryozoa

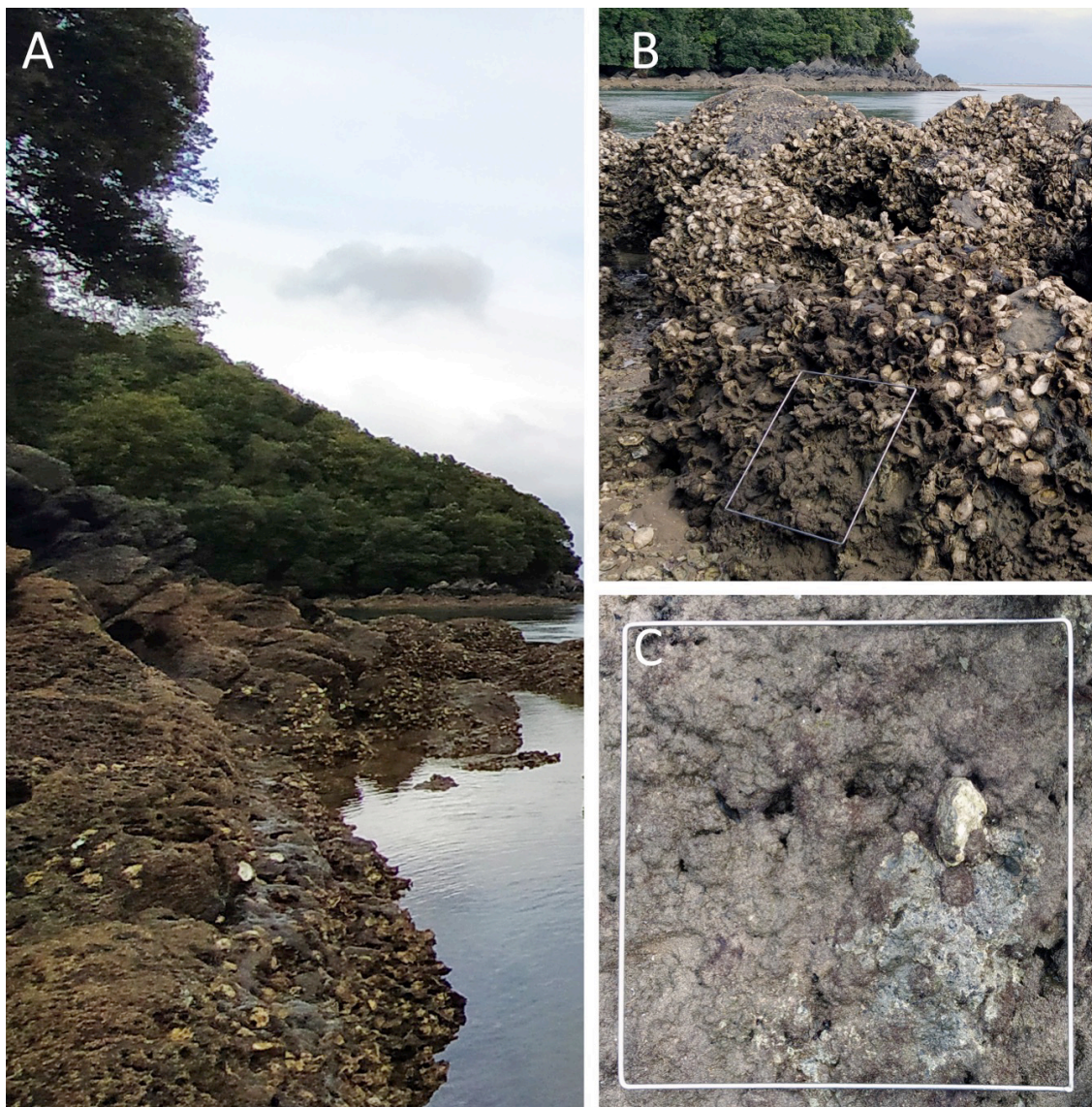
Aetea anguina (Linnaeus, 1758)
Beania magellanica (Busk, 1852)
Conopeum seurati (Canu, 1928)
Crisia spp. Lamouroux, 1812
Cribilinidae indet. Hincks, 1879
Electra pilosa (Linnaeus, 1767)
Scrupocellaria reptans (Linnaeus, 1758)
Turbicellepora magnicostata (Barroso, 1919)

Phylum Echinodermata

Holothuria forskali Delle Chiaje, 1823
Marthasterias glacialis (Linnaeus, 1758)
Paracentrotus lividus (Lamarck, 1816)

