

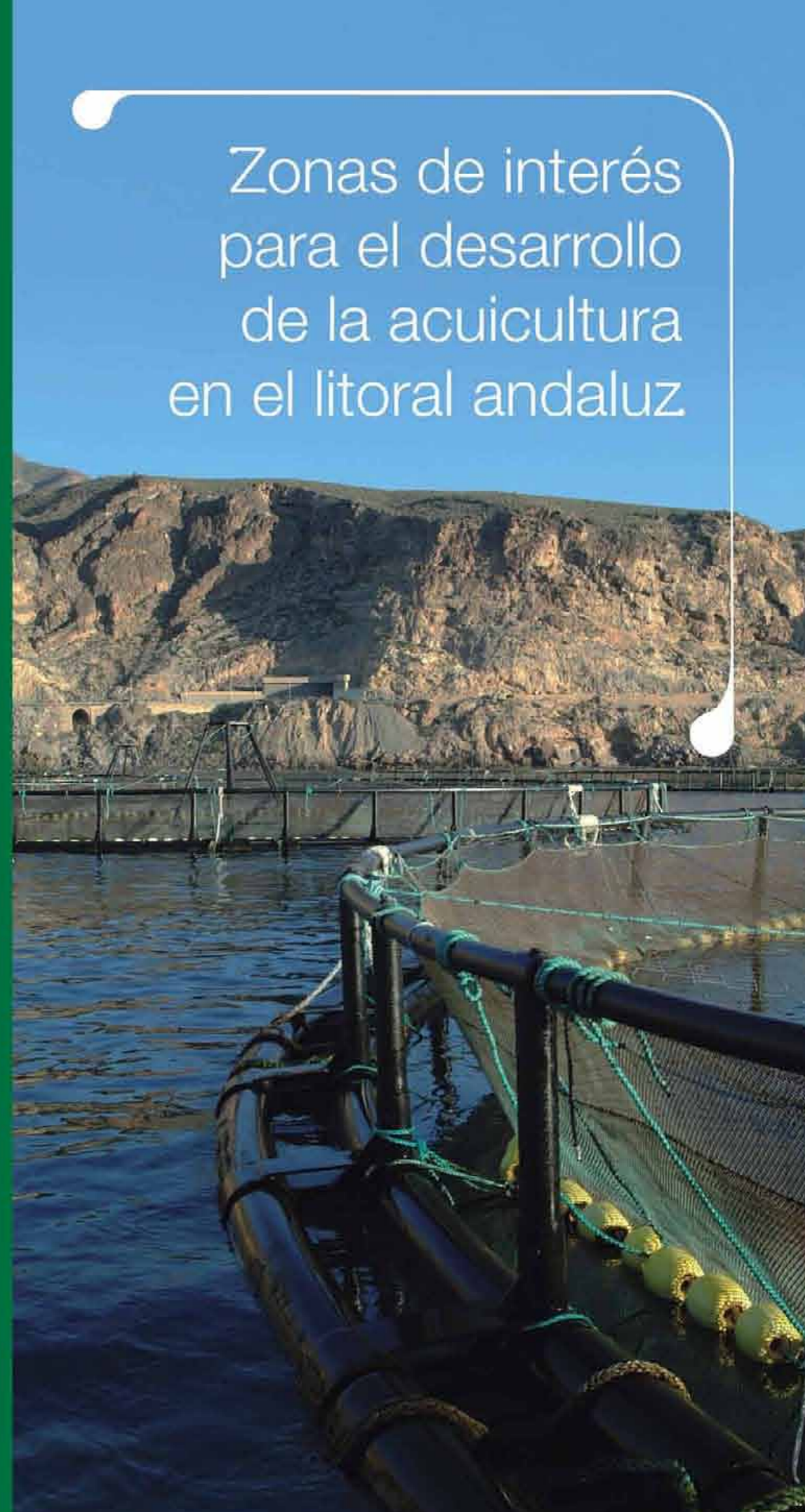


UNIÓN EUROPEA
Instrumento Financiero
de Orientación de la Pesca



ZONAS DE INTERÉS PARA EL DESARROLLO DE LA ACUICULTURA EN EL LITORAL ANDALUZ

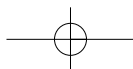
CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA



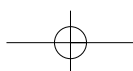
Zonas de interés
para el desarrollo
de la acuicultura
en el litoral andaluz

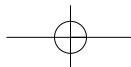






Zonas de Interés para el Desarrollo de la Acuicultura en el Litoral Andaluz





EDITA: JUNTA DE ANDALUCÍA.
Consejería de Agricultura y Pesca

DIRECCIÓN Y COORDINACIÓN:
CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA. JUNTA DE ANDALUCÍA
Dirección General de Pesca y Acuicultura
D. José Manuel Gaiteiro Rey.
D^a Rosa Villarías Molina

COLABORACIÓN:
CONSEJERÍA DE INNOVACIÓN, CIENCIA Y EMPRESA. JUNTA DE ANDALUCÍA
Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA)
D. José Carlos Manzano Harriero.
D. Alfonso Sánchez de Lamadrid Rey
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE. JUNTA DE ANDALUCÍA
Dirección General de Gestión del Medio Natural
D. Fernando Ortega Alegre
D. Rafael Barba Salcedo.

EJECUCIÓN: Empresa Pública Desarrollo Agrario y Pesquero.

AUTORES: Fernando del Castillo y Rey
José Carlos Macías Rivero

EQUIPO TÉCNICO RESPONSABLE:
Jaime de Andrés Castro
Juan Francisco Martínez Aragón
Carolina Álamo Zurita

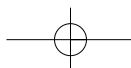
SUPERVISIÓN DISEÑO Y MAQUETACIÓN:
Rafael Gálvez César

Colaboraciones:Dpto. de Geología. UNIVERSIDAD DE CÁDIZ
Dpto. de Oceanografía. INSTITUTO DE CIENCIAS MARINAS DE ANDALUCÍA (CSIC)
AZTI. Instituto Tecnológico Pesquero y Alimentario

DISEÑO Y MAQUETACIÓN:
Forma Animada S.L.L.

DEPÓSITO LEGAL: SE-6045-06

I.S.B.N.: 84-690-1933-3



ÍNDICE

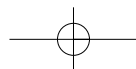
PRESENTACIÓN.....	9
1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	11
2. ÁMBITO DEL ESTUDIO.....	17
2.1 Ámbito general.....	19
2.1.1 La costa atlántica.....	21
2.1.2 La costa mediterránea.....	23
2.2 Ámbito específico del estudio.....	23
3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS Y METODOLOGÍA.....	27
3.1 Estudio de la calidad de las aguas en las diferentes zonas.....	30
3.1.1 Estudio de las condiciones físico-químicas del agua en las zonas seleccionadas.....	31
3.1.2 Estudio anual de las condiciones sanitarias.....	34
3.2 Recopilación de información sobre fondos marinos	35
3.2.1 Trabajos de muestreo de bentos	35
3.2.2 Recopilación de la información existente.....	37
3.2.3 Trabajos de laboratorio.....	38
3.3 Estudio de las condiciones oceanográficas de las zonas.....	43
3.3.1 Recopilación de datos de oleaje.....	43
3.3.2 Recopilación de datos de corrientes.....	44
3.3.3 Realización de modelos hidrodinámicos.....	45
3.3.4 Dispersión de partículas contaminantes.....	48
3.4 Estudio de las características climatológicas de las zonas.....	49
3.5 Situación pesquera en las zonas de interés	51
3.6 Tratamiento e integración de la información generada.....	51
3.6.1 Integración de la información y análisis global de los resultados.....	51
3.6.2 Elaboración de la cartografía temática.....	51
3.6.3 Valoración del interés para los cultivos marinos de las zonas estudiadas.....	51
3.6.4 Terminología empleada para la valoración final de las zonas estudiadas.....	61
4. RESULTADOS.....	63
4.1 ZONA AL-01 (GARRUCHA).....	65
4.1.1 Compatibilidad administrativa de la zona	67
4.1.2 Caracterización climatológica	68
4.1.3 Caracterización física.....	70
4.1.4 Caracterización bionómica	84
4.1.5 Caracterización del sector pesquero	85
4.1.6 Valoración final	86
4.2 ZONA AL-02 (CARBONERAS)	91
4.2.1. Compatibilidad administrativa de la zona	93
4.2.2. Caracterización climatológica	94
4.2.3. Caracterización física.....	96
4.2.4. Caracterización bionómica.....	105
4.2.5. Caracterización del sector pesquero	107
4.2.6. Valoración final	108

4.3 ZONA AL-03 (COSTACABANA)	111
4.3.1 Compatibilidad administrativa de la zona.....	113
4.3.2 Caracterización climatológica.....	114
4.3.3 Caracterización física.....	114
4.3.4 Caracterización bionómica.....	127
4.3.5 Caracterización del sector pesquero	128
4.3.6 Valoración final	130
4.4 ZONA AL-04 (ROQUETAS- AGUADULCE)	133
4.4.1 Compatibilidad administrativa de la zona.....	135
4.4.2 Caracterización climatológica.....	136
4.4.3 Caracterización física.....	136
4.4.4 Caracterización bionómica.....	148
4.4.5 Caracterización del sector pesquero.....	150
4.4.6 Valoración final.....	151
4.5 ZONA AL-05 (ADRA-ALMERINAR)	155
4.5.1 Compatibilidad administrativa de la zona.....	157
4.5.2 Caracterización climatológica.....	158
4.5.3 Caracterización física.....	158
4.5.4 Caracterización bionómica.....	171
4.5.5 Caracterización del sector pesquero	173
4.5.6 Valoración final.....	174
4.6 ZONA GR-06 (LA MAMOLA-LA RÁBITA).....	177
4.6.1 Compatibilidad administrativa de la zona.....	179
4.6.2 Caracterización climatológica.....	179
4.6.3 Caracterización física.....	180
4.6.4 Caracterización bionómica.....	192
4.6.5 Caracterización del sector pesquero.....	193
4.6.6 Valoración final.....	194
4.7 ZONA GR-07 (CASTELL DE FERRO).....	199
4.7.1 Compatibilidad administrativa de la zona.....	201
4.7.2 Caracterización climatológica.....	202
4.7.3 Caracterización física.....	202
4.7.4 Caracterización bionómica.....	213
4.7.5 Caracterización del sector pesquero	215
4.7.6 Valoración final	216
4.8 ZONA GR-08 (MOTRIL)	219
4.8.1 Compatibilidad administrativa de la zona.....	221
4.8.2 Caracterización climatológica.....	222
4.8.3 Caracterización física.....	222
4.8.4 Caracterización bionómica.....	234
4.8.5 Caracterización del sector pesquero	236
4.8.6 Valoración final	237

Indice

4.9 ZONA MA-09 (EL PEÑONCILLO)	241
4.9.1 Compatibilidad administrativa de la zona	243
4.9.2 Caracterización climatológica	244
4.9.3 Caracterización física.....	246
4.9.4 Caracterización bionómica	256
4.9.5 Caracterización del sector pesquero	257
4.9.6 Valoración final	258
4.10 ZONA MA-10 (TORRE DEL MAR).....	263
4.10.1 Compatibilidad administrativa de la zona	265
4.10.2 Caracterización climatológica	266
4.10.3 Caracterización física.....	268
4.10.4 Caracterización bionómica	278
4.10.5 Caracterización del sector pesquero	280
4.10.6 Valoración final	281
4.11 ZONA MA-11 (RINCÓN DE LA VICTORIA)	285
4.11.1 Compatibilidad administrativa de la zona	287
4.11.2. Caracterización climatológica	288
4.11.3 Caracterización física.....	290
4.11.4 Caracterización bionómica	299
4.11.5 Caracterización del sector pesquero	301
4.11.6 Valoración final	302
4.12 ZONA MA-12 (BENALMÁDENA COSTA-TORREMOLINOS)	305
4.12.1 Compatibilidad administrativa de la zona	307
4.12.2 Caracterización climatológica	308
4.12.3 Caracterización física	310
4.12.4 Caracterización bionómica	320
4.12.5 Caracterización del sector pesquero	322
4.12.6 Valoración final	323
4.13 ZONA MA-13 (FUENGIROLA).....	327
4.13.1 Compatibilidad administrativa de la zona	329
4.13.2 Caracterización climatológica	329
4.13.3 Caracterización física.....	330
4.13.4 Caracterización bionómica	341
4.13.5 Caracterización del sector pesquero	343
4.13.6 Valoración final	344
4.14 ZONA MA-14 (ESTEPONA)	347
4.14.1 Compatibilidad administrativa de la zona	349
4.14.2 Caracterización climatológica	350
4.14.3 Caracterización física.....	350
4.14.4 Caracterización bionómica	363
4.14.5 Caracterización del sector pesquero	365
4.14.6 Valoración final.....	366

4.15 ZONA CA-15 (LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN-SAN ROQUE)	369
4.15.1 Compatibilidad administrativa de la zona	371
4.15.2 Caracterización climatológica	372
4.15.3 Caracterización física	374
4.15.4 Caracterización bionómica	387
4.15.5 Caracterización del sector pesquero	389
4.15.6 Valoración final	390
4.16 ZONA CA-16 (BARBATE)	395
4.16.1 Compatibilidad administrativa de la zona	397
4.16.2 Caracterización climatológica	398
4.16.3 Caracterización física	398
4.16.4 Caracterización bionómica	412
4.16.5 Caracterización del sector pesquero	414
4.16.6 Valoración final	414
4.17 ZONA CA-17 (CHIPIONA-ROTA)	417
4.17.1 Compatibilidad administrativa de la zona	419
4.17.2 Caracterización climatológica	420
4.17.3 Caracterización física	420
4.17.4 Caracterización bionómica	435
4.17.5 Caracterización del sector pesquero	437
4.17.6 Valoración final	438
4.18 ZONA HU-18 (LA ANTILLA)	441
4.18.1 Compatibilidad administrativa de la zona	443
4.18.2 Caracterización climatológica	444
4.18.3 Caracterización física	446
4.18.4 Caracterización bionómica	458
4.18.5 Caracterización del sector pesquero	459
4.18.6 Valoración final	460
5. SÍNTESIS DE LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES FINALES	465
5.1 Resultados oceanográficos y ambientales	469
5.2 Resultados respecto a la clasificación o zonificación	471
BIBLIOGRAFÍA.....	481



Presentación

9

La acuicultura, como cualquier otra actividad que se desarrolle en el litoral, no puede desenvolverse sin una adecuada ordenación y planificación, que garantice la sostenibilidad de la actividad al mismo tiempo que el máximo respeto a los recursos naturales y a los paisajes.

La Consejería de Agricultura y Pesca, en su Plan de Modernización de Sector Pesquero Andaluz, abordó las actuaciones encaminadas a resolver las principales debilidades que frenaban el desarrollo del sector de la acuicultura marina de Andalucía.

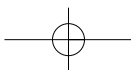
Entre las actuaciones que se han ido desarrollando, adquiere especial relieve la destinada a la planificación de la actividad acuícola en el litoral. Para ello se han ido realizando una serie de estudios englobados bajo la denominación de "Estudios de Localización de Zonas idóneas para la acuicultura".

La primera fase de estos trabajos concluyó recientemente, dando origen a un documento cartográfico donde se establece una zonificación de la franja marina de todo el litoral andaluz, tanto en la Zona Marítimo Terrestre, como en la zona marítima, según el grado de compatibilidad entre los usos, actividades y ocupaciones existentes y la actividad acuícola.

El trabajo que ahora presentamos corresponde a la segunda fase y aborda el estudio del medio físico en zonas marítimas preseleccionadas de posible uso acuícola. Por su magnitud, complejidad, e interés, ha sido realizado conjuntamente por la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresas, la Consejería de Medio Ambiente y la Consjería de Agricultura y Pesca. El estudio abarca desde las condiciones físico-químicas del medio, hasta las condiciones biológicas y oceanográficas de las zonas marítimas seleccionadas, a lo largo del todo el litoral andaluz, ya que estas condiciones van a influir directamente sobre la viabilidad técnica del cultivo y su influencia sobre el medio ambiente.

La finalidad de estos trabajos es facilitar, gracias a la completa información que aportan sobre los espacios marítimos con posible uso acuícola, el desarrollo ordenado y sostenible de la actividad acuícola en el litoral andaluz; una actividad que se ha convertido ya en una importante fuente de empleo y de riqueza en algunas de nuestras áreas litorales, y que, según ponen de manifiesto los estudios emprendidos, tiene todavía por delante un enorme potencial de desarrollo.

ISAÍAS PÉREZ SALDAÑA
Consejero de Agricultura y Pesca





1

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS



Durante los últimos años, la acuicultura en jaulas ha adquirido gran auge frente a la realizada en instalaciones terrestres. La elección de este tipo de cultivo responde, en primer lugar, al desarrollo y disponibilidad en los últimos años de la tecnología adecuada, representando una alternativa de mayor viabilidad económica y además, a la experiencia positiva resultante de instalaciones piloto, fruto de convenios de colaboración entre el sector privado y grupos de investigación de organismos públicos regionales.

Como consecuencia, se ha puesto de manifiesto la existencia de una problemática que afecta tanto al sector acuícola, como a las distintas administraciones con competencias en la zona marítima donde se desarrolla la actividad, ya que, la ocupación de este dominio público para la acuicultura, necesita imprescindiblemente de una planificación del litoral que sea integradora respecto a los distintos sectores en desarrollo, la asignación de recursos y las administraciones implicadas.

Esta problemática puede resumirse en dos aspectos fundamentales:

- **Aspectos administrativos:** como son los usos, actividades y ocupaciones del dominio público marítimo-terrestre, que pueden interferir con el desarrollo de la acuicultura debido a una competencia espacial.
- **Aspectos técnico-ambientales:** referidos a las condiciones físico-químicas, biológicas y oceanográficas de las zonas marítimas susceptibles de acoger instalaciones de acuicultura. Estas condiciones van a influir directamente sobre la viabilidad técnica del cultivo y la influencia de éste sobre el medio ambiente del entorno.

En este contexto, la Dirección General de Pesca y Acuicultura de la Consejería de Agricultura y Pesca, inició en el año 2000 una línea de trabajo dirigida a la planificación de la acuicultura en el mar, comenzando con el *Estudio de Localización de Zonas Idóneas para el Desarrollo de la Acuicultura en el Litoral Andaluz*, en el que se abordó el aspecto administrativo de la identificación de zonas aptas para la acuicultura en el litoral.

En las zonas preseleccionadas para acuicultura según los criterios establecidos por dicho estudio, se ha desarrollado una segunda fase con la que se ha pretendido evaluar, en cada zona seleccionada en la primera fase, si las condiciones técnicas y ambientales son de interés potencial para el desarrollo de algún tipo de acuicultura en mar abierto.

Por otro lado, como reflejo de esta inquietud a nivel nacional, la Junta Asesora de Cultivos Marinos (JACUMAR) creó en 1999 un Plan Nacional de Cultivos en Jaulas, en cuyo foro de expertos y después de las reuniones que el grupo de trabajo ha desarrollado se ha llegado a la conclusión de que en el período 2001–2003 sería de interés común la realización de un proyecto con un único objetivo consistente en la obtención de un mapa del litoral español, en el que queden reflejadas las zonas consideradas más apropiadas para el desarrollo de la actividad.

El Centro de Investigación y Formación Pesquera y Acuícola (CIFPA) "El Toruño", dependiente del Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA) de la Consejería de Innovación Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía, forma parte de este grupo de trabajo de JACUMAR, y es el encargado de desarrollar los trabajos en el litoral andaluz.

Para la realización del estudio de la zonificación se ha tenido presente que, al igual que la mayor parte de las industrias costeras, la acuicultura puede entrar en conflicto con otras actividades que convergen en la franja litoral como son: tránsito de embarcaciones, pesca y caladeros tradicionales, turismo y ocio marítimo, extracción de áridos, otras industrias, etc.

Por otra parte, hay que considerar la protección de reservas marinas o zonas de importante riqueza bentónica, bien por presencia de especies protegidas o por ser lugares de refugio y puesta.

Existen además otros usos poco o nada compatibles con la acuicultura por incidir sobre su viabilidad y calidad como son los vertidos y zonas de masiva actividad turística o de ocio.

Todos los factores anteriormente mencionados, influyen en la compatibilidad entre los usos ya implantados en las zonas costeras y la acuicultura. Estos factores pueden agruparse en:

- Factores socioeconómicos.
- Factores biológicos y oceanográficos.
- Factores ambientales.

Como consecuencia, una vez finalizado el estudio de localización de zonas de interés para la acuicultura en mar abierto, respecto a los factores administrativos, el paso siguiente ha sido la realización de un estudio del medio físico, donde se han tenido en cuenta los parámetros biológicos y oceanográficos para determinar las zonas que son potencialmente apropiadas para el desarrollo de la acuicultura en el mar.

Con la obtención finalmente, de una zonificación que incluya una localización de las zonas de interés para los cultivos marinos, se dispondrá de un instrumento que facilitará tanto a los empresarios acuícolas como a las administraciones implicadas, una selección y planificación costera desde el punto de vista de la acuicultura marina.

Para el presente trabajo se ha establecido una colaboración entre las dos administraciones pertenecientes a la Junta de Andalucía, que se encuentran implicadas directamente en la tramitación de los expedientes y autorización de los cultivos: la Consejería de Agricultura y Pesca y la Consejería de Medio Ambiente, lo que ha permitido que el estudio contemple los requisitos necesarios para que una zona sea tanto de interés para la acuicultura como adecuada para la misma desde dos enfoques diferentes y complementarios.

Para la Dirección General de Gestión del Medio Natural, de la Consejería de Medio Ambiente, las áreas marinas donde se puede realizar la acuicultura en jaulas con altas garantías de éxito, deben reunir, en mayor o menor grado, una serie de condiciones ambientales. La costa mediterránea andaluza parece en principio una zona con buenas posibilidades para el desarrollo de este tipo de explotaciones. Sin embargo, en ocasiones, las buenas condiciones para el desarrollo industrial de esta actividad se presentan en áreas marinas con un nivel excepcional de conservación que implica un alto valor medioambiental o en zonas donde puede producirse potencialmente un conflicto con otros usos del litoral.

El objetivo genérico previsto por esta Dirección General, consiste en determinar a la escala apropiada, las zonas idóneas para el desarrollo de la acuicultura en mar abierto y establecer una zonificación ambiental del litoral, determinando específicamente aquellas zonas de alta potencialidad para la acuicultura que coincidan con otras zonas donde se encuentren ecosistemas de alto valor ecológico, a fin de obtener criterios que posibiliten la toma de decisiones en materia de autorización ambiental para las instalaciones que así lo soliciten.

La localización de zonas de interés para cultivos marinos tiene una doble conveniencia, por un lado aporta información general y específica al promotor que puede concentrar sus esfuerzos hacia lugares más idóneos; y por otro lado ayuda a las administraciones con competencias en la materia para valorar los proyectos e iniciativas de cultivo presentadas.

Cuando un promotor plantea el desarrollo de un proyecto de acuicultura, ya sea en mar abierto o en zona marítimo-terrestre, la elección del lugar y sus características biogeográficas facilitarán la decisión sobre los sistemas y especies más idóneas a emplear, pero todo esto no será suficiente si no se lleva a cabo un estudio detallado de la zona donde se ubicará el cultivo. Este estudio es necesario porque, el situar una granja marina en un lugar inadecuado, puede ocasionar graves consecuencias en todos los aspectos, es decir, tanto para la empresa como para el entorno natural.

La administración en general juega un papel fundamental en el futuro desarrollo de la acuicultura a todos los niveles, en el contexto europeo, nacional y regional. En los últimos años, cuando desde cualquier foro se analizan estrategias para el desarrollo de la actividad de la acuicultura marina, queda reflejada la gran importancia que tiene la selección del lugar de instalación de las empresas de acuicultura, no solo desde el punto de vista de la viabilidad técnica y económica de la actividad, sino que este aspecto se extiende actualmente a otros muchos factores entre los que destaca la compatibilidad medioambiental del lugar.

En el ámbito europeo, el documento presentado en septiembre de 2002 por la Comisión Europea donde se propone la Estrategia para el desarrollo sostenible de la acuicultura Europea, analiza el problema de espacio como una de las críticas al desarrollo de la actividad. El programa de demostración de la Comisión Europea sobre Gestión Integrada de las Zonas Costeras ha revelado que la mejor solución para problemas complejos sobre el espacio es acometer un planteamiento territorial integrado que trate simultáneamente los diferentes problemas de la zona y se involucre a todos los agentes interesados.

Sin embargo, y como bien dice el documento de la Comisión, la perspectiva de alejar la acuicultura de la costa no debe impedir considerarla usuaria del territorio costero con los mismos derechos que las demás actividades.

Por otro lado, el Código de Conducta para la Acuicultura Europea, elaborado por la Federación Europea de Productores Acuicultores (FEAP), en Julio 2.000, también trata la selección y manejo de lugar como aspecto destacado y así propone, para la selección de emplazamiento lo siguiente:

- Todas las granjas se deberán diseñar, desarrollar y explotar buscando un uso equitativo y eficaz de los recursos.
- La acuicultura deberá esforzarse para quedar armónicamente integrada en el ambiente del lugar.
- Los acuicultores solamente deberán utilizar emplazamientos que sean compatibles con:
 - Operaciones sostenibles a largo plazo.
 - Efectos ecológicos aceptables.

Respecto a la gestión del emplazamiento, este código recomienda que:

- Los acuicultores deberán emplear la mejor tecnología y procedimientos disponibles a fin de optimizar tanto la crianza como las interacciones de la granja con el medio ambiente.
- Se harán los mayores esfuerzos para que el aspecto del emplazamiento resulte atractivo, ordenado y limpio.

En el ámbito nacional, el hecho más relevante y reciente en lo que se refiere a diagnóstico, evaluación y planificación de la acuicultura se recoge en el Libro Blanco de la Acuicultura en España, publicado en el año 2001 por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. En este documento, en el apartado de **PLANIFICACIÓN LITORAL**, y sobre el emplazamiento de instalaciones acuícolas se detecta que existe una práctica imposibilidad para conocer qué zonas del litoral son adecuadas para el establecimiento de una instalación de cultivos marinos, y en este sentido se constata que en la actualidad, casi ninguna Administración (General del Estado, Autonómica o Local) está en condiciones de facilitar una relación de zonas potenciales para la instalación de granjas acuícolas.

Además se destaca que, una vez que un potencial acuicultor ha escogido una zona como posible emplazamiento de una instalación, resulta sumamente complejo conocer los distintos conflictos de uso que pudieran darse sobre esa zona.

Esta situación representa un problema, tanto para el desarrollo de la acuicultura, dificultando enormemente, la elección de emplazamientos, como desde el punto de vista de la gestión costera, aspecto que será comentado más adelante.

Como soluciones para el desarrollo de este sector, se propone a corto plazo, establecer las zonas de interés para cultivos marinos y las condiciones en que la acuicultura puede ejecutarse en ellas, así como la realización de mesas de acuicultura o de coordinación, o bien otros instrumentos que puedan resultar de interés. Entre estos instrumentos, se contemplaría la elaboración de un mapa de usos del litoral, de tal manera que partiendo especialmente de los usos de explotaciones acuícolas ya establecidos, y respetándolos, se definieran otros que no son compatibles con el mismo, y aquellos otros que por su naturaleza sean incompatibles y que por ello han de concentrarse en otras zonas, con usos propios definidos y compatibles.

En el ámbito regional, el análisis del sector de la acuicultura marina se realiza en el contexto del Plan de Modernización del Sector Pesquero Andaluz, el cual establece las bases que permiten impulsar decididamente, durante los próximos años, el desarrollo sostenible de esta actividad en determinadas áreas costeras andaluzas, aprovechar sus potencialidades acuícolas para generar riqueza y empleo, y preservar y mejorar la calidad medioambiental de nuestras costas, la mejor garantía para la sostenibilidad de las actividades económicas que tienen como sustrato el litoral y, muy especialmente, de la producción regular de cultivos marinos.

Este programa de acuicultura propone eliminar las dos barreras fundamentales que actualmente limitan el desarrollo sostenible de la actividad en Andalucía: proporcionar un marco administrativo adecuado para la ordenación y la implantación sobre el territorio de las actividades acuícolas, y reforzar la capacidad de gestión tecnológica, financiera y comercial de las empresas acuícolas andaluzas.

La preservación de los valores medioambientales se contempla, además, a través de apoyos específicos a la investigación, desarrollo, diseño y difusión de nuevas tecnologías que mejoren el comportamiento medioambiental de las instalaciones acuícolas y su productividad.

La mejora de la actividad acuícola en la Comunidad Autónoma Andaluza pasa por la maximización del aprovechamiento sostenible de las potencialidades que ofrecen nuestras costas y por una política de innovación tecnológica y fortalecimiento empresarial que permita incrementos de la productividad y mejor calidad medioambiental.

Entre los objetivos específicos planteados se encuentra crear un marco administrativo adecuado para el desarrollo sostenible de las actividades acuícolas en zonas adecuadas, y para ello una de las líneas de actuación más importante estará dirigida a delimitar de forma planificada las zonas de interés para el desarrollo de la acuicultura.

En el ámbito normativo, en Andalucía, los cultivos marinos son competencia exclusiva de la Comunidad Autónoma, sin embargo, dado que hasta la fecha no se disponía de una normativa andaluza específica, esta actividad se ha desarrollado según la Ley de Cultivos Marinos de ámbito nacional y según la Ley de Costas y su Reglamento.

En este contexto, como actuación más relevante y reciente y que puede favorecer el desarrollo de los cultivos en Andalucía, es la entrada en vigor de la Ley 1/2002 de 4 de abril de ordenación, fomento y control de la Pesca Marítima, el Marisqueo y la Acuicultura Marina. Esta actividad, por ser una actividad multidisciplinar, requiere para su desarrollo y autorización de la concurrencia de diversas administraciones con competencias en la materia y por lo tanto de diversa normativa para cada uno de las áreas que le afectan.

La Ley 1/2002, atribuye a la Consejería de Agricultura y Pesca, entre otras competencias, la de declarar las zonas de interés para cultivos marinos y la de elaborar y aprobar los planes de aprovechamiento integral de determinadas zonas geográficas para la acuicultura marina. Estas actuaciones son la base de la ordenación sectorial de la actividad acuícola y este es el **objetivo general** que persiguen los estudios de localización de zonas de interés para cultivos marinos impulsados por la Consejería de Agricultura y Pesca en las zonas costeras de Andalucía.

El **objetivo específico** de este proyecto ha consistido en el estudio del medio marino en cada una de las zonas idóneas establecidas previamente en la primera fase del **Estudio de localización de zonas de interés para el desarrollo de la acuicultura marina**, concretándose este estudio en las siguientes líneas:

- Estudio del fondo marino.
- Estudio de las características climatológicas.
- Estudio de las condiciones oceanográficas.
- Estudio de la calidad del agua.
- Estudio de la situación pesquera.



2

ÁMBITO DEL ESTUDIO



2.1 ÁMBITO GENERAL.

19

El ámbito del estudio se centró en el litoral de la Comunidad Autónoma de Andalucía, región situada al sur de Europa y que se caracteriza principalmente por la existencia de masas de agua con influencia Atlántica y Mediterránea.



Figura 2-1 Localización general de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

La acuicultura desarrollada en los países de la Unión Europea se caracteriza por la diversidad de ambientes biogeográficos y la producción de especies de alto valor comercial mediante sistemas tecnológicamente avanzados, no obstante sigue teniendo un cierto componente tradicional, que supone un porcentaje importante del total de la acuicultura y que logra que, España y Francia, ocupen los primeros puestos de la acuicultura europea, en el primer caso debido al cultivo del mejillón y en el segundo a la ostricultura.

A escala global, y según los datos de la FAO, la Unión Europea produce el 3% en volumen y el 4.3% en producción mundial de todas las especies. Las principales especies producidas en Europa son, por orden de importancia: mejillón, trucha, salmón atlántico, ostra, almeja, dorada y lubina, carpa, anguila y rodaballo.

En general se podrían diferenciar dos grandes zonas de cultivo, por un lado la zona del Atlántico Norte donde predominan los cultivos de mejillón y salmón casi siempre en cuerpos de agua semicerrados o abrigados y en sistemas flotantes (jaulas, long-lines, etc), y por otro lado la zona del Mediterráneo donde predominan cultivos de peces como la dorada y la lubina desarrollada tanto en instalaciones en tierra como en el mar.

El litoral español está bañado por las aguas del océano Atlántico y del mar Mediterráneo, y así, por su posición geográfica, sus aguas marinas pertenecen a los denominados mares templados. Cuenta con amplias zonas aprovechables e interesantes desde el punto de vista acuícola, todo ello en aproximadamente 6.000 kilómetros de costa (incluyendo las islas).

Geográficamente, el litoral español podría dividirse en tres grandes zonas (Figura 2-2):

1. Zona Cantábrica, que comprende el litoral de las comunidades de País Vasco, Cantabria, Asturias y parte de Galicia.
2. Zona Atlántica, que comprende parte del litoral de Galicia, las provincias de Huelva y Cádiz en Andalucía, y las Islas Canarias.
3. Zona Mediterránea, que comprende parte del litoral de Andalucía, Murcia, Valencia, Cataluña y Baleares.

- En la **Zona Cantábrica** destaca su plataforma continental estrecha, especialmente en su sector oriental, que se va haciendo más extensa hacia el oeste. Presenta un litoral rectilíneo con abundantes formaciones acantiladas, escasez de playas y presencia de pequeñas rías. El litoral de Galicia es complejo, y en la costa destaca la presencia de rías, antiguos valles fluviales.

En el Cantábrico y en Galicia se ha desarrollado el cultivo de especies de agua fría, principalmente moluscos como mejillón, cultivado en bateas flotantes, ostras, también cultivadas en bateas y almejas, desarrolladas principalmente en parques intermareales de moluscos. El cultivo de rodaballo, se realiza en instalaciones en tierra mientras que el engorde de salmón atlántico no ha llegado a desarrollarse por diversos motivos.



Figura 2-2 Zonificación del litoral español.

- En la **Zona Atlántica**, el Estrecho de Gibraltar es el accidente geográfico más notable y constituye la transición entre el Golfo de Cádiz, con una plataforma extensa y el Mar de Alborán. El Golfo de Cádiz, que se extiende desde la desembocadura del Guadiana hasta el Peñón de Gibraltar, presenta un tipo de costa baja con abundantes zonas de marisma y estuáricas.

El archipiélago de las Islas Canarias se caracteriza por sus acantilados escarpados, costas poco abrigadas, debido a su origen volcánico. Las características de sus aguas y de su fisiografía costera son muy distintas incluso entre distintas islas. Por estos motivos, se ha producido un desarrollo importante de cultivos en sistemas de jaulas flotantes para la cría de dorada y lubina, especies idóneas para las condiciones oceanográficas presentes en Canarias.

- La **Zona Mediterránea**, incluye el litoral de las Comunidades de Murcia, Valencia, Cataluña, Baleares y la mitad oriental de Andalucía. La primera de ellas, Murcia, que comprende desde las costas de Águilas hasta San Pedro del Pinatar, se caracteriza por la presencia de acusados cantiles que caen sobre el mar y dejan depresiones por las que desaguan ríos y ramblas, lo que unido a la propia dinámica litoral, contribuye a la formación de playas arenosas.

La Comunidad Valenciana, cuyo litoral se extiende desde San Pedro del Pinatar hasta el Delta del Ebro, presenta dos zonas con ambientes bien diferenciados: La zona sur muy similar en configuración a la región murciana, y la zona norte que se distingue por la presencia de deltas que se adentran escasamente en el mar ya que pertenecen a ríos poco caudalosos.

El litoral catalán posee también ambientes muy diferentes: pequeñas llanuras litorales, costas acantiladas, deltas y formas abruptas. De entre ellos destaca el Delta del Ebro, una gran llanura aluvial con dos lóbulos bien desarrollados, de escasa profundidad pero de alto valor ambiental y con buenas condiciones para realizar cultivos acuícolas. Las Islas Baleares, en general presenta costas muy abruptas, con numerosas calas, etc.

Como ya se ha comentado, el presente estudio se ha centrado en el litoral de la **Comunidad Autónoma de Andalucía**, cuyas características más importantes son las siguientes (Tabla 2-1):

PROVINCIA	CARACTERÍSTICAS				TOTAL (kms)
	% Zonas de Playas	% Zonas Acantiladas	% Costa Rectilínea	% Costa Abrigada	
HUELVA	86.8	0	90.6	0	145.28
CADIZ	56.1	5.5	67.3	10.5	272.1
MÁLAGA	81.9	5	74	2.5	163.78
GRANADA	55.8	35	61.4	15.1	75.83
ALMERÍA	59	29.4	93.6	1	214.73
TOTAL					871,72

Tabla 2-1 Características del litoral andaluz.

Desde el punto de vista ambiental y para su aprovechamiento acuícola pueden diferenciarse dos tipos de costas, la sur atlántica y la sur mediterránea (Figura 2-3)

No obstante en un análisis más detallado se pueden distinguir tres sectores diferenciados:

1. La **costa atlántica**, bañada por las aguas del Golfo de Cádiz, con perfil bajo, mesomareal, de tipo aluvial y caracterizada por formaciones arenosas que aíslan marismas y estuarios en proceso de colmatación.
2. La zona central ligada al **Estrecho de Gibraltar**, donde se produce una disminución progresiva del rango de mareas, presentando características morfodinámicas específicas, y que será analizada dentro de la provincia de Cádiz.

3. El **sector oriental bañado por el Mediterráneo**, definido morfológicamente por formaciones montañosas próximas a la línea de costa que favorecen la presencia de acantilados alternando con deltas de variada magnitud y caracterizado hidrológicamente por un rango de marea casi imperceptible.

Las diferencias entre las costas influyen en el sistema de cultivo predominante, así la costa Suratlántica formada por las provincias de Huelva, Sevilla y Cádiz concentra mayoritariamente los cultivos en tierra, sobre antiguas salinas; mientras que la costa Surmediterránea, formada por las provincias de Málaga, Granada y Almería, acoge los cultivos en artefactos flotantes y sumergidos en la zona marítima.



Figura 2-3 Zonificación del litoral andaluz.

2.1.1 La costa atlántica.

Las costas bajo la influencia del Océano Atlántico se caracterizan por presentar una plataforma continental de amplias dimensiones y escasa pendiente, con una topografía suave y uniforme compuesta de materiales arenosos.

El clima propicia la existencia de grandes ríos caudalosos de régimen anual que aportan una gran cantidad de materiales formando desembocaduras abiertas donde las mareas ejercen gran influencia, que unido a la dinámica litoral, condiciona la existencia de playas rectilíneas y flechas arenosas. Al abrigo de estas flechas se desarrollan extensas zonas intermareales y marismas de gran interés para los cultivos marinos. Por otro lado, la influencia de aguas más frías del Atlántico favorece una elevada abundancia biológica. Esta zona Suratlántica está formada por las provincias de Huelva, Sevilla y Cádiz.

En la costa de la **provincia de Huelva** predominan las características atlánticas con grandes ríos caudalosos como el Guadiana en la frontera entre Huelva y Portugal, el río Piedras entre los municipios de Cartaya y Lepe, los ríos Tinto y Odiel entre Punta Umbría y la ciudad de Huelva y finalmente en el límite entre Cádiz y Sevilla el río Guadalquivir, que forma un gran estuario en su desembocadura, y que completa la gran afluencia de ríos en la costa onubense.

El aporte de materiales fluviales unido a la propia dinámica atlántica, caracterizada por grandes mareas y un patrón general de corriente predominante de dirección sudeste, determina que la deriva litoral arrastre los materiales arenosos procedentes de la erosión del litoral portugués hacia la costa onubense depositándolos y formando numerosas flechas, playas, marismas y zonas intermareales. Las principales zonas donde se concentran los cultivos marinos son:

1. **Desembocadura del Guadiana.** El aprovechamiento del agua de mar que penetra aguas arriba de la desembocadura con el ascenso mareal permite la viabilidad de los cultivos marinos en instalaciones en estanques excavados ubicadas en el margen izquierdo de este río.
2. **Marismas del Guadiana- Carreras.** Ambos ríos conforman un espacio de gran interés para los cultivos marinos donde predominan las salinas transformadas, así como los parques de moluscos.
3. **Marismas del río Piedras.** Al abrigo de la flecha del Rompido se desarrollan marismas de gran interés acuícola que acogen instalaciones acuícolas de peces en zonas de marismas transformadas, así como el cultivo de moluscos tanto en parques como en mesas elevadas.
4. **Marismas del río Odiel.** Es una zona donde las actividades industriales están consolidadas y donde no hay experiencia en cultivos marinos. Por ello, en este ámbito, se ubica una instalación de engorde de peces cuyo principal objetivo es determinar la viabilidad de los cultivos marinos en un área degradada ambientalmente, principalmente por metales pesados.



Fotografía 2 - 1 Vista aérea de instalaciones acuícolas en Huelva

El interés de la **provincia de Sevilla** para los cultivos marinos radica en que es una zona sometida a las mareas atlánticas cuyas dimensiones permiten percibir las a través del río Guadalquivir hasta la misma ciudad de Sevilla.

Las características hidrodinámicas del estuario del Guadalquivir conforman un espacio de notables dimensiones donde la influencia marina permite el aprovechamiento de los cultivos de especies marinas.

La **provincia de Cádiz** es históricamente la de mayor importancia acuícola, ya que las transformaciones de las marismas en salinas desde los tiempos romanos, compatibilizaban la extracción de sal con el cultivo de las especies captadas del medio natural y engordadas en los esteros.

La costa gaditana es más heterogénea que la de Huelva pues está condicionada por un medio cuyas características permiten distinguir dos zonas con distinta influencia; la costa atlántica y la mediterránea, ambas separadas por el Estrecho de Gibraltar si bien la transición entre ambos es gradual, pudiéndose considerar dos grandes dominios separados por el estuario del río Barbate. Así tendríamos dos tramos:

- Desde la desembocadura del Guadalquivir hasta la del río Barbate, donde predominan las características atlánticas, es decir la plataforma es amplia, de pendiente suave y con mayor abundancia de arenas.

La topografía es horizontal a excepción del entrante de la Bahía de Cádiz y las elevaciones entre Conil y Vejer. El clima favorece la presencia de ríos caudalosos como el Guadalquivir y el Barbate de régimen anual.

- Desde la desembocadura del río Barbate hasta la Bahía de Algeciras la plataforma es estrecha y de pendiente más acusada, predominando la morfología rocosa que conforma una costa de acantilados y calas cerradas que alternan con ensenadas arenosas. El clima condiciona ríos de menor longitud y carácter torrencial.

Características oceanográficas como la amplitud de marea varían entre ambos dominios de forma que ésta va disminuyendo progresivamente entre la desembocadura del Guadalquivir y la Bahía de Algeciras, y con ella la extensión de las zonas intermareales y la idoneidad para los cultivos en la zona marítimo terrestre.

Otras variables como la salinidad y la temperatura también experimentan variaciones debido a la transición entre un océano abierto como el Atlántico y un mar cerrado con un balance hídrico negativo como el Mediterráneo, que es compensado por la entrada de una corriente superficial atlántica.

En concreto en Cádiz, la acuicultura se concentra en las siguientes zonas:

1. **Desembocadura del Guadalquivir**, donde el estuario permite captar desde instalaciones acuícolas situadas en los márgenes, agua de características marinas cuando la cuña salina penetra en el estuario con la subida de las mareas.
2. **Bahía de Cádiz**, es la zona de mayor producción acuícola, y en ella los cultivos se desarrollan preferentemente sobre salinas tradicionales. Estas salinas pueden ser aprovechadas sin modificar su estructura (cultivo en esteros tradicionales), o bien pueden ser transformadas en naves o estanques para aumentar la producción. La franja intermareal de fangos y arenas es también amplia y es aprovechada por instalaciones de parques de cultivo de moluscos.
3. **Marismas del Barbate**, es una zona con gran potencial acuícola donde hace años hubo numerosas iniciativas empresariales, que no perduraron en el tiempo, y hoy en día, sin embargo, cuenta únicamente con una instalación acuícola en estanques excavados.
4. **Bahía de Algeciras**, es un cuerpo de agua semicerrado donde predominan las características mediterráneas, con agua de buena calidad que junto a la importante tasa de renovación y otras características oceanográficas conforman una zona interesante que actualmente acoge los artefactos flotantes de la provincia de Cádiz.



Fotografía 2 - 2 Vista aérea de instalaciones en Sevilla.



Fotografía 2 - 3 Instalaciones acuícolas en Cádiz.

2.1.2 La costa mediterránea.

La costa mediterránea representada por las provincias de Málaga, Granada y Almería, y parte de la costa Gaditana, se caracteriza por presentar una plataforma continental poco extensa, es decir, se alcanza gran profundidad en pocos metros, y un perfil de costa muy pronunciado, con mayor porcentaje de costa acantilada.

La red hidrográfica es de menor longitud que en el caso atlántico, y presenta mayor pendiente. Está formada principalmente por arroyos de carácter torrencial, condicionados por el clima árido, con precipitaciones intensas concentradas en pequeños intervalos de tiempo. Son cauces que forman desembocaduras pequeñas o deltas cuando alcanzan mayor tamaño.

La marea ejerce poca influencia y su rango es prácticamente imperceptible, sin embargo, las aguas más cálidas mediterráneas favorecen una gran biodiversidad. El litoral sur mediterráneo lo conforman las provincias de Málaga, Granada y Almería.

La **provincia de Málaga**, en el límite con el Estrecho de Gibraltar, presenta características mediterráneas, con afloramientos de aguas profundas oxigenadas y cargadas de nutrientes que enriquecen estas costas.

El comportamiento del agua atlántica, una vez en el Mar de Alborán, describe generalmente un primer giro anticiclónico en la misma salida del Estrecho que genera una zona central de convergencia con aguas más cálidas.

Los ríos se caracterizan por la ausencia de cursos de envergadura y son en su mayor parte arroyos o pequeños ríos de escaso caudal con carácter torrencial, siendo el río de mayor entidad el Vélez.

La costa de la **provincia de Granada** presenta por un lado, aguas cálidas por la resurgencia de aguas subálveas en la zona litoral a lo que podría sumarse los aportes de los desagües del regadío de la zona de Motril y por otro lado, aguas frías en algunas zonas relacionadas con un afloramiento local provocado por un viento de tierra que, al llevar las aguas superficiales hacia el interior del mar, generaría una corriente ascendente.

El clima mediterráneo y las montañas de Sierra Nevada que hacen de barrera por el norte conforman un clima de carácter subtropical con temperaturas suaves y precipitaciones máximas en el área costera. Concretamente en Almuñécar más del 65 % de las precipitaciones anuales son de carácter torrencial.

Finalmente, la costa de la **provincia de Almería** presenta un carácter acantilado y playas formadas por materiales aluviales. Los sistemas de cultivo predominantes son las jaulas flotantes de engorde de peces. Las zonas de cultivo son:

1. **Albufera de Adra**, es una zona donde la plataforma se ensancha con una pendiente suave. Especialmente problemática es la alta concentración de cultivos agrícolas intensivos bajo plástico, cuyos vertidos pueden afectar a largo plazo a la calidad del agua de cultivo.
2. **Cabo de Gata**, dentro del Parque Natural del Cabo de Gata-Níjar, entorno de gran diversidad biológica, caracterizado por el predominio de las costas acantiladas y los materiales aluviales, y por la variedad de hábitats que abarca desde fondos con praderas de fanerógamas, entre las que destacan la *Posidonia oceánica*, hasta fondos rocosos.
3. **Carboneras**, con una costa donde la actividad portuaria al servicio de las industrias del municipio junto con el límite con el Parque Natural conviven en la misma franja. Aquí se localizan centrales térmicas que vierten al mar las aguas de refrigeración, lo que supone un ligero y localizado incremento de la temperatura del agua de mar, que en principio puede afectar positivamente a la viabilidad del cultivo. En la zona portuaria se ubica una jaula flotante y dos instalaciones ubicadas en tierra que captan el agua de mar y que realizan servicios de preengorde de alevines de dorada y lubina para otras empresas.

2.2 ÁMBITO ESPECÍFICO DEL ESTUDIO.

El ámbito específico de los trabajos, se extendió a 18 zonas distribuidas a lo largo del litoral andaluz (Figuras 2-4 a 2-8), en la franja marítima donde actualmente se sitúan la mayoría de las instalaciones de cultivos marinos, es decir, entre las cotas batimétricas de 10 m a 100 m. Para la selección de las zonas se partió de los resultados obtenidos en el *Estudio de Localización de Zonas Idóneas para el Desarrollo de la Acuicultura en el Litoral Andaluz*, realizado por la Dirección General de Pesca y Acuicultura y cuyos resultados han sido publicados posteriormente (Macías Rivero, J.C. y col. 2003), y que ha servido de referencia para el presente proyecto. De esta forma, se seleccionaron las 18 zonas o polígonos de estudio cuya característica principal es su compatibilidad con el resto de los usos y actividades desarrolladas en el entorno del dominio público evaluado. Los polígonos de estudio seleccionados en cada una de las provincias litorales son los siguientes:

a) Provincia de Almería:

- AL-01 (Garrucha)
- AL-02 (Carboneras)
- AL-03 (Costacabana)
- AL-04 (Roquetas–Aguadulce)
- AL-05 (Adra–Almerimar).



Figura 2 - 4 Localización de las zonas y polígonos estudiados en la provincia de Almería.

b) Provincia de Granada:

- GR-06 (La Mamola – La Rabi-ta)
- GR-07 (Castell de Ferro)
- GR-08 (Motril)



Figura 2 - 5 Localización de las zonas y polígonos estudiados en la provincia de Granada.

d) Provincia de Málaga:

- MA-09 (El Peñoncillo)
- MA-10 (Torre del mar)
- MA-11 (Ricón de la Victoria)
- MA-12 (Benalmádena Costa – Torremolinos)
- MA-13 (Fuengirola)
- MA-14 (Estepona).

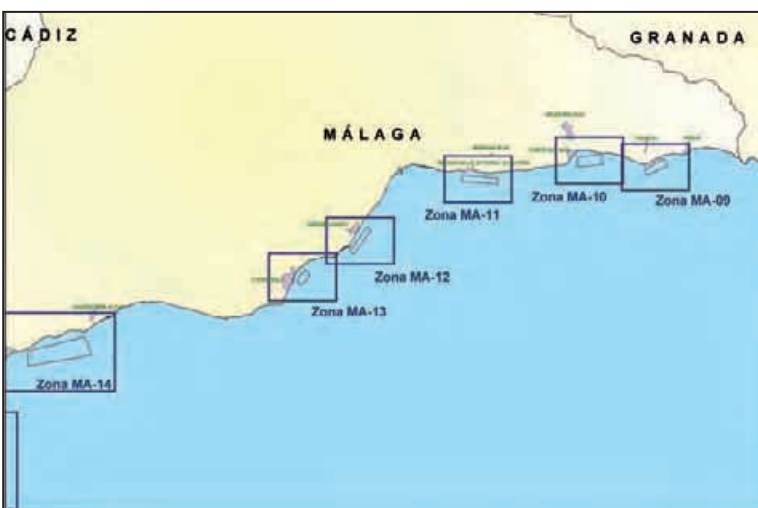


Figura 2 - 6 Localización de las zonas y polígonos estudiados en la provincia de Málaga.

- e) Provincia de Cádiz:
- ❑ CA-15 (La Línea de la Concepción – San Roque)
 - ❑ CA-16 (Barbate)
 - ❑ CA-17 (Chipiona – Rota).



Figura 2 - 7 Localización de las zonas y polígonos estudiados en la provincia de Cádiz.

- f) Provincia de Huelva:
- ❑ HU-18 (La Antilla).



Figura 2 - 8 Localización de las zonas y polígonos estudiados en la provincia de Huelva.



3

**DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS
Y METODOLOGÍA**



El presente estudio, se enmarca en el contexto de una línea de trabajo desarrollada por la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía para la ordenación de la actividad acuícola en el litoral andaluz.

En general, los estudios de localización, identificación y determinación de zonas de interés para cultivos marinos se han desarrollado teniendo en cuenta los principios planteados por la Comisión Europea para la Gestión Integrada de Zonas Costeras (G.I.Z.C), y que son:

1. Perspectiva amplia y global (temática y geográfica).
2. Perspectiva a largo plazo.
3. Una gestión modulada en un proceso gradual.
4. Reflejar la especificidad local.
5. Trabajar en sintonía con los procesos naturales.
6. Una planificación participativa.
7. Apoyo y participación de todas las instancias administrativas competentes.
8. Recurrir a una combinación de instrumentos.

Como concepto sobre el que gira el presente trabajo, es preciso definir, de un modo práctico, las **zonas de interés para los cultivos marinos** como aquellas donde no existen incompatibilidades de uso o actividad por el espacio y donde, además, las condiciones físico-químicas y biológicas del medio son aceptables o interesantes para la viabilidad de la producción.

Teniendo en cuenta esto y las propias características de litoral andaluz, se establecieron inicialmente dos unidades geográficas de trabajo:

1. Franja marítima: desde la línea de costa hasta la cota batimétrica de los 50m
2. Zonas terrestres de influencia mareal: marismas, estuarios, bahías, etc.

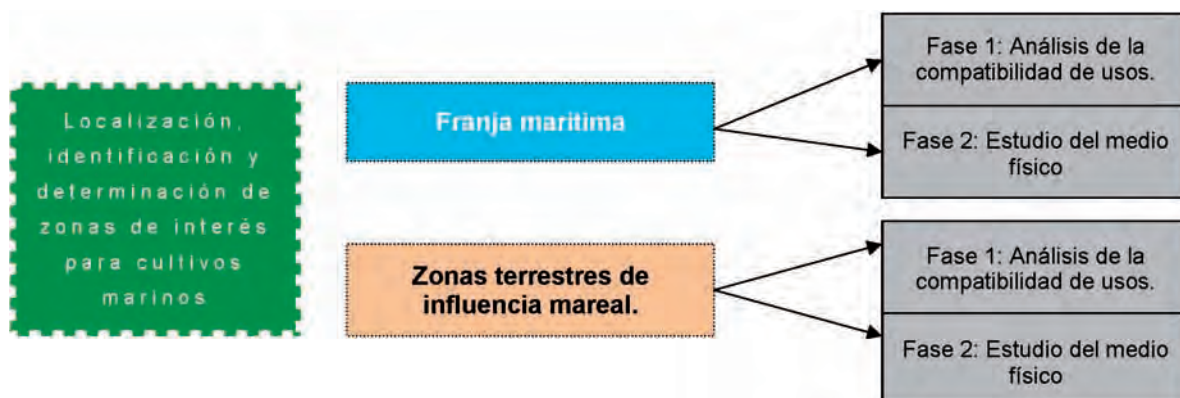
En estas dos unidades geográficas se plantearon dos ámbitos técnicos de estudio, tales como:

- a. **Ámbito técnico administrativo:** donde se estudiaron las afecciones administrativas (usos, ocupaciones o actividades), existentes en las zonas de estudio y que puedan interferir con la actividad acuícola. Los parámetros de estudio fueron:

- Batimetría.	- Zonas de salidas de cables submarinos.
- Infraestructuras portuarias.	- Zonas de interés turístico.
- Zonas de extracción de áridos.	- Zonas de interés arqueológico.
- Espacios y hábitats protegidos.	- Zonas autorizadas para otros usos: como instalaciones de acuicultura, almadrabas, arrecifes artificiales, etc.
- Zonas de dominio y usos portuarios.	- Zonas de fondeo de buques.
- Puntos de vertidos al litoral.	- Zonas de interés militar.

- b. **Ámbito técnico ambiental:** donde se estudian los parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan las masas de agua en el entorno de las zonas de estudio y determinan la idoneidad de las condiciones del medio de cultivo.

Con todo ello los trabajos se han desarrollado siguiendo el siguiente esquema:



El presente estudio corresponde a la tercera fase de los estudios planteados, y son los referidos al ámbito técnico-ambiental en la franja marítima. Los parámetros de estudio han sido:

1. Análisis de datos externos climatológicos:

- Temperaturas máxima, mínima y media diaria.	- Humedad máxima, mínima y media diaria.
- Velocidad media diaria del viento.	- Dirección media diaria del viento.
- Radiación solar.	- Precipitación total diaria.
- Evaporación total diaria.	

2. Estudio de fondos marinos:

- Batimetría.	- Bionomía .
- Contenido en Materia Orgánica.	- Abundancia y diversidad.
- Granulometría .	- Proporción de bivalvos.

3. Estudio de la calidad del agua:

- Oxígeno disuelto.	- Temperatura media.
- Salinidad.	- Sólidos en suspensión.
- Clorofila.	- Nitritos.

4. Estudio de las condiciones oceanográficas:

- Oleaje.	- Corrientes.
- Modelización hidrodinámica.	- Modelos de dispersión de partículas.

5. Caracterización del sector pesquero:

- Puertos pesqueros.	- Datos de flota.
- Datos del caladero.	- Datos de capturas.

Para la selección de estos parámetros se tomó como referencia inicial el *Protocolo para la identificación de zonas adecuadas para la instalación de jaulas de cultivo en el mar* elaborado por la empresa AZTI y aprobado por la Junta Nacional Asesora de Cultivos Marinos (JACUMAR). Los contenidos de este protocolo fueron ampliados y adaptados a las condiciones específicas de la costa andaluza hasta obtener la metodología adecuada para este trabajo. Los trabajos desarrollados en el presente estudio, se dividen en tres líneas fundamentales, desarrolladas por los tres organismos implicados en el proyecto, que han sido ejecutados tal y como se relaciona en la Tabla 3-1.

ORGANISMO	TAREAS DESARROLLADAS
CONSEJERÍA DE INNOVACIÓN, CIENCIA Y EMPRESA. JUNTA DE ANDALUCÍA Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA) Entidad colaboradora: Dpto. de Oceanografía. INSTITUTO DE CIENCIAS MARINAS DE ANDALUCÍA (CSIC) Dpto. de Geología. Universidad de Cádiz	- Campaña de toma de muestras de sedimentos - Campaña de toma de muestras para el estudio de la calidad del agua - Análisis de las muestras
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE JUNTA DE ANDALUCÍA Dirección General de Gestión del Medio Natural Entidad colaboradora: AZTI, Instituto Tecnológico Pesquero y Alimentario	- Estudio de las condiciones oceanográficas en las zonas seleccionadas <ul style="list-style-type: none"> • Recopilación de registros de corrientes • Fondeo y retirada de correntímetros • Modelización hidrodinámica y de dispersión de partículas
CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA JUNTA DE ANDALUCÍA Dirección General de Pesca y Acuicultura Empresa Pública Desarrollo Agrario y Pesquero Entidad colaboradora: Dpto. de Geología. UNIVERSIDAD DE CÁDIZ	- Coordinación y supervisión de los trabajos - Análisis de las muestras bionómicas - Análisis sedimentológicos - Recopilación bibliográfica - Integración de la información generada en un sistema de información Geográfica (SIG) - Procesado final de la información mediante SIG - Elaboración del informe final y publicación

Tabla 3-1

La metodología desarrollada para cada uno de los diferentes trabajos de los que consta este estudio es la que se describe a continuación:

3.1 ESTUDIO DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS EN LAS DIFERENTES ZONAS.

El estudio de la calidad de las aguas en las zonas de interés para la acuicultura, es fundamental a la hora de establecer unos criterios de idoneidad para el cultivo ya que, de las buenas condiciones del agua, dependerá en gran medida el éxito de una explotación acuícola. Este estudio de calidad de agua se ha abordado en el presente trabajo desde dos aspectos fundamentales:

- Análisis físico-químico del agua en las zonas consideradas.
- Seguimiento anual de las condiciones sanitarias.

3.1.1 Estudio de las condiciones físico-químicas del agua en las zonas seleccionadas.

Se ha realizado mediante la interpretación de los datos recogidos en dos campañas oceanográficas realizadas durante los meses de marzo y agosto respectivamente. Los resultados obtenidos en ambas campañas, tras su análisis y procesado en laboratorio, se relacionaron posteriormente con imágenes de satélite. De esta manera, el desarrollo del estudio se ha desarrollado desde los siguientes aspectos:

- Trabajos de campo.
- Análisis de laboratorio y procesado de muestras.
- Análisis de datos de satélite..

3.1.1.1 Trabajos de campo.

Las campañas oceanográficas se desarrollaron a bordo del Buque Escuela Regina Maris, perteneciente actualmente al Instituto de Investigación y Formación Agraria, Pesquera; Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA) adscrito a la Consejería de Innovación Ciencia y Empresa (Fotografía 3-1).

En las diferentes zonas de estudio consideradas se definió un polígono sobre el que se concentraron los muestreos, realizándose en cada polígono una serie de transectos que han permitido analizar adecuadamente la calidad de las aguas. Los transectos se han definido en función de los datos previos recopilados sobre las características de las zonas a estudiar, definiéndose de esta manera el número de puntos de muestreo para cada polígono (Figura 3-1). En algunas ocasiones, se tomaron puntos de muestreo fuera de los polígonos para poder caracterizar no sólo la zona de estudio, sino el entorno de aguas que les pueden afectar.

A lo largo del estudio, se han realizado como ya se ha comentado anteriormente, dos campañas de muestreo en cada zona, llevadas a cabo en los meses de marzo y agosto de 2003. Con estas dos campañas se ha pretendido caracterizar la calidad del agua en dos condiciones totalmente distintas: una en invierno, donde hay un efecto mayor de las lluvias y de los temporales, y otra en verano, donde se producen los vertidos más intensos procedentes del aumento de población en las zonas costeras y las condiciones del medio pueden resultar más negativas para el desarrollo de los cultivos.

El sistema de toma de datos desarrollado para la caracterización de la hidrología de cada una de las zonas consta de dos componentes:

- A) Sistema de registro en continuo, empleado para la caracterización de las aguas superficiales de cada zona a una elevada resolución espacial (Figura 3-2).

La obtención del registro en continuo se realizó mediante el paso de la muestra de agua a estudiar a través de una serie de sensores multiparamétricos. Para ello se adaptó y canalizó el sistema de bombeo auxiliar de la embarcación utilizada de forma que el agua superficial oceánica pasará continuamente a través de todos ellos. Estos sensores se encontraban conectados a un CTD *Seabird 25* que envía cada segundo una señal con los valores registrados hacia un ordenador destinado al almacenamiento masivo de datos. Con esta frecuencia, para una velocidad del buque de 10 nudos, la caracterización de los parámetros hidrográficos se ha realizado cada 5 cm a lo largo de todo el área de estudio.



Fotografía 3-1 Buque escuela Regina Maris.



Figura 3-1 Distribución de los puntos de muestreo en un área de estudio.



Figura 3-2 Recorrido del Regina Maris durante la obtención de datos en registro continuo, en una de las zonas.

El CTD modelo SBE 25 (Fotografía 3.2) es ideal como perfilador para zonas costeras, estuáricas y oceánicas a media y gran profundidad. Su versatilidad le permite también trabajar a tiempo real transmitiendo los datos vía puerto serie a un ordenador. Gracias a los siete canales disponibles se hace posible el acople de sensores auxiliares. El modelo utilizado en los trabajos llevaba acoplado los siguientes sensores:

- Temperatura y conductividad: estas variables son medidas por el sensor modular de temperatura SBE 3F y el sensor de conductividad SBE 4.
- Este modelo también incluye una bomba sumergible SBE 5T. Además de dos sensores auxiliares: fluorómetro y transmisómetro.

El aparato funciona con nueve pilas alcalinas LR20 de 1,5 voltios que le permiten una autonomía de 24 horas trabajando en continuo. Para la descarga e interpretación de los datos se utiliza software específico: SEASOFT CTD, SBE Data Processing y Seaterm AF.

Todos los valores registrados con esta resolución espacial quedan georeferenciados mediante la señal de un GPS cuyo valores van integrados en el registro general del software.

- B) Toma de muestras en puntos discretos repartidos por toda la costa, en los que se ha recogido, de manera sistemática, agua de superficie y de fondo en cada uno de los puntos de muestreo. Esto permite la determinación de los valores de algunas variables no incluidas en el registro en continuo.



Fotografía 3-3 Recogida del CTD SeaBird 19.

En estos puntos se realizaron además lanzamientos de un CTD SeaBird-19 (Fotografía 3-3) que aporta información acerca de la estructura vertical de la columna de agua. Este perfilador permite medir conductividad, temperatura y presión en ambientes marinos hasta una profundidad de 6.800 metros. Posee la opción de operar en modo perfilador y de forma continua y además es posible el acoplamiento de cuatro sensores auxiliares.

El aparato utilizado llevaba incorporados los sensores de conductividad y temperatura de Sea-Bird, además de un sensor de presión de estado sólido. Puede usarse además con sensores del tipo transmisómetro fluorómetro y sensor de oxígeno.

En cada uno de los puntos discretos repartidos a lo largo del recorrido de muestreo, se han recogido 8 l de agua superficial y 2 l de agua de fondo con una botella tipo Niskin. De cada profundidad (superficie y fondo), 0,5 l han sido destinados al análisis de clorofila en laboratorio y 1 l a la determinación de sólidos en suspensión y porcentaje de materia orgánica e inorgánica por gravimetría.

Se han destinado también 15 ml de agua tanto de superficie como de fondo para la obtención de la concentración de nutrientes (fosfato, nitrito, nitrato y silicato) mediante el uso de un autoanalizador Technicon TRAACS 800. Estas muestras se mantuvieron congeladas y en oscuridad hasta el momento de su análisis.



Fotografía 3-2 CTD SBE 25.

3.1.1.2 Análisis de laboratorio y procesado de muestras.

Una vez finalizadas la campañas de muestreo, se procedió al análisis de las muestras de agua recogidas en las diferentes zonas, realizándose para cada una las siguientes analíticas:

A) Análisis de Clorofila

Los análisis de clorofila se han realizado siguiendo el método fluorimétrico de Yentsch y Menzel (1963) usando para ello un fluorómetro del tipo TD-700 (fotografía 3-4). Éste es un equipo compacto para trabajos en laboratorio, que permite medir diferentes variables entre las que destacan fluorescencia, actividades enzimáticas, trazadores de fluorescencia, etc.



Fotografía 3-4 Fluorómetro TD-700.

B) *Análisis de sólidos en suspensión y materia orgánica*

Los sólidos en suspensión y materia orgánica se han analizado por método gravimétrico y combustión diferencial según la siguiente metodología:

1. Combustión de filtros GF/F a 500°C durante al menos cuatro horas.
2. Pesado de cada filtro y anotación de los valores. Estos filtros combustionados y pesados servirán para la toma de muestras de sólidos en suspensión.
3. Filtrado de la muestra
4. Secado de los filtros durante 24 h. en una estufa a 45°C.
5. Pesado en seco.
6. Combustión de los filtros secos durante al menos cuatro horas en un horno a 500°C.
7. Pesado de los filtros combustionados.

Las diferencias de pesos proporciona los datos de sólidos en suspensión totales, así como el porcentaje de materia orgánica e inorgánica presente en las muestras.

C) *Análisis de Nutrientes*

La determinación de la concentración de los micronutrientes (amonio, nitritos, nitratos, silicatos y fosfatos) se ha realizado en un equipo automatizado de flujo continuo segmentado.

Este equipo utiliza diámetros de tubos de 0,75 mm y la electrónica que incorpora le permite eliminar las burbujas de las muestras. Este diámetro proporciona una mezcla rápida de la muestra con los reactivos y precisa de volúmenes pequeños, aumentando considerablemente la velocidad de análisis, pues la eliminación electrónica de burbujas proporciona, a igual velocidad, picos más estrechos y de mayor altura al minimizarse la difusión longitudinal de los analitos en la célula de medida, permitiendo así disminuir el tiempo de lavado entre muestra y muestra.

La detección de la absorbancia del compuesto formado se realiza en una célula de medida de cuarzo mediante un sensor de fibra óptica en la región visible del espectro. El muestreador que utiliza es de acceso discrecional, de tal forma que permite tomar muestras de la copas en un orden distinto del que están colocadas en la gradilla e incluso es posible repetir varias veces una misma muestra si es necesario.



Fotografía 3-5 Equipo utilizado para el análisis de nutrientes.

Todo el sistema está dirigido por un ordenador que controla hasta cuatro canales simultáneamente, y corrige los resultados por deriva de línea de base, por cambio de ganancia y por arrastre de color, almacenando gráficos y datos para posteriores estudios (Fotografía 3-5).

Los procesos utilizados para el análisis de los diferentes nutrientes son los siguientes:

- El canal de nitrato esta basado en la reacción de diazotación.
- El canal silicato se basa en la reacción de este ión con molibdato amónico para dar un compuesto silicomolibdico que es reducido con ácido ascórbico para dar un compuesto azul de molibdeno que se mide a 800nm.
- El canal de amonio se basa en la reacción de Berthelot.
- El canal de fosfato se basa en la reacción con molibdato amónico y tartrato antimónico potásico para dar un compuesto azul de fosfomolibdeno que se mide a 800 nm.

3.1.1.3 Análisis de imágenes de satélite.

En el presente trabajo, para complementar los datos obtenidos en los muestreos realizados en los meses de marzo y agosto, se han utilizado además las imágenes resultado del postprocesado de los datos obtenidos por el sensor AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) instalado en el satélite NOAA 14 y del espectro radiómetro SeaWiFS del satélite SeaStar.

Las primeras proceden del servidor del German Remote Sensing Data Center, mientras que las segundas fueron proporcionadas por el GSFC (Goddard Space Flight Center) en cintas magnéticas de 4 mm.

Los cinco canales en el infrarrojo y el visible del AVHRR proporcionan una imagen térmica con una resolución espacial de 1,1 Km. Las imágenes de los satélites de la serie NOAA sobre las que se trabaja son descargadas del "Centro estatal de investigación aeroespacial de Alemania" gracias al software GISIS (Graphical interface to the Intelligent Satellite Data Information System).

Estas imágenes son aportadas sin tratamiento por lo que al descargarlas se obtiene una imagen en escala de grises.

Posteriormente, a las imágenes se les realiza un tratamiento con el programa MATLAB (Figura 3-4), que funciona como un lenguaje de programación de alto nivel, dotándolo de multitud de posibilidades. Las más usadas para este tipo de imágenes son: coloreado y asignación de escala de color, recorte y extracción de matriz de datos, entre otras. La señal del SeaWiFS, proporciona una importante información acerca del fitoplancton marino, gracias a que 6 de sus 8 bandas espectrales se localizan en la región visible del espectro electromagnético (400-700 nm) y se sitúan en zonas características de absorción y/o reflexión de los pigmentos fotosintéticos del fitoplancton por lo que, los datos aportados por este sensor, permiten la aproximación a la concentración de clorofila y a la producción primaria presentes en la zona. La resolución espacial de este sensor es igual a la del AVHRR (1,1 Km.).

Las imágenes SeaWiFS corresponden al nivel L1A (datos brutos) por lo que requieren un postprocesado para obtener los valores de clorofila-a realizado por medio del programa SeaDAS (SeaWiFS Data Análisis System). Gracias a este proceso, se ha obtenido finalmente una serie mensual de datos de temperatura superficial y clorofila que abarca los años 1994 a 2003 en el caso de la temperatura superficial y 1998 a 2002 en el caso de la clorofila.



Figura 3-3 Imagen de satélite antes de su procesado.

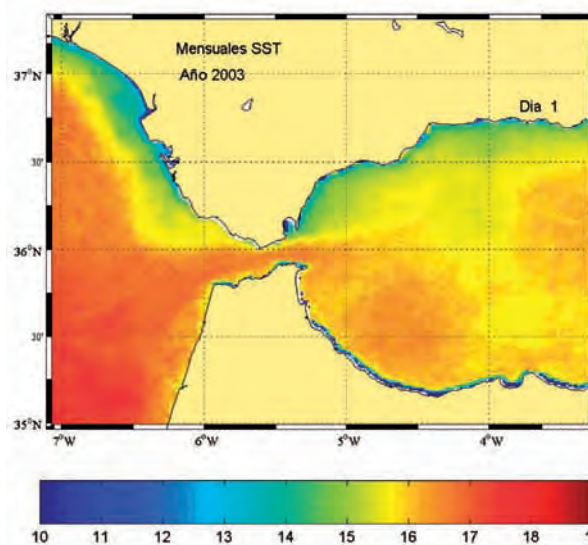


Figura 3-4 Resultado del procesado de la imagen de satélite con el programa MATLAB.

3.1.2 Estudio anual de las condiciones sanitarias.

Para la caracterización de las condiciones sanitarias de las aguas en las zonas seleccionadas, se han utilizado los datos recogidos en los trabajos para el *Control y seguimiento de las condiciones sanitarias en las zonas de producción de moluscos bivalvos, gasterópodos y equinodermos y de la contaminación química en el estuario del Guadalquivir* en los años 2000, 2001 y 2002, realizados por la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía.

Los parámetros considerados en estos estudios incluyen la determinación de fitoplancton tóxico, estudio de coliformes y análisis químico de metales pesados y radionucleidos. Por otro lado, en estos trabajos se realizaron también análisis microbiológicos y de biotoxinas en moluscos, lo que resulta de gran importancia para valorar la idoneidad de una zona de interés para el cultivo de moluscos desde el punto de vista sanitario.

Se han seleccionado los datos de estos estudios correspondientes a las zonas de producción que coincidían con las áreas seleccionadas para los trabajos, resultando ser las siguientes (Tabla 3-2):

ZONA DE PRODUCCIÓN	NOMBRE	AREA DE ESTUDIO	ZONA DE PRODUCCIÓN	NOMBRE	AREA DE ESTUDIO
AND 1-04	Isla Canela	HU-18	AND 1-33	Torremolinos	MA-12
AND 1-05	Barra del Terrón	HU-18	AND 1-34	Rincón de la Victoria	MA-10 / MA-11
AND 1-07	Desembocadura del Piedras	HU-18	AND 1-35	Torrox-Nerja	MA-09 / MA-10
AND 1-08	Punta Umbría	HU-18	AND 1-36	Motril	GR-06 / GR-07 / GR-08
AND 1-24	La Atunara	CA-15	AND 1-37	Playa de la Juana	AL-05
AND 1-25	Litoral de Cádiz I	CA-16 / CA-17	AND 1-38	Almerimar	AL-04 / AL-05
AND 1-26	Litoral de Cádiz II	CA-15 / CA-16	AND 1-39	Punta del Río	AL-03
AND 1-27	Sabinillas	MA-14	AND 1-40	San Miguel de Cabo de Gata	AL-03
AND 1-28	Guadalmaza	MA-14	AND 1-43	Carboneras	AL-01 / AL-02
AND 1-29	Marbella I	MA-14	AND 1-44	Garrucha	AL-01
AND 1-32	Fuengirola	MA-12 / MA-13	AND 1-45	Aguadulce	AL-04

Tabla 3-2 Zonas de producción de moluscos bivalvos, gasterópodos y equinodermos coincidentes con las zonas consideradas en este proyecto.

La metodología utilizada para las diferentes analíticas se resume a continuación en la Tabla 3-3

	ANALÍTICA (unidades)	VALORES LÍMITE	MÉTODO	REFERENCIA
Microbiología	Coliformes fecales	80	Número más probable (5 tubos y 3 diluciones)	A.O.A.C., 1984
	<i>E. coli</i>	20		
	Salmonella	Negativo	Preenriquecimiento, enriquecimiento selectivo y aislamiento en 25 g de carne	A.O.A.C., 1984
Biotoxinas	P.S.P. (µg saxitoxina /100g de tejido)	300	Bioensayo de ratón	A.O.A.C., 1998
	D.S.P.	230	Bioensayo de ratón	Yatsumoto, 1978
	A.S.P. (µg ác.domoiico /g de tejido)	Ausencia	Cromatografía líquida de alta eficacia	Qyilliam 1995
Metales	Cadmio (mg/Kg peso fresco)	20	Espectrofotometría de absorción atómica previa mineralización de la muestra Referencia: Análisis de Alimentos. Métodos Oficiales y Recomendados por el Centro de Investigación y Control de la Calidad. Ministerio de Sanidad y Consumo, 1985	
	Plomo (mg/Kg peso fresco)	1		
	Mercurio (mg/Kg peso fresco)	5		
	Cobre (mg/Kg peso fresco)	0,5		
Radionúclidos Bq/Kg.M.Hum ⁽¹⁾	Cs-134 (Bq/Kg.M.Hum) ⁽¹⁾	-- ⁽²⁾	Método radiométrico de espectrometría gamma Referencia: IAEA (Agencia Internacional de la Energía Atómica) "Measurements of radionuclides in food and the environment", Guide Book, Col. Technical Report Series No. 295, IAEA, Viena, 1989.	
	Cs-137 (Bq/Kg.M.Hum) ⁽¹⁾	-- ⁽²⁾		
	Ra-226 (Bq/Kg.M.Hum) ⁽¹⁾	-- ⁽²⁾		
	Ra-228 (Bq/Kg.M.Hum) ⁽¹⁾	-- ⁽²⁾		
	Th-228 (Bq/Kg.M.Hum) ⁽¹⁾	-- ⁽²⁾		
	K-40 (Bq/Kg.M.Hum) ⁽¹⁾	-- ⁽²⁾		

(1) Becarello por kilogramo de masa húmeda
(2) Sin valores límite en la legislación vigente

Tabla 3-3 Analíticas realizadas en el control sanitario de las zonas de producción de moluscos bivalvos, gasterópodos y equinodermos

3.2 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE FONDOS MARINOS

Para establecer los criterios de selección de zonas de interés para los cultivos marinos en mar abierto se hace necesario, como herramienta fundamental, el conocimiento del medio físico en el que potencialmente se ubicarían las instalaciones y, por tanto, dentro de éste, el conocimiento de la tipología de los fondos marinos. Para este fin, se recabó información tanto de forma directa, mediante la ejecución de campañas de prospección y muestreo, como de forma indirecta, recopilando información bibliográfica y de estudios realizados anteriormente.

Los trabajos desarrollados en este sentido fueron los que se relacionan a continuación:

3.2.1 Trabajos de muestreo de bentos

El desarrollo de estos trabajos ha ido orientado a la recopilación de información sobre la biocenosis (fauna y flora) y la sedimentología de las zonas seleccionadas para este estudio.

Estos trabajos se han realizado en una única campaña de muestreo a bordo del Regina Maris, realizada a continuación de la campaña de estudio de calidad del agua correspondiente al mes de Marzo. La metodología empleada fue la siguiente:

3.2.1.1 Programación de la campaña

Conocidos los polígonos a estudiar (ubicación, dimensiones, batimetría) tras una recopilación previa de los datos existentes referentes a la naturaleza del fondo, homogeneidad, relieves e incluso, en algunos casos, datos de biocenosis en algunas zonas cercanas, se establecieron los puntos de muestreo que formaron, en cada zona, una malla con un tamaño de cuadrícula medio de 0.5 millas náuticas (926 m), si bien en algunas, en función de la información existente, esta malla varió desde las 0.35 hasta 1.75 millas.

Para la ejecución de los trabajos se estableció un programa a partir de los datos recabados en otras campañas de similares características realizadas a bordo del Regina Maris, que aportaron información sobre la operatividad del buque, así como en una inspección de la maniobra instalada a bordo y sus posibles variaciones o adaptaciones para el tipo de trabajo a realizar.

3.2.1.2 Trabajos a bordo.

Las diferentes tareas realizadas a bordo pueden clasificarse en cuatro tipos principalmente:

3.2.1.2.1 Muestreo de sedimentos.

Se realizó con una draga Van Veen de 0.025 m² de superficie. El arriado se hizo por gravedad y el izado por medio de maquinilla eléctrica previo reenvío del cabo desde la regala del través de estribor. La muestra obtenida era envasada en su totalidad en bolsas de polietileno doblemente etiquetada con el correspondiente código. Seguidamente se agrupaban en bandejas por zonas y se guardaban en arcón congelador.



Fotografía 3-7 Envasado y etiquetado de las muestras de sedimento.



Fotografía 3-6 Muestreo de sedimentos con draga Van Veen.



Fotografía 3-8 Dragas Van Veen utilizadas para el muestreo de fauna bentónica.

3.2.1.2.2 Muestreo de fauna bentónica.

Se utilizó para este muestreo una draga Van Veen de 0.1 m² de superficie, que permite el análisis cuantitativo, cubriendo además el área mínima recomendada para este tipo de estudios. Tanto el arriado como el izado se realizaron haciendo uso de un puntal de carga en la banda de babor, y asistido por maquinilla hidráulica de velocidad variable.

Para el tamizado de la muestra, se dispuso en cubierta, afirmado en la regala de babor y bajo la vertical del extremo del puntal, una batería de tamices montada sobre un cajón de PVC de 75x40 cm y 100 cm de alto, formado por un fuerte enrejado en la cara superior, en el que apoyar la draga para proceder a su apertura y descarga (Fotografía 3.9). La muestra caía desde este enrejado a un primer tamiz de 2.5 cm de luz de malla, para pasar a continuación a otro de 1.5 mm. Con la ayuda de una manga de agua de mar se lavaba la muestra, envasándose el material retenido en ambos tamices en botes de plástico.

El envasado, etiquetado y conservación se realiza de modo análogo al de sedimentos (Fotografía 3-10).



Fotografía 3-9 Batería de tamices utilizada en los muestreos.



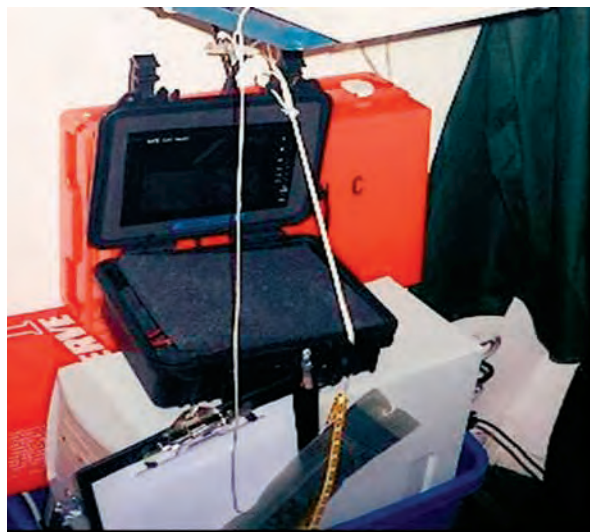
Fotografía 3-10 Envasado y etiquetado de las muestras de fauna bentónica.

3.2.1.2.3 Filmación del fondo.

Mediante una pequeña cámara de vídeo conectada a un monitor TFT (ubicado a bordo de la embarcación) por un cable multiaxial, se han obtenido secuencias de filmación de las zonas muestreadas, con el fin de identificar epifauna y flora bentónica, así como posibles formaciones de origen hidrodinámico (ripple marks) o signos de bioturbación.

La visualización en tiempo real se efectuaba gracias a una pantalla TFT (Fotografía 3-11). La cámara contaba además con un sistema de iluminación, si bien, éste sólo era útil en enfoques a corta distancia y presentaba además el problema añadido de la iluminación frontal en filmaciones submarinas debido a la reflexión de esta luz sobre las partículas en suspensión, lo que hacía poco efectivo su uso en fondos de fango. En cualquier caso, la sensibilidad de los CCD de esta cámara ha sido suficiente para obtener imágenes nítidas en la mayoría de las situaciones.

El almacenamiento de imágenes se realizó sobre cinta de vídeo VHS convencional. Para iniciar y finalizar cada secuencia se utilizaron plaquetas con el número y referencia de la zona filmada, seguida de una toma sobre la pantalla del receptor GPS. Todo este sistema de filmación y grabado se configuró de tal forma que permitía su funcionamiento tanto con alimentación de corriente eléctrica AC 220 V (disponible a bordo) como de forma autónoma, alimentado por una batería de DC 12 V. Durante el trayecto Cádiz-Garrucha, en el que se realizó la campaña de muestreo de calidad de aguas, se realizaron únicamente labores de filmación, sin afectar a la programación estipulada para la campaña de calidad de agua.



Fotografía 3-11 Pantalla TFT para la visualización en tiempo real de las filmaciones.

3.2.1.2.4 Posicionamiento y gestión de la cartografía.

Todos los trabajos de planificación sobre cartografía, ubicación de polígonos de estudio y puntos de muestreo, establecimiento de derrotas a navegar, cálculos de los tiempos de navegación, estimación de la profundidad de cada punto, e información previa sintetizada sobre base cartográfica, se realizaron con software específico para estas labores: Arc GIS 8.2 (ESRI) y Ozi Explorer.

Este último permite conexión PC-GPS mediante protocolo NMEA, gracias al cual, durante la campaña se pudo conocer la posición, rumbo, distancias y tiempos, marcando además los puntos de muestreo reales con funciones "waypoint", y los recorridos filmados con funciones "track".

La compatibilidad entre ambos programas ha permitido la exportación de los archivos de posicionamiento de Ozi a Arc GIS para la elaboración de cartografía temática y capas de información SIG. Las bases cartográficas sobre las que se ha trabajado son el Mapa Digital de Andalucía y las Cartas Náuticas del Instituto Hidrográfico de la Marina.



Fotografía 3-12 Sistema de posicionamiento en tiempo real sobre carta náutica.

3.2.2 Recopilación de la información existente.

Para esta recopilación se han consultado fuentes bibliográficas, estudios realizados por la Consejería de Agricultura y Pesca, trabajos realizados para otras administraciones (Misterio de Medio Ambiente, Demarcaciones de Costas, Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, etc.) y finalmente, consultas en Internet.

Todas las referencias bibliográficas, estudios consultados y páginas web de las que se han obtenido datos se recogen en el apartado de Bibliografía incluido en este estudio.

3.2.3 Trabajos de laboratorio.

Los trabajos de laboratorio han ido encaminados a dos análisis fundamentales:

- Estudio sedimentológico, con el que se ha realizado la caracterización granulométrica del sedimento que compone el sustrato.
- Análisis biológico, con el que se ha caracterizado la fauna y vegetación existente en cada una de las zonas estudiadas, estableciendo el grado de diversidad y abundancia de especies, así como su interés ecológico y estado de madurez de las poblaciones.

3.2.3.1 Estudio sedimentológico.

Para determinar la distribución de tamaños en los sedimentos, se ha seguido la Escala de Intervalos de Tamaños propuesta por Wentworth (Tabla 3-4). En ella cada intervalo de tamaño establecido recibe un nombre específico (grava, arena, arena fina, etc.), que indica el tipo de partículas comprendidas en él.

Esta escala, de tipo geométrico, presenta el inconveniente de que las representaciones gráficas han de hacerse sobre papel logarítmico, debido a que los intervalos de tamaño considerados no aumentan a intervalos aritméticos fijos y cada tamaño concreto se expresa en milímetros. Esta es la escala más utilizada cuando se pretende tener una idea intuitiva y rápida de la distribución de tamaños. No obstante, para este estudio, con objeto de facilitar la consulta, en los gráficos se han indicado también los intervalos correspondientes a la escala de phi, en caso de que fuese necesario. El proceso utilizado para la determinación granulométrica ha sido el siguiente:

Tamaño de grano	Nombre
4 mm	<i>Grava media</i>
2 mm	<i>Grava fina</i>
1 mm	<i>Arena muy gruesa</i>
0,50 mm	<i>Arena gruesa</i>
0,250 mm	<i>Arena media</i>
0,125 mm	<i>Arena fina</i>
0,063 mm	<i>Arena muy fina</i>
0,0039 mm	<i>Limo</i>
<0,0039 mm	<i>Arcilla</i>

Tabla 3-4 Escala de tamaños de Wentworth.

a) Separación de las fracciones fina y gruesa. Se ha realizado por vía húmeda, tratándose previamente la muestra de la siguiente forma: Se tomaron entre 50 a

100 g de muestra, según su naturaleza fangosa o arenosa y, después de ser pesada, se introduce en un vaso de precipitados de 1 litro, añadiéndosele agua destilada con hexametafosfato sódico como dispersante (2g/l), permaneciendo en agitación el tiempo necesario hasta que se observe la buena disgregación de las partículas.

Una vez disgregada la muestra en un tamiz de diámetro de malla de 0,063 mm, que retiene la arena y la grava, el agua conteniendo limo y arcilla es recogida para ser utilizada posteriormente para la determinación de las proporciones de tamaños de limo y de arcilla.

b) Tamizado de la fracción gruesa. El residuo del tamaño superior a 0,063 mm retenido en el tamiz se seca y se tamiza de nuevo en una columna de tamices de diferente luz de malla para el análisis granulométrico de la fracción gruesa.

Una vez introducida la muestra en la tamizadora, se somete ésta a vibración durante 20 a 25 minutos y, una vez concluido, se separan los tamices y se procede al pesado de las fracciones retenidas en cada uno de ellos.

c) Tratamiento estadístico de los datos. El tratamiento estadístico de los datos ha servido como herramienta fundamental para el estudio de la gran cantidad de datos procedentes del análisis granulométrico de las muestras de sedimento.

d) Cálculo de frecuencias relativas y acumuladas. Ha consistido en el cálculo de los porcentajes relativos (frecuencias) de cada intervalo de tamaño (clases), lo que permite determinar el contenido en grava, arena, limo y arcilla, tamaño medio de grano (media), desviación típica, mediana y los percentiles de 16 y 84. A partir de estos datos se han realizado también representaciones gráficas de la distribución de tamaños, histogramas, curvas de frecuencias absolutas, relativas y acumuladas y otras. Las medidas se han recopilado en milímetros aunque, en los gráficos, se ha representado también la escala phi, con objeto de facilitar la lectura, en el caso de que fuera necesario.

Dado que los muestreos se han concentrado en unos polígonos establecidos para este estudio, y centrados fundamentalmente entre las cotas batimétricas de -10 y -50 m, la caracterización sedimentológica se ha realizado en cada zona en el área que presenta mayor significación desde el punto de vista estadístico, extrapolándose los resultados para esta franja batimétrica. Únicamente la zona HU-18, donde el polígono estudiado se encontraba entre las cotas batimétricas de -20 y -50 m y en el que la gran superficie que ocupa la franja batimétrica de -10 a -20 m hace que una

extrapolación para este área presente escasa fiabilidad, por lo que los resultados se han limitado para la zona HU-18 a la franja comprendida entre los 20 y los 50 m de profundidad.

3.2.3.2 Estudio Biológico.

El estudio biológico de las zonas ha consistido en el análisis de las muestras recogidas en los trabajos de campo, así como en el visionado de las imágenes grabadas durante la campaña de muestreo

Las muestras, una vez descongeladas, son lavadas de nuevo para evitar la presencia de materiales finos que dificulten el análisis visual de las mismas. En una primera fase se separaron todos los organismos encontrados, procediendo posteriormente a su determinación hasta un nivel taxonómico considerado como suficiente para los objetivos planteados (**Clase** en la mayoría de los casos, y **Género o Especie** en los organismos más frecuentes).