ANEXO FOTOGRÁFICO

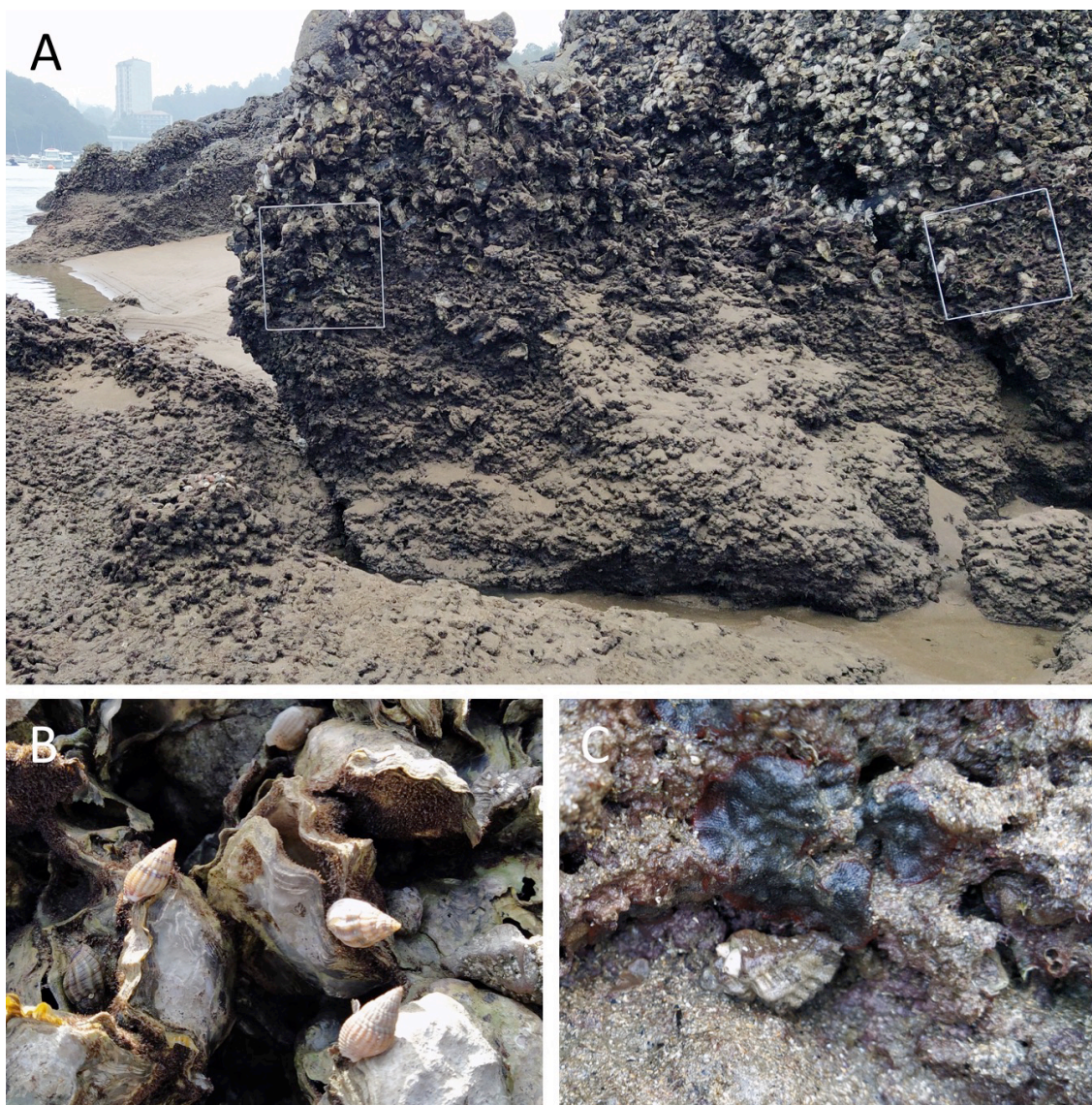
PORTUONDO – ESTACIÓN 1 Intermareal



Aspecto general de las comunidades estuáricas intermareales de la Estación I de Portuondo. A. En el nivel intermareal superior (+1,25 m) se observó un avance de la ostra *Crassostrea* sp. **(B)**, manteniéndose como la especie más abundante. Con un grado de ocupación significativamente inferior, las especies acompañantes más destacadas fueron el briozoo *Watersipora subtorquata* y el artrópodo *Clibanarius erythropus*. En el nivel inferior (+0,75 m) también destacó el avance de la ostra *Crassostrea* sp., aunque mostró un valor de cobertura notablemente inferior al del nivel superior. Asimismo, se ha observado el aumento del anélido Sabellaridae indet., del gasterópodo carnívoro *Ocenebra erinaceus* y de la lapa *Patella* sp. **(C)**, mientras que el briozoo *W. subtorquata* ha experimentado un retroceso. El fitobentos se caracterizó por presentar una vegetación poco abundante y de naturaleza cespitosa en la que dominaba el alga roja perenne *Caulacanthus ustulatus*. Junto a ella, destacaron las también rodofíceas *Gelidium pusillum* y *Vertebrata reptabunda* además de la presencia de especies incrustantes perennes como *Hildenbrandia rubra* y *Ralfsia verrucosa*, aunque con coberturas promedio muy bajas.

ANEXO FOTOGRÁFICO

PORTUONDO – ESTACIÓN 2 Intermareal

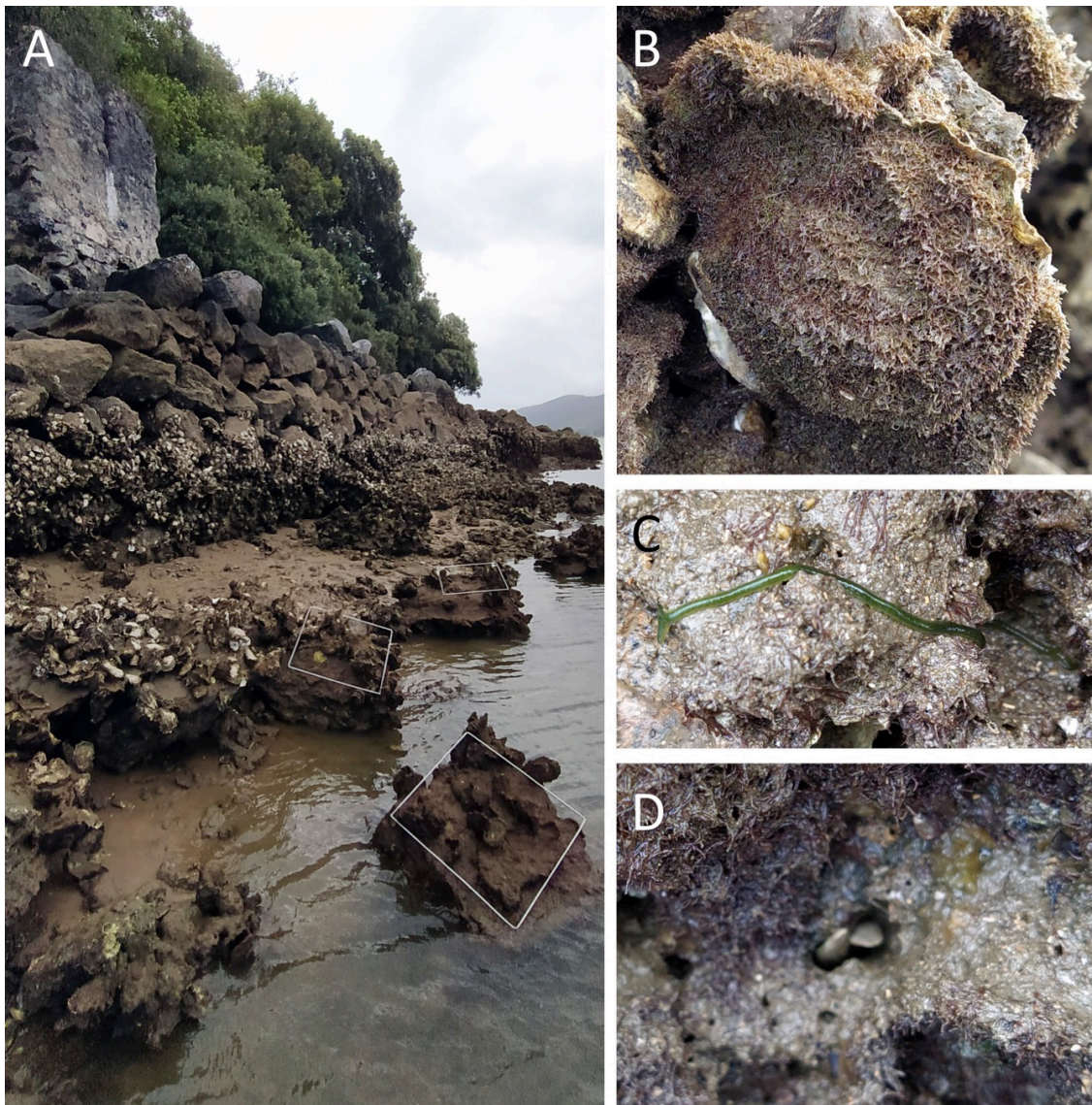


Aspecto general de las comunidades estuáricas intermareales de la Estación 2 de Portuondo. A.

En el nivel superior (+1,25 m) destacó el significativo avance de la especie dominante, la ostra *Crassostrea* sp. Asimismo, también se ha registrado en aumento del artrópodo *Clibanarius erythropus* (B), el anélido *Janua heterostropha* y la lapa *Patella* sp. Por el contrario, el artrópodo *Perforatus perforatus*, el anélido Sabellidae indet. y el briozoo *Watersipora subtorquata* han disminuido. En el nivel intermareal inferior (+0,75 m) los invertebrados más abundantes fueron el briozoo *W. subtorquata*, y el gasterópodo *Ocenebra erinaceus* (C), el porífero *Aaptos Aaptos*, el artrópodo *Clibanarius erythropus* y los moluscos herbívoros *Steromphala umilicalis* y *Patella* sp. La vegetación era de naturaleza cespitosa, siendo el alga perenne más abundante en los dos niveles estudiados, la rodófitica *Caulacanthus ustulatus*. Entre las especies acompañantes se registraron las perennes *Ralfsia verrucosa* y *Gelidium pusillum* además de la cespitosa *Lophosiphonia reptabunda*. Aunque con coberturas muy bajas, destaca la presencia de la coralínacea *Ellisolandia elongata*.