La determinación se ha desarrollado utilizando lámparas-lupa y lupas binoculares. Los individuos encontrados en cada muestra han sido conservados en formol (4%).

Los resultados obtenidos en el procesado de las muestras, han sido apoyados con las imágenes de video submarino recogidas durante los muestreos, que han servido para obtener información de las comunidades en su conjunto, así como estimar la variabilidad espacial de las mismas (siempre en una escala de escasos metros). En los fondos duros suponen la principal fuente de información, mientras que su importancia ha resultado menor en los blandos.

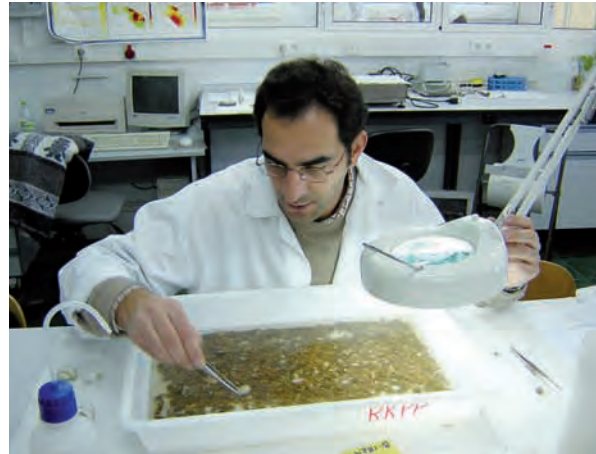
A la vista de los resultados obtenidos en las diferentes muestras, en cada punto se realizó una valoración de la bioce-nosis siguiendo varios criterios, de esta manera se pudo calificar cada uno de estos puntos desde el punto de vista de su capacidad de acogida de instalaciones flotantes para el cultivo tanto de peces como de moluscos u otras especies.

Se ha tomado como base para la valoración, la capacidad del bentos para absorber y eliminar los aportes de materia orgánica, cuya acumulación podría inducir graves cambios en la comunidad bentónica, generar condiciones de anoxia o favorecer el crecimiento masivo de especies oportunistas. No obstante, la capacidad de acogida del bentos se ve condicionada por otros factores, como pueden ser la especie y densidad del cultivo, la profundidad y el régimen hidrodinámico.

Se ha considerado que, en todo momento las instalaciones que se autoricen seguirán los procedimientos recomendados para la alimentación de los peces, retirada de ejemplares muertos y limpieza del fouling de redes y boyas. Debe tenerse siempre presente que la instalación y puesta en funcionamiento de artefactos de cultivo pueden acarrear necesariamente ligeros cambios en la comunidad bentónica que pueden ir encaminados a establecer una nueva situación de equilibrio, en la que no se hayan perdido valores importantes de la comunidad original y ser reversibles. Deben evitarse por tanto dos tipos de situaciones desfavorables:

- Un cambio en la comunidad que implique una merma importante de su capacidad como zona de desove, cría, o cualquier otra que pueda afectar a un ámbito mayor al del área considerada.
- desencadenar un proceso irrecuperable de reducción de biodiversidad, colapsando el sistema y generando una degradación irreversible.

Por otra parte, los cultivos pueden verse afectados por el impacto que ejerza el bentos sobre ellos, especialmente en situaciones en las que la columna de agua subyacente bajo el artefacto de cultivo sea escasa y las tasas de renovación bajas.



Fotografía 3-13 Separación de muestras.



Fotografía 3-14 Determinación de las muestras mediante técnicas de microscopía óptica.

De esta forma, se ha establecido un índice de valoración para cada zona que tiene en cuenta las consideraciones antes realizadas y que abarca los siguientes parámetros.

3.2.3.2.1 Granulometría y biocenosis asociada

Atendiendo a la granulometría del sedimento se puede establecer un criterio en base a la capacidad del bentos para recibir aportes orgánicos particulados y procesarlos o eliminarlos sin alterar significativamente la estructura de la comunidad.

Para ello se consideran, a priori, desfavorables las granulometrías muy finas, debido a la escasa permeabilidad que presentan a la renovación del agua intersticial y a la tendencia a favorecer la aparición de capas anóxicas en el sedimento.

Los fondos de grano muy grueso y rocosos suelen ir asociados a biocenosis con elevada biodiversidad, con importante presencia de organismos sésiles y muy sensibles a variaciones en los valores de algunos de los parámetros que pueden verse afectados por la presencia de artefactos dedicados al cultivo con o sin aporte de alimentación.

Las granulometrías medias presentan un buen compromiso entre superficie de fijación para organismos descomponedores y circulación de agua intersticial. En cualquier caso, deben ser estudiados en cada punto dos aspectos importantes:

- Capacidad de la biocenosis presente para eliminar materia orgánica particulada (MOP)
- Sensibilidad de la biocenosis al aporte de MOP, especialmente de aquellos organismos que representen una pieza clave en las relaciones de la comunidad.

Por su parte, la bionomía seguirá una clasificación asociada al tipo de sedimento, pero con particularidades, puesto que sobre un mismo sustrato pueden asentarse diferentes comunidades, en función de otras variables como profundidad, régimen hidrodinámico, climatología, aportes y situación geográfica entre otros.

La clasificación de las biocenosis no se corresponde con la establecida por Augier (1982) y generalmente aceptada. Esto responde al afán por reducir el inventario de biocenosis, agrupando a aquellas comunidades que, además de presentar características comunes que permitan una descripción conjunta, respondan de forma similar al impacto originado por la presencia de jaulas u otros artefactos de cultivo. De este modo, las comunidades detectadas a lo largo del litoral andaluz, tanto atlántico como mediterráneo, pueden encuadrarse en alguno de los siguientes tipos:

I. Comunidades de fondos duros

A. Fondos dominados por rodofíceas calcáreas (RCI).



Fotografía 3-15 Comunidad tipo RCI.

Surgen en zonas de hidrodinamismo elevado. La base edificadora del sustrato son las propias rodofíceas incrustantes, tanto sobre una base de roca como en cascajo, constituyendo en el segundo caso una situación intermedia entre fondos duros y blandos (fondos de Maërl).

En estas zonas la cuantificación del número de individuos y biomasa no son viables en todos los casos, dada la naturaleza calcárea y colonial de muchas de las especies presentes, si bien existe una considerable biota asociada a este sustrato, en su mayor parte filtradora. La configuración espacial de estos fondos, profusos en intersticios en un amplio espesor, y unido a la presencia de especies de porte arborescente, especialmente gorgonias, crea una gran variedad de hábitats, lo que redundará en una elevada variabilidad espacial. Como consecuencia de esto, la abundancia y la biodiversidad suelen obtener valores elevados, además de suponer una dificultad para

la caracterización de la comunidad. El muestreo con draga en estos ambientes (cuando ha sido posible) origina un sesgo importante, aunque una vez identificada esta biocenosis y con la información aportada por video-filmación este sesgo no afecta a la valoración general del bentos.

Frente a aportes de MOP estas biocenosis pueden responder de manera satisfactoria, siempre que no sedimente con tasas elevadas ni se concentre su aporte en zonas reducidas.

Por el contrario, si este aporte se produce de forma masiva o se concentra en un lugar determinado, provocará una disminución drástica de la biodiversidad, eliminando a las especies más sensibles y de hábitos especializados, y favoreciendo un desarrollo anormal de especies oportunistas.

B. Sustratos rocosos con relieves pronunciados, crestas, grutas y extraplomos (RGE).

En los casos en que la comunidad anterior se desarrolla sobre sustratos rocosos (calizas, areniscas u otros) de relieves acusados y desarrollo de grutas, paredes y techos, aparece un tipo de comunidad con especies altamente especializadas que se instalan en los diferentes nichos ecológicos que albergan estos biotopos.

En estos casos los valores de recubrimiento y las especies presentes servirán como descriptores de cada uno de estos nichos, por lo que considerado a una escala espacial que afecte a una superficie amplia del lecho marino, se obtienen los máximos valores de parámetros como abundancia y biodiversidad. Estas zonas cuentan con el valor añadido de constituir excelentes lugares de puesta y alevinaje para numerosas especies de ictiofauna.

En cuanto a la técnica de muestreo, las filmaciones en vídeo constituyeron la herramienta más valiosa. Gracias a ellas se pudieron observar los diferentes nichos, grados de recubrimiento de organismos tapizantes, principales especies presentes, y en ocasiones ictiofauna y cefalópodos.

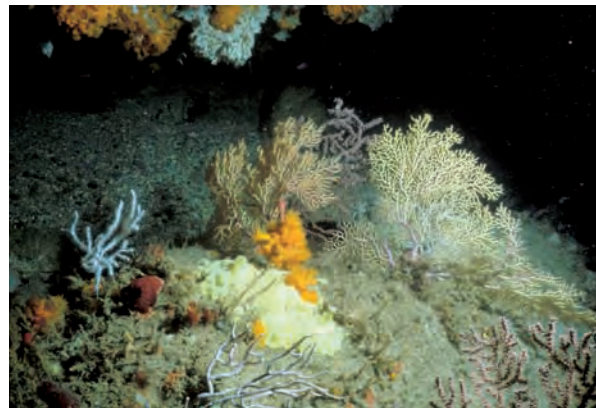
C. *Sustratos rocosos con comunidades degradadas y parcialmente cubiertas de sedimentos finos (RDS).*

Realmente se trata de la misma biocenosis que la anterior, pero en un estado avanzado de degradación, en la mayoría de los casos por aporte de materiales particulados que al sedimentar sobre el fondo han colmatado y eliminado la comunidad preexistente.

Se ha considerado como una biocenosis diferente a la anterior dada la frecuencia con la que aparece y la estabilidad que presentan, pudiéndose considerar como una comunidad madura y en equilibrio con su entorno.

En muchos casos, debido a fenómenos locales de hidrodinamismo, orientación o estructuras del relieve, se presentan reductos de una comunidad rica y diversa, generalmente de dimensiones reducidas y aisladas unas de otras, habitualmente dominadas por organismos capaces de soportar grandes cargas de sólidos en suspensión.

El efecto de un aporte adicional de MOP no supondrá cambios significativos en estas comunidades, a no ser que se concentren en las zonas preservadas anteriormente descritas. Como en el caso anterior, las filmaciones en vídeo han supuesto la base para la descripción de estas comunidades.



Fotografía 3-16 Comunidad de fondos rocosos con grutas y extra-plomos (RGE).



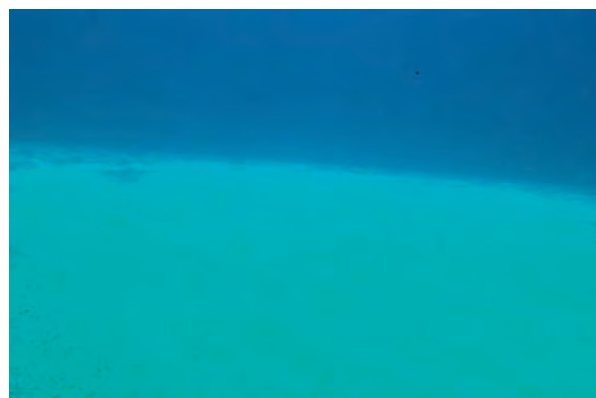
Fotografía 3-17 Comunidad tipo RDS.

II. Comunidades de fondos blandos

D. *Biocenosis de arenas finas calibradas (AFC).*

Se asientan sobre un sustrato de arena con distribución granulométrica unimodal, con escaso contenido en fango. Suelen ocupar grandes extensiones, y constituyen un ecosistema muy homogéneo, caracterizado por la ausencia de especies vegetales y escasa epifauna. En cambio, pueden llegar a albergar una importante biomasa de infauna, dominada por moluscos bivalvos. La superficie de estos lechos presenta una morfología característica (rippler marks) como respuesta al régimen hidrodinámico, lo que hace de ellas unas zonas muy dinámicas, con profundidades de removilización del sedimento variables en función de la granulometría y el régimen energético soportado como consecuencia de corrientes y oleaje, este último más acusado en las zonas más someras.

Consideradas como receptoras de MOP, su capacidad estará condicionada a que esta carga no suponga una alteración de la curva granulométrica tendente a aumentar la proporción de las fracciones más finas, lo que podría, en casos extremos, favorecer la formación de capas anóxicas.



Fotografía 3-18 Comunidad de arenas finas bien calibradas.

E. *Biocenosis de fondos detríticos costeros (FDC)*

Asentadas sobre sustrato compuesto tanto por materiales terrígenos como biogénicos, en los que se mezclan arenas y gravas con conchas de moluscos, caparazones de equinodermos, briozoos, y otros organismos con estructuras calcáreas.

Posee una elevada circulación de agua intersticial, lo que permite el asentamiento de una comunidad de infauna de pequeños organismos bastante desarrollada. Presentan una buena respuesta al aporte de MOP, dada su elevada superficie específica, que facilita la fijación de organismos descomponedores, y la circulación intersticial evita la formación de ambientes anóxicos.



Fotografía 3-19 Comunidad de Fondos Detríticos Costeros.

F. *Biocenosis de fondos detríticos enfangados (FDE)*

El sustrato presenta granulometrías bimodales, con una importante fracción de fango junto a una parte que puede variar desde arenas finas a gravas gruesas. En ocasiones se presenta exclusivamente la fracción fina. La epifauna es escasa o nula, mientras que la infauna puede constituir una importante biomasa. Estas biocenosis se asocian a zonas de hidrodinamismo de muy baja energía, que facilita la sedimentación.

Frente al aporte de MOP presentan riesgo de formación de capas anóxicas, lo que acarrea una degradación drástica de la comunidad, además de provocar una liberación a la columna de agua de compuestos tóxicos.



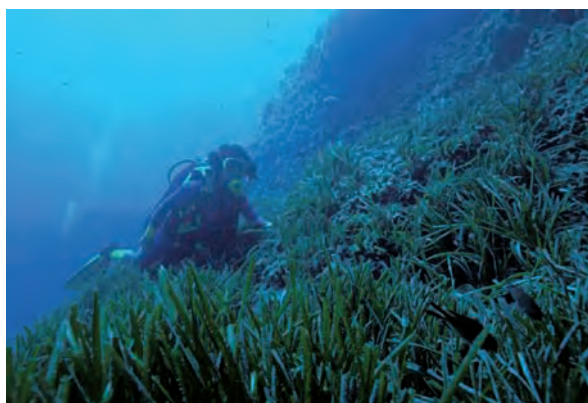
Fotografía 3-20 Fondos detríticos enfangados (FDE).

En el caso de instalar artefactos de cultivo sobre estos fondos, hay que considerar la dispersión del material particulado para evitar su concentración bajo la zona de cultivo.

G. *Praderas de fanerógamas marinas (PFM)*

Constituyen un ecosistema de alto valor ecológico dada la enorme diversidad que albergan y a su importancia como zonas de refugio, desove y alevinaje. La presencia de fanerógamas es además un indicador de una buena calidad ambiental. Se desarrollan sobre fondos arenosos o arenoso fangosos. Dado su carácter de ambientes protegidos y a su elevada sensibilidad, no se consideran compatibles con la actividad acuícola.

En el litoral andaluz encontramos cuatro especies de fanerógamas marinas, *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*, *Zostera noltii* y *Zostera marina*. En las zonas estudiadas sólo se detectaron praderas densas de *Posidonia*, mientras que de las otras especies sólo se observaron zonas con ejemplares dispersos de *Cymodocea*. De ambas especies de *Zostera* se encontraron restos dispersos, pero no fijados al sustrato, probablemente arrastrados por corrientes hasta el lugar donde fueron hallados.



Fotografía 3-21 Pradera de *Posidonia oceanica*.

H.- *Presencia de Cymodocea nodosa*

En los casos en que se han detectado brotes muy aislados de esta especie (gracias al empleo de las filmaciones, y sin presencia en la muestra dragada), sobre sustratos que albergan a una comunidad definida, se ha tenido en cuenta esta presencia a la hora de valorar al conjunto de la comunidad. Se distinguen los siguientes casos:

1. **H1- CNA:** Presencia muy escasa de *Cymodocea nodosa* en biocenosis de Arenas Finas Calibradas.
2. **H2- CNC:** Presencia muy escasa de *Cymodocea nodosa* en biocenosis de Fondos Detríticos Costeros.
3. **H3- CNE:** Presencia muy escasa de *Cymodocea nodosa* en biocenosis de Fondos Detríticos Enfangados.

3.2.3.2.2 Abundancia.

Se considera esta variable como el número de individuos recolectados por unidad de superficie del lecho marino. El área estándar de las muestras es de 0.1 m², y se ha mantenido este valor como unidad en la que reflejar la abundancia (ind/m²).

Valores bajos de este parámetro serán reflejo de bentos pobres en recursos para mantener a comunidades desarrolladas, mientras que los altos pueden reflejar dos situaciones:

- Comunidades bien desarrolladas y estructuradas.
- Entornos contaminados en los que una o varias especies oportunistas, casi siempre filtradoras o descomponedoras, proliferan sin competencia de otras, en general como consecuencia de una alteración de origen antrópico sobre la comunidad original.

Debido a esto, la abundancia es una variable que por sí misma no da una idea ni del valor ecológico ni de la capacidad receptora de una comunidad. Por el contrario sí resulta un buen cuantificador para comparar el desarrollo de comunidades similares.

3.2.3.2.3 Biodiversidad.

Como valor de biodiversidad se considera el número de especies por unidad de superficie de muestreo. Para su valoración se han considerado los rangos delimitados por los valores correspondientes a los percentiles P33 y P66 del total de valores obtenidos en todas las zonas, asignándosele un valor 3 los valores más bajos de la distribución ($x < P33$), 2 para los centrales ($P33 < x < P66$), y 1 para los valores más altos ($x > P66$).

Con esta asignación se favorecen las zonas con comunidades pobres como receptoras de actividades acuícolas, mientras se pretenden preservar las comunidades de mayor diversidad.

3.2.3.2.4 Proporción de moluscos bivalvos.

Con este valor se pretende reflejar la capacidad filtradora de la comunidad bentónica. Si bien los bivalvos no son el único grupo con hábitos filtradores, sí que constituyen un buen indicador, dada la facilidad para establecer su cantidad y la proporción de estos respecto al número total de efectivos en cada muestra. Su valor absoluto se transforma en un índice por medio de los percentiles P33 y P66 del total de valores obtenidos en los muestreos, asignándosele valor 3 a los más altos, 2 a los centrales y 1 a los más bajos.

3.3 ESTUDIO DE LAS CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS DE LAS ZONAS.

El estudio de las condiciones oceanográficas de las zonas ha sido realizado por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, con la colaboración del Instituto Tecnológico Pesquero y Alimentario (AZTI).

Los trabajos han consistido en el estudio de la dinámica litoral existente en las diferentes zonas, y la modelización de los procesos que podrían interferir en los potenciales procesos de cultivo a desarrollar en las áreas estudiadas.

Los datos utilizados para esta caracterización han sido los datos de oleaje y los datos de corrientes e hidrográficos.

3.3.1 Recopilación de datos de oleaje.

3.3.1.1 Clima extremal del oleaje.

La incidencia de oleaje en las instalaciones de cultivos en mar abierto, supone uno de los factores de riesgo más importantes a la hora de realizar la valoración técnica de un proyecto de acuicultura. Para abordar las posibilidades de éxito de esta actividad se debe conocer el régimen energético al que estas estructuras estarán sometidas, y valorar si son acordes con las especificaciones que el fabricante garantice en cada caso.

Los registros y análisis del **clima extremal del oleaje** (termino que hace referencia al análisis de las condiciones más desfavorables en el régimen de oleaje), en cada zona arrojan una valiosa información sobre los periodos de retorno de temporales con alturas de ola predeterminadas. Estos datos han de tomarse con la debida cautela, ya que no son más que resultados estadísticos basados en registros de oleaje de una duración limitada, y lógicamente, no garantizan la ausencia de oleajes mayores con periodos de retorno menores.

Para el presente trabajo se han tomado los datos procedentes del Banco de Datos Oceanográficos de Puertos del Estado (Ministerio de Fomento), captados por las boyas de medición cuya posición se representa en la Figura 3-5. Los datos procedentes de cada una de las boyas se han utilizado para determinar el régimen de oleaje de cada zona, resultando la asignación de zonas para cada boya la incluida en la Tabla 3-5

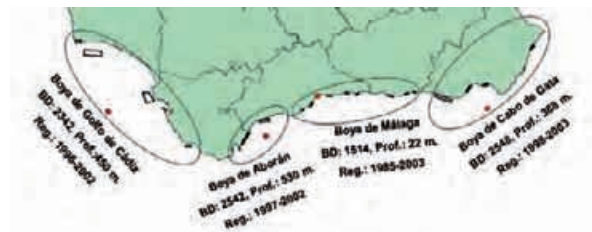


Figura 3-5 Localización de las diferentes boyas de medición para el banco de datos oceanográficos de Puertos del Estado y zonas sobre las que se aplican sus datos respectivamente.

POLÍGONOS	BOYA
AL-1, AL-2, AL-3 y AL-4	Cabo de Gata
AL-5, GR-6, GR-7, GR-8, MA-9, MA-10, MA-11, MA-12 y MA-13	Málaga
MA-14 y CA-15	Alborán
CA-16, CA-17 Y HU-18	Golfo de Cádiz

Tabla 3-5 Relación entre los datos procedentes de las distintas boyas de medición y las zonas de estudio.

Se han considerado, en base a la tecnología y materiales disponibles en la actualidad, y a efectos del presente estudio, dos alturas de ola que imponen limitaciones de distinta naturaleza al normal desarrollo de la actividad acuícola:

- **OE1:** Oleaje que produzca daños o deformaciones en las jaulas, hasta el extremo de no garantizar la permanencia de los peces en el interior de la misma. $H_{max} \geq 6 \text{ m}$.
- **OE2:** Oleaje que produzca graves daños (reparables o no) en la estructura o elementos de fondeo. $H_{max} \geq 10 \text{ m}$.

Las alturas máximas de ola (H_{max}) tomadas para cada uno de estos rangos de oleaje se basan en estimaciones realizadas a partir del Proyecto para el Desarrollo y Experimentación de Artefactos Flotantes para Cultivo de Peces en Mar Abierto, así como en los valores considerados como “condiciones de temporal” por las compañías aseguradoras. Estos valores pueden variar en función de las diferentes instalaciones disponibles en el mercado y la eficacia y disposición de los elementos de fijación empleados.

Tomando los valores de OE1 y OE2 en cada zona, y gracias a la representación de la **distribución de Weibull** (Clima Extremal de Oleaje, Puertos del Estado, Ministerio de Fomento), obtenemos el **periodo de retorno** en años de dichas alturas, entendiéndose como tal el tiempo transcurrido entre el registro de dos oleajes de la misma altura.

3.3.1.2 Clima medio de oleaje.

El oleaje no sólo ha de considerarse como un agente limitante respecto a la resistencia y longevidad de las instalaciones, sino que también debe ser tenido en cuenta por los condicionantes que impone en las tareas de mantenimiento de estructuras y alimentación de los cultivos.

Los trabajos diarios en instalaciones de cultivo en mar abierto implican labores a bordo de embarcaciones, con la consiguiente navegación, maniobra de aproximación, atraque y amarre, realizar tareas de trasbordo de pienso, alimentación o carga de alimentadores, trabajos submarinos de inspección de redes y fondeos, retirada de bajas, etc.

A la hora de seleccionar una zona para desarrollar en él actividades acuícolas, se debe tener una estimación de los días efectivos de trabajo, consecuencia de la afección de los temporales sobre la navegación. Para valorar esta situación, en el presente estudio se han tomado como referencia los datos de **Clima Medio de Oleaje** registrados en las boyas de referencia para cada zona (tabla 3-5), obtenidos del Banco de Datos Oceanográficos de Puertos del Estado.

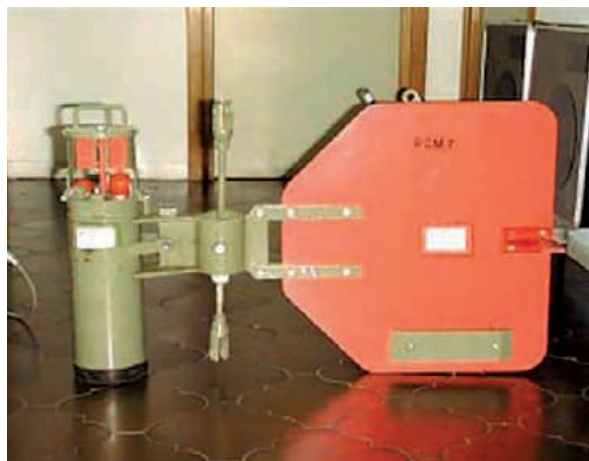
3.3.2 Recopilación de datos de corrientes.

El régimen general de corrientes marinas en la zona del mediterráneo andaluz y murciano no está bien definido. Los datos recogidos *in situ* por diversos correntímetros fondeados por AZTI en esta región, debido principalmente a que sus emplazamientos estaban próximos a la costa, reflejan unos valores alternantes que hacen suponer la existencia de factores locales, tanto climáticos (variabilidad del viento) como topográficos (morfología de la costa y batimetría) que afectan de una manera significativa a las corrientes.

Para el análisis de las corrientes, se han utilizado tanto datos tomados *in situ* mediante el fondeo de correntímetros en las zonas a estudiar durante un mes, como el análisis de las corrientes medidas por este sistema en otros emplazamientos próximos y semejantes a los estudiados para otros trabajos.



Fotografía 3-22 Correntímetros AANDERAA RCM-9 y DCM-12 con sus unidades de almacenamiento (DSU).



Fotografía 3-23 Correntímetro AANDERAA RCM7.

Los correntímetros fondeados para conocer el régimen hidrodinámico de la zonas de estudio, han sido del tipo AANDERAA RCM-9, RCM-7 y DCM-12. Son aparatos para la medición de la velocidad y dirección de la corriente, temperatura del agua, conductividad y profundidad a la que se fijen. En el caso de los modelos RCM-9 y DCM-12, los aparatos están provistos de un sensor de corriente RCM doppler que tiene varias aplicaciones. Entre otras tiene la posibilidad de ser utilizado como un perfilador de corrientes, de ser fijado a una profundidad determinada o de anclarse al fondo. La célula de conductividad tiene un rango de medida muy amplio permitiendo la medida incluso en aguas dulces. Se pueden programar para tomar datos a diferentes intervalos de tiempo y dada la alta capacidad de la batería alcalina que los alimenta, pueden tomar medidas durante más de 2 años a intervalos de 1 hora.

El modelo RCM-7 posee un sensor de velocidad de tipo rotor Savonius y con rango de medida hasta los 2000 metros. Los datos del instrumento se vuelcan y representan mediante un software específico de AANDERAA (4059), que permite la representación de las series temporales de cada uno de los sensores.

Los correntímetros se configuraron en el presente estudio para medir las variables con una cadencia de 10 minutos.

3.3.3 Realización de modelos hidrodinámicos.

La simulación hidrodinámica consiste en la aplicación de un algoritmo numérico tridimensional de Elementos Finitos, que resuelve las ecuaciones de conservación de la masa y cantidad de movimiento en el medio marino.

Como primer paso es necesario discretizar el dominio geométrico y físico de la zona. Para ello, se digitalizaron las cartas marinas y topográficas del área y con los datos obtenidos se empleó una aplicación informática específica para la generación de mallas y, posteriormente, un paquete de programas que interpola los datos de batimetría sobre los nodos de la malla para obtener de esta forma, la adecuada representación de la topografía del fondo marino.

El análisis de la circulación marina requiere la transformación del problema físico-matemático, equivalente a la resolución de un sistema de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales, en un problema numérico. Los campos solución de las ecuaciones mencionadas son campos continuos, es decir, si fuera posible resolver analíticamente las ecuaciones se podría dar un valor concreto y a la par exacto para las funciones solución.

En el presente estudio, dando por supuesto que los principios que rigen el modelo son válidos (la conservación de la masa y de la cantidad de movimiento), se puede conocer la corriente generada en cualquier punto del área de estudio. Al no ser posible determinar la solución analítica, es necesario recurrir a una técnica de aproximación numérica. Existen varias técnicas de aproximación a la solución de ecuaciones diferenciales, siendo las más conocidas las Diferencias Finitas y los Elementos Finitos.

Empleando el método de las Diferencias Finitas se parte de las ecuaciones diferenciales y se buscan unas ecuaciones numéricas o algebraicas, equivalentes a las diferenciales, que se resuelven suponiendo una aproximación que calcule la solución en algunos puntos fijados a priori. Por ejemplo, se sustituye la derivada de una función por el cociente entre la diferencia de valores de la función en dos puntos próximos entre sí y la distancia que los separa. Cuantos más puntos se consideren, mayor será la continuidad de la solución que obtengamos y mayor será el grado de aproximación a la solución exacta continua. La elección del número de puntos y su distribución es esencial en la precisión de la solución y a ese proceso de elección se le denomina “discretización”.

En el método de los Elementos Finitos no se transforman las ecuaciones diferenciales para obtener unas ecuaciones algebraicas aproximadas que se resuelven exactamente, sino que se definen unas funciones base, que puedan

representar adecuadamente la solución exacta, y se calculan los coeficientes de la combinación lineal de esas funciones que minimiza el error cometido en las ecuaciones diferenciales al sustituir en ellas la solución aproximada (si la solución aproximada fuese la exacta el error sería nulo).

El Método de los Elementos Finitos es ventajoso respecto al de Diferencias Finitas en problemas con contornos irregulares y con varios tipos de condiciones de contorno. Las funciones base son "no nulas" en una porción del dominio y nulas en el resto. Cada una de esas zonas se denominan usualmente en el argot "elementos", y los vértices de cada uno de esos elementos son lo que se conoce como "nodos". Cuanto mayor sea el número de elementos en los que se divide el dominio, mejor será la aproximación a la solución exacta, es decir, menor es el error en la solución de los principios de conservación de la masa y de la cantidad de movimiento. Al igual que en Diferencias Finitas, a este proceso de transformación del espacio continuo en un conjunto finito de celdas o elementos se denomina discretización.

El área digitalizada para la realización de las mallas de Elementos Finitos mostrada en la Figura 3-7, comprende ampliamente un área de estudio, digitalizándose para ello todos los datos batimétricos y topográficos cartografiados de relevancia. La discretización del dominio da lugar, en este caso, a una malla de 3.570 nodos y 3.440 elementos que puede verse en la Figura 3-7. En todos los casos se incluye, ampliamente, la totalidad del dominio de estudio, a fin de limitar en lo posible el efecto de las condiciones de contorno en las soluciones numéricas del problema diferencial; y abarca, tanto las áreas previsiblemente afectadas por los efectos de las jaulas, como las limitrofes.

Para obtener la interpolación de la batimetría sobre la malla de discretización numérica, se ha empleado una aplicación de desarrollo propio que realiza la triangulación de Delauney, a partir de los puntos batimétricos digitalizados, sobre los nodos de la malla numérica. El resultado de este proceso se muestra en la Figura 3-6 (malla triangular) y en la Figura 3-8 (interpolación sobre la malla triangular). La batimetría interpolada sobre la malla de la Figura 3-7 (malla de discretización numérica usada en las simulaciones de la hidrodinámica marina producida por el viento), es la que se puede ver en la Figura 3-9 y, como se observa, contiene los rasgos más destacados de la batimetría.

La densidad del agua del mar se considera constante en la columna de agua y en todo el dominio. Esta aproximación es suficiente en un estudio de hidrodinámica local como es éste, puesto que la estratificación de la densidad y su distribución espacial no tiene influencia relevante en la circulación inducida por el viento en un área tan reducida.

La escala de variabilidad espacial es la del equilibrio geostrofico establecido entre la aceleración de Coriolis y los gradientes de densidad, y tiene una longitud característica mucho mayor que el área de estudio por lo que el tamaño de malla empleado en la discretización del dominio es suficiente a los efectos de este estudio.

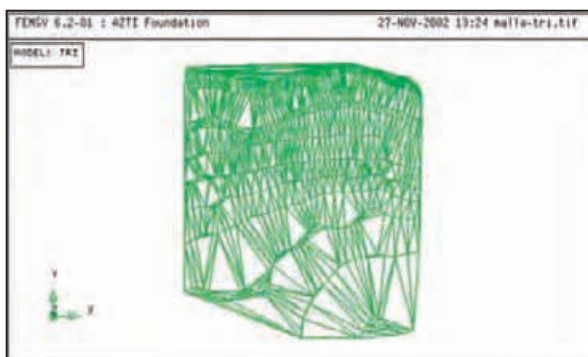


Figura 3-6 Triangulación batimétrica de Delauney obtenida a partir de los datos de la digitalización batimétrica

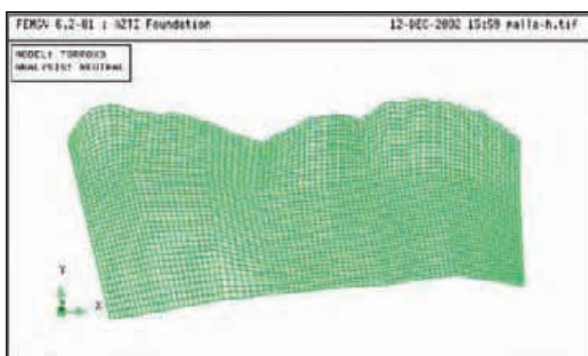


Figura 3-7 Malla numérica empleada en las simulaciones de la hidrodinámica debida al viento.

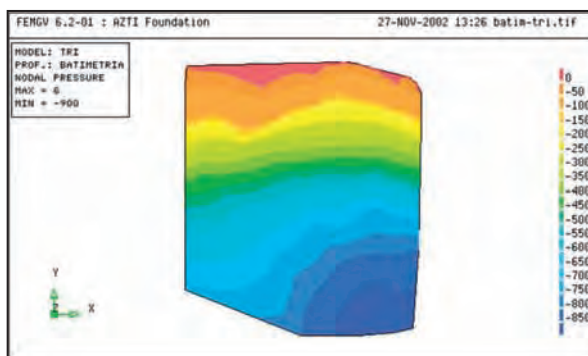


Figura 3-8 Interpolación batimétrica sobre la malla triangular

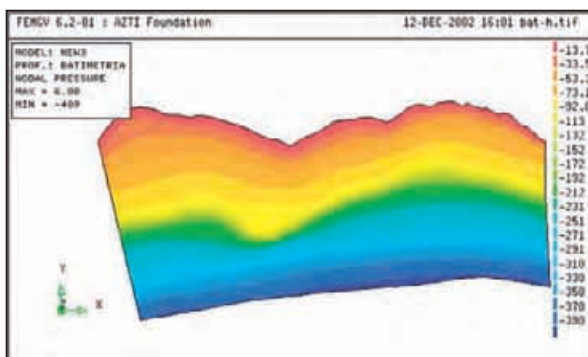


Figura 3-9 Batimetría interpolada sobre la malla de simulación hidrodinámica a partir de los datos digitalizados mediante triangulación de Delauney.

Todas estas modelizaciones han sido realizadas con el modelo tridimensional de elementos finitos *TRIMODENA*.

El modelo tridimensional de Elementos Finitos *TRIMODENA*® (Patente de Invención n° 9602255 “Sistema de modelización y simulación de la evolución de la dispersión del flujo de contaminantes vertidos al Mar”) es el resultado del trabajo desarrollado conjuntamente por el *Laboratorio de Ingeniería Marítima (LIM)* de la Escuela Técnica Superior de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Cataluña y el *Instituto Tecnológico para la Pesca y Alimentación (AZTI)*, en el seno del proyecto *PACOS* del programa *ESPRIT* de la Unión Europea, para la optimización y paralelización de un modelo hidrodinámico en el medio marino.

El modelo *TRIMODENA*® consta de tres códigos o módulos; los dos primeros resuelven el problema hidrodinámico y el último calcula la evolución de una sustancia vertida al medio. Los tres modelos han sido ampliamente calibrados con soluciones analíticas y empleados en una considerable variedad de aplicaciones oceanográficas. Los códigos que forman el paquete *TRIMODENA*® se han utilizado para la simulación en diferentes áreas costeras de la geografía española, País Vasco, Murcia, Andalucía, el estrecho de Gibraltar, el delta del Ebro y el cañón de Blanes (Cataluña); e internacional, como el estrecho de Bransfield en la Antártida, habiéndose publicado numerosos artículos, tanto en publicaciones nacionales como internacionales.

La simulación de las corrientes y variaciones de la altura de la superficie libre se efectúa con:

- **ECADIS**, calcula las corrientes y variaciones del nivel medio del mar producidas por el viento.
- **MAREAS**, propaga la marea astronómica y evalúa las corrientes y los niveles del mar.

Desde el punto de vista numérico, ECADIS y MAREAS son dos códigos de Elementos Finitos para la resolución numérica de las ecuaciones de aguas someras (ecuaciones 1, 2 y 3).

Ecuación de continuidad:

$$\partial_t \eta + \partial_x [(\eta + h)U] + \partial_y [(\eta + h)V] = 0. \quad (1)$$

Ecuaciones de conservación de la cantidad de movimiento:

$$\partial_t \eta + \partial_x [(\eta + h)U] + \partial_y [(\eta + h)V] = 0.$$

$$\partial_t u + u \partial_x u + v \partial_y u - fv = -g \frac{\rho_a}{\rho} \partial_x \eta - g \frac{1}{\rho} \partial_x \alpha \quad (2)$$

$$[2 K_H (\partial_x u)] + \partial_y [K_H (\partial_x v + \partial_y u)] + \partial_z [K_z (\partial_z u)];$$

$$\partial_t v + u \partial_x v + v \partial_y v + fu = -g \frac{\rho_a}{\rho} \partial_y \eta - g \frac{1}{\rho} \partial_y \alpha \quad (3)$$

$$[K_H (\partial_x v + \partial_y u)] + \partial_x [2 K_H (\partial_y v)] + \partial_z [K_z (\partial_z v)];$$

Donde:

- u, v son las componentes horizontales de la corriente
- U, V , las componentes de la velocidad promediada verticalmente
- η , la altura de la superficie libre
- h , es la profundidad
- f es el parámetro de Coriolis
- g es la aceleración de la gravedad
- ρ es la densidad del agua del mar y ρ_a la densidad del agua en la superficie
- α es el volumen específico del agua del mar ($1/\rho$)
- K_H es el coeficiente de viscosidad turbulenta horizontal
- K_Z es el coeficiente de viscosidad turbulenta vertical

Las ecuaciones de aguas someras son una descripción físico-matemática adecuada para la representación de los procesos oceanográficos que aquí nos ocupan. Equivalen a la expresión matemática en términos diferenciales de los principios de conservación de la masa y de la cantidad de movimiento o segunda ley de Newton.

El modelo **ECADIS** resuelve la parte estacionaria de las ecuaciones de aguas someras por medio de una función de penalización que permite desacoplar las ecuaciones del *momentum* y de la continuidad. Por otro lado, **MAREAS** resuelve las ecuaciones de aguas someras transitorias mediante la técnica de descomposición armónica, que aprovecha el hecho de conocer *a priori* las frecuencias de oscilación de la marea astronómica para poder transformar, utilizando esta propiedad, un problema transitorio complejo, en una serie de problemas estacionarios; para los cuales, los algoritmos de resolución son más eficientes y rápidos que los de sus homólogos dependientes del tiempo.

Los datos necesarios para alimentar los modelos hidrodinámicos se pueden agrupar en dos paquetes claramente diferenciados:

- a) Datos geométricos. Forma de la costa y batimetría de la zona, y ubicación en el globo terráqueo
- b) Datos oceanográficos. Densidad del agua del mar (tanto en vertical como en planta). Viento incidente. Aportes de caudal al dominio marino, por ejemplo ríos. Características de la marea en los contornos.

El módulo **RECODE** resuelve la ecuación transitoria de convección-difusión (ecuación 4) por medio del esquema Taylor-Galerkin aplicado al método de los Elementos Finitos. Esta técnica está recomendada en problemas de convección dominante (como es el caso de la dispersión de objetos flotantes y partículas que sedimentan) y consiste en extender en desarrollo de Taylor la variación temporal de la variable concentración reteniendo los términos de segundo orden.

El código incluye la posibilidad de incorporar un término de *fuelle/decaimiento* para la simulación temporal de variaciones en la concentración del medio a estudiar, aplicable al seguimiento de sustancias o materiales de que se degradan por la acción de procesos físicos, químicos y biológicos y, también, organismos vivos como bacterias con tasas de mortalidad y/o de reproducción. distinta naturaleza como compuestos solubles, partículas que sedimenten, productos como el petróleo.

Al igual que los módulos hidrodinámicos, el modelo **RECODE** ha sido empleado exitosamente en diversos ámbitos costeros y con varios tipos de sustancias, especialmente materiales arrastrados por cauces naturales y por colectores, materiales procedentes de la extracción mediante dragados y vertidos procedentes de granjas piscícolas y sustancias derivadas del petróleo.

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(u_x C) + \frac{\partial}{\partial y}(v_y C) - \frac{\partial}{\partial x}(K_x \frac{\partial C}{\partial x}) - \frac{\partial}{\partial y}(K_y \frac{\partial C}{\partial y}) + SC = 0 \quad (4)$$

Donde:

- C : concentración contaminante (kg·m⁻²)
- u_x, v_y: velocidad de la corriente (m·s⁻¹)
- K_x, K_y: coeficientes de dispersión turbulenta (m²·s⁻¹)
- S : coeficiente de decaimiento

3.3.4 Dispersión de partículas contaminantes.

El modelo descrito en el apartado anterior ha sido el utilizado para la obtención de los modelos de posible dispersión de partículas contaminantes procedentes de los desechos generados en las instalaciones de cultivo, generalmente, desechos fecales consecuencia de los procesos metabólicos de los animales en cultivo, o restos de alimentos no ingeridos.

Con respecto a estos últimos, cabría precisar que su origen suele ser consecuencia de una mala gestión de los procesos de cultivo ya que, el máximo rendimiento de una explotación, depende en gran medida del mayor aprovechamiento de la alimentación suministrada, de forma que el alimento no ingerido por los animales sea el mínimo posible. Para conseguir esto se han realizado por parte de los fabricantes de piensos numerosos estudios encaminados a una mayor eficiencia en la alimentación, elaborándose unas tablas de alimentación para cada tipo de cultivo, que relacionan cantidad de alimento con factores como el tamaño del animal, temperatura del agua, volumen de producción, etc. y cuya aplicación garantiza un ingesta casi total del alimento suministrado al cultivo.

En cualquier caso, la incidencia del alimento no ingerido por los animales cultivados, viene a ser casi nula, ya que alrededor de las instalaciones abundan las especies pelágicas que acuden para alimentarse con el pienso sobrante, e incluso de los detritus del cultivo, eliminando así el posible riesgo de contaminación por este factor, si bien este hecho puede suponer un efecto negativo sobre el medio al ejercer un efecto atractivo sobre las especies naturales alterando la diversidad específica de la zona.

A pesar de estas consideraciones, se han analizado en el presente estudio las posibles afecciones que los desechos antes mencionados pudieran suponer para el medio. Uno de los factores más importantes en la dispersión de los desechos de la explotación de piscicultura es el tamaño de las partículas, pues determina la velocidad de sedimentación. El origen de las posibles partículas producidas en la granja de piscicultura son los *pellets* fecales y los *pellets* de los alimentos no ingeridos, siendo las estimas de las velocidades de sedimentación para uno y otro de 6 cm·s⁻¹ y 15 cm·s⁻¹, respectivamente. Tales velocidades de sedimentación, limitan en la práctica la afección al área de sombra de las propias jaulas. Sin embargo, el efecto del vertido sobre el medio marino origina una degradación en las partículas por efecto de la disgregación.

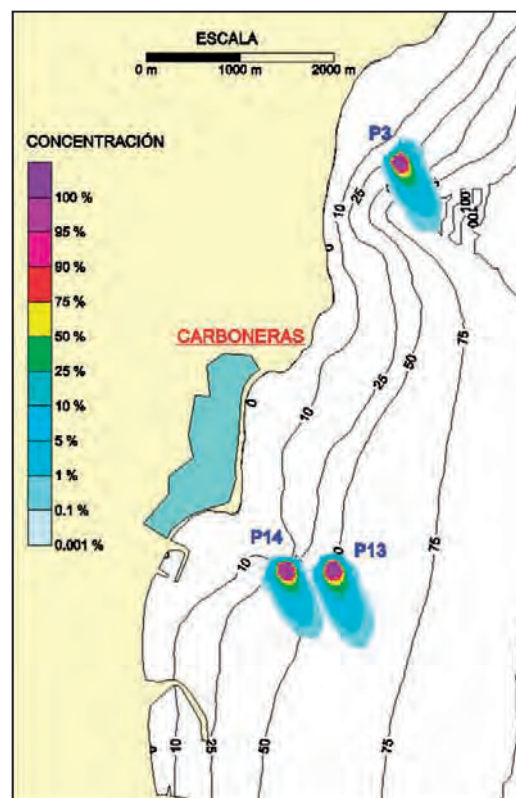


Figura 3-10 Ejemplo de modelo de dispersión de partículas potencialmente contaminantes (31µm de diámetro) en una de las zonas estudiadas.

Para el caso de las partículas originadas por la disgregación de los *pellets*, se han elegido las partículas de 60 μm y 31 μm como las más representativas, siendo las velocidades de sedimentación que corresponden a cada tamaño de partícula, respectivamente de $6,0 \cdot 10^{-4}$ y $2,40 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (Gowen y Bradbury, 1987). También se han analizado los patrones de dispersión de partículas de menor tamaño, que las originadas por la disgregación de los *pellets*. Se ha escogido como representativa de esta situación desfavorable el tamaño de 20 μm , cuya velocidad de sedimentación es $2,5 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Finalmente, de estos tres tamaños, se ha escogido para la valoración final, los resultados obtenidos para las partículas de 31 μm , dado que, en el caso de las partículas de mayor tamaño, su elevada velocidad de sedimentación hace que su potencial influencia sobre el entorno se reduzca a un área muy pequeña alrededor de la propia instalación mientras que, en el caso de las partículas de menor tamaño, su baja velocidad de sedimentación provoca que, si bien teóricamente su área de influencia puede resultar alta, el largo tiempo de permanencia de la partícula en la columna de agua favorece su degradación e incluso, su total eliminación por distintos factores que van desde los químicos (reacciones de oxidación, reducción, etc.), hasta su posible eliminación al ser ingeridos por otros organismos, siendo por tanto su potencial incidencia negativa sobre el entorno circundante prácticamente nula.

3.4 ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS DE LAS ZONAS.

Para una mejor comprensión de los comportamientos oceanográficos de las zonas estudiadas, se ha realizado una caracterización climática partiendo de series de datos históricos procedentes de las estaciones meteorológicas pertenecientes a la Red de Estaciones Agroclimáticas instaladas por la Consejería de Agricultura y Pesca en Andalucía. De esta red, se han seleccionado para su análisis, aquellas estaciones que quedaban más cerca de los polígonos a estudiar (Tabla 3-6).

Estación	Código Estación	Provincia	Áreas de estudio cercanas	Periodo estudiado
Cuevas de Almanzora	4-8	Almería	AL-01 / AL-02	21/12/99 a 01/07/03
Almería	4-2	Almería	AL-03 / AL-04	31/01/00 a 01/07/03
Adra	4-10	Almería	AL-05 / GR-06	06/09/00 a 01/07/03
Almuñecar	18-9	Granada	GR-07 / GR-08	21/01/01 a 01/07/03
Vélez Málaga	29-2	Málaga	MA-09 / MA-10 / MA-11	18/10/00 a 01/07/03
Churriana	29-7	Málaga	MA-12 / MA-13	15/02/01 a 01/07/03
Estepona	29-4	Málaga	MA-14 / CA-15	22/11/00 a 01/07/03
Conil de la Frontera	11-5	Cádiz	CA-16	14/09/00 a 01/07/03
Puerto de Santa María	11-8	Cádiz	CA-17	12/09/00 a 01/07/03
Lepe	21-2	Huelva	HU-18	21/12/99 a 01/07/03

Tabla 3-6 Estaciones Agroclimáticas seleccionadas para el estudio.

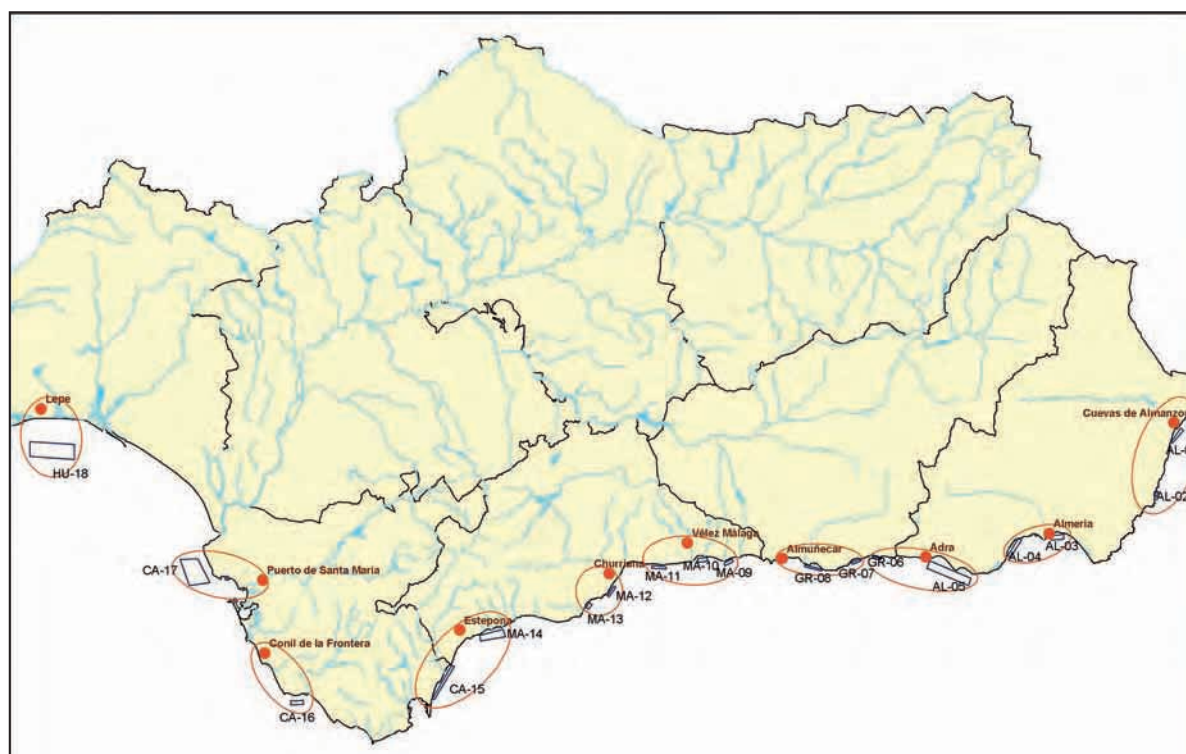


Figura 3-11 Localización de las estaciones de la Red de Estaciones Agroclimáticas de Andalucía utilizadas en este estudio y áreas sobre las que se aplican sus datos respectivamente.

En todas las estaciones se analizaron los registros diarios desde su instalación. Los parámetros analizados para la caracterización climática de las zonas de estudio fueron los siguientes:

- Temperatura máxima diaria (°C)
- Temperatura mínima diaria (°C)
- Temperatura media diaria (°C)
- Humedad relativa máxima diaria (%)
- Humedad relativa mínima diaria (%)
- Humedad relativa media diaria (%)
- Velocidad media diaria del viento (m/s)
- Dirección media diaria del viento (°)
- Radiación solar (MJ/m²)
- Precipitación total diaria (mm)
- Evaporación total diaria (mm)

Con las series diarias de datos se obtuvieron las medias mensuales de cada parámetro que sirvieron para determinar el comportamiento climático de la zona a lo largo del año. Estos datos resultan de interés para analizar los diferentes fenómenos oceanográficos que se producen en cada zona como son: frecuencia de temporales, velocidades de viento y su influencia en las corrientes, temperaturas medias que pueden influir en la temperatura superficial del agua, etc.

Como referencia para la caracterización climática de cada zona se ha utilizado la *Clasificación Climática de Köppen (1936)*, que relaciona las temperatura medias y precipitaciones totales mensuales para definir los diferentes tipos climáticos mediante la utilización de tres letras que definen grupos, subgrupos y subdivisiones climáticas (Tabla 3-7).

Grupo Climático	Descripción	Características
A	Climas lluviosos tropicales	El mes más frío tiene una temperatura superior a los 18°C
B	Climas secos	La evaporación excede las precipitaciones. Siempre hay déficit hídrico
C	Climas templados y húmedos	Temperatura media del mes más frío es menor de 18°C y superior a -3°C y al menos un mes la temperatura media es superior a 10°C
D	Climas boreales o de nieve y bosque	La temperatura media del mes más frío es inferior a -3°C y la del mes más cálido superior a 10°C
E	Climas polares o de nieve	La temperatura media del mes más cálido es inferior a 10°C y superior a 0°C
F	Clima de hielos perpetuos	La temperatura media del mes más cálido es inferior a 0°C
Subgrupo Climático	Descripción	Características
S	Semiárido (estepa)	Sólo para climas de tipo B
W	Árido (desértico)	Sólo para climas de tipo B
F	Húmedo sin estación seca	Sólo para climas de tipo A, C y D
M	Húmedo con una corta estación seca	Sólo para climas de tipo A
W	Estación seca en invierno	Sol en posición baja
S	Estación seca en verano	Sol en posición alta
Subdivisión Climática	Descripción	Características
a	La temperatura media del mes más cálido supera los 22°C	Se aplica a los climas tipo C y D
b	La temperatura media del mes más cálido es inferior a 22°C	Se aplica a los climas tipo C y D
c	La temperatura media de alguno de los 3 meses más cálidos es superior o igual a 10°C y la del cuarto mes más cálido es inferior a 10°C	Se aplica a los climas tipo C y D
d	La temperatura media del mes más frío es inferior a -38°C	Se aplica a los climas tipo D
h	La temperatura media anual es superior a 18°C	Se aplica a los climas tipo B
k	La temperatura media anual es inferior a 18°C	Se aplica a los climas tipo B

Tabla 3-7 Clasificación climática de Köppen.

- Los grupos climáticos se establecen en función de la temperatura mensual media. Se escriben con mayúscula.
- Los subgrupos dependen de la humedad. Los dos primeros se escriben con mayúscula y el resto con minúscula.
- Las subdivisiones dependen de características adicionales. Se expresan en minúscula.

Por otro lado, se ha realizado un estudio de los vientos dominantes en cada zona a lo largo del año representándose los mismos por una diagrama de caracterización de direcciones, velocidades y frecuencias de vientos (rosa de los vientos) obtenido mediante el programa de análisis *Rose Works*.

3.5 SITUACIÓN PESQUERA EN LAS ZONAS DE INTERÉS.

Se han considerado las posibles repercusiones que sobre la pesca local pudiera tener la implantación de instalaciones acuícolas en las zonas consideradas. Para ello se ha realizado un estudio sobre el estado de las pesquerías en la costa andaluza, (situación de los caladeros, especies explotadas en las zonas de interés y abundancia de las mismas) mediante una recopilación de la información existente (estudios de pesquerías, estadísticas de lonjas, etc.) y otros estudios en los que se ha recogido información del sector (estudios de arrecifes artificiales, épocas de veda, etc.).

3.6 TRATAMIENTO E INTEGRACIÓN DE LA INFORMACIÓN GENERADA.

3.6.1 Integración de la información y análisis global de los resultados.

Una vez concluidos los trabajos descritos en los apartados anteriores se ha procedido a la integración de los mismos para su análisis global.

Todos los resultados han sido introducidos en una base de datos georreferenciada para su posterior integración en un sistema de información geográfica (SIG), lo que ha facilitado su mejor comprensión, el análisis sectorizado de cada una de las áreas consideradas y su representación cartográfica. El software utilizado para la integración en SIG de los resultados ha sido *Arc Gis 8.2* con la extensión *Spatial analyst* de ESRI y *Surfer 8.1* de Golden Software Inc.

Todos los valores obtenidos para los diferentes parámetros considerados en el estudio, se han representado en el SIG mediante coberturas de valores continuos (formato Raster) obtenidas a partir de los datos puntuales utilizando sistemas de interpolación (Kriging e IDW) para obtener resultados con un valor de resolución de 50 m².

3.6.2 Elaboración de la cartografía temática.

Una vez integrados en el SIG los resultados obtenidos, se ha elaborado una cartografía específica para cada uno de los parámetros considerados. De esta manera, se ha obtenido una imagen gráfica de estos parámetros que añade a los resultados de los análisis realizados, una componente espacial que facilita su interpretación.

3.6.3 Valoración del interés para los cultivos marinos de las zonas estudiadas.

Una vez introducidos los parámetros, se han establecido los diferentes rangos de interés obteniéndose una clasificación final para los diferentes parámetros reducida a tres valores:

- **Zonas de interés bajo**, aquellas que, o bien presentan alguna incompatibilidad administrativa para el desarrollo de la actividad, o cuyas condiciones físico químicas no sean adecuadas para el cultivo o que sus características ambientales sean susceptibles de sufrir un impacto negativo de consideración como consecuencia del desarrollo de la actividad.
- **Zonas de interés medio**, aquellas que o bien presentan alguna limitación administrativa a la práctica de la acuicultura, o sus condiciones físico químicas o ambientales, si bien no son incompatibles con el desarrollo de la actividad, no son las más deseables.
- **Zona de interés alto**, aquellas que no presentan ninguno de los condicionantes anteriormente expuestos.



Figura 3-12 Ejemplo de cartografía temática (en este caso plano de fluorescencia superficial).

Para llegar a esta clasificación, en una primera etapa se integra la información de cada parámetro en un modelo continuo a partir del cual se definen los rangos de valores para cada categoría.

Ejemplo:

Para la velocidad de corriente, los valores se agrupan en los siguientes rangos: de 15 a 60 cm/s = interés alto, 5 a 15 cm/s = interés medio, < 5 cm/s o > 60 cm/s = interés bajo.

En un primer paso, se elabora con la información obtenida en los trabajos de muestreo, un modelo continuo (raster) utilizando para ello los métodos estadísticos de interpolación más adecuados a cada parámetro. En la figura 3-13 se representan los valores de corriente superficial obtenidos a partir de los muestreos realizados en la zona AL-01 para un viento dominante del N con una intensidad de 25 Km/h.



Figura 3-14 Valoración final (-1, 0 y 1) para el parámetro considerado.

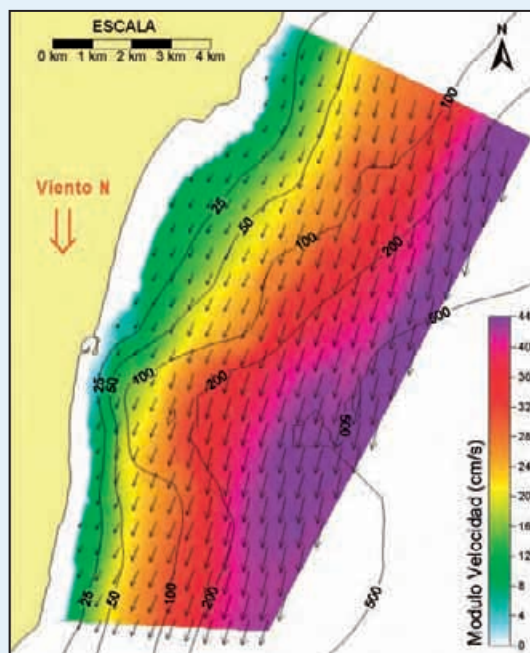


Figura 3-13 Modelo continuo de corrientes obtenido a partir de datos del modelo hidrodinámico.

Finalmente los valores se reclasifican en función de los rangos considerados para obtener una valoración de idoneidad para la zona aplicando valores de -1, 0 y 1 en función de interés bajo, medio o alto que presenten respectivamente. En el caso representado en el ejemplo (figura 3-14), la mayor parte del área posee un rango de corrientes de interés medio (valor 0) - alto (valor 1).

Obtenido el modelo continuo, se realiza una clasificación de los valores en tres categorías en función de los rangos considerados para la valoración final de las zonas, de esta forma se les asigna valor -1 a las zonas de interés bajo, valor 0 a las de interés medio y valor 1 a las de interés alto.

Con esta cuantificación de la zona con valores de -1, 0 y 1 para cada parámetro considerado, se realiza una valoración final a través de la obtención de un valor medio ponderado para el área considerada. Para ello se utilizan todas las capas finales elaboradas para cada uno de los parámetros.

Teniendo en cuenta que no todos los parámetros influyen de la misma forma sobre la acuicultura en mar abierto, a cada uno se le aplica un **factor de ponderación (K_i)** en la fórmula final que variará en función de la importancia que dicho parámetro posee para el desarrollo de los cultivos marinos, así como la fiabilidad o actualización de los datos recopilados. El valor de este factor de ponderación oscila entre 1 y 10.

En algunos casos, el parámetro considerado puede resultar excluyente para alguno de sus valores negativos de manera que, el posible efecto positivo de los demás parámetros, no variaría la consideración de la zona como de bajo interés. (este puede ser el caso de las zonas con especial protección ambiental, como praderas de fanerógamas marianas o Lugares de Interés Comunitario (LIC's), que de por sí resultan de bajo interés). En estos casos, el valor asignado al parámetro considerado como excluyente ha sido de -100, valor que le proporciona un peso suficiente para dominar frente a los demás factores. La fórmula utilizada para la clasificación final del interés de la zona para la acuicultura sería la siguiente:

$$\text{Grado de Interés} = 100 \times \frac{\sum K_i P_x}{\sum K_i}$$

Donde: P_x = Interés de la zona en función del parámetro a considerar (1 = interés alto; 0 = interés medio; -1 = interés bajo; -100 = parámetro excluyente)

K_i = Factor de ponderación del parámetro considerado (variará entre 1 y 10)

El valor resultante oscilaría entre -10000 y 100 y la determinación de zonas de interés se establece en los siguientes rangos:

Grado de interés (G_i)	Valoración final
$G_i < -30$	Zona de interés bajo
$-30 \leq G_i \leq 30$	Zona de interés medio
$30 < G_i < 100$	Zona de interés alto

Tabla 3-8 Valoración final de la zona en función del grado de interés obtenido en la integración de los parámetros considerados.

Los parámetros utilizados en este estudio para la valoración del interés de las zonas son los siguientes:

3.6.3.1 Profundidad (P_{pr})

El rango de profundidad considerado para la ubicación de una instalación de acuicultura oscila entre 15 y 50 m, por debajo de 15 m la zona resulta de bajo interés, mientras que por encima de 50 m, en la actualidad no se considera la posibilidad de ubicar instalaciones, si bien en otros países, existen instalaciones ubicadas en torno a los 75 m de profundidad. Los valores de interés seleccionados para este parámetro son los siguientes:

Profundidad	Valor
Profundidad < 20 m:	$P_{pr} = -1$
Profundidad entre 20 y 50 m:	$P_{pr} = 1$
Profundidad > 50 m:	$P_{pr} = 0$

Tabla 3-9 Valoración en función de la profundidad.

A este parámetro, uno de los primeros que condiciona la ubicación de una instalación acuícola en mar abierto, se le ha asignado un factor $K_i = 7$

3.6.3.2 Régimen de oleaje (P_{oi})

El régimen de oleaje de una zona, es un parámetro de interés desde el punto de vista de la ubicación de una instalación de acuicultura. Con este parámetro se valorarán conjuntamente la altura media significativa de una ola, así como el régimen extremal de oleaje con sus porcentajes de recurrencia. Como ya se ha descrito, se han considerado para la valoración, tanto el clima extremal, como el clima medio de oleaje. En el caso del clima extremal de oleaje, para establecer una relación entre los periodos de retorno (TR) y la bondad de la zona para albergar instalaciones flotantes de cultivo, se seguirá un criterio económico, basado en los plazos de amortización de las inversiones necesarias para la implantación de las mismas, fijándose los siguientes límites para la asignación de valores del índice:

VALORACIÓN	TR OE1	TR OE2
MALO (1)	TR < 2	TR < 10
MEDIO (2)	2 < TR < 5	10 < TR < 50
BUENO (3)	TR > 5	TR > 50

Tabla 3-10 Valoración del clima extremal de oleaje.

Para el clima medio de oleaje, Las valoraciones se realizarán a partir de la siguiente tabla de conversión:

VALORACIÓN	PNE 1.2 m
MALO (1)	PNE < 0.70
MEDIO (2)	0.70 < PNE < 0.90
BUENO (3)	PNE > 0.90

Tabla 3-11 Valoración del clima medio de oleaje.

Siendo **PNE 1.2 m** la Probabilidad de No Excedencia para una altura de ola significativa de 1.2 metros (2 m. de altura máxima). Tanto en el caso de Régimen Extremal como en el de Clima Medio de Oleaje se han utilizado alturas máximas de oleaje (**Hmax**), mientras que el tratamiento estadístico del oleaje viene dado en altura significativa (**Hs**). Considerando que el comportamiento estadístico de las alturas de ola de un estado de mar puede describirse según una distribución de **Rayleigh**, **Hmax** y **Hs** se relacionan según la expresión:

$$H_{max} = (1.5 \sim 1.9) H_s$$

Siendo la relación utilizada en este caso:

$$H_{max} = 1.7 H_s$$

Con objeto de sintetizar estas tres valoraciones en un solo descriptor, se realiza una media ponderada de éstos, asignándose a cada uno de ellos el siguiente factor de conversión (Fp):

VARIABLE	Fp
OE1	1
OE2	0.5
PNE1.2 m	0.7

Tabla 3-12 Factor de conversión para la valoración ponderada del oleaje.

Estos valores de ponderación se corresponden con una "instalación tipo", pudiendo variar los valores de Fp en función de los requerimientos y especificaciones de cada caso.

Es por ello que, aunque los valores de OE1, OE2 y PNE 1.2 m no se reflejan por separado en la cartografía. La valoración final de esta media ponderada será la siguiente:

Valoración ponderada del régimen de oleaje	Valor
Valoración oleaje < 1,666:	$P_{Ol} = -1$
Valoración oleaje entre 1,666 y 2,333:	$P_{Ol} = 0$
Valoración oleaje > 2,333:	$P_{pr} = 1$

Tabla 3-13 Valoración en función del clima de oleaje.

Finalmente, el factor de ponderación asignado a este parámetro dentro de la valoración final de las zonas es **K_i = 4**.

3.6.3.3 Régimen de corrientes (P_{cr})

Para evaluar el régimen de corrientes de la zona, se han considerado los valores medios de las dos corrientes dominantes en cada zona a 10 m de profundidad. Con los valores obtenidos se han considerado los siguientes valores de Interés para los distintos rangos de velocidad:

Velocidad de corriente	Valor
Velocidad < 5 cm/s ó > 60 cm/s:	$P_{cr} = -1$
Velocidad entre 5 y 15 cm/s:	$P_{cr} = 0$
Velocidad entre 15 y 60 cm/s:	$P_{cr} = 1$

Tabla 3-14 Valoración en función de la velocidad de las corrientes dominantes.

La relevancia de este parámetro para los cultivos marinos ha supuesto que se decidiera aplicar un factor de ponderación a este parámetro **K_i = 8**.

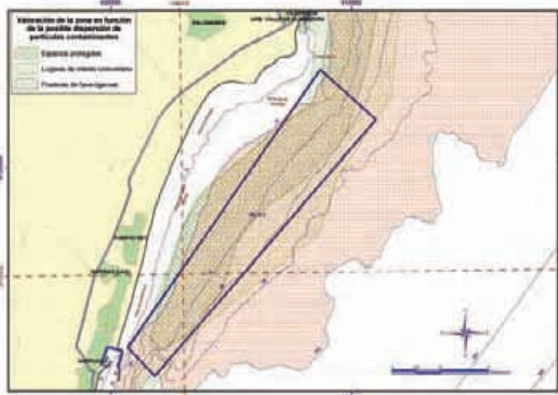


Figura 3-15 Grid de puntos (en rojo) para la valoración del interés de la zona en función de la dispersión de posibles partículas. Cada punto posee un valor de dispersión según los modelos de utilizados

3.6.3.4 Dispersión de posibles partículas contaminantes (P_{dp})

La valoración de la incidencia de las posibles partículas contaminantes sobre el área circundante se sustenta en la posible degradación que puedan sufrir zonas con interés ambiental. Se han analizado para esta valoración, los resultados obtenidos en la simulación de la dispersión que puedan sufrir las partículas de $31 \mu m$, tal y como se ha explicado anteriormente.

Para estimar las posibles áreas en las cuales la ubicación de instalaciones acuícolas puede incidir negativamente en zonas de interés ambiental, se ha partido de los modelos de simulación de dispersión, estableciendo una grid de puntos con una resolución de 100 m, que llevan asociados un valor medio de dispersión, teniendo en cuenta las corrientes dominantes (Figura 3-13).

Posteriormente, a cada punto se le ha establecido un área de dispersión en función de su valor medio (Figura 3.14) y se le han asignado los valores en función de si esta área afectaba a praderas de fanerógamas o lugares de interés ambiental (Figura 3.15).

De esta manera, se ha valorado negativamente la posible incidencia sobre áreas de pradera de fanerógamas (especies protegidas por la legislación ambiental).

La incidencia de estas partículas sobre áreas de posible interés ambiental, definidas como Lugares de Interés Comunitario (LIC's) y ya recogidos en la primera fase de este estudio, requerirían en cada caso un análisis específico del lugar en el que se va a ubicar la instalación, ya que, para estas zonas actualmente definidas, aún no se ha establecido su categoría ambiental definitiva, así como los usos compatibles en cada una.

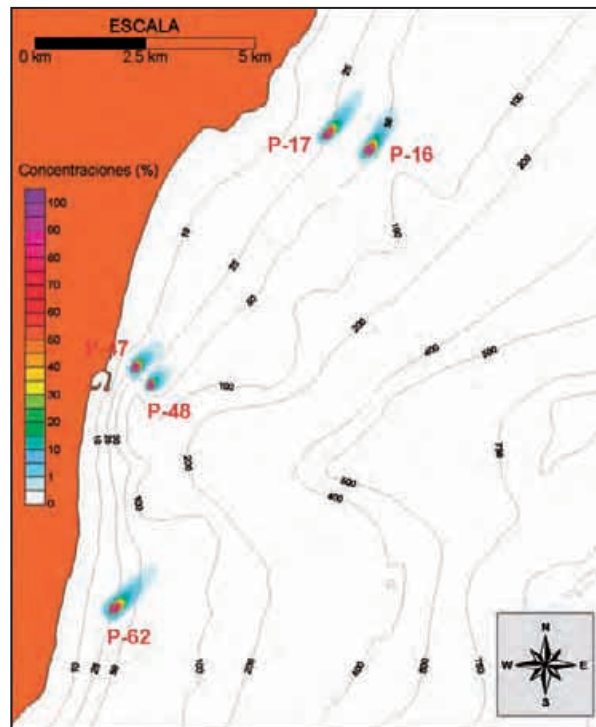


Figura 3-16 Ejemplo de modelización de la dispersión de partículas de 31 micras en la zona AL-01 con viento del SW en cinco puntos representativos.

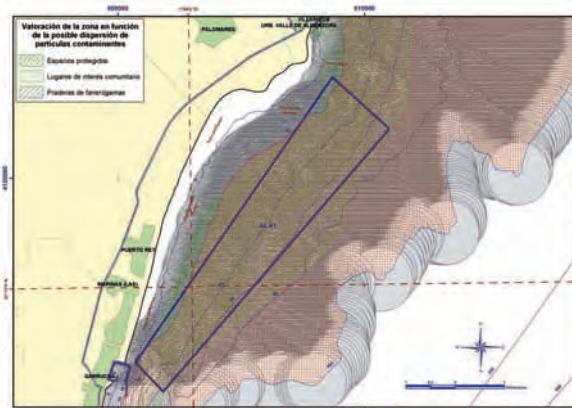


Figura 3-17 Elaboración de áreas de dispersión para cada punto obtenido en el grid.

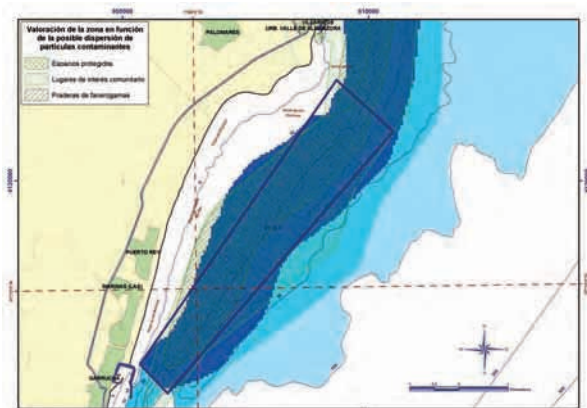


Figura 3-18 Valoración final en función del tipo de zona que se vea afectada por la hipotética dispersión de partículas contaminantes.

Esta valoración surgirá por tanto de un estudio más detallado que se realizaría antes de la ubicación de nuevas instalaciones en dichas zonas. No obstante, la existencia en la mayor parte de estos lugares de comunidades de especial relevancia, ha supuesto que la influencia de la dispersión de partículas sobre estos lugares de interés comunitario se considere como de interés bajo en el presente trabajo, asignándosele el valor excluyente (-100).

Asimismo, los estudios que la Consejería de Medio Ambiente (CMA) viene realizando en el entorno costero en los últimos años han aportado datos sobre lugares con presencia de comunidades de especial interés que en un futuro pretenden ser considerados como áreas protegidas y que por tanto no resultan adecuados para la implantación de nuevos usos que puedan afectar a la calidad ambiental del entorno. La posible afección sobre estas zonas, también ha sido considerada como excluyente para la valoración del grado de interés.

De esta manera los valores asignados para las diferentes situaciones antes descritas son los siguientes:

Afección potencial por dispersión de partículas contaminantes	Valor
La dispersión afecta a praderas de fanerógamas, lugares de interés comunitario o áreas consideradas por la CMA como de especial interés ambiental.	$P_{dp} = -100$
La dispersión no afecta a áreas de interés ambiental	$P_{dp} = 1$

Tabla 3-15 Valoración en función de la dispersión potencial de partículas contaminantes

La relevancia de este parámetro desde el punto de vista ambiental ha supuesto que se decidiera aplicar un factor de ponderación a este parámetro $K_i = 10$.

3.6.3.5 Calidad del agua (P_{ca})

Para la valoración del interés de una zona para la acuicultura desde el punto de vista de la calidad del agua, se ha utilizado un índice de valoración que integra los siguientes parámetros:

- Temperatura del agua
- Sólidos en suspensión
- Oxígeno disuelto (O₂)
- Salinidad
- Clorofila
- Nitritos (NO₂⁻)

Este índice pretende dar una visión de las condiciones en las que se encuentran las aguas litorales mediterráneas para su uso en acuicultura. Mediante el tratamiento de las distintas variables, obtenidas en las dos campañas que se realizaron, se intenta definir las zonas en función de su idoneidad para el cultivo de especies marinas, fundamentalmente dorada.

Para la elaboración del índice de calidad del agua, se ha utilizado como referencia el trabajo realizado en el proyecto "Bahía de Cádiz: Protección de los recursos naturales pesqueros y aplicaciones para instalaciones acuícolas" (Manzano Harriero J.C. y col. 2002) de la Consejería de Agricultura y Pesca. Si bien han sido necesarias ciertas modificaciones para adaptarlo a las condiciones propias en las que se desarrolló este estudio.

Los valores que toma este índice están comprendido en un rango entre 0 a 10. Donde cero es considerado como la situación más desfavorable y diez la que otorga las mejores condiciones con respecto a la calidad del agua. Hay que tener en cuenta que para que este índice tenga sentido cada una de las variables que lo componen (oxígeno, temperatura, salinidad,...) deben ser valoradas de forma contraria, es decir se otorga 10 a la situación más desfavorable y 0 a la que este más cerca de las condiciones idóneas.

La expresión matemática que genera este índice es la siguiente:

$$ICA = \frac{K \times 10 - f_1(O_2) - f_2(T^a) - f_3(S) - f_4(SS) - f_5(Cl\text{orofila})}{K}$$

Donde:

- K= número de variables analizadas en el estudio
- $f_1(O_2)$ = función para la variable oxígeno:

La concentración de oxígeno en el medio marino oscila entre 1,2 y 9 mg/l. Dentro de este rango, se puede considerar que valores de concentración de oxígeno inferiores a 3 mg/l resultan negativos para los animales en cultivo ya que ante la escasa concentración de oxígeno pueden sufrir problemas de anoxia. El aumento de la concentración a partir de este valor reduce los problemas para el cultivo

A la hora de incluir una valoración de este parámetro dentro del índice de calidad del agua, se ha tomado por tanto este valor como umbral negativo de oxígeno, lo que permite asumir la condición más desfavorable que se detectó en alguna de las zonas durante los dos muestreos realizados. Esto asegura que si el valor más desfavorable esta por

encima del valor crítico, la zona no debe presentar problemas para esta variable. De esta manera, el desarrollo de la función es el siguiente:

$$f_1(O_2) = \begin{cases} 10 & \text{si } [O_2]_{\min} \leq 3 \\ 2,5 \times (7 - [O_2]_{\min}) & \text{si } 7 \text{ mg/l} \geq [O_2]_{\min} \geq 3 \text{ mg/l} \\ 0 & \text{si } [O_2]_{\min} \geq 7 \text{ mg/l} \end{cases}$$

- $f_2(T^a)$ = función para la variable temperatura:

La temperatura es uno de los factores más limitantes en el crecimiento de especies marinas como la dorada. Se considera que su crecimiento consigue niveles óptimos si estos valores se encuentran entre 20 y 30°C. Por debajo de 20°C su crecimiento se ralentiza, llegando a debilitar a los individuos a temperaturas inferiores a 10°C. El desarrollo de esta función para su inclusión dentro del índice de calidad del agua es el siguiente:

$$f_2(T^a) = \begin{cases} 10 & \text{si } T^a \text{ min} < 10 \text{ }^\circ\text{C} \\ 20 - T^a \text{ min} & \text{si } 20 \text{ }^\circ\text{C} \geq T^a \text{ min} \geq 10 \\ 0 & \text{si } T^a \text{ min} > 20 \text{ }^\circ\text{C} \end{cases}$$

Dado que no se han detectado temperaturas superiores a 30°C, que igualmente podrían producir problemas, no se ha considerado este límite superior a la hora de valorarlo en el índice. De la misma forma, como el mayor problema se presenta a temperaturas inferiores a 10°C se ha considerado este valor como umbral negativo para que quede cubierto el caso más desfavorable en cada una de las zonas.

Considerando la importancia de este factor y debido a lo puntual de los muestreos, se ha incluido en la valoración del índice los promedios de temperaturas obtenidos mediante imagen de satélite. Estos promedios han sido realizados durante los 10 últimos años desde 1994 al 2003. Lo que se pretende es obtener una visión continuada en el tiempo y percibir si, durante la última década, ocurrió algún fenómeno que influyera negativamente sobre la zona, e intentar detectar posibles recurrencias de fenómenos esporádicos que pudieran causar problemas.

- $f_3(S)$ = función para la variable salinidad:

La salinidad en el medio marino es un parámetro que se mantiene en general bastante constante, pero que puede sufrir oscilaciones en determinadas zonas y épocas del año. Las especies en cultivo son generalmente especies eurihalinas, es decir, puede soportar fluctuaciones considerables de salinidad. Aún así, cambios bruscos pueden afectarles negativamente.

Mediante el análisis del coeficiente de variación de salinidad en el medio, se tiene en cuenta la proporción existente entre los diferentes valores obtenidos de esta variable y de este modo, se puede establecer una aproximación a las fluctuaciones que se producen dentro de estos valores.

En el desarrollo de esta variable para su inclusión en el índice de calidad de agua, se ha utilizado el coeficiente de variación de la salinidad en cada uno de los puntos en tanto por diez, siendo su expresión matemática la siguiente:

$$f_3(S) = \frac{\sigma \times 10}{\bar{\chi}}$$

- $f_4(SS)$ = función para la variable sólidos en suspensión:

El efecto de los sólidos en suspensión sobre las especies acuícolas no se encuentra muy bien caracterizado. Aunque es de esperar que un incremento de sólidos en el medio de cultivo produzca efectos negativos en el crecimiento de las especies y pueda plantear problemas para el cultivo.

Para plasmar este comportamiento en el índice de calidad, se ha adoptado una forma funcional consistente en el logaritmo de la concentración máxima de sólidos en suspensión detectada, de forma que elevadas concentraciones van progresivamente deteriorando el valor del índice.

$$f_4(SS) = \text{Ln}(SS_{\max})$$

- $f_5(\text{Clorofila})$ = función para la variable clorofila:

La concentración de clorofila es un estimador de la biomasa fitoplanctónica. Una elevada concentración de clorofila indicaría una alta concentración de estos organismos, que a su vez pueden producir problemas como: anoxia debida a la descomposición de materia orgánica, mareas rojas e incluso, en concentraciones muy altas, pueden llegar a obturar las agallas de los peces produciendo su muerte por asfixia.

En este sentido, dentro de los objetivos de calidad de agua para el litoral andaluz se sugiere un valor de 15 µg/l para evitar la presencia de especies de fitoplancton con toxinas en zonas con producción acuícola. Al igual que en las demás variables se considerado el valor más desfavorable, en este caso 15 µg/l como el umbral negativo en el desarrollo de la función correspondiente a este parámetro.

$$f_3(\text{Clorofila}) = \begin{cases} 10 & \text{si } [C/a]_{\text{max}} \geq 15 \\ \frac{[C/a]_{\text{max}}}{1.5} & \text{si } [C/a]_{\text{max}} < 15 \mu\text{g/l} \end{cases}$$

La calidad del agua, dentro del global de la función utilizada para la valoración final de las zonas estudiadas, se considera un parámetro con una importancia intermedia, por lo que se le aplica un factor de ponderación $K_i = 5$.

3.6.3.6 Bionomía (P_{bn})

Para la valoración de la zona desde el punto de vista bionómico, se ha elaborado un índice que engloba las diferentes características asociadas a la bionomía, ya descritas en el apartado correspondiente. La expresión de este índice es la siguiente:

$$\text{Valor} = \frac{\sum F_i P_x}{\sum F_i}$$

Donde: P_x = Interés de la zona en función de la característica a considerar.

F_i = Coeficiente de importancia del parámetro considerado (variará entre 0 y 1)

Los criterios aplicados para asignar el valor P_x a cada una de las características consideradas en las diferentes zonas (resumidas en la tabla 3-16) han sido los siguientes:

$P_x = -100$: La característica considerada es estrictamente excluyente, y no existen medios viables para paliar las limitaciones. Se corresponden con una de estas dos situaciones:

- a. Zonas de especial protección por su interés como zona de alevinaje, presencia de especies sésiles de especial interés –especialmente praderas de fanerógamas- o por la presencia de especies de interés comercial, independientemente de su capacidad para absorber el impacto originado por la actividad acuícola.
- b. Zonas especialmente sensibles y susceptibles de sufrir procesos de degradación irreversibles.

$P_x = 1$: Se corresponden con características que, aún siendo desfavorables (limiten el espectro de especies a cultivar o exijan costosas medidas extraordinarias), permiten condiciones de cultivo muy restringidas, aunque no aconsejable

$P_x = 2$: Se asigna este valor a las variables que supongan una cierta limitación a la implantación de infraestructuras de cultivo, siempre que existan medidas para paliar o reducir estas limitaciones.

$P_x = 3$: Tendrán este valor los puntos que presenten valores óptimos para la implantación de la actividad acuícola.

Finalmente, a los diferentes valores obtenidos de este índice, se le asigna un grado final de interés en función de los siguientes rangos (Tabla 3-17):

Valor obtenido	Valor del parámetro (P_{bn})	Grado de interés
< 0	-100	Bajo
Entre 0 y 1	-1	Bajo
Entre 1 y 2	0	Medio
Entre 2 y 3	1	Alto

Tabla 3-17 Valoración final de P_{bn}

Característica considerada (P _i)	Factor (F _i)	Tipo	Clave	Valor
Tipo de sedimento (granulometría)	0,5	Arena	A	2
		Arena fangosa	AF o FA	1
		Fango	F	1
		Grava fangosa	GF o FG	2
		Grava	G	3
		Grava arenosa	GA o AG	3
		Arena gravoso fangosa	AGF	2
		Rocas	R	1
Biocenosis asociada	1	Fondos dominados por rodófitas calcáreas.	RCI	1
		Sustratos rocosos con relieves pronunciados, crestas, grutas y extraplomos.	RGE	-100
		Sustratos rocosos con comunidades degradadas y parcialmente cubiertas de sedimentos finos	RDS	2
		Biocenosis de arenas finas bien calibradas	AFC	3
		Biocenosis de fondos detríticos costeros	FDC	3
		Biocenosis de fondos detríticos enfangados	FDE	2
		Praderas de fanerógamas	PFM	-100
		Presencia de <i>Cymodocea nodosa</i> en Arenas Finas Calibradas	CNA:	1
		Presencia de <i>Cymodocea nodosa</i> en Fondos Detríticos Costeros	CNC	1
		Presencia de <i>Cymodocea nodosa</i> en Fondos Detríticos Enfangados	CNE	1
Abundancia (n° individuos / 0,1 m ²) ⁽¹⁾	0,3	Entre 23 y 37 ind/0,1 m ²		1
		Entre 10 y 22 ind/0,1 m ²		2
		Entre 0 y 9 ind/0,1 m ² o más de 38 ind/0,1 m ²		3
Biodiversidad (n° de especies / 01 m ²) ⁽²⁾	0,6	Mas de 16 esp/0,1 m ²		1
		Entre 9 y 15 esp/0,1 m ²		2
		Entre 0 y 8 esp/0,1 m ²		3
Proporción de moluscos bivalvos (%) ⁽³⁾	0,4	Entre 0 y 2 %		1
		Entre 3 y 17 %		2
		Entre 18 y 100 %		3

(1) Para convertir los valores de abundancia en su índice correspondiente, se ha tomado la distribución de todos los valores obtenidos en todas las zonas, siendo los valores correspondientes a los percentiles P25, P50 y P75 los que fijan los límites para la asignación del valor del índice 1, 2 y 3 respectivamente.

(2) Los valores se han asignado a los rangos comprendidos entre los percentiles P33 y P66, asignándosele valor 3 a los valores más bajos de la distribución, 2 a los valores centrales y 1 a los valores más altos.

(3) Su valor absoluto se transforma en índice por medio de los percentiles P33 y P66, asignándosele valor 3 a los más altos, valor 2 a los centrales y 1 a los más bajos.

Tabla 3-16 Valoración de cada uno de los factores considerados en el análisis de la Bionomía.

3.6.3.7 Tipo de sustrato (PTs)

Con respecto al tipo de sustrato adecuado para la ubicación física de las instalaciones. Se ha considerado que los mejores sustratos son el arenoso, la grava y el fango (éste último dependiendo de la compactación), las combinaciones de dos sustratos en la misma zona, si bien no resultan del todo negativas como soporte de las instalaciones, no son por norma general, deseables.

Por último el sustrato rocoso no es el más idóneo para la ubicación de instalaciones. De esta manera los valores que se obtendrían en función del tipo de sustrato son los siguientes:

Tipo de sustrato	Valor P _{ts}
Arena, grava o fango:	1
Sustratos mixtos (arena + grava, arena + fango, etc):	0
Roca:	-1

Tabla 3-18 Valoración final de P_{ts}

No obstante, este parámetro no se considera excesivamente relevante, respecto a los demás factores estudiados, a la hora de evaluar la aptitud de una zona para los cultivos marinos, por lo que se le ha aplicado un factor de ponderación de **K_i = 1**.

Zonas de Interés para el Desarrollo de la Acuicultura en el Litoral Andaluz

60

Finalmente, y a modo de resumen, en la Tabla 3-19 se incluyen todos los parámetros descritos, así como de sus respectivas valoraciones y Ki.

Parámetro		Grado de interés		Factor de ponderación		
		Rangos a considerar	Valor			
Profundidad		< 20 m	-1	7		
		de 20 a 50 m	1			
		> 50 m	0			
Oleaje	Oleaje medio	> 3 m	-1	4		
		< 1 m	0			
		de 1 a 3 m	1			
	Oleaje extremal	> 6m	-1			
		3 – 6 m	0			
		< 3 m	1			
Velocidad media de corriente a 10 m de profundidad		< 5 cm/s	-1	8		
		de 5 a 15 cm/s	0			
		de 15 a 60 cm/s	1			
		> 60 cm/s	-1			
Grado de dispersión		Afección a zonas de interés ambiental, Lics y praderas de fanerógamas marinas	-100	10		
		No afección a áreas de interés ambiental	1			
Calidad del agua (ICA)	Oxígeno disuelto	10 si $[O_2]_{\min} \leq 3$ mg/l	ICA $\leq 3,3333$	-1		
		$2,5 * (7 - [O_2]_{\min})$ si $7 \text{ mg/l} \geq [O_2]_{\min} \geq 3 \text{ mg/l}$				
		0 si $[O_2]_{\min} \geq 7$				
	Temperatura media	10 si $T_{\min} \leq 10^\circ\text{C}$				
		$20 - T_{\min}$ si $20^\circ\text{C} \geq T_{\min} \geq 10^\circ\text{C}$				
		0 si $T_{\min} \geq 20^\circ\text{C}$				
	Salinidad	$\sigma * 10 / X$			$3,3333 < \text{ICA} \leq 6,6666$	0
	Sólidos en suspensión	$\text{Ln}(\text{SS}_{\max})$			ICA $> 6,6666$	1
Clorofila	10 si $[Cl_a]_{\max} \geq 15 \mu\text{g/l}$					
	$\frac{[Cl_a]_{\max}}{1,5}$ si $[Cl_a]_{\max} \leq 15 \mu\text{g/l}$					
Nitritos	10 si $[\text{NO}_2]_{\max} \geq 10 \mu\text{M}$					
	$[\text{NO}_2]$ si $[\text{NO}_2]_{\max} \leq 10 \mu\text{M}$					
Bionomía (valor del índice bionómico)		Muy alto	-100	6		
		Alto	-1			
		Medio	0			
		Bajo	1			
Sustrato		Roca	-1	1		
		Sustratos mixtos	0			
		Arena, grava o fango	1			

Tabla 3-19 Características de los parámetros considerados para la valoración del interés de las diferentes zonas estudiadas para el desarrollo de la acuicultura

3.6.4 Terminología empleada para la valoración final de las zonas estudiadas.

61

La terminología empleada desde el inicio de los trabajos de localización de zonas para cultivos marinos es un aspecto importante dado el valor que luego esta denominación puede tener en su interpretación por el destinatario final.

En la primera fase de estos trabajos, es decir, el estudio de localización de zonas idóneas, se adoptó una terminología en función de la compatibilidad administrativa que se producía en las zonas de estudio entre la actividad proyectada (acuicultura) con el resto de usos en las zonas costeras. Así teníamos:

- a. Zonas idóneas: aquellas donde no se producen incompatibilidades de tipo administrativo ni interferencias entre los usos, actividades u ocupaciones desarrolladas en estos espacios y los cultivos marinos.
- b. Zonas con limitaciones: aquellas donde existe algún tipo de interferencia de diversa índole, entre los cultivos marinos y alguno de los usos ubicados o desarrollados en estas zonas. Esta circunstancia implica o bien tomar una serie de medidas de precaución al respecto, o simplemente supone añadir algún condicionante, medida correctora, etc, a la realización del cultivo (densidades, especies, métodos, tecnologías, etc.).
- c. Zonas excluidas: aquellas donde los usos o actividades encontradas no dificultan el desarrollo de la acuicultura, por estar destinadas a un uso público determinado distinto.

Esta segunda fase de los trabajos que nos ocupa, se ha desarrollado sobre 18 zonas seleccionadas de la primera fase, esto es, sobre zona idóneas y algunas con limitaciones. En esta fase, el objeto principal ha sido a evaluar el grado de interés de una determinada zona desde el punto de vista de las condiciones ambientales, y dado que ahora la valoración de realiza sobre parámetros físico-químicos se optó por adoptar la siguiente terminología:

- a. Zonas de bajo interés: aquellas zonas idóneas o con limitaciones desde el punto de vista administrativo, cuyo interés ambiental es bajo debido a la influencia negativa de algunos de los parámetros estudiados (tipo de fondo, calidad de agua, oceanografía).
- b. Zonas de interés medio, aquellas zonas idóneas o con limitaciones desde el punto de vista administrativo, cuyo interés ambiental es medio debido a la influencia más o menos importante de algunos de los parámetros estudiados (tipo de fondo, calidad de agua, oceanografía). Puede darse el caso también que para un área estudiada una parte presente un interés medio y otra interés bajo y esto es debido a que alguno de los factores limitantes solo afectan a parte del polígono estudiado.
- c. Zonas de alto interés, aquellas zonas idóneas o con limitaciones desde el punto de vista administrativo, cuyo interés ambiental es alto porque los resultados obtenidos en general sobre los parámetros estudiados (tipo de fondo, calidad de agua, oceanografía) son buenos o muy buenos.

Por tanto, e interpretando la terminología de ambas fases del trabajo, y teniendo en cuenta los colores elegidos para la representación cartográfica, una zona de interés bajo, de color rojo, solo implica, que aplicado el índice de interés el peso de los parámetros estudiados es principalmente negativo y por ello, esta zona puede tener menor interés para desarrollar un cultivo marino. Significa por tanto, que ni la terminología ni la coloración adoptada tiene un sentido definitivo sino orientativo, todo ello sin perjuicio de la aplicación de la normativa vigente para la tramitación de las correspondientes autorizaciones de cultivos marinos.



4 RESULTADOS



4.1

ZONA AL-01 (GARRUCHA)



La zona de estudio se sitúa entre los términos municipales de Garrucha, Vera y Cuevas de Almanzora, abarcando el tramo de costa comprendido entre el puerto de Garrucha (T.M. de Garrucha) y la Punta del Río en Villaricos (T. M. de Cuevas de Almanzora).

Los trabajos en este área se centraron sobre un polígono de aproximadamente 828 hectáreas situadas entre los 10 y los 35 m de profundidad. (Figura 4.1-1).



Figura 4.1-1 Localización del polígono de muestreo correspondiente a la zona AL-01.

4.1.1 Compatibilidad administrativa de la zona.

Existe en esta zona una gran extensión de zonas protegidas, propuestas como Lugares de Interés Comunitario (LIC's) por la presencia de praderas de fanerógamas y que reciben la denominación de "Fondos Marinos del Levante Almeriense".

Con respecto a la infraestructura portuaria, la zona sur queda apoyada en el puerto de Garrucha, mientras que la zona norte del tramo quedaría respaldada en el Refugio Pesquero de la Balsa o el Puerto Esperanza en Villaricos. Se localiza en el área además, una zona de fondeo para buques en las proximidades del Puerto de Garrucha para barcos que esperan atraques.

Se han encontrado tres zonas de extracción de áridos de mediana extensión, una enfrente de la Punta del Río, otra enfrente de la Cala del Invencible y otra entre la Punta de los Ratones y Cala Concha.

Se han detectado tres emisarios submarinos, dos alrededor del puerto de Garrucha y otro saliente de la zona de Villaricos, más una serie de puntos de vertido asociados a las urbanizaciones costeras y a los núcleos de población (probablemente vertidos de aguas residuales urbanas de naturaleza doméstica y pluvial).

Existen en el tramo un total de 15 playas y/o calas, desde la playa de Garrucha hasta la Cala Concha y de éstas, 4 presentan un alto uso turístico y son las correspondientes a las urbanizaciones o núcleos de población.

También se ha identificado una extensa área de interés arqueológico que va desde la Punta de los Hornicos hasta la Cala de la Cueva, desde la línea de costa hasta los 40 metros de profundidad.

Por último, desde playa Verde hasta el final del tramo, y desde la línea de costa hasta altas profundidades se extiende una zona de interés militar.

Respecto a la compatibilidad de uso para el desarrollo de la acuicultura y el resto de usos identificados se destaca que la mayor parte del polígono estudiado se considera como zona con limitaciones, es decir, donde existen una interferencias de uso que, si bien no resultan incompatibles con la acuicultura, pueden suponer restricciones a su desarrollo. El resto del polígono se valora como incompatible (Figura 4.1-3) (Ver página 69).

Con estos condicionantes, la zona AL-01 presenta en su mayor parte un interés medio debido fundamentalmente a la presencia de hábitats protegidos, los cuales será preciso localizar y cuantificar como paso previo a la instalación de nuevas granjas marinas (Figura 4.1-2).

4.1.2 Caracterización climatológica.

Con los datos obtenidos de la estación Agroclimática de Cuevas de Almanzora se puede caracterizar el clima existente en la zona de estudio como un clima seco y caluroso con escasa pluviosidad y que según la clasificación de Köppen se correspondería con un clima **BWh**, considerado ya como un clima desértico.

El análisis de las series históricas diarias de los años 2001 a 2003, indica que la temperatura media mensual en la zona es superior a los 11 °C durante todo el año y la temperatura media mínima se produce en enero, siendo superior a 5 °C (Figura 4.1-4).

La precipitación total es muy escasa (no llega a los 190 mm anuales), siendo la de los 6 meses más cálidos (86,6 mm) similar a la de los 6 meses más fríos (95,2 mm) y no superando, en ningún caso, los 100 mm. El mes de mayor precipitación en los años analizados, es octubre, que presenta precipitaciones cercanas a los 45 mm.

Los valores de humedad relativa mensual, mínima, media y máxima se mantienen bastante constantes durante todo el año, oscilando en torno al 40,5%, 65% y 84% respectivamente.

Los vientos predominantes son los procedentes del Oeste y Oeste-Suroeste junto con los vientos del Noreste y Norte-Noreste, destacando también en frecuencia los vientos del Sur-Sureste. Asimismo, la intensidad de los vientos de poniente es en general superior a la de los de levante (Figura 4.1-4).

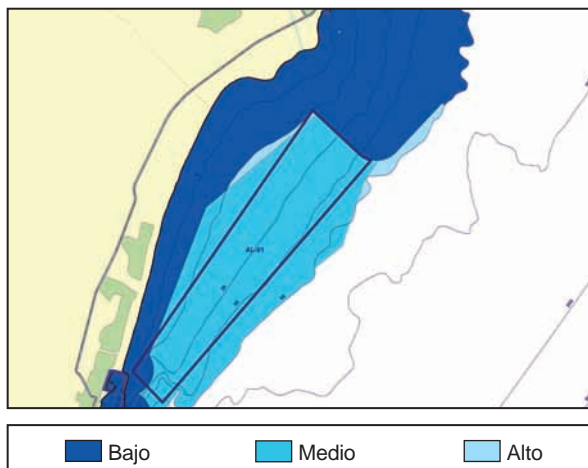


Figura 4.1-2 Valoración del interés de la zona AL-01 atendiendo a la compatibilidad con los usos administrativos.

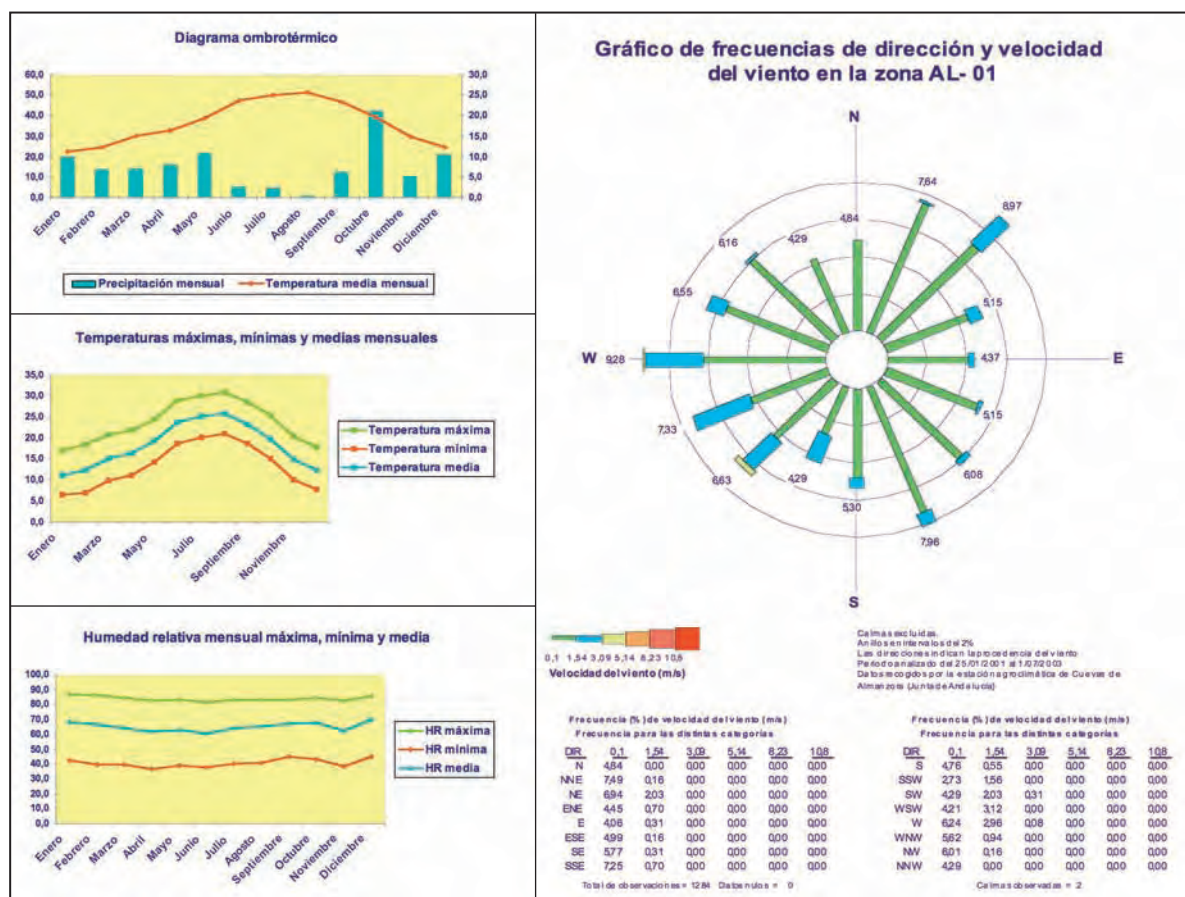


Figura 4.1-4 Caracterización climatológica de la zona estudiada (AL-01).

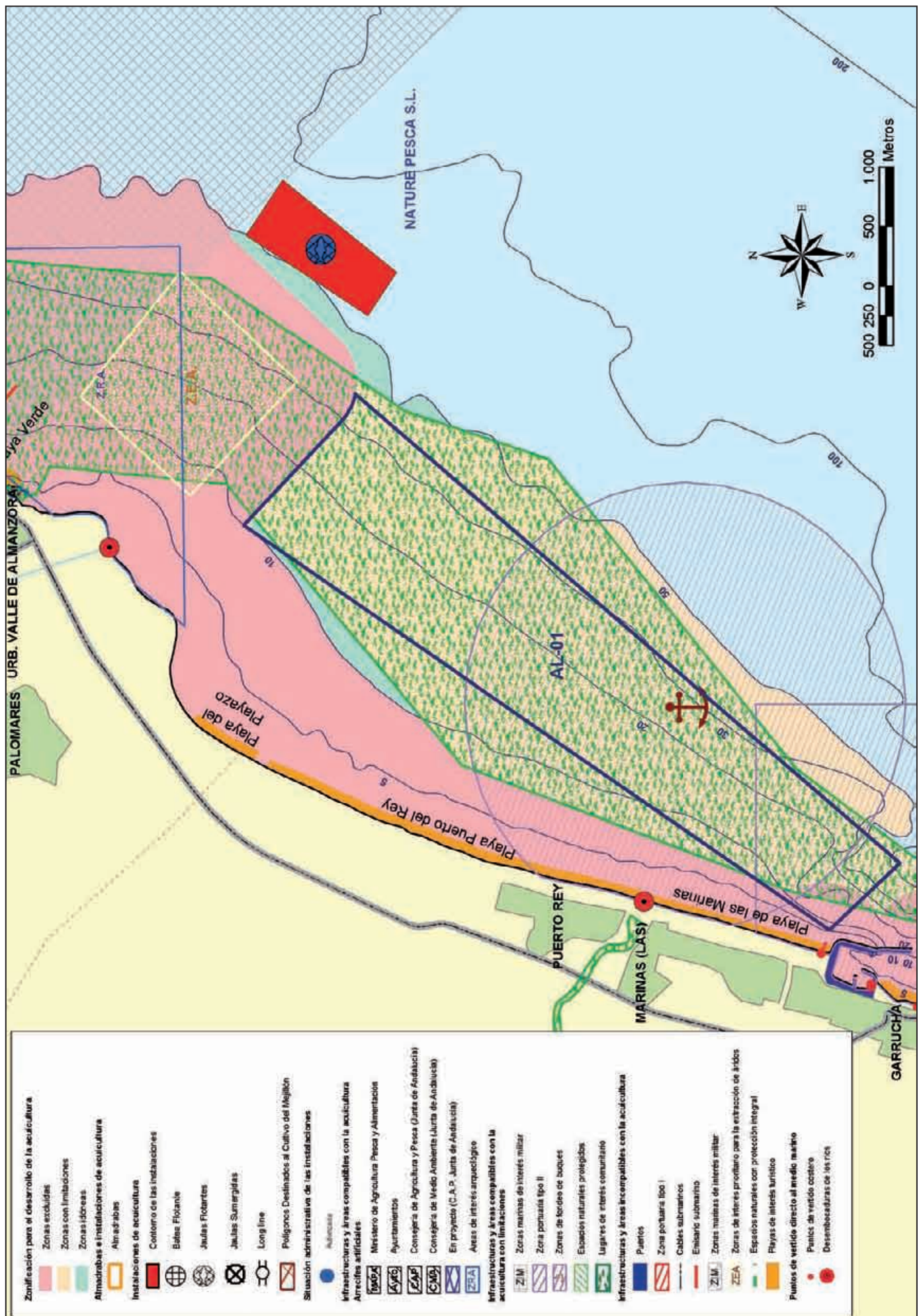


Figura 4.1-3

4.1.3 Caracterización física.

4.1.3.1 Batimetría.

La batimetría de la costa presenta un perfil acusado en la primera parte del tramo, playas de Narina de la Torre y Garrucha y luego se ensancha para alcanzar una extensa llanura a la altura de la playa de Quitapellejos. A partir de aquí, desde la Punta de Hornicos, comienzan a aparecer afloramientos rocosos y la batimetría se normaliza en cuanto a su pendiente.

A partir de esta profundidad, el interés disminuye aunque no se descarta la posibilidad de ubicar instalaciones en profundidades superiores a ésta obteniéndose de esta forma la representación del grado de interés de la zona que se incluye en la Figura 4.1-5 donde se observa que la totalidad del polígono estudiado se encuentra en profundidades comprendidas entre 10 y 50 m, correspondiéndose aproximadamente la mitad del mismo con una profundidad entre 20 y 40 m.

4.1.3.2 Condiciones oceanográficas.

4.1.3.2.1 Régimen hidrodinámico.

En de febrero de 2003 se fondeó un correntímetro del tipo S4 para conocer el régimen hidrodinámico de la zona en el entorno costero de Garrucha (Almería), pero éste no se pudo recuperar por motivos aún desconocidos. Como alternativa se han utilizado los datos obtenidos del fondeo de otros cuatro correntímetros doppler del tipo AANDERA RCM-7 y RCM-9, que habían sido fondeados por la misma empresa en años anteriores y en las zonas próximas al área de estudio.

La ubicación geográfica de estos correntímetros es la representada en la Figura 4.1-6 y los datos correspondientes a su fondeo se recogen en la Tabla 4.1-1.

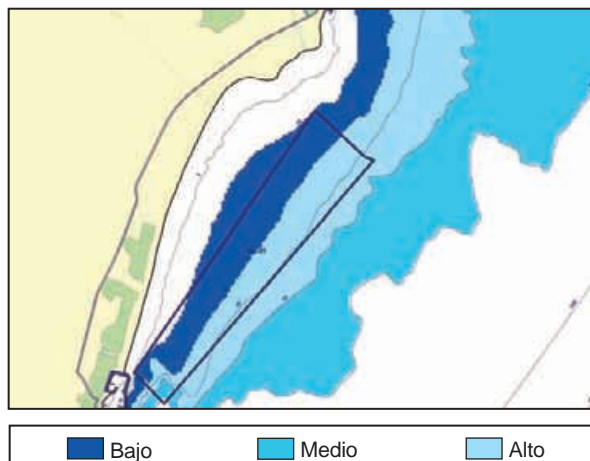


Figura 4.1-5 Valoración del interés de la zona en función de batimetría.

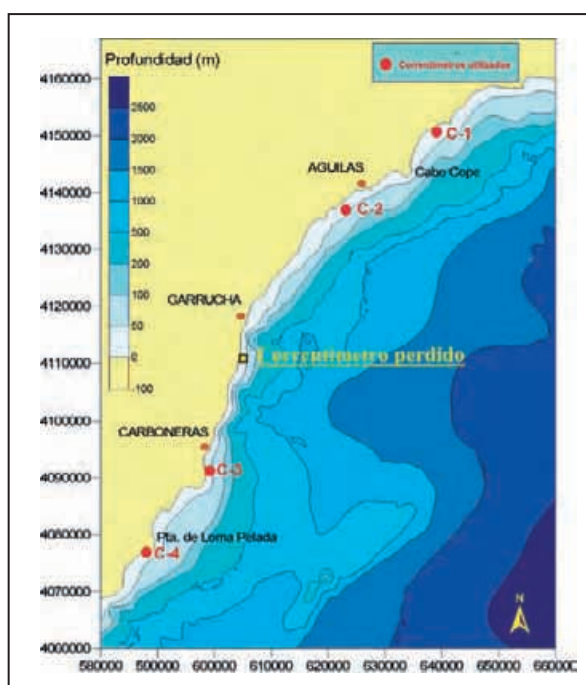


Figura 4.1-6 Ubicación del correntímetro perdido y posiciones de los correntímetros utilizados (C1, C2, C3, C4).

Nombre y Tipo	UTM x (m)	UTM y (m)	Período fondeo	Calado (m)	Profundidad medida (m)
C1: RCM9	639109	4150415	18/08/98 7/10/98	37	12
C2: RCM9	623468	4137158	8/09/98 17/10/98	25	10
C3: RCM7	598750	4091415	1/07/02 21/08/02	25	10
C4: RCM9	587731	4076735	24/07/98 30/08/98	20	10

Tabla 4.1-1 Ubicaciones de los correntímetros utilizados en el estudio de corrientes marinas.

En la posición del correntímetro C1 (Figura 4.1-7 y Tabla 4.1-2), las corrientes predominantes resultantes se dirigen hacia los sectores Oeste y Noreste (conjuntamente con el Este), con un porcentaje con respecto al total de 54,37%, correspondiendo el 45,63% al resto de direcciones. Las velocidades máximas en estos sectores de dirección son de 31,78 y 29,82 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ con direcciones asociadas de 261° y 56° , mientras que las medias son de 10,78 y 9,90 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$.

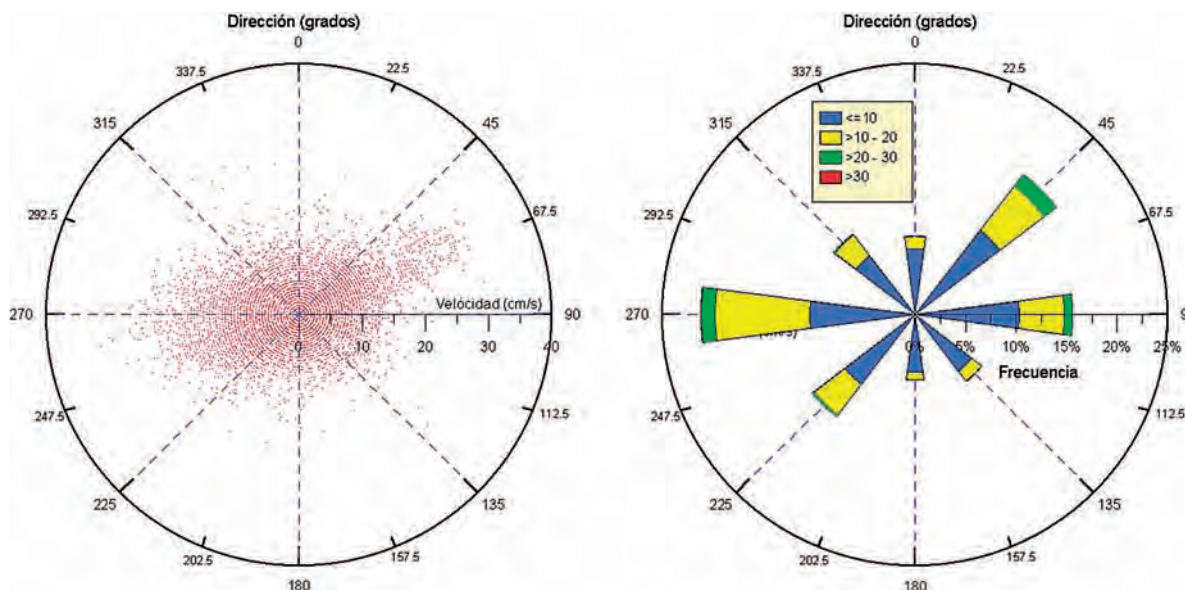


Figura 4.1-7 Diagrama polar y rosa de corrientes de los datos obtenidos mediante el correntímetro C1.

Dirección ⁽¹⁾	Nº medidas	% ⁽²⁾	Vel. Máx. ⁽³⁾	Dirección ⁽⁴⁾	Vel. Media ⁽⁵⁾	STD ⁽⁶⁾
N (337.5°-22.5°)	563	7.86	24.93	341	6.58	3.80
NE (22.5°-67.5°)	1261	17.60	29.82	56	9.90	5.76
E (67.5°-112.5°)	1115	15.56	29.82	80	8.97	5.21
SE (112.5°-157.5°)	598	8.35	26.89	131	6.32	3.66
S (157.5°-202.5°)	466	6.50	21.02	194	5.79	3.62
SW (202.5°-247.5°)	916	12.78	24.44	241	8.38	4.38
W (247.5°-292.5°)	1520	21.21	31.78	261	10.78	5.44
NW (292.5°-337.5°)	726	10.13	28.85	324	7.88	4.37

(1) Sector de dirección (grados)
 (2) Porcentaje de frecuencia en cada sector de dirección (respecto al norte en el sentido de las agujas del reloj)
 (3) Velocidad máxima (cm·s⁻¹) en cada sector direccional
 (4) Dirección asociada a la velocidad máxima (grados)
 (5) Velocidad media (cm·s⁻¹)
 (6) Desviación estándar (cm·s⁻¹).

Tabla 4.1-2 Análisis estadístico de la corriente medida por el correntímetro C1.

En la posición del correntímetro C2 (Tabla 4.1-3 y Figura 4.1-8), las corrientes predominantes se dirigen hacia los sectores Noreste y Suroeste, con un porcentaje con respecto al total de 51,31%, correspondiendo el 49,69% al resto de direcciones. Las velocidades máximas en estos sectores de dirección son de 26,40 cm·s⁻¹ y 46,93 cm·s⁻¹ con direcciones asociadas de 67° y 224°, mientras que las velocidades medias oscilan entre 11,10 y 14,11 cm·s⁻¹.

En la posición del el correntímetro C3, las corrientes predominantes son hacia los sectores Sur y Norte, con un porcentaje con respecto al total de 48,70%, correspondiendo el 51,30% al resto de direcciones.

Las velocidades máximas en estos sectores de dirección son de 37,90 y 36,60 cm·s⁻¹ con direcciones asociadas de 180° y 353°, mientras que las medias son de 9,68 y 9,09 cm·s⁻¹ (Tabla 4.1-4 y Figura 4.1-9).

Dirección ⁽¹⁾	Nº medidas	% ⁽²⁾	Vel. Máx. ⁽³⁾	Dirección ⁽⁴⁾	Vel. Media ⁽⁵⁾	STD ⁽⁶⁾
N (337.5°-22.5°)	373	7.40	22.98	21	5.55	3.51
NE (22.5°-67.5°)	1352	26.83	26.40	67	11.10	5.64
E (67.5°-112.5°)	555	11.01	24.44	70	8.45	4.82
SE (112.5°-157.5°)	227	4.50	17.60	117	5.28	3.66
S (157.5°-202.5°)	263	5.22	19.56	174	5.83	3.54
SW (202.5°-247.5°)	1234	24.48	46.93	224	14.11	9.12
W (247.5°-292.5°)	710	14.09	36.67	249	10.41	6.33
NW (292.5°-337.5°)	326	6.47	13.20	312	5.07	2.63

(1) Sector de dirección (grados)
 (2) Porcentaje de frecuencia en cada sector de dirección (respecto al norte en el sentido de las agujas del reloj)
 (3) Velocidad máxima (cm·s⁻¹) en cada sector direccional
 (4) Dirección asociada a la velocidad máxima (grados)
 (5) Velocidad media (cm·s⁻¹)
 (6) Desviación estándar (cm·s⁻¹).

Tabla 4.1-3 Análisis estadístico de la corriente medida por el correntímetro C2.

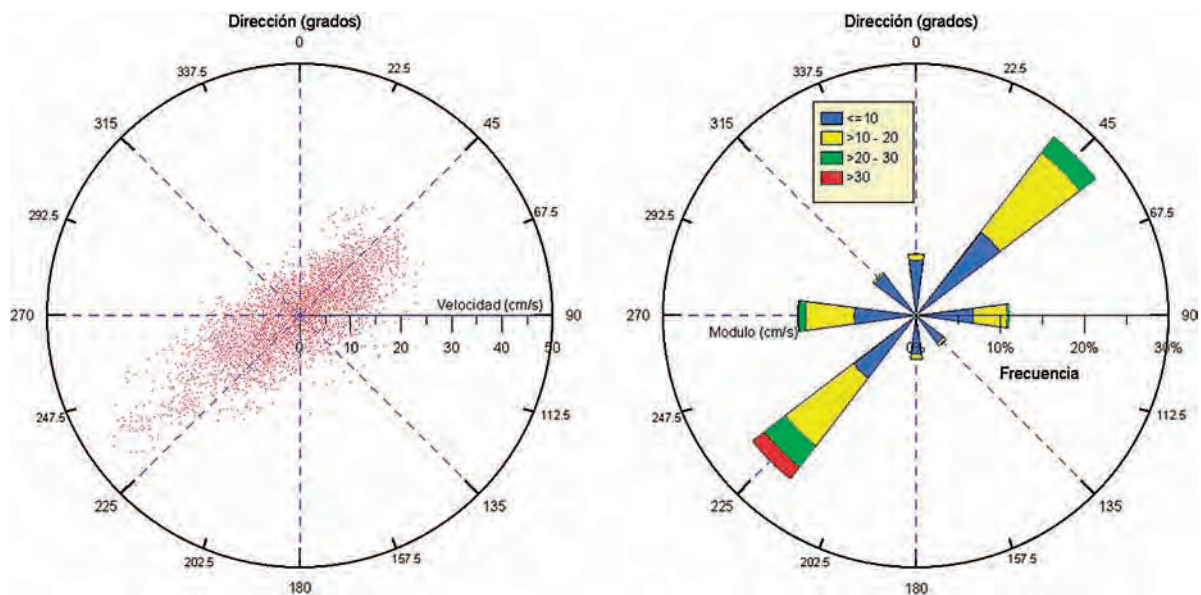


Figura 4.1-8 Diagrama polar y rosa de corrientes de los datos obtenidos mediante el correntímetro C2.

Dirección ⁽¹⁾	Nº medidas	% ⁽²⁾	Vel. Máx. ⁽³⁾	Dirección ⁽⁴⁾	Vel. Media ⁽⁵⁾	STD ⁽⁶⁾
N (337.5°-22.5°)	1634	22.24	36.60	353	9.09	6.10
NE (22.5°-67.5°)	610	8.30	24.50	24	5.23	3.31
E (67.5°-112.5°)	409	5.57	12.10	93	3.97	2.32
SE (112.5°-157.5°)	817	11.12	23.10	154	7.17	4.19
S (157.5°-202.5°)	1944	26.46	37.90	180	9.68	5.66
SW (202.5°-247.5°)	744	10.13	25.80	205	6.35	4.20
W (247.5°-292.5°)	417	5.68	17.00	280	4.44	2.80
NW (292.5°-337.5°)	771	10.50	20.20	334	6.12	3.42

- (1) Sector de dirección (grados)
- (2) Porcentaje de frecuencia en cada sector de dirección (respecto al norte en el sentido de las agujas del reloj)
- (3) Velocidad máxima (cm·s⁻¹) en cada sector direccional
- (4) Dirección asociada a la velocidad máxima (grados)
- (5) Velocidad media (cm·s⁻¹)
- (6) Desviación estándar (cm·s⁻¹).

Tabla 4.1-4 Análisis estadístico de la corriente medida por el correntímetro C3.

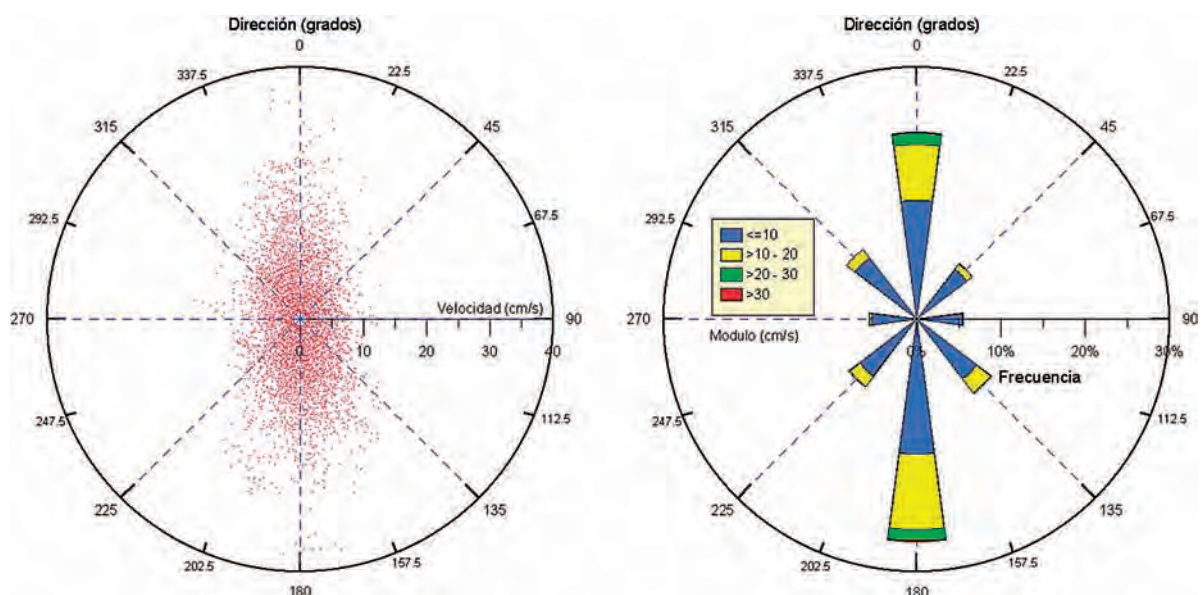


Figura 4.1-9 Diagrama polar y rosa de corrientes derivados a partir de los datos obtenidos mediante el correntímetro C3.

Finalmente, los sectores de dirección predominantes en las mediciones de la posición del correntímetro C4 son los de Noreste y Este, que suponen un porcentaje con respecto al total de 59,60%, correspondiendo el 40,40% al resto de direcciones.

Las velocidades máximas en estos sectores de dirección son de 28,36 cm·s⁻¹ en ambos casos, con direcciones asociadas próximas a los 65°, mientras que las medias son de 8.57 y 9.71 cm·s⁻¹ (Tabla 4.1-5 y Figura 4.1-10).

Dirección ⁽¹⁾	Nº medidas	% ⁽²⁾	Vel. Máx. ⁽³⁾	Dirección ⁽⁴⁾	Vel. Media ⁽⁵⁾	STD ⁽⁶⁾
N (337.5°-22.5°)	199	3.78	17.11	15	3.62	2.85
NE (22.5°-67.5°)	1314	24.99	28.36	64	8.57	4.95
E (67.5°-112.5°)	1820	34.61	28.36	68	9.71	4.93
SE (112.5°-157.5°)	269	5.12	20.53	115	4.88	3.48
S (157.5°-202.5°)	139	2.64	11.24	174	3.04	2.21
SW (202.5°-247.5°)	321	6.10	43.51	247	6.44	5.39
W (247.5°-292.5°)	911	17.33	46.45	248	9.21	6.63
NW (292.5°-337.5°)	285	5.42	14.18	327	4.43	2.90

(1) Sector de dirección (grados)
 (2) Porcentaje de frecuencia en cada sector de dirección (respecto al norte en el sentido de las agujas del reloj)
 (3) Velocidad máxima (cm·s⁻¹) en cada sector direccional
 (4) Dirección asociada a la velocidad máxima (grados)
 (5) Velocidad media (cm·s⁻¹)
 (6) Desviación estándar (cm·s⁻¹).

Tabla 4.1-5 Análisis estadístico de la corriente medida por el correntímetro C4.

Como conclusión, teniendo en cuenta que el área de estudio se localiza entre las posiciones donde se instalaron los correntímetros C2 y C3, se pueden considerar los datos obtenidos por estos correntímetros son válidos para evaluar la zona en cuestión. Así, las corrientes predominantes para la zona AL-1 (Garrucha) presentarán direcciones de Norte o Noreste y Sur o Suroeste con valores máximos por debajo de los 47 cm·s⁻¹ y medias del orden de 14 cm·s⁻¹ (en el caso de corrientes hacia el Sur-Suroeste), y de 10 cm·s⁻¹ en el caso de corrientes hacia el Norte-Noreste.

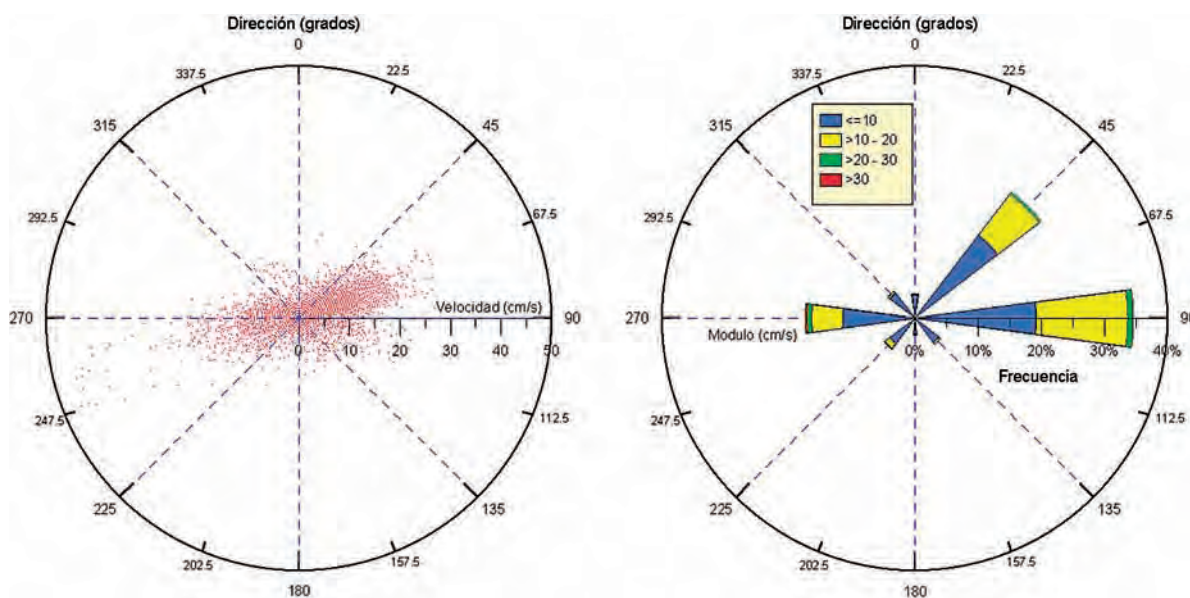


Figura 4.1-10 Diagrama polar y rosa de corrientes derivados a partir de los datos obtenidos mediante el correntímetro C4.

Con estos resultados se han estudiado las corrientes predominantes ya descritas, resultando como factor de origen de las mismas el viento, de manera que se han podido individualizar dos patrones principales de circulación marina a 10 m de profundidad:

- Una corriente con dirección SW con velocidad media de 14 cm·s⁻¹ a 10 m de profundidad para un calado aproximado de 25 a 30 m. Esta corriente es generada por un viento del Norte con una velocidad media de aproximadamente 30 Km·h⁻¹ (Figura 4.1-11).
- Una corriente con dirección NE con velocidad media de 10 cm·s⁻¹ en las mismas condiciones de profundidad y calado que la anterior. Esta corriente es originada fundamentalmente por vientos del Suroeste de unos 25 Km·h⁻¹ de velocidad (Figura 4.1-12).

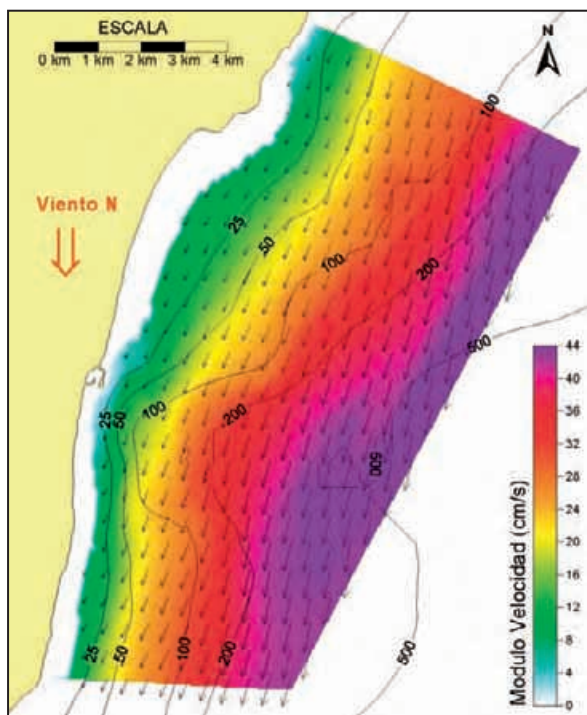


Figura 4.1-11 Velocidad y dirección de la corriente a 10 m de profundidad con viento del N de 30 Km/h de velocidad.

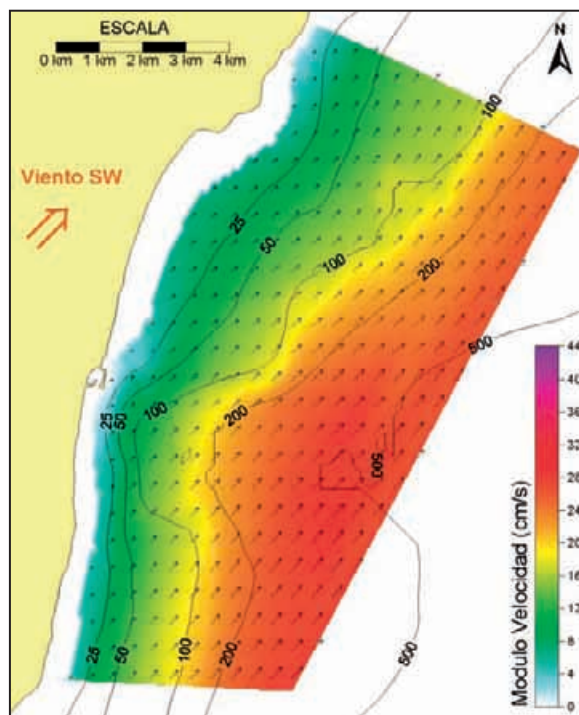


Figura 4.1-12 Velocidad y dirección de la corriente a 10 m de profundidad con viento del SW de 25 Km/h de velocidad.

Considerando estos resultados, la zona AL-1 presenta en su mayor parte un interés medio según la dirección e intensidad de las corrientes encontradas (Figura 4.1-13).

4.1.3.2.2 Dispersión de posibles partículas contaminantes.

La zona AL-01 se caracteriza por la presencia de praderas de fanerógamas marinas lo que hace que la mayor parte del área esté catalogada como Lugar de Interés Comunitario (LIC's), (Figura 4.1-14).

Para el cálculo de la dispersión de partículas se han considerado diferentes ubicaciones posibles para una instalación, a las cuales se les ha determinado el área de dispersión de una partícula de tamaño medio (31µm) en función de la dirección y velocidad de las corrientes predominantes en la zona, y a continuación se ha asignado un valor a cada uno de estos puntos en función de su proximidad a los hábitats de interés ambiental identificados y su potencial afección sobre los mismos:

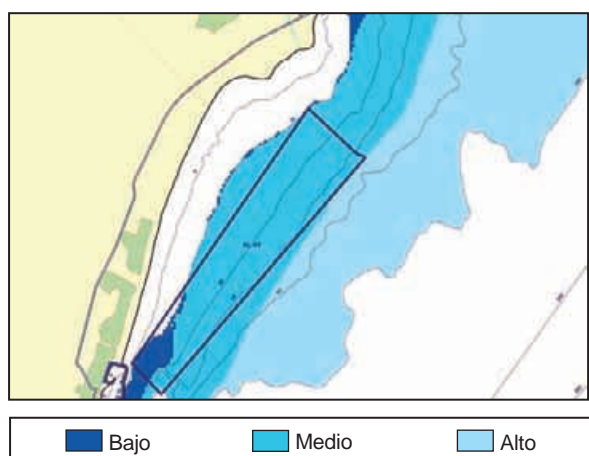


Figura 4.1-13 Valoración del interés de la zona en función de las corrientes dominantes a 10 m de profundidad.

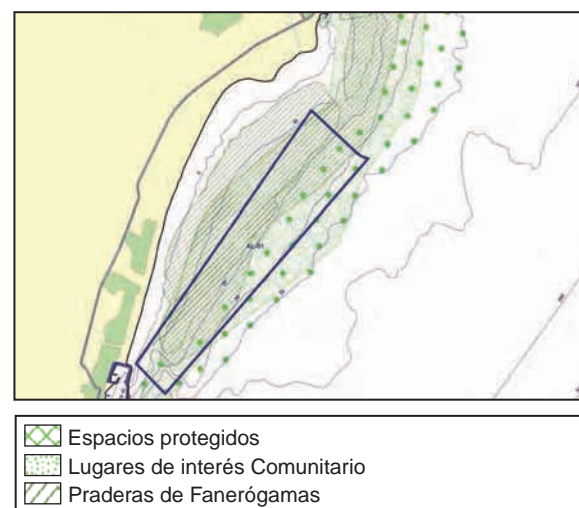


Figura 4.1-14 Localización de las praderas de fanerógamas y lugares de interés comunitario en la zona de estudio.

- Puntos cuya dispersión de partículas contaminantes pudieran afectar a las praderas de fanerógamas: zonas de bajo interés (-100).
- Puntos cuya dispersión de partículas contaminantes pudieran afectar a lugares de interés comunitario: zonas de interés medio (0).
- Puntos cuya dispersión de partículas contaminantes no afecte a estas áreas antes definidas: zonas de interés alto (1).

Con los resultados obtenidos tenemos que la zona AL-01 presenta en toda su extensión un interés bajo desde el punto de vista de la dispersión de sustancias debido fundamentalmente a la abundante presencia de hábitats protegidos y praderas de fanerógamas en la zona (Figura 4.1-15).

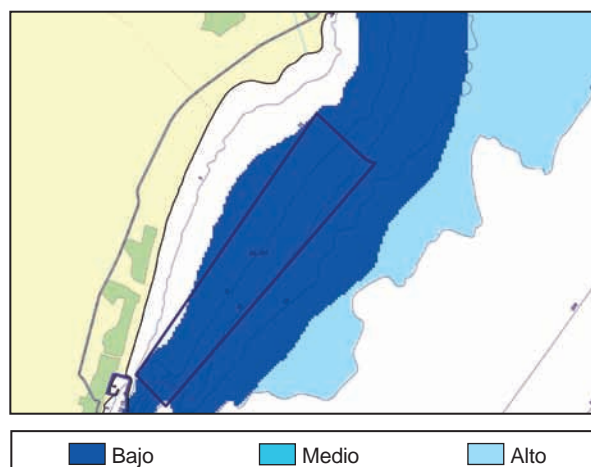


Figura 4.1-15 Valoración del interés de la zona en función de la dispersión de posibles partículas contaminantes de tamaño medio (31 µm).

4.1.3.2.3 Régimen de oleaje.

Por lo que respecta al régimen de oleaje, del área estudiada, los valores obtenidos en la boya de Cabo de Gata reflejan que, en condiciones normales de oleaje, la probabilidad de que una ola no exceda de 2 m es del 80%, dándose el caso de que el tiempo que puede transcurrir entre dos fenómenos de oleaje con capacidad de producir daños o deformaciones en las estructuras de cultivo oscila entre 2 y 5 años (Tabla 4.1-6).

Finalmente, la probabilidad de que se presenten fenómenos de oleaje en los cuales se puedan producir daños graves en las estructuras es de una cada 50 años.

Según estos resultados, la zona AL-01, desde el punto de vista del régimen de oleaje presenta un **grado de interés medio**.

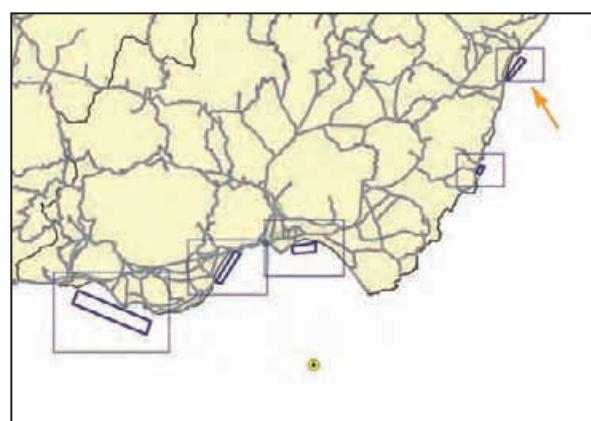


Figura 4.1-16 Situación de la Boya de cabo de Gata respecto a la zona AL-01 (flecha naranja).

Parámetro	Descripción del parámetro	Valor registrado	Valoración
PNE1.2m	Probabilidad de No Excedencia para una altura de ola significativa de 1.2 metros (2 m. de altura máxima)	0.80	2
TROE1	Oleaje que produzca daños o deformaciones en las jaulas, hasta el extremo de no garantizar la permanencia de los peces en el interior de la misma. $H_{max} = 6$ m.	$2 < TR < 5$	2
TROE2	Oleaje que produzca graves daños (reparables o no) en la estructura o elementos de fondeo. $H_{max} = 10$ m.	50	2
Valoración Final			2

Tabla 4.1-6 valores de oleaje registrados por la boya de Cabo de Gata.

4.1.3.3 Descripción del sustrato.

Para el estudio del sedimento se establecieron un total de 10 puntos de muestreo dentro del polígono (Figura 4.1-17), donde se tomaron una serie de muestras que tras su análisis se observa el predominio de sedimentos gruesos, especialmente arena, con contenidos que representan entre el 5 y el 90% de la masa de sedimento, según los puntos. El tipo de sedimento predominante es arenoso, con puntos aislados donde la fracción mayoritaria se corresponde con gravas, sobre todo en la zona más cercana a la costa.

El tamaño medio de grano predominante oscila entre 0.15 y 0.2 mm, aunque en el sector central el tamaño medio es algo menor, entre 0.1 y 0.15 mm. En algunos puntos aislados, como en el sector más septentrional, el tamaño medio de grano alcanza los 0.28 mm.

Localmente la arena pasa a grava, especialmente en zonas cercanas a la costa, donde ésta puede llegar a alcanzar hasta el 90%, mientras que, en algunos puntos más profundos y alejados de la costa, la arena pasa a arena fangosa.

Por otra parte, en el sector oeste, con carácter puntual, la grava alcanza porcentajes de hasta un 95%.

Los sedimentos, en general, presentan muy buena clasificación, especialmente en las zonas arenosas, con valores de la desviación típica entre 0.05 y 0.63, y carácter unimodal, como corresponde a depósitos muy bien clasificados, transportados como carga de fondo por flujos relativamente energéticos, con capacidad para arrastrar materiales relativamente gruesos.

El tamaño de grano, predominantemente arena, junto a la muy buena clasificación de los depósitos y la práctica ausencia de finos, indican un ambiente deposicional dominado por la acomodación, con una muy baja tasa de aportes y una dinámica sedimentaria controlada por las corrientes de fondo generadas durante los temporales.

En estas condiciones, la dinámica sedimentaria se caracteriza por la constante reestructuración de las facies y el continuo lavado de finos, que son retirados de la masa de sedimento y transportados hacia zonas más profundas, tranquilas y alejadas de la costa.

Por su parte, los materiales más gruesos se redepositan continuamente, dando lugar, subsecuentemente, a un incremento del tamaño de su grano y de la clasificación.

La escasez de finos se explica por la falta de aportes de materia en suspensión, debido a la ausencia de sistemas fluviales próximos a la zona de estudio.

Respecto al tipo de fondo de la zona AL-1, el grado de interés para su aprovechamiento acuícola es alto en casi todo el polígono excepto en dos pequeñas zonas donde el sustrato existente (arena y fango) les confiere un interés menor, (Figura 4.1-18).

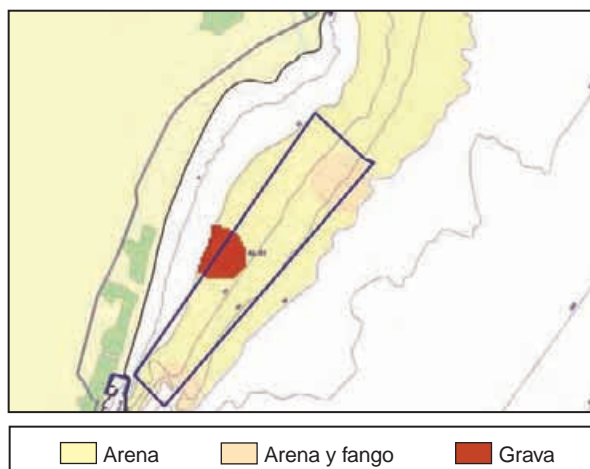


Figura 4.1-17 Diferentes tipos de sustrato determinados en la zona.

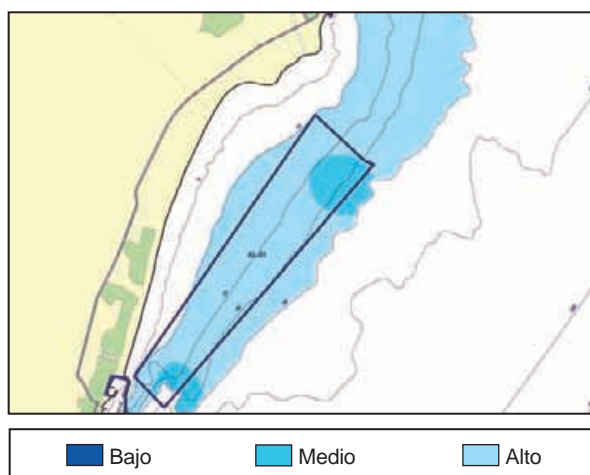


Figura 4.1-18 Valoración del interés de la zona en función del tipo de sedimento.

4.1.3.4 Calidad de aguas.

La caracterización de la calidad del agua en la zona se ha realizado teniendo en cuenta dos factores: por un lado las condiciones físico-químicas, cuyos datos se obtuvieron durante las dos campañas de muestreo realizadas para este estudio; y por otro lado, las condiciones sanitarias, obtenidas de la información procedente de los estudios para el control sanitario de las zonas de producción de moluscos bivalvos realizado durante los años 2000 a 2002.

4.1.3.4.1 Condiciones físico-químicas.

Los resultados corresponden a las dos campañas realizadas en marzo-abril de 2003 (condiciones de invierno) y agosto de 2003 (condiciones de verano) respectivamente. Las variables analizadas de forma independiente han sido integradas posteriormente para la obtención del un índice de calidad de agua según la metodología descrita. Este índice evalúa el grado de idoneidad de la zona de estudio para su uso en acuicultura, desde el punto de vista de la calidad del agua. Los resultados obtenidos para cada uno de los parámetros son:

– Temperatura

La temperatura media obtenida en el muestreo de invierno fue de 15,90°C, siendo 15,70°C la temperatura máxima y 16,03°C la mínima. Los altos valores detectados en el mes de agosto (28,69°C de temperatura media en los muestreos, 28,24°C de mínima y 29,92°C de máxima) pueden estar influenciados por las altas temperaturas que se registraron en este mes ya que fueron las más elevadas de los últimos 25 años.

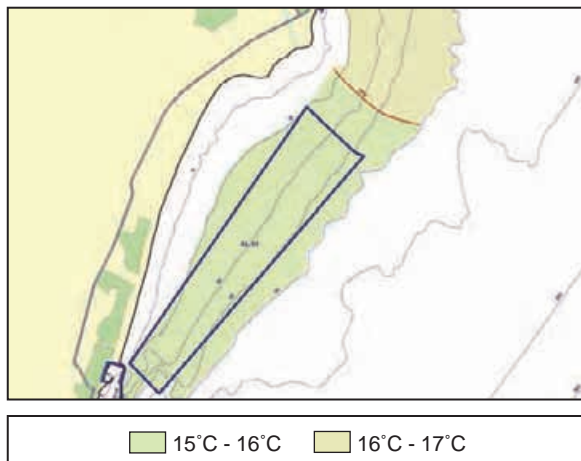


Figura 4.1-19 Valores de temperatura superficial del agua obtenidos en la campaña de invierno.

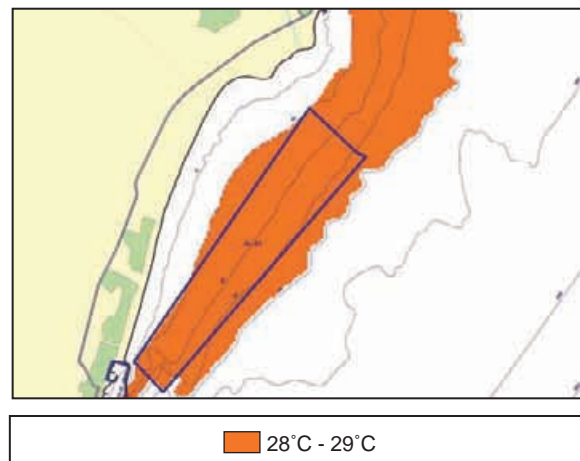


Figura 4.1-20 Valores de temperatura superficial del agua obtenidos en la campaña de verano.

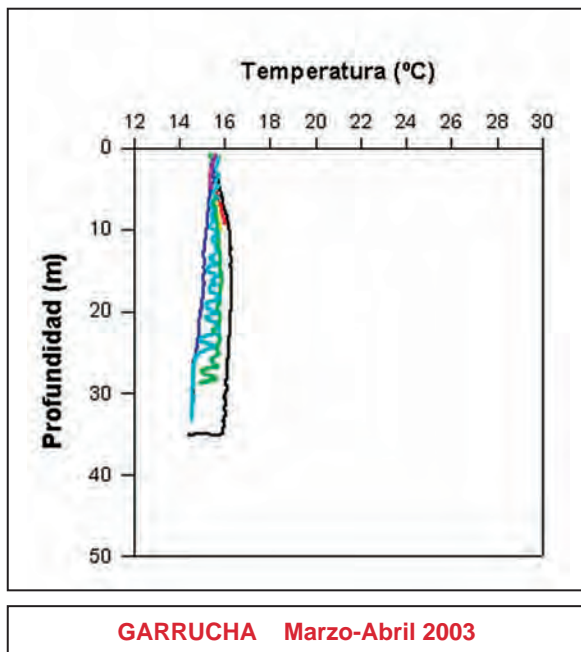


Figura 4.1-21 Perfiles de temperatura para las distintas estaciones de la zona de estudio AL01.

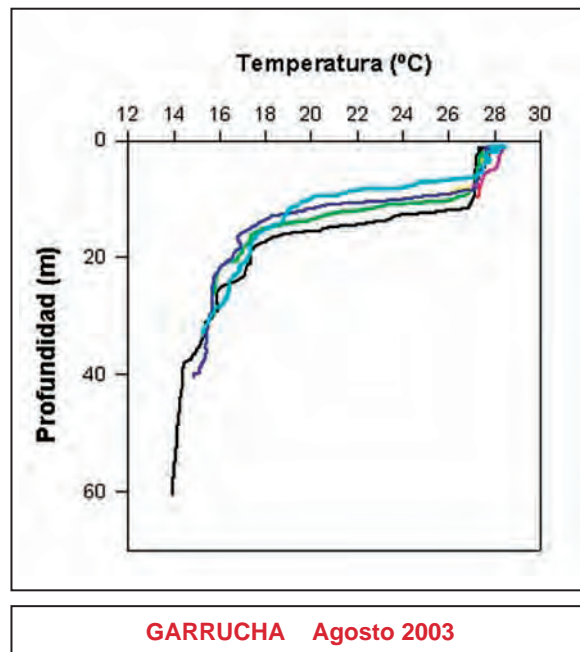


Figura 4.1-22: Perfiles de temperatura para las distintas estaciones de la zona de estudio AL01.

Al representar los datos de temperatura superficial recogidos para la zona de Garrucha en las campañas de invierno y verano, (Figuras 4.1-19 y 4.1-20), se observa una clara diferencia en el rango de temperaturas registradas en la zona, en cada una de las estaciones.

Los valores de temperatura superficial obtenidos mediante registro continuo, han sido confirmados por los perfiles obtenidos en cada una de las estaciones de muestreo distribuidas en forma de malla en el polígono de estudio, pudiéndose así caracterizar la masa de agua.

En todos los casos, los perfiles muestran una gran diferencia entre los meses de marzo y agosto, es decir entre las condiciones de invierno y verano. En marzo se detecta una columna sin estratificación y muy homogénea, con un perfil típicamente invernal. (Figura 4.1-21) Por el contrario en agosto se aprecia una clara estratificación con la aparición de una termoclina en todas las estaciones, con forma estable y profundidades cercanas a los 30 m. (Figura 4.1-22).

Los gradientes de temperatura registrados en el mes de marzo no difieren mucho entre los valores de superficie y fondo. Por el contrario en el mes de agosto se llegan a obtener diferencias de temperatura entre la superficie y el fondo de hasta 14 °C en alguna de las estaciones de esta zona. Dado el carácter puntual de los datos térmicos obtenidos durante los muestreos se ha realizado un seguimiento a largo plazo para evaluar tendencias en una misma época durante sucesivos años, utilizando los datos de las imágenes térmicas del sensor AVHRR, obtenidos de satélites de la serie NOAA.

Analizando la evolución temporal de la temperatura superficial para la zona mediante el promedio mensual de datos de un periodo de 10 años (Figura 4.1-23), muestra que los valores de temperatura oscilaron entre 13 y 24°C.

– Salinidad

Los valores de salinidad obtenidos durante los dos muestreos estuvieron entorno a 37 ups. La Figura 4.1-24 muestra los valores de salinidad en superficie de la zona AL-1 para el muestreo de invierno y verano respectivamente.

Las variaciones en la columna de agua para este parámetro (Figura 4.1-25), al igual que sucedía con los perfiles de temperatura presentan una columna de agua homogénea y muy mezclada en el mes de marzo, mientras que en el mes de agosto se caracteriza por una marcada estratificación.

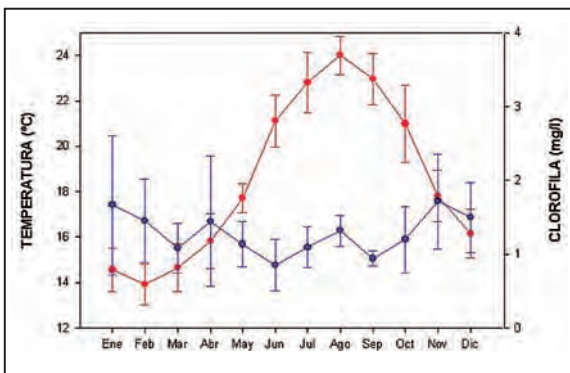


Figura 4.1-23 Promedios mensuales de temperatura superficial (línea roja) y clorofila a (línea azul) para la zona AL1, (años 1994 al 2003). Datos de los sensores AVHRR y SeaWiFS. Las barras representan ± error estándar.

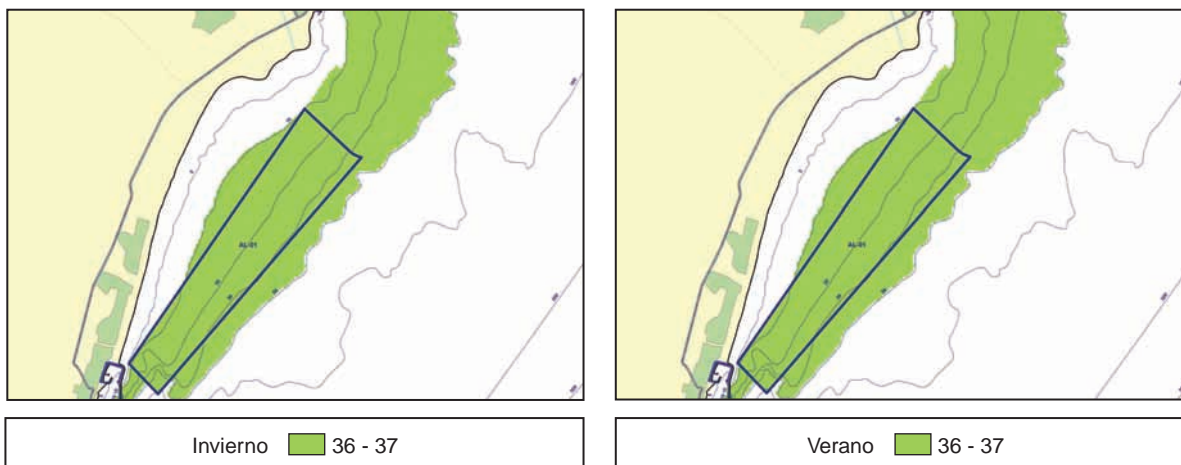


Figura 4.1-24 Valores de salinidad superficial del agua obtenidos en las campañas de invierno y verano.

Dado que en la zona AL-1, los gradientes de temperatura son muy marcados en el mes de agosto, esta circunstancia influye sobre los incrementos de densidad, facilitando de este modo la aparición de picnoclinas. En esta zona en concreto, los fuertes gradientes de salinidad que se produce en los primeros metros favorece la formación de haloclinas que coinciden en este caso con las profundidades donde se ha detectado la termoclina.

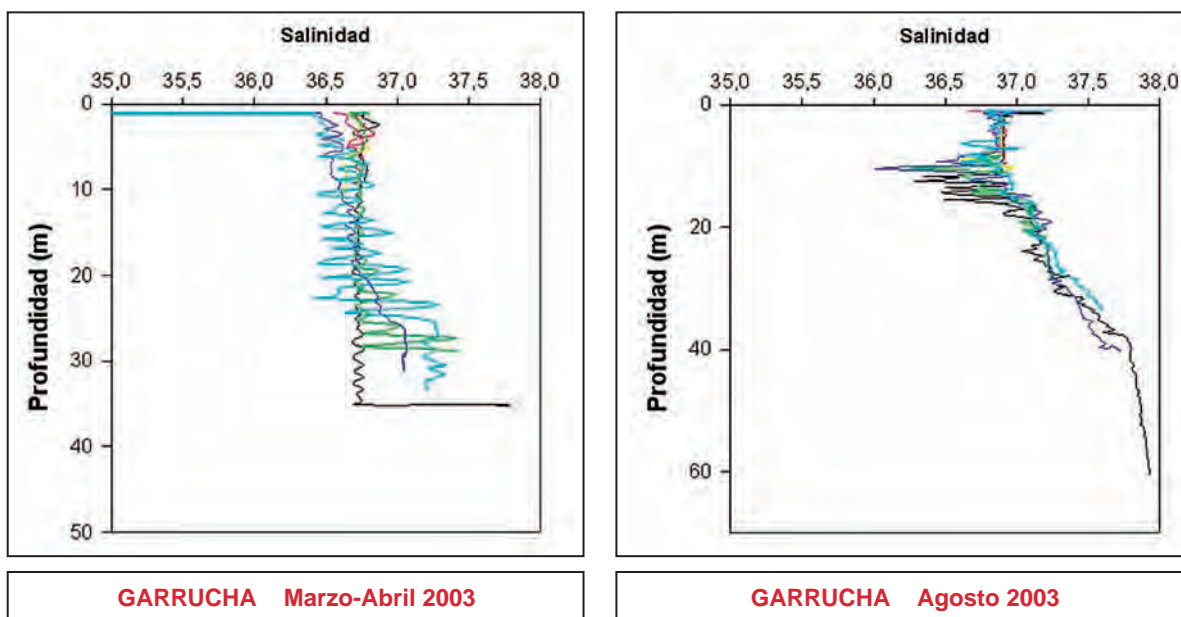


Figura 4.1-25 Perfiles de salinidad para las distintas estaciones de la zona de estudio AL01.

Todo esto indica que en la columna de agua, los movimientos de difusión de nutrientes se ven dificultados por la aparición de estas estratificaciones, verdadera barrera para estos fenómenos.

– **Clorofila-a**

En la zona AL-1, para los dos muestreos realizados no se llegan a sobrepasar el valor 0,8 u.a, siendo los valores de marzo más elevados que los que se registraron en agosto, como también se comprueba a partir de los promedios mensuales de los datos de satélite (Figura 4.1-23), donde se observa que al aumentar la temperatura disminuye la concentración de clorofila.

En las Figuras 4.1-26 y 4.1-27 se muestran los valores de fluorescencia superficial oceánica obtenidos en ambos muestreos. Los resultados indican una mayor homogeneidad de la columna de agua en los meses invernales que hace que pueda llegar más cantidad de nutrientes a la zona fótica favoreciendo el aumento de los organismos fotosintéticos.

Observando los valores de clorofila en superficie y fondo para cada una de las estaciones (Figura 4.1-28), se puede apreciar como existe una diferencia entre los meses de marzo y agosto. En agosto se produce una mayor concentración

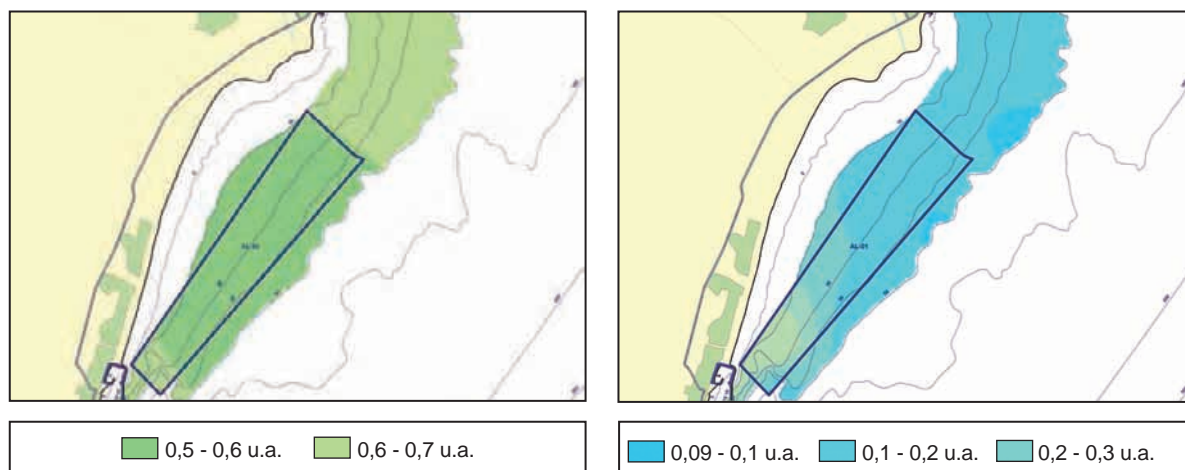


Figura 4.1-26 Valores de Fluorescencia superficial del agua obtenidos en la campaña de invierno.

Figura 4.1-27 Valores de Fluorescencia superficial del agua obtenidos en la campaña de verano.

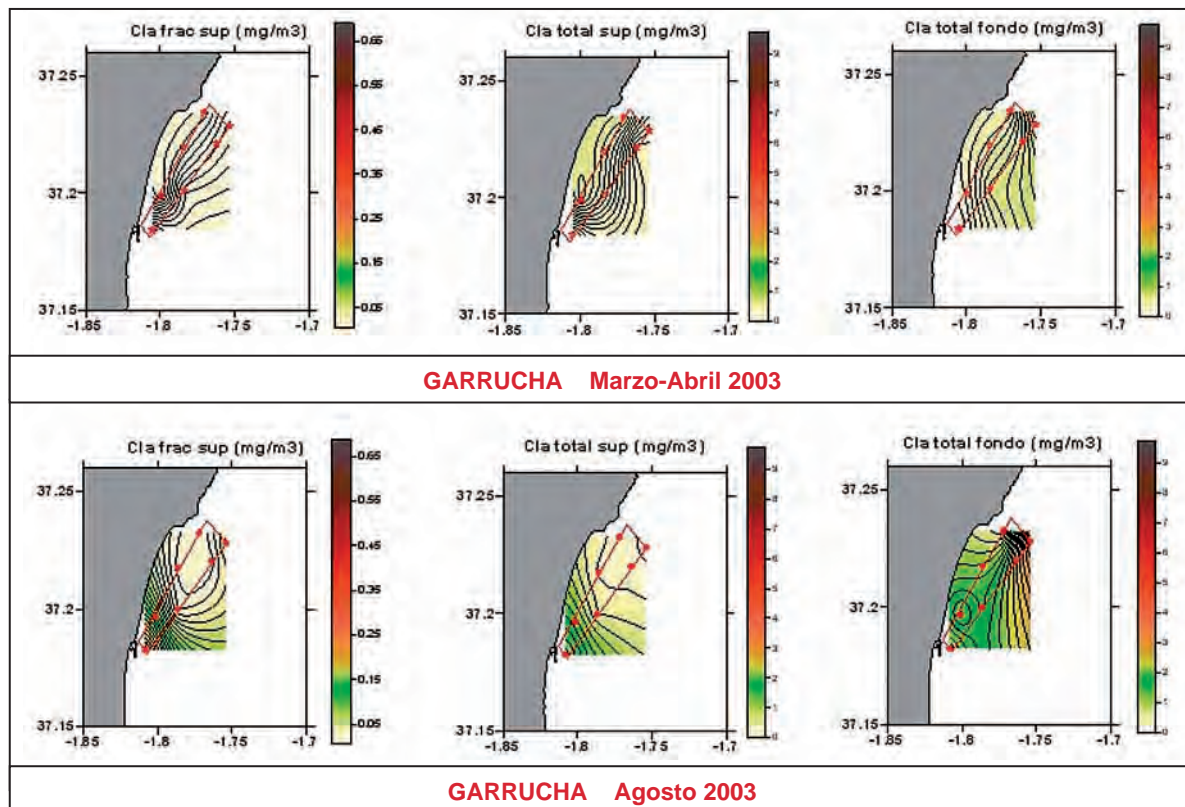


Figura 4.1-28 Clorofila-a en superficie y fondo para la zona de Garrucha en los dos muestreos realizados.

de clorofila en fondo que en superficie, mientras que en el mes de marzo las concentraciones son similares tanto en superficie como en fondo, probablemente debido al fenómeno de estratificación que se produce en la época veraniega.

La formación de la pycnoclina favorece la dificultad de difusión de nutrientes hacia zonas superficiales. En estas zonas superficiales, donde se dan las condiciones más adecuadas de luz, los organismos que allí se encuentran agotan rápidamente los nutrientes disminuyendo su población por esta limitación.

En zonas de fondos poco profundos, como ocurre en el área estudiada, donde aún llega suficiente luz para realizar fotosíntesis, los nutrientes se encuentran presentes en mayor cantidad y es por ello que la concentración de individuos puede crecer con respecto a los valores superficiales.

Con todo ello, los valores obtenidos en los dos muestreos realizados no superan en ningún caso los 4 mg/m^3 . Todos estos datos son corroborados por los perfiles de fluorescencia obtenidos en el mes de agosto (Figura 4.1-29), donde se observa como la fluorescencia va aumentando al aumentar la profundidad volviendo nuevamente a decrecer a profundidades superiores a los 30 m.

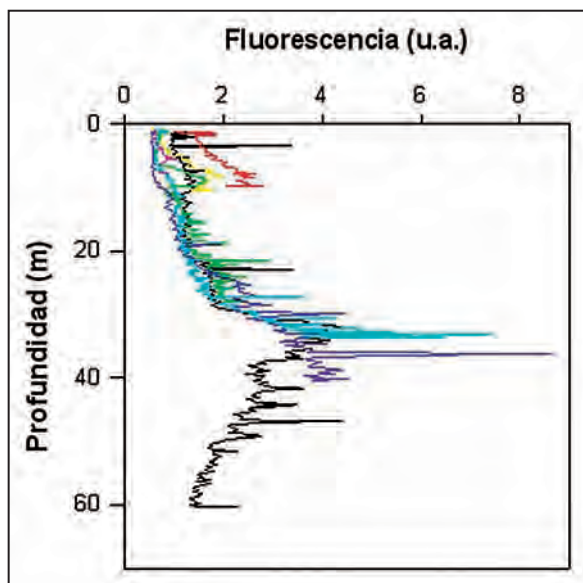
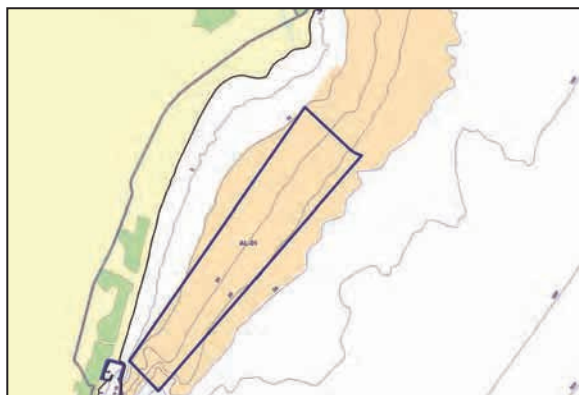


Figura 4.1-29 Perfil de fluorescencia para las estaciones muestreadas en Garrucha (agosto de 2003).

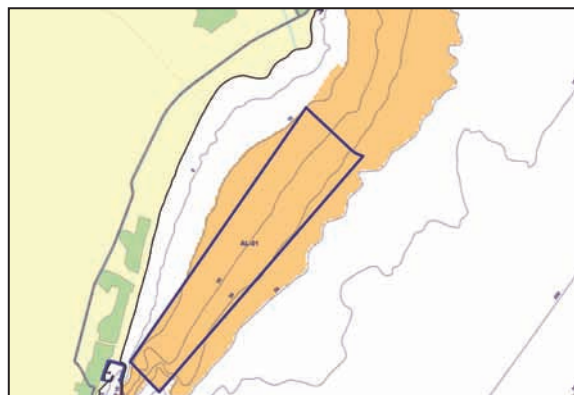
– Sólidos en suspensión

Los valores obtenidos en agosto para este parámetro son muy superiores en el muestreo realizado en verano respecto a los resultados de invierno.

En el mes de marzo (Figura 4.1-30), los valores de atenuación obtenidos varían entre $0,35 \text{ m}^{-1}$ de mínima y $0,44 \text{ m}^{-1}$ de valor máximo, siendo el coeficiente de atenuación medio para toda la zona de $0,37 \text{ m}^{-1}$.



Invierno 0 - 1 (1/m)



Verano 1 - 2 (1/m)

Figura 4.1-30 Valores del coeficiente de atenuación para la estimación de los sólidos en suspensión superficiales obtenidos en la campaña de invierno.

Figura 4.1-31 Valores del coeficiente de atenuación para la estimación de los sólidos en suspensión superficiales obtenidos en la campaña de verano.

El coeficiente de atenuación en el mes de agosto presenta un valor mínimo de $1,13 \text{ m}^{-1}$ y $1,27 \text{ m}^{-1}$ de máxima, siendo el valor medio para la zona de $1,21 \text{ m}^{-1}$, valores que dan idea de la diferencia existente entre la estación invernal y el verano.

En el mes de agosto (Figura 4.1-31) se detectó con una concentración elevada de materia orgánica en superficie en esta zona, aunque sus valores no van a sobrepasar en conjunto los 54 mg/l antes mencionados.

El aumento de sólidos en época veraniega queda también puesto de manifiesto en el estudio que de manera puntual se realizó en cada una de las estaciones de muestreo de esta zona (figura 4.1-32).

Se puede observar como en agosto se llegan a registrar valores próximos a 54 mg/l en la zona de mayor concentración, mientras que en marzo estos valores no superan en ninguna de las zonas los 38 mg/l .

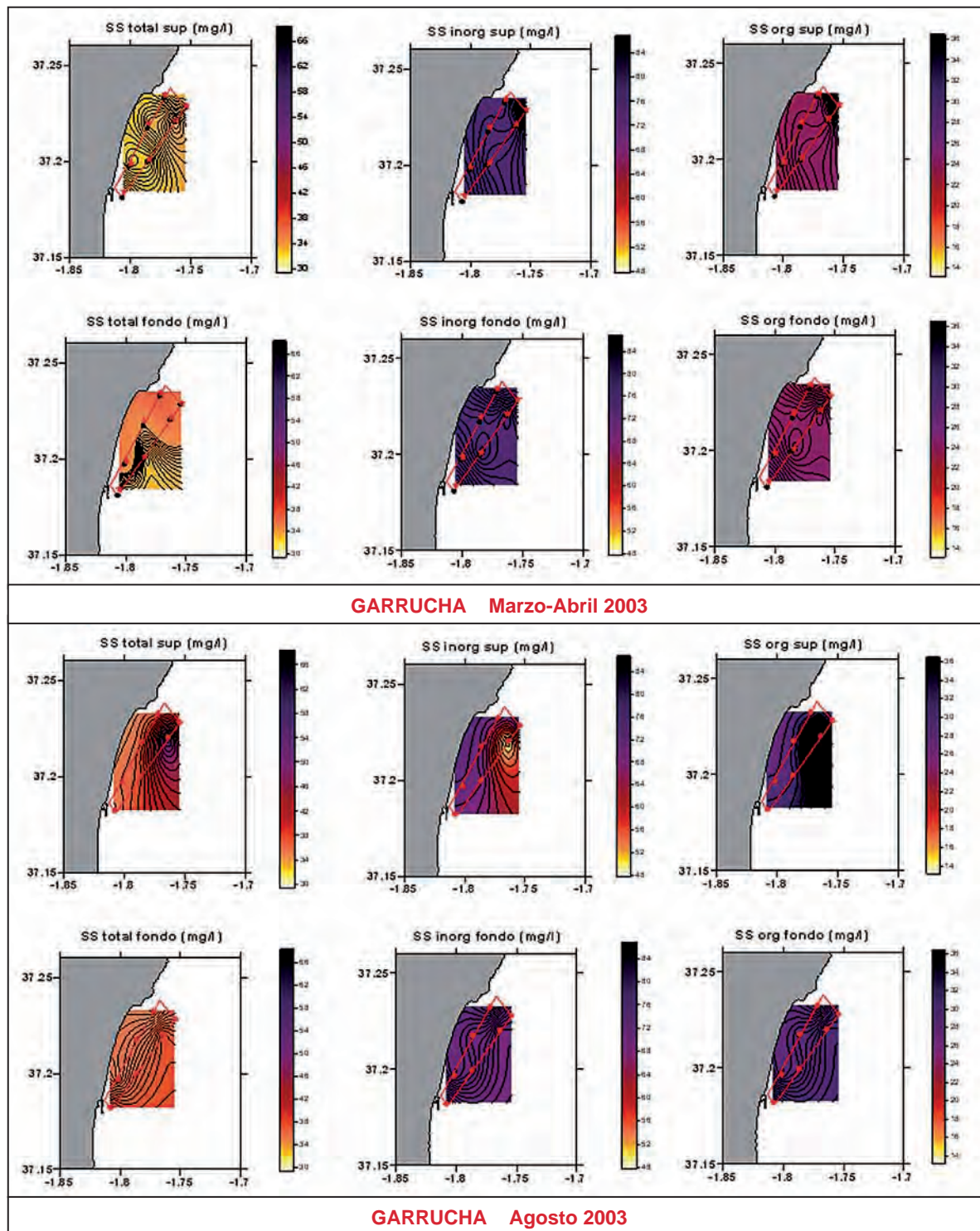


Figura 4.1-32 Sólidos en suspensión en superficie y fondo para la zona de Garrucha en los dos muestreos realizados.

En el mes de marzo existe poca diferencia entre la concentración en fondo y la de superficie, dándose los porcentajes mayores para las concentraciones de materia inorgánica tanto en superficie como en fondo.

– Oxígeno

El muestreo en continua de la zona en ningún momento registró concentraciones de oxígeno disuelto superficial inferiores a 6 mg/l.

El estudio de la columna de agua (Figura 4.1-33), muestra como el máximo de oxígeno crece en profundidad hasta una cota máxima en algunas estaciones de 30 m. Esto coincide con los valores de fluorescencia obtenidos en esos mismos puntos. Es lógico pensar que un aumento de la producción primaria a esta profundidad produce debido a la fotosíntesis una mayor cantidad de oxígeno de la que es consumida por respiración, dándose por tanto un aumento en los niveles de oxígeno a estas profundidades.

Con todos los resultados obtenidos en referencia a la calidad del agua en la Zona AL-01, se pueden realizar las siguientes consideraciones:

1. En el caso de la temperatura el rango óptimo se fija entre 20 y 30 °C, por debajo de 20 °C se ralentiza el crecimiento (Manzano Harriero y col., 2002). Otros autores como Borja y col. (2000), consideran como temperatura óptima, para aguas como la mediterránea, la comprendida entre 12 y 24 °C considerando valores poco adecuados todos los que sean menores de 8 °C. A partir de la evolución de la temperatura a lo largo del año, se comprueba que los valores en verano no superan los 24 °C y en invierno no son inferiores a 13 °C, y por tanto, en la zona AL-01 se dan unas buenas condiciones de temperatura para permitir la instalación de cultivos marinos.
2. La salinidad también presentó valores adecuados para el desarrollo de cultivos marinos, ya que los valores estuvieron alrededor de 37 ups, no detectándose grandes fluctuaciones en la zona. Esto hace que no se esperen alteraciones que puedan afectar a las especies que se pretende cultivar, cuyas características eurihalinas les otorgan un margen más amplio de tolerancia.
3. Los valores de clorofila encontrados también están muy por debajo de los 15 µg/l, valor a partir del cual, los organismos fotosintéticos se encuentran en una concentración que podría ser perjudicial para el cultivo.
4. El nivel de sólidos en suspensión alcanza valores máximos no superiores a 54 mg/l, concentraciones que están dentro de los rangos propios de este tipo de masas de agua. En zonas como el saco interno de la Bahía de Cádiz, pueden llegar a obtener hasta 500 mg/l.
5. Los valores medios de oxígeno disuelto oscilaron entre los 6 mg/l, no llegando en ninguna estación a ser inferiores a 4mg/l, por tanto en el caso más desfavorable siempre presentó valores superiores al considerado como valor mínimo crítico.

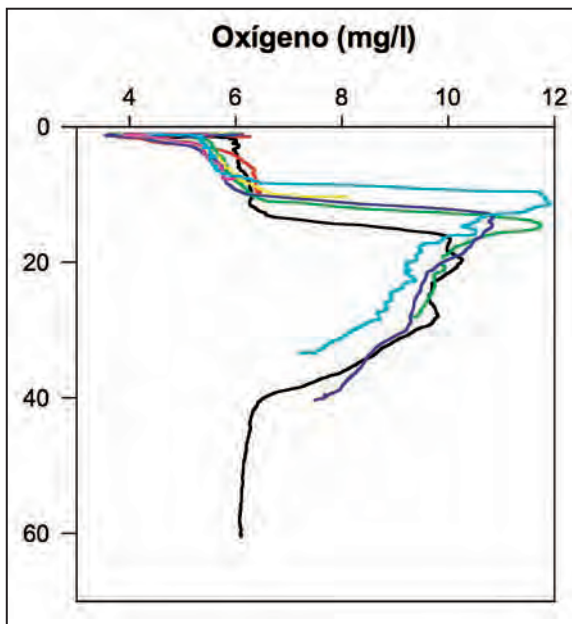


Figura 4.1-33 Oxígeno disuelto en la columna de agua medido en las diferentes estaciones de muestreo (agosto 2003).

A partir de los resultados obtenidos, e integrando el índice de calidad con las distintas variables, podemos concluir que la zona AL-01, presenta un grado de interés alto, puesto que se han obtenido valores interesantes para el desarrollo de la acuicultura en mar abierto (Figura 4.1-34).

Finalmente, la valoración del grado de interés de la zona AL-01 desde el punto de vista de la acuicultura es la que se representa en la Figura 4.1-35, obteniéndose un grado de interés alto para toda la zona.

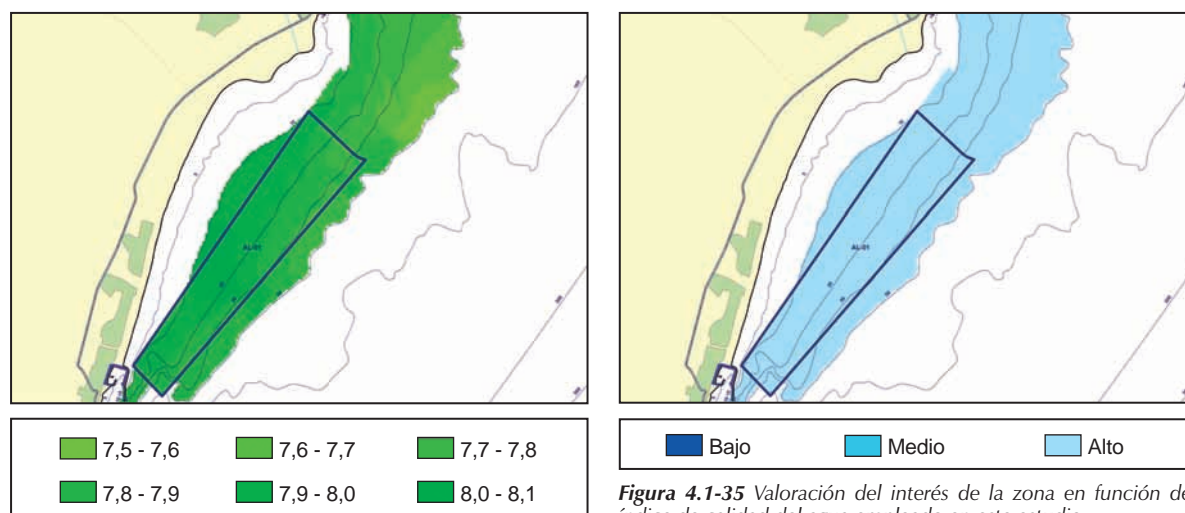


Figura 4.1-34 Valores del Índice de Calidad de Agua obtenidos para la zona de Garrucha (AL-01).

Figura 4.1-35 Valoración del interés de la zona en función del índice de calidad del agua empleado en este estudio.

4.1.3.4.2 Condiciones sanitarias.

El área estudiada se corresponde casi en su totalidad con la zona de producción AND 1-44, si bien también incluye una pequeña extensión de la zona AND 1-43 (Figura 4.1-36).

- Contaminación bacteriana:

Los resultados microbiológicos obtenidos en el control sanitario de esta zona durante los años 2000, 2001 y 2002 (Tabla 4.1-7) indican que la zona AND 1-43 posee una buena calidad sanitaria, no habiéndose detectado en el mismo mes a lo largo de los tres años, valores microbiológicos superiores a los recomendados.

La zona AND 1-44 es la que presenta alguna contaminación microbiológica a partir del año 2001 donde se detectó en dos meses contaminación microbiológica en la especie chirla y en cuatro meses en el año 2000 en la especie coquina con índices de contaminación microbiológica superiores a los permitidos para su consumo.

No obstante, a partir de todos los datos, no se puede decir que el área posea un riesgo de contaminación microbiológica que pueda resultar negativo para el desarrollo de los cultivos marinos.

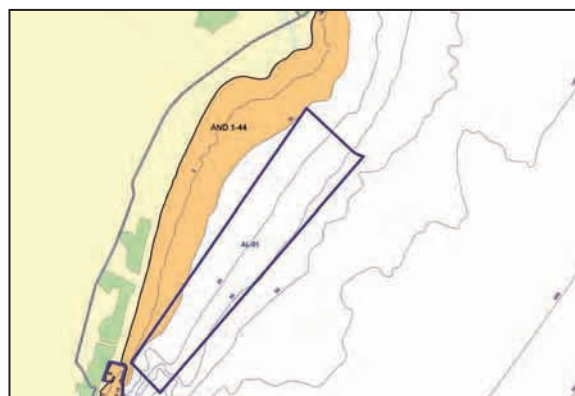


Figura 4.1-36 Zonas de producción coincidentes con el área estudiada (AL-01).