ANEXO FOTOGRÁFICO

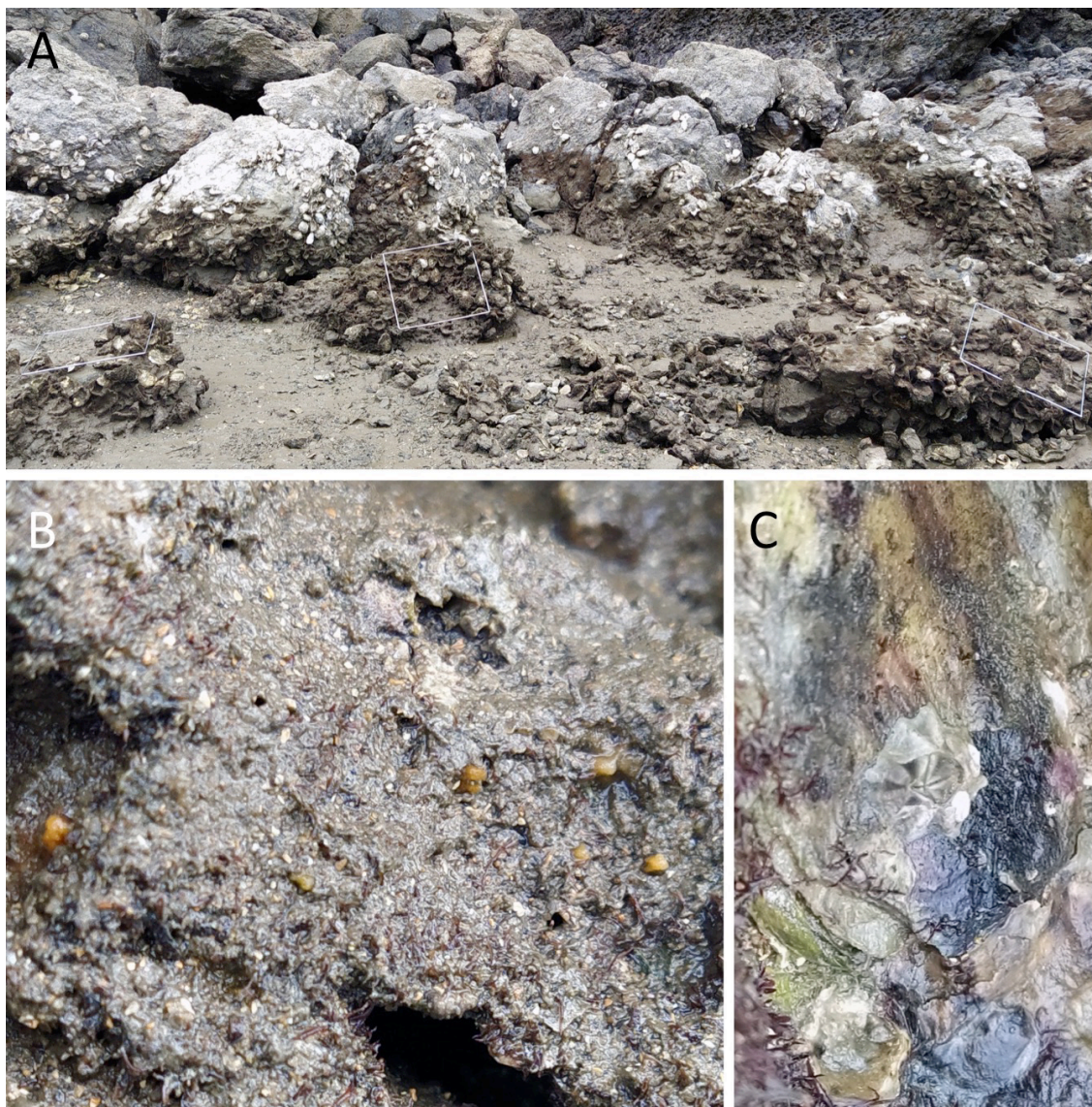
LAIDA – ESTACIÓN 1 Intermareal



Aspecto general de las comunidades estuáricas intermareales de la Estación 1 de Laida. **A.** En el nivel intermareal superior (+1,25 m) se registró en la actualidad un notable retroceso de la ostra *Crassostrea* sp. **(B)**, mientras que el artrópodo *Chthamalus stellatus* ha experimentado una disminución de cobertura menos significativa. Por el contrario, se ha observado el avance de los herbívoros *Patella* sp. y *Steromphala umbilicalis*. La vegetación del nivel más alto presentó un nivel de ocupación bajo, siendo la especie con mayor cobertura la rodofícea cespitosa perenne *Caulacantus ustulatus*. Acompañandola se registraron las rodofíceas incrustantes *Hildenbrandia rubra* y *Ralfsia verrucosa*, además de las cespitosas *Gelidium pusillum* y *Centroceras clavulatum*. En el nivel intermareal inferior (+0,75 m) el invertebrado más abundante también fue la ostra *Crassostrea* sp., a pesar de su ligero retroceso de ocupación. Cabe destacar en este nivel la aparición por primera vez de numerosos invertebrados; es el caso de: el porífero *Aaptos aaptos*, el anélido *Eulalia viridis* **(C)** y el molusco *Lithophaga caudigera* **(D)**.

ANEXO FOTOGRÁFICO

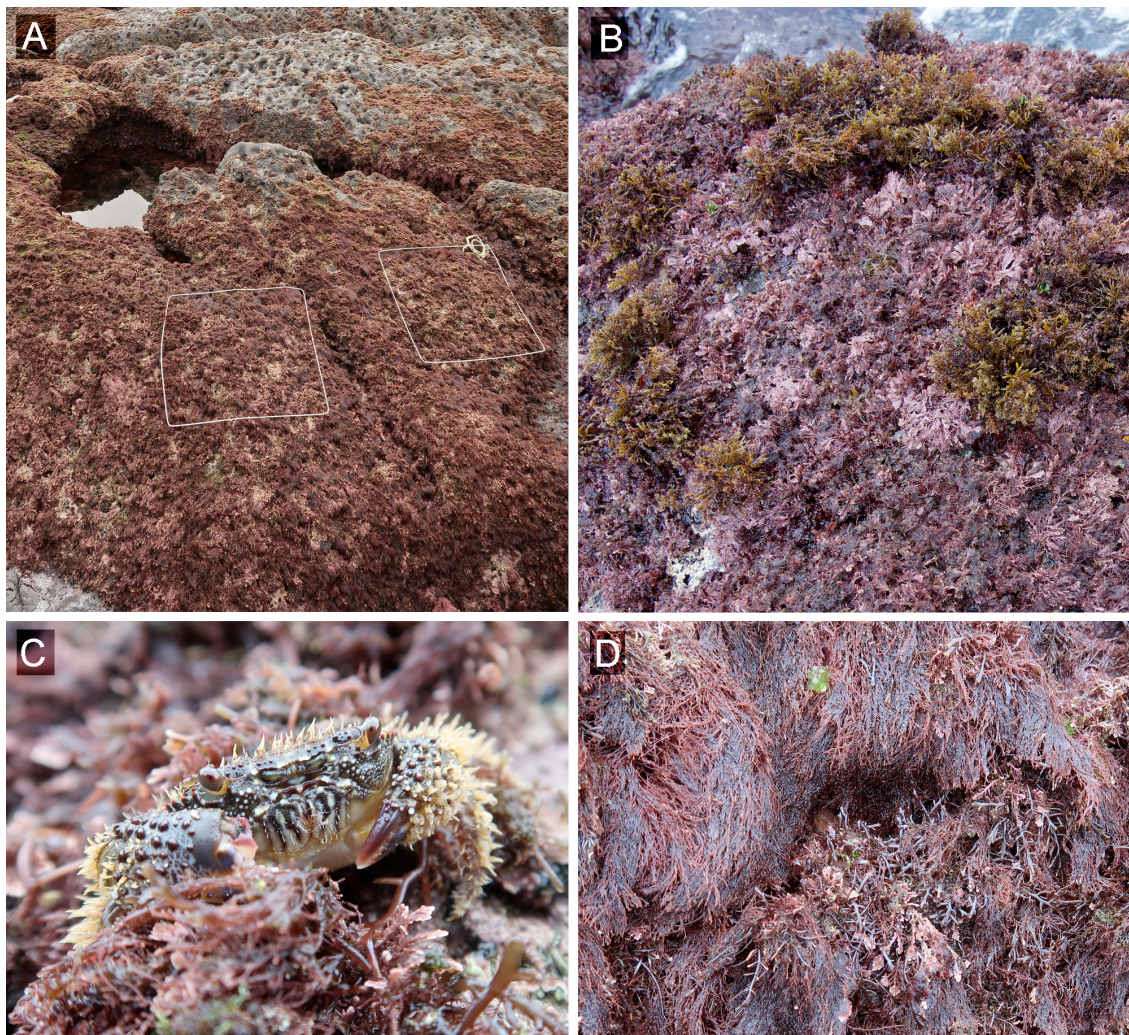
LAIDA – ESTACIÓN 2 Intermareal



Aspecto general de las comunidades estuáricas intermareales de la Estación 2 de Laida, siendo la ostra *Crassostrea* sp. **(A)** el invertebrado más abundante, que ha mostrado un retroceso y un avance en el nivel intermareal superior (+1,25 m) y en el inferior (+0,75 m), respetivamente. La vegetación, mayormente cespitosa, estaba dominada por la rodofícea perenne *Caulacanthus ustulatus* en los 2 niveles de marea estudiados, siendo su cobertura notablemente más elevada en el nivel intermareal inferior (+0,75 m). Junto a *C. ustulatus* se registraron otras especies de rodofíceas con coberturas más bajas como la ceramiácea *Centroceras clavulatum*, la perenne *Gelidium pusillum* y la incrustante *Ralfsia verrucosa*, además de diversas cianofíceas. En la zona intermareal inferior ha destacado la aparición del porífero *Aaptos aaptos* **(B)** y del artrópodo *Austrominius modestus* **(C)**, registrados por primera vez en esta estación.