Zona AND 1-43												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000												
2001												
2002												

Zona AND 1-44												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000												
2001		■	■									
2002				■			■				■	

■ Coliformes fécales y E. Coli por encima del límite ■ Presencia de Salmonella

Tabla 4.1-7 Meses en los que los análisis del control sanitario han dado valores de contaminación microbiológica superiores a los permitidos en los años 2000 a 2002.

- Contaminación por toxinas:

Con respecto a la contaminación por toxinas (DSP, PSP y ASP) durante estos años, los resultados obtenidos han sido los que se recogen en la Tabla 4.1-8, en la que se puede observar cómo únicamente se ha detectado contaminación por toxinas en el año 2000 en la zona AND-44.

Zona AND 1-43												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000												
2001												
2002												

Zona AND 1-44 (chirla/coquina)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000	■	■	■	■								
2001												
2002												

■ DSP ■ PSP ■ ASP

Tabla 4.1-8 Meses en los que los análisis del control sanitario han dado valores de contaminación por toxinas superiores a los permitidos en los años 2000 a 2002.

En general, se puede concluir que la zona AL-01 posee una buena calidad sanitaria de sus aguas, que únicamente se ve empeorada por fenómenos puntuales.

4.1.4 Caracterización bionómica.

Los fondos marinos encontrados en la zona AL-1 carecen de relieves significativos, presentando una pendiente suave, y estando cubiertos en su totalidad por materiales blandos (arena y fango). La distribución de las biocenosis sigue un patrón determinado por la profundidad, y estrechamente ligado a ella, la penetración de la luz. Por otra parte, la presencia de sedimentos de diferentes distribuciones de tamaños de grano condiciona igualmente el tipo de comunidad presente en cada punto de muestreo, siendo cuatro las biocenosis detectadas en esta zona (Figura 4.1-37):

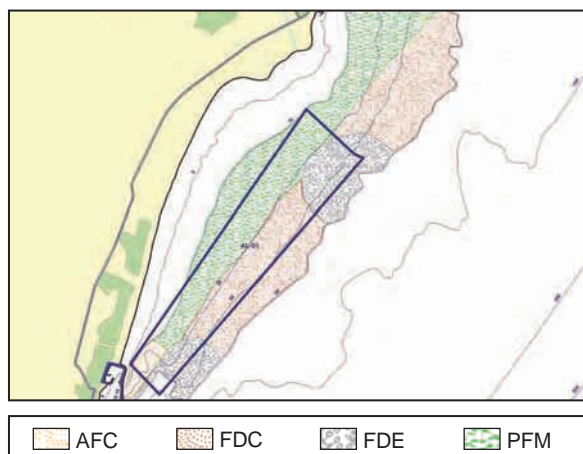


Figura 4.1-37 Tipo de comunidades detectadas en la zona. Los puntos señalan las estaciones de muestreo. AFC = biocenosis de arenas finas bien calibradas; FDC = biocenosis de fondos detriticos costeros; FDE = Biocenosis de fondos detriticos enfangados; PFM = praderas de fanerogamas marinas.

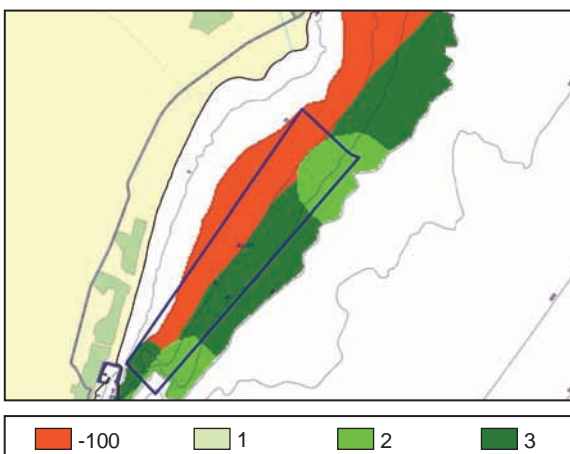


Figura 4.1-38 Valoración en función del tipo de comunidad.

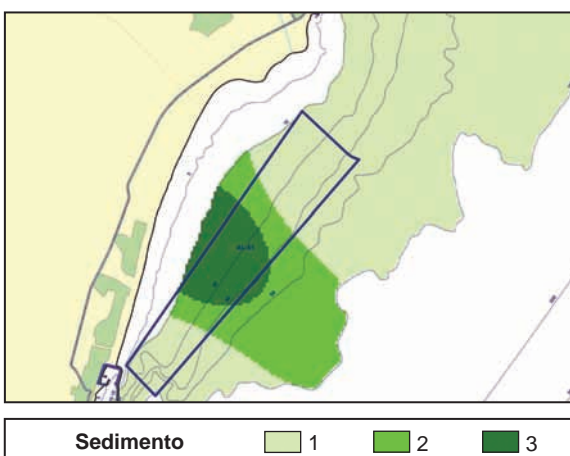
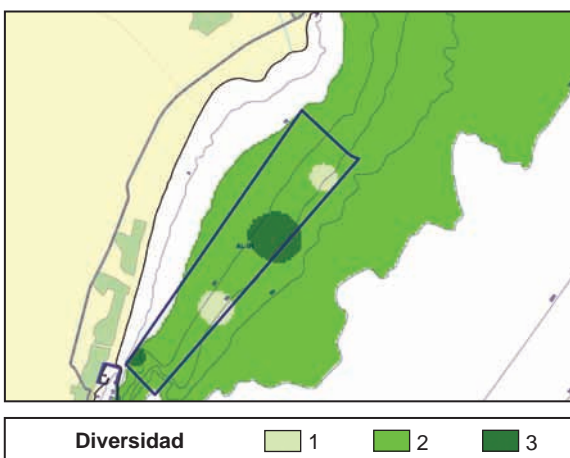
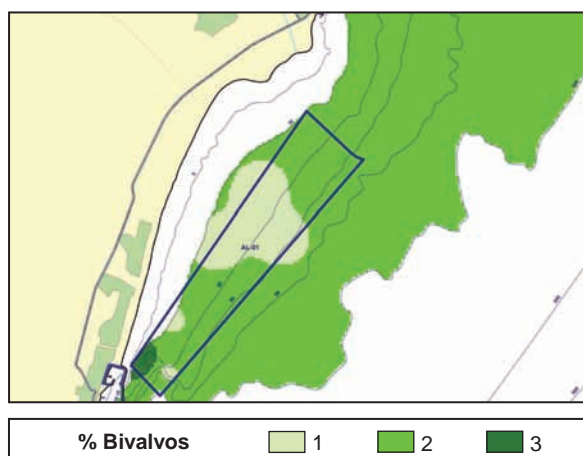
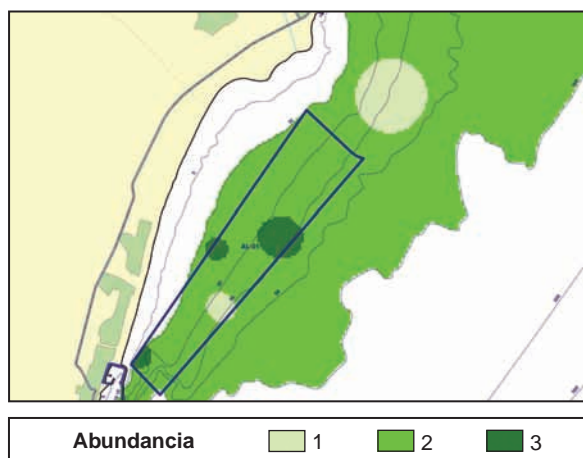


Figura 4.1-39 Valores obtenidos para los restantes factores considerados en la valoración de la zona según sus características bionómicas.

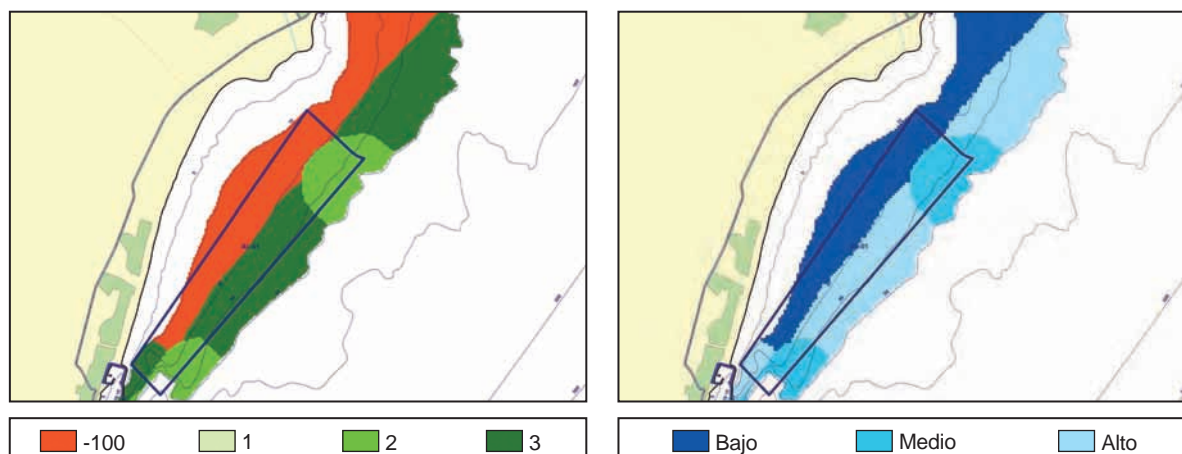


Figura 4.1-40 Índice de calidad de la zona AL-01 en función de la bionomía.

Figura 4.1-41 Valoración del interés de la zona en función de las características bionómicas.

- **Biocenosis de arenas finas bien calibradas (AFC):** Presente en el extremo SW del polígono, en la zona más cercana al puerto y la playa de Garrucha. La muestra se tomó a una profundidad de 15 m., mostrando una escasa abundancia y diversidad, y sin denotar la presencia de bancos de moluscos de densidad significativa.
- **Praderas de fanerógamas marinas (PFM):** Se ha detectado la presencia de *Cymodocea nodosa* en todos los puntos muestreados por debajo de los 20 m. de profundidad. En ninguno de los casos se han observado densidades altas de esta fanerógama, mostrando asimismo valores escasos de abundancia y diversidad de otros organismos.
- **Biocenosis de fondos detríticos costeros (FDC):** Presente en la zona más profunda del polígono (32-37 m.), donde el fondo adquiere más pendiente y comienza a mostrar una topografía acaravada. Ofiuras, anélidos y pequeños crustáceos conforman la fauna predominante, frente a una total ausencia de flora.
- **Biocenosis de fondos detríticos enfangados (FDE):** Aparecen como transición entre los dos tipos anteriores, por lo que su límite superior coincide con los 20 m. de profundidad. Bivalvos y sobre todo anélidos, predominan como fauna, siendo la flora inexistente.

Los valores obtenidos para su inclusión en el índice final, por lo que respecta a los tipos de comunidad existentes son los que se representan en la Figura 4.1-38.

En la Figura 4.1-39 se incluyen las valoraciones obtenidas para cada uno de las características restantes asociadas a la bionomía según el índice de calidad descrito en el apartado de metodología.

Con estas valoraciones, aplicando la ecuación descrita en la metodología, se obtiene el resultado del índice definido para la valoración de la bionomía, que se representa en la Figura 4.1-40.

Se puede comprobar que el valor del índice está fuertemente influenciado por el tipo de comunidades existentes en la zona, de forma que la valoración representada en la Figura 4.1-38, y la obtenida para el índice son prácticamente coincidentes. Finalmente, una reclasificación de estos valores obtenidos nos da la valoración final del grado de interés del área en función de la bionomía existente en la zona AL-01 (Figura 4.1-41).

Tal y como se observa en la Figura 4.1-41, desde el punto de vista bionómico, el interés de la zona es bajo en profundidades comprendidas entre 10 y 20 m y medio a partir de aquí. Este hecho es consecuencia fundamentalmente de la existencia de una pradera de *Cymodocea nodosa* en esta franja batimétrica

4.1.5 Caracterización del sector pesquero.

Por lo que respecta al sector pesquero de la zona, en las proximidades del polígono estudiado se encuentra el caladero conocido tradicionalmente como *Fondos de Villaricos y Palomares – Canto Verín – Canto Pote y Canto Nuevo*, situado a unos 9,5 km de la zona.

Las principales especies capturadas en este caladero son:

- **Peces:** Cherna, cazón, caballa, jurel, pez espada, mero, bonito, melva, atún, lecha, salmonete, breca y pargo.
- **Moluscos:** Jibia y pulpo

Las artes utilizadas en este caladero son jibiera, bonitera, traña, trasmallo, bigotera y palangre.

En la zona se encuentra el Puerto Pesquero de Garrucha, ubicado en la población del mismo nombre, pertenece al distrito marítimo de Garrucha y depende administrativamente de la Junta de Andalucía, y gestionado por la Empresa Pública de Puertos de Andalucía (EPPA.) Se encuentra situado a una distancia de unos 4 km del centro de la zona de estudio y sus características son las siguientes:

PUERTO PESQUERO DE GARRUCHA		
Latitud	37° 10' 48,4" N	Servicios al sector pesquero: - Fabrica de hielo - Cámaras frigoríficas - Varadero
Longitud	1° 48' 55,2" W	
Calado en la bocana (B.M.V.E.)	9,50	
Longitud del muelle (m.)	250	
Superficie total zona de servicio (m ² .)	152.568	
Superficie total locales (m ²)	1.492,74	
Superficie total de la lonja (m ² .)	716	

Tabla 4.1-9 Características técnicas del puerto pesquero de garrucha.

La flota pesquera que opera en la zona está formada por 62 embarcaciones que desplazan 1203,3 TRB. La mayor parte de la flota se dedica a artes menores (35 embarcaciones) pero también hay 18 arrastreros, 1 cerquero y 2 que se dedican al palangre (1 de fondo y otro de superficie).

Las especies de mayor importancia en las capturas según los datos de la lonja del puerto, son las gambas, pulpos, melvas y caballas. El volumen de pesca desembarcada se acerca a las 795 Tm, de las cuales unas 600 Tm corresponden a peces, 147 Tm a crustáceos y unas 48 Tm a moluscos.

Así pues, desde el punto de vista de la compatibilidad entre la acuicultura y las actividades pesqueras, la zona AL-01 presenta un interés medio debido a la presencia de una importante flota pesquera en las zonas próximas.

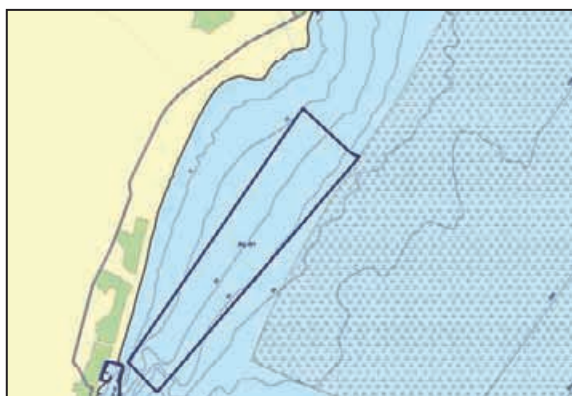


Figura 4.1-42 Localización del caladero y puerto pesquero cercanos a la zona de estudio.

4.1.6 Valoración final.

4.1.6.1 Estudio del medio físico.

Tras el análisis de los resultados se puede concluir que la zona AL-01 (Garrucha) presenta unas buenas condiciones climáticas por cuanto la frecuencia e intensidad de los vientos no es elevada y la frecuencia de temporales es baja.

El perfil batimétrico, si bien es acusado en la zona sur del área, presenta en el resto una buena extensión en la franja comprendida entre 20 y los 50 m, profundidad considerada como la más adecuada para la ubicación de instalaciones acuícolas.

Los valores de corriente son aceptables, ya que en los registros obtenidos a lo largo del estudio no se superan los 14 cm/s, favoreciéndose de esta manera la dispersión y renovación de las aguas, sin que las estructuras de cultivo se vean amenazadas. El oleaje determinado para la zona no es elevado aunque ocasionalmente puede resultar peligroso por lo expuesto de la zona.

Sin embargo, la existencia en el área estudiada de lugares de interés comunitario y praderas de fanerógamas marinas que pudieran verse afectadas potencialmente por la dispersión de posibles partículas contaminantes procedentes de las nuevas instalaciones, hace que la valoración final de la zona se vea muy condicionada por este factor.

El sustrato existente es adecuado para el fondeo de instalaciones, detectándose sobre el fondo la presencia de biocenosis de interés que habría que tener en cuenta a la hora de elegir un lugar donde ubicar nuevas instalaciones.

La calidad físico-química del agua es en general buena, exceptuando el amplio rango de variación de la temperatura superficial, con temperaturas bastante elevadas en verano, si bien no se han detectado valores críticos que pudieran suponer un riesgo cierto para un cultivo. La calidad sanitaria del agua es aceptable, no detectándose fenómenos de contaminación microbiológica que puedan resultar perjudiciales para el cultivo o nocivos para el consumo humano.

El sector pesquero de la zona actúa normalmente fuera del área de interés. Es un sector económico relativamente importante en la zona, con un total de 62 embarcaciones entre pesca tradicional y de altura. A la hora de ubicar nuevas instalaciones acuícolas, resultaría conveniente localizar zonas de ubicación que no interfieran con este sector.

Con los resultados obtenidos para cada uno de los parámetros considerados, se ha realizado una valoración de la zona AL-01, a partir de la integración de todos los datos analizados, siendo el resultado el que se representa en la figura 4.1-43.

4.1.6.2 Integración entre la valoración del medio físico y la valoración del ámbito administrativo.

La integración de los resultados obtenidos en la valoración del ámbito administrativo, con la valoración del medio físico, da como resultados que el 100% del área del polígono estudiado presenta en esta zona un grado de interés bajo (Plano 1), consecuencia de la existencia de praderas de fanerógamas y lugares de interés comunitario que ocupan la práctica totalidad de la superficie caracterizada.

El desarrollo de los planes de ordenación de estos lugares de interés comunitario, puede suponer una variación en el grado de interés de esta zona, en función del mayor o menor grado de protección que se les otorgue, lo que puede resultar un factor condicionante a la hora de ubicar nuevas instalaciones en la zona.

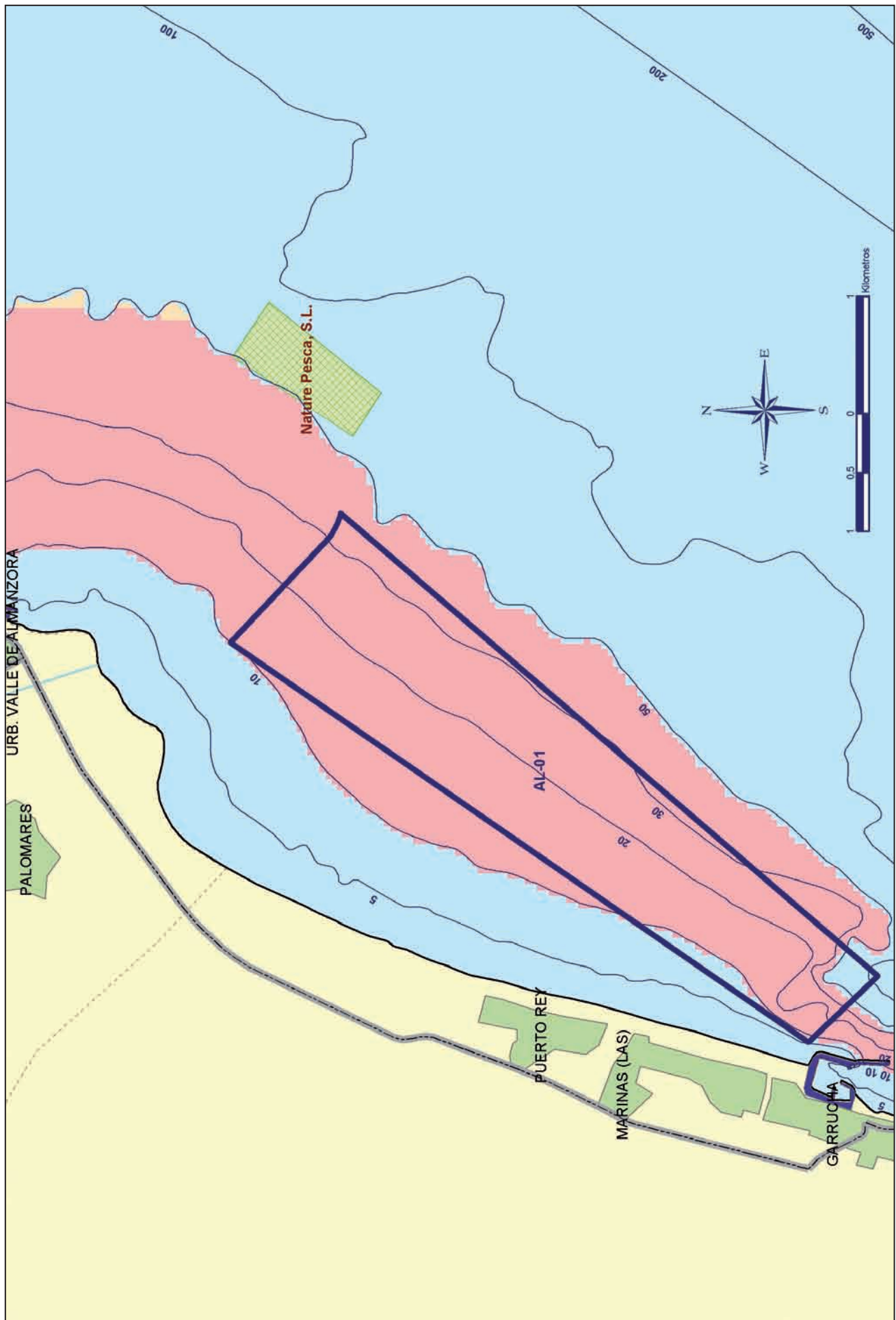
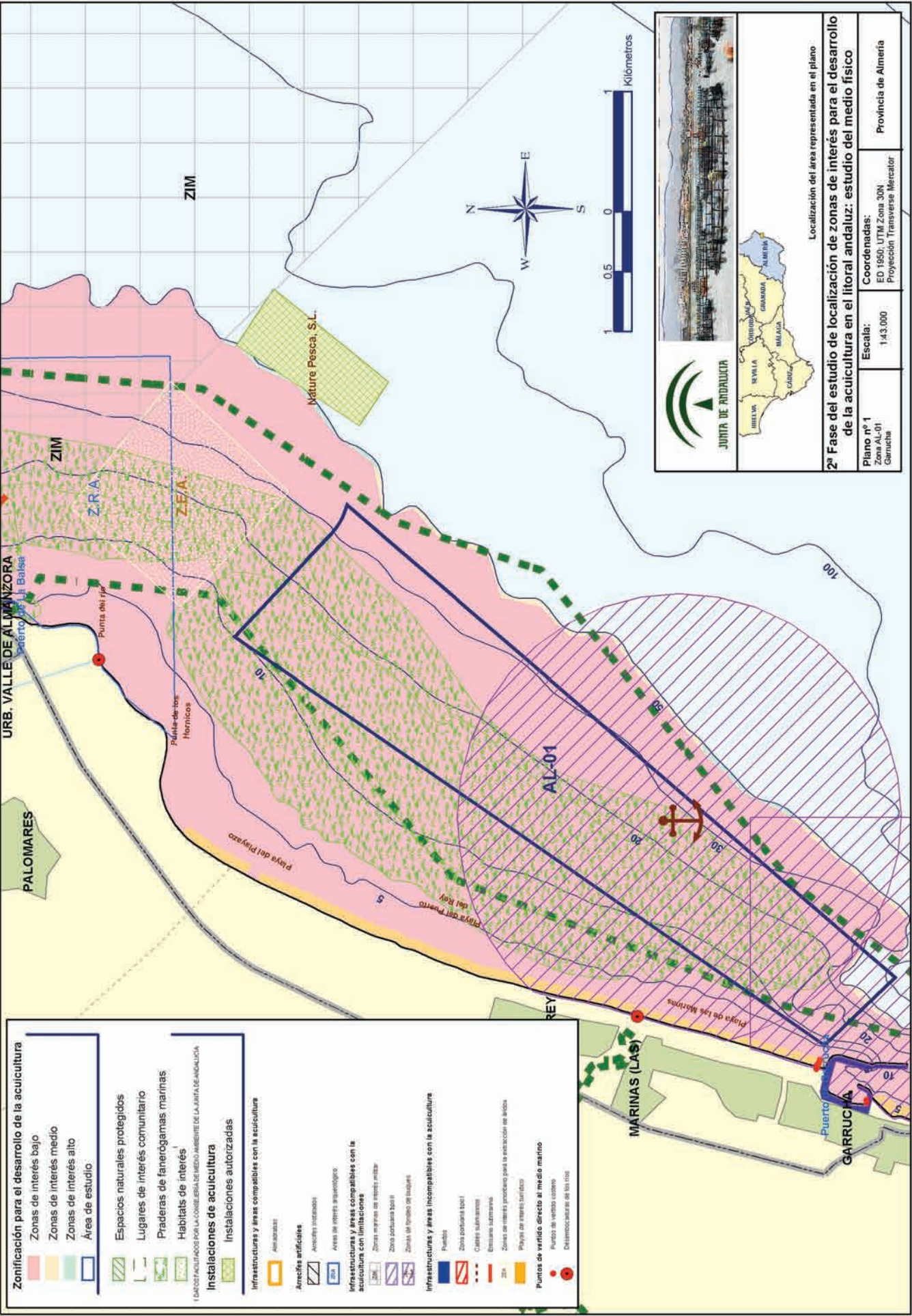


Figura 4.1-43 Valoración final en función de los resultados de la 2ª fase

Grado de interés	Bajo	Medio	Alto
			



Zonificación para el desarrollo de la acuicultura

- Zonas de interés bajo
- Zonas de interés medio
- Zonas de interés alto
- Área de estudio

Espacios naturales protegidos
 Lugares de interés comunitario
 Praderas de fanerógamas marinas
 Habitats de interés

INICIATIVA FINANCIADA POR LA COMISIÓN EUROPEA MEDIANTE EL FONDO DE AJUDA DE INICIATIVA

Instalaciones de acuicultura

Instalaciones autorizadas

Infraestructuras y áreas compatibles con la acuicultura

Arrecifes artificiales

Infraestructuras y áreas compatibles con la acuicultura con limitaciones

Infraestructuras y áreas incompatibles con la acuicultura

Puntos de vertido directo al medio marino

Localización del área representada en el plano

2ª Fase del estudio de localización de zonas de interés para el desarrollo de la acuicultura en el litoral andaluz: estudio del medio físico

Plano nº 1
Zona AL-01
Garrucha

Escala: 1:43.000

Coordenadas:
ED 1950; UTM.Zona 30N
Proyección Transversa Mercator

Provincia de Almería

JUNTA DE ANDALUCÍA

Mapa de Andalucía con la zona de estudio resaltada.

Foto aérea de la zona de estudio.



4.2

ZONA AL-02 (CARBONERAS)



El área considerada se corresponde con el término municipal de Carboneras, y abarca el tramo de costa comprendido entre la Playa de los Muertos y la Playa de la Galera.

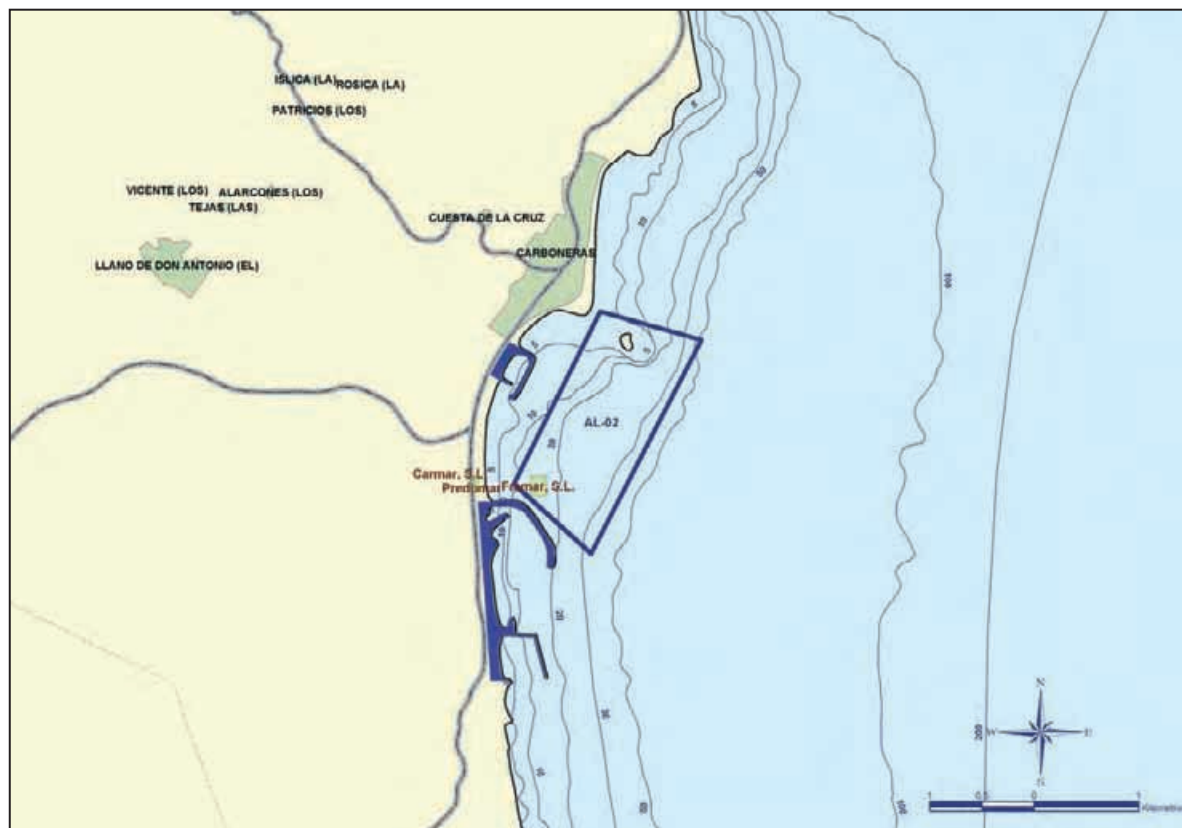


Figura 4.2-1 Zona AL-02 (Carboneras) y polígono estudiado.

Los trabajos en esta zona se centraron sobre el polígono situado frente al puerto pesquero de Carboneras, con profundidades comprendidas entre los 5 y los 50 m con una superficie total aproximada de 202 hectáreas (Figura 4.2-1).

4.2.1. Compatibilidad administrativa de la zona.

El polígono se encuentra situado frente al puerto de Carboneras, en una zona portuaria de tipo II, que resulta compatible con la actividad acuícola aunque con ciertas limitaciones. De hecho en esta zona se encuentran en funcionamiento unas instalaciones pertenecientes a la empresa Framar S.L.

Al sur del polígono se encuentra una zona de extracción de áridos y el límite del Parque Natural de Cabo de Gata Níjar. En el norte del polígono se encuentran dos zonas de interés comunitario, la conocida como "Islote de San Andrés" (frente al puerto de Carboneras y dentro del área de estudio) declarada Monumento Natural por la Junta de Andalucía y la zona denominada "Fondos Marinos del Levante Almeriense". En la zona entre el puerto de carboneras y la población existe una playa considerada de interés turístico (Playa de los Barquicos) al final de la cual vierte un emisario. (Figura 4.2-3) (Ver página 95).

Cabe destacar en esta zona la cercanía del puerto de Carboneras con el área estudiada, lo que supone un factor positivo a la hora de situar nuevas instalaciones. Existe además en la zona, un área de interés arqueológico y en la parte Sur, comienza el Parque Natural de Cabo de Gata Níjar.

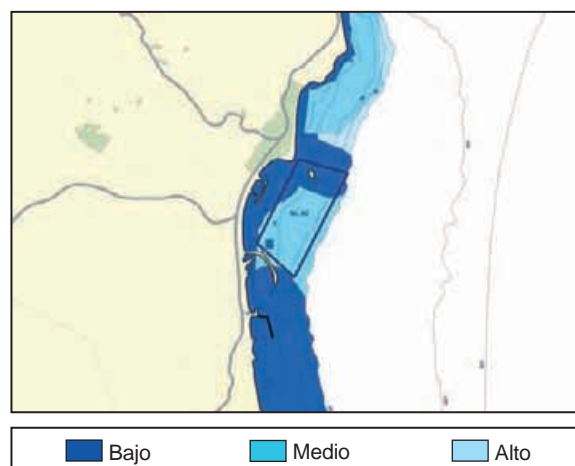


Figura 4.2-2 Valoración del interés de la zona AL-02 atendiendo a la compatibilidad con los usos administrativos.

La mayor parte del área no es compatible con la acuicultura desde el punto de vista administrativo, o lo es con limitaciones, quedando únicamente una pequeña franja al norte del área y a profundidades cercanas a los 50 m como compatible. Con estas características, la valoración del interés que presenta la zona para el desarrollo de la acuicultura desde el punto de vista de su compatibilidad con los usos existentes, queda representada en la Figura 4.2-2.

4.2.2. Caracterización climatológica.

Con los datos obtenidos de la estación Agroclimática de Cuevas de Almanzora, se puede caracterizar el clima existente en la zona de estudio como un clima seco y caluroso con escasa pluviosidad y que según la clasificación climática de Köppen se correspondería con un clima **BWh**, considerado ya como un clima desértico.

El análisis de las series históricas diarias de los años 2001 a 2003, indica que la temperatura media mensual en la zona, es superior a los 11 °C durante todo el año y la temperatura media mínima se produce en enero, siendo superior a 5 °C (Figura 4.2-4).

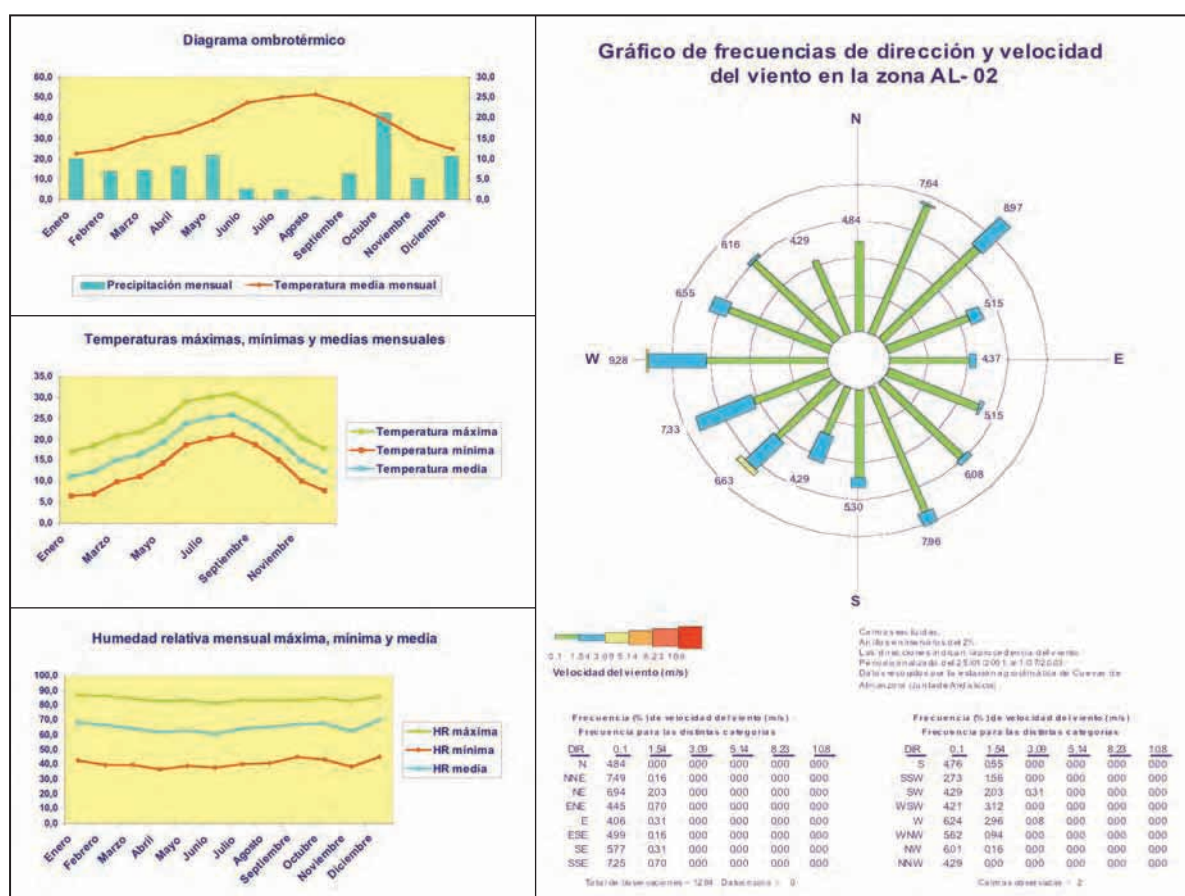


Figura 4.2-4 Caracterización climatológica de la zona estudiada (AL-02).

La precipitación total es muy escasa (no llega a los 190 mm anuales), siendo la de los 6 meses más cálidos (86,6 mm) similar a la de los 6 meses más fríos (95,2 mm) y no superando, en ningún caso, los 100 mm. El mes de mayor precipitación en los años analizados, ha resultado ser octubre, que presenta precipitaciones cercanas a los 45 mm. Los valores de humedad relativa mensual, mínima, media y máxima se mantienen bastante constantes durante todo el año, oscilando en torno al 40,5%, 65% y 84% respectivamente.

Con respecto al régimen de vientos, los vientos predominantes son los procedentes del Oeste y Oeste-Suroeste junto con los vientos del Noreste y Norte-Noreste, destacando también en frecuencia los vientos del Sur-Sureste. Asimismo, la intensidad de los vientos de poniente es en general superior a la de los de levante (Figura 4.2-4).

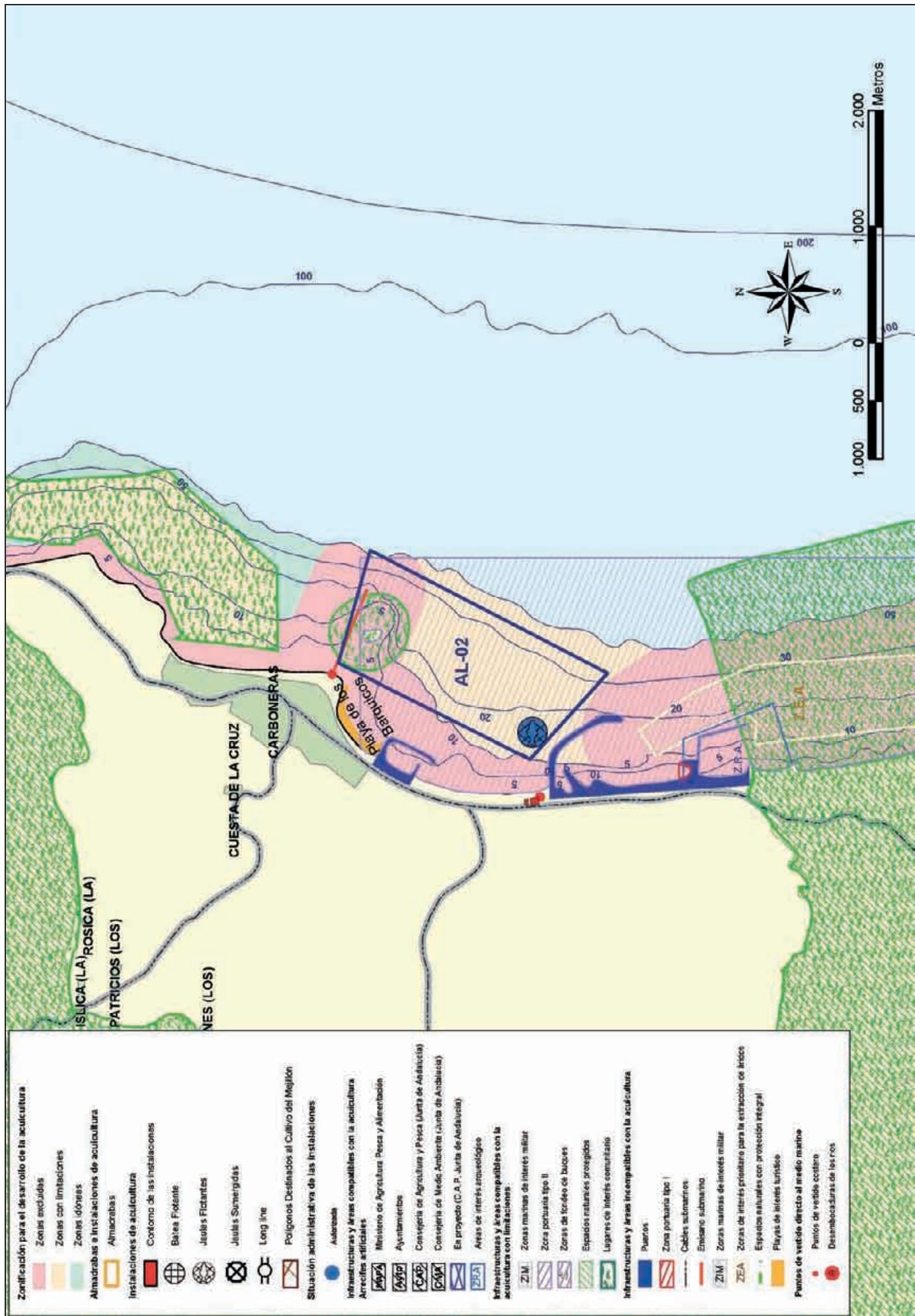


Figura 4.2-3

4.2.3. Caracterización física.

4.2.3.1 Batimetría.

La batimetría de la zona presenta una pendiente moderada que se acentúa en las Puntas y Cabos y disminuye en las Ensenadas y Playas. No obstante, en general la pendiente es importante y cerca de la costa se alcanzan cotas de 30 a 40 m de profundidad encontrándose el polígono situado entre 10 y 50 m.

Una vez realizado el análisis batimétrico de la zona, la valoración de la zona en función de este parámetro es la que se representa en la Figura 4.2-5.

4.2.3.2 Condiciones oceanográficas.

4.2.3.2.1 Régimen hidrodinámico.

Para conocer el régimen hidrodinámico de la zona en el entorno costero de Carboneras (Almería), AZTI fondeó un correntímetro doppler del tipo AANDERAA RCM-7 con fecha 1 de julio de 2003, a una profundidad de 25m, quedando el correntímetro fondeado a unos 10 m de profundidad en las coordenadas UTM x= 598.750 , y = 4.091.415. En el mapa de la Figura 4.2-6, puede verse la posición del fondeo del correntímetro RCM-7 (cruz de color azul).

El correntímetro se configuró para medir las variables con una cadencia de 10 minutos. El inicio del registro coincide con las 06:12 horas del día 1 de julio de 2002, y el final de mismo, coincidente con su recuperación, fue el día 21 de agosto a las 06:22 horas. Se dispone, de este modo, de un registro de 7.350 medidas de la corriente marina en la zona, con casi 2 meses de duración.

En la Tabla 4.2-1 se presentan los resultados del análisis estadístico del registro de velocidades de la corriente según las direcciones de la misma. Las corrientes predominantes son hacia el este-sudeste y sur-sureste, con un total del 22% y 19%, respectivamente, y hacia el norte-noreste y norte-noroeste, con un total del 15% y 19%, respectivamente, del total de las medidas.

La distribución por direcciones del módulo de la corriente es bastante uniforme y oscila entre 4,1 y 4,9 cm·s⁻¹ en las direcciones menos frecuentes y entre 7,5 y 9,1 cm·s⁻¹ en las direcciones más frecuentes. Las corrientes medias más altas se han registrado hacia las direcciones este-sureste, y las máximas más altas hacia las direcciones sur-suroeste, con unos valores de 9,10 y 37,9 cm·s⁻¹, respectivamente.



■ Bajo ■ Medio ■ Alto

Figura 4.2-5 Valoración del interés de la zona en función de batimetría.

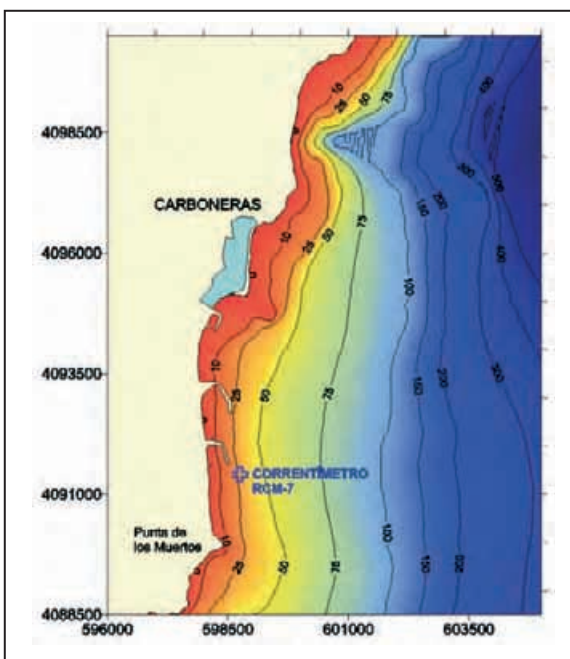


Figura 4.2-6 Posición del correntímetro, fondeado en las proximidades de Carboneras (cruz azul).

Dirección ⁽¹⁾	Nº medidas	%	Vel. Máx. ⁽²⁾	Vel. Media ⁽²⁾	STD ⁽³⁾
0-45 (NNE)	1126	15	32	7.5	5.3
45-90 (ENE)	433	6	13.7	4.1	2.5
90-135 (ESE)	471	6	16.2	4.8	2.7
135-180 (SSE)	1594	22	37.1	9.1	5.3
180-225 (SSW)	1374	19	37.9	8.8	5.5
225-270 (WSW)	466	6	13.5	4.7	2.9
270-315 (WNW)	488	7	17	4.9	2.9
325-360 (NNW)	1394	19	36.6	8.6	5.6

(1) Respecto al norte en el sentido de las agujas del reloj
 (2) En cm/s
 (3) Desviación estándar

Tabla 4.2-1 Análisis estadístico de la corriente medida frente a Carboneras.

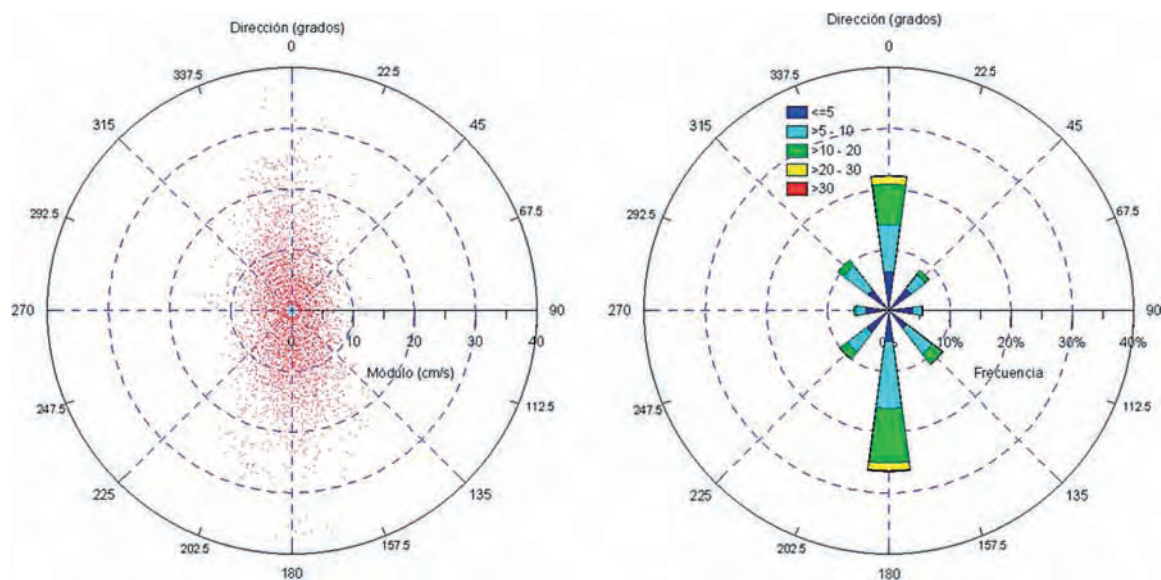


Figura 4.2-7 Diagrama polar y rosa de corrientes obtenidos del registro de velocidad de la corriente medido frente a Carboneras. La profundidad del punto de fondeo es de 25 metros y el correntímetro se situó a unos 10 metros por debajo del nivel del mar. El registro comienza el 1/7/2002 y termina el 21/08/2002.

A partir de estos datos se puede afirmar que el patrón general de corrientes parece ser una corriente hacia el Sur, con una componente predominante hacia el Este-Sureste, que se alterna con una corriente hacia el Norte (esta última se ha considerado como dirección media entre el NNE y el NNW, donde se han registrado las corrientes más frecuentes, además de las hacia el ESE y SSW). Las situaciones intermedias de cambio de la corriente entre estas direcciones parecen corresponder a los pequeños porcentajes de las medidas en las otras direcciones.

Los vientos dominantes que han generado las corrientes que se han mencionado anteriormente han resultado ser:

- Viento del Norte-Noreste para las corrientes hacia el Sur.
- Viento del Sur-Suroeste para las corrientes hacia el Norte.

Se ha considerado como representativa, en función de los resultados obtenidos en otros estudios de la costa andaluza, una intensidad media de los vientos en la zona una velocidad igual a $20 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ en ambos vientos.

Los resultados obtenidos por el modelo han sido calibrados comparándolos con los datos facilitados por el correntímetro fondeado a 25 metros de profundidad frente a Carboneras, siendo los representados en las Figuras 4.2-8 y 4.2-9.

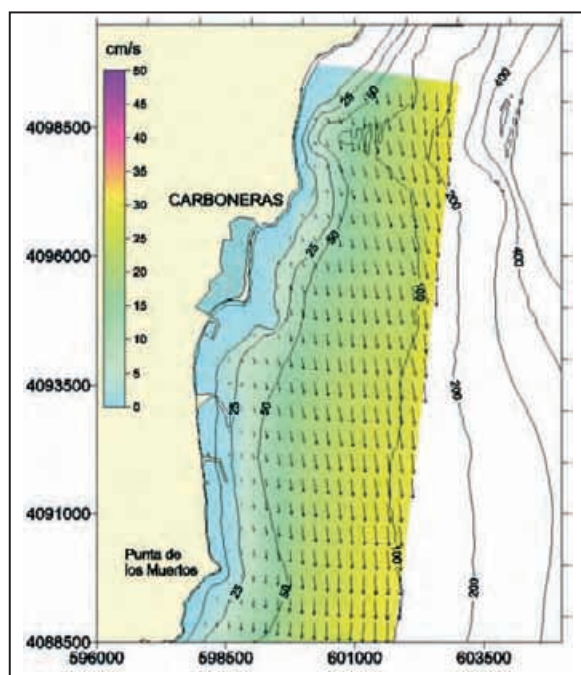


Figura 4.2-8 Modelos de corrientes generadas por un viento del norte-noreste y $20 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ de velocidad a 10 m de profundidad.

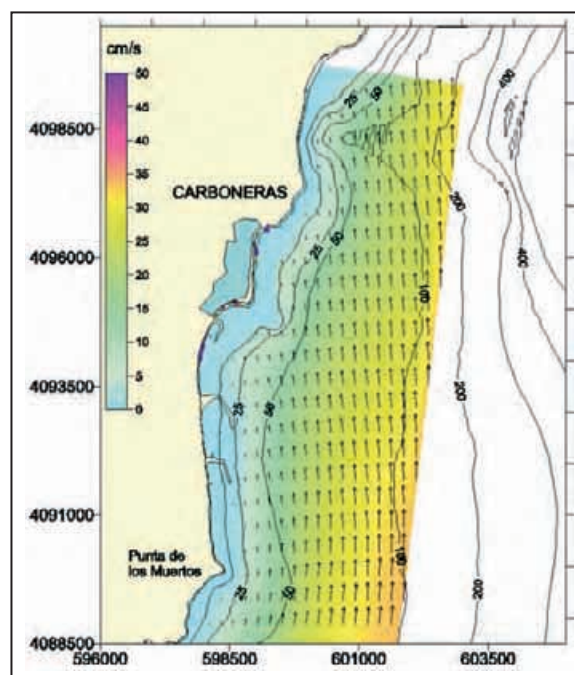


Figura 4.2-9 Modelos de corrientes generadas por un viento del sur-suroeste y $20 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ de velocidad a 10 m.

Teniendo en cuenta estos resultados la valoración del interés que presenta la zona para el desarrollo de la acuicultura según los criterios descritos en el apartado de metodología es la que se representa en la Figura 4.2-10.

4.2.3.2.2 Dispersión de posibles partículas contaminantes.

La zona AI-02 presenta de praderas de fanerógamas en su zona norte, así como, en la misma zona se encuentran las áreas de interés comunitario denominadas “Fondos marinos del levante almeriense”, e “Islote de San Andrés”.

En la zona sur del área comienza el límite de la zona marítima del parque natural de Cabo de Gata Níjar (Figura 4.2-11). Con los resultados obtenidos se ha realizado la valoración que se representa en la Figura 4.2-12.

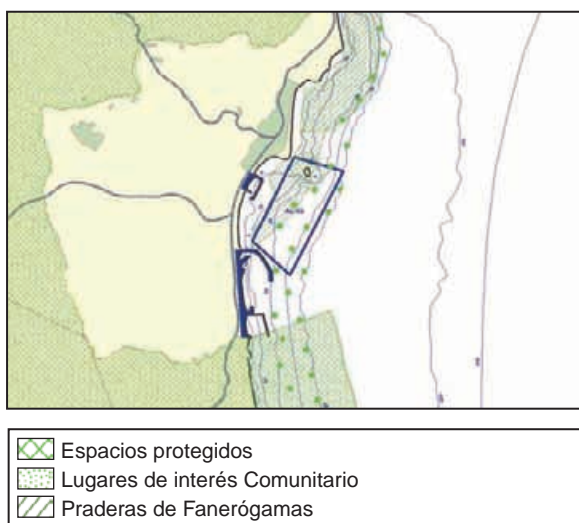


Figura 4.2-11 Localización de las praderas de fanerógamas, lugares de interés comunitario y espacios protegidos en la zona de estudio. Los puntos indican la disposición de hipotéticas instalaciones acuícolas para la realización de los modelos de dispersión.

4.2.3.2.3 Régimen de oleaje.

Por lo que respecta al régimen de oleaje, del área estudiada, los valores obtenidos en la boya de Cabo de Gata reflejan que, en condiciones normales de oleaje, la probabilidad de que una ola no exceda de 2 m es del 80%, dándose el caso de que el tiempo que puede transcurrir entre dos fenómenos de oleaje con capacidad de producir daños o deformaciones en las estructuras de cultivo oscila entre 2 y 5 años.

Finalmente, la probabilidad de que se presenten fenómenos de oleaje en los cuales se puedan producir daños graves en las estructuras es de una cada 50 años.

Según estos resultados, la zona AI-02, tiene desde el punto de vista del régimen de oleaje un **grado de interés medio**.

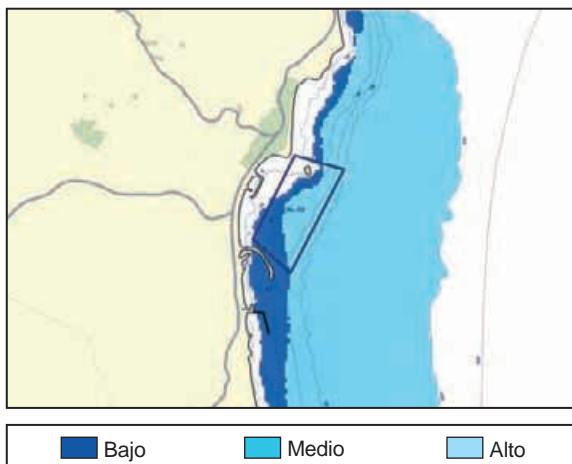


Figura 4.2-10 Valoración del interés de la zona en función de las corrientes dominantes a 10 m de profundidad.

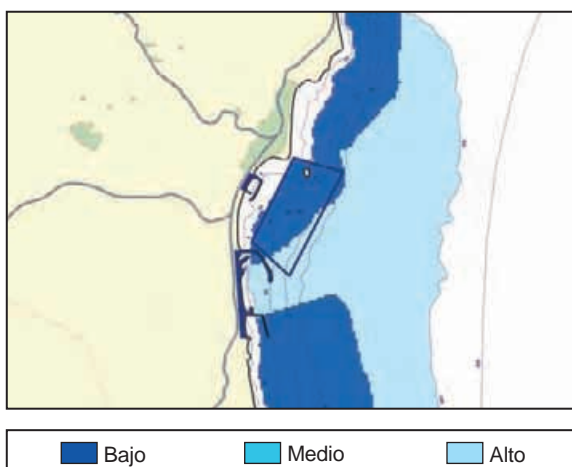


Figura 4.2-12 Valoración del interés de la zona en función de la dispersión de posibles partículas contaminantes de tamaño medio (31 µm).



Figura 4.2-13 Situación de la Boya de cabo de Gata respecto a la zona AI-02 (flecha naranja).

Parámetro	Descripción del parámetro	Valor registrado	Valoración
PNE1.2m	Probabilidad de No Excedencia para una altura de ola significativa de 1.2 metros (2 m. de altura máxima)	0.80	2
TROE1	Oleaje que produzca daños o deformaciones en las jaulas, hasta el extremo de no garantizar la permanencia de los peces en el interior de la misma. Hmax= 6 m.	2<TR<5	2
TROE2	Oleaje que produzca graves daños (reparables o no) en la estructura o elementos de fondeo. Hmax= 10 m.	50	2
Valoración Final			2

Tabla 4.2-2 Valores de oleaje registrados por la boya de Cabo de Gata.

4.2.3.3 Descripción del sustrato.

El tipo de sedimento que predomina en toda la zona es la arena, cuyo contenido oscila entre el 70% y el 100%. En el sector NE su composición es más arenoso-fangosa y hacia el sur arenosa-gravosa (Figura 4.2-14).

El tamaño de grano es mayor en el Norte, cerca de la isla, con valores entre 0.3-0.4 mm.

Estos valores disminuyen hacia el Sur (0.2-0.3 mm) y son mínimos en la zona central 0.1 mm. La fracción que le sigue en contenido es el limo, que oscila entre el 6-7% y en la zona central llega hasta el 25%. Localmente la arena pasa lateralmente a arena-fangosa y arena-gravosa. Los contenidos en grava son muy bajos, no llegan ni al 2%, mientras los finos están representados especialmente por limo, que puede llegar hasta el 25%, a costa de la fracción arena.

El contenido en arcilla es muy bajo, no alcanzando nunca valores superiores al 5%, pudiendo estar con frecuencia ausente. Las curvas granulométricas muestran distribuciones normales, simétricas y de carácter unimodal o polimodal, según los casos. Los valores de la desviación típica oscilan entre 0,17 y 1,8, correspondiente a sedimentos entre bien clasificados a moderadamente clasificados.

Estos datos, a pesar de la relativamente mala clasificación de algunas muestras, indican un régimen deposicional dominado casi totalmente por la acomodación, con una muy baja tasa de aportes. La baja concentración de finos y el predominio de la fracción arena lo confirman. En estas condiciones, cabe esperar una dinámica sedimentaria controlada por las corrientes de retorno generadas en los momentos de temporal, que transportan sedimentos desde la orilla hacia las zonas más profundas y estables, donde se depositan. La buena clasificación de los depósitos y el predominio del transporte como carga de fondo y en saltación, deducible, tanto de las curvas de distribución de tamaños de grano, como de las facies, lo demuestra.

Con todos estos resultados, la valoración de la zona Al-02 atendiendo al tipo de sedimento existente es la que se representa en la Figura 4.2-15.

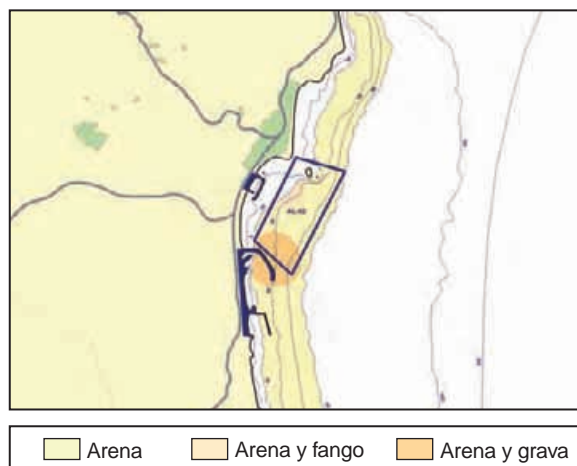


Figura 4.2-14 Diferentes tipos de sustrato determinados en la zona.

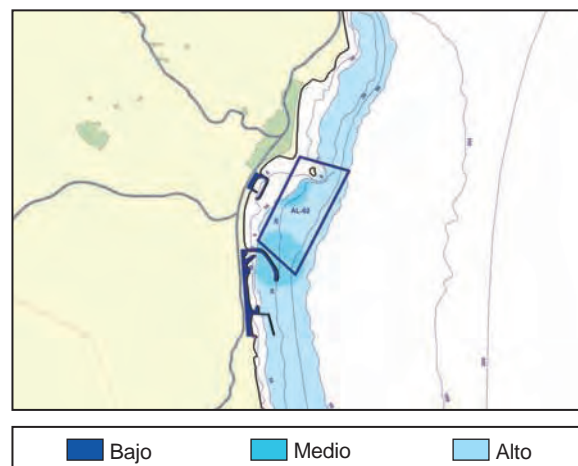


Figura 4.2-15 Valoración del interés de la zona en función del tipo de sedimento.

4.2.3.4 Calidad de aguas.

La descripción de las condiciones de calidad de agua en la zona se han obtenido a partir de los resultados correspondientes a las dos campañas realizadas en marzo-abril de 2003 y agosto de 2003.

Las variables analizadas de forma independiente han sido integradas posteriormente para la obtención del índice de calidad de agua, según la metodología descrita en el apartado correspondiente. Este índice aporta información sobre la idoneidad de esta zona para sus usos en acuicultura, desde el punto de vista de la calidad del agua.

4.2.3.4.1 Condiciones físico químicas.

– Temperatura

Los dos muestreos realizados dan unos valores de temperatura superficial que se representan en la Figura 4.2-16 para los datos obtenidos durante la campaña del mes de marzo y en la Figura 4.2-17 para la campaña correspondientes al mes de agosto. Estos valores de temperatura oscilaron entre 15-16°C en invierno, con una temperatura mínima de 15,51°C, una máxima de 16,00°C y una temperatura media de 15,69°C.



Figura 4.2-16 Temperatura superficial en el polígono correspondiente a la zona AL-02. Muestreo marzo-abril 2003.

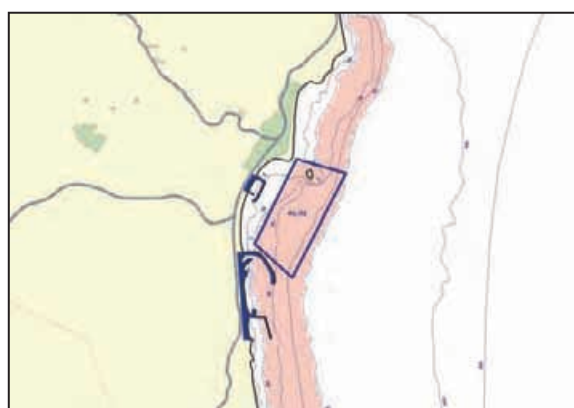
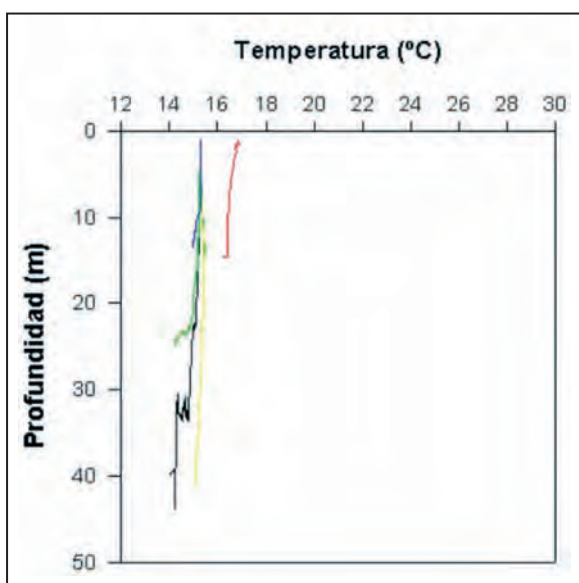


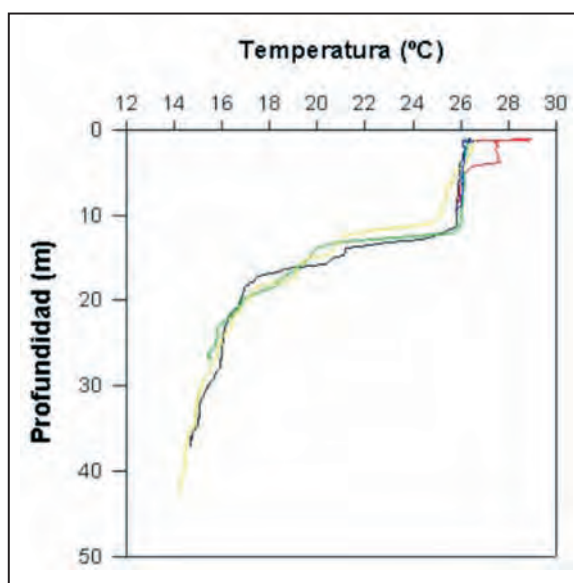
Figura 4.2-17 Temperatura superficial en el polígono correspondiente a la zona AL-02. Muestreo agosto 2003.

En verano los valores de temperatura oscilaron entre 27-28 °C, con una temperatura mínima registrada de 26,99°C, una máxima de 27,97°C y una temperatura media de 27,41°C.

Es de destacar el aumento de temperatura que se detecta en las proximidades al puerto pesquero de Carboneras. Esta tendencia queda patente en las representaciones correspondientes tanto a la campaña de abril (Figura 4.2-16) como en la de agosto (Figura 4.2-17) y su explicación parece radicar en la ubicación de una central térmica que la empresa Endesa tiene en la zona.



Marzo 2003



Agosto 2003

Figura 4.2-18 Variación de la temperatura en la vertical para la zona AL-02 en los dos muestreos realizados.

Las características de la columna de agua con respecto a esta variable se representan en la Figura 4.2-18.

Se puede observar la diferencia entre el perfil de invierno donde se registra una columna de agua muy homogénea y el de verano con una clara estratificación.

Lo elevado de las temperaturas durante el mes de agosto propicia la aparición de una termoclina estable que se sitúa a una profundidad de entre 15 y 20 m. En todos los casos se observa como las temperaturas más bajas detectadas, normalmente en fondo, nunca están por debajo de los 14°C tanto en invierno como en verano.

La evolución térmica de la zona se determina gracias a los datos obtenidos del satélite (Figura 4.2-19). En ellos se aprecia que los valores medios de temperatura de los últimos diez años en la zona oscilan entre los 13°C y los 23°C. Dándose la mayor y menor temperatura en agosto y febrero respectivamente.

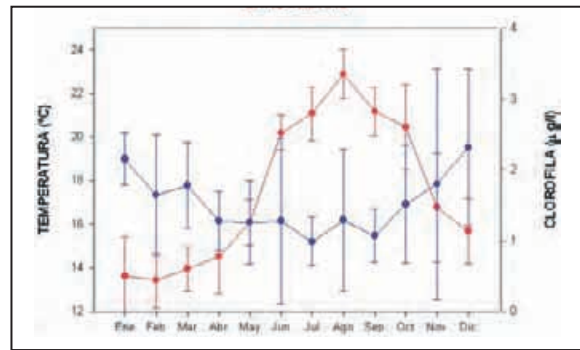


Figura 4.2-19 Promedios mensuales de temperatura (rojo) y clorofila (azul) para la zona AL-02 Durante los años del 94 al 03 para temperatura y entre el 98 y el 02 para la clorofila. Datos de los sensores AVHRR y SeaWiFS. Las barras representan \pm error estándar.

– Salinidad

En la Figura 4.2-20 se puede ver los valores de salinidad para las dos campañas realizadas.

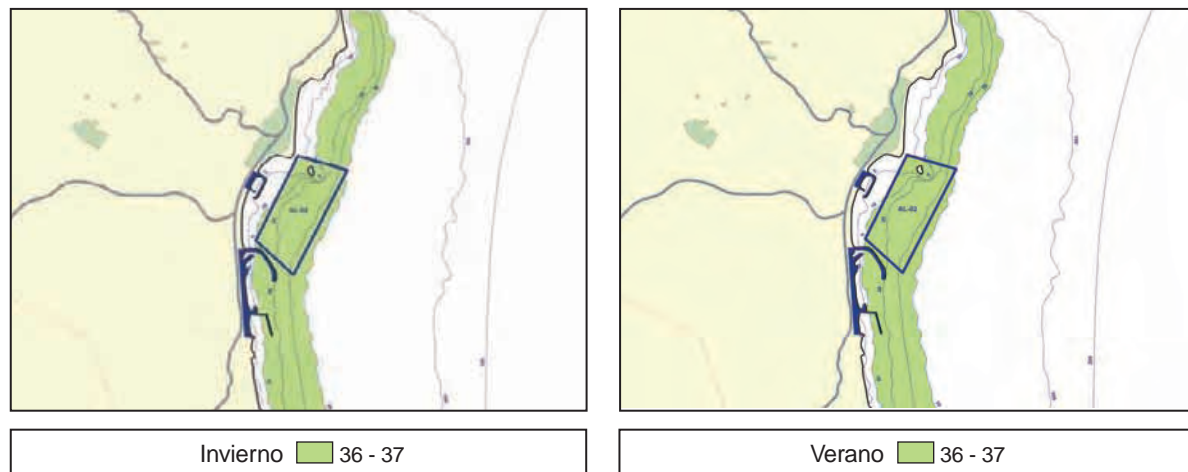


Figura 4.2-20 Salinidad superficial en el polígono correspondiente a la zona AL-02 obtenida en los muestreos de marzo y agosto de 2003.

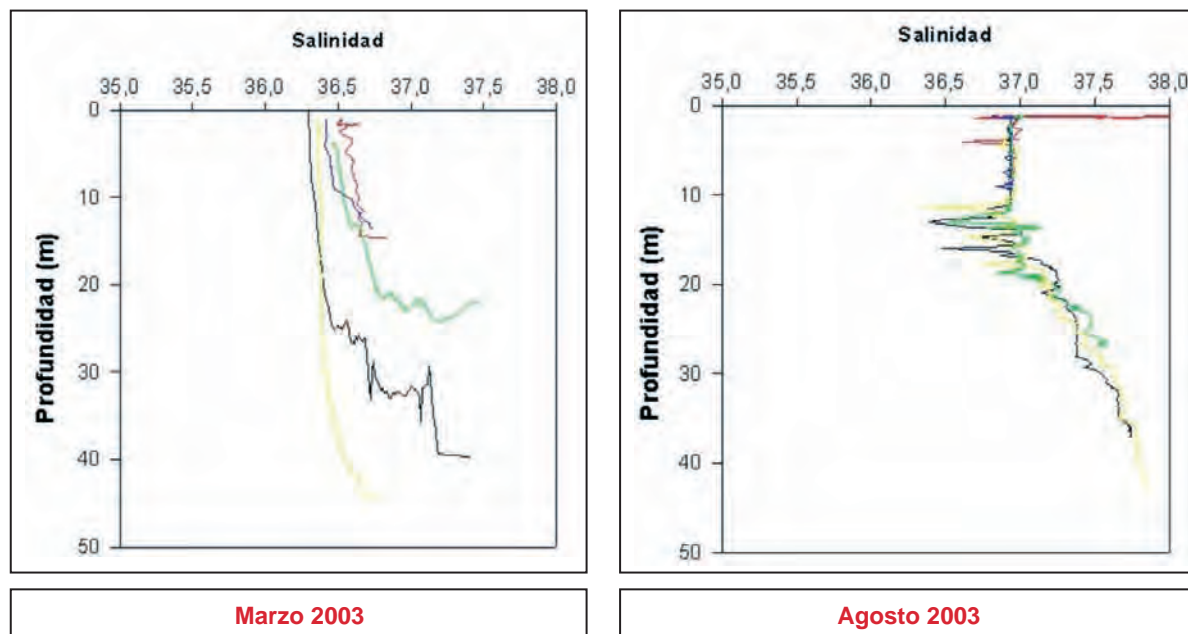


Figura 4.2-21 Perfiles verticales de salinidad en cada una de las estaciones muestreadas.

Los valores obtenidos con respecto a esta variable prácticamente no difieren entre invierno y verano. En el mes de marzo se obtienen salinidades superficiales en torno a 36,8 u.a., con un valor mínimo de 36,72 u.a. y máximo de 36,83 u.a., mientras que en agosto se llegan a registrar en la misma zona valores similares, con un máximo de 36,92 u.a. y un mínimo de 36,83 u.a. Las altas temperaturas registradas durante el mes de agosto unidas a la fuerte estratificación presente, favorece el proceso de evaporación en las zonas superficiales propiciando de este modo el aumento de la salinidad en los primeros metros de la columna de agua.

Este hecho se corrobora con los perfiles verticales de cada una de las estaciones muestreadas (Figura 4.2-21) (Ver página 101) en los que se observa como, durante los primeros metros coincidiendo con la termoclina, los valores de salinidad permanecen constantes, incrementándose con la profundidad.

Por el contrario en invierno, donde la columna de agua esta muy mezclada, no existen diferencias en las estaciones poco profundas, aumentando los valores en las estaciones con profundidades mayores. La variación de temperatura producida en los primeros metros afecta a la respuesta de los sensores. Es por ello que en la termoclina se produce una alteración de la salinidad que es resultado de esta respuesta, lo que hace aparecer ruido en la señal. De igual manera lo elevado de los valores registrados puede ser debido a este calibrado de la señal, aunque entran dentro del rango esperable en estas zonas.

– **Clorofila**

La estimación de la clorofila presente en el medio se realizó en muestreo en continuo a través de la fluorescencia (Figuras 4.2-22 y 4.2-23).

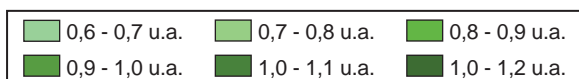


Figura 4.2-22 Datos de fluorescencia superficial. Muestreo de marzo de 2003.

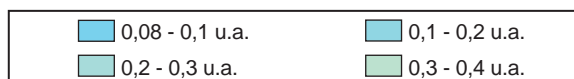


Figura 4.2-23 Datos de fluorescencia superficial. Muestreo de agosto de 2003.

Los valores obtenidos para esta variable muestran la diferencia entre los dos periodos muestreados. Se observan valores más altos de fluorescencia superficial en invierno que en verano.

Estos datos obtenidos mediante registro continuo se ven afirmados por los datos obtenidos de satélite (Figura 4.2-19), donde se comprueba como la tendencia es de disminución de la concentración de clorofila con el aumento de la temperatura, registrándose los valores más bajos en los meses de verano.

El muestreo puntual realizado en distintas estaciones de muestreo, ofrece los resultados que se muestran en la Figura 4.2-24, donde se observa una diferencia entre la clorofila superficial y de fondo en el mes de agosto.

Esta diferencia, que no se presenta en el muestreo de marzo, puede ser explicada de la misma forma. El fitoplancton en condiciones de estratificación, donde se produce el agotamiento de nutrientes en las primeras capas, probablemente encuentran condiciones más apropiadas en zonas más profundas donde aún llega suficiente luz para realizar la fotosíntesis y la concentración de nutrientes se supone mayor.

Por el contrario en periodos invernales donde la columna, por las condiciones de mezcla, es muy homogénea, favoreciendo la distribución de los organismos fotosintéticos a lo largo de toda la columna de agua.

El hecho de una concentración mayor de clorofila en fondo que en superficie es también ratificado por los perfiles de fluorescencia obtenidos con los datos puntuales del perfil de salinidad (Figura 4.2-25). Donde se observa como a medida que aumenta la profundidad estos valores van creciendo.

Es destacable también que, en la zona de Carboneras no se detectaron concentraciones de clorofila superiores en ningún caso a 3 mg/m3.

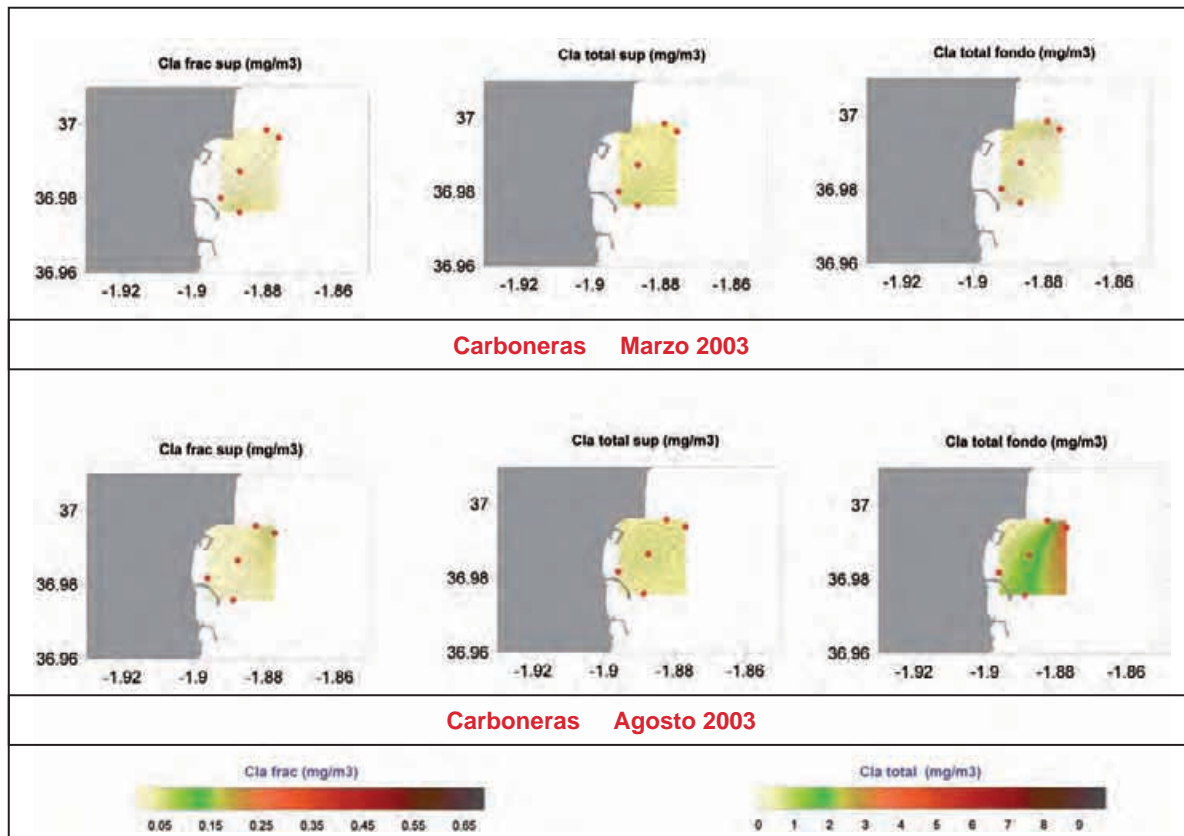


Figura 4.2-24 Datos de clorofila total y fraccionada en superficie y fondo para los dos muestreos realizados.

Estos resultados, se han contrastado con los obtenidos para los nutrientes, sin que se hayan detectado discrepancias entre la interpretación de estos valores y los de clorofila.

– Sólidos en suspensión

Los sólidos en suspensión fueron medidos de forma continua mediante el coeficiente de atenuación de la luz (m^{-1}). Si en esta columna encontramos partículas en suspensión la luz se atenuará más rápidamente, con lo cual existe una relación entre este parámetro y el nivel de sólidos en suspensión. Los datos obtenidos para esta variable se representan en las Figuras 4.2-26 y 4.2-27 para invierno y verano respectivamente.

Los valores así obtenidos muestran una mayor concentración de sólidos en el muestreo de agosto con valores del coeficiente de atenuación que varían entre el mínimo de 0,65 y una media de 0,79, frente a los de marzo cuyo valor mínimo registrado fue de 0,35 con una media de 0,38.

La validez de estos valores se corrobora con los valores obtenidos en los muestreos puntuales realizados dentro del polígono (Figura 4.2-28). En estos muestreos se observó como en el mes de agosto se llegaron a obtener valores entorno a 37 mg/l en superficie y de aproximadamente 54 mg/l en fondo.

En el muestreo de marzo los valores oscilaron entre los 35 mg/l en superficie a 40 mg/l en fondo. Estos sólidos son en su mayoría de naturaleza inorgánica como demuestran los porcentajes obtenidos para esta variable.

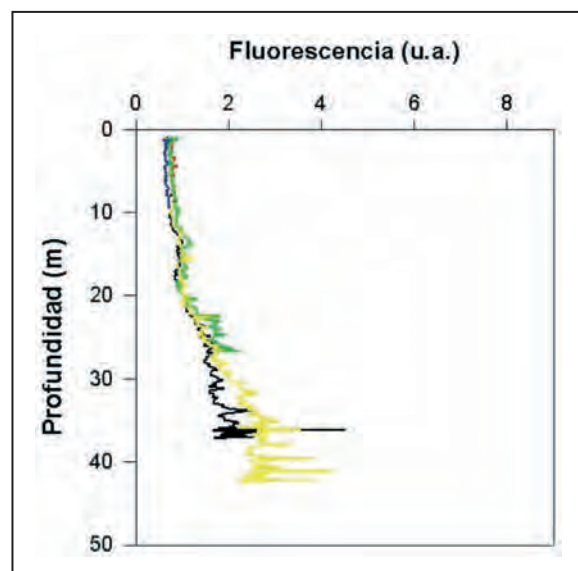


Figura 4.2-25 Fluorescencia en la vertical para la zona AL-02 Durante el muestreo de agosto 2003.

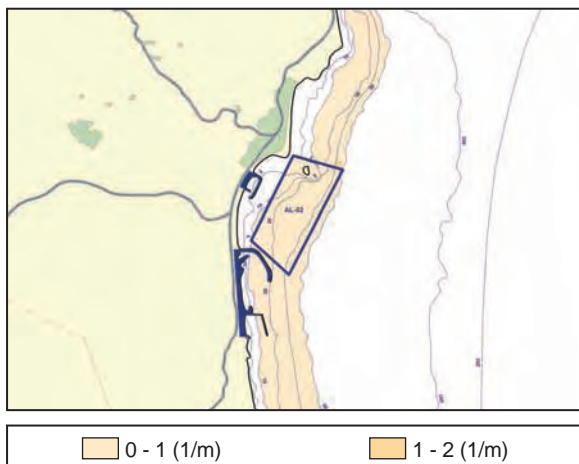


Figura 4.2-26 Coeficiente de atenuación para la zona AL-02 Durante el muestreo de marzo de 2003.

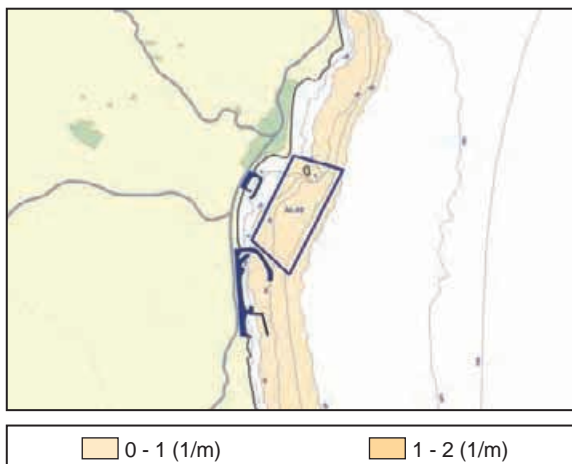


Figura 4.2-27 Coeficiente de atenuación para la zona AL-02 Durante el muestreo de agosto de 2003.

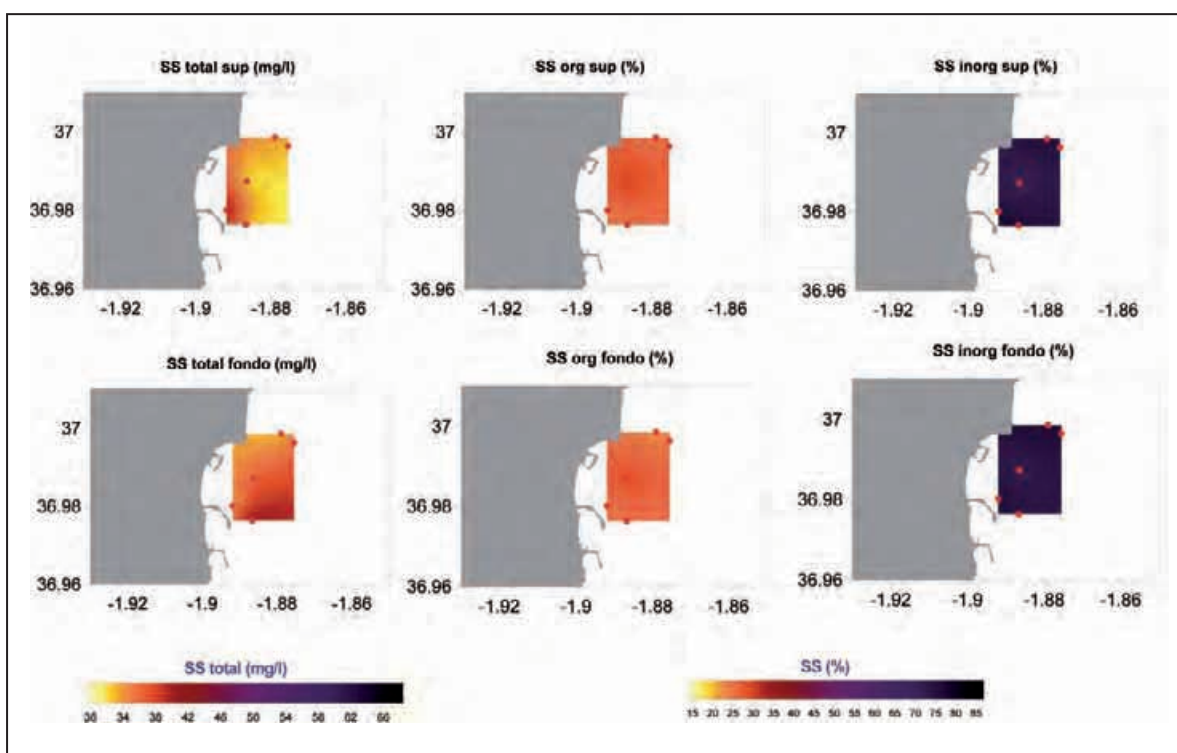


Figura 4.2-28 Sólidos en suspensión para la zona AL-02 durante el muestreo de marzo de 2003.

– Oxígeno

Con los resultados obtenidos en las mediciones verticales de oxígeno disuelto (Figura 4.2-29) se puede comprobar que los valores máximos de oxígeno disuelto, comprendidos entre 9 y 11 mg/l, se detectan en profundidades inferiores a la termoclina descrita anteriormente (una profundidad de entre 15 y 20 metros).

Con todos los resultados obtenidos en referencia a las condiciones físico químicas del área de Carboneras (Zona AL-02), se pueden realizar las siguientes consideraciones:

1. Los valores de temperatura obtenidos durante los dos muestreos realizados en la zona de estudio, no llegan a ser inferiores a 14°C. El promedio de temperatura de los últimos diez años, obtenidos mediante satélite, arroja también información sobre el comportamiento de la zona, donde se comprueba que las temperaturas más bajas registradas no fueron inferiores a los 13°C.

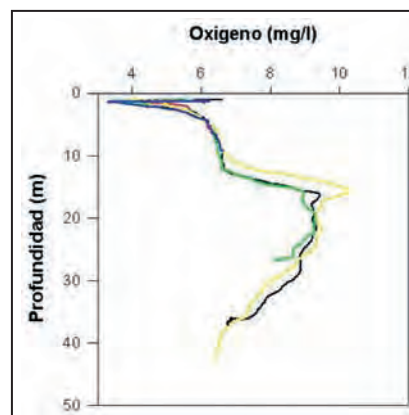


Figura 4.2-29 Perfil vertical de oxígeno para la zona de estudio.

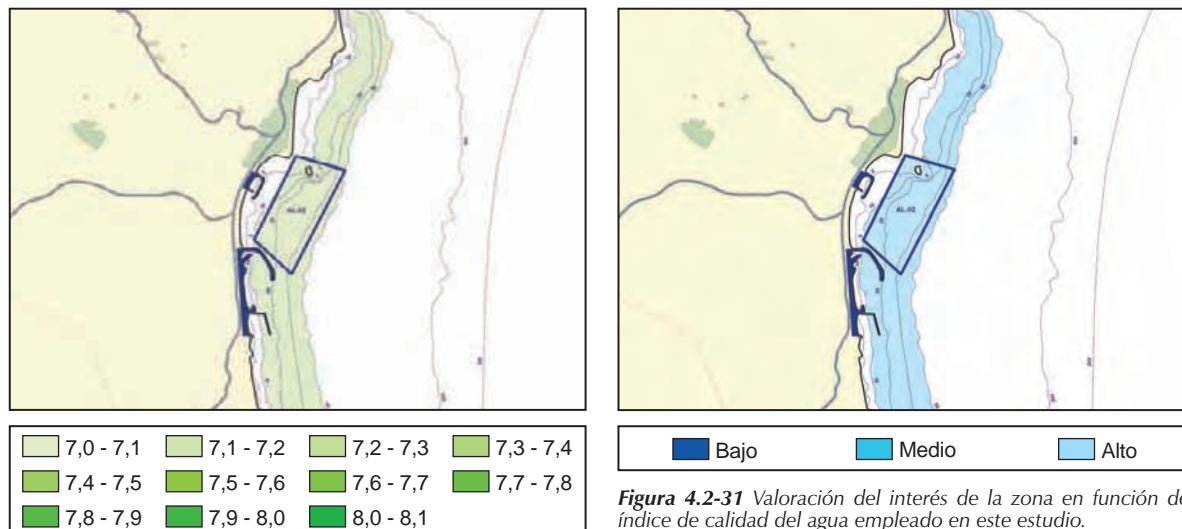


Figura 4.2-31 Valoración del interés de la zona en función del índice de calidad del agua empleado en este estudio.

Figura 4.2-30 Índice de calidad para la zona AL-02.

- Considerando como umbral crítico temperaturas por debajo de 10°C, se puede considerar, a la vista de los datos presentados, que la temperatura en esta zona *a priori* no es un factor limitante para el cultivo de especies acuícolas.
- La salinidad puede ser problemática cuando se experimentan variaciones bruscas de la misma. Según los datos registrados en los muestreos no se detectan variaciones significativas, por lo que es previsible esperar que no se produzcan problemas por esta variable.
 - Los valores de clorofila registrados son relativamente bajos, no superando los 3 mg/m³. Dado que los problemas pueden venir a concentraciones superiores a 15 mg/m³, parece claro asumir que la población de fitoplancton no es un factor que pueda ser problemático.
 - Los valores de sólidos en suspensión (totales) registrados son también relativamente bajos no superando en ninguno de los muestreos los 54 mg/l, valores que pueden ser considerados no susceptible de problema para los cultivos marinos.
 - El valor de oxígeno en verano, época especialmente problemática para esta variable, no se encuentra por debajo del valor crítico que en este caso se da a concentraciones inferiores a 3 mg/l. Por tanto la zona reúne los requisitos necesarios, con respecto a esta variable y según los datos barajados, para la realización de cultivos marinos.

Con todos estos datos se obtiene el índice de calidad de agua para la zona (Figura 4.2-30), pudiéndose comprobar que toda la zona de carboneras presenta calidades similares obteniéndose un valor entre 7 y 8,1 en una escala del 1 al 10.

En vista de los resultados obtenidos al integrar en el índice de calidad todos los valores de las distintas variables aplicando la fórmula descrita en el apartado de metodología, se puede afirmar que la zona de Carboneras (AL-02) presenta una calidad de agua en la que se alcanzan unos valores notablemente buenos para el desarrollo de la acuicultura en mar abierto.

Finalmente, con estos resultados, la valoración del grado de interés de la zona AL-02 desde el punto de vista de la acuicultura es la que se representa en la Figura 4.2-31, obteniéndose un grado de interés alto para toda la zona.

4.2.3.4.2 Condiciones sanitarias.

El área estudiada se corresponde en su totalidad con la zona de producción AND 1-43 en cuyos resultados analíticos entre los años 2000 y 2002 no se han detectado valores de contaminación microbiológica, ni de contaminación por toxinas, superiores a los permitidos, por lo que la calidad sanitaria de las aguas es buena en esta zona.

4.2.4. Caracterización bionómica.

La zona estudiada en Carboneras presenta como peculiaridad la existencia de una pequeña isla (Islote de San Andrés) que emerge desde aguas muy someras. La pendiente en toda la zona es suave (3%), pese a la presencia del citado islote. La zona SW del polígono no pudo ser muestreada, al estar ocupada por una instalación

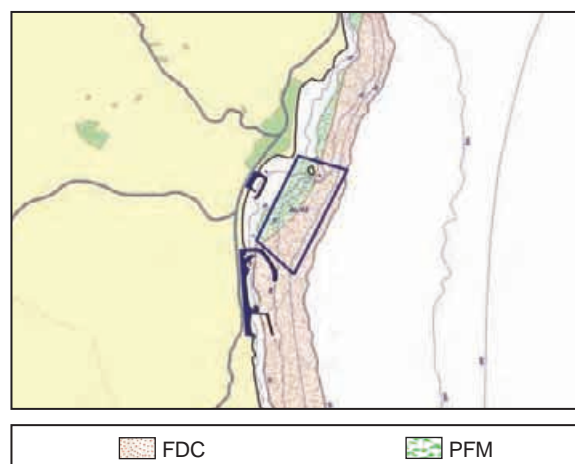


Figura 4.2-32 Tipo de comunidades detectadas en la zona. Los puntos señalan las estaciones de muestreo. FDC = Biocenosis de fondos detríticos costeros; PFM = Praderas de fanerógamas marinas.

dedicada al cultivo de peces. Los materiales del fondo son sedimentos pertenecientes en su mayor parte a la fracción arenosa, sobre los que se asientan dos comunidades (representadas en la figura 4.2-32) (Ver página 105):

- **Praderas de Fanerógamas Marinas (PFM):** Se ha detectado la presencia, aunque en bajas densidades, de *Cymodocea nodosa* en el único punto muestreado por debajo de los 20 m. de profundidad. En cuanto al resto de organismos, la abundancia y diversidad arrojan valores medios.

El sustrato sobre el que se asienta es el típico de Arenas Finas Calibradas, biocenosis con la que podría describirse también a este punto, si bien la importancia de la presencia de *Cymodocea*, aunque escasa, hace que se clasifique como PFM. La proporción de bivalvos en este punto es muy notable, superando el 50% del total de individuos.

- **Fondos Detríticos Costeros (FDC):** Presentes en los puntos muestreados a profundidades superiores a 20 metros. Presentan valores medios de abundancia y diversidad, y bajos en proporción de moluscos bivalvos. Como especie dominante cabe citar *Dentalium sp.*, originando depósitos de conchas.

Los valores obtenidos para su inclusión en el índice final, por lo que respecta a los tipos de comunidad existentes son los que se representan en la Figura 4.2-33

En la Figura 4.2-34 se incluyen las valoraciones obtenidas para cada uno de las características restantes asociadas a la bionomía según el índice de calidad descrito en el apartado de metodología.

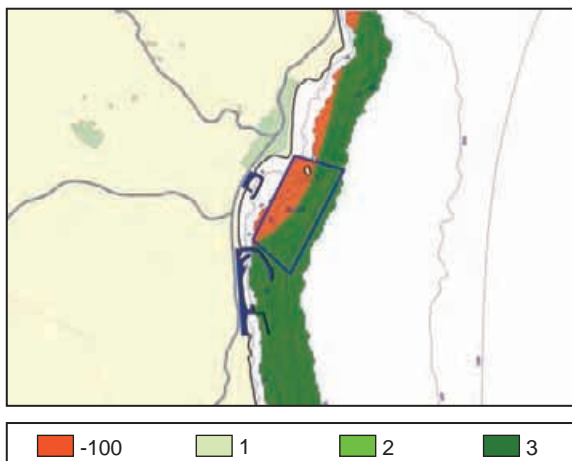


Figura 4.2-33 Valoración en función del tipo de comunidad.

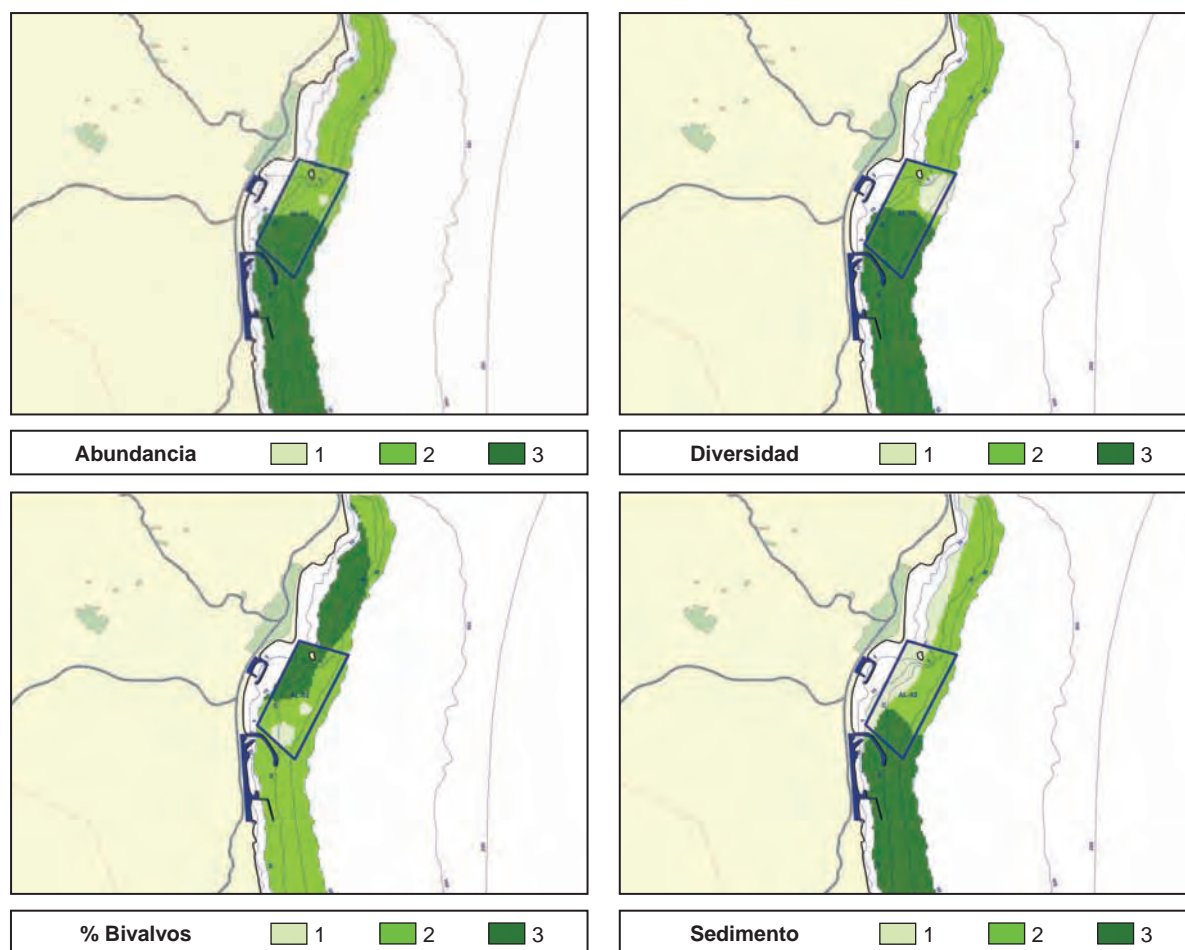


Figura 4.2-34 Valores obtenidos para los restantes factores considerados en la valoración de la zona según sus características bionómicas.

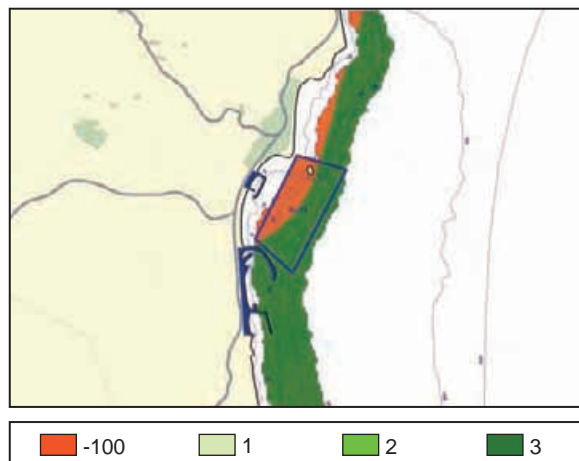


Figura 4.2-35 Índice de calidad de la zona AL-01 en función de la bionomía.

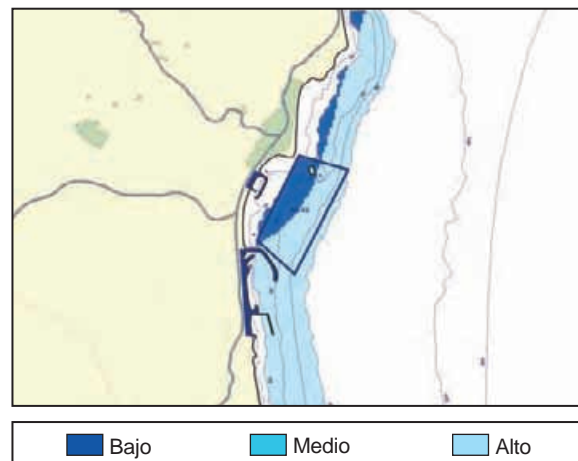


Figura 4.2-36 Valoración del interés de la zona en función de las características bionómicas.

Con estas valoraciones, aplicando la ecuación descrita en la metodología, se obtiene el resultado del índice definido para la valoración de la bionomía, que se representa en la Figura 4.-35.

Se puede comprobar que, al igual que en la zona AL-01, el valor del índice está fuertemente influenciado por el tipo de comunidades existentes, de forma que la valoración representada en la Figura 4.2-33, y la obtenida para el índice son prácticamente coincidentes.

Finalmente, una reclasificación de estos valores obtenidos nos da la valoración final del grado de interés del área en función de la bionomía existente en la zona AL-01 (Figura 4.2-36).

4.2.5. Caracterización del sector pesquero.

En las proximidades del polígono estudiado se encuentran los caladeros conocidos como Piedra del Camino y Punta de los Muertos situados respectivamente a una distancia media de 3,5 km y 7,5 km de la zona de estudio (Figura 4.2-37)

La especies principales capturadas en ambos caladeros son las siguientes:

- Peces: Sardina, boquerón, caballa, jurel, pez espada, marrajo, bonito, melva, atún, lecha, salmonete y breca.
- Moluscos: Jibia y pulpo.

Las artes de pesca utilizadas para la captura de estas especies son la jibiera, la bonitera, la traña, el trasmallo, la bigotera y el palangre, este último utilizado únicamente en el caladero de la Piedra del Camino.

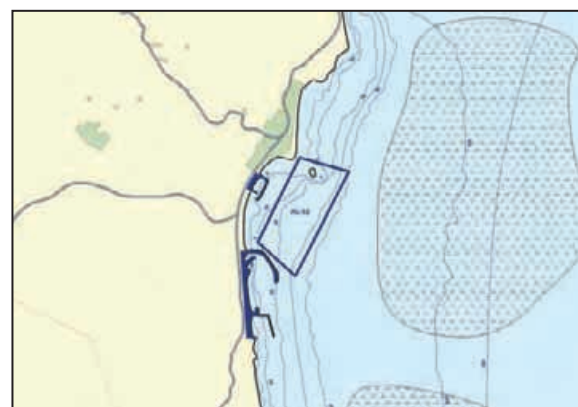


Figura 4.2-37 Localización de caladeros y puertos pesqueros cercanos a la zona de estudio.

En el área se encuentra el Puerto de Carboneras, ubicado en la población del mismo nombre. Este puerto pertenece al distrito marítimo de Garrucha y depende administrativamente de la Junta de Andalucía, siendo gestionado por la EPPA. Se encuentra situado a una distancia de aproximada de 1 km del centro de la zona de estudio y sus características principales son las que se recogen en la tabla 4.2-3.

La flota pesquera que opera en la zona está integrada por 71 embarcaciones que desplazan 2161 TRB. La mayor parte de la flota se dedica al palangre (40 en superficie y 3 en fondo) pero también existen 4 arrastreros y 7 cerqueros, dedicándose las 17 embarcaciones restantes a la modalidad de artes menores (trasmallos).

PUERTO DE CARBONERAS			
Latitud	36° 59' N	Longitud	1° 54' W
Calado en la bocana (B.M.V.E.)	5.5	Calado medio muelle (m.)	s/d
Superficie total zona de servicio (m ² .)	105.346	Longitud del muelle (m.)	520
Superficie total de la lonja (m ² .)	919	Superficie total locales (m ²)	965
Fábrica de hielo (n°)	1	Capacidad diaria (Tm./día)	20
Cámaras frigoríficas (n°)	2	Volumen en cámaras (m ³ .)	231
Varaderos (n°)	1	Astilleros (n°)	0

Tabla 4.2-3 Características técnicas del puerto pesquero de Carboneras.

Finalmente, según los datos de la lonja, las especies más representativas desembarcadas en este puerto son las gambas, pez espada, voraz-besugo, pez sable, melva, jurel y caballa.

El total de la pesca desembarcada es de unas 818 Tm anuales, de las cuales 788 Tm son de peces, 29 Tm de crustáceos y 1,3 Tm de moluscos. Los caladeros utilizados por la flota de menor dimensión se encuentran en las aguas cercanas al puerto, pero las mayores extienden su radio de acción desde al Mar de Alborán hasta las aguas del archipiélago balear.

4.2.6. Valoración final.

4.2.6.1 Estudio del medio físico.

Tras el análisis de los resultados se puede concluir que la zona AL-02 (Carboneras) presenta unas buenas condiciones climáticas por cuanto la intensidad de los vientos no es elevada en general y la frecuencia de temporales es baja.

La batimetría existente en la zona, si bien presenta una acusada pendiente, ésta no impide ni dificulta la ubicación de instalaciones acuícolas, presentando una franja batimétrica entre 20 m y 50 m relativamente amplia.

Las corrientes dominantes en el área son de baja intensidad. Si bien no impiden la renovación y circulación de las aguas, tampoco poseen los valores considerados como más adecuados para los cultivos acuícolas (ya descritos en el apartado de metodología).

En la zona se encuentran praderas de fanerógamas y espacios protegidos o de interés comunitario, por lo que habrá que poner especial atención en la ubicación de nuevas instalaciones para no afectar dichos lugares de interés ambiental.

El oleaje determinado para la zona no es elevado aunque ocasionalmente puede resultar peligroso por lo expuesto de la zona.

El sustrato existente es adecuado para el fondeo de instalaciones, detectándose sobre el fondo la presencia de biocenosis de interés que habría que tener en cuenta a la hora de elegir un lugar donde ubicar nuevas instalaciones.

La calidad físico-química del agua es en general buena, exceptuando el amplio rango de variación de la temperatura superficial, con temperaturas bastante elevadas en verano consecuencia de las altas temperaturas atmosféricas, si bien no se han detectado valores críticos que pudieran suponer un riesgo cierto para un cultivo. La calidad sanitaria del agua es muy buena, no detectándose fenómenos de contaminación microbiológica ni por toxinas.

El sector pesquero de la zona actúa normalmente fuera del área de interés. Es un sector económico importante en la zona, con un total de 71 embarcaciones entre pesca tradicional y de altura y un volumen de comercialización en lonja de una 818 Tm anuales. A la hora de ubicar nuevas instalaciones acuícolas, resultaría conveniente localizar zonas de ubicación que no interfieran con este sector.

Con los resultados obtenidos hasta la fecha, se ha realizado una valoración de la zona AL-02, utilizando la metodología ya descrita, y cuyos resultados son los representados en el Figura 4.2-38.

4.2.6.2 Integración entre la valoración del medio físico y la valoración del ámbito administrativo.

Con la integración de los resultados obtenidos en la valoración del ámbito administrativo, con la valoración del medio físico, se observa que prácticamente la totalidad del polígono estudiado (un 82,5 % de la superficie total) presenta en esta zona un grado de interés bajo (Plano 2), consecuencia de la existencia de praderas de fanerógamas y espacios naturales protegidos que ocupan gran parte de la superficie caracterizada.

La pequeña zona que al SW del polígono (aproximadamente el 7,5% de la superficie estudiada), presentaba un grado de interés alto según los resultados obtenidos en el estudio de los parámetros físico-químicos, al integrar los valores de interés desde el punto de vista administrativo, presentan finalmente un grado de interés medio como consecuencia de encontrarse dicho área dentro de una zona de dominio portuario.

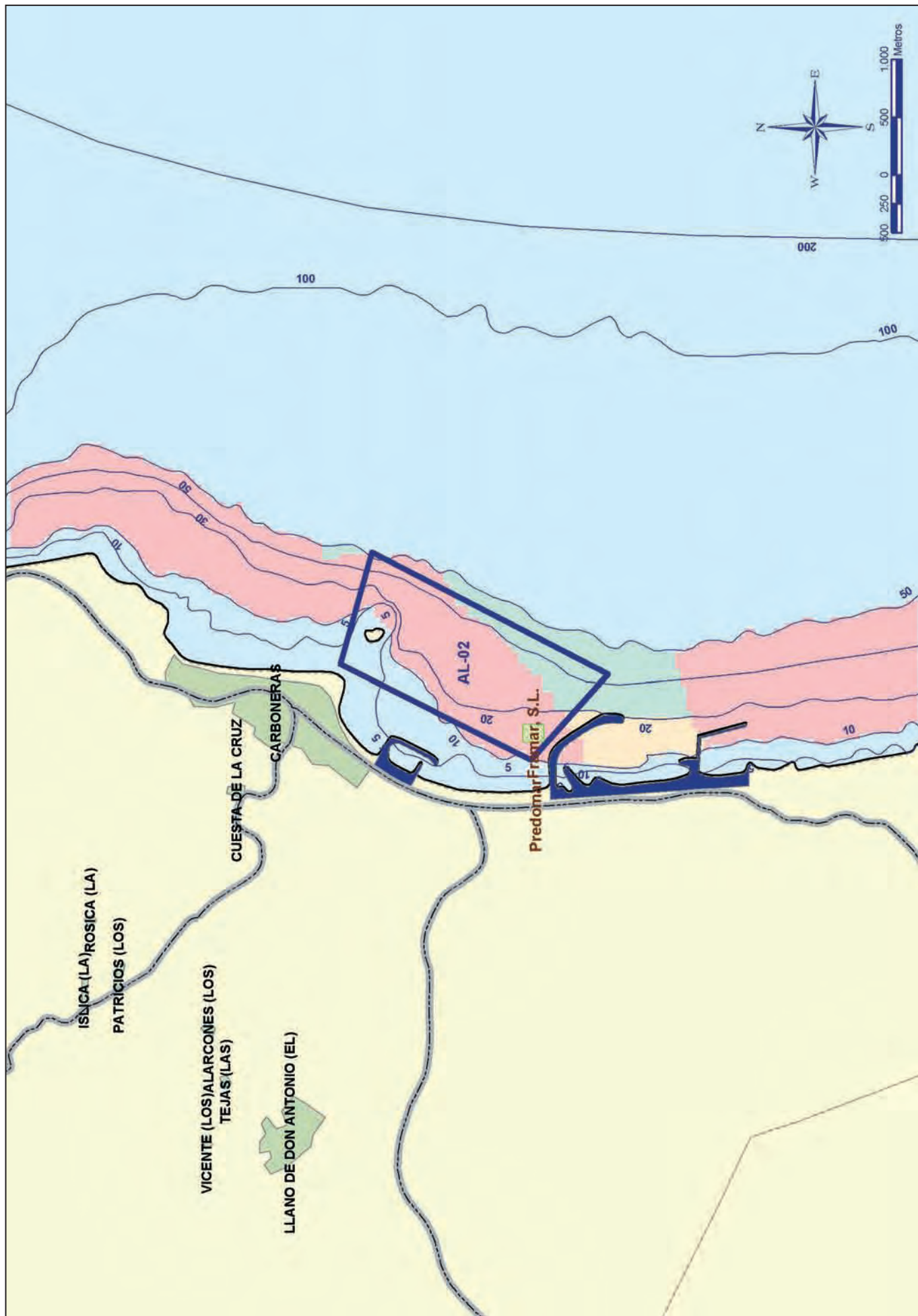
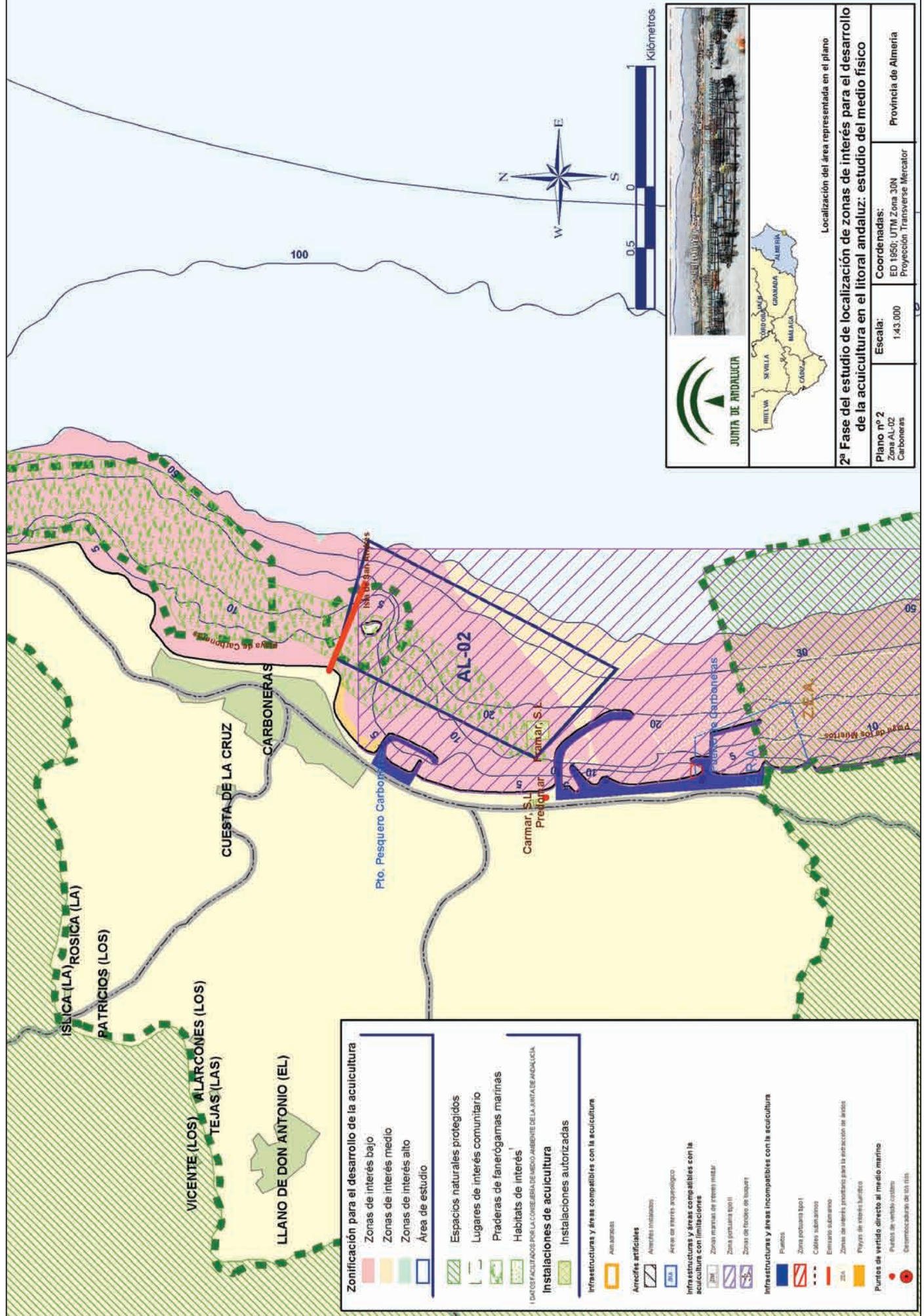


Figura 4.12-38 Valoración final en función de los resultados de la 2ª fase

Grado de interés Bajo Medio Alto



4.3

ZONA AL-03 (COSTACABANA)



El área AL-03 se corresponde con el término municipal de Almería, y abarca el tramo de costa comprendido entre el Puerto de Almería y la Playa de las Amoladeras.

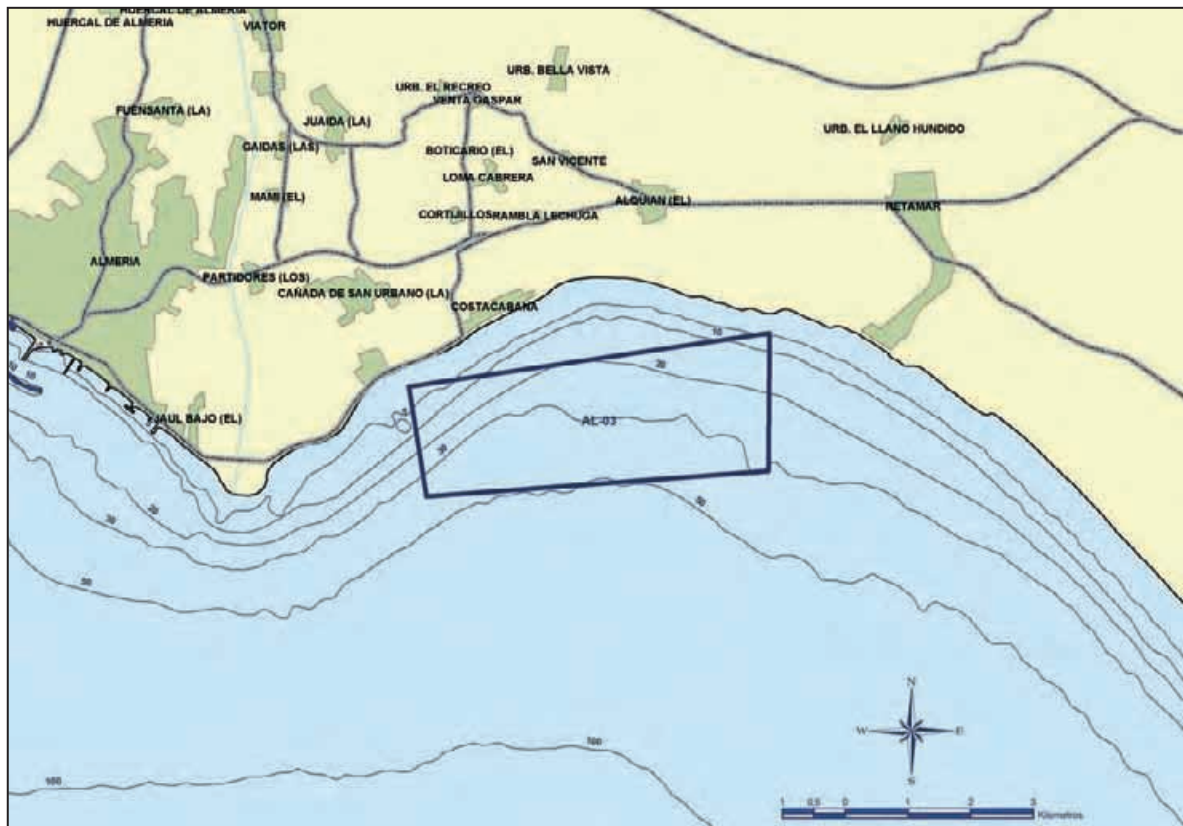


Figura 4.3-1 Zona AL-03 (Costacabana) y polígono estudiado.

Los trabajos en esta zona se centraron sobre el polígono situado entre las playas de Costacabana y Casa Fuerte, con profundidades comprendidas entre los 5 y los 50 m y una superficie total aproximada de 1.110 hectáreas (Figura 4.3-1).

4.3.1 Compatibilidad administrativa de la zona.

La totalidad del polígono estudiado se encuentra dentro de un área de interés militar que es compatible con la acuicultura aunque puede presentar en determinadas situaciones alguna limitación. El polígono se ve atravesado en su zona oeste por un cable submarino que impide la ubicación en sus cercanías de cualquier tipo de instalación (Figura 4.3-3) (Ver página 115).

Al este del polígono se encuentran un arrecife artificial instalado por la Consejería de Agricultura y Pesca y el límite del Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar.

Finalmente al oeste del área de estudio, se encuentran dos zonas de extracción de áridos frente a la playa del Zapillo en la localidad de Almería, declarada de interés turístico, al igual que ocurre con la playa de Retamar en el límite del Parque Natural.

En esta zona, no se encuentra ningún puerto cercano (el puerto de Almería se encuentra a una distancia entre 5 y 6 millas del centro del área estudiada), lo que supone un factor a tener en cuenta a la hora de situar nuevas instalaciones. Con estos condicionantes, la valoración del interés que presenta la zona para el desarrollo de la acuicultura desde el punto de vista de su compatibilidad con los usos existentes, queda representada en la Figura 4.3-2.

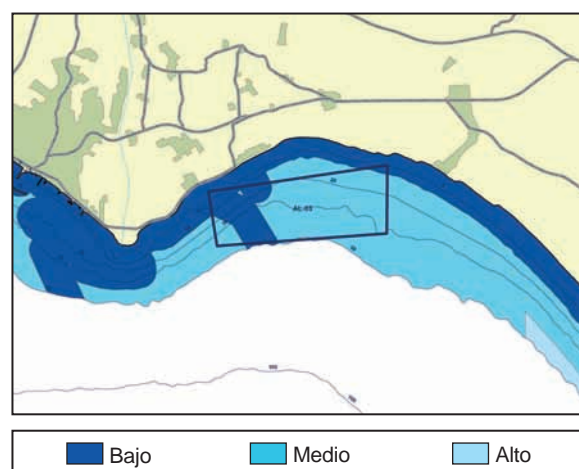


Figura 4.3-2 Valoración del interés de la zona AL-03 atendiendo a la compatibilidad con los usos administrativos.

4.3.2 Caracterización climatológica.

Con los datos obtenidos de la estación Agroclimática de Almería, podemos caracterizar el clima existente en la zona de estudio como un clima seco y caluroso con escasa pluviosidad y que según la clasificación climática de Köppen se correspondería con un clima **BWh**, considerado ya como un clima desértico.

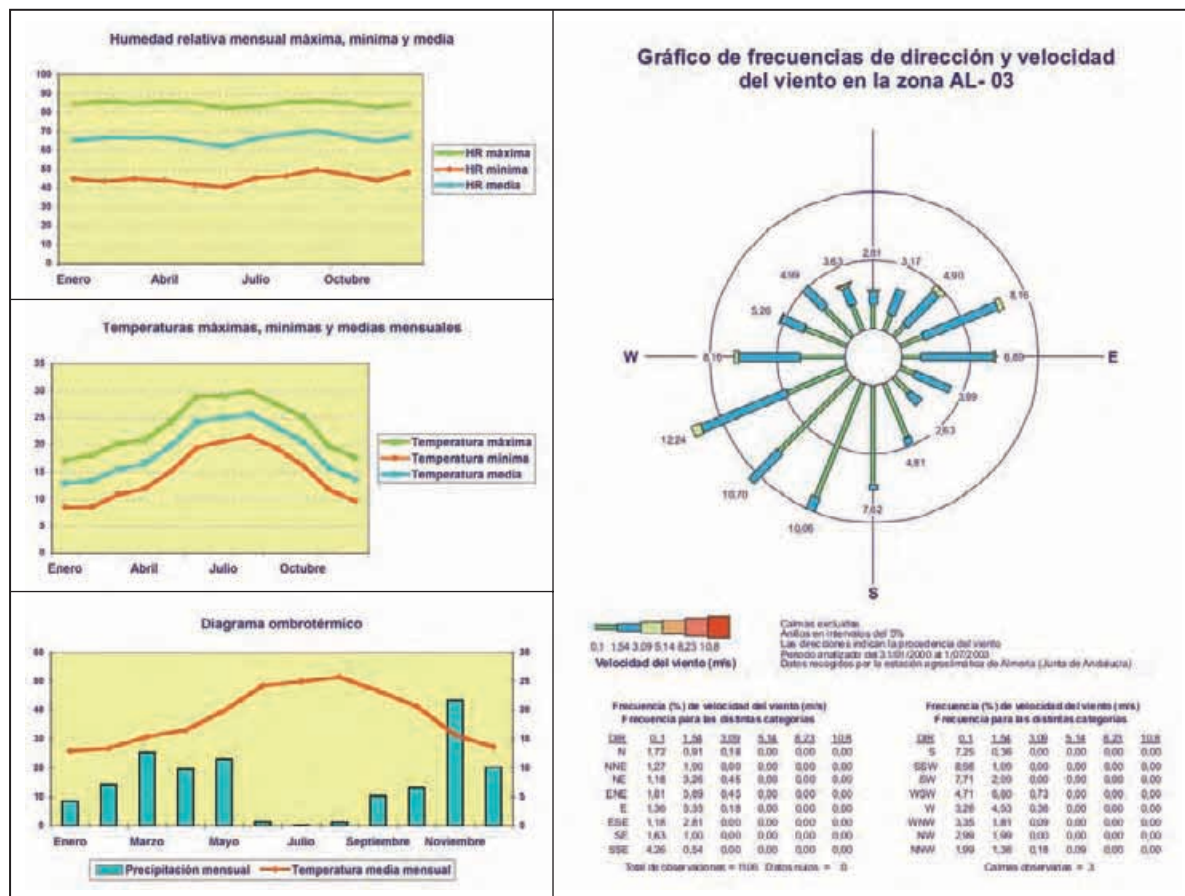


Figura 4.3-4 Caracterización climatológica de la zona estudiada (AL-03).

El análisis de las series históricas diarias de los años 2001 a 2003, indica que la temperatura media mensual en la zona, es superior a los 11 °C durante todo el año y la temperatura media mínima se produce en enero, siendo superior a 8 °C (Figura 4.3-4).

La precipitación total es muy escasa (no llega a los 190 mm anuales), la precipitación total de los 6 meses más cálidos (48,9 mm) es bastante inferior a la de los 6 meses más fríos (131,6 mm) siendo el mes de mayor precipitación en los años analizados, noviembre, que presenta precipitaciones cercanas a los 44 mm.

Los valores de humedad relativa mensual, mínima, media y máxima se mantienen bastante constantes durante todo el año, oscilando en torno al 40%, 67% y 84% respectivamente.

Con respecto al régimen de vientos, los vientos predominantes son los procedentes del Oeste-Suroeste, Suroeste y Sur-Sureste junto con los vientos del Este-Noreste, destacando también en frecuencia los vientos del este (levante). Asimismo, la intensidad de los vientos de poniente es similar a la de los de levante (Figura 4.3-4).

4.3.3 Caracterización física.

4.3.3.1 Batimetría.

El tramo de costa comprendido entre la playa del Bobar y la playa de las Salinas presenta una pendiente suave que va aumentando en las proximidades del Cabo de Gata, donde la costa se vuelve acantilada. El polígono se encuentra situado entre los 10 y los 50 m de profundidad. La valoración de la zona en función de este parámetro es la que se representa en la Figura 4.3-5 (ver página 116).

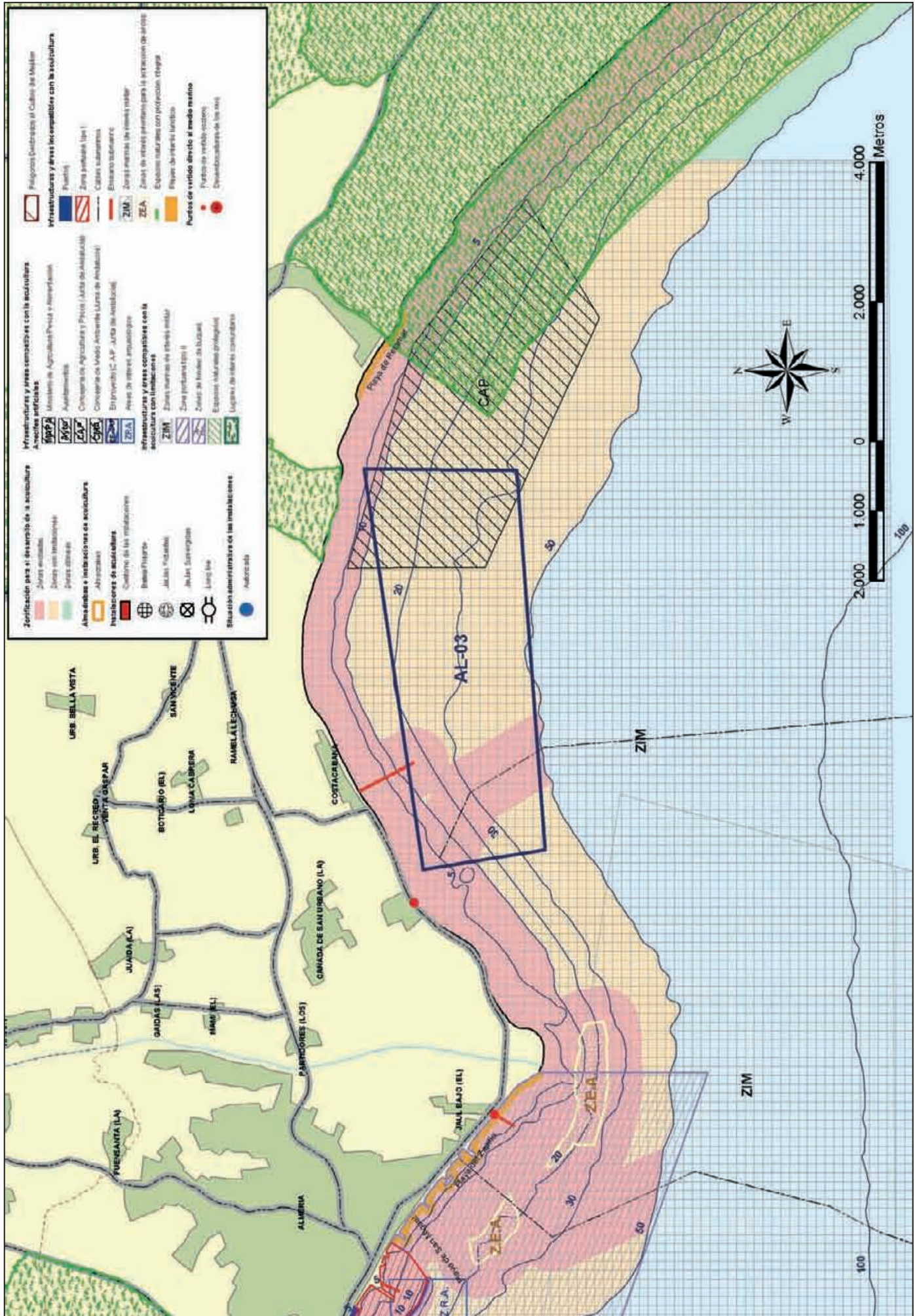


Figura 4.3-3

4.3.3.2 Condiciones oceanográficas.

4.3.3.2.1 Régimen hidrodinámico.

El análisis de las corrientes medidas por AZTI en otros emplazamientos próximos y semejantes a éste (Roquetas, Castell de Ferro, Isleta del Moro, Mazarrón, Calnegre, Punta de la Azohía, Gorguel) apunta hacia un cierto componente armónico que, aunque débil, influye decisivamente en el régimen de corrientes de la zona. Este efecto puede ser debido a fenómenos comunes de calentamiento diferencial entre la superficie del mar y la tierra y el régimen de brisas asociado a este tipo de gradiente térmico.

De los datos recogidos en otros estudios en emplazamientos próximos para la instalación de piscifactorías y en proyectos medioambientales en general desarrollados por AZTI, se desprende que la dirección de la corriente en puntos cercanos a la costa está directamente influida por la topografía y la batimetría costera, predominando este factor sobre patrones circulatorios de mayor escala.

Para conocer el régimen hidrodinámico de la zona de estudio AZTI fondeó un correntímetro doppler del tipo AANDERAA RCM-7 el invierno del 1999 y un correntímetro del tipo AANDERAA RCM-9 el verano del 2001. Tanto el correntímetro RCM-7, como el RCM-9, se ubicaron en la posición 36° 48' 45,6" N y 2° 32' 15,5" W, UTM: x = 541.241 m ; y = 4.074.257 m. Esta posición se ha representado en la Figura 4.3-6 con una cruz de color rojo. Los instrumentos se instalaron sobre un fondo de aproximadamente 33 metros a una profundidad de unos 10 metros.

En la Tabla 4.3-1 se presentan los resultados del análisis estadístico del registro de velocidades de la corriente según las direcciones de la misma, recogidas por el correntímetro instalado en el año 1999. Las corrientes predominantes son hacia el Nordeste y Sudoeste, con un total de más del 30% y 25% de las medidas, respectivamente. Sin embargo, las velocidades más altas medidas son con componente predominante Norte y son superiores a los 14 cm·s⁻¹.

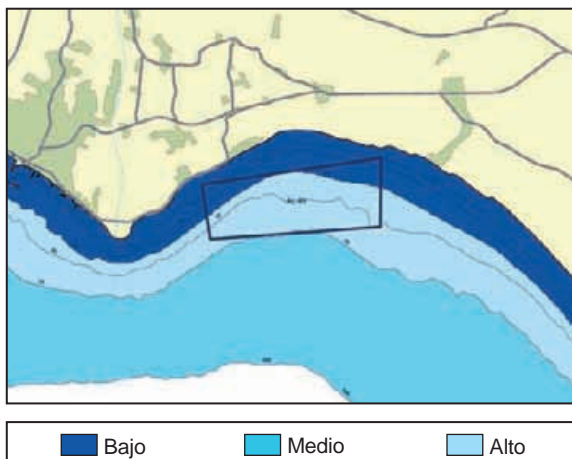


Figura 4.3-5 Valoración del interés de la zona en función de batimetría.

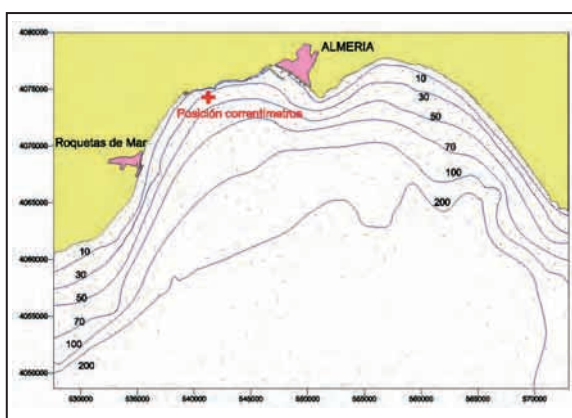


Figura 4.3-6 Posición de los correntímetros, fondeados en la Bahía de Almería.

Dirección ⁽¹⁾	Nº medidas	% ⁽²⁾	Vel. Máx. ⁽³⁾	Dirección ⁽⁴⁾	Vel. Media ⁽⁵⁾	STD ⁽⁶⁾
0-45 (NNE)	240	6,33	14,2	2,7	2,2	3.80
45-90 (ENE)	451	11,90	11,9	2,5	1,3	5.76
90-135 (ESE)	1147	30,26	9,2	2,5	1,1	5.21
135-180 (SSE)	250	6,59	4,6	1,9	0,8	3.66
180-225 (SSW)	125	3,30	4,3	1,8	0,6	3.62
225-270 (WSW)	492	12,98	7,8	2,4	0,9	4.38
270-315 (WNW)	962	25,38	6,3	2,8	1,1	5.44
325-360 (NNW)	124	3,27	3,7	1,8	0,6	4.37

(1) Sector de dirección (grados)
 (2) Porcentaje de frecuencia en cada sector de dirección (respecto al norte en el sentido de las agujas del reloj)
 (3) velocidad máxima (cm·s⁻¹) en cada sector direccional
 (4) Dirección asociada a la velocidad máxima (grados)
 (5) Velocidad media (cm·s⁻¹)
 (6) Desviación estándar (cm·s⁻¹).

Tabla 4.3-1 Análisis estadístico de dirección e intensidad de la corriente medida por el correntímetro instalado entre el 21/11/99 y el 17/12/99.

Por lo que respecta a los datos recogidos en verano, en la Tabla 4.3-2 se presentan los resultados del análisis estadístico del registro de velocidades de la corriente según las direcciones de la misma, obtenidos con el correntímetro fondeado entre el 15 de Junio y el 21 de julio de 2002. Las corrientes predominantes son hacia el Nordeste (ENE) y Suroeste (WSW), con un total de un 21,77% y el 37,92% de las medidas, respectivamente.

En lo que se refiere a la media del módulo de la corriente, la distribución por direcciones varía entre 4,7 y 14,7 cm·s⁻¹ en cuanto a velocidades medias y entre 13,69 y 35,69 cm·s⁻¹ en lo que se refiere a velocidades máximas (Figura 4.3-8).

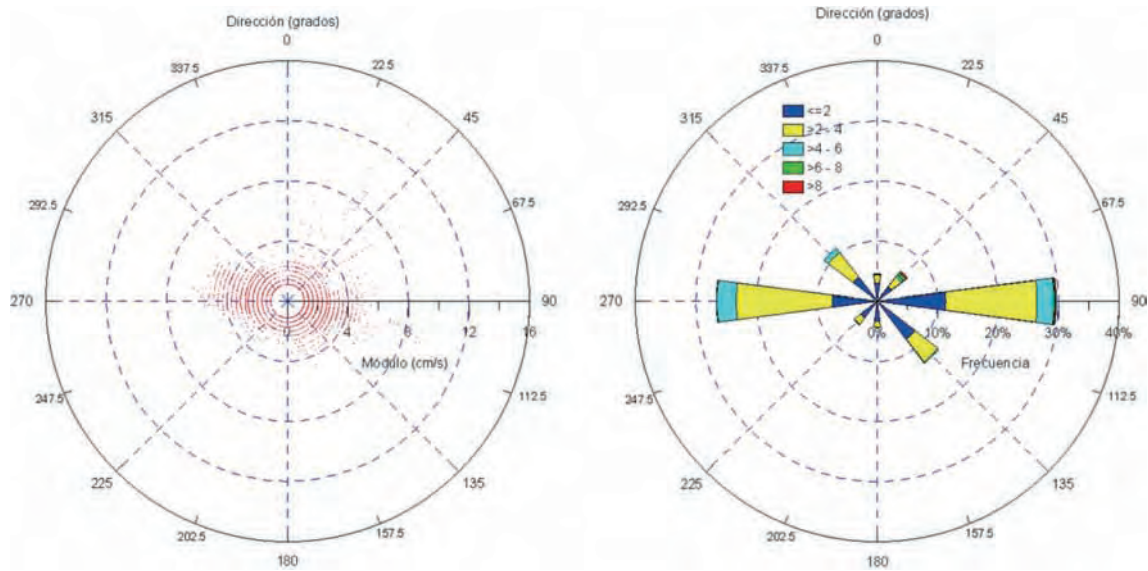


Figura 4.3-7 Diagrama polar y rosa de corrientes obtenidos de los datos registrados por el correntímetro RCM-9 fondeado en la Bahía de Almería en Noviembre-Diciembre de 1999.

Dirección ⁽¹⁾	Nº medidas	% ⁽²⁾	Vel. Máx. ⁽³⁾	Dirección ⁽⁴⁾	Vel. Media ⁽⁵⁾	STD ⁽⁶⁾
0-45 (NNE)	361	7,18	33,25	8,6	6,6	361
45-90 (ENE)	1095	21,77	35,69	12,0	6,9	1095
90-135 (ESE)	484	9,62	27,87	9,2	5,9	484
135-180 (SSE)	195	3,88	13,69	4,7	3,1	195
180-225 (SSW)	373	7,41	32,76	7,7	5,5	373
225-270 (WSW)	1908	37,92	34,71	14,7	7,6	1908
270-315 (WNW)	449	8,92	30,31	9,6	5,8	449
325-360 (NNW)	166	3,30	21,02	5,8	4,1	166

- (1) Sector de dirección (grados)
- (2) Porcentaje de frecuencia en cada sector de dirección (respecto al norte en el sentido de las agujas del reloj)
- (3) velocidad máxima ($\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$) en cada sector direccional
- (4) Dirección asociada a la velocidad máxima (grados)
- (5) Velocidad media ($\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$)
- (6) Desviación estándar ($\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$).

Tabla 4.3-2 Análisis estadístico de dirección e intensidad de la corriente medida por el correntímetro instalado entre el 15/06/99 y el 21/07/99.

En lo que se refiere a la media del módulo de la corriente, la distribución por direcciones varía entre 4,7 y 14,7 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ en cuanto a velocidades medias y entre 13,69 y 35,69 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ en lo que se refiere a velocidades máximas.

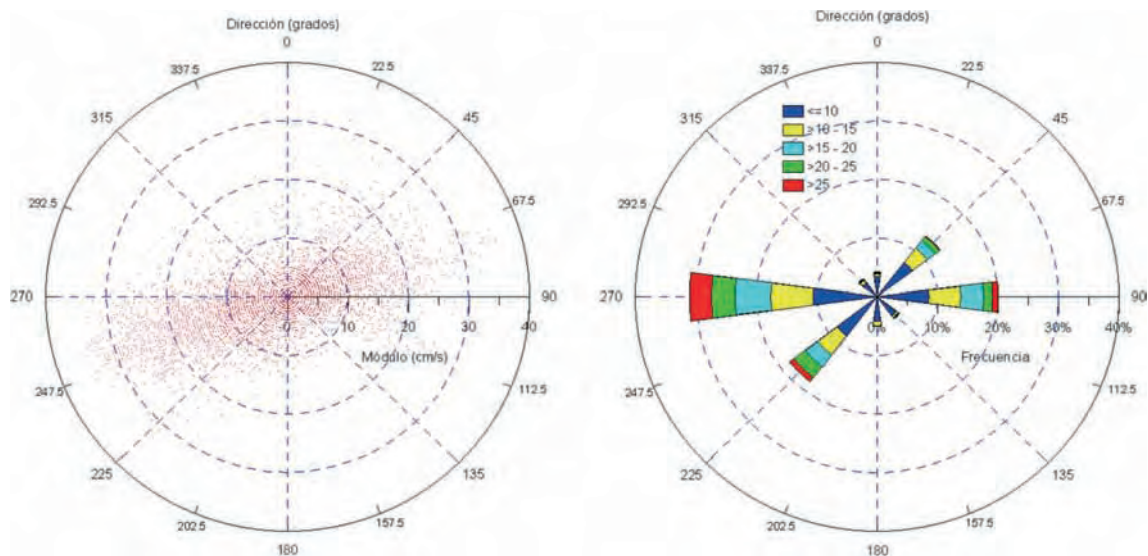


Figura 4.3-8 Diagrama polar y rosa de corrientes obtenidos de los datos registrados por el correntímetro RCM-9 fondeado en la Bahía de Almería en Junio-Julio de 2001.

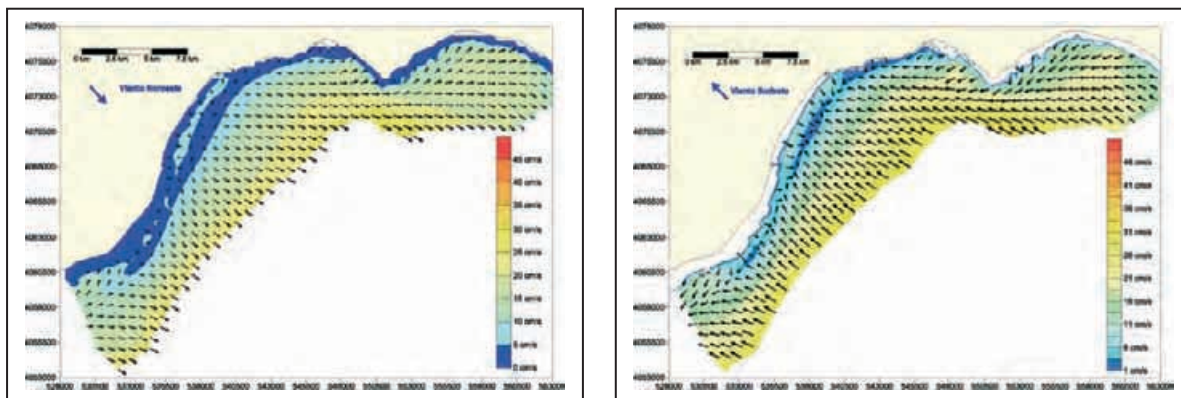


Figura 4.3-9 Velocidad (cm/s) y dirección de las corrientes producidas en invierno por los vientos dominantes (viento del noroeste de 10 Km/h y viento del sureste de 10 Km/h) a 10 m de profundidad.

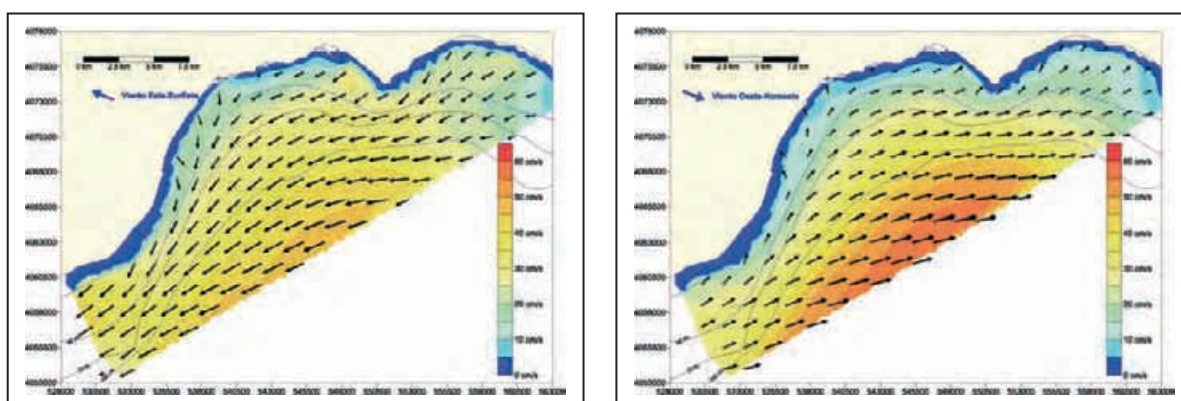


Figura 4.3-10 Velocidad (cm/s) y dirección de las corrientes producidas en invierno por los vientos dominantes (viento del Este-Sureste de 30 Km/h y viento del Oeste-Noroeste de 30 Km/h) a 10 m de profundidad.

Se ha simulado la corriente para los casos más frecuentes que se han presentado, tanto en invierno como en verano. Tal como se puede comprobar consultando los datos aportados por el correntímetro que estuvo instalado en la zona, y que se recogen en las Tablas 4.3-1 y 4.3-2 de los resúmenes estadísticos de las medidas de corrientes, las direcciones predominantes de las corrientes han sido:

- Invierno del 1999: según el eje ESE-WNW (55,60% del registro) generada por un viento del Noroeste (Figura 4.3-9)
- Verano del 2001: según el eje ENE-WSW (59,70% del registro), generada por un viento del Oeste-Noroeste (Figura 4.3-10)

Se ha considerado como representativa, en función de los resultados obtenidos en otros estudios de la costa andaluza, una intensidad media de los vientos en la zona de una velocidad igual a $10 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ en todos los casos de invierno, y de $20 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ en los casos de verano

Los resultados obtenidos por el modelo han sido calibrados comparándolos con los datos facilitados por los correntímetros fondeados a 10 metros de profundidad en la posición mencionada anteriormente.

Con estos resultados la valoración de la zona en función de la velocidad de corriente a 10 m de profundidad es la que se incluye en la Figura 4.3-11.

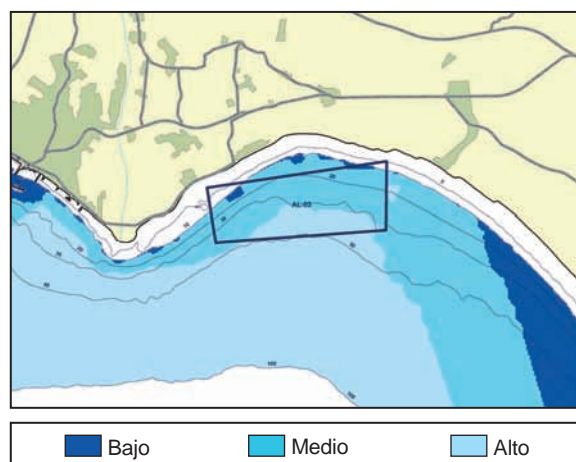


Figura 4.3-11 Valoración del interés de la zona en función de las corrientes dominantes a 10 m de profundidad.

4.3.3.2.2 Dispersión de posibles partículas contaminantes.

En la zona AI-03 se localizan praderas de fanerógamas en el parque natural de cabo de Gata-Nijar, al Este del área estudiada. Según referencias proporcionadas por la Consejería de Medio Ambiente, en la zona existen, además de las

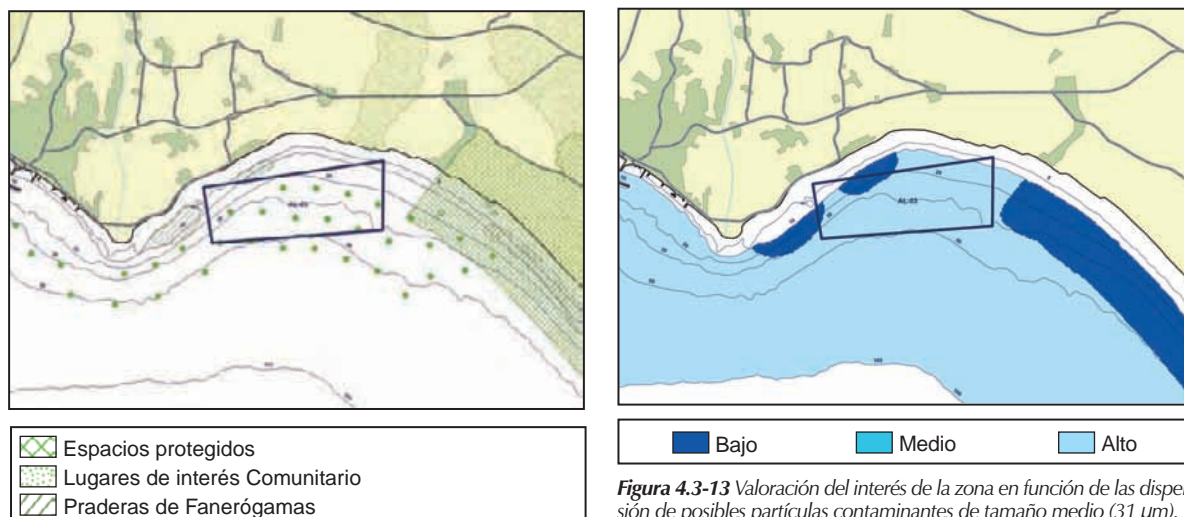


Figura 4.3-12 Localización de las praderas de fanerógamas y límites del parque natural en la zona de estudio. Los puntos indican la disposición de hipotéticas instalaciones acuícolas para la realización de los modelos de dispersión.

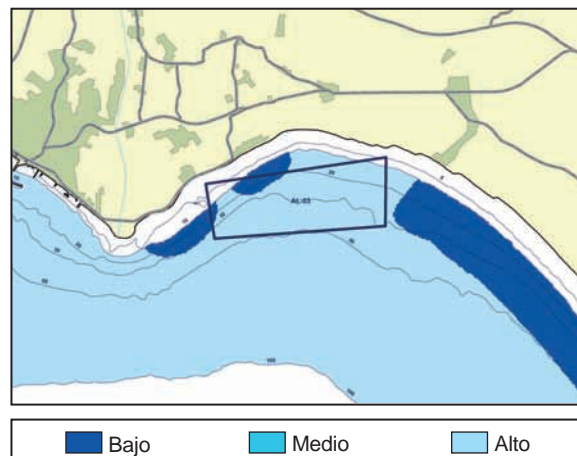


Figura 4.3-13 Valoración del interés de la zona en función de la dispersión de posibles partículas contaminantes de tamaño medio (31 µm). representadas en la figura 4.3.12, praderas de *P. oceanica* y *C. nodosa* hasta una profundidad de 15 m, sin embargo estas referencias no se encuentra georeferenciadas, por lo que no han podido representarse cartográficamente.

En la Figura 4.3-12 se representan junto a estas zonas los puntos utilizados para el cálculo de la dispersión de partículas procedentes de hipotéticas instalaciones, a las cuales se les ha determinado el posible área de dispersión de una partícula de tamaño medio (31µm) en función de la dirección y velocidad de las corrientes dominantes en la zona, siguiendo la metodología ya descrita.

Con los resultados obtenidos se ha realizado la valoración que se representa en la Figura 4.3-13, donde se aprecia que la dispersión de contaminantes únicamente tiene importancia en la zona cercana a las praderas de fanerógamas, resultando la mayor parte del área estudiada de interés alto desde el punto de vista de este parámetro.

No obstante, según las referencias de la Consejería de Medio Ambiente antes indicadas, se hace conveniente incidir en los proyectos de implantación de futuras instalaciones acuícolas, en la necesidad de un estudio detallado de la presencia de fanerógamas marinas en la zona de ubicación o en áreas colindantes, para valorar correctamente la incidencia que las nuevas instalaciones puedan tener sobre estas poblaciones.

4.3.3.2.3 Régimen de oleaje.

Por lo que respecta al régimen de oleaje, del área estudiada, los valores obtenidos en la boya de Cabo de Gata reflejan que, en condiciones normales de oleaje, la probabilidad de que una ola no exceda de 2 m es del 80%, dándose el caso de que el tiempo que puede transcurrir entre dos fenómenos de oleaje con capacidad de producir daños o deformaciones en las estructuras de cultivo oscila entre 2 y 5 años.

Finalmente, la probabilidad de que se presenten fenómenos de oleaje en los cuales se puedan producir daños graves en las estructuras es de una cada 50 años.



Figura 4.3-14 Situación de la Boya de Cabo de Gata respecto a la zona AL-03 (flecha naranja).

Según estos resultados, la zona AL-02, tiene desde el punto de vista del régimen de oleaje un **grado de interés medio**.

Parámetro	Descripción del parámetro	Valor registrado	Valoración
PNE1.2m	Probabilidad de No Excedencia para una altura de ola significativa de 1.2 metros (2 m. de altura máxima)	0.80	2
TROE1	Oleaje que produzca daños o deformaciones en las jaulas, hasta el extremo de no garantizar la permanencia de los peces en el interior de la misma. Hmax= 6 m.	2 < TR < 5	2
TROE2	Oleaje que produzca graves daños (reparables o no) en la estructura o elementos de fondeo. Hmax= 10 m.	50	2
Valoración Final			2

Tabla 4.3-3 Valores de oleaje registrados por la boya de Cabo de Gata.

4.3.3.3 Descripción del sustrato.

En esta zona se diferencian dos sectores: uno occidental, con predominio de sedimentos finos, fango y arena-fangosa, y otra oriental, con predominio de gruesos, arena y grava-fangosa. La fracción arena aparece con contenidos desde el 90% en fondos arenosos hasta el 20% en los fangosos. El fango está compuesto mayoritariamente por limo, con contenidos que superan el 70%, mientras que la arcilla no pasa del 20%. El tamaño medio de grano oscila entre 0,5-1 mm. En el sector Oeste, donde se dan fondos fangosos el tamaño de grano oscila entre 0,04-0.5 mm. En el extremo NE aumenta el tamaño de grano a 3,75 mm (Figura 4.3-15).

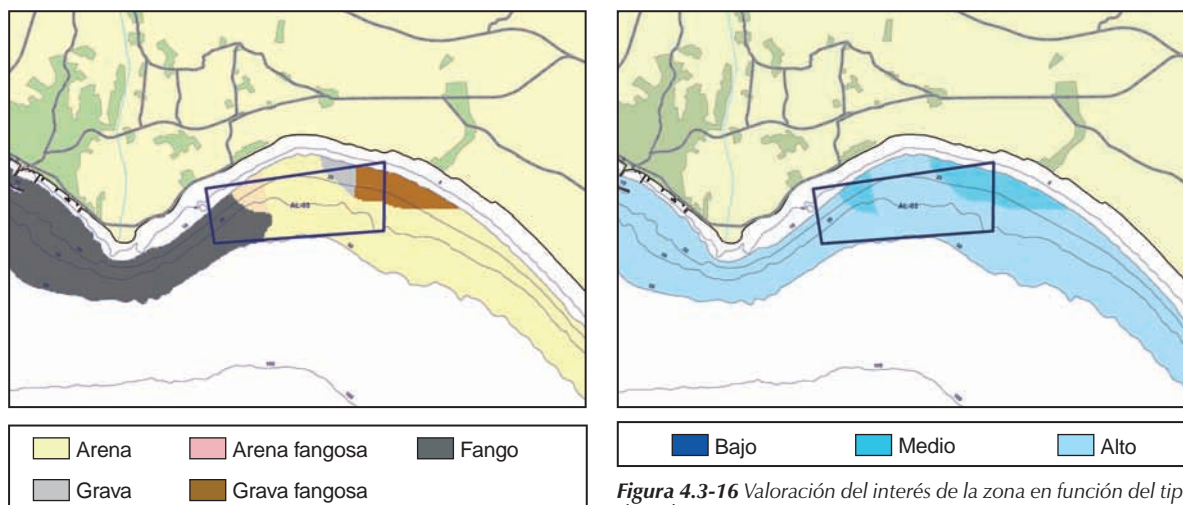


Figura 4.3-15 Diferentes tipos de sustrato determinados en la zona AL-03.

Figura 4.3-16 Valoración del interés de la zona en función del tipo de sedimento.

Las muestras presentan valores de la desviación típica entre 0,02 y 2,2, correspondiente respectivamente a sedimentos muy bien clasificados, como los presentes en fondos arenosos, y mal clasificados, como los de los fondos gravoso-fangosos. La distribución de tamaños de grano, en general, presenta curvas unimodales, aunque en sedimentos mal clasificados son de carácter polimodal.

De los resultados se deduce que la zona presenta variaciones entre el sector oriental y el occidental. En el primer caso, el bajo contenido en finos y predominio de arena, junto a la buena clasificación de los sedimentos, indican un régimen deposicional controlado por la acomodación, con una tasa de aportes muy baja. La dinámica sedimentaria está controlada por las corrientes de retorno generadas por los temporales, que transportan arena perpendicularmente a la costa, desde la orilla hacia mar adentro.

Estos sedimentos, por su tamaño, son transportados como carga de fondo, tracción o saltación, dependiendo de la velocidad de la corriente. En el segundo caso, la presencia de fango, especialmente limo, indica que este sector recibe aportes desde el continente, pequeños arroyos y ríos. Pero, además, la presencia en estos sedimentos de arena en contenidos relativamente importantes, indica, bajo un punto de vista deposicional, el carácter mixto de este sector.

Así, en los momentos de crecida de los sistemas fluviales próximos, el fondo está controlado por los aportes de finos procedentes de los mismos, mientras que en los momentos de estiaje, está dominado exclusivamente por la acomodación, es decir, por la acción de las corrientes de retorno generadas durante los temporales, que aportan fundamentalmente arena desde la orilla. Con estos resultados, la valoración del grado de interés de la zona en función del tipo de sedimento es la representada en la Figura 4.3-16.

4.3.3.4 Calidad de aguas.

4.3.3.4.1 Condiciones físico químicas.

– Temperatura

La temperatura superficial oceánica para la zona AL-03 se muestra en la Figura 4.3-17 para el muestreo de invierno y en la Figura 4.3-18 para el realizado en verano. Estos valores van a oscilar entre los 15,30°C de mínima registrados en marzo a los 24,05°C de máxima registrados en el mes de agosto. Aunque muy levemente, los datos recogidos en continuo en el mes de marzo permiten apreciar una ligera disminución de la temperatura superficial hacia el oeste, hacia el puerto de Almería si bien el descenso de temperatura no llega a ser superior a 0,5°C. En verano se aprecia un ligero descenso de temperatura en la zona correspondiente a la desembocadura del río Andarax.

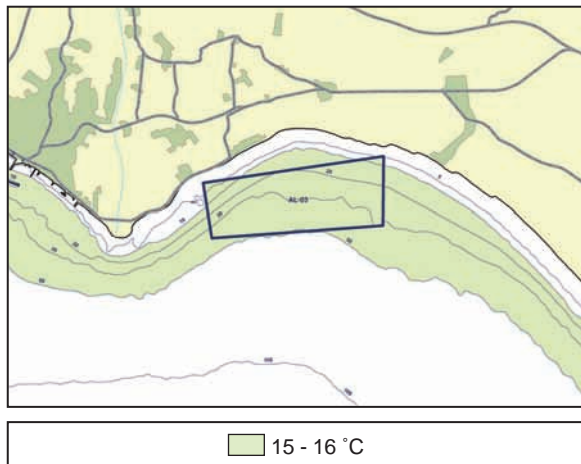


Figura 4.3-17 Temperatura superficial en el polígono correspondiente a la zona AL-03. Muestreo marzo-abril 2003.

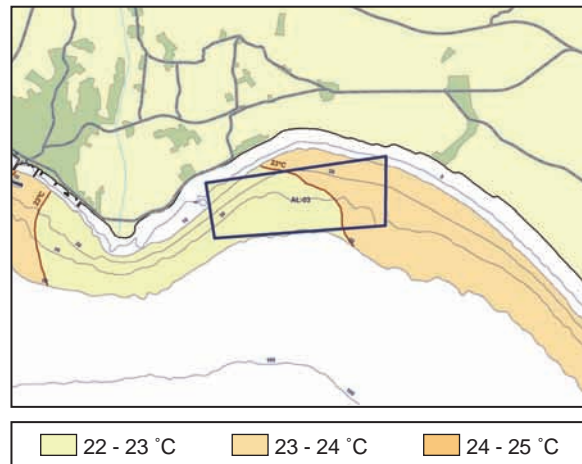


Figura 4.3-18 Temperatura superficial en el polígono correspondiente a la zona AL-03. Muestreo agosto 2003.

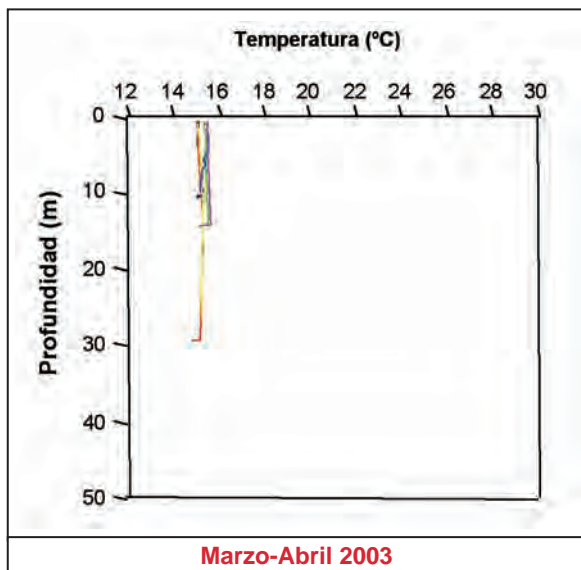
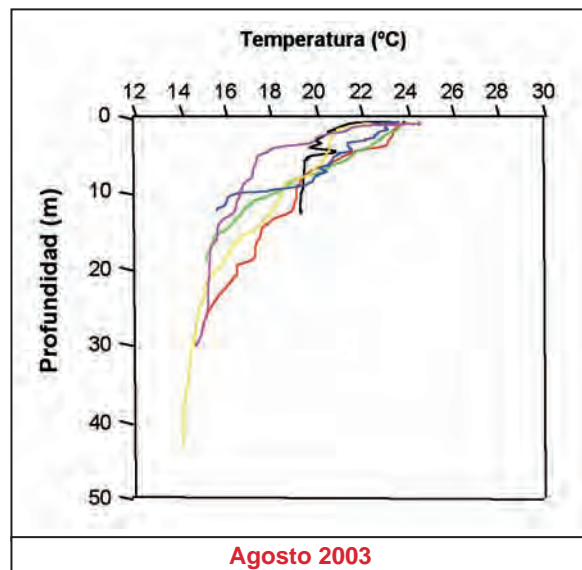


Figura 4.3-19 Perfiles verticales de temperatura para las estaciones muestreada en la zona AL-03.



El estudio de la columna de agua (Figura 4.3-19) muestra la misma evolución que hasta ahora han seguido todas las zonas muestreadas. Es decir columna muy mezclada en invierno y clara estratificación en verano.

Con los perfiles se confirman las temperaturas registradas en el muestreo en continuo. En marzo se obtuvieron valores cercanos a los 15 grados en toda la columna de agua.

Al ser aguas poco profundas y estar la columna muy mezclada los valores son similares tanto en superficie como en fondo. Por el contrario en el mes de agosto se dan temperaturas superficiales de entorno a los 24 °C, mientras que en profundidad los valores oscilan entre los 14 y los 16 °C. La termoclina llega a alcanzar en alguna estación hasta los 20 metros de profundidad.

La evolución temporal de la temperatura obtenida con los promedios mensuales de los últimos diez años, muestra como esta zona presenta temperaturas mínimas que en ningún caso son inferiores a los 14 °C, alcanzándose las máximas en el mes de agosto donde se aprecian valores de hasta 23 °C (Figura 4.3-20).

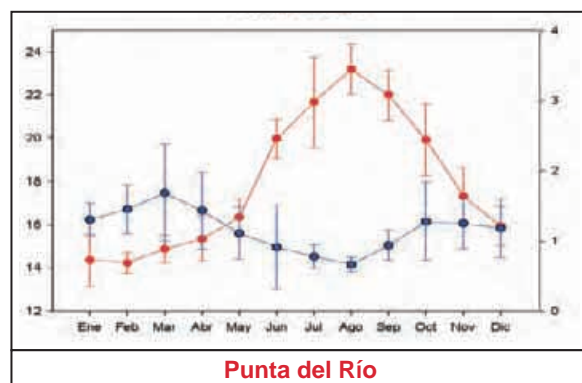


Figura 4.3-20 Promedios mensuales de temperatura (rojo) y clorofila (azul) para la zona AL-03 durante los años del 94 al 03 para temperatura y entre el 98 y el 02 para la clorofila. Datos de los sensores AVHRR y SeaWiFS. Las barras representan \pm error estándar.

– Salinidad

En la Figura 4.3-21 se pueden ver los valores de salinidad para las dos campañas realizadas.

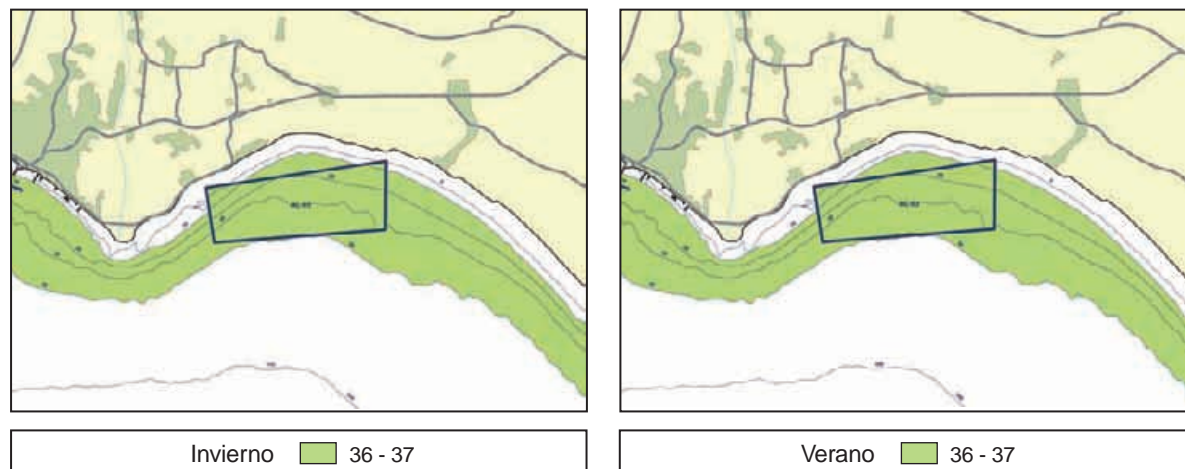


Figura 4.3-21 Datos de salinidad superficial para la zona AL-03 durante los muestreos realizados en marzo y agosto de 2003, en ambos casos la salinidad se mantiene entre 36 y 37.

Estos valores no difieren mucho de los obtenidos en anteriores estaciones dándose una media de 36,5 ups en toda la zona y no observándose diferencias significativas entre el muestreo de verano y el de invierno.

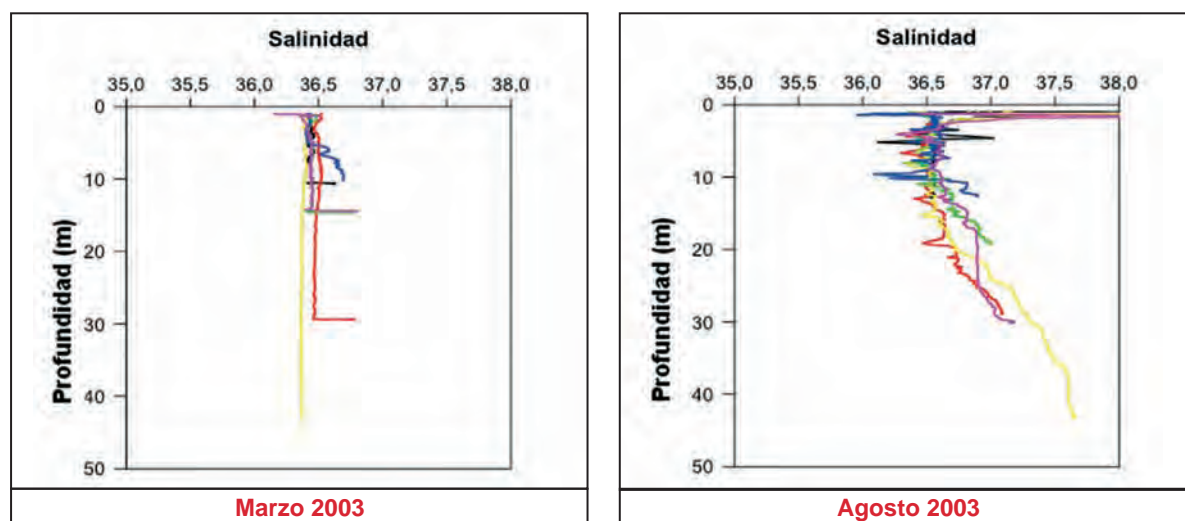


Figura 4.3-22 Perfiles de salinidad para la zona AL-03 en los dos muestreos realizados.

Los perfiles verticales (Figura 4.3-22) muestran la variación de este parámetro con la profundidad. En marzo los valores permanecen constantes mientras en agosto se produce un aumento con la profundidad. Es de destacar las perturbaciones en la señal que se produce en los primeros metros, debida en gran parte a la inestabilidad del sensor utilizado.

– Clorofila

Los valores de fluorescencia en superficie obtenidos en ambos muestreos se muestran en las Figuras 4.3-23 y 4.3-24.

En ellas se observan como, las concentraciones más altas, se producen en invierno donde la columna de agua es muy homogénea y hay más disponibilidad de nutrientes. Aún así, los valores no son muy altos, entre 0,7 a 1,1 u.a. en invierno y de 0,5 a 0,9 u.a. en verano. Estos valores se pueden relacionar con los promedios en mg/m^3 obtenidos de las imágenes de satélite (Figura 4.3-20), donde se comprueba como los valores más bajos de los últimos años para la clorofila coinciden con el mes de agosto, donde se promediaron valores del orden de $0,7 \text{ mg}/\text{m}^3$.

El muestreo realizado de forma discreta (Figura 4.3-25) muestra valores que como máximo llegan a estar en torno a los $2 \text{ mg}/\text{m}^3$, obtenidos para el muestreo de agosto y para la clorofila en fondo.

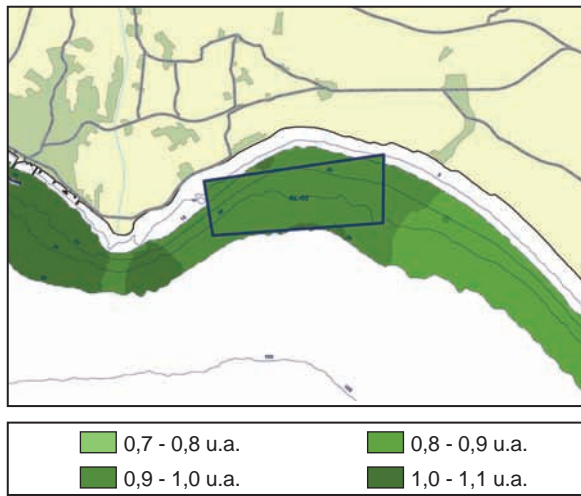


Figura 4.3-23 Fluorescencia superficial para la zona AL-03 durante el muestreo realizado en marzo de 2003.

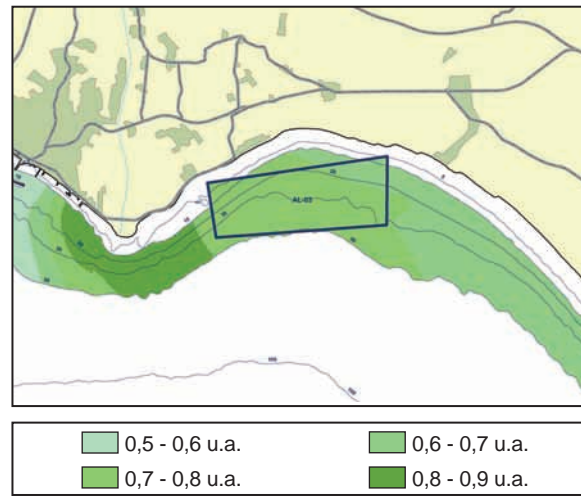


Figura 4.3-24 Fluorescencia superficial para la zona AL-03 durante el muestreo realizado en agosto de 2003.

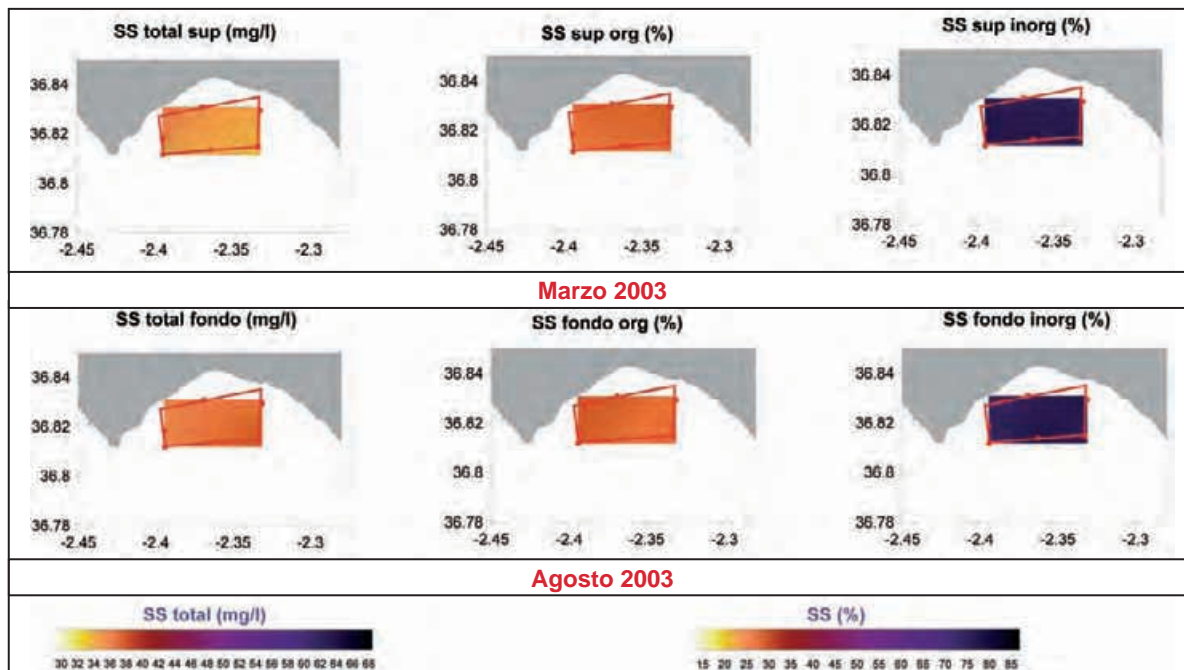


Figura 4.3-25 Clorofila fraccionada y total en superficie y fondo para la zona AL-03 durante el muestreo realizado en agosto de 2003

El perfil vertical de fluorescencia (Figura 4.3-26) avala los datos obtenidos en el muestreo continuo donde en superficie los valores llegan a rondar entre 0,5 y 1 u.a., obteniéndose el máximo por debajo de la termoclina para luego ir descendiendo con la profundidad.

– Sólidos en suspensión

Los valores obtenidos mediante el muestreo en continuo para el coeficiente de atenuación de la luz (Figura 4.3-27) (Ver página 124) permite constatar que existe una mayor concentración de sólidos en suspensión en el mes de marzo que en el de agosto.

Gracias a los datos del registro discreto (Figuras 4.3-28 y 4.3-29) (Ver página 124) vemos como los valores oscilaron entre los 34 a 38 mg/l en las estaciones de mayor concentración. En ningún caso y para los valores totales se llegó a superar los 40 mg/l. Siendo mayoritariamente de tipo inorgánica la naturaleza de estos sólidos en la totalidad de los puntos.

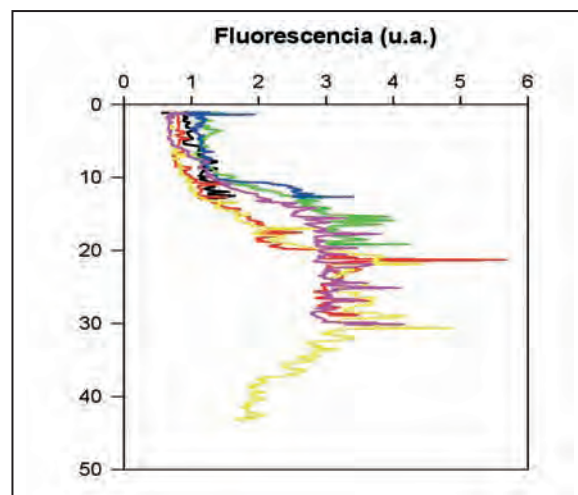


Figura 4.3-26 Perfil vertical de fluorescencia para las estaciones muestreadas.

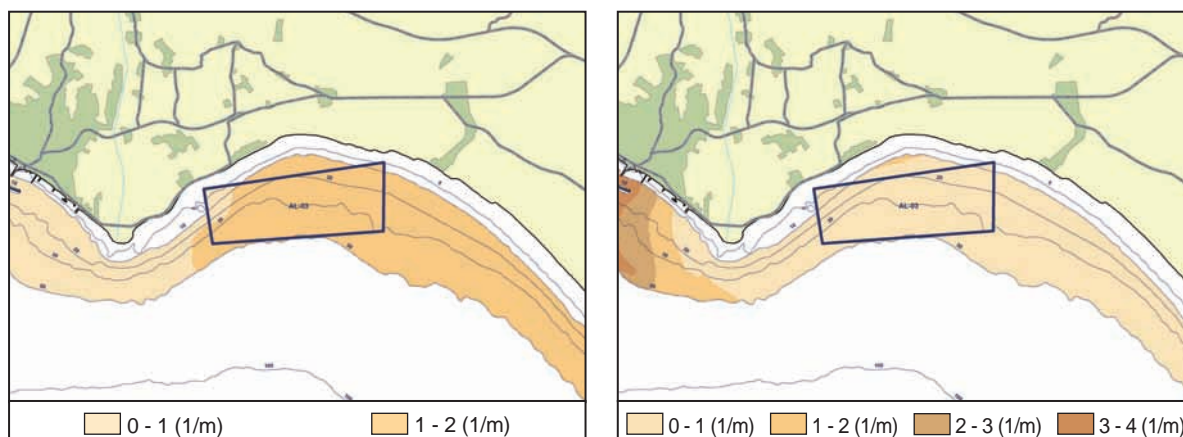


Figura 4.3-27 Coeficientes de atenuación de la luz (m-1) para la zona AL-03 durante los muestreos realizado en marzo y agosto de 2003.