ANEXO FOTOGRÁFICO

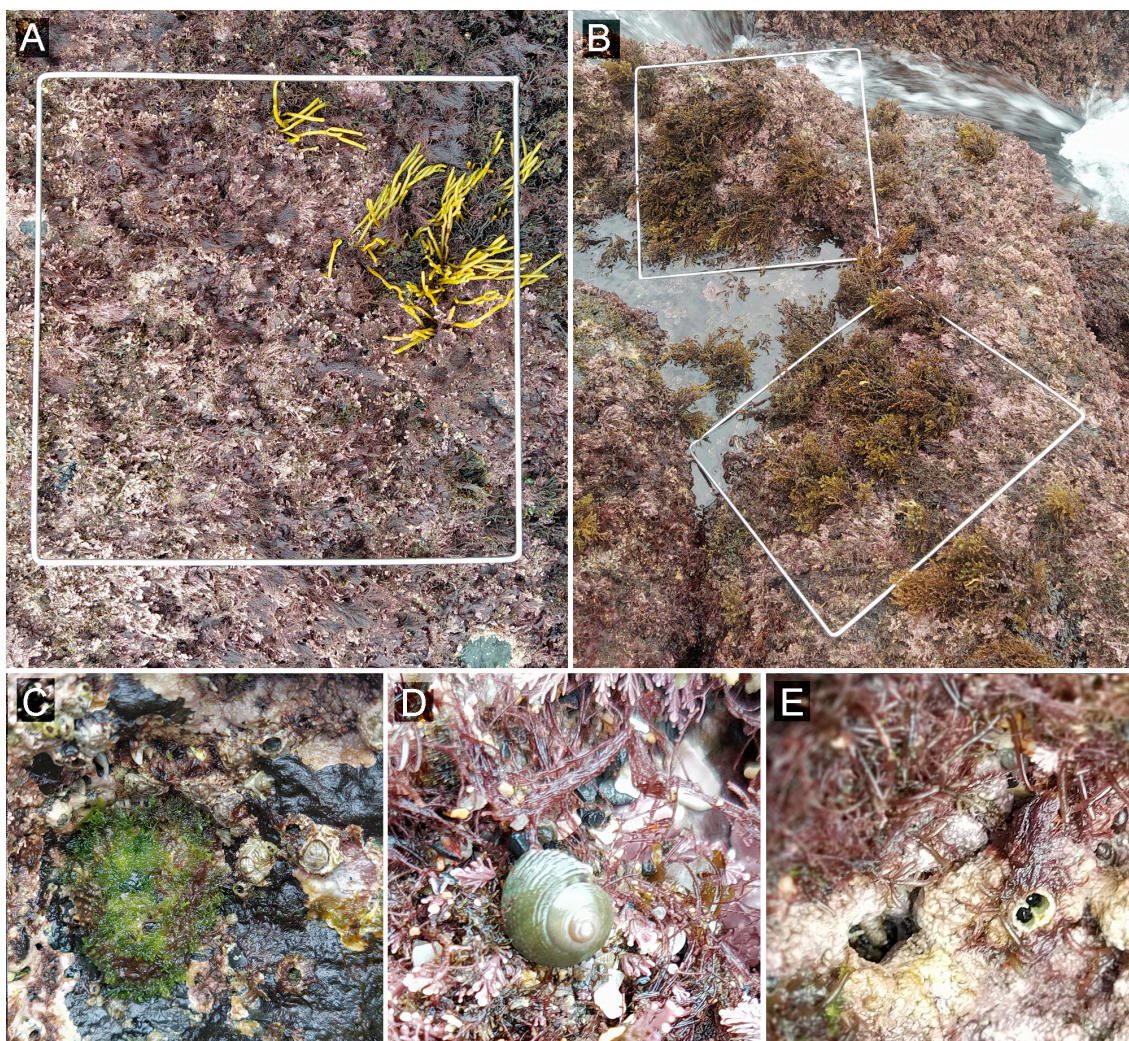
PUNTA MURGOA – ESTACIÓN 1 Intermareal



Aspecto general de las comunidades marinas presentes en la zona intermareal de la Estación I de Punta Murgoa. **A.** En el nivel intermareal superior (+1,2 m) la vegetación estaba dominada por la calcárea articulada *Ellisolandia elongata*, la cual se encontraba fuertemente epifitada por *Centroceras clavulatum*. Otras especies presentes eran *Sphacelaria rigidula*, *Laurencia obtusa*, *Lithophyllum incrustans*, *Chondracanthus acicularis* y *Phymatolithon lenormandii*. **B.** En el nivel inferior (+0,75 m) las especies perennes más abundantes eran la calcárea *Ellisolandia elongata* y el macrófito de gran porte *Ericaria selaginoides*. Otras especies perennes presentes era *Chondracanthus acicularis* y *Mesophyllum lichenoides*. El epifito estacional *Centroceras clavulatum* también era abundante. **C.** El crustáceo *Eriphia verrucosa* se alimenta de moluscos, anélidos u otros crustáceos; y es sumamente agresiva y territorial. **D.** Detalle de *Centroceras clavulatum* creciendo sobre las especies perennes.