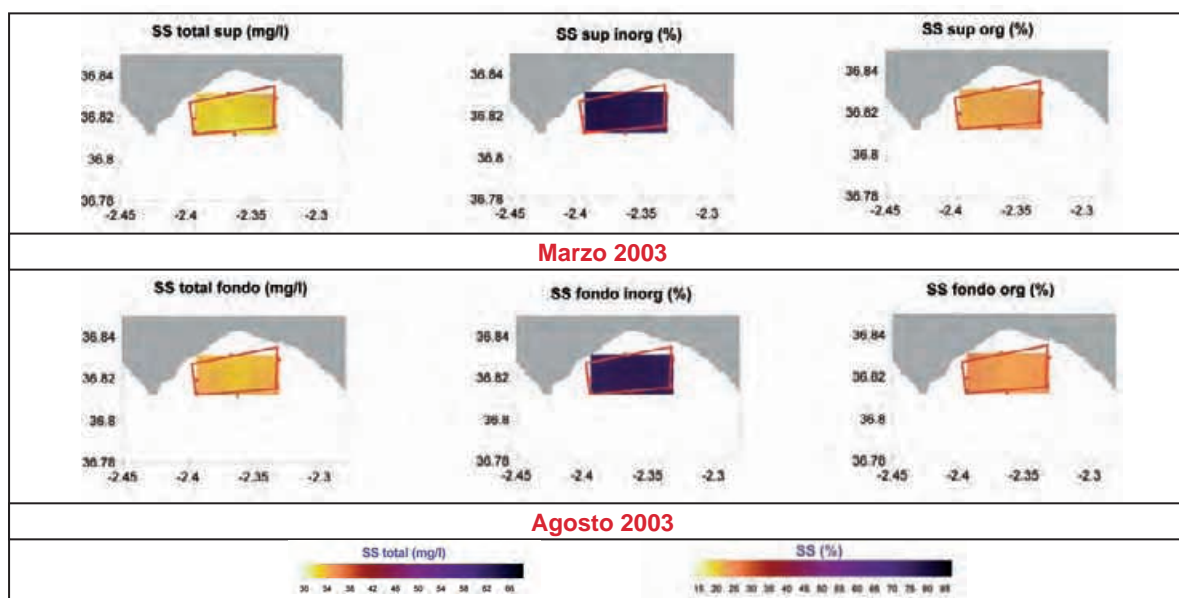


Figura 4.3-28 Sólidos en suspensión en mg/l y % para la zona AL-03 durante el muestreo realizado en marzo de 2003

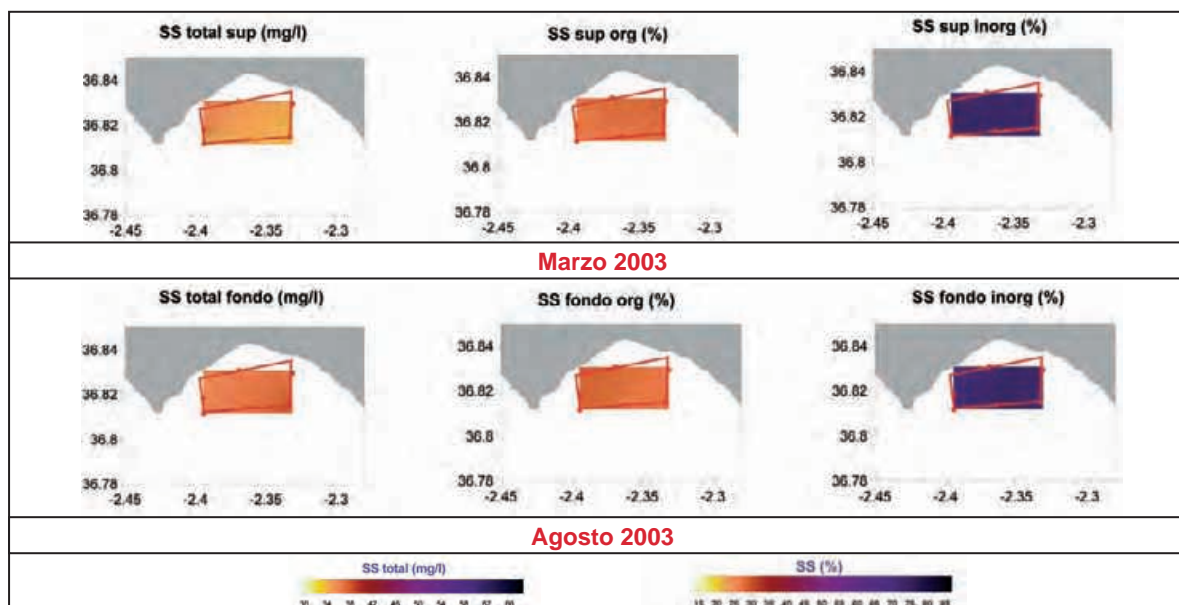


Figura 4.3-29 Sólidos en suspensión en mg/l y % para la zona AL-03 durante el muestreo realizado en agosto de 2003.

– Oxígeno

La variación en profundidad (Figura 4.3-30) (ver página 125) muestra como el máximo de oxígeno se obtiene a cotas de entre 5 y 15 m, decreciendo después con la profundidad hasta valores mínimos de 6 mg/l.

Con los resultados obtenidos en referencia a las condiciones físico químicas del agua en el área de Costacabana (Zona AL-03), se pueden realizar las siguientes consideraciones:

1. En esta zona los valores mínimos de temperatura rondan los 14°C. Estos valores están por encima de lo que se estima como valor crítico para el cultivo de especies acuícolas.
2. Los valores de salinidad son estables, no registrándose ningún fenómeno que produzca alteración sobre esta variable.
3. La clorofila analizada se encuentra en niveles relativamente bajos, con lo que es previsible que no se den problemas que puedan derivar en fenómenos perjudiciales para el cultivo.
4. De igual manera los niveles de sólidos en suspensión son también bajos y no presentan problemas para la realización de cultivos marinos.
5. Los valores de oxígeno se encuentran en unos niveles que se pueden considerar óptimos para este tipo de actividades.

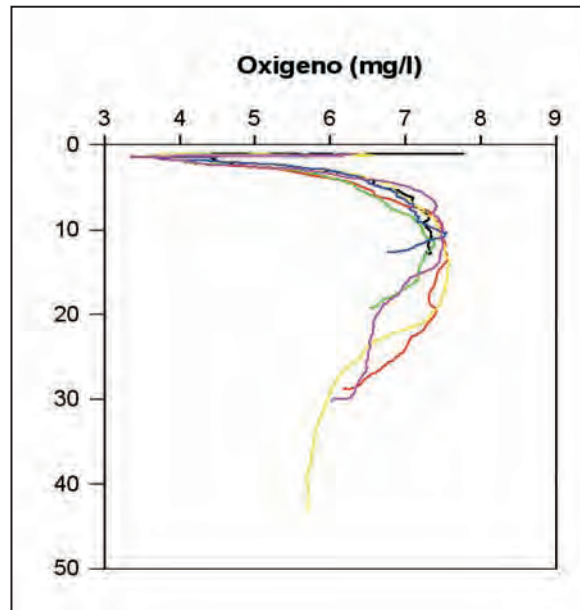


Figura 4.3-30 Variación vertical de la concentración de oxígeno en las estaciones correspondientes a la zona de estudio AL-03.

En vista de los resultados obtenidos al integrar en el índice de calidad todos los valores de las distintas variables aplicando la fórmula descrita en el apartado de metodología, podemos afirmar que la zona de Punta del Río AL-03, presenta una calidad de agua en la que se alcanzan unos valores notablemente buenos para el desarrollo de la acuicultura flotante.

En la Figura 4.3-31. se muestra el índice de calidad obtenido para esta zona, en el mapa podemos ver como toda la zona de Punta del Río presenta calidades similares obteniéndose un valor entre 7,3 y 8,3 en una escala del 1 al 10.

Finalmente, con estos resultados, la valoración del grado de interés de la zona AL-03 desde el punto de vista de la acuicultura es la que se representa en la Figura 4.3-32, obteniéndose un grado de interés alto para toda la zona.

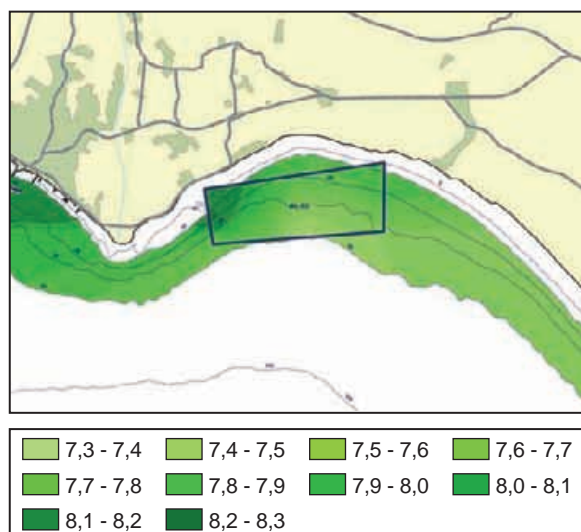


Figura 4.3-31 Índice de calidad de agua obtenido para la zona AL-03.

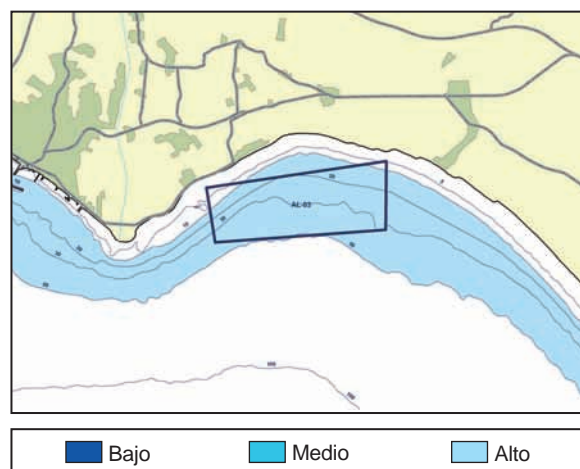


Figura 4.3-32 Valoración del interés de la zona en función del índice de calidad del agua empleado en este estudio.

4.3.3.4.2 Condiciones sanitarias.

El área estudiada se corresponde casi en su totalidad con las zonas de producción AND 1-39 en su zona central, AND 1-40 al Este y AND 1-45 al Oeste (Figura 4.3-33).

- Contaminación bacteriana:

Los resultados microbiológicos obtenidos en el control sanitario de estas zona durante los años 2000, 2001 y 2002 son los recogidos en la Tabla 4.3-4.

La zona AND 1-40 es la única que presenta alguna contaminación microbiológica a partir del año 2001 donde se detectó en diciembre contaminación microbiológica en la coquina, detectándose en tres meses durante el año 2000 coquina con índices de contaminación microbiológica superiores a los permitidos para su consumo. No obstante, no se puede decir que el área posea un riesgo de contaminación microbiológica que pueda resultar negativo.

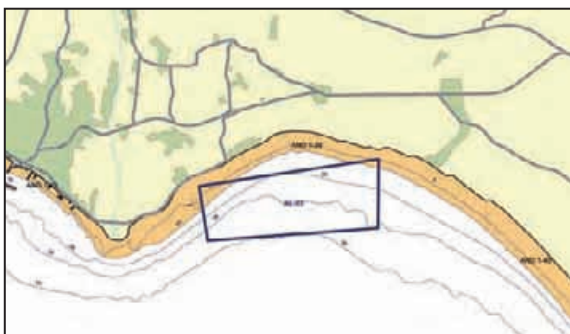


Figura 4.3-33 Zonas de producción coincidentes con el área estudiada (AL-03).

Zona AND 1-39												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000												
2001												
2002												

Zona AND 1-40 (coquina)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000												
2001												
2002												

Zona AND 1-45												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000												
2001												
2002												

Coliformes y E. Coli por encima del límite
 Presencia de Salmonella

Tabla 4.3-4 Meses en los que los análisis del control sanitario han dado valores de contaminación microbiológica superiores a los permitidos en los años 2000 a 2002.

- Contaminación por toxinas:

Con respecto a la contaminación por toxinas (DSP, PSP y ASP) durante estos años, los resultados obtenidos han sido los que se recogen en la Tabla 4.3-5, en la que se puede observar cómo únicamente se ha detectado contaminación por toxinas en en la zona AND-40, siendo la especie afectada la coquina, en ningún caso se ha detectado contaminación en el mismo mes durante dos años consecutivos.

Zona AND 1-39												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000												
2001												
2002												

Zona AND 1-40 (coquina)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000												
2001												
2002												

Zona AND 1-45												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000												
2001												
2002												

DSP
 PSP
 ASP

Tabla 4.3-5 Meses en los que los análisis del control sanitario han dado valores de contaminación por toxinas superiores a los permitidos en los años 2000 a 2002.

Se puede concluir que la zona AL-03 posee una buena calidad sanitaria de sus aguas, que únicamente se ve empeorada por fenómenos puntuales en la parte oriental de la misma, zona que se corresponde con la zona de producción AND 1-40.

4.3.4 Caracterización bionómica.

Situada en el extremo Norte del Golfo de Almería, al Este de la desembocadura del río Andarax, esta zona presenta una pendiente moderada, que oscila entre 1,5 y 2%. El sustrato presenta una elevada variabilidad en cuanto a composición granulométrica, que junto a la batimetría, condiciona la distribución de las comunidades cuya distribución se representa en la figura 4.3-34.

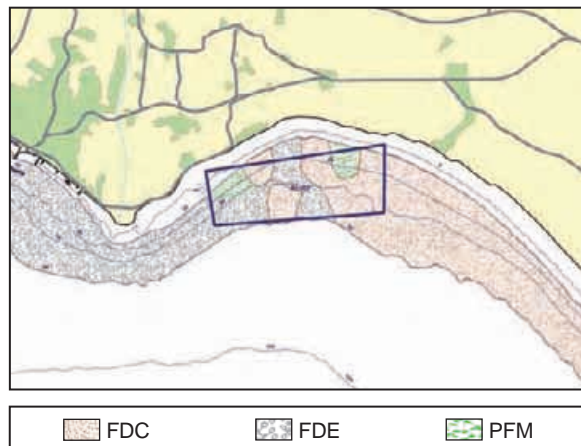


Figura 4.3-34 Tipo de comunidades detectadas en la zona. Los puntos señalan las estaciones de muestreo. FDC = biocenosis de fondos detríticos costeros; PFM = praderas de fanerógamas marinas. FDE = Biocenosis de fondos detríticos enfangados.

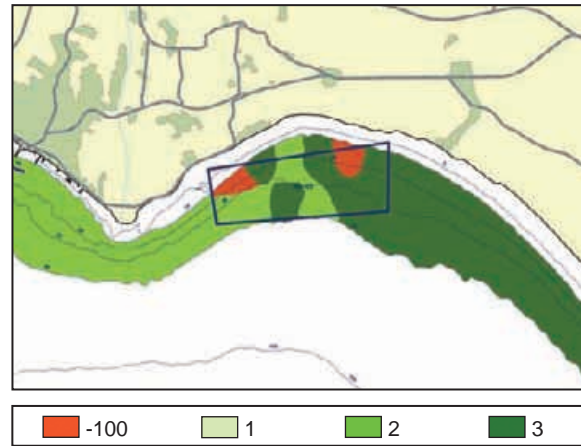
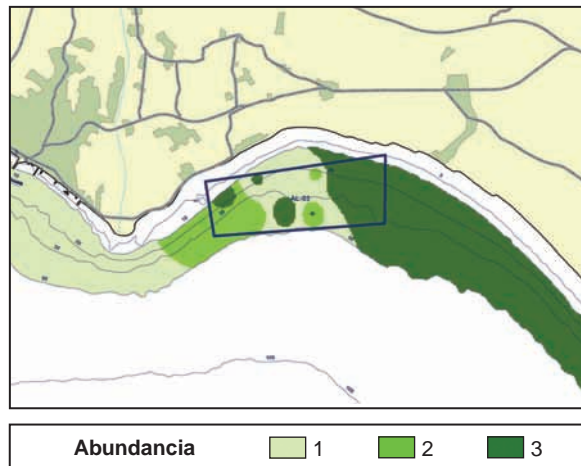
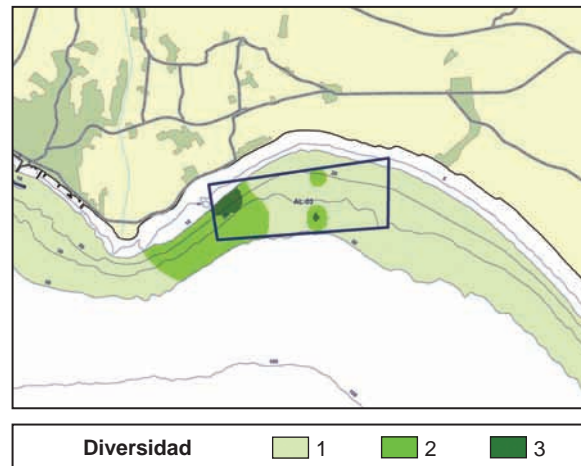


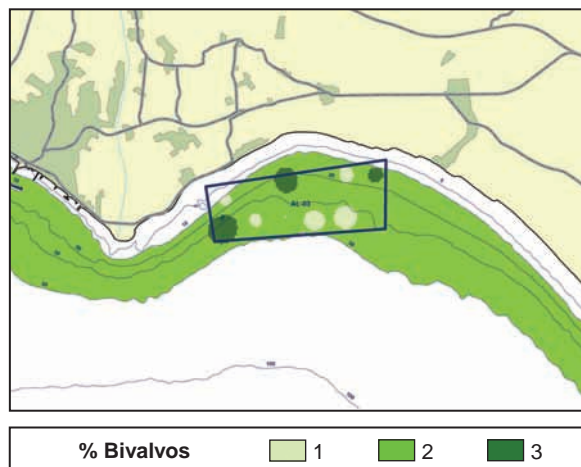
Figura 4.3-35 Valoración de la zona AL-03 en función del tipo de comunidad.



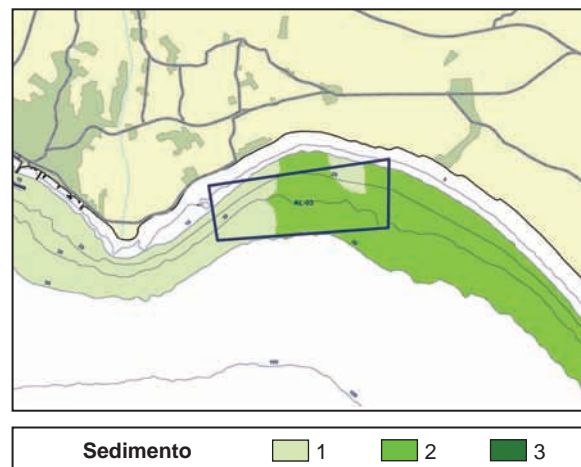
Abundancia 1 2 3



Diversidad 1 2 3



% Bivalvos 1 2 3



Sedimento 1 2 3

Figura 4.3-36 Valores obtenidos para los restantes factores considerados en la valoración de la zona según sus características bionómicas.

- En los vértices más someros del polígono se han observado **Praderas de Fanerógamas Marinas (PFM)**, entre las que cabe hacer distinciones:
 - Pradera de *Posidonia oceanica*: En el extremo NW del polígono se localiza una pradera muy tupida de esta especie, con gran cantidad de fauna asociada, y al menos en el punto muestreado (incluyendo una filmación de los alrededores), sin ningún síntoma de degradación.
 - Césped de *Cymodocea nodosa*: En el vértice nororiental del polígono aparecen de forma muy dispersa brotes de *Cymodocea*, sin llegar a constituir un tapizado continuo.
- **Fondos Detríticos Enfangados (FDE)**: Predominantes en la mitad occidental del polígono (exceptuando la zona ocupada por *Posidonia*), en un rango de profundidades desde 20 a 40 metros. Tanto el número de especies como el de individuos y el porcentaje de bivalvos varían considerablemente de un punto a otro, presentando valores más elevados en la zona de transición con el siguiente tipo de comunidad.
- **Fondos Detríticos Costeros (FDC)**: Ocupando la mitad oriental, a excepción del césped de *Cymodocea*, y al igual que la comunidad anterior, presentando un gradiente creciente en número de especies e individuos, así como porcentaje de bivalvos, hacia la zona central del polígono.

Los valores obtenidos para su inclusión en el índice final, por lo que respecta a los tipos de comunidad existentes son los que se representan en la Figura 4.3-35 (ver página 127).

En la Figura 4.3-36 (ver página 127) se incluyen las valoraciones obtenidas para cada uno de las características restantes asociadas a la bionomía según el índice de calidad descrito en el apartado de metodología. Con estas valoraciones, aplicando la ecuación descrita en la metodología, se obtiene el resultado del índice definido para la valoración de la bionomía, que se representa en la Figura 4.3-37. Este valor, aunque se puede considerar que se encuentra muy influenciado por el tipo de comunidad existente en la zona, presenta algunas diferencias en su valoración, con respecto a este parámetro, consecuencia de la influencia que los otros factores ejercen en la zona.

Finalmente, una reclasificación de estos valores obtenidos nos da la valoración final del grado de interés del área en función de la bionomía existente en la zona AL-03 (Figura 4.3-38).

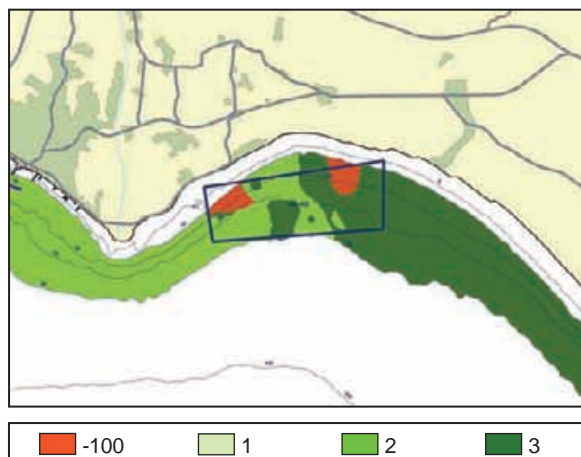


Figura 4.3-37 Índice de calidad de la zona AL-03 en función de la bionomía.

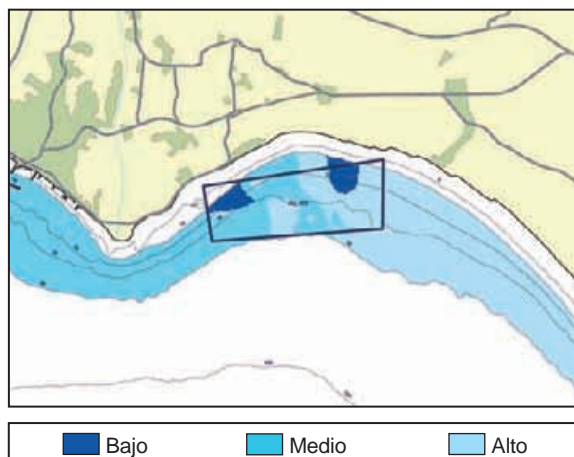


Figura 4.3-38 Valoración del interés de la zona en función de las características bionómicas.

4.3.5 Caracterización del sector pesquero.

En las proximidades del polígono estudiado se encuentran tres caladeros tradicionales (Figura 4.3-39), cuya denominación y características son las siguientes:

Nombre del caladero	Distancia al centro del área de estudio	Especies más representativas capturadas	Artes de pesca utilizadas
– Castillo de San Telmo – El Palmar – Bahía de Almería – Térmica – El Zapillo – Río Andarax – Punta del Río	9 Km	- Peces: Besugo, breca, brótola, salmonete y pargo. Moluscos: Jibia, pulpo y chirla.	Palangre, pijotera, jaula y trasmallo
– Castillo de San Telmo – El Palmar – Bahía de Almería – Térmica – El Zapillo – Río Andarax – Punta del Río	Sobre el área de estudio	- Peces: Besugo, breca, brótola, salmonete, pargo, bonito y caballa. Moluscos: Jibia, pulpo, calamar, chirla y coquina.	Ratera, pijotera, trasmallo, bonitera, potera y jaula
– San Miguel de Cabo de Gata – Salinas – Cala Arena – El Corralete – Faro y Cabo de Gata – Las Escollas	19 Km	- Peces: Atún, agujeta, pez limón, mero, besugo, breca, brótola, salmonete, pargo, bonito y caballa. Moluscos: Jibia, pulpo, calamar, chirla y coquina.	Lienza, agujetera, palangre, potera, bonitera, trasmallo, rastro y jaula

Tabla 4.3-6 Caladeros cercanos al área de estudio.

El puerto pesquero más cercano al área considerada es el de Almería que se encuentra a una distancia de unos 10 km del centro de la zona de estudio y está gestionado por la Autoridad Portuaria Almería - Motril

PUERTO DE ALMERÍA		
Latitud	36° 50' 00,0" N	Servicios al sector pesquero: - Fabrica de hielo - Cámaras frigoríficas - Varadero
Longitud	2° 28' 00,0" W	
Calado en la bocana (B.M.V.E.)	12 m	
Longitud del muelle (m)	1.075 m	
Calado medio muelle (m.)	5 m	

Tabla 4.3-7 Características técnicas del puerto pesquero de Almería.

La flota pesquera que opera en este puerto está integrada por 103 embarcaciones que desplazan 2570 TRB. De éstas, 43 son de arrastre, 36 de artes menores, 23 de cerco y 1 de palangre de superficie.

Las especies más representativas según los datos de la lonja de este puerto son las gambas, pez espada, voraz-besugo, pez sable, melva, jurel y caballa. El total de la pesca desembarcada es de unas 818 Tm anuales, de las cuales 788 Tm son de peces, 29 Tm de crustáceos y 1,3 Tm de moluscos.

Los caladeros utilizados por la flota de menor dimensión se encuentran en las aguas cercanas al puerto, pero las mayores extienden su radio de acción desde al Mar de Alborán hasta las aguas del archipiélago balear.

Por otra parte, también cuenta esta zona con un núcleo pesquero más cercano que el puerto de Almería, éste es El Alquíán, que se encuentra ubicado en el municipio de Almería, a unos 2 km de la zona de estudio.

El número de embarcaciones potencialmente pesqueras que se han detectado en este núcleo es de 28, siendo los artes empleados el trasmallo para el salmonete de roca, el arte de choco, el arte de melva, la potera y la tablilla para el pulpo, y pequeños palangres. Dependiendo del arte empleado variará el porcentaje de las especies capturadas, siendo las más corrientes: salmonete de roca, pulpo, calamar, sargo, aligote, lisa, araña, choco, rascacio, salemá y melva.

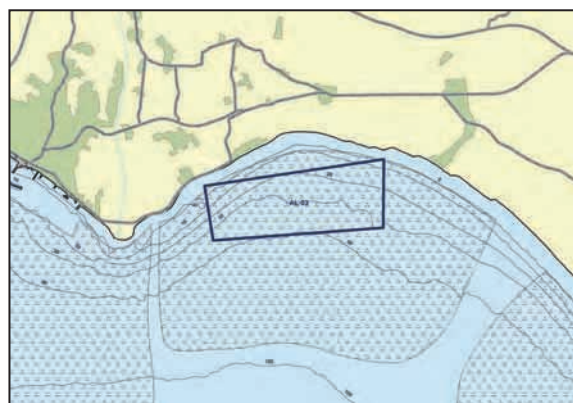


Figura 4.3-39 Localización de caladeros y puertos pesqueros cercanos a la zona de estudio.

4.3.6 Valoración final.

4.3.6.1 Estudio del medio físico.

Tras el análisis de los resultados se puede concluir que la zona AL-03 (Costacabana) presenta unas buenas condiciones climáticas por cuanto la intensidad de los vientos no es elevada en general y la frecuencia de temporales es baja.

La batimetría existente en la zona, presenta una suave pendiente que no impide ni dificulta la ubicación de instalaciones acuícolas, presentando una franja batimétrica entre 20 m y 50 m relativamente amplia.

Las corrientes dominantes en el área son de media intensidad, siendo más intensas en verano que en invierno y en ambos casos, aumentando con la profundidad. Se pueden considerar por tanto como adecuadas para el cultivo acuícola.

En las cercanías del polígono estudiado se encuentran praderas de fanerógamas, que no obstante, no se ven afectadas por la ubicación de nuevas instalaciones según los modelos de dispersión utilizados en el estudio.

El oleaje determinado para la zona no es elevado aunque ocasionalmente puede resultar peligroso por lo expuesto de la zona.

El sustrato existente es en general adecuado para el fondeo de instalaciones, detectándose sobre el fondo la presencia de biocenosis de interés que habría que tener en cuenta a la hora de elegir un lugar donde ubicar nuevas instalaciones.

La calidad físico-química del agua es en general buena sin que se hayan detectado grandes variaciones de temperatura superficial a lo largo del año. La calidad sanitaria del agua es buena, no detectándose fenómenos de contaminación microbiológica ni por toxinas, salvo en ocasiones puntuales.

El sector pesquero de la zona actúa normalmente fuera del área de interés. Es un sector económico importante en la zona, con base en el puerto de Almería y un total de 103 embarcaciones entre pesca tradicional y de altura. A la hora de ubicar nuevas instalaciones acuícolas, resultaría conveniente localizar zonas de ubicación que no interfieran con este sector.

Con los resultados obtenidos hasta la fecha, se ha realizado una valoración de la zona AL-03, utilizando la metodología ya descrita, y cuyos resultados son los representados en el Figura 4.3-40.

4.3.6.2 Integración entre la valoración del medio físico y la valoración del ámbito administrativo.

La integración de los resultados obtenidos en la valoración del ámbito administrativo con la valoración del medio físico (Plano 3) permite apreciar que, a pesar que la mayor parte del polígono estudiado presenta un interés alto desde el punto de vista físico-químico (Figura 4.3-40), la zona presenta finalmente un grado de interés medio-bajo (aproximadamente el 33,36% del área del polígono estudiado presenta en esta zona un grado de interés bajo y el 66,64% restante medio). Esto es debido a que esta zona que desde el punto de vista físico-químico y ambiental es de interés alto, se encuentra en un área de interés militar que condiciona los usos que se puedan desarrollar en la misma.

La tramitación por tanto, de nuevas instalaciones acuícolas en esta zona presentará un grado de complicación mayor que en otras áreas. No obstante, el grado de compatibilidad administrativa, como ya se ha mencionado en otras ocasiones, puede sufrir variaciones en el tiempo, de forma que esta zona no es totalmente descartable para la actividad acuícola.

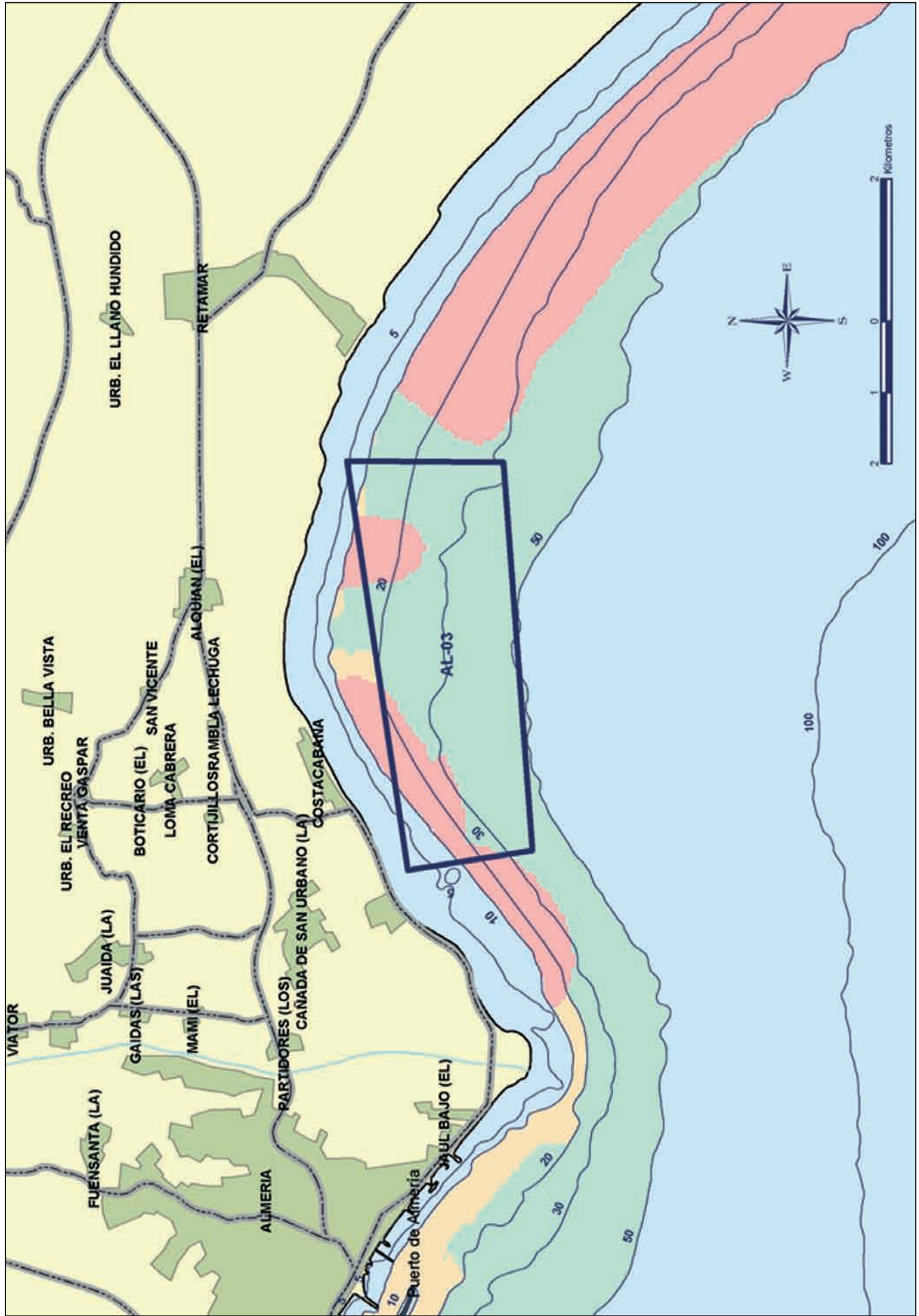
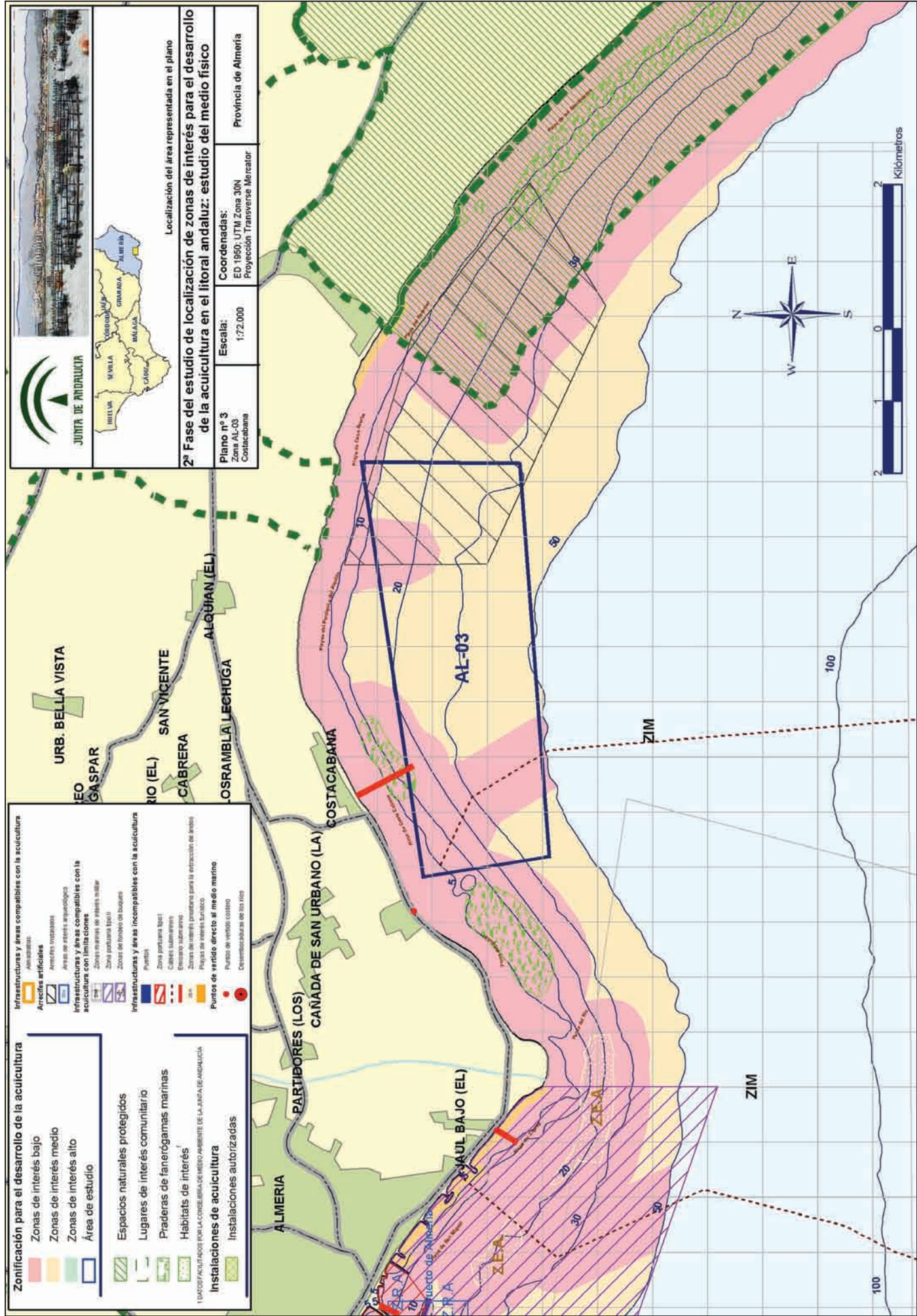


Figura 4.3-40 Valoración final en función de los resultados de la 2ª fase





Localización del área representada en el plano

2ª Fase del estudio de localización de zonas de interés para el desarrollo de la acuicultura en el litoral andaluz: estudio del medio físico

Plano nº 3
 Escala: 1:72.000
 Coordenadas: ED 1980; UTM Zona 30N
 Proyección Transversa Mercator
 Provincia de Almería

Zonificación para el desarrollo de la acuicultura

- Zonas de interés bajo
- Zonas de interés medio
- Zonas de interés alto
- Área de estudio

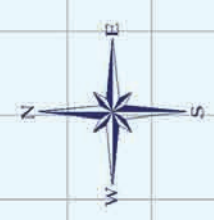
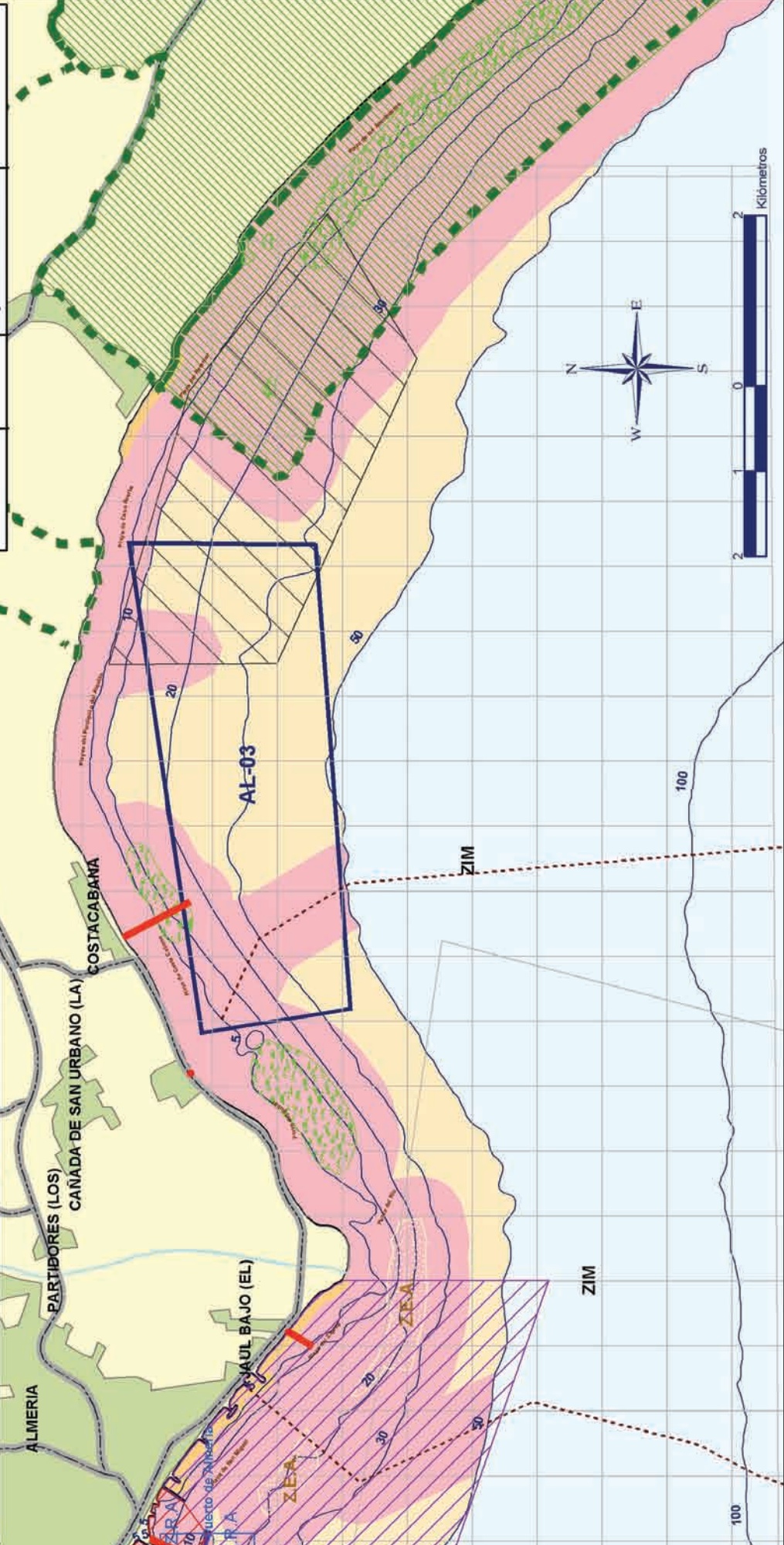
Infraestructuras y áreas compatibles con la acuicultura

- Arrecifes artificiales
- Áreas de interés arqueológico
- Infraestructuras y áreas compatibles con la acuicultura con limitaciones
- Zonas marinas de interés militar
- Zona portuaria tipo I
- Zona de fondeo de buques
- Puerto
- Zona portuaria tipo II
- Canales de navegación
- Estuarios y lagunas
- Paisaje de interés turístico
- Puntos de vertido directo al medio marino
- Desembocaduras de ríos

Infraestructuras y áreas incompatibles con la acuicultura

- Espacios naturales protegidos
- Lugares de interés comunitario
- Praderas de fanerógamas marinas
- Habitats de interés
- Instalaciones de acuicultura
- Instalaciones autorizadas

MAPA FACILITADO POR LA CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA



4.4

ZONA AL-04 (ROQUETAS- AGUADULCE)



El área AL-04 se corresponde con los términos municipales de Roquetas de Mar, Enix y Almería, y abarca el tramo de costa comprendido entre la Playa de Roquetas de Mar y el puerto de Almería.

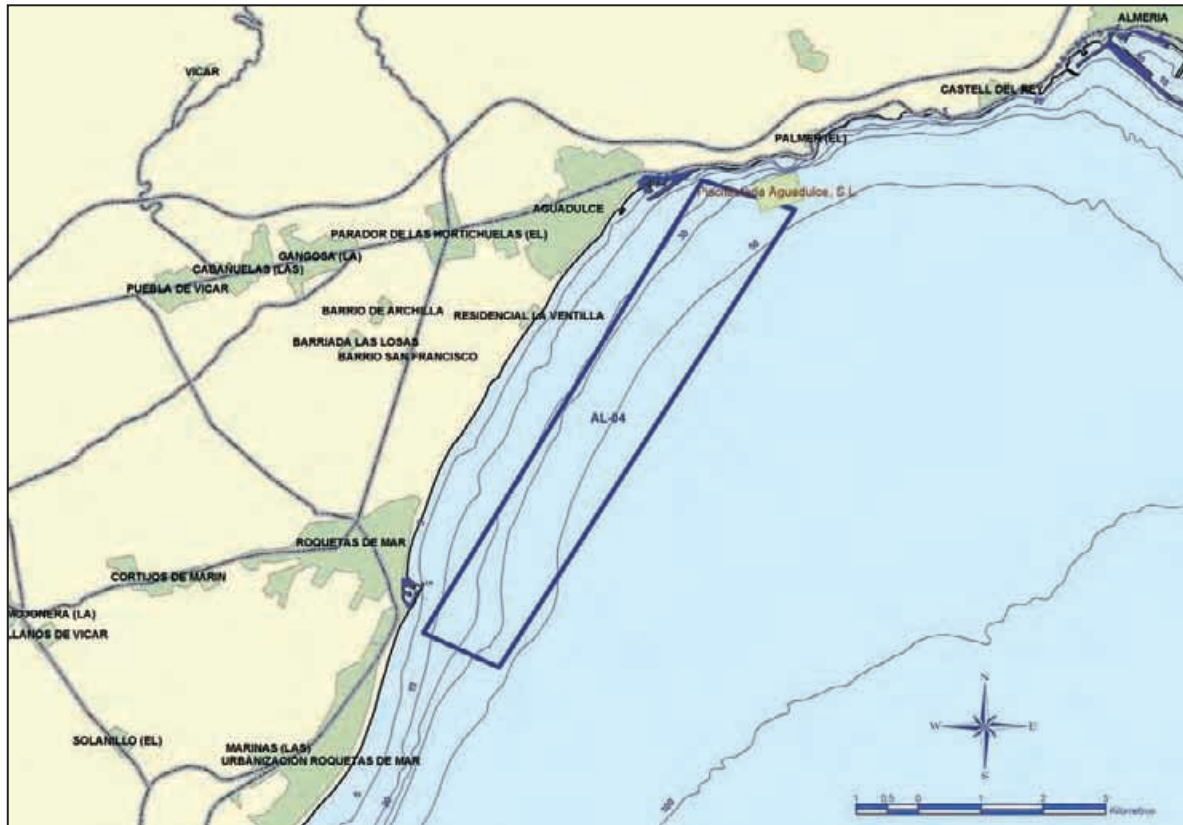


Figura 4.4-1 Zona AL-04 (Roquetas-Aguadulce) y polígono estudiado.

Los trabajos en esta zona se centraron sobre el polígono situado entre los puertos de Roquetas de Mar y Aguadulce, con profundidades que están comprendidas entre los 10 y los 55 m y una superficie total aproximada de 1.223 hectáreas (Figura 4.4-1).

4.4.1 Compatibilidad administrativa de la zona.

En la zona hay instalados tres arrecifes artificiales de la Consejería de Agricultura y Pesca y en la zona de Roquetas, frente al polígono estudiado, existe un área de interés comunitario que recibe el nombre de "Arrecifes de Roquetas de Mar" (Figura 4.4-3) (ver página 137).

En el polígono vierten además tres emisarios submarinos pertenecientes a las poblaciones de Roquetas y Aguadulce, población ésta última cuyo puerto se encuentra en las proximidades del área.

También al norte del polígono se encuentran unas instalaciones acuícolas pertenecientes a la empresa Piscifactoría de Aguadulce S.L.

Existe además en el área un fondeadero situado frente al puerto de Roquetas, determinado por la Autoridad Portuaria de Almería-Motril.

En esta zona se encuentran los puertos de Roquetas de Mar, Aguadulce y Almería, siendo los dos primeros los que se encuentran más cercanos a la zona estudiada. Con todos estos factores, la valoración del interés que presenta la zona para el desarrollo de la acuicultura desde el punto de vista de su compatibilidad con los usos existentes, queda representada en la Figura 4.4-2.

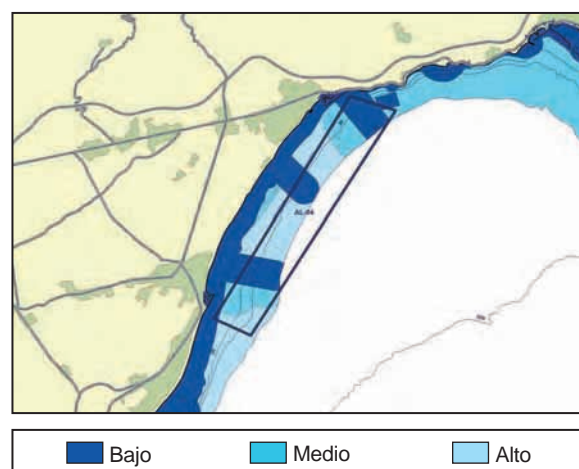


Figura 4.4-2 Valoración del interés de la zona AL-04 atendiendo a la compatibilidad con los usos administrativos.

4.4.2 Caracterización climatológica.

Con los datos obtenidos de la estación Agroclimática de Almería, podemos caracterizar el clima existente en la zona de estudio como un clima seco y caluroso con escasa pluviosidad y que según la clasificación climática de Köppen se correspondería con un clima **BWh**, considerado ya como un clima desértico.

El análisis de las series históricas diarias de los años 2001 a 2003, indica que la temperatura media mensual en la zona, es superior a los 11 °C durante todo el año y la temperatura media mínima se produce en enero, siendo superior a 8 °C (Figura 4.4-4).

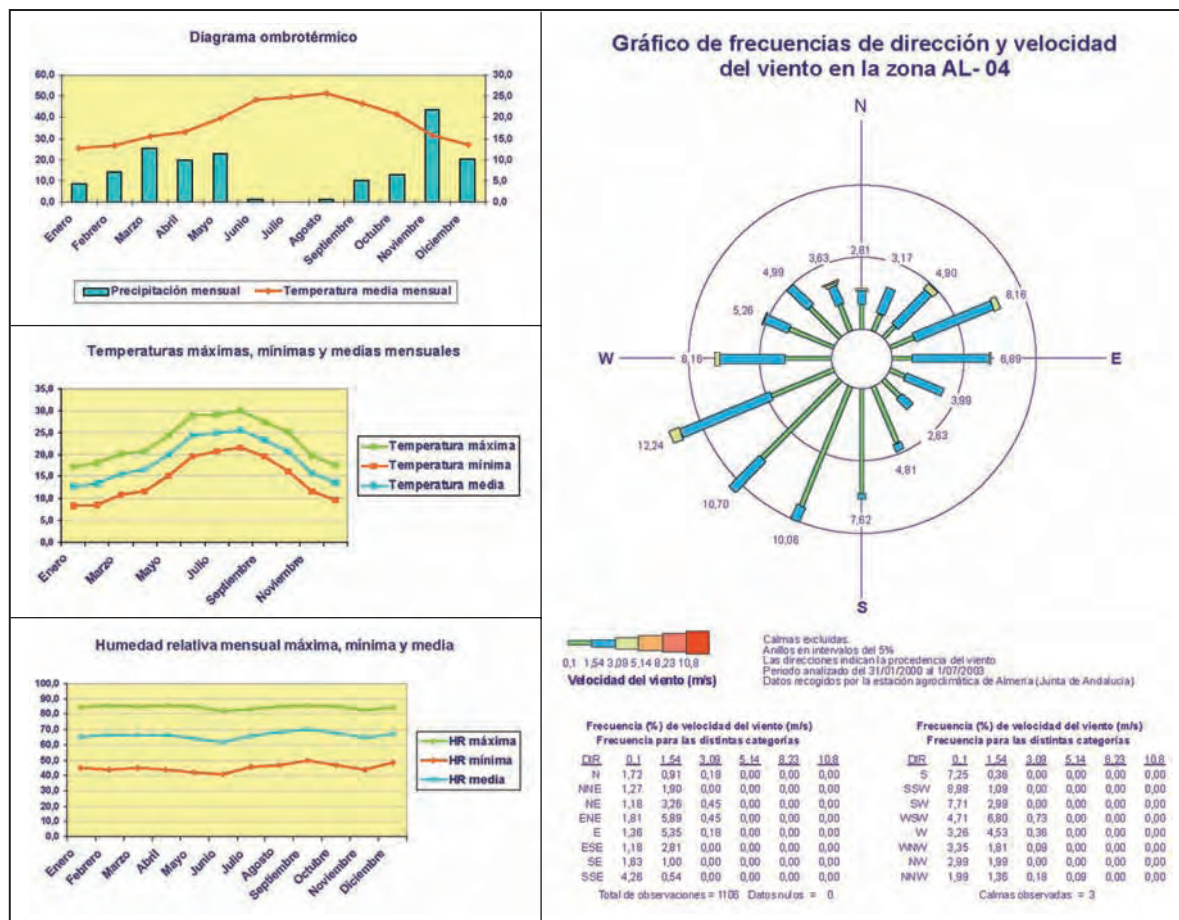


Figura 4.4-4 Caracterización climatológica de la zona estudiada (AL-04).

La precipitación total es muy escasa (no llega a los 190 mm anuales), la precipitación total de los 6 meses más cálidos (48,9 mm) es bastante inferior a la de los 6 meses más fríos (131,6 mm) siendo el mes de mayor precipitación en los años analizados, noviembre, que presenta precipitaciones cercanas a los 44 mm.

Los valores de humedad relativa mensual, mínima, media y máxima se mantienen bastante constantes durante todo el año, oscilando en torno al 40%, 67% y 84% respectivamente.

Con respecto al régimen de vientos, los vientos predominantes son los procedentes del Oeste-Suroeste, Suroeste y Sur-Sureste junto con los vientos del Este-Noreste, destacando también en frecuencia los vientos del Este (levante). Asimismo, la intensidad de los vientos de poniente es similar a la de los de levante (Figura 4.4-4).

4.4.3 Caracterización física.

4.4.3.1 Batimetría.

Esta zona litoral de Almería presenta una batimetría con pendiente algo más acusada, sobre todo en las zonas situadas frente a los acantilados costeros, donde de los 5 a los 30 m hay bastante desnivel y luego de los 30 a los 50 hay una pequeña plataforma donde se suaviza dicho perfil.

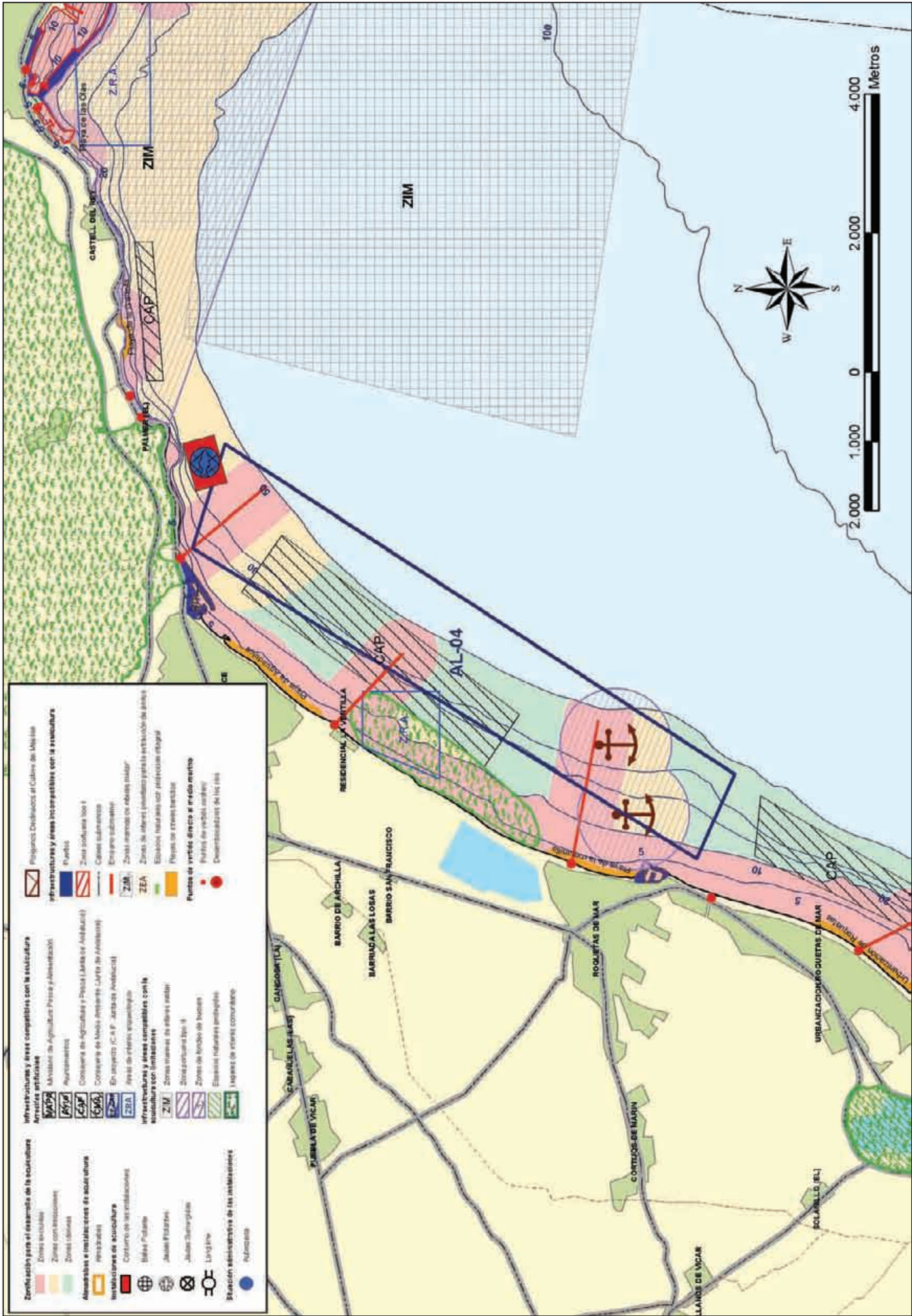


Figura 4.4-3

El polígono de estudio se encuentra mayoritariamente localizado entre las cotas batimétricas de -20 y -50 m, la valoración de la zona en función de este parámetro es la que se representa en la Figura 4.4-5.

4.4.3.2 Condiciones oceanográficas.

4.4.3.2.1 Régimen hidrodinámico.

Para conocer el régimen hidrodinámico de la zona de estudio AZTI fondeó un correntímetro doppler del tipo AANDERAA RCM-7 el invierno del 1999 y un correntímetro del tipo AANDERAA RCM-9 el verano del 2001. Tanto el correntímetro RCM-7, como el RCM-9, se ubicaron en la posición 36° 48' 45,6" N y 2° 32' 15,5" W, UTM: x = 541.241 m; y = 4.074.257 m. Esta posición se ha representado en la Figura 4.4-6 con una cruz de color rojo. Los instrumentos se instalaron sobre un fondo de aproximadamente 33 metros a una profundidad de unos 10 metros.

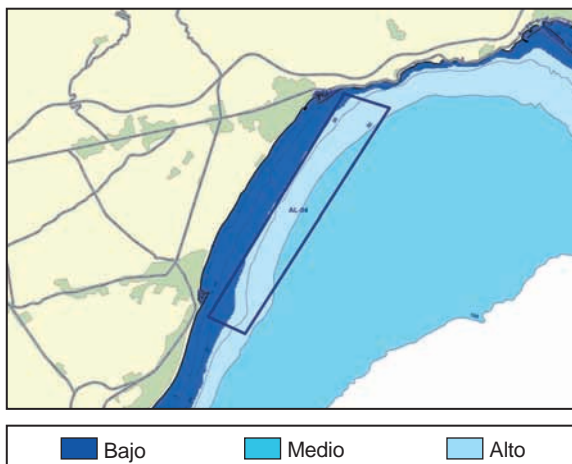


Figura 4.4-5 Valoración del interés de la zona en función de batimetría.

En la Tabla 4.4-1 se presentan los resultados del análisis estadístico del registro de velocidades de la corriente según las direcciones de la misma, recogidas por el correntímetro instalado en el año 1999.

Dirección ⁽¹⁾	Nº medidas	% ⁽²⁾	Vel. Máx. ⁽³⁾	Dirección ⁽⁴⁾	Vel. Media ⁽⁵⁾	STD ⁽⁶⁾
0-45 (NNE)	240	6,33	14,2	2,7	2,2	3.80
45-90 (ENE)	451	11,90	11,9	2,5	1,3	5.76
90-135 (ESE)	1147	30,26	9,2	2,5	1,1	5.21
135-180 (SSE)	250	6,59	4,6	1,9	0,8	3.66
180-225 (SSW)	125	3,30	4,3	1,8	0,6	3.62
225-270 (WSW)	492	12,98	7,8	2,4	0,9	4.38
270-315 (WNW)	962	25,38	6,3	2,8	1,1	5.44
325-360 (NNW)	124	3,27	3,7	1,8	0,6	4.37

(1) Sector de dirección (grados)
 (2) Porcentaje de frecuencia en cada sector de dirección (respecto al norte en el sentido de las agujas del reloj)
 (3) velocidad máxima (cm·s⁻¹) en cada sector direccional
 (4) Dirección asociada a la velocidad máxima (grados)
 (5) Velocidad media (cm·s⁻¹)
 (6) Desviación estándar (cm·s⁻¹).

Tabla 4.4-1 Análisis estadístico de dirección e intensidad de la corriente medida por el correntímetro instalado entre el 21/11/99 y el 17/12/99.

Las corrientes predominantes son hacia el Nordeste y Suroeste, con un total de más del 30% y 25% de las medidas, respectivamente. Sin embargo, las velocidades más altas medidas son con componente predominante Norte y son superiores a los 14 cm·s⁻¹.

Por lo que respecta a los datos recogidos en verano, en la Tabla 4.4-2 se presentan los resultados del análisis estadístico del registro de velocidades de la corriente según las direcciones de la misma, obtenidos con el correntímetro fondeado entre el 15 de Junio y el 21 de julio de 2002. Las corrientes predominantes son hacia el Nordeste (ENE) y Suroeste (WSW), con un total de un 21,77% y el 37,92% de las medidas, respectivamente.

En lo que se refiere a la media del módulo de la corriente, la distribución por direcciones varía entre 4,7 y 14,7 cm·s⁻¹ en cuanto a velocidades medias y entre 13,69 y 35,69 cm·s⁻¹ en lo que se refiere a velocidades máximas (Figura 4.4-8).

Se ha simulado la corriente para los casos más frecuentes que se han presentado, tanto en invierno como en verano. Tal como se puede comprobar consultando los datos aportados por el correntímetro que estuvo instalado en la zona, y que se recogen en las Tablas 4.4-1 y 4.4-2 de los resúmenes estadísticos de las medidas de corrientes, las direcciones predominantes de las corrientes han sido:

- Invierno del 1999: según el eje ESE-WNW (55,60% del registro)
- Verano del 2001: según el eje ENE-WSW (59,70% del registro).

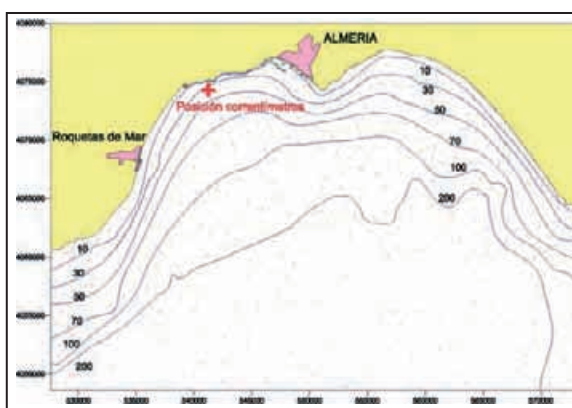


Figura 4.4-6 Posición de los correntímetros, fondeados en la Bahía de Almería.

Dirección ⁽¹⁾	Nº medidas	% ⁽²⁾	Vel. Máx. ⁽³⁾	Dirección ⁽⁴⁾	Vel. Media ⁽⁵⁾	STD ⁽⁶⁾
0-45 (NNE)	361	7,18	33,25	8,6	6,6	361
45-90 (ENE)	1095	21,77	35,69	12,0	6,9	1095
90-135 (ESE)	484	9,62	27,87	9,2	5,9	484
135-180 (SSE)	195	3,88	13,69	4,7	3,1	195
180-225 (SSW)	373	7,41	32,76	7,7	5,5	373
225-270 (WSW)	1908	37,92	34,71	14,7	7,6	1908
270-315 (WNW)	449	8,92	30,31	9,6	5,8	449
325-360 (NNW)	166	3,30	21,02	5,8	4,1	166

(1) Sector de dirección (grados)
 (2) Porcentaje de frecuencia en cada sector de dirección (respecto al norte en el sentido de las agujas del reloj)
 (3) velocidad máxima (cm·s⁻¹) en cada sector direccional
 (4) Dirección asociada a la velocidad máxima (grados)
 (5) Velocidad media (cm·s⁻¹)
 (6) Desviación estándar (cm·s⁻¹).

Tabla 4.4-2 Análisis estadístico de dirección e intensidad de la corriente medida por el correntímetro instalado entre el 15/06/01 y el 21/07/01.

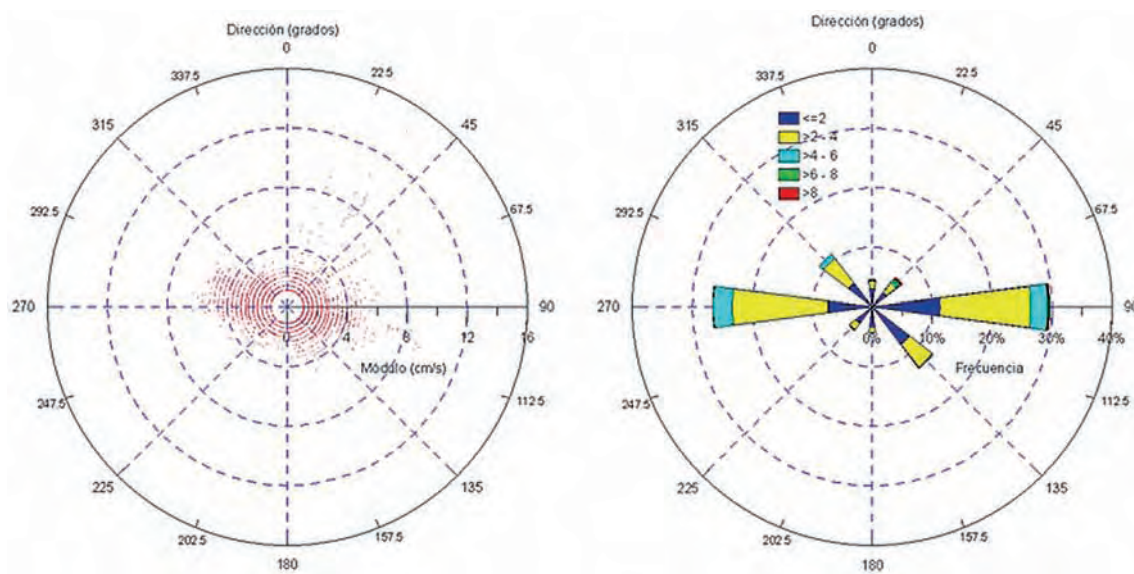


Figura 4.4-7 Diagrama polar y rosa de corrientes obtenidos de los datos registrados por el correntímetro RCM-9 fondeado en la Bahía de Almería en Noviembre-Diciembre de 1999.

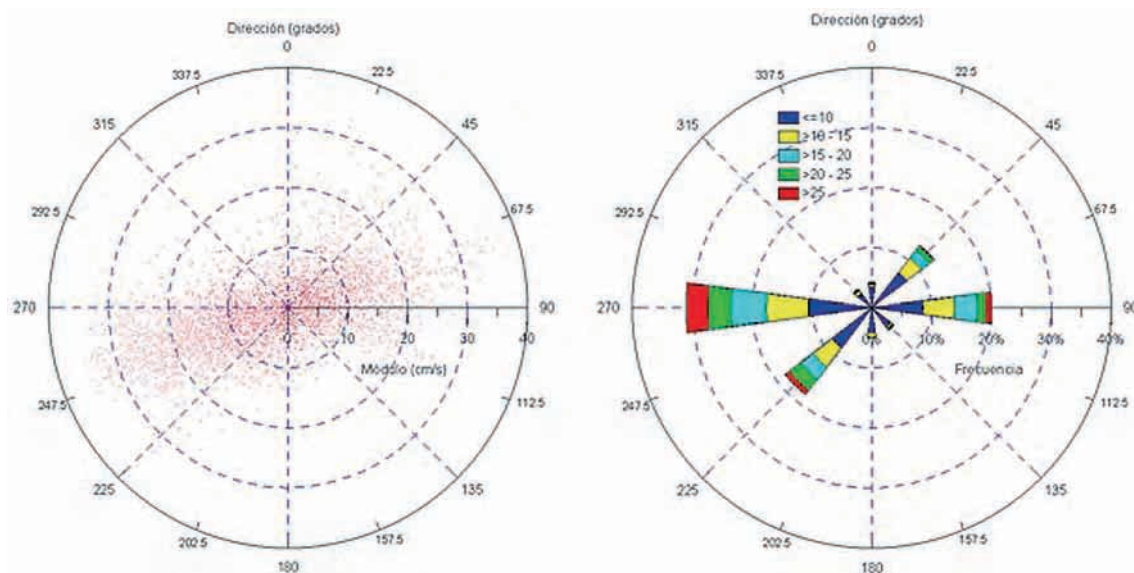


Figura 4.4-8 Diagrama polar y rosa de corrientes obtenidos de los datos registrados por el correntímetro RCM-9 fondeado en la Bahía de Almería en Junio-Julio de 2001.

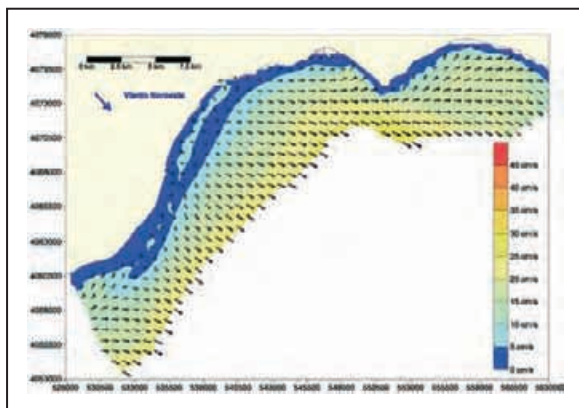


Figura 4.4-9 Velocidad (cm/s) y dirección de las corrientes producidas en invierno por los vientos dominantes (viento del noroeste de 10 Km/h) a 10 m de profundidad.

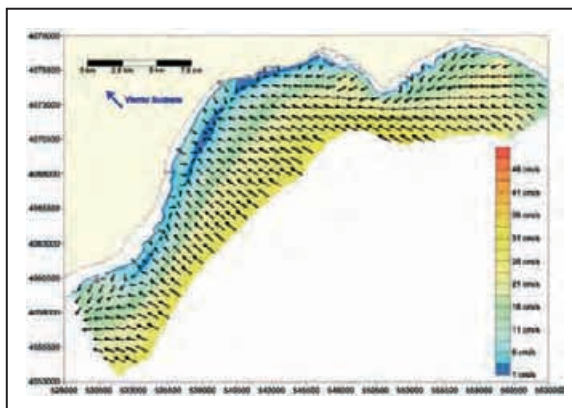


Figura 4.4-10 Velocidad (cm/s) y dirección de las corrientes producidas en invierno por los vientos dominantes (viento del sureste de 10 Km/h) a 10 m de profundidad.

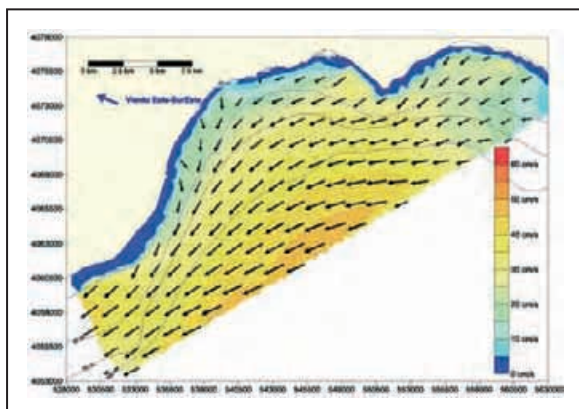


Figura 4.4-11 Valoración del interés de la zona en función de las corrientes dominantes producidas en verano por los vientos dominantes (Este-Sureste de 20 Km/h) a 10 m de profundidad.

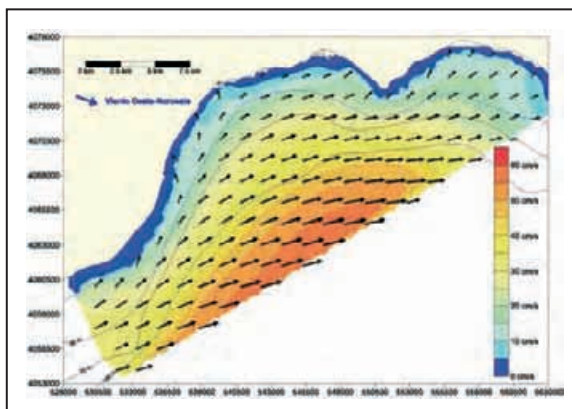


Figura 4.4-12 Valoración del interés de la zona en función de las corrientes dominantes producidas en verano por los vientos dominantes (Oeste-Noroeste de 20 Km/h) a 10 m de profundidad.

Se ha considerado como representativa, en función de los resultados obtenidos en otros estudios de la costa andaluza, una intensidad media de los vientos en la zona de velocidad igual a $10 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ en todos los casos de invierno, y de $20 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ en los casos de verano. Los vientos que han generado las corrientes que se han mencionado anteriormente han resultado ser:

- Invierno del 1999: viento del Noroeste para la corriente hacia el ESE, Viento del Sudeste para la corriente hacia el WNW (Figuras 4.4-9 y 4.4-10).
- Verano del 2001: viento del Oeste-Noroeste para la corriente hacia el ENE, viento del Este-Sureste para la corriente hacia el WSW (Figuras 4.4-11 y 4.4-12).

Los resultados obtenidos por el modelo han sido calibrados comparándolos con los datos facilitados por los correntímetros fondeados a 10 metros de profundidad en la posición mencionada anteriormente.

Con dichos resultados la valoración de la zona en función de la corriente media dominante es la que se representa en la Figura 4.4-13.

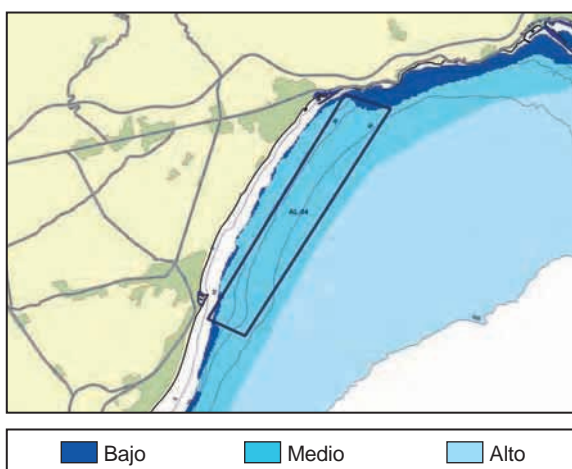


Figura 4.4-13 Valoración del interés de la zona en función de las corrientes dominantes a 10 m de profundidad.

4.4.3.2.2 Dispersión de posibles partículas contaminantes.

En la zona Al-04 se localizan praderas de fanerógamas en tres zonas en profundidades comprendidas entre 5 y 20 metros. En la zona central del área, coincidiendo con una de estas praderas, se encuentra además el área de interés comunitario denominada "Arrecife de Roquetas de Mar". En la Figura 4.4-14 se representan junto a estas zonas los puntos utilizados para el cálculo de la dispersión de partículas procedentes de hipotéticas instalaciones, a las cuales, como

en las zonas anteriormente descritas, se les ha determinado el posible área de dispersión de una partícula de tamaño medio (31µm) en función de la dirección y velocidad de las corrientes dominantes en la zona.

Con los resultados obtenidos se ha realizado la valoración que se representa en la Figura 4.4-15, donde se aprecia que la dispersión de contaminantes únicamente tiene importancia en la zona cercana a las praderas de fanerógamas, resultando la mayor parte del área estudiada de interés alto desde el punto de vista de este parámetro.

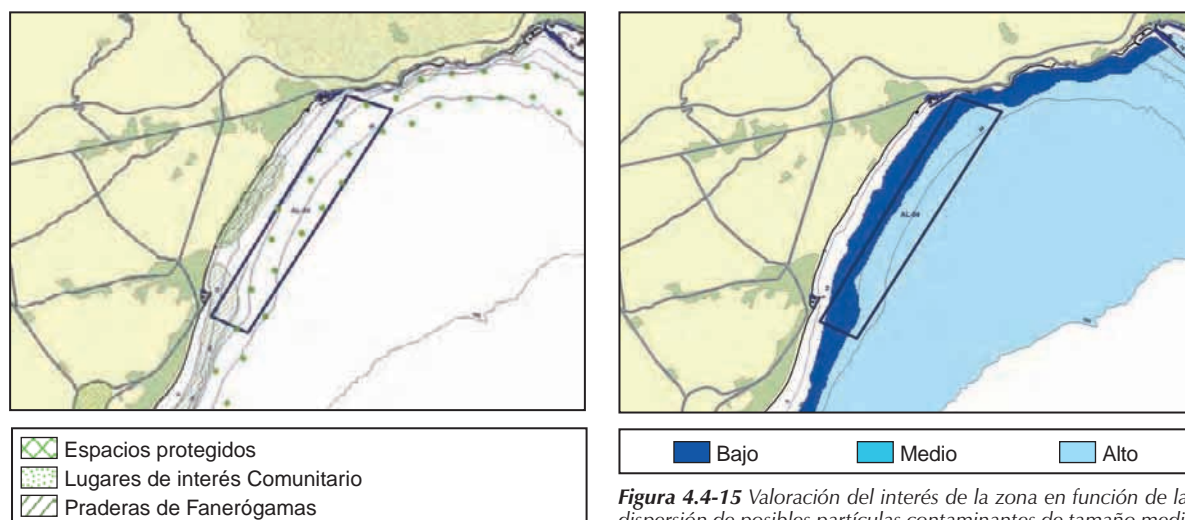


Figura 4.4-14 Localización de las praderas de fanerógamas y límites áreas de interés comunitario en la zona de estudio. Los puntos indican la disposición de hipotéticas instalaciones acuícolas para la realización de los modelos de dispersión.

Figura 4.4-15 Valoración del interés de la zona en función de la dispersión de posibles partículas contaminantes de tamaño medio (31 µm).

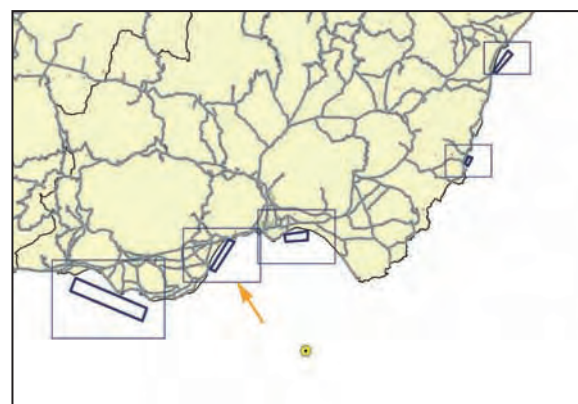


Figura 4.4-16 Situación de la Boya de Cabo de Gata respecto a la zona AL-04 (flecha naranja).

4.4.3.2.3 Régimen de oleaje.

El régimen de oleaje del área estudiada se ha analizado a partir de los valores obtenidos en la boya de Cabo de Gata, que reflejan los valores incluidos en la Tabla 4.4-3.

La probabilidad de que una ola no exceda de 2 m es del 80%, dándose el caso de que el tiempo que puede transcurrir entre dos fenómenos de oleaje con capacidad de producir daños o deformaciones en las estructuras de cultivo oscila entre 2 y 5 años. Finalmente, la probabilidad de que se presenten fenómenos de oleaje en los cuales se puedan producir daños graves en las estructuras es de una cada 50 años.

Según estos resultados, la zona AL-05, tiene desde el punto de vista del régimen de oleaje un **grado de interés medio**.

Parámetro	Descripción del parámetro	Valor registrado	Valoración
PNE1.2m	Probabilidad de No Excedencia para una altura de ola significativa de 1.2 metros (2 m. de altura máxima)	0.80	2
TROE1	Oleaje que produzca daños o deformaciones en las jaulas, hasta el extremo de no garantizar la permanencia de los peces en el interior de la misma. $H_{max} = 6$ m.	$2 < TR < 5$	2
TROE2	Oleaje que produzca graves daños (reparables o no) en la estructura o elementos de fondeo. $H_{max} = 10$ m.	50	2
		Valoración Final	2

Tabla 4.4-3 Valores de oleaje registrados por la boya de Cabo de Gata.

4.4.3.3 Descripción del sustrato.

A lo largo de casi toda la zona se observa el predominio de fango que pasa a fango-arenoso y arena-fangosa en los sectores cercanos a los puertos de Roquetas de Mar y de Aguadulce (Figura 4.4-17) (ver página 142). Con carácter local aparecen sedimentos más gruesos como, arena y arena-gravosa. El fango, que es la fracción más abundante, está compuesto fundamentalmente por limo, con contenidos que pueden llegar al 90% en algunos puntos. La arcilla aparece en esta fracción en contenidos más bajos, de 0 a 10%, aunque en algunos puntos alcanza hasta el 20%.

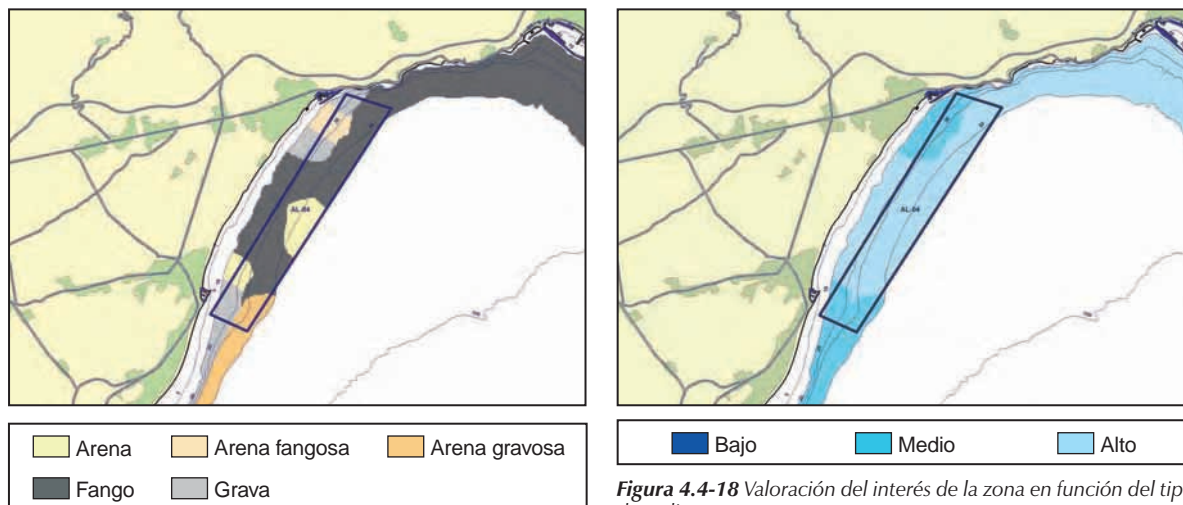


Figura 4.4-17 Diferentes tipos de sustrato determinados en la zona AL-04.

Figura 4.4-18 Valoración del interés de la zona en función del tipo de sedimento.

Las muestras presentan carácter unimodal, bimodal y polimodal, según las zonas. Los valores de la desviación típica oscilan entre 0.05 y 1.36, que corresponde a sedimentos entre bien clasificados a moderadamente clasificados.

Estos resultados indican una procedencia desde distintas áreas fuente, probablemente, ríos y arroyos de poca entidad que tienen su desembocadura cerca de la zona de estudio, dando lugar a un depósito diferencial entre un lado y otro de la zona.

El régimen deposicional deducido de los datos sedimentológicos analizados, indica un ambiente relativamente controlado por los aportes procedentes del continente, tales como pequeños arroyos y ríos que, en los momentos de crecida, proporcionan, sobre todo, limo, y, también, algo de arcilla.

La dinámica sedimentaria está caracterizada esencialmente por la alternancia de dos procesos principales:

- La removilización, transporte (carga de fondo) y resedimentación de gruesos, sobre todo arena, bajo la acción de las corrientes de relajación generada durante los temporales.
- El transporte de finos desde áreas continentales próximas. Estos sedimentos finos son transportados en saltación (limo) y en suspensión (limo y arcilla) y, posteriormente, depositados sobre los materiales más gruesos, dando lugar a secuencias características.

Con estos resultados, la valoración del grado de interés de la zona se representa en la Figura 4.4-18.

4.4.3.4 Calidad de aguas.

4.4.3.4.1 Condiciones físico químicas.

- Temperatura

La temperatura superficial durante el mes de marzo se muestra en la Figura 4.4-19. En el mapa se puede ver la tendencia homogénea de toda la zona, donde los valores registrados oscilaron entre los 15 y los 16 °C. Durante el muestreo de agosto (Figura 4.4-20), dentro de polígono de estudio, la temperatura se mantuvo entre los 23 y los 24 °C, registrándose un aumento hacia la bahía de Almería, sin sobrepasar los 25 °C.

Todos estos datos se ajustan a los registros realizados de forma discreta en cada uno de los puntos muestreados en el polígono de estudio. Los registros corresponden al estudio de la columna en puntos predeterminados de acuerdo con la característica de la zona.

Estos perfiles se muestran en la Figura 4.4-21. En ella se puede observar como los valores en superficie coinciden con los tomados de forma continua durante la derrota del barco. Se vuelve a obtener los perfiles característicos tanto de invierno, con una columna muy estable y homogénea, como los de verano, con una columna claramente estratificada.

Esta estratificación se hace patente con la aparición de una termoclina que dependiendo del punto muestreado alcanza una profundidad de entre 10 y 20 metros.

La tendencia térmica de los últimos diez años obtenida mediante datos de satélite (Figura 4.4-22), muestra una temperatura máxima en el mes de agosto que no sobrepasa los 23 °C de media. Obteniéndose el mínimo en febrero donde los valores no son inferiores a los 13 °C.

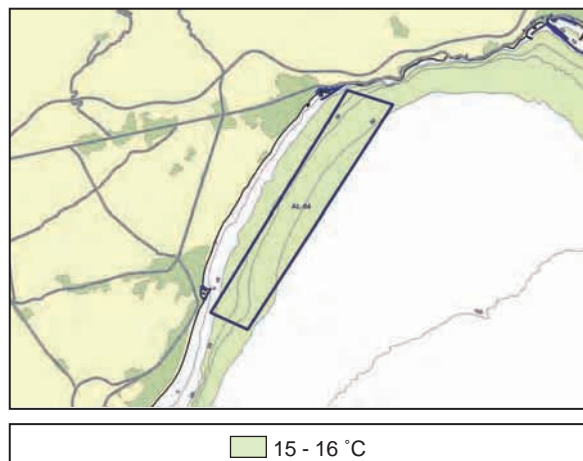


Figura 4.4-19 Temperatura superficial en el polígono correspondiente a la zona AL-04. Muestreo marzo-abril 2003.

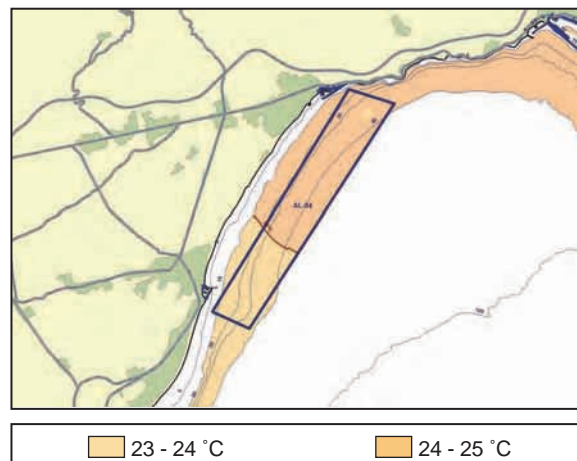


Figura 4.4-20 Temperatura superficial en el polígono correspondiente a la zona AL-04. Muestreo agosto 2003.

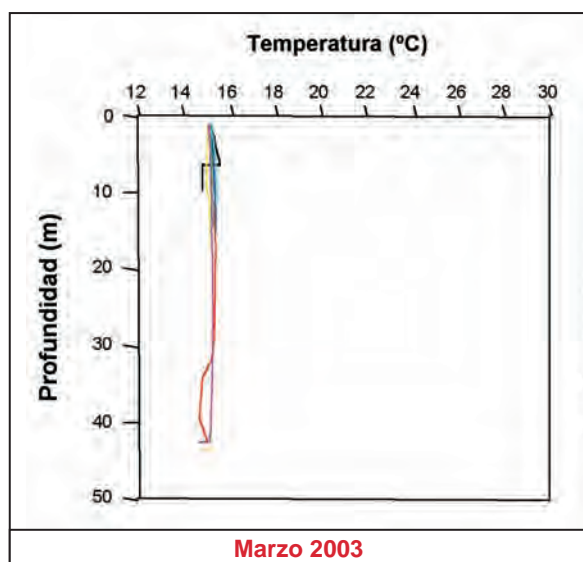
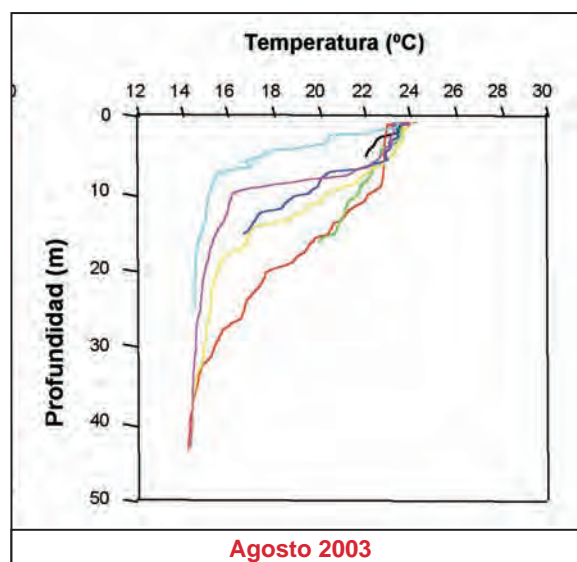


Figura 4.4-21 Perfiles de temperatura para la zona de muestreo AL-04.



– Salinidad

Los valores de salinidad en superficie no difieren entre la época invernal y la estival (Figura 4.4-23) (ver página 144), en ambos casos estos valores oscilaron entre 36 y 37.

La evolución de la salinidad en profundidad se muestra en la Figura 4.4-24 (ver página 144). Se aprecia como en el mes de marzo la salinidad es estable en toda la columna de agua, mientras que en verano se experimenta un aumento de la misma a partir de la termoclina.

Hay que destacar la inestabilidad que se produce en la señal a la altura de la termoclina, debido principalmente a la respuesta más lenta del sensor a cambios bruscos de temperatura que afectan a la señal de salinidad. Aún así los valores están dentro de lo esperado y este efecto no interfiere en el rango de medida del conjunto de sensores.

Los valores que se detectan en la columna de agua oscilan entre los 36 y los 37,5 ups valores estos últimos alcanzados en profundidades superiores a los 30 m. También se observa como en la estación 93 en el mes de marzo hay una

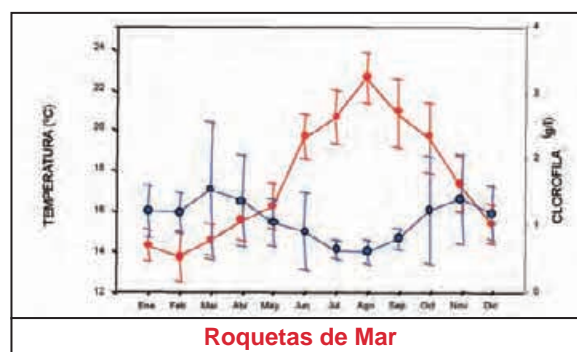


Figura 4.4-22 Promedio mensual de temperatura (rojo) y clorofila (azul) para la zona AL-04 durante los años del 94 al 03 para temperatura y entre el 98 y el 02 para la clorofila. Datos de los sensores AVHRR y SeaWiFS. Las barras representan \pm error estándar.

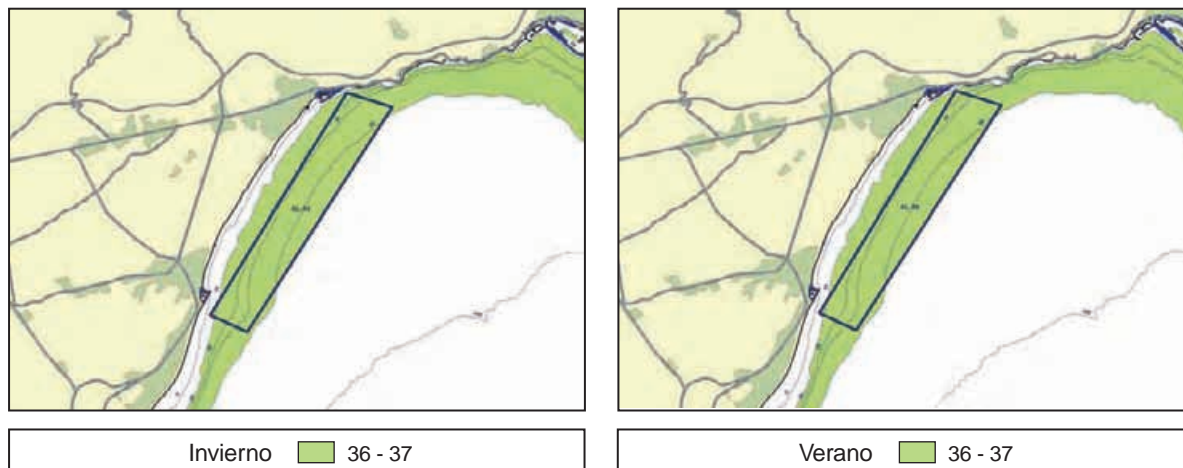


Figura 4.4-23 Datos de salinidad superficial para la zona AL-04 durante los muestreos realizados en marzo y agosto de 2003, en ambos casos la salinidad se mantiene entre 36 y 37.

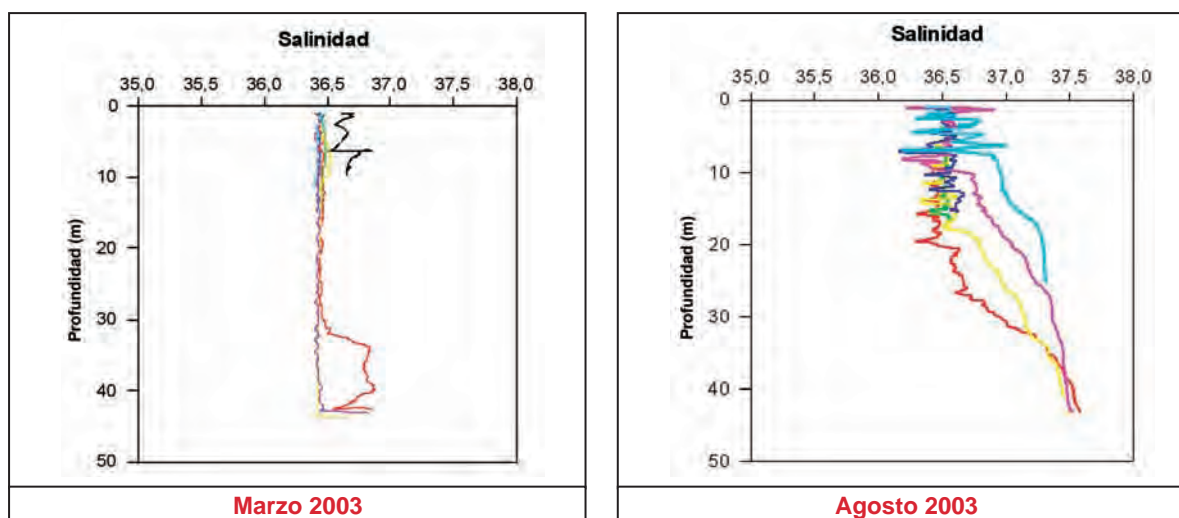


Figura 4.4-24 Perfil de salinidad para las estaciones de la zona AL-04.

variación del valor de salinidad en fondo. Esto coincide con la alteración detectada para la temperatura en la misma estación, donde se registra un descenso de medio grado en la temperatura. Estas alteraciones pueden deberse a la existencia de vertidos de un emisario submarino. Aunque lo que cabría esperar es un descenso de la salinidad y no un aumento, como sucede según los resultados, es posible que este efecto sea debido a una inestabilidad del sensor ante el cambio brusco del medio.

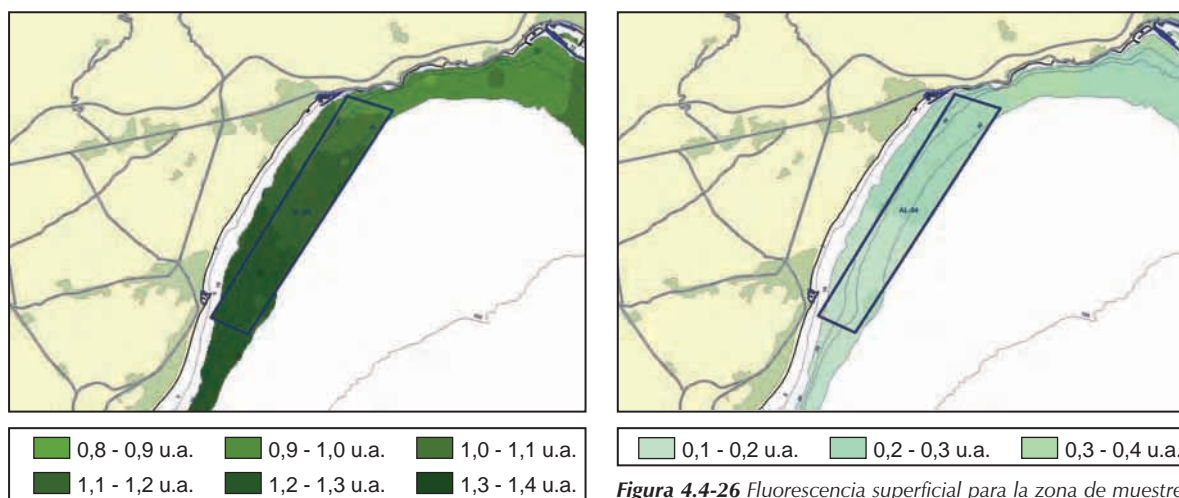


Figura 4.4-25: Fluorescencia superficial para la zona de muestreo AL-04 durante el muestreo de marzo de 2003.

Figura 4.4-26 Fluorescencia superficial para la zona de muestreo AL-04 durante el muestreo de agosto de 2003.

– Clorofila

Los mapas de fluorescencia para los dos muestreos realizados se presentan en las Figuras 4.4-25 y 4.4-26. En ellos se pueden observar una diferencia entre marzo y agosto.

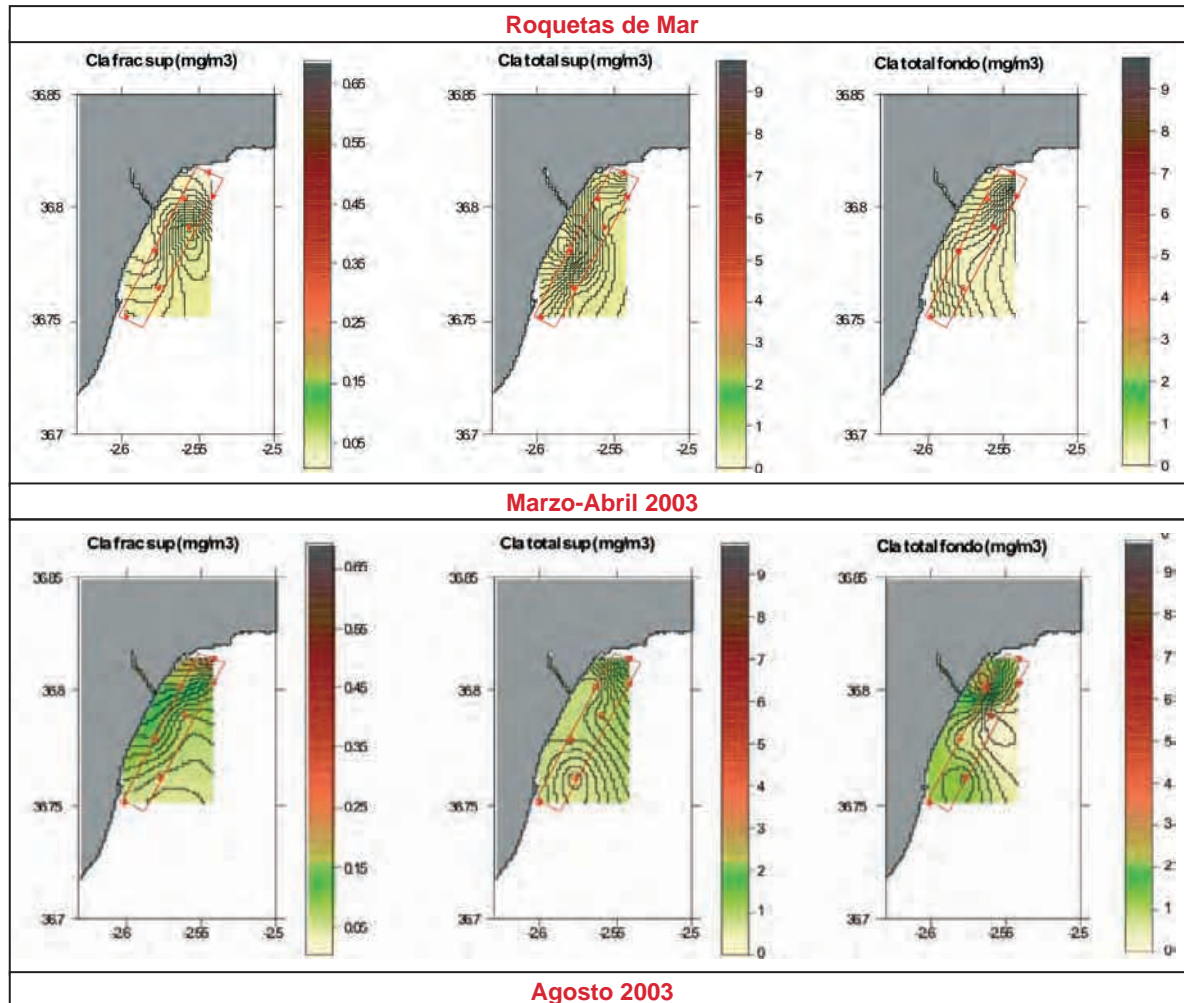


Figura 4.4-27 Mapas de Clorofila fraccionada y total, tanto en superficie como en fondo para la zona de muestreo AL-04 durante los dos muestreos realizados.

En marzo el intervalo detectado osciló entre 0,8 y 1,4 u.a., mientras que en agosto estuvo entre 0,1 y 0,4 u.a. Por tanto es en la época invernal donde se obtienen los rangos más altos.

Esto se pone de manifiesto también en los datos de satélite donde se aprecia como los valores más altos de clorofila en superficie son obtenidos en marzo, mientras que el mínimo se da en los meses de julio y agosto (Figura 4.4-22) (ver página 143).

La homogeneidad de la columna de agua se hace patente con los datos de clorofila de los puntos discretos muestreados (Figura 4.4-27). Se puede observar como en marzo los valores de clorofila en superficie y fondo son similares, mientras en agosto se consiguen niveles mayores en fondo que en superficie.

En todos los casos los valores no superaron los 3 mg/m³. Esto también se aprecia en el perfil en profundidad para esta variable (Figura 4.4-28) donde aparece un máximo de fluorescencia a profundidades de entre 10 y 30 metros, alcanzándose valores que como máximo llegan a ser de 4 u.a.

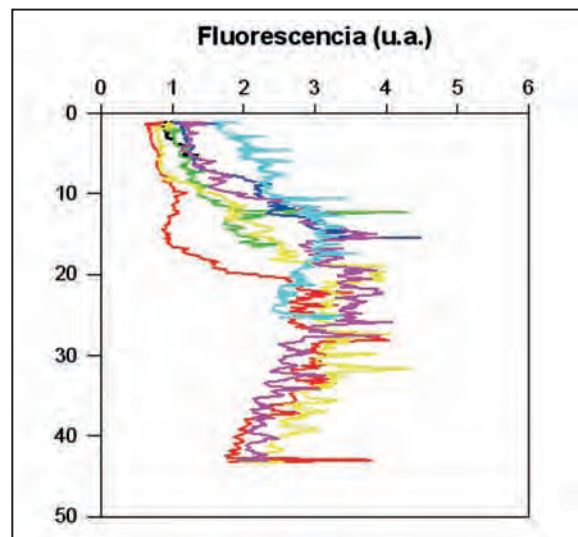


Figura 4.4-28 Perfil de fluorescencia para la zona de muestreo AL-04.

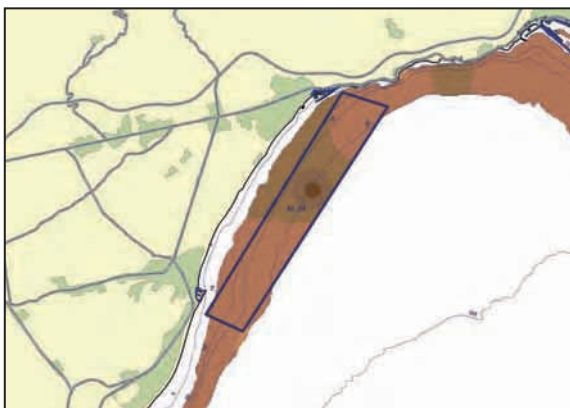
– Sólidos en suspensión

Los valores detectados en el muestreo en continuo muestran un claro aumento de los sólidos durante la época veraniega (Figuras 4.4-29 y 4.4-30).



0 - 1 (1/m)

Figura 4.4-29 Coeficiente de atenuación (m-1) para la zona AL-04 durante el muestreo de marzo de 2003.



3 - 4 (1/m) 4 - 5 (1/m) 5 - 6 (1/m)
6 - 7 (1/m) 7 - 8 (1/m)

Figura 4.4-30 Coeficiente de atenuación (m-1) para la zona AL-04 durante el muestreo de agosto de 2003.

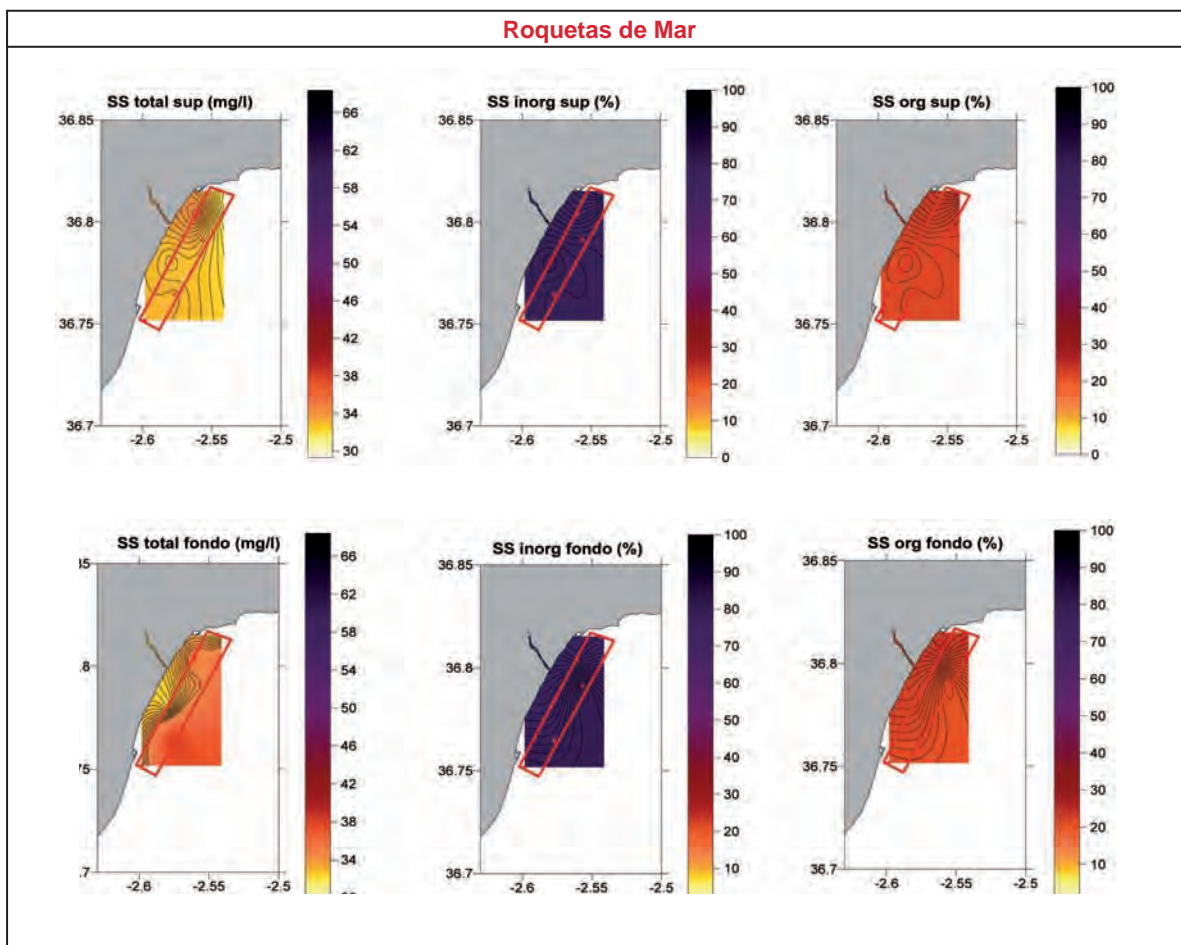


Figura 4.4-31 Sólidos en suspensión para la zona AL-04 durante el muestreo de marzo de 2003.

Es de destacar en verano un punto de mayor concentración dentro del polígono debido a la existencia de un emisario que descarga en la zona.

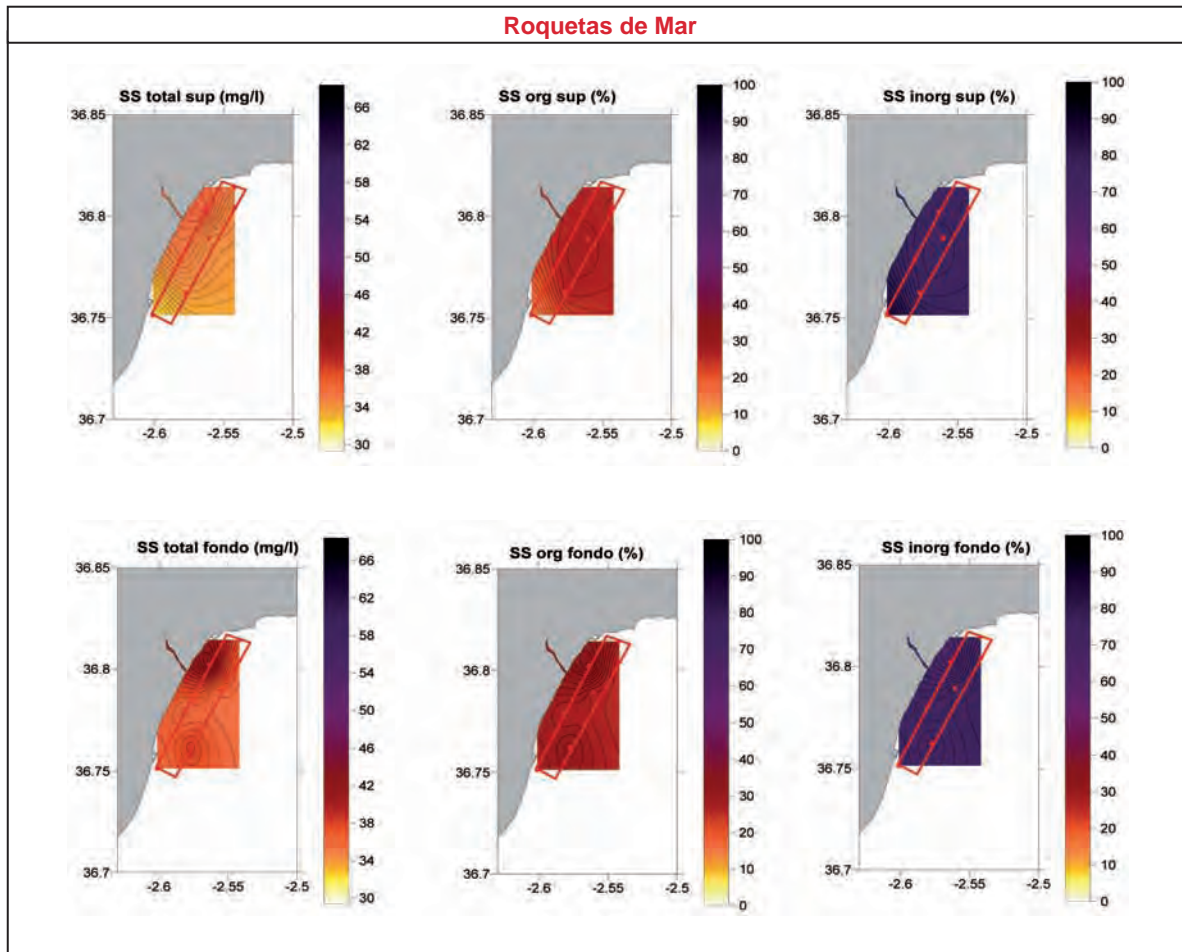


Figura 4.4-32 Sólidos en suspensión para la zona AL-04 durante el muestreo de agosto de 2003.

Los valores obtenidos del muestreo discreto (Figuras 4.4-31 y 4.4-32) confirman lo expuesto hasta ahora y muestran una diferencia no muy acusada entre la superficie y el fondo. Mientras que en el mes de marzo los valores no sobrepasan los 38 mg/l, en agosto se llegan a alcanzar hasta 42 mg/l.

– Oxígeno

La variación de la concentración de oxígeno con la profundidad se muestra en la Figura 4.4-33.

Se puede observar que los valores en superficie rondan entre los 4 y 6 mg/l, alcanzando su máximo a una profundidad de entre 10 y 30 metros donde se llega a alcanzar hasta 7,5 mg/l. El mínimo detectado en ningún caso está por debajo de 4mg/l.

Con los resultados obtenidos en referencia a las condiciones físico químicas del agua en el área de Roquetas-Aguadulce (Zona AL-04), se pueden realizar las siguientes consideraciones:

1. Según los datos disponibles durante los dos muestreos realizados se comprueba que la temperatura se encuentra dentro de los márgenes aceptables para el desarrollo de la acuicultura en mar abierto. Los valores más bajos detectados en la zona AL-04 no son inferiores a 13°C. Por tanto al no alcanzarse valores en ninguna época del año inferiores a 10°C, se puede afirmar que la zona no presenta problemas para esta variable.
2. Los valores de salinidad no experimentan modificaciones en las dos épocas del año muestreadas, por lo que no cabe esperar alteraciones acusadas de la misma, considerándose como no problemática para la instalación de jaulas en mar abierto.

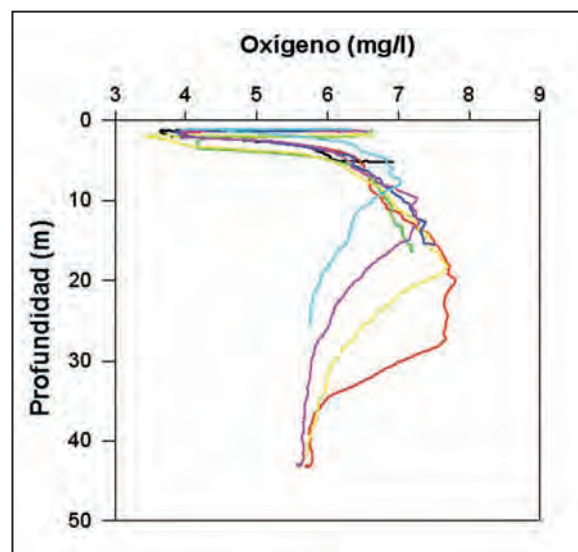


Figura 4.4-33 Perfil vertical de oxígeno en cada una de las estaciones muestreadas.

3. La clorofila como indicadora de la producción presente en la zona se encuentra en valores relativamente bajos no superiores a 3 mg/m³, muy por debajo de lo que se considera perjudicial para las especies cultivables.
4. El valor de los sólidos en suspensión es igualmente bajo no sobrepasando los 42 mg/l. Por lo tanto no se considera que pueda llegar a presentar problema para esta actividad.
5. Los valores de oxígeno se encuentran como media en 6 mg/l. Considerando la situación más desfavorable siempre nos encontramos por encima de los 3 mg/l valor que comienza a ser perjudicial para la mayoría de las especies. Se puede considerar que tampoco se suscitarán problemas por esta variable.

En la Figura 4.4-34. se muestra el índice de calidad obtenido para esta zona, en el mapa podemos ver como toda la zona de Punta del Río presenta calidades similares obteniéndose un valor entre 7,0 y 8,2 en una escala del 1 al 10.

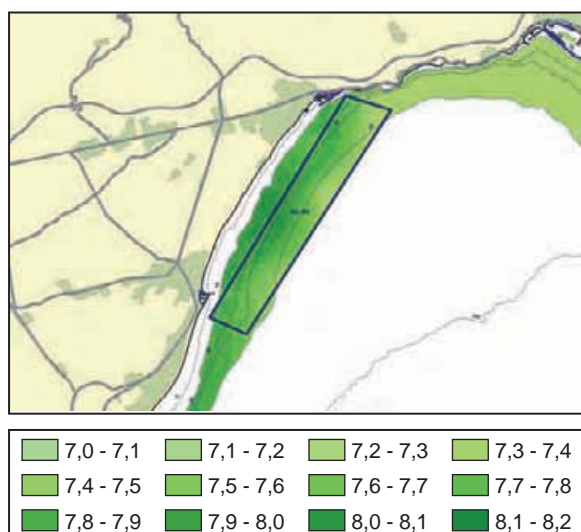


Figura 4.4-34 Índice de calidad de agua para la zona AL-04.

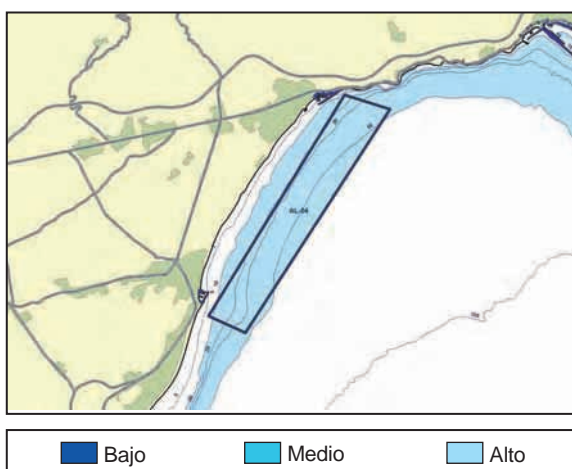


Figura 4.4-35 Valoración del interés de la zona en función del índice de calidad del agua empleado en este estudio.

En vista de los resultados obtenidos al integrar en el índice de calidad todos los valores de las distintas variables aplicando la fórmula descrita en el apartado de metodología, podemos afirmar que la zona de Roquetas-Aguadulce Al-04, presenta una calidad de agua en la que se alcanzan unos valores notablemente buenos para el desarrollo de la acuicultura flotante.

Finalmente, con estos resultados, la valoración del grado de interés de la zona Al-04 desde el punto de vista de la acuicultura es la que se representa en la Figura 4.4-35, obteniéndose un grado de interés alto para toda la zona.

4.4.3.4.2 Condiciones sanitarias.

El área estudiada se corresponde casi en su totalidad con la zona de producción AND 1-45 salvo una pequeña extensión al sur del área que se corresponde con la zona AND 1-38. Las condiciones sanitarias de este área no presentan contaminación bacteriana ni por toxinas en ningún mes entre los años 2000 y 2002. La calidad del agua desde el punto de vista sanitario en esta zona es por tanto muy buena.

4.4.4 Caracterización bionómica.

El polígono estudiado ocupa una franja comprendida entre los 20 y 55 metros de profundidad en más del 90% de su superficie, sólo los vértices SW y NW (los más cercanos a las citadas poblaciones) se corresponden con zonas más someras. La pendiente media es del 2%, siendo ligeramente más acusada en los extremos.

Se identifican en el área tres tipos de biocenosis, sobre un sedimento dominado por altos contenidos en fango y ausencia de relieves (Figura 4.4-36).

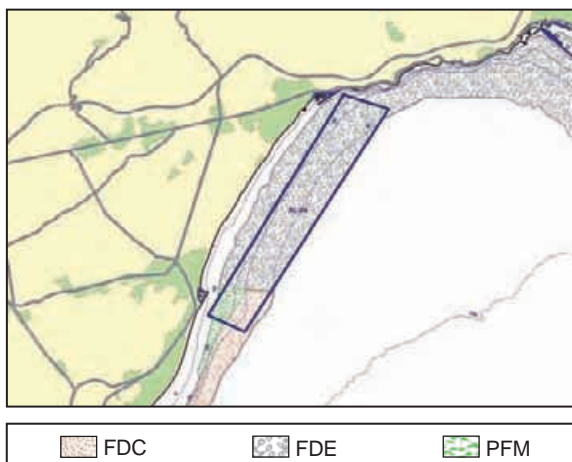


Figura 4.4-36 Tipo de comunidades detectadas en la zona. Los puntos señalan las estaciones de muestreo. FDC = biocenosis de fondos detríticos costeros; PFM = praderas de fanerógamas marinas. FDE = Biocenosis de fondos detríticos enfangados.

- **Praderas de Fanerógamas Marinas (PFM):** En el vértice SW del polígono aparecen de forma muy dispersa brotes de *Cymodocea*, sin llegar a constituir un tapizado continuo. Los valores de abundancia, diversidad y número de bivalvos son muy bajos en esta zona.
- **Fondos Detríticos Enfangados (FDE):** Suponen aproximadamente el 85% de la superficie del bentos del área. Tanto el número de especies como el de individuos y el porcentaje de bivalvos varían considerablemente de un punto a otro, pero en general mostrando valores más elevados en las zonas más someras para abundancia y diversidad, y al contrario para la proporción de bivalvos.
- **Fondos Detríticos Costeros (FDC):** Ocupando el vértice SE, presenta valores especialmente altos de abundancia, siendo anélidos y crustáceos los grupos taxonómicos predominantes.

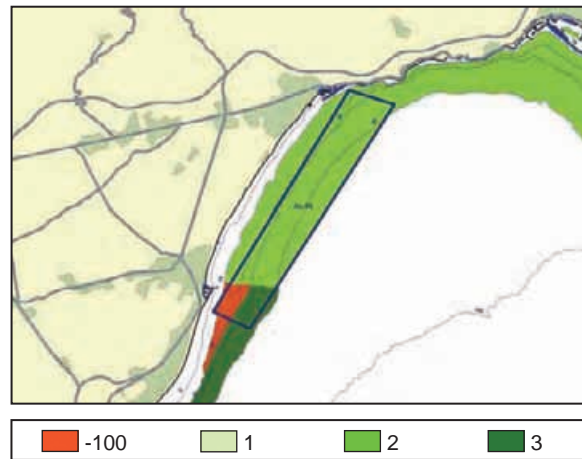


Figura 4.4-37 Valoración de la zona AL-04 en función del tipo de comunidad.

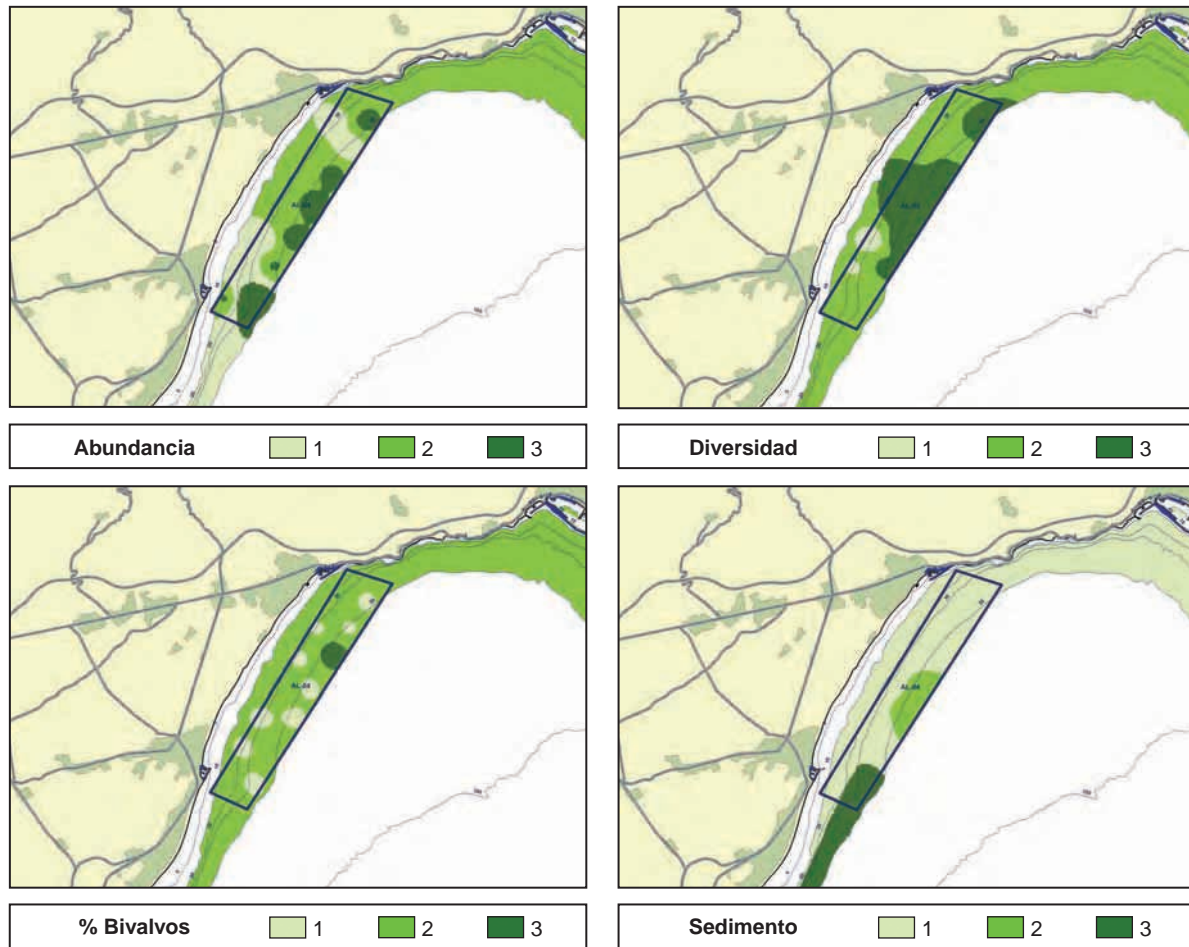


Figura 4.4-38 Valores obtenidos para los restantes factores considerados en la valoración de la zona según sus características bionómicas.

Los valores obtenidos para su inclusión en el índice final, por lo que respecta a los tipos de comunidad existentes son los que se representan en la Figura 4.4-37.

En la Figura 4.4-38 se incluyen las valoraciones obtenidas para cada uno de las características restantes asociadas a la bionomía según el índice de calidad descrito en el apartado de metodología.

Integrando estas valoraciones obtenidas, aplicando la ecuación descrita en la metodología, se obtiene el resultado del índice definido para la valoración de la bionomía, que se representa en la Figura 4.4-39.

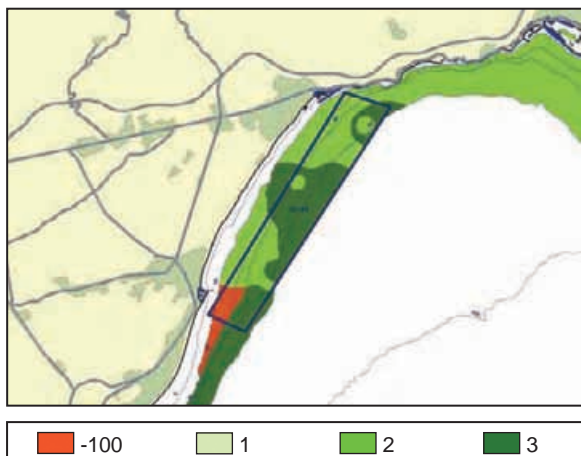


Figura 4.4-39 Índice de calidad de la zona AL-04 en función de la biomasa.

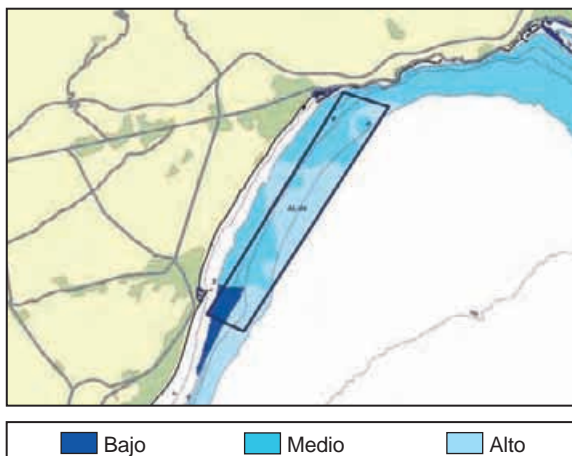


Figura 4.4-40 Valoración del interés de la zona en función de las características bionómicas.

Los valores de abundancia y diversidad parecen ser en esta zona bastante determinantes a la hora de definir el índice. La reclasificación de los valores de índice nos da como resultado la valoración del grado de interés de la zona atendiendo a sus características bionómicas que se representa en la Figura 4.4-40.

4.4.5 Caracterización del sector pesquero.

En las proximidades del polígono estudiado se encuentran tres caladeros tradicionales (Figura 4.4-41) conocidos como *Roquetas de mar*, que se encuentra en la parte sur de la zona de estudio, *Aguadulce*, situado en el centro del área considerada y *Castillo de San Telmo – El Palmar – Bahía de Almería – Térmica – El Zapillo – Río Andarax – Punta del Río* situado al este, a una distancia media del centro del polígono de muestreo de 10 Km. Las características generales de los caladeros son las incluidas en la Tabla 4.4-4.

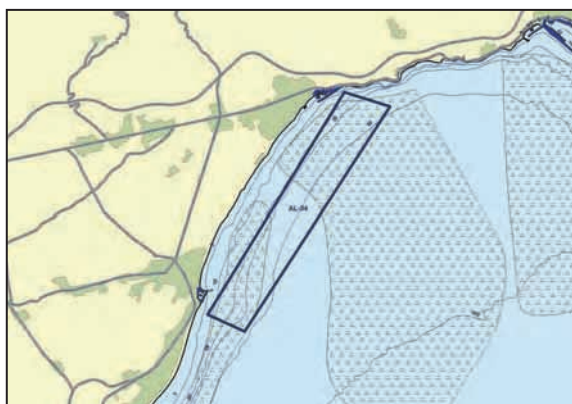


Figura 4.4-41 Localización de caladeros y puertos pesqueros cercanos a la zona de estudio.

El puerto pesquero más cercano al área considerada es el de *Roquetas de Mar* enclavado en la población del mismo nombre y se integra en el distrito marítimo de Almería.

El puerto depende administrativamente de la Junta de Andalucía, siendo gestionado por la EPPA y se encuentra a una distancia de unos 4 km del centro de la zona de estudio. Sus características se relacionan en la tabla 4.4-5

Nombre del caladero	Distancia al centro del área de estudio	Especies más representativas capturadas	Artes de pesca utilizadas
- Roquetas de Mar	Sobre el área de estudio	- Peces: Besugo, breca, brótola, salmonete, pargo, atún y merluza. Moluscos: Jibia y pulpo.	Pijotera, trasmallo, lienza, volaera y potera
- Aguadulce	Sobre el área de estudio	- Peces: Besugo, breca, brótola, salmonete, pargo, atún y merluza. Moluscos: Jibia, pulpo y chirla.	Pijotera, trasmallo, lienza y jaula chirla
- San Miguel de Cabo de Gata – Salinas – Cala Arena – El Corralete – Faro y Cabo de Gata – Las Escollas	10 Km	- Peces: Besugo, breca, brótola, salmonete y pargo Moluscos: Jibia, pulpo y chirla.	Palangre, pijotera, jaula y trasmallo

Tabla 4.4-4 Caladeros cercanos al área de estudio.

PUERTO DE ROQUETAS DE MAR		
Latitud	36° 45' 00,0" N	Servicios al sector pesquero: - Fabrica de hielo - Cámaras frigoríficas - Varadero - Locales de armadores
Longitud	2° 36' 00,0" W	
Calado en la bocana (B.M.V.E.)	4.5 m	
Longitud del muelle	298 m	
Superficie total de la lonja	315 m ²	

Tabla 4.4-5 Características técnicas del puerto pesquero de Roquetas de Mar.

La flota pesquera del Puerto de Roquetas de Mar, está compuesta por 29 embarcaciones que desplazan 214 TRB, de las cuales 23 son de pequeña dimensión dedicadas a artes menores (rastros y trasmallo) con la excepción de 2 pequeños cerqueros, 2 palangreros de fondo y otros 2 de superficie, localizándose los caladeros en la zona comprendida entre Aguadulce y Punta Entinas.

Las especies más abundantes comercializadas en la lonja del puerto de Roquetas son el salmonete, pulpo, choco, mero, gallineta, atún, pez sable y bacaladilla. El total de las capturas asciende a unas 325 Tm, correspondiendo 272 Tm a peces, 53 Tm a moluscos y 27,3 Tm a crustáceos.

Además del puerto pesquero de Roquetas, en las cercanías del área de estudio se encuentra también el puerto pesquero de Almería, cuyas características, flota y volumen de comercialización son los siguientes:

PUERTO DE ALMERÍA		
Latitud	36° 50' 00,0" N	
Longitud	2° 28' 00,0" W	Servicios al sector pesquero:
Calado en la bocana (B.M.V.E.)	12 m	- Fabrica de hielo
Longitud del muelle (m)	1.075 m	- Cámaras frigoríficas
Calado medio muelle (m.)	5 m	- Varadero

Tabla 4.4-6 Características técnicas del puerto pesquero de Almería.

La flota pesquera que opera en este puerto está integrada por 103 embarcaciones que desplazan 2.570 TRB. De éstas, 43 son de arrastre, 36 de artes menores, 23 de cerco y 1 de palangre de superficie.

Las especies más representativas según los datos de la lonja de este puerto son las gambas, pez espada, voraz-besugo, pez sable, mela, jurel y caballa. El total de la pesca desembarcada es de unas 818 Tm anuales, de las cuales 788 Tm son de peces, 29 Tm de crustáceos y 1,3 Tm de moluscos.

4.4.6 Valoración final.

4.4.6.1 Estudio del medio físico.

Tras el análisis de los resultados se puede concluir que la zona AL-04 (Roquetas-Aguadulce) presenta unas buenas condiciones climáticas por cuanto la intensidad de los vientos no es elevada en general y la frecuencia de temporales es baja.

La batimetría existente en la zona, presenta una pendiente acusada sobre todo entre los 5 y 30 m de profundidad, suavizándose el perfil en la franja batimétrica de 30 a 50 m.

Las corrientes dominantes en el área son de media intensidad, siendo más intensas en verano que en invierno y en ambos casos, aumentando con la profundidad. Se pueden considerar por tanto como adecuadas para el cultivo acuícola.

En las cercanías del polígono estudiado se encuentran praderas de fanerógamas y lugares de interés comunitario que, si bien en su mayor parte no se ven afectadas por la ubicación de nuevas instalaciones según los modelos de dispersión utilizados en el estudio, será conveniente valorar a la hora de futuros proyectos de ubicación de nuevas instalaciones acuícolas.

El oleaje determinado para la zona no es elevado aunque ocasionalmente puede resultar peligroso por lo expuesto de la zona.

El sustrato existente es en general adecuado para el fondeo de instalaciones, detectándose sobre el fondo la presencia de biocenosis de interés que habría que tener en cuenta a la hora de elegir un lugar donde ubicar nuevas instalaciones.

La calidad físico-química del agua es en general buena si bien se han detectado variaciones de temperatura superficial a lo largo del año. La calidad sanitaria del agua es muy buena, no detectándose fenómenos de contaminación microbiológica ni por toxinas.

El sector pesquero de la zona actúa normalmente fuera del área de interés. Es un sector económico importante en la zona, con base en los puertos de Roquetas de Mar y Almería y un total de 29 y 103 embarcaciones entre pesca tradicional y de altura respectivamente. A la hora de ubicar nuevas instalaciones acuícolas, resultaría conveniente localizar zonas de ubicación que no interfieran con este sector.

Con los resultados obtenidos hasta la fecha, se ha realizado una valoración de la zona AL-04, utilizando la metodología ya descrita, y cuyos resultados son los representados en el Figura 4.3-42.

4.4.6.2 Integración entre la valoración del medio físico y la valoración del ámbito administrativo.

La integración de los resultados obtenidos en la valoración del ámbito administrativo con la valoración del medio físico (Plano 4) permite apreciar que, a pesar que la mayor parte del polígono estudiado presenta un interés alto desde el punto de vista físico-químico (Figura 4.3-42) que se ve reducido a aproximadamente un 51% de la totalidad del polígono debido fundamentalmente a incompatibilidades o limitaciones administrativas.

El resto del área se distribuye en un 32% de interés bajo y un 17% de interés medio.

La tramitación por tanto, de nuevas instalaciones acuícolas en esta zona puede presentar dificultades dependiendo de la zona exacta en la que se desee ubicar. No obstante, el grado de compatibilidad administrativa, como ya se ha mencionado en otras ocasiones, puede sufrir variaciones en el tiempo, de forma que la zonas de interés medio, no son totalmente descartables para la actividad acuícola.

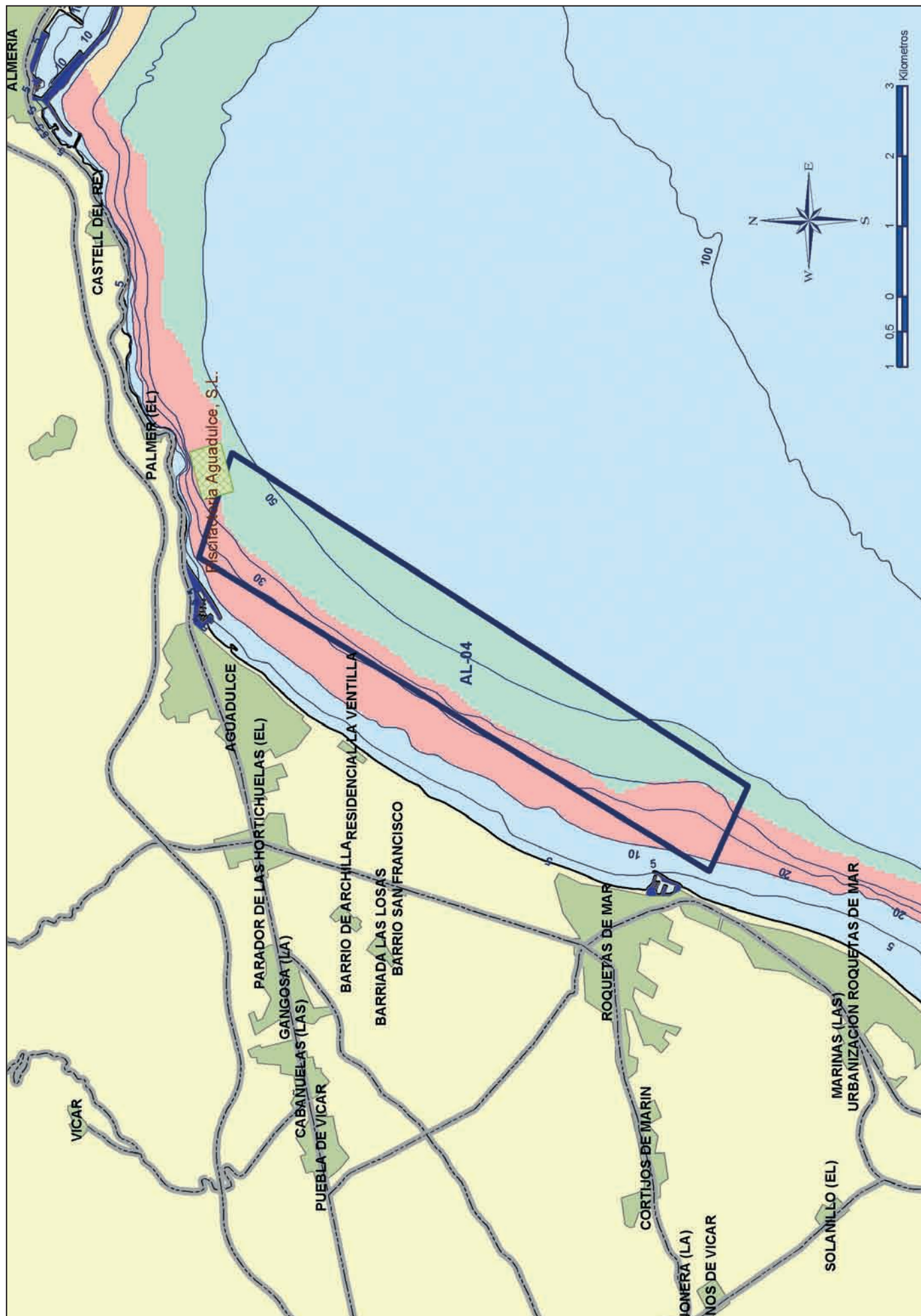
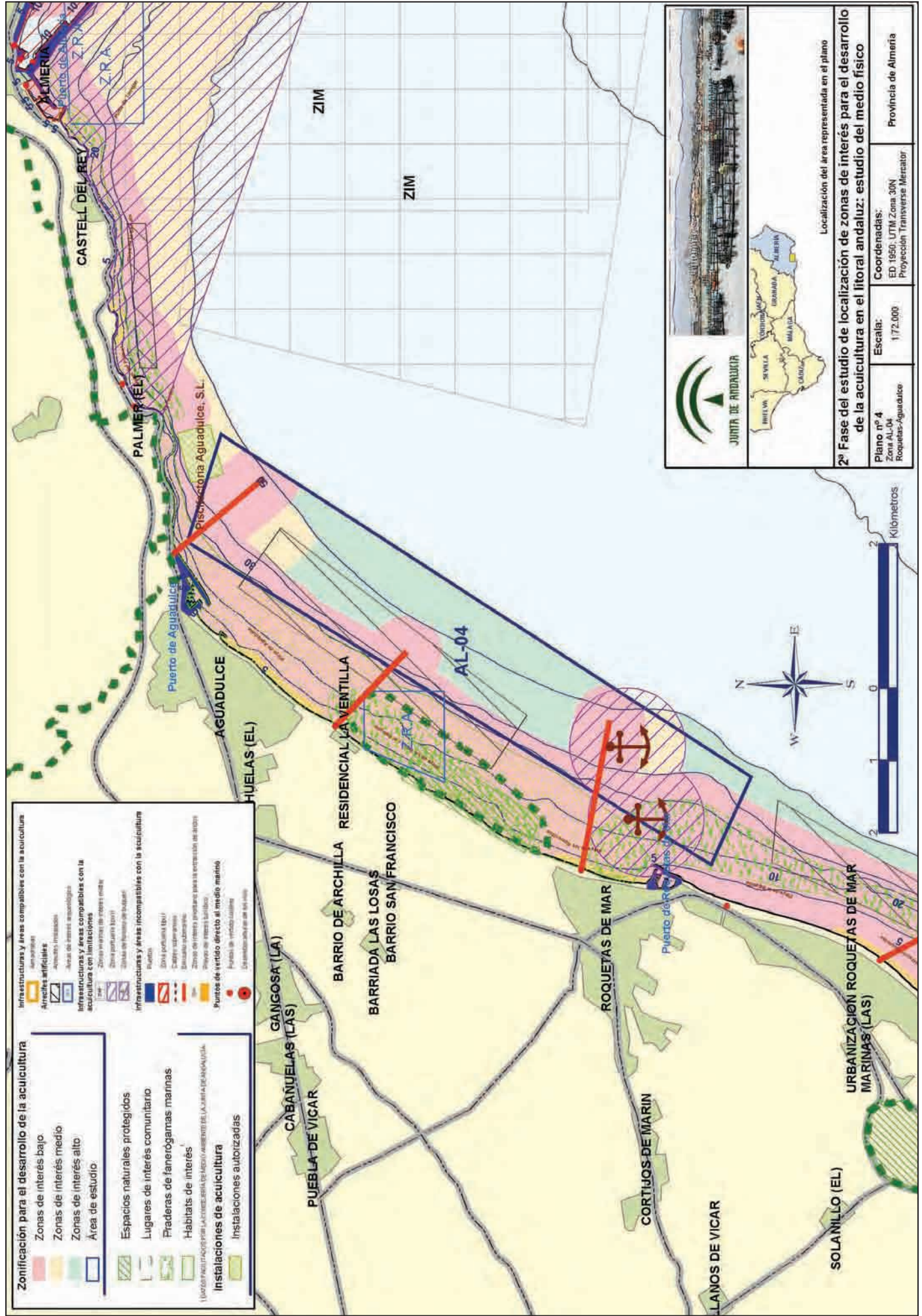


Figura 4.4-42 Valoración final en función de los resultados de la 2ª fase

Grado de interés Bajo Medio Alto



Zonificación para el desarrollo de la acuicultura

- Zonas de interés bajo
- Zonas de interés medio
- Zonas de interés alto
- Área de estudio

Infraestructuras y áreas compatibles con la acuicultura

- Arrecifes artificiales
- Arrecifes naturales
- Áreas de interés arqueológico
- Infraestructuras y áreas compatibles con la acuicultura con limitaciones
- Áreas de interés ambiental
- Áreas de interés paisajístico
- Áreas de interés científico
- Áreas de interés histórico
- Áreas de interés cultural
- Áreas de interés turístico
- Áreas de interés deportivo
- Áreas de interés recreativo
- Áreas de interés social
- Áreas de interés económico
- Áreas de interés estratégico
- Áreas de interés geográfico
- Áreas de interés geológico
- Áreas de interés geobotánico
- Áreas de interés geográfico
- Áreas de interés geológico
- Áreas de interés geobotánico

Instalaciones de acuicultura

- Instalaciones autorizadas

2ª Fase del estudio de localización de zonas de interés para el desarrollo de la acuicultura en el litoral andaluz: estudio del medio físico

Localización del área representada en el plano

Junta de Andalucía

Coordenadas: ED 1986, UTM, Zona 30N, Proyección Transversa Mercator

Escala: 1/72.000

Plano nº 4
Zona AL-04
Roquetas-Aguadulce

Provincia de Huelva

4.5

ZONA AL-05 (ADRA-ALMERINAR)



El área AL-05 se corresponde con los términos municipales de Adra, Berja y El Ejido, y abarca el tramo de costa comprendido entre las Playas de la Gaviota (T.M. de Adra) y Las Entinas (T.M. de El Ejido).

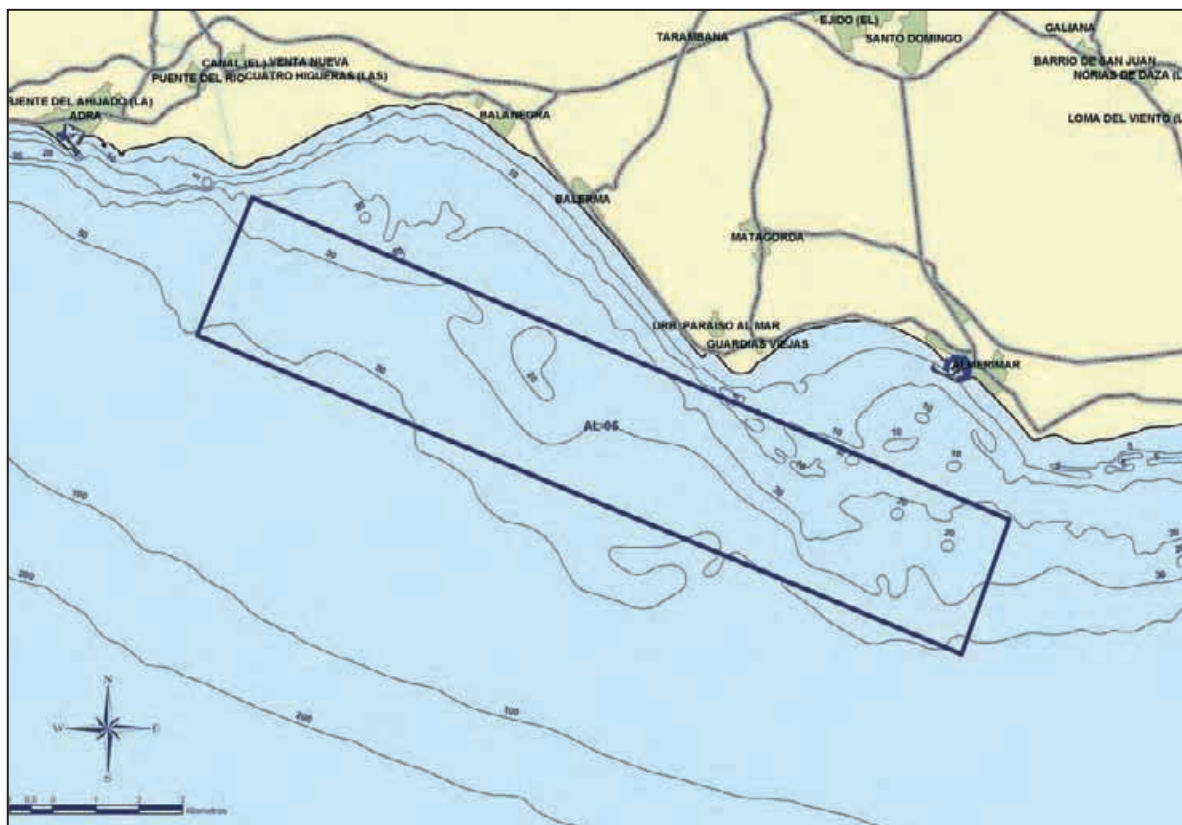


Figura 4.5-1 Zona AL-05 (Adra-Almerimar) y polígono estudiado.

Los trabajos en esta zona se centraron sobre el polígono situado entre Playa Real y la Punta de las Entinas, con unas profundidades comprendidas entre los 10 y los 50 m y una superficie total aproximada de 6.423 hectáreas (Figura 4.5-1).

4.5.1 Compatibilidad administrativa de la zona.

El polígono de estudio se encuentra ubicado sobre una zona en la que la Consejería de Agricultura y Pesca considera la posibilidad de instalar un arrecife artificial (figura 4.5-3) (ver página 159).

En la zona este del mismo, existen varias zonas de interés arqueológico y en el extremo del polígono se encuentra una zona de interés comunitario denominada Fondos marinos de Punta Entinas Sabinar.

En la zona Oeste se encuentran las instalaciones acuícolas pertenecientes a la empresa Adrapec S.A., en un área cercana a un fondeadero de buques .

En la zona hay varias playas catalogadas como de interés turístico (playas de San Nicolás y Poniente al Oeste y Balneario y San Miguel frente al área estudiada). En el área vierten diferentes emisarios pertenecientes a los núcleos de población cercanos. Uno de estos emisarios afecta al área de estudio

En esta zona se encuentran los puertos de Adra y Almerimar bastante cercanos a la zona estudiada. Con todos estos factores, la valoración del interés que presenta la zona para el desarrollo de la acuicultura desde el punto de vista de su compatibilidad con los usos existentes, queda representada en la Figura 4.5-2.

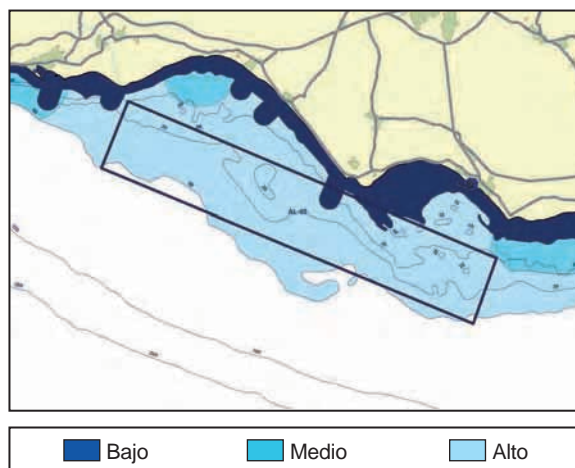


Figura 4.5-2 Valoración del interés de la zona AL-04 atendiendo a la compatibilidad con los usos administrativos.

4.5.2 Caracterización climatológica.

Los datos obtenidos para la clasificación climatológica de la zona proceden de la estación Agroclimática de Adra, caracterizándose el clima existente en la zona de estudio como un clima seco con escasa pluviosidad que presenta una estación seca en verano concentrándose la escasa precipitación en los meses de invierno y primavera según la clasificación climática de Köppen se correspondería con un clima **Bsh**.

El análisis de las series históricas diarias de los años 2001 a 2003, indica que la temperatura media mensual en la zona, es superior a los 11 °C durante todo el año y la temperatura media mínima se produce en enero, siendo superior a 8 °C (Figura 4.5-4).

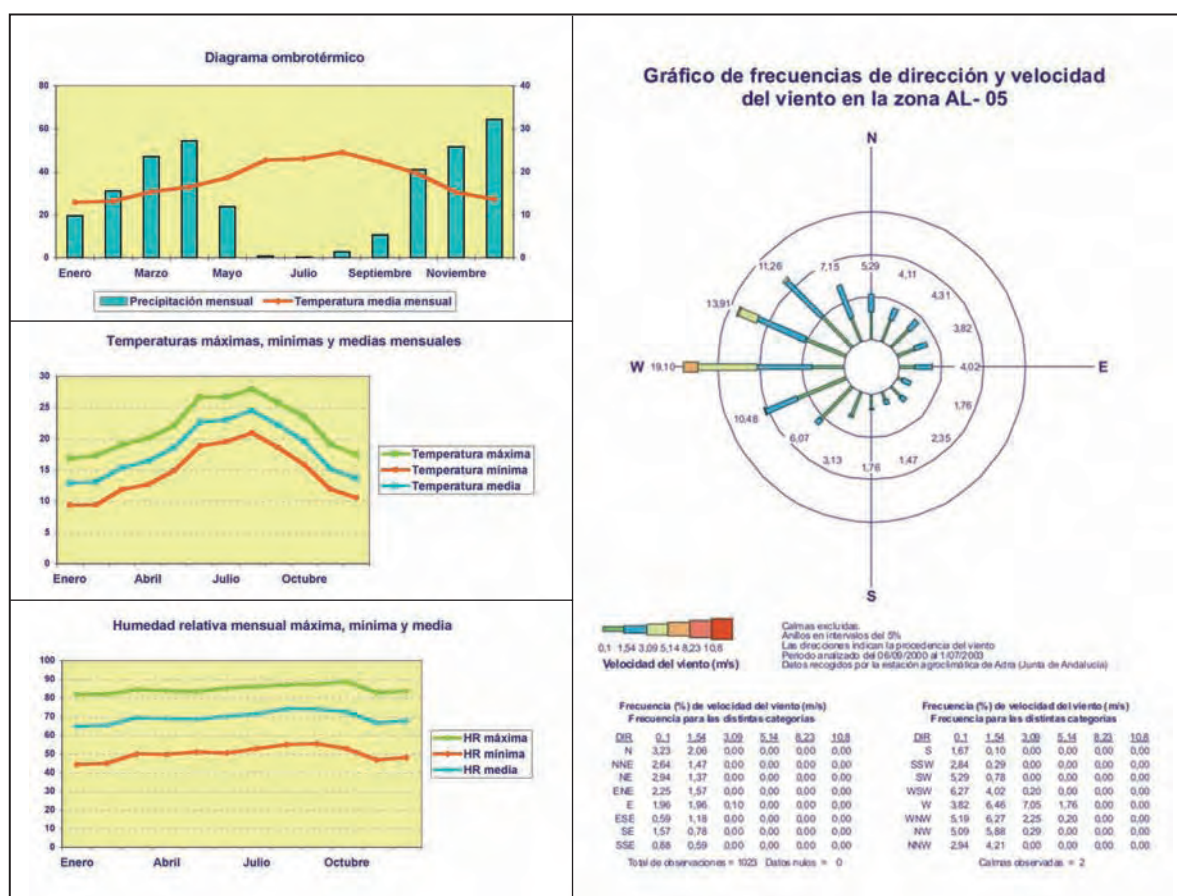


Figura 4.5-4 Caracterización climatológica de la zona estudiada (AL-05).

La precipitación total es escasa (no llega a los 350 mm anuales), la precipitación total de los 6 meses más cálidos es prácticamente nula (78,8 mm) concentrándose el resto de la precipitación anual en los 6 meses más fríos (267,9 mm) siendo el mes de mayor precipitación en los años analizados, diciembre, que presenta precipitaciones cercanas a los 65 mm.

Los valores de humedad relativa mensual, mínima, media y máxima se mantienen bastante constantes durante todo el año y son elevados, oscilando en torno al 50%, 70% y 85% respectivamente. Con respecto al régimen de vientos, los vientos predominantes son los procedentes de poniente (vientos del Oeste y Oeste-Noroeste fundamentalmente), teniendo mucha menor incidencia en la zona los vientos de levante. Asimismo, la intensidad de los vientos de poniente es bastante superior a la de los de levante (Figura 4.5-4).

4.5.3 Caracterización física.

4.5.3.1 Batimetría.

La pendiente en la zona es moderada en los primeros metros, suavizándose a partir de la cota de los 20 m. La mayor parte del área de estudio se encuentra en la franja batimétrica de 20 a 50 m. Una vez realizado el análisis batimétrico de la zona, la valoración de la zona en función de este parámetro es la que se representa en la Figura 4.5-5 (ver página 160).

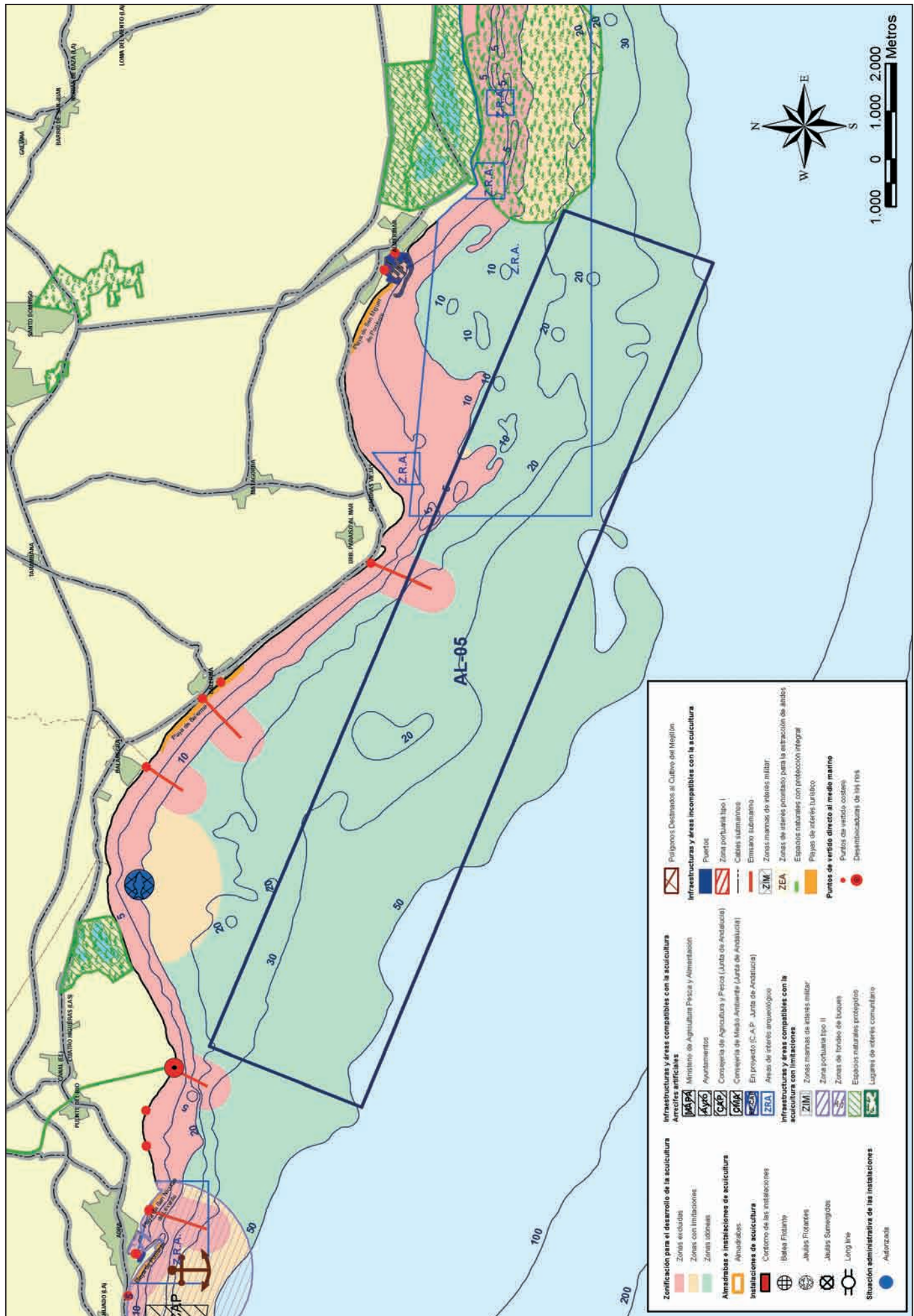


Figura 4.5-3

4.5.3.2 Condiciones oceanográficas.

4.5.3.2.1 Régimen hidrodinámico.

Para conocer el régimen hidrodinámico de la zona comprendida entre Adra y Almerimar, AZTI fondeó un correntímetro doppler del tipo AANDERAA RCM-9.

El aparato se instaló el 1 de julio del año 2002 en la posición 36° 44,319' N y 03° 04,029' W. La profundidad del punto de fondeo fue de 33 metros y el correntímetro se situó a unos 10 metros por debajo de la superficie del mar. En el mapa de la Figura 4.5-6, puede verse la posición del fondeo del correntímetro RCM-9 (punto de color rojo).

El correntímetro sufrió un enganche por parte de un arrastrero que lo levantó, le sustrajo una boya y lo dejó caer en un kilómetro hacia el este en un fondo de aproximadamente 43 metros, en la posición 36° 44,297' N y 03° 03,417' W, esta nueva ubicación se ha señalado con un punto verde en la Figura 4.5-6. Estos hechos ocurrieron entre 24 y 48 horas después del primer fondeo (entre el dos y el tres de julio), como se puede ver observando el registro de presión obtenido por el aparato. En el momento del arrastre se evidencia una disminución notable de la presión, alrededor de la fecha del 3 de julio, debido a que el correntímetro se encontraba en las proximidades de la superficie, seguido por un nivel ligeramente inferior a la media del registro, durante los primeros 5 días siguientes al arrastrero, hasta estabilizarse en la nueva posición.

Se observan también aumentos aislados de la presión, debido a la inclinación, respecto a la vertical, del correntímetro en presencia de fuertes corrientes. En el momento de la recuperación se pudo comprobar que las tres boyas restantes mantenían el RCM9 en posición vertical. Por lo tanto se puede confirmar la validez del registro de las variables medidas con el correntímetro, también después de su desplazamiento.

El correntímetro se configuró para medir las variables con una cadencia de 10 minutos. El inicio del registro coincide con las 11:50 horas del día 1 de julio y el final de mismo, coincidente con su desfondeo, fue el día 21 de agosto a las 13:20 horas. Disponemos de este modo de un registro de 7.350 medidas de la corriente marina en la zona, con casi 2 meses de duración.

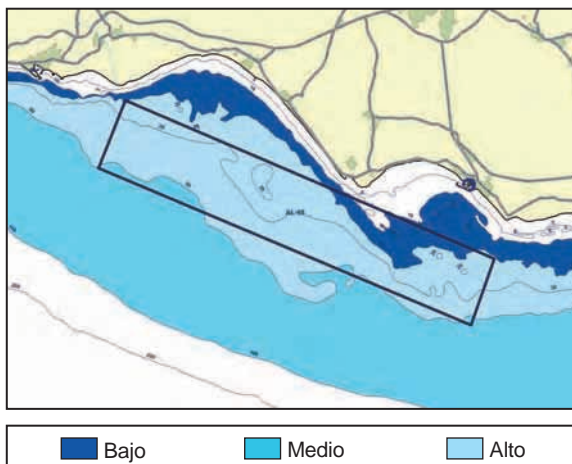


Figura 4.5-5 Valoración del interés de la zona en función de batimetría.

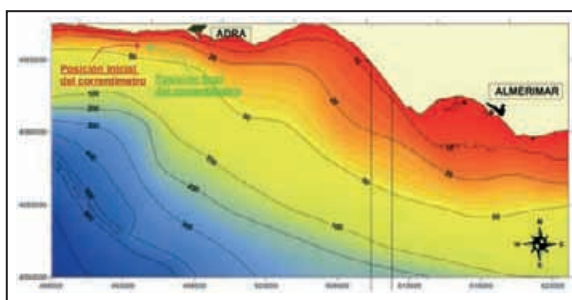


Figura 4.5-6 Posición del correntímetro, fondeado en las proximidades de Adra, inicialmente en las coordenadas UTM: x = 494005; y = 4065975 metros (punto rojo); el correntímetro fue arrastrado hasta la posición: x = 494916; y = 4065842.

Dirección ⁽¹⁾	Nº medidas	% ⁽²⁾	Vel. Máx ⁽³⁾	Vel. Media ⁽⁴⁾	STD ⁽⁵⁾
0-45 (NNE)	169	5	17,6	5,9	3,1
45-90 (ENE)	580	18	28,36	9,2	5,0
90-135 (ESE)	500	16	28,36	10,1	5,5
135-180 (SSE)	124	4	10,76	4,7	2,3
180-225 (SSW)	119	4	18,09	4,8	3,2
225-270 (WSW)	588	19	44,98	12,9	7,6
270-315 (WNW)	893	28	54,76	15,1	8,6
325-360 (NNW)	197	6	19,56	6,0	3,5

(1) Sector de dirección (grados)
 (2) Porcentaje de frecuencia en cada sector de dirección (respecto al norte en el sentido de las agujas del reloj)
 (3) velocidad máxima (cm·s⁻¹) en cada sector direccional
 (4) Velocidad media (cm·s⁻¹)
 (5) Desviación estándar (cm·s⁻¹).

Tabla 4.5-1 Análisis estadístico de dirección e intensidad de la corriente medida por el correntímetro instalado entre el 21/11/99 y el 17/12/99.

Según los resultados obtenidos por el aparato y resumidos en la Tabla 4.5-1, la distribución por direcciones del módulo de la corriente no es muy uniforme y oscila entre 4,7 y 6 cm·s⁻¹ en las direcciones menos frecuentes y entre 9 y 15 cm·s⁻¹ en las direcciones más frecuentes.

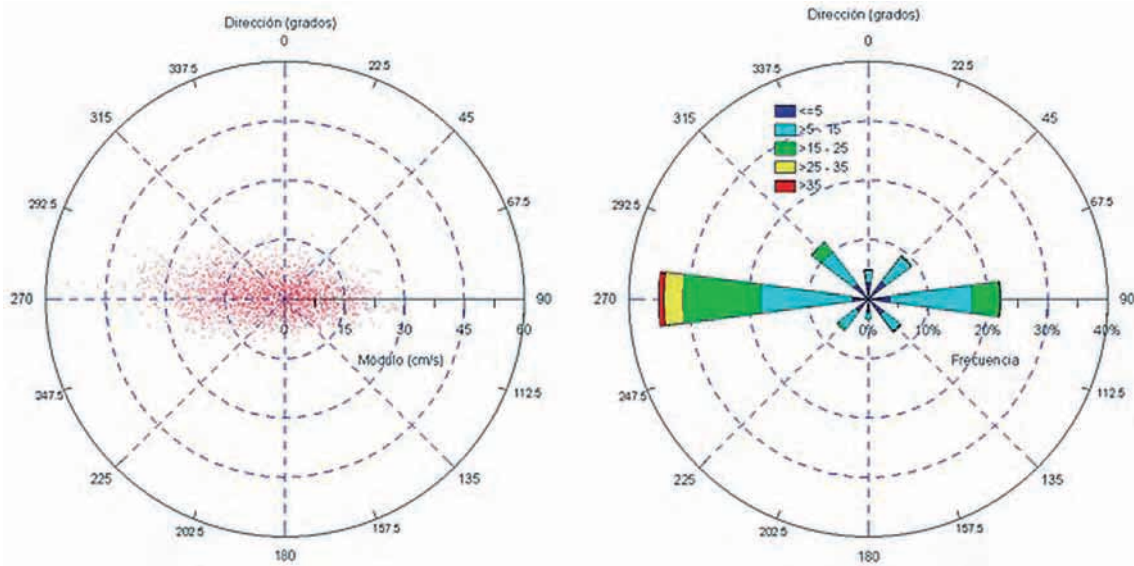


Figura 4.5-7 Diagrama polar y rosa de corrientes obtenidos de los datos registrados por el correntímetro RCM-9 fondeado frente a Adra. El registro comienza el 1/7/2002 y termina el 21/08/2002.

Tanto las corrientes medias más altas, como las máximas más altas, se han registrado hacia las direcciones Oeste-Noroeste, con unos valores de 15,1 y 54,8 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$, respectivamente. A partir de estos datos se puede afirmar que el patrón general de corrientes parece ser una corriente hacia el Oeste, con una componente predominante hacia el Oeste-Noroeste, que se alterna con una corriente hacia el Este. Las situaciones intermedias de cambio de la corriente entre estas direcciones parecen corresponder a los pequeños porcentajes de las medidas en las otras direcciones.

Los valores de temperatura medidos por el sensor oscilaron entre 15°C y 24°C, registrándose los niveles más bajos a mediados del mes de julio, y manteniéndose alrededor de un valor medio de aproximadamente 20°C en agosto. Los cambios de temperatura registrados están directamente relacionados con la corriente marina local. Comparando ambos registros, se puede apreciar como disminuye la temperatura cuando la corriente se dirige hacia el Este (paralelamente a la costa), debido al afloramiento de agua fría profunda. Por el contrario, cuando la corriente deriva hacia el Oeste, se produce un hundimiento de agua superficial, resultando un aumento de temperatura local.

Los registros obtenidos de salinidad, turbidez y oxígeno disuelto, muestran un comportamiento anómalo a partir del día 23 de julio. Este error es debido a anomalías de funcionamiento de los sensores de medición, provocadas por la adhesión de biofouling bacteriano. Por lo tanto, se ha considerado conveniente eliminar los registros de estas variables hidrográficas a partir del 24 de julio en adelante.

Se ha simulado la corriente para los casos más frecuentes que se han presentado. Tal como se puede comprobar consultando los datos aportados por el correntímetro que estuvo instalado en la zona, y que se recogen en la Tabla 4.5-1 y son representados en la Figura 4.5-7. Las direcciones predominantes de las corrientes han sido:

- a) Hacia la dirección media Oeste (W): total del 47%.
 - Hacia el Oeste-Noroeste (WNW): 28% del registro.
 - Hacia el Oeste-Suroeste (WSW): 19% del registro.
- b) Hacia la dirección media Este (E): total del 34%.
 - Hacia el Este-Noreste (ENE): 18% del registro.
 - Hacia el Este-Sureste (ESE): 16% del registro.

Los vientos que han generado las corrientes que se han mencionado anteriormente han resultado ser:

- Viento del Este para la corriente hacia el Oeste.
- Viento del Oeste-Suroeste para la corriente hacia el Este.

Se ha considerado como representativa, en función de los resultados obtenidos en otros estudios de la costa andaluza, una intensidad media de los vientos en la zona de velocidad igual a 25 km/h en el caso de viento del Este, y de 20 km/h en el caso de viento del Oeste-Suroeste.

Los resultados obtenidos por el modelo han sido calibrados comparándolos con los datos facilitados por el correntímetro fondeado a 10 metros de profundidad frente a Adra.

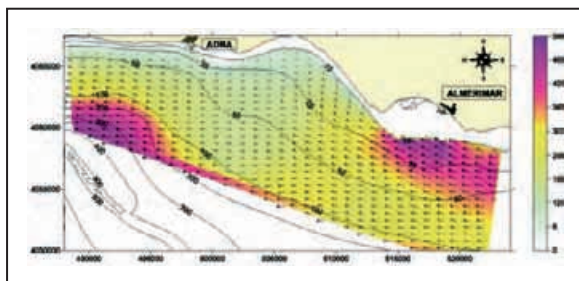


Figura 4.5-8 Velocidades de corriente en $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ con viento del este de $25 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a 10 metros de profundidad.

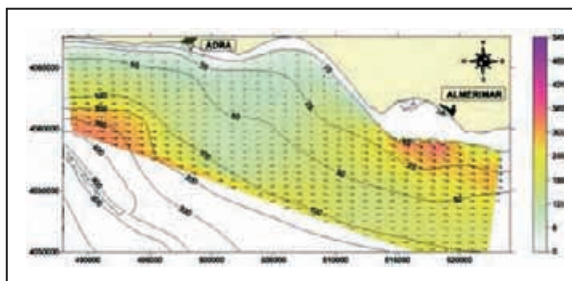


Figura 4.5-9 Velocidades en $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ con viento del oeste-suroeste de $20 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a 10 metros de profundidad.

En el caso del viento del Este, la corriente es máxima en superficie, con un valor ligeramente superior a $24 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ y su módulo disminuye con la profundidad hasta el fondo, a -43 metros, con una velocidad poco superior a $6 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$; simultáneamente, la dirección de la corriente al acercarnos hacia el fondo gira en sentido horario por efecto de la batimetría y para asegurar la conservación de la masa de fluido.

En la Figura 4.5-8 se presentan los resultados obtenidos en la simulación tridimensional de la corriente producida por el viento a 10 metros de profundidad para éste régimen de viento.

Por lo que respecta a la corriente debida al viento de Oeste-Suroeste, el valor de la dirección de la corriente obtenido por la simulación numérica, a 10 metros de profundidad, es de 105° (segundo cuadrante).

La corriente es máxima en superficie, con un valor de aproximadamente $17 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ y su módulo disminuye con la profundidad hasta el fondo, a -43 metros, con una velocidad poco superior a $4 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$; simultáneamente, la dirección de la corriente al acercarnos hacia el fondo gira en sentido horario por efecto de la batimetría y para la conservación de la masa de fluido. En la Figura 4.5-9 se presentan los resultados obtenidos en la simulación tridimensional de esta corriente producida por el viento a 10 metros de profundidad.

Con estos resultados la valoración de la zona en función de la velocidad de corriente a 10 m de profundidad es la que se incluye en la Figura 4.5-10.

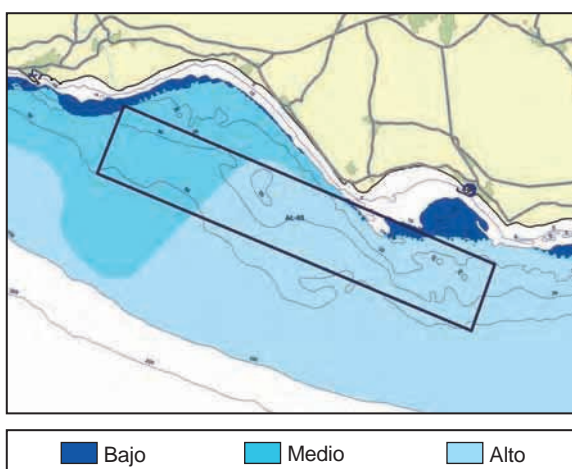


Figura 4.5-10 Valoración del interés de la zona en función de las corrientes dominantes a 10 m de profundidad.

4.5.3.2.2 Dispersión de posibles partículas contaminantes.

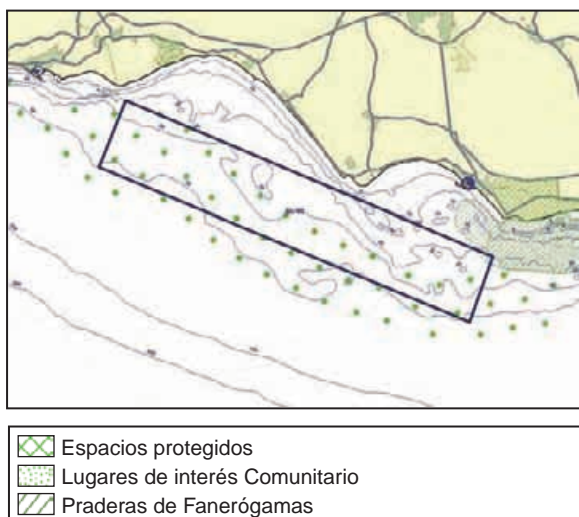


Figura 4.5-11 Localización de las praderas de fanerógamas y límites de áreas de interés comunitario en la zona de estudio. Los puntos indican la disposición de hipotéticas instalaciones acuícolas para la realización de los modelos de dispersión.

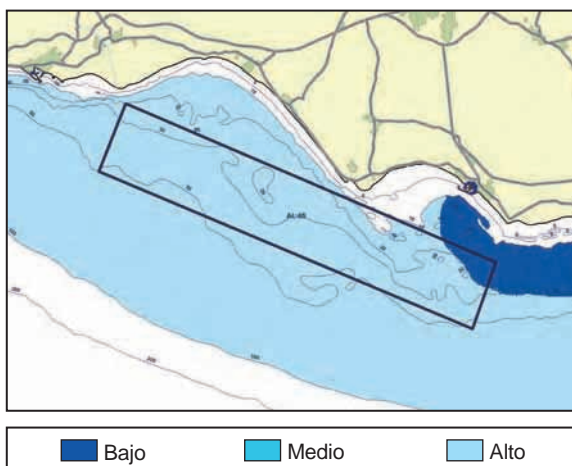


Figura 4.5-12 Valoración del interés de la zona en función de la dispersión de posibles partículas contaminantes de tamaño medio ($31 \mu\text{m}$).

En la zona AL-05 se localizan praderas de fanerógamas únicamente la zona Este, coincidiendo con el área de interés comunitario denominada "Fondos marinos de Punta Entinas-Sabinar".

En la Figura 4.5-11 se representan junto a estas zonas los puntos utilizados para el cálculo de la dispersión de partículas procedentes de hipotéticas instalaciones, a las cuales se les ha determinado el área de dispersión potencial de una partícula de tamaño medio (31µm) en función de la dirección y velocidad de las corrientes dominantes en la zona.

Con los resultados obtenidos en el análisis de modelización, se ha realizado la valoración que se representa en la Figura 4.5-12, donde se aprecia que la dispersión de contaminantes únicamente tiene importancia en la zona cercana a las praderas de fanerógamas, resultando la mayor parte del área estudiada de interés alto desde el punto de vista de este parámetro.

4.5.3.2.3 Régimen de oleaje.

El régimen de oleaje del área estudiada se ha analizado a partir de los valores obtenidos en la boya de Cabo de Gata, que reflejan los valores incluidos en la Tabla 4.5-2.

La probabilidad de que una ola no exceda de 2 m es del 80%, dándose el caso de que el tiempo que puede transcurrir entre dos fenómenos de oleaje con capacidad de producir daños o deformaciones en las estructuras de cultivo oscila entre 2 y 5 años.

Finalmente, la probabilidad de que se presenten fenómenos de oleaje en los cuales se puedan producir daños graves en las estructuras es de una cada 50 años.

Según estos resultados, la zona AL-05, tiene desde el punto de vista del régimen de oleaje un **grado de interés medio**.