ANEXO FOTOGRÁFICO

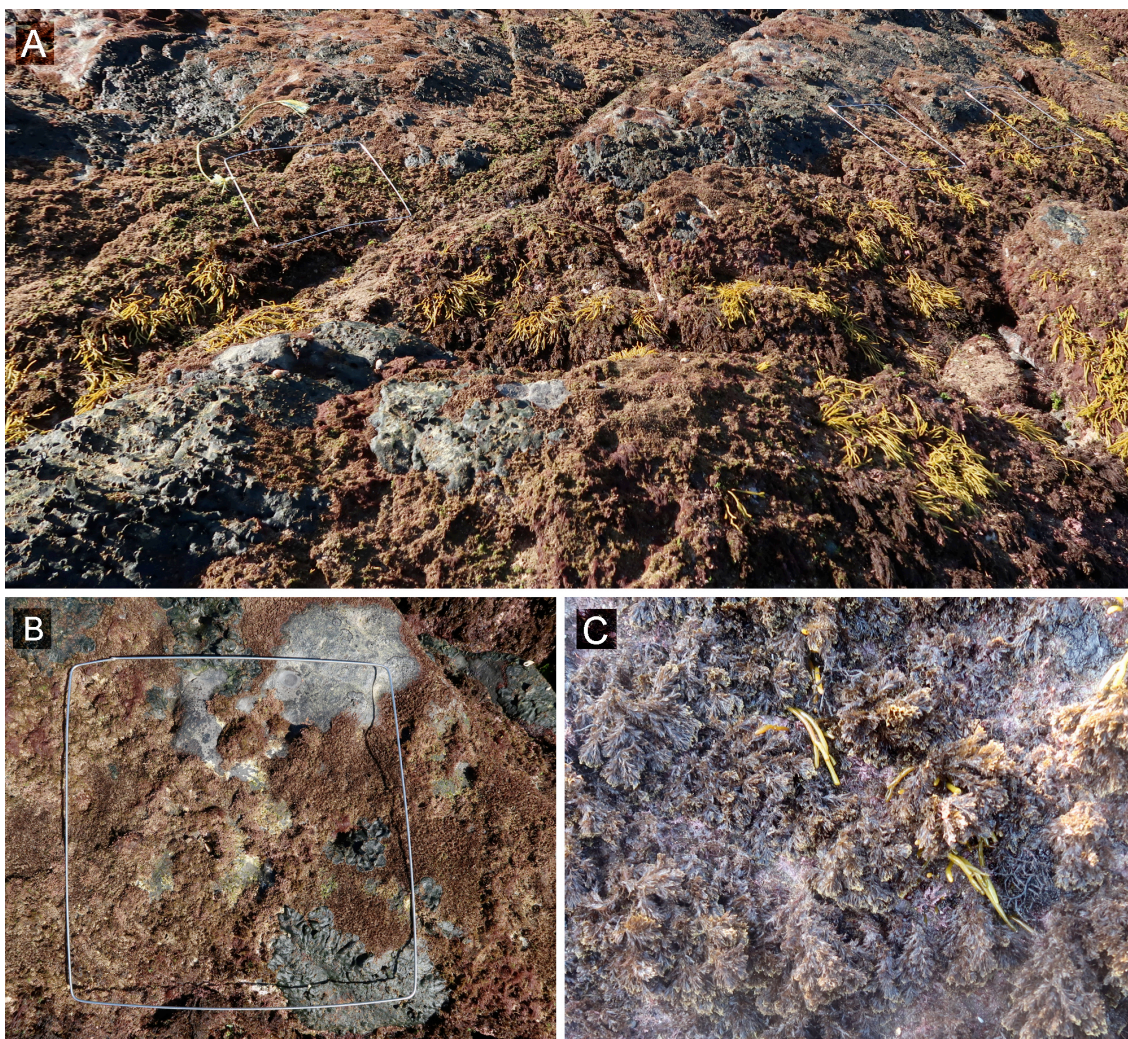
PUNTA MURGOA – ESTACIÓN 2 Intermareal



Aspecto general de las comunidades marinas presentes en la zona intermareal de la Estación 2 de Punta Murgoa. **A.** La vegetación del nivel más alto (+1,2 m) estaba dominada por la calcárea articulada *Ellisolandia elongata* y el epífito estacional *Centroceras clavulatum*. Otras especies presentes con coberturas destacables eran *Mesophyllum lichenoides*, *Hypnea musciformis*, *Bifurcaria bifurcata* y *Cladostephus spongiosus*. **B.** En el nivel inferior (+0,75 m) las especies perennes más abundantes eran *Ellisolandia elongata* y *Ericaria selaginoides*. Otras especies presentes fueron *Hypnea musciformis*, *Centroceras clavulatum*, *Lithophyllum incrustans* y *Mesophyllum lichenoides*. **C.** La concha de la lapa *Patella ullysiponensis* en la imagen aparece cubierta de algas verdes y sobre la superficie rocosa también se aprecian varios individuos de *Chthamalus stellatus* con su característico exoesqueleto en forma de volcán. **D.** Detalle de un gasterópodo del género *Steromphala* sobre la vegetación. **E.** En el derecha de la imagen se observa al bivalvo *Rocellaria dubia* que vive dentro de la roca y a través de sus orificios inhala y exhala el agua.

ANEXO FOTOGRÁFICO

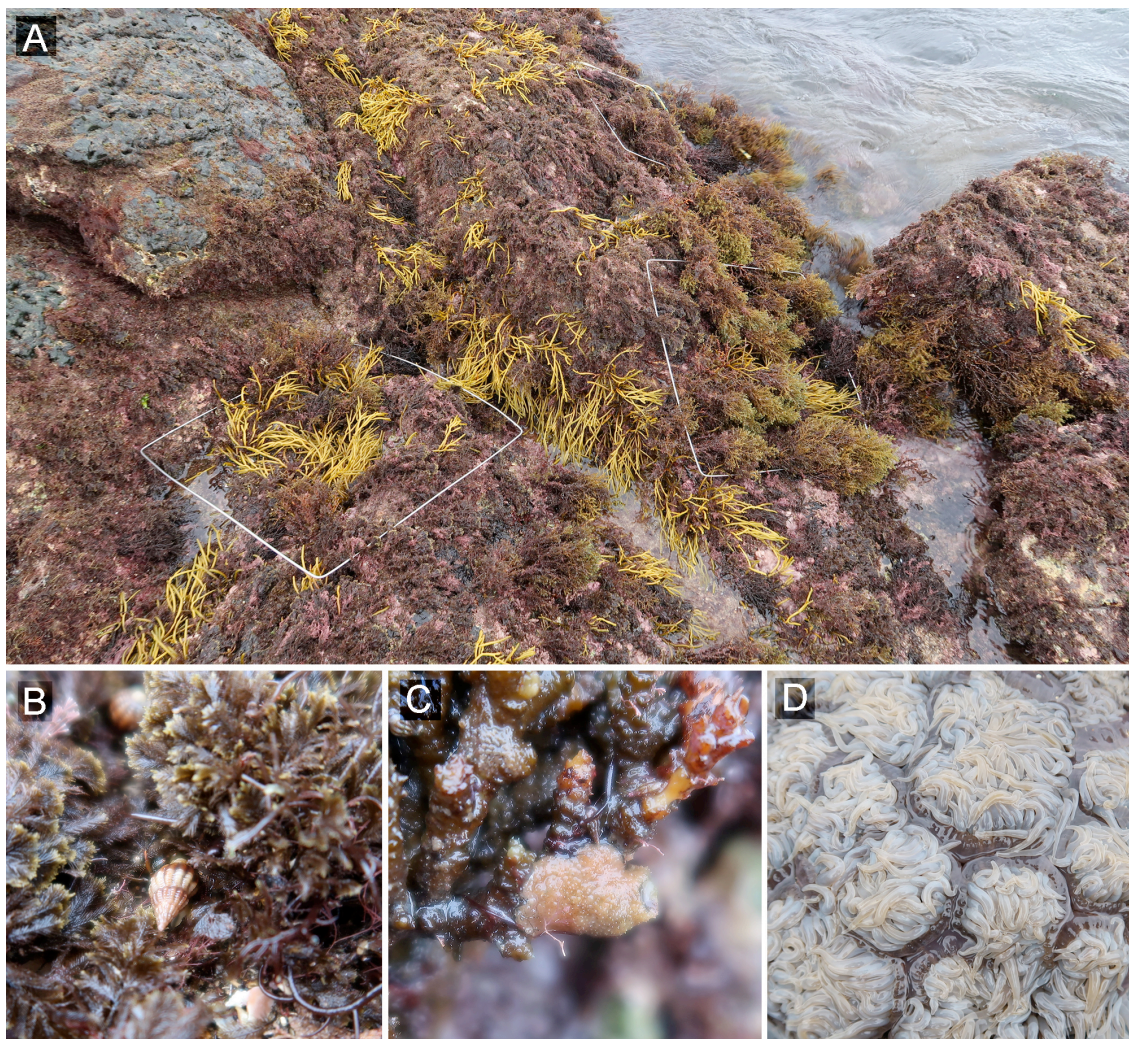
ANTZORAS – ESTACIÓN 1 Intermareal



Aspecto general de las comunidades marinas presentes en la zona intermareal de la Estación I de Antzoras. **A.** Tres superficies de muestreo en el nivel intermareal superior (+1,2 m), cuya vegetación presentaba coberturas elevadas del alga verde *Codium adhaerens*, la calcárea articulada *Ellisolandia elongata*, la ceramiácea *Centroceras clavulatum* y ectocarpáceas. **B.** Detalle de una superficie de muestreo del nivel superior con amplias zonas desprovistas de algas erectas como consecuencia del constante ramoneo de lapas *Patella ulyssiponensis* (en la imagen cubiertas de vegetación). **C.** Detalle de la vegetación del nivel intermareal inferior (+0,75 m) en la que se observa la abundancia de especies de algas pardas perennes como *Halopteris scoparia*, *Bifurcaria bifurcata* y *Cladostephus spongiosus*.

ANEXO FOTOGRÁFICO

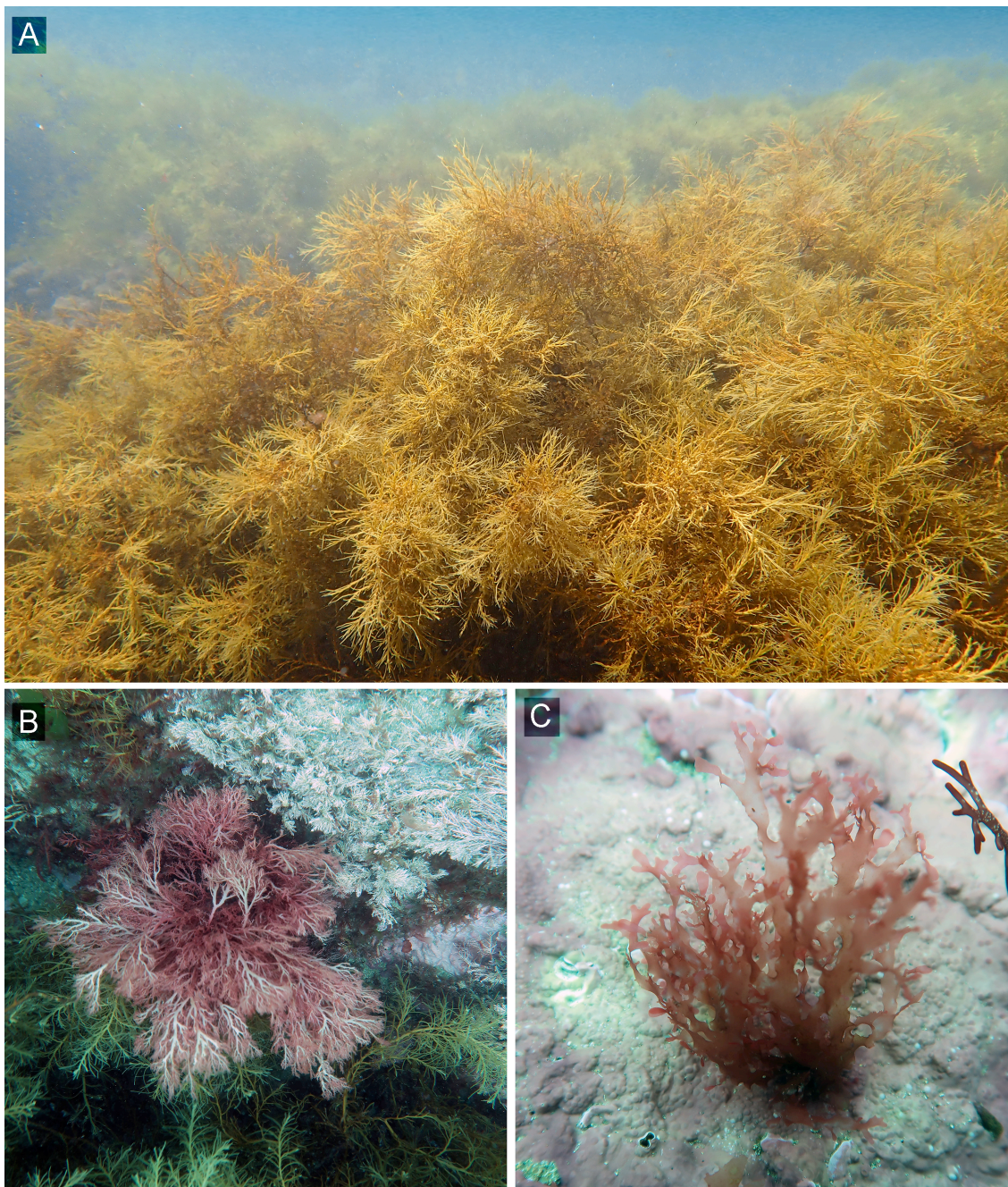
ANTZORAS – ESTACIÓN 2 Intermareal



Aspecto general de las comunidades marinas presentes en la zona intermareal de la Estación 2 de Antzoras. **A.** En el nivel inferior (+0,75 m) la especie perenne más abundante era *Ericaria selaginoides*, especie sensible a la contaminación. Otros macrófitos presentes eran *Bifurcaria bifurcata*, *Halopteris scoparia*, *Cladostephus spongiosus*, *Zanardinia typus*, *Mesophyllum lichenoides*, *Hypnea musciformis*, *Vertebrata reptabunda*, *Jania rubens* y *Chondracanthus acicularis*. **B.** En el centro de la imagen se aprecia la concha del gasterópodo *Tritia incrassata* ocupada por el hermitaño *Clibanarius erythropus*. **C.** Detalle del briozoo anaranjado *Turbicellepora magnicosta*, invertebrado colonial que vive epífito sobre el alga *Ericaria selaginoides*. **D.** Varios ejemplares de la anémona *Anemonia viridis* agrupados con el objetivo de mantener mayor humedad durante los periodos de emersión.

ANEXO FOTOGRÁFICO

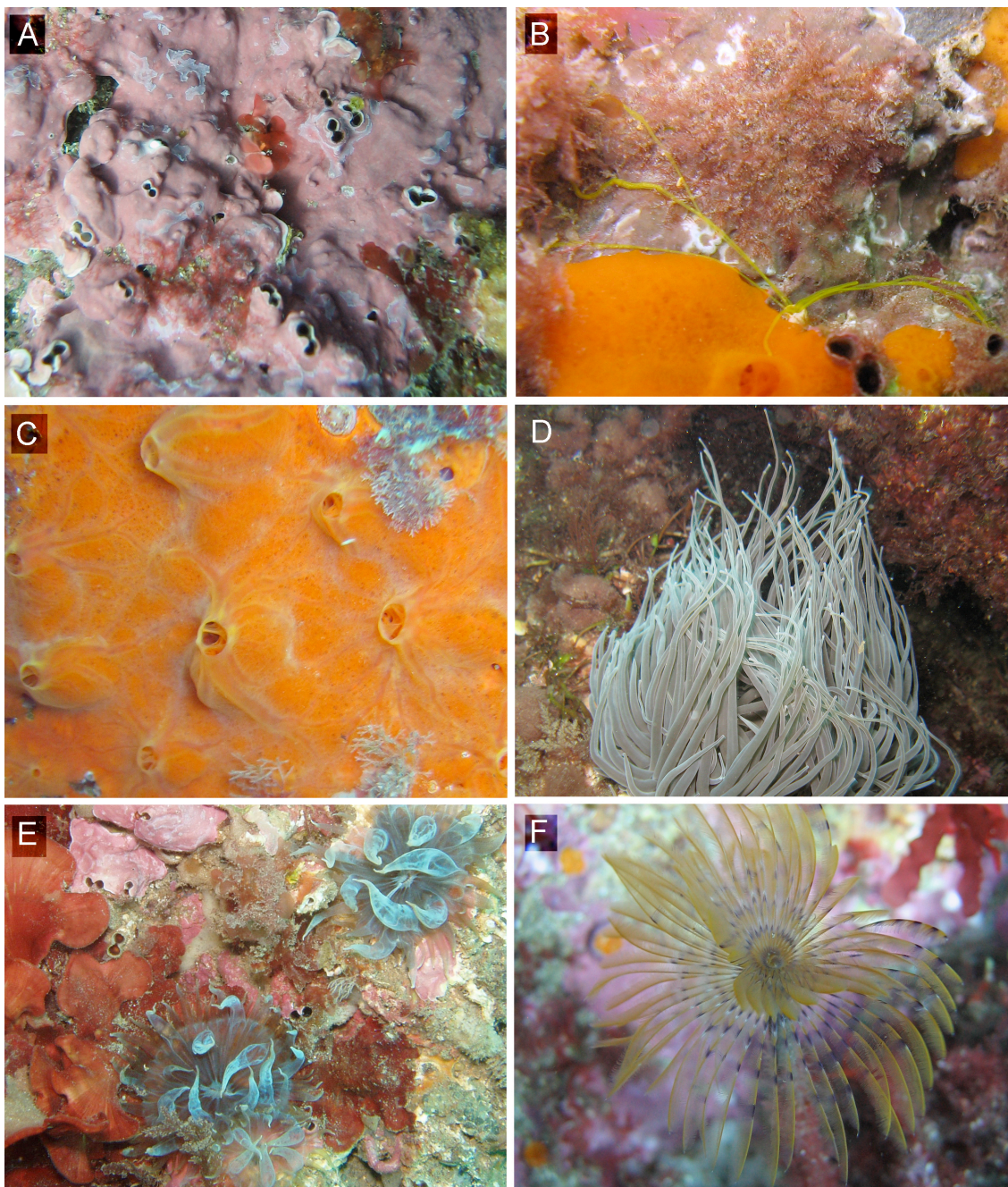
COMUNIDADES SUBMAREALES – MACROALGAS



Fitobentos presente en la zona submareal del área de estudio. A. La cobertura del macrófito *Gongolaria baccata* se ha duplicado en la localidad de Antzoras. Junto a ella han aumentado *Sphaerococcus coronopifolius* (B), *Cryptopleura ramosa* (C), *Mesophyllum lichenoides*, *Pterosiphonia complanata*, *Zanardinia typus* y *Gelidium comeum*, mientras la población de la calcárea *Ellisolandia elongata* ha retrocedido. Se trata de una evolución muy positiva de la vegetación de esta localidad. Sin embargo, en Izaro y en Punta Murgoa la copa de la vegetación continúa sin desarrollarse.

ANEXO FOTOGRÁFICO

COMUNIDADES SUBMAREALES – FAUNA



Zoobentos de sustrato rocoso presente en la zona submareal del área de estudio. Entre los invertebrados que habitan los fondos submareales destacan: el bivalvo *Rocellaria dubia* (A), el gusano poliqueto *Terebella lapidaria* (B), la esponja *Hymeniacidon sanguinea* (C), las anémonas *Anemonia viridis* (D) y *Ayptasia mutabilis* (E) y el poliqueto *Spirographis spallanzani* (F).