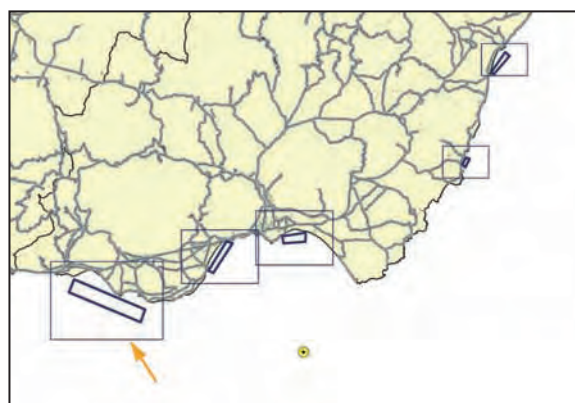


Figura 4.5-13 Situación de la Boya de cabo de Gata respecto a la zona AL-05 (flecha naranja).

Parámetro	Descripción del parámetro	Valor registrado	Valoración
PNE1.2m	Probabilidad de No Excedencia para una altura de ola significativa de 1.2 metros (2 m. de altura máxima)	0.80	2
TROE1	Oleaje que produzca daños o deformaciones en las jaulas, hasta el extremo de no garantizar la permanencia de los peces en el interior de la misma. $H_{max} = 6$ m.	$2 < TR < 5$	2
TROE2	Oleaje que produzca graves daños (reparables o no) en la estructura o elementos de fondeo. $H_{max} = 10$ m.	50	2
Valoración Final			2

Tabla 4.5-2 valores de oleaje registrados por la boya de Cabo de Gata.

4.5.3.3 Descripción del sustrato.

En los fondos marinos de esta zona se observa el predominio de sedimentos gruesos como grava, grava-arenosa, arena y arena-fangosa. La presencia de grava puede justificarse por la existencia de afloramientos rocosos submarinos, a partir de los cuales y por acción de la dinámica marina, se dispersa una parte del material rocoso erosionado.

En la mitad oriental de la zona, se observa una secuencia horizontal de facies, con líneas de separación de facies casi paralelas a las isobatas. Esta secuencia muestra en el sector menos profundo arena que lateralmente pasa a arena-gravosa y grava en el más profundo.

Esta gradación inversa de las facies, ya que lo esperable sería que los materiales más gruesos aparezcan más cerca de la costa, está relacionada, por una parte, con la existencia de los afloramientos rocosos submarinos mencionados, que, en este caso, se encuentran en la parte más profunda y, por otra, a la deriva litoral que transporta sedimentos arenosos desde el promontorio de Guardias Viejas en dirección SE, a modo de una flecha arenosa submarina.

Las muestras presentan valores de la desviación típica entre 0,2 y 2, correspondientes a depósitos bien clasificados y mal clasificados respectivamente.

Los peor clasificados son aquellos que presentan un mayor contenido en grava. Las curvas de distribución presentan carácter unimodal, en el caso de muestras de arena bien clasificadas y con un bajo contenido en grava o muestras gravosas con poca arena. El resto presenta carácter bimodal o polimodal, según los casos. El régimen deposicional dominante en la mayor parte de la zona está controlado por la acomodación, caracterizándose la dinámica sedimentaria por la removilización de los sedimentos arenosos debido a la acción del oleaje y corrientes derivadas de éstos, y el transporte a lo largo de la costa y mar adentro de los sedimentos, debido a la acción de las corrientes litorales de dirección predominante hacia el SE y corrientes de retorno durante los temporales.

La valoración de la zona a raíz de los resultados obtenidos se representa en la Figura 4.5-15.

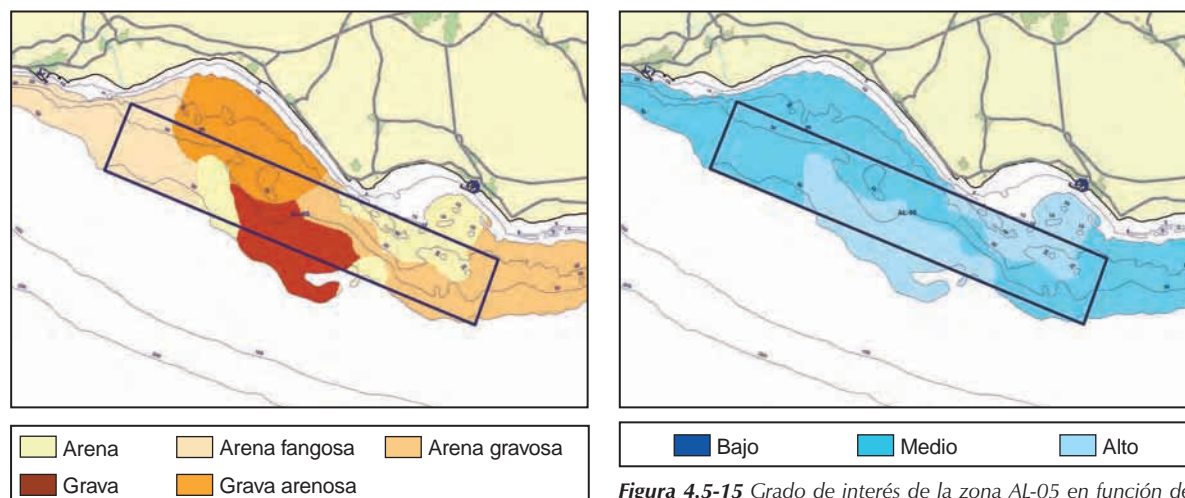


Figura 4.5-14 Diferentes tipos de sustrato determinados en la zona AL-05.

Figura 4.5-15 Grado de interés de la zona AL-05 en función del tipo de sedimento.

4.5.3.4 Calidad de aguas.

4.5.3.4.1 Condiciones físico químicas.

– Temperatura

Los datos de temperatura superficial obtenidos mediante muestreo en continuo se muestran para el mes de marzo en la Figura 4.5-16 y para agosto en la Figura 4.5-17. En marzo se comprueba como la temperatura superficial es estable en toda la zona alcanzando valores de entre 15 y 16 °C. En el mes de agosto los valores son mayores oscilando entre los 21 y los 23 °C. Si se observan los datos obtenidos del satélite (Figura 4.5-18), se aprecia como el promedio de los diez años estudiados arrojan valores que alcanzan el máximo en el mes de agosto, registrando para este mes una media de 23 °C, similar a lo obtenido en el muestreo en continuo.

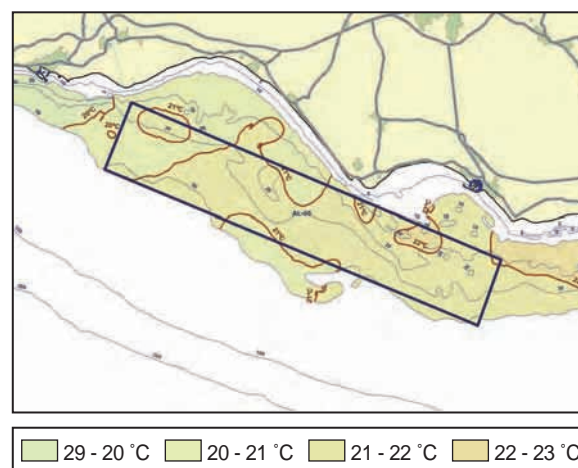
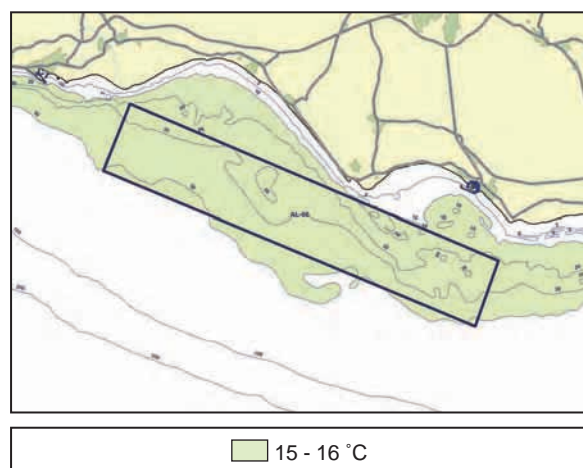


Figura 4.5-16 Temperatura superficial en el polígono de estudio AL-05 durante el muestreo realizado en marzo de 2003.

Figura 4.5-17 Temperatura superficial en el polígono de estudio AL-05 durante el muestreo realizado en agosto de 2003.

De igual manera el menor valor se da en febrero donde se promediaron unos 15 °C, lo que también confirma los datos obtenidos *in situ* en la campaña realizada en invierno.

Los perfiles obtenidos en las estaciones de muestreo (Figura 4.5-19), corroboran la clara diferencia entre los meses de marzo y agosto. Se observa la misma tendencia seguida en todas las estaciones estudiadas.

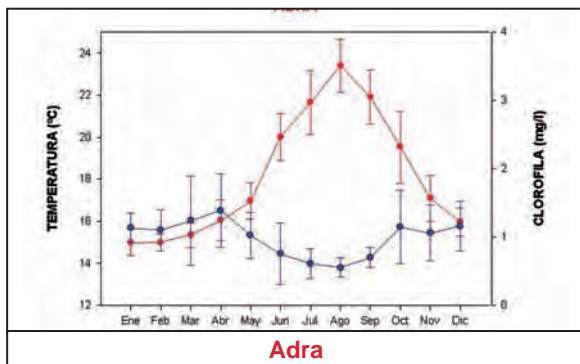


Figura 4.5-18 Promedio mensual de temperatura (rojo) y clorofila (azul) para la zona AL-05 durante los años del 94 al 03 para temperatura y entre el 98 y el 02 para la clorofila. Datos de los sensores AVHRR y SeaWiFS. Las barras representan \pm error estándar.

La temperatura en el mes de marzo es estable en toda la columna de agua obteniéndose valores entorno a los 15°C. En agosto la temperatura en superficie roza los 22°C disminuyendo en profundidad hasta alcanzar en fondo valores de entre 15 y 16°C.

– Salinidad

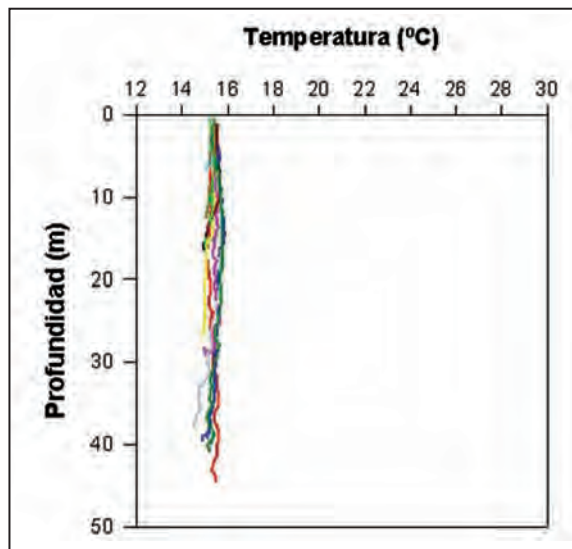
Los datos de salinidad obtenidos durante los dos muestreos no difieren mucho entre sí. En ambas estaciones se dan valores entorno a 36 (Figura 4.5-20).

Esto se comprueba también con los perfiles obtenidos en cada una de las estaciones (Figura 4.5-21). Se aprecia como en marzo se obtienen salinidades en superficie de alrededor de 36 ups permaneciendo estable en profundidad.

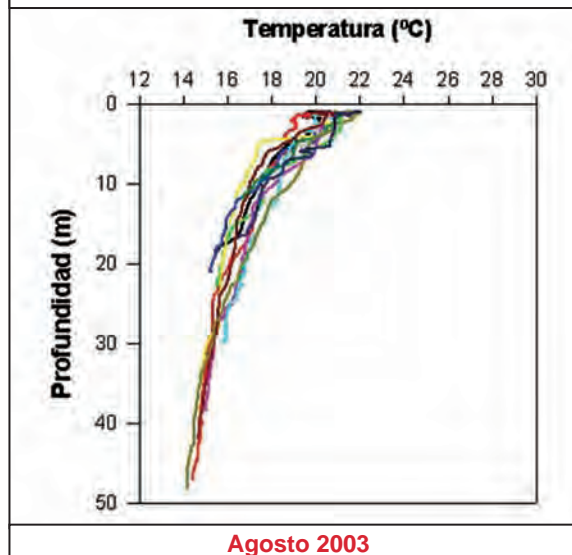
En el mes de agosto los valores se acercaron a 36,5 ups aumentando en profundidad hasta 37,5 ups en las estaciones más profundas.

– Clorofila

Los datos de fluorescencia obtenidos de forma continua muestran una clara diferencia entre los meses de marzo (Figura 4.5-22) y agosto (Figura 4.5-23). Se detectaron valores más altos en la campaña de invierno entre 0,7 y 1,4 u.a.



Marzo 2003



Agosto 2003

Figura 4.5-19 Perfiles de temperatura para cada una de las estaciones muestreadas en la zona AL-05 en las dos campañas realizadas.

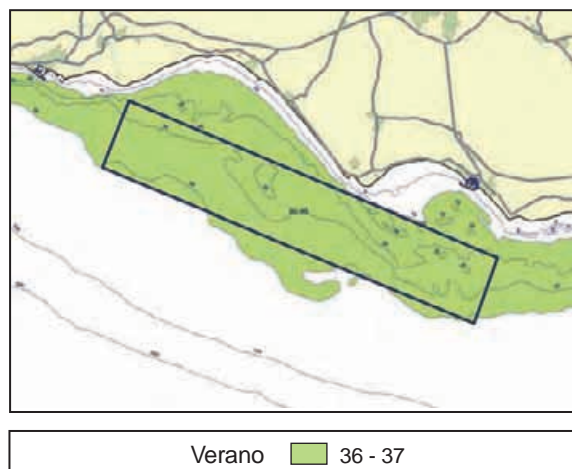
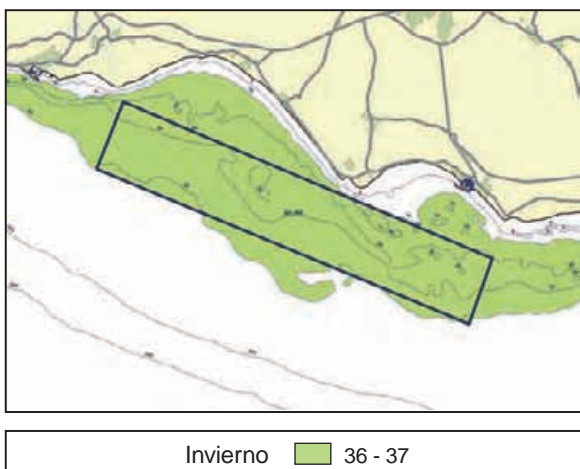


Figura 4.5-20 Salinidad superficial en la zona AL-05 durante los muestreos de marzo y agosto de 2003.

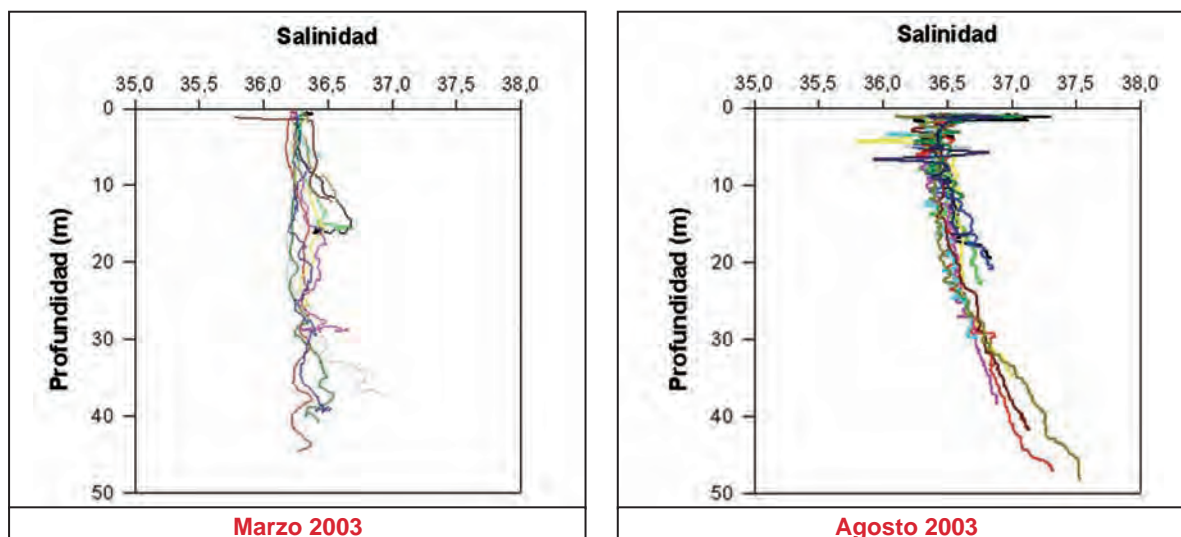


Figura 4.5-21 Perfiles de salinidad en cada una de las estaciones de muestreo de la zona AL-05 para las dos campañas realizadas

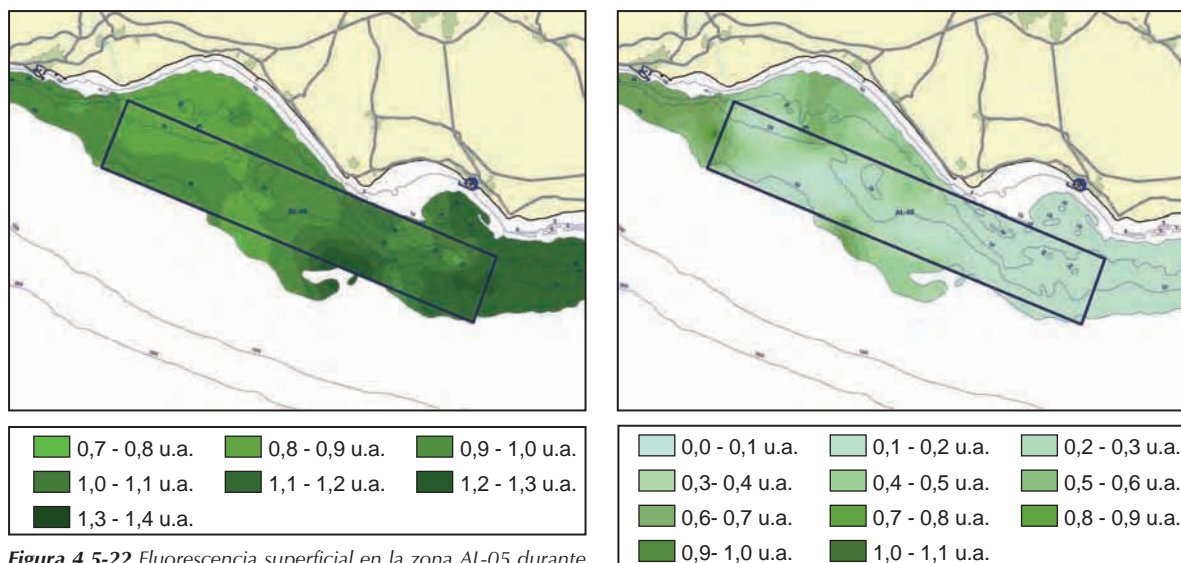


Figura 4.5-22 Fluorescencia superficial en la zona AL-05 durante el muestreo de marzo de 2003

Figura 4.5-23 Fluorescencia superficial en la zona AL-05 durante el muestreo de agosto de 2003

Estos valores decrecieron durante el verano, registrándose en agosto valores en un rango de 0 a 1,1 u.a. Los datos obtenidos de satélite (Figura 4.5-19) también confirma esta tendencia, es decir una disminución de la concentración de clorofila en épocas de verano.

Los datos de clorofila en los puntos discretos muestran la diferencia entre los meses de marzo donde los valores de superficie y fondo son similares frente a los de agosto donde se da un aumento de la concentración en fondo (Figura 4.5-24).

Es en la época veraniega donde se alcanza valores entorno a 9,4 mg/m³ en fondo. Esto sucede en las estaciones más cercanas a costa, mientras que en superficie los valores oscilan entre los 0,5 mg/m³ de marzo a 1 mg/m³ en agosto.

El perfil de fluorescencia realizado durante el mes de agosto confirma los datos hasta ahora obtenidos. Nos encontramos con fluorescencia en superficie entorno a 1 u.a. (Figura 4.5-25), aumentando hasta alcanzar un máximo a unos 25 m de profundidad donde se registran valores de 8 u.a. para luego decrecer hasta valores similares a los de superficie.

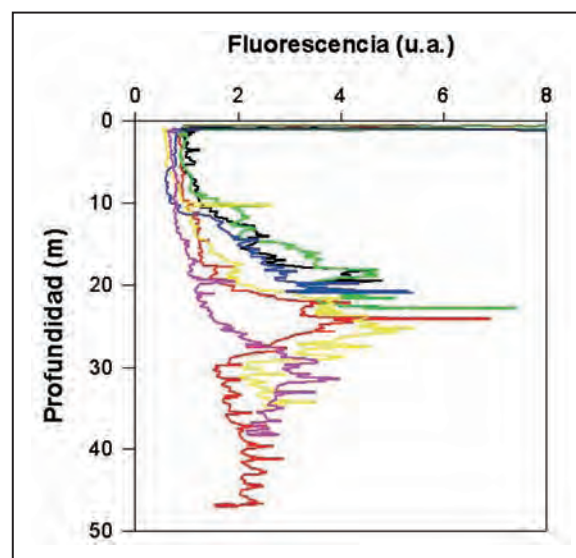


Figura 4.5-25 Perfil de fluorescencia en las estaciones muestreadas en la zona AL-05 durante el muestreo de agosto de 2003

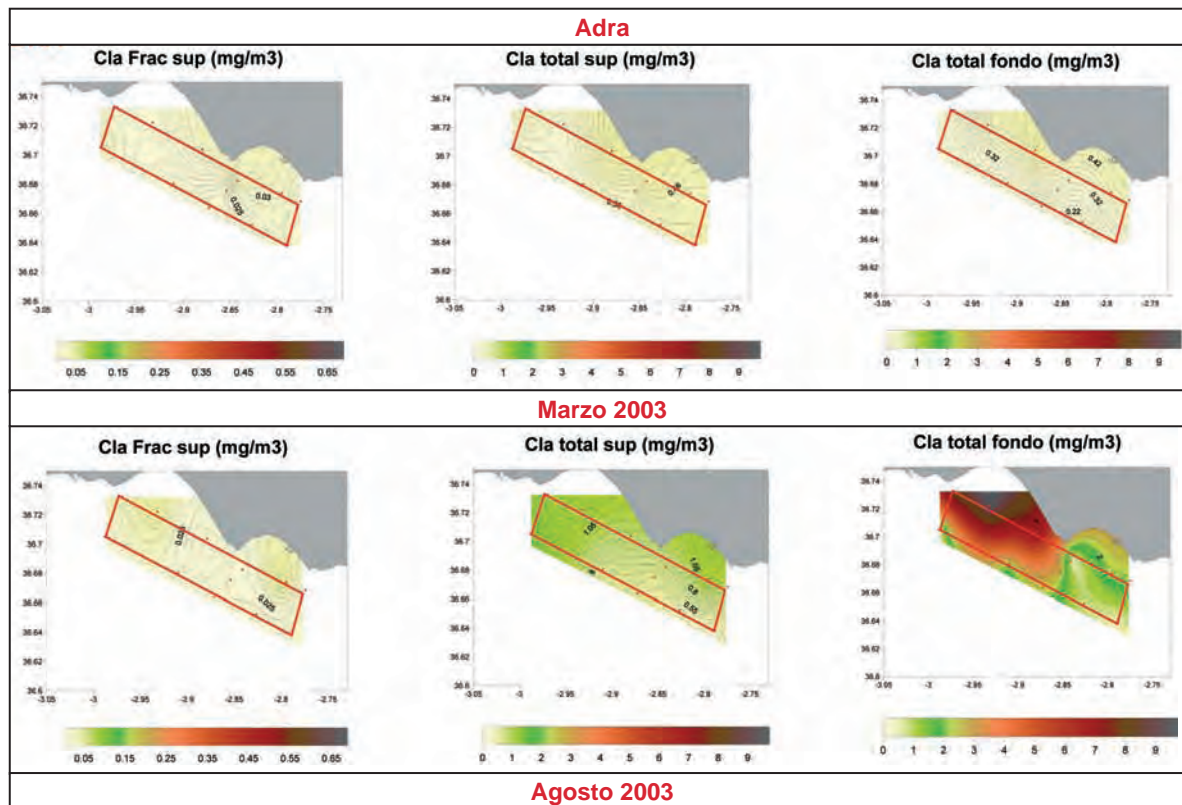


Figura 4.5-24 Datos de clorofila para las dos campañas realizadas en 2003.

Este máximo de fluorescencia coincide con las estaciones más cercanas a costa como vimos anteriormente.

– Sólidos en suspensión

Las Figuras 4.5-26 y 4.5-27 muestran los coeficientes de atenuación obtenidos durante las campañas realizadas en los meses de marzo y agosto. En el muestreo de marzo se llegan a obtener valores de entre 0 a 3 m⁻¹. Encontrándose los valores más altos en las cercanías de un emisario que se encuentra en las proximidades de la zona. En verano los valores se incrementan hasta llegar a los 8 m⁻¹ y se encuentran concentraciones más elevadas en las zonas cercanas a costa donde se alcanzan menores profundidades.

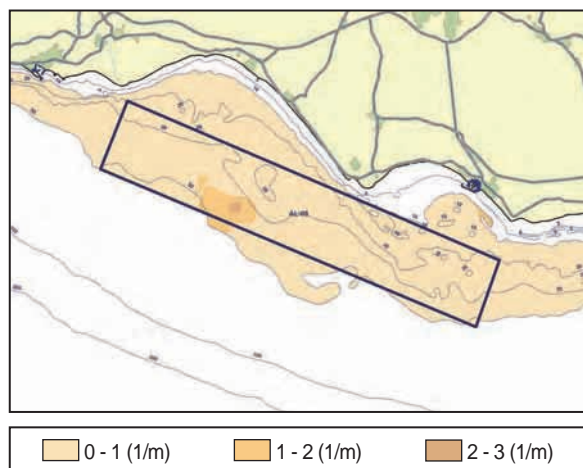


Figura 4.5-26 Sólidos en suspensión obtenidos en la campaña de Marzo de 2003 en la zona AL-05.

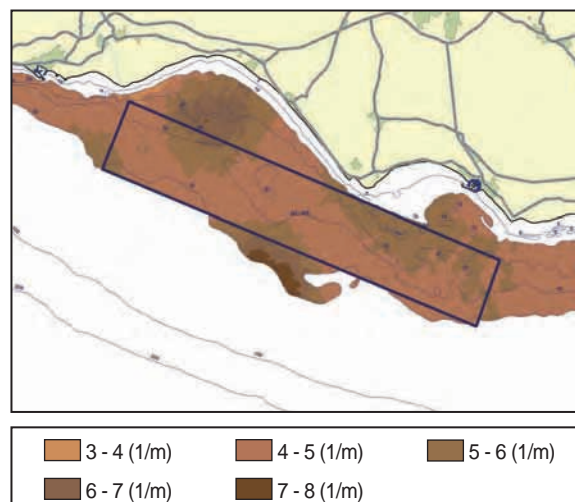


Figura 4.5-27 Valores de sólidos en suspensión obtenidos en Agosto de 2003 en la zona AL-05.

Los muestreos que de forma puntual se realizaron en las distintas estaciones de la zona, muestran el mayor nivel de sólidos en suspensión en fondo (Figura 4.5-28). Además se obtiene un mayor porcentaje de sólidos de naturaleza orgánica en el mes de agosto que en el de marzo.

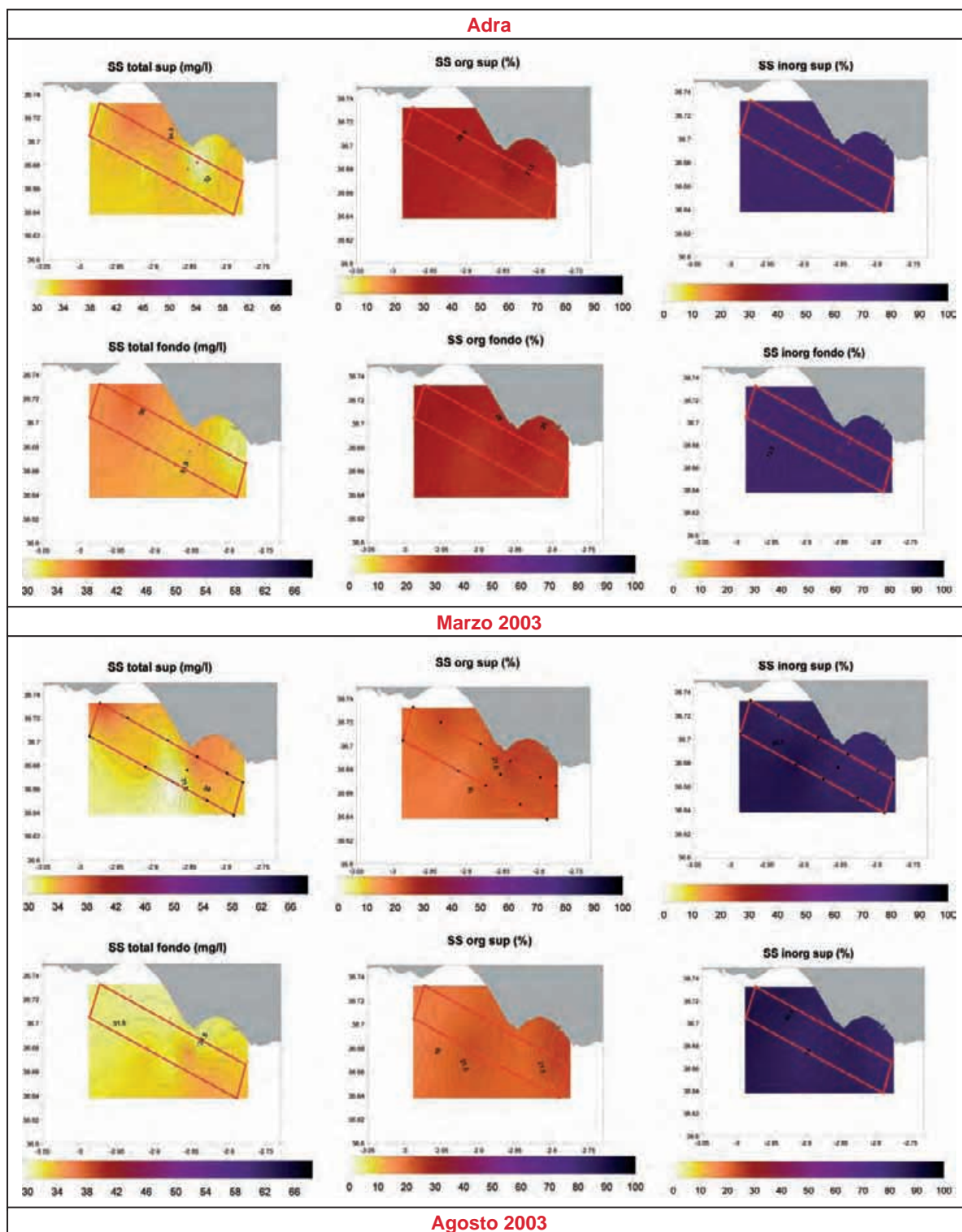


Figura 4.5-28 Sólidos en suspensión en superficie y fondo obtenidos en los muestreos de marzo y agosto de 2003.

– Oxígeno

Los niveles de oxígeno alcanzados en esta zona son relativamente altos (Figura 4.5-29). Los valores rondan entre los 7,5 a 8 mg/l encontrando variaciones en cuanto a la concentración dentro del polígono objeto de estudio.

Los datos en la vertical muestra como a pocos metros de la superficie se llegan a alcanzar los 7 mg/l, dándose el máximo a profundidades de entre 5 y 15 m, decreciendo con la profundidad hasta valores de 5,5 mg/l en las estaciones más profundas.

Con los resultados obtenidos en referencia a las condiciones físico químicas del agua en el área de Adra-Almerimar (Zona AL-05), se pueden realizar las siguientes consideraciones:

1. Visto el rango de temperatura que se da en la zona y cuyos valores están comprendidos entre los 15 y 23 °C, se puede prever las buenas condiciones con respecto a este parámetro para la actividad acuícola en sí.
2. La salinidad no experimenta fluctuaciones en las distintas estaciones del año muestreadas, por lo que tampoco supone un factor problemático.
3. Los valores de clorofila encontrados llegan a valores altos en alguna de las estaciones. Aún así el mayor valor encontrado 9,4 mg/m³ esta por debajo del valor crítico establecido en 15 mg/m³.
4. Los sólidos en suspensión no llegan a ser altos siendo el mayor valor encontrado de 40 mg/l, lo cual no supone ningún tipo de problema para las instalaciones acuícolas.
5. La concentración de oxígeno alcanza valores óptimos en la zona, estando el valor más bajo muy por encima de lo que se considera como crítico.
6. Con todo esto se puede afirmar que la zona AL-05 alcanza niveles buenos con respecto a la calidad de agua para su uso en acuicultura.

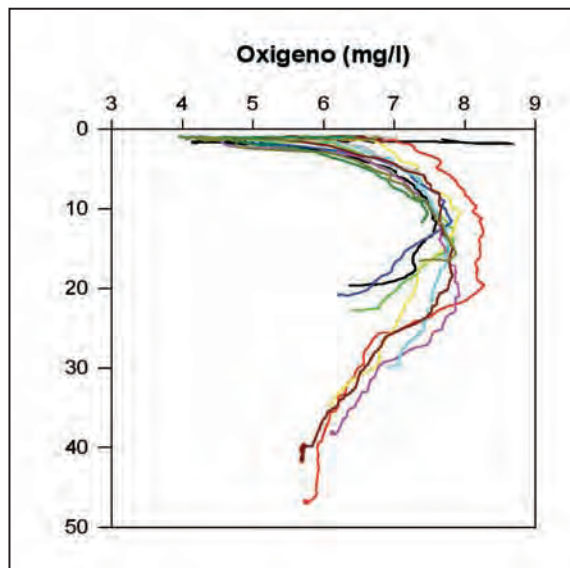


Figura 4.5-29 Perfil de concentración de oxígeno en las estaciones de la zona AL-05.

Después de la integración de todos los datos en el índice de calidad de agua, se llega a obtener para la zona en cuestión un valor del índice de entre 6,5 y 7,5 para un rango de 0 a 10.

Se observa un deterioro del valor del índice en las zonas más hacia el Oeste y más cercanas a costa. Aún así los mínimos valores conseguidos en esta zona hablan de una buena calidad de agua para su uso en acuicultura (Figura 4.5-30).

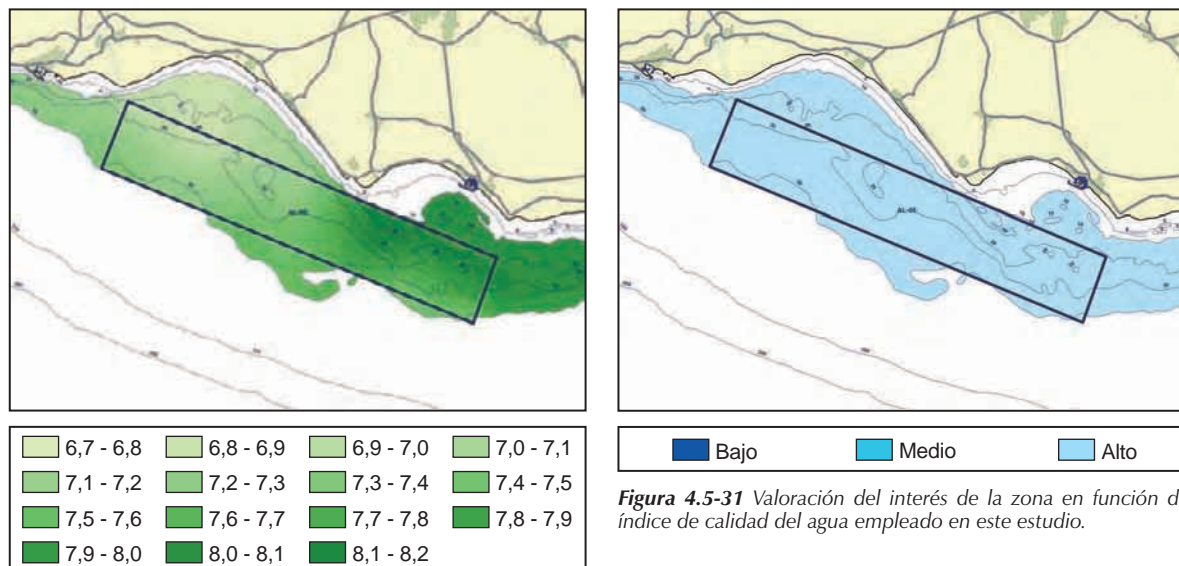


Figura 4.5-30 Índice de calidad de agua para la zona AL-05.

Figura 4.5-31 Valoración del interés de la zona en función del índice de calidad del agua empleado en este estudio.

Finalmente, con estos resultados, la valoración del grado de interés de la zona AL-05 desde el punto de vista de la acuicultura es la que se representa en la Figura 4.5-31, obteniéndose un grado de interés alto para toda la zona.

4.5.3.4.2 Condiciones sanitarias.

El área estudiada se corresponde en su totalidad con las zonas de producción AND 1-38 en su mitad este y AND 1-30 en su mitad Oeste.

- Contaminación bacteriana:

En la zona AND 1-37, únicamente se han detectado valores de contaminación microbiológica a lo largo del año 2002, concretamente en los meses de junio y agosto en los que se detectaron niveles de coliformes fecales en chirla superiores a los permitidos, y en el mes de agosto, en los que se detectó presencia de *Salmonella* en la misma especie. Los resultados microbiológicos obtenidos en el control sanitario de estas zonas durante los años 2000, 2001 y 2002 son los recogidos en la Tabla 4.5-3.

En lo que respecta a la zona AND 1-38, en los tres años se han detectado niveles de coliformes fecales superiores a los permitidos, si bien en ningún caso se han dado estos niveles en el mismo mes durante los tres años, de manera que la calidad del agua en esta zona de producción no se puede considerar como negativa para la acuicultura.

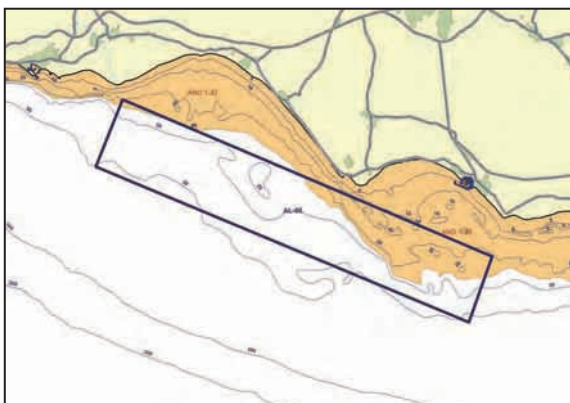


Figura 4.5-32 Zonas de producción coincidentes con el área estudiada (AL-01).

Zona AND 1-37 (chirla)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000												
2001												
2002						■		■			■	

Zona AND 1-38 (chirla)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000							■	■				■
2001							■					■
2002			■					■		■		

■ Coliformes fecales y *E. Coli* por encima del límite ■ Presencia de *Salmonella*

Tabla 4.5-3 Meses en los que los análisis del control sanitario han dado valores de contaminación microbiológica superiores a los permitidos en los años 2000 a 2002.

- Contaminación por toxinas:

En lo referente a la contaminación por toxinas (DSP, PSP y ASP) durante estos años, los resultados obtenidos han sido los que se recogen en la Tabla 4.5-4, en la que se puede observar cómo, en la Zona AND-40 se ha detectado contaminación por toxinas en los tres años estudiados, siendo las especie afectadas la coquina y la concha fina.

Los meses de enero y febrero en los años 2000 y 2001 han presentado valores superiores a los permitidos para las tres toxinas, si bien en el año 2002 únicamente se han detectado valores no permitidos de DSP en los meses de abril y septiembre, por lo que parece que en este año la calidad de las aguas ha mejorado para esta zona.

En la zona AND 1-38, se han detectado niveles de toxinas en la chirla durante los años 2000 y 2001, en concreto en los meses de enero y febrero se han detectado estos niveles para las tres toxinas.

Sin embargo, en el año 2002 no se ha detectado contaminación por toxinas en esta zona, lo que parece evidenciar una mejora de la calidad de las aguas para este tipo de contaminante.



■ AFC	■ FDC	■ FDE
■ PFM	■ RCI	

Figura 4.5-33 Tipo de comunidades detectadas en la zona. Los puntos señalan las estaciones de muestreo. FDC = Biocenosis de fondos detríticos costeros; PFM = Praderas de fanerógamas marinas; FDE = Biocenosis de fondos detríticos enfangados; AFC = Arenas finas bien calibradas; RCI = Biocenosis de rodofíceas calcáreas incrustantes o de coralígeno y precoralígeno.

Zona AND 1-37 (concha fina/chirla)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000	■	■	■			■	■					
2001	■	■	■			■						
2002				■					■			

Zona AND 1-38 (chirla)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000	■	■										
2001	■	■										
2002												

Tabla 4.5-4 Meses en los que los análisis del control sanitario han dado valores de contaminación por toxinas superiores a los permitidos en los años 2000 a 2002.

Se puede concluir que la zona AL-03 posee una buena calidad sanitaria de sus aguas, que ha mejorado en el año 2002 respecto a los dos años anteriores.

4.5.4 Caracterización bionómica.

En el área estudiada, se localizan los bajos de Culo de Perro cuya presencia, junto con la gran extensión de la zona estudiada, confieren a esta zona unos condicionantes batimétricos e hidrodinámicos que, entre otros factores, hacen de esta zona, una de las más diversas en cuanto al número de biocenosis identificadas (Figura 4.5-33).

Las profundidades van desde los 20 metros en los vértices más cercanos a la costa, hasta los 50 en los más alejados, si bien constituyen los bajos de Culo de Perro la zona más somera, con algunos puntos con menos de 4 m de profundidad. En cuanto a relieves y pendientes, la mitad oriental del polígono presenta mayor complejidad de formas, con pendientes medias de hasta 2.1%, mientras que en la zona occidental ronda valores en torno a 0.7%. La diversidad de materiales y su disposición es compleja (ver apartado de sedimentología), condicionando en gran medida la distribución espacial de las siguientes biocenosis:

- **Arenas Finas Calibradas (AFC):** En el extremo oriental de la zona muestreada existe un banco de arena sobre el que se asienta un importante banco de bivalvos (*Donax spp.*), con valores muy elevados de abundancia, mientras la diversidad arroja valores medios.
- **Praderas de Fanerógamas Marinas (PFM):** Contigua a la zona anterior, y en aguas más someras (hasta un máximo de 20 m.), compartiendo la misma naturaleza sedimentológica (arenas muy bien clasificadas), se asienta una pradera de *Posidonia oceanica* muy sana y bien desarrollada. El límite de separación entre estas comunidades no está claramente definido, existiendo amplias zonas arenosas en la pradera, mientras que en la zona de arena es frecuente la presencia de matas, en general, de reducidas dimensiones. Los bancos de moluscos (*Donax spp.*) son patentes en estas áreas, donde alcanzan altas densidades.
- **Fondos Detríticos Costeros (FDC):** Presente en dos zonas, una muy reducida y somera (10-20 m), cercana a la Punta de los Baños, con valores muy bajos de abundancia, diversidad y proporción de bivalvos. La otra es de mayor tamaño y se ubica en una zona más profunda (35-50 m), en el sector SW del polígono. En este último se alcanzan valores medios y altos de diversidad y abundancia, y muy bajos para la proporción de bivalvos. En cuanto a grupos predominantes, destacar anélidos y crustáceos.
- **Fondos Detríticos Enfangados (FDE):** Ocupando el extremo occidental de la zona objeto de estudio, donde la pendiente es más suave, encontramos esta comunidad, con valores medios de abundancia y diversidad, y bajos o nulos para bivalvos. Predominan los anélidos, y en segundo término los crustáceos. Al sur de la Punta de los Baños existe otra zona de similares características, aunque de dimensiones más reducidas.

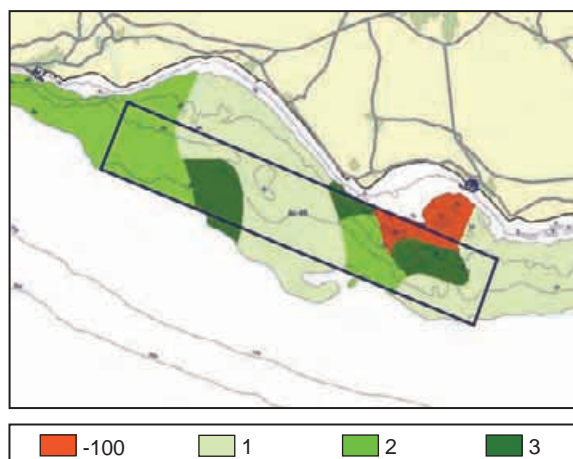


Figura 4.5-34 Valoración de la zona AL-05 en función del tipo de comunidad.

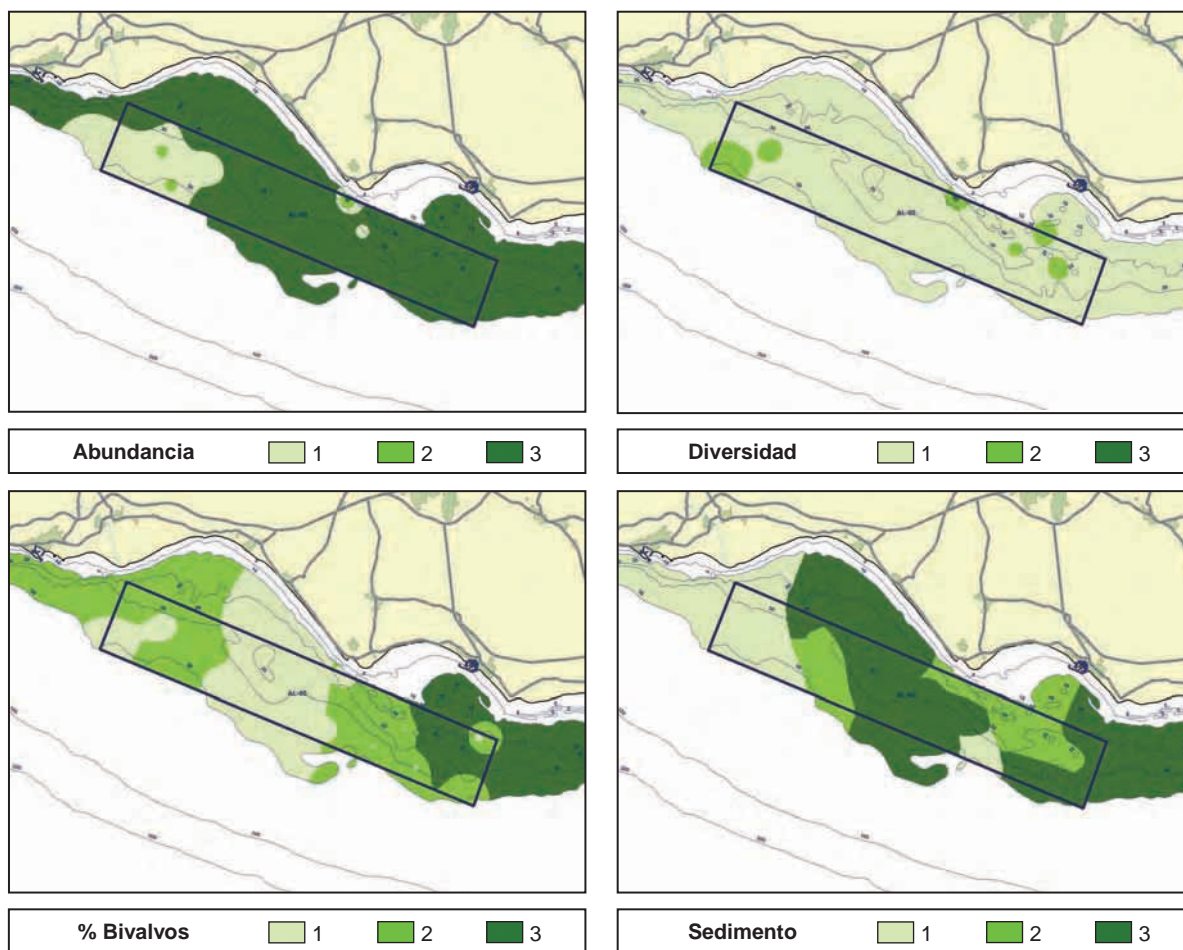


Figura 4.5-35 Valores obtenidos para los restantes factores considerados en la valoración de la zona según sus características bionómicas.

- **Biocenosis de rodófitas calcáreas incrustantes o de coralígeno y precoralígeno (RCI):** En el caso de este polígono, estos fondos están constituidos por algas calcáreas libres o rodolitos, conformando los llamados fondos de Maërl, ocupando una importante extensión, y caracterizado por un elevado número de especies, valores altos de abundancia, y baja o nula presencia de bivalvos. Este tipo de fondo se localiza en la zona central del polígono y en el extremo oriental.

Los valores obtenidos para su inclusión en el índice final, por lo que respecta a los tipos de comunidad existentes son los que se representan en la Figura 4.5-34 (ver página 171).

En la Figura 4.5-35 se incluyen las valoraciones obtenidas para cada uno de las características restantes asociadas a la bionomía según el índice de calidad descrito en el apartado de metodología

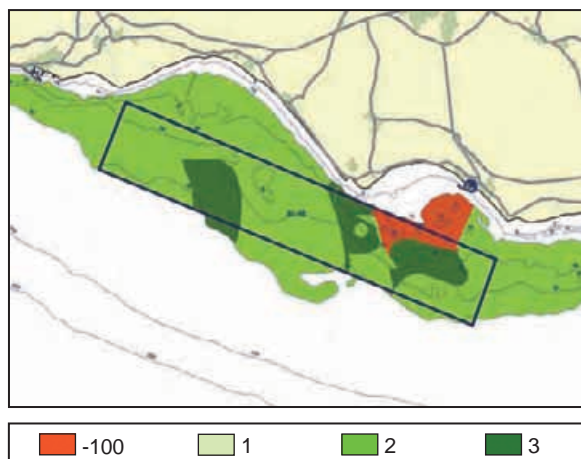


Figura 4.5-36 Índice de calidad de la zona AL-05 en función de la bionomía.

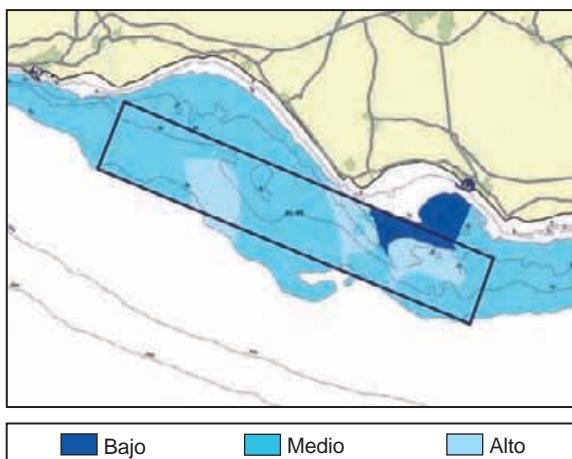


Figura 4.5-37 Valoración del interés de la zona en función de las características bionómicas.

Integrando estas valoraciones obtenidas, aplicando la ecuación descrita en la metodología, se obtiene el resultado del índice definido para la valoración de la bionomía, que se representa en la Figura 4.5-36.

Se comprueba, como el factor abundancia es el que más ha influido sobre la zona, de manera, que no existen zonas con un índice final de valor 1, si bien estos valores si aparecen considerando por separado los diferentes parámetros que conforman el índice final.

La reclasificación de los valores de índice nos da como resultado la valoración del grado de interés de la zona atendiendo a sus características bionómicas que se representa en la Figura 4.5-37.

4.5.5 Caracterización del sector pesquero.

En la zona de estudio se encuentran siete caladeros tradicionales, cuya localización se representa en la Figura 4.5-38. Sus características son las que se incluyen en la tabla 4.5-5. El puerto pesquero más cercano al área de estudio es el Puerto de Adra, que está incluido en el distrito marítimo de Adra, primero de la provincia marítima de Almería, se extiende “de playa de la Juana a Cerrillos (puesto de la Guardia Civil)”, y es de segunda clase.

Este puerto pesquero se encuentra ubicado en el centro urbano de Adra, población de 21.000 habitantes, situada en la costa occidental de la provincia de Almería, depende administrativamente de la Junta de Andalucía, siendo gestionado por la EPPA. Sus características se incluyen en la tabla 4.5-6:

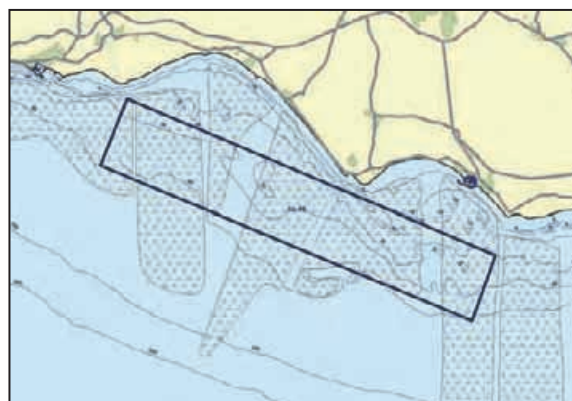


Figura 4.5-38 Localización de caladeros y puertos pesqueros cercanos a la zona de estudio.

Nombre del caladero	Distancia al centro del área de estudio	Especies más representativas capturadas	Artes de pesca utilizadas
– La Mar de Poniente – El Seco de las Torres – Bolaños – Adra – Los Panteones – El Caño – El Rincón – Los Bolones	Oeste de la de la zona de estudio	– Peces: Besugo, breca, brótola, herrera, salmonete, merluza y sardina. – Moluscos: Jibia, calamar y pulpo. – Crustáceos: Langosta.	Trasmallo, nasa, palangre, solta, mariconas y potera.
– Las Moraiillas – La Habana – La Barranquera – Roqueo de Puntas – La Alamea	Sobre el área de estudio	– Peces: Besugo, breca, brótola, herrera y salmonete. – Moluscos: Jibia y calamar.	Trasmallo, palangre, solta y mariconas.
– La Milla – Las Cuevecillas – La Higuera – Balanegra – Casilla del Turón	Sobre el área de estudio	– Peces: Besugo, breca, brótola, herrera y salmonete. – Moluscos: Jibia, calamar y pulpo.	Solta, trasmallo y mariconas.
– Mar de Balerma – Roqueo de las Casas – El Roqueo – Multas – Grameales – La Listilla	Sobre el área de estudio	– Peces: Besugo, breca, brótola, herrera, salmonete, pargo y morralla. – Moluscos: Jibia, calamar y pulpo.	Trasmallo, palangre, solta y mariconas.
– Punta y Piedra del Moro – Castillo de Guardias Viejas – Punta de Baños – Cueva del Gato – Los Rocaillos – Piedras del Monzo – Roqueo de Félix – Roqueo del Barco	Sobre el área de estudio	– Peces: Besugo, breca, brótola, herrera, salmonete, pargo y morralla. – Moluscos: Jibia, calamar y pulpo.	Trasmallo, palangre, solta y mariconas.
– Almerimar – Playa de San Miguel – Jacilla	Sobre el área de estudio	– Peces: Besugo, breca, brótola, herrera, salmonete, pargo, caballa y morralla. – Moluscos: Jibia, calamar, pulpo y chirla.	Trasmallo, palangre, bonitera, pijotera y rastro.
– Punta Entinas	13 km	– Peces: Besugo, breca, brótola, herrera, salmonete, pargo, caballa y morralla. – Moluscos: Jibia y pulpo.	Pijotera, trasmallo y nasa.

Tabla 4.5-5 Caladeros cercanos al área de estudio.

PUERTO DE ADRA		
Latitud	36° 44' N	Servicios al sector pesquero: - Fabrica de hielo - Cámaras frigoríficas - Varadero - Locales de armadores
Longitud	3° 01' W	
Calado en la bocana (B.M.V.E.)	65 m	
Longitud del muelle	822 m	
Longitud del muelle	298 m	
Superficie total de la lonja	118 m ²	

Tabla 4.5-6 Características técnicas del puerto pesquero de Adra.

La flota pesquera con base en este puerto la componen 43 embarcaciones que desplazan 738 TRB, de las que 5 se dedican al arrastre, 17 al cerco, 2 al palangre (uno de fondo y otro de superficie) y las 19 restantes a artes menores.

Las especies de mayor importancia en las capturas de esta flota son la sardina, jurel, caballa, melva, pulpo, mero, calamar, gambas y cigalas. El volumen de pesca desembarcada en la lonja de Adra se acerca a las 1.635 Tm, siendo 1.552 Tm de peces, 48,2 Tm de moluscos y 35,5 Tm de crustáceos.

4.5.6 Valoración final.

4.5.6.1 Estudio del medio físico.

Tras el análisis de los resultados se puede concluir que la zona Al-05 (Almerimar) presenta unas buenas condiciones climáticas por cuanto la intensidad de los vientos no es elevada en general y la frecuencia de temporales es baja.

La batimetría existente en la zona, presenta una pendiente media que no afecta o impide la ubicación de nuevas instalaciones acuícolas en la zona. La franja batimétrica comprendida entre 20 y 50 m es bastante amplia.

Las corrientes dominantes en el área son de intensidad media-alta, aumentando con la profundidad. Se pueden considerar por tanto como adecuadas para el cultivo acuícola.

Al este del polígono estudiado se encuentran praderas de fanerógamas y lugares de interés comunitario que, si bien no se ven afectadas por la ubicación de nuevas instalaciones dentro del polígono considerado, según los modelos de dispersión utilizados en el estudio, será conveniente valorar a la hora de futuros proyectos de ubicación de nuevas instalaciones acuícolas.

El oleaje determinado para la zona no es elevado aunque ocasionalmente puede resultar peligroso por lo expuesto de la zona.

El sustrato existente no es en general el más adecuado para el fondeo de instalaciones si bien tampoco resulta un factor limitante a la hora de plantearse la ubicación de nuevas instalaciones. Sobre el fondo, se detectan en algunas zonas la presencia de biocenosis de interés que habría que tener en cuenta a la hora de elegir un lugar donde ubicar nuevas instalaciones.

La calidad físico-química del agua es en general buena si bien se han detectado amplias variaciones de temperatura superficial a lo largo del año, sin llegar en ningún caso a temperaturas críticas para el cultivo. La calidad sanitaria del agua buena, detectándose fenómenos puntuales de contaminación microbiológica y por toxinas que a lo largo de los últimos años han sido cada vez menos frecuentes.

El sector pesquero de la zona actúa normalmente fuera del área considerada, si bien esta área coincide con varios caladeros tradicionales. Es un sector económico importante en la zona, con base en el puerto de Adra y un total de 43 y embarcaciones entre pesca tradicional y de altura. A la hora de ubicar nuevas instalaciones acuícolas, resultaría conveniente localizar zonas de ubicación que no interfieran con este sector.

Con los resultados obtenidos hasta la fecha, se ha realizado una valoración de la zona AL-05, utilizando la metodología ya descrita, y cuyos resultados son los representados en el Figura 4.5-39.

4.5.6.2 Integración entre la valoración del medio físico y la valoración del ámbito administrativo.

La integración de los resultados obtenidos en la valoración del ámbito administrativo con la valoración del medio físico (Plano 5) permite apreciar que la mayor parte del polígono estudiado no sufre variaciones en su grado de interés, presentando aproximadamente el 89% del polígono un interés alto para el desarrollo de la actividad acuícola. El resto del área se distribuye en un 10% de interés bajo en la zona oriental del polígono consecuencia fundamentalmente de la existencia en sus proximidades de comunidades de interés ambiental, y un pequeño porcentaje de interés medio.

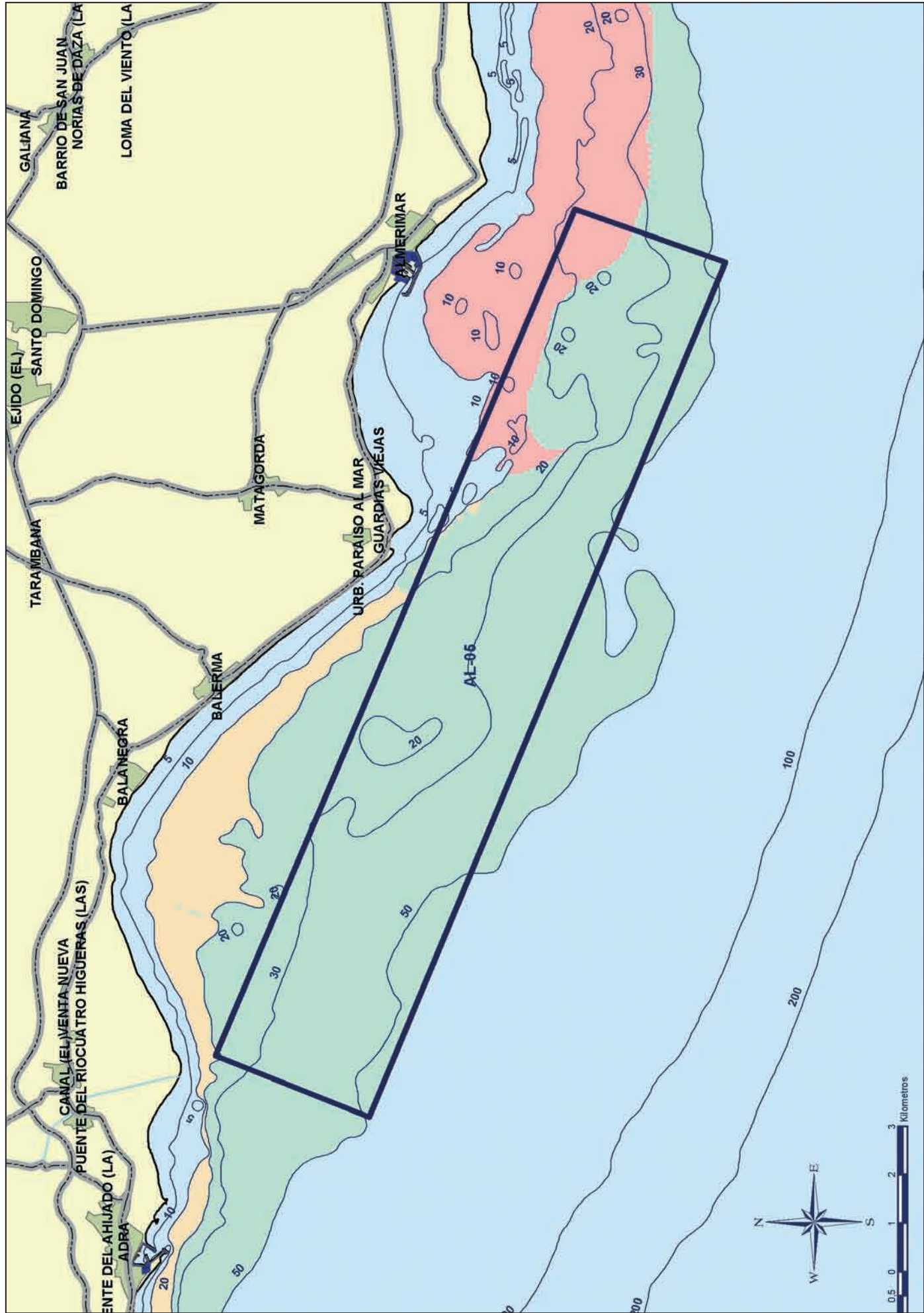
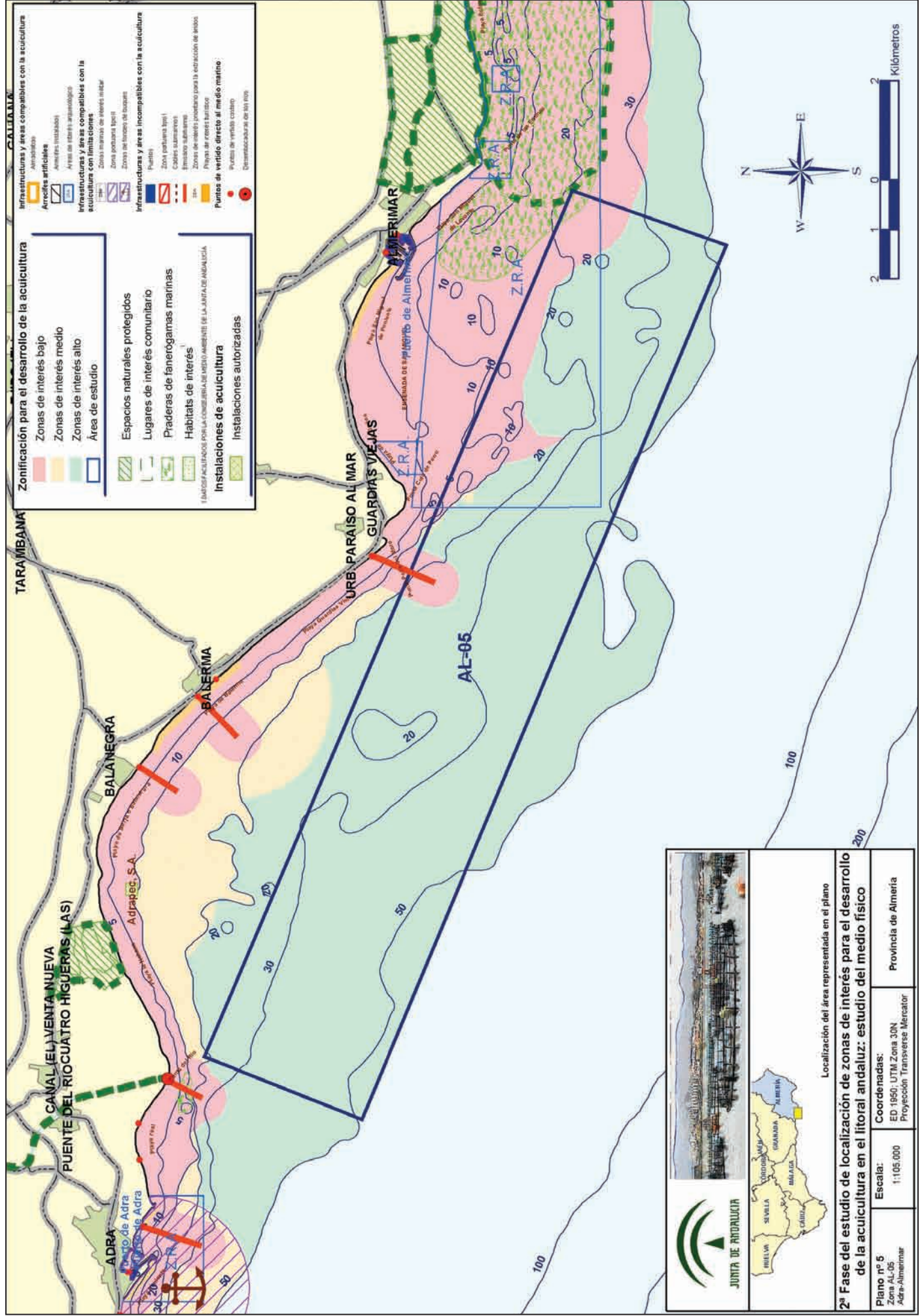


Figura 4.5-39 Valoración final en función de los resultados de la 2ª fase



4.6

ZONA GR-06 (LA MAMOLA-LA RÁBITA)



Abarca los términos municipales de Polopos, Sorvilán y Albuñol, en el tramo de costa comprendido entre las playas del Castillo de Baños (T.M. de Polopos) y la Rábita (T.M. de Albuñol).

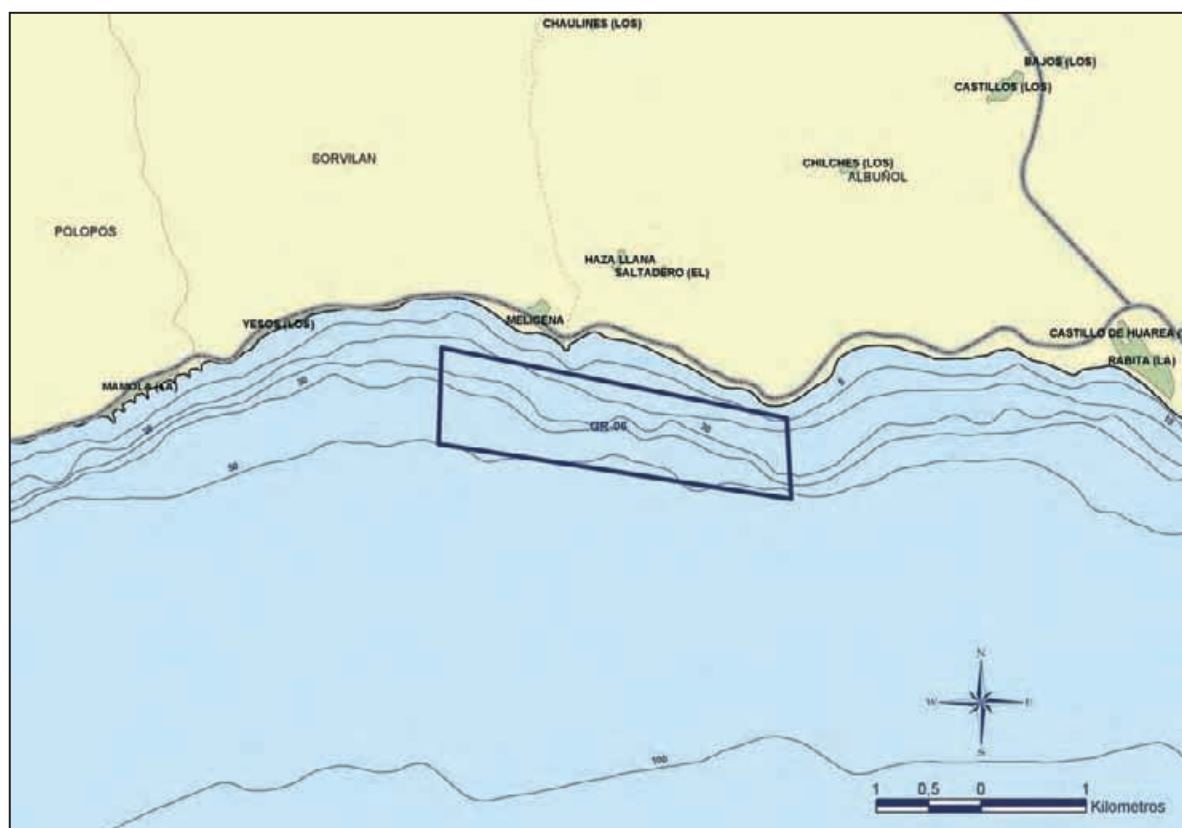


Figura 4.6-1 Zona GR-06 (La Mamola-La Rábita) y polígono estudiado.

Los trabajos en esta zona se centraron sobre el polígono situado entre la playa de Melicena y Punta negra, con profundidades comprendidas entre los 5 y los 50 m y una superficie total aproximada de 280 hectáreas (Figura 4.6-1).

4.6.1 Compatibilidad administrativa de la zona.

El área de estudio se encuentra ubicada sobre un arrecife instalado por la Consejería de Agricultura y Pesca. En esta área no existen en principio incompatibilidades administrativas con el desarrollo de la acuicultura (Figura 4.6-2) (ver página 181).

Con todos estos factores, la valoración del interés que presenta la zona para el desarrollo de la acuicultura desde el punto de vista de su compatibilidad con los usos existentes, queda representada en la Figura 4.6-3.

4.6.2 Caracterización climatológica.

Los datos obtenidos para la clasificación climatológica de la zona proceden de la estación Agroclimática de Adra, caracterizándose el clima existente en la zona de estudio como un clima seco con escasa pluviosidad que presenta una estación seca en verano concentrándose la escasa precipitación en los meses de invierno y primavera según la clasificación climática de Köppen se correspondería con un clima **Bsh**.

El análisis de las series históricas diarias de los años 2001 a 2003, indica que la temperatura media mensual en la zona,

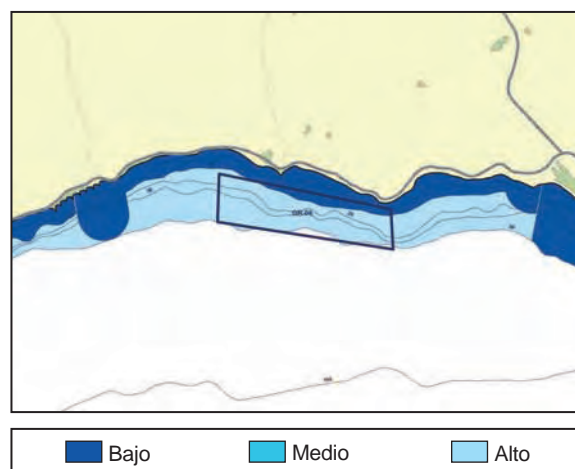


Figura 4.6-3 Valoración del interés de la zona GR-06 atendiendo a la compatibilidad con los usos administrativos.

es superior a los 11 °C durante todo el año y la temperatura media mínima se produce en enero, siendo superior a 8 °C (Figura 4.6-4).

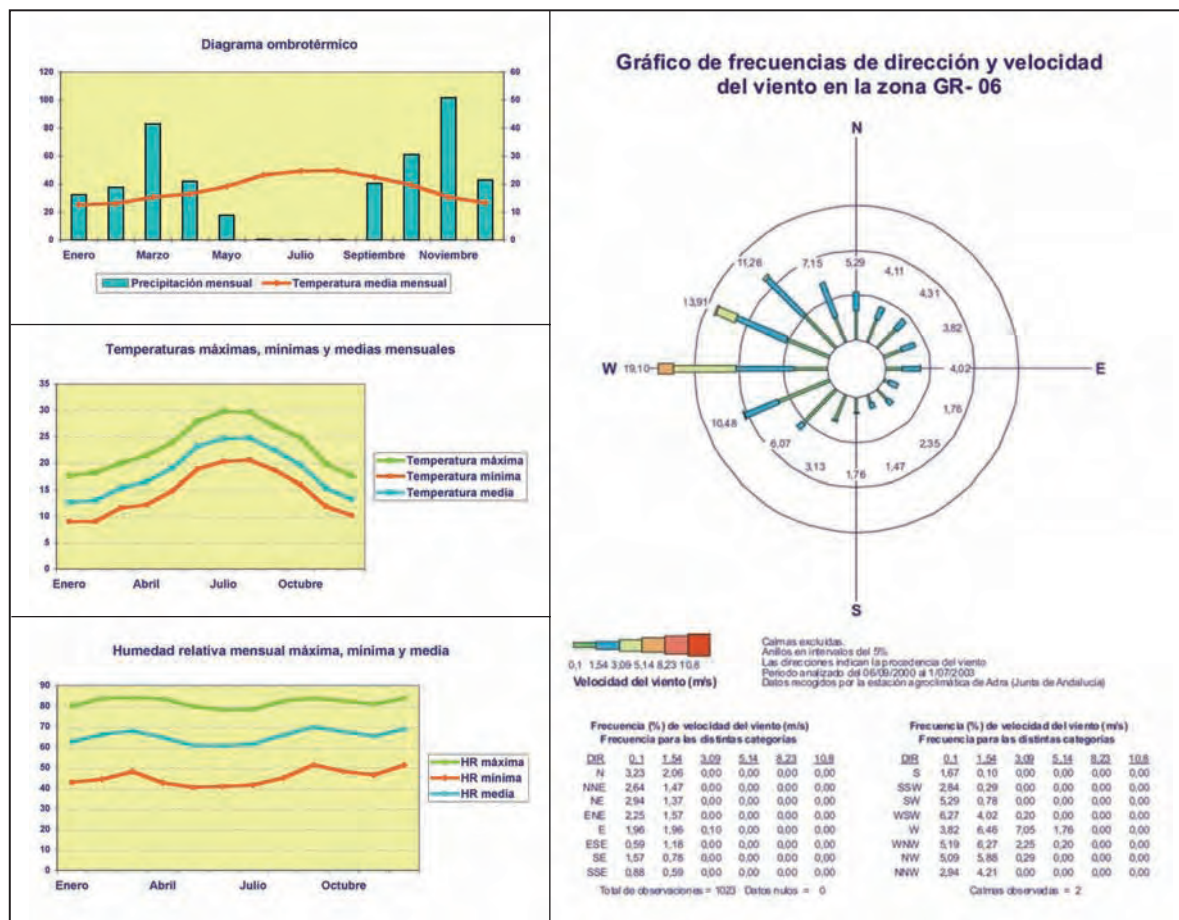


Figura 4.6-4 Caracterización climatológica de la zona estudiada (GR-06).

La precipitación total es escasa (no llega a los 350 mm anuales), la precipitación total de los 6 meses más cálidos es prácticamente nula (78,8 mm) concentrándose el resto de la precipitación anual en los 6 meses más fríos (267,9 mm) siendo el mes de mayor precipitación en los años analizados, Diciembre, que presenta precipitaciones cercanas a los 65 mm.

Los valores de humedad relativa mensual, mínima, media y máxima se mantienen bastante constantes durante todo el año y son elevados, oscilando en torno al 50%, 70% y 85% respectivamente.

Con respecto al régimen de vientos, los vientos predominantes son los procedentes de poniente (vientos del Oeste y Oeste-Noroeste fundamentalmente), teniendo mucha menor incidencia en la zona los vientos de levante. Asimismo, la intensidad de los vientos de poniente es bastante superior a la de los de levante (Figura 4.6-4).

4.6.3 Caracterización física.

4.6.3.1 Batimetría.

La pendiente en la zona es moderada, encontrándose la totalidad del polígono estudiado entre profundidades de 5 a 50 m, la valoración de la zona en función de este parámetro es la que se representa en la Figura 4.6-5.

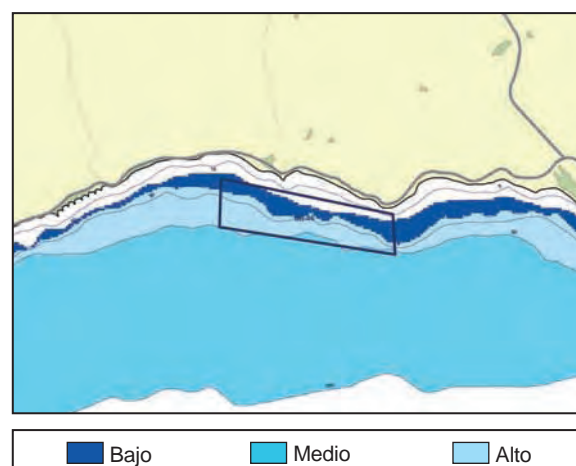


Figura 4.6-5 Valoración del interés de la zona en función de batimetría.

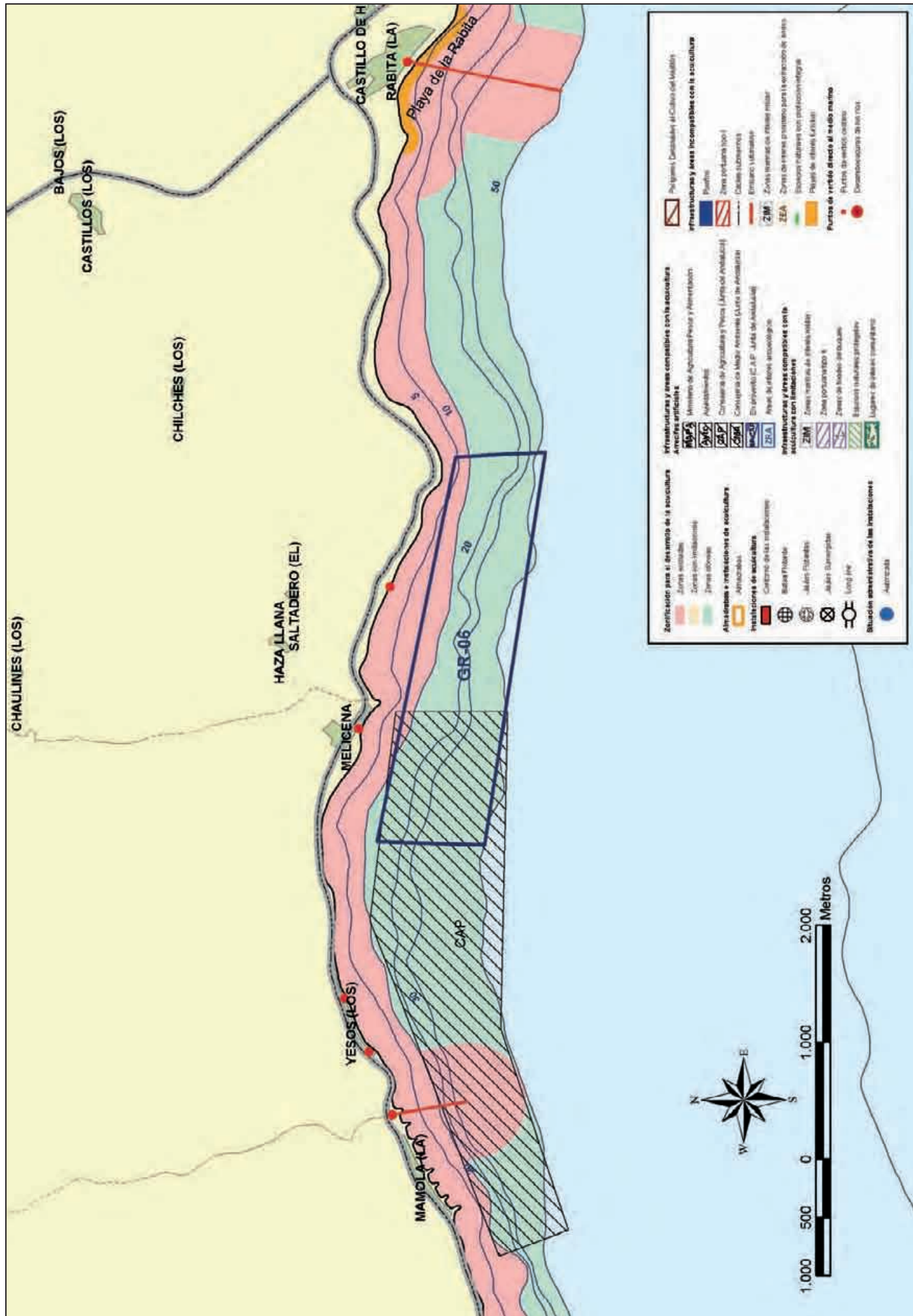


Figura 4.6-2

4.6.3.2 Condiciones oceanográficas.

4.6.3.2.1 Régimen hidrodinámico.

Para conocer el régimen hidrodinámico de la zona en las proximidades de la zona de estudio, AZTI fondeó un correntímetro doppler del tipo AANDE-RAA RCM-7, que se instaló el 10 de julio del año 2003 en la posición 36° 44,319' N y 03° 8,700' W, las coordenadas UTM de la posición del correntímetro son: x = 487.054 m e y = 4.065.956 m.

La profundidad del punto de fondeo fue de aproximadamente 50 metros y el correntímetro se situó a unos 25 metros por debajo de la superficie del mar. En el mapa de la Figura 4.6-6, puede verse la posición del fondeo del correntímetro RCM-7 (cruz de color rojo).

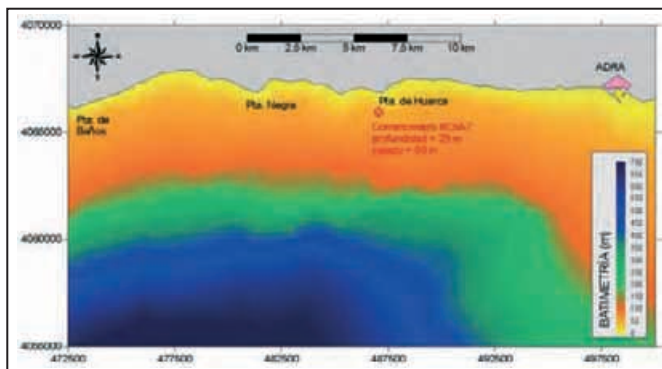


Figura 4.6-6 Posición del correntímetro (cruz roja), fondeado en las proximidades de Punta de Huarca, en las coordenadas UTM: x = 487.054m; y = 4.065.956 m.

El correntímetro se configuró para medir las variables con una cadencia de 10 minutos. El inicio del registro coincide con las 07:38 horas del día 10 de julio de 2003, y el final del mismo, coincidente con su retirada, fue el día 5 de agosto a las 9:08 horas.

Disponemos de este modo de un registro de 3.764 medidas de la corriente marina en la zona, con algo menos de 1 mes de duración.

En la Tabla 4.6-1 se presentan los resultados del análisis estadístico del registro de velocidades de la corriente según las direcciones de la misma, a 25 m de profundidad.

Dirección ⁽¹⁾	Nº medidas	% ⁽²⁾	Vel. Máx. ⁽³⁾	Dirección	Vel. Media ⁽⁴⁾	STD ⁽⁵⁾
0-45 (NNE)	143	3.8	15.3	342	4.85	2.95
45-90 (ENE)	375	9.97	26.7	62	8.1	4.79
90-135 (ESE)	1526	40.56	35.7	91	13.16	6.86
135-180 (SSE)	499	13.26	32.5	116	7.62	4.54
180-225 (SSW)	192	5.1	11.9	176	4.72	2.38
225-270 (WSW)	256	6.8	18.2	219	5.63	2.95
270-315 (WNW)	514	13.66	32.5	264	6.36	4.5
325-360 (NNW)	257	6.83	24.1	297	6.9	4.17

- (1) Sector de dirección (grados)
- (2) Porcentaje de frecuencia en cada sector de dirección (respecto al norte en el sentido de las agujas del reloj)
- (3) velocidad máxima (cm·s⁻¹) en cada sector direccional
- (4) Velocidad media (cm·s⁻¹)
- (5) Desviación estándar (cm·s⁻¹).

Tabla 4.6-1 Análisis estadístico de dirección e intensidad de la corriente medida por el correntímetro instalado entre el 10/07/2003 y el 05/08/2003.

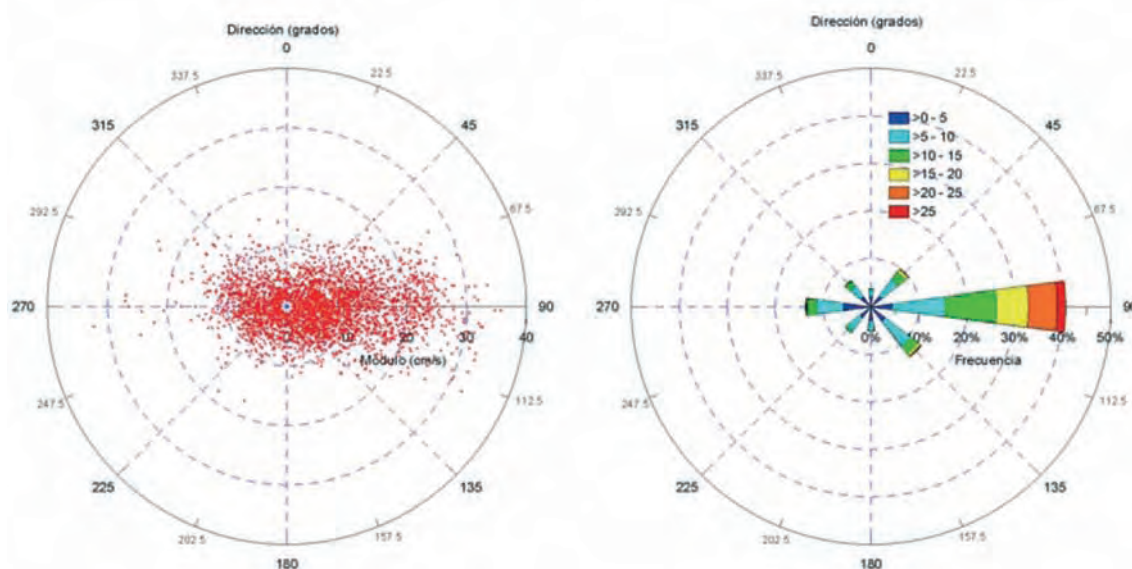


Figura 4.6-7 Diagrama polar y rosa de corrientes derivados a partir de los datos obtenidos por el correntímetro fondeado en las proximidades de Punta de Huarca.

Con estos datos recogidos en la tabla y representados en la Figura 4.6-7, se ha simulado la corriente para los casos más frecuentes que se han presentado.

Observando la Figura 4.6-7 se puede decir que, las direcciones predominantes de las corrientes han sido hacia el Este en un porcentaje elevado y, en menor grado, hacia el Oeste, concretamente:

- a) Hacia la dirección Este (E): con un total del 40,56% de las medidas.
- b) Hacia la dirección Oeste (W): con un total de 13,66% de las medidas.

Los vientos que han generado las corrientes que se han mencionado anteriormente han resultado ser:

- Viento del Este-Noreste ($68,5^\circ$) de $20 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ para la corriente hacia el Oeste
- Viento del Oeste-Suroeste ($248,5^\circ$) de $25 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ para la corriente hacia el Este.

Los resultados obtenidos por el modelo han sido calibrados comparándolos con los datos facilitados por el correntímetro situado a 25 metros de profundidad en la posición indicada en la Figura 4.6-6.

Según los resultados obtenidos por el aparato y resumidos en la Tabla 4.6-1, la distribución por direcciones del módulo de la corriente no es muy uniforme y oscila entre $4,7$ y $6 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ en las direcciones menos frecuentes y entre 9 y $15 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ en las direcciones más frecuentes. Tanto las corrientes medias más altas, como las máximas más altas, se han registrado hacia las direcciones Oeste-Noroeste, con unos valores de $15,1$ y $54,8 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$, respectivamente. A partir de estos datos se puede afirmar que el patrón general de corrientes parece ser una corriente hacia el oeste, con una componente predominante hacia el Oeste-Noroeste, que se alterna con una corriente hacia el este. Las situaciones intermedias de cambio de la corriente entre estas direcciones parecen corresponder a los pequeños porcentajes de las medidas en las otras direcciones.

En el caso del viento del Este-Noreste de velocidad igual a $20 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, la simulación de corrientes en función de los datos de campo indica que la corriente media se dirige sensiblemente paralela a la costa. El valor de la velocidad obtenido con la simulación numérica es de $6,4 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$, que se corresponde con las medidas que indican un valor medio de la corriente (para la dirección W) de $6,36 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$.

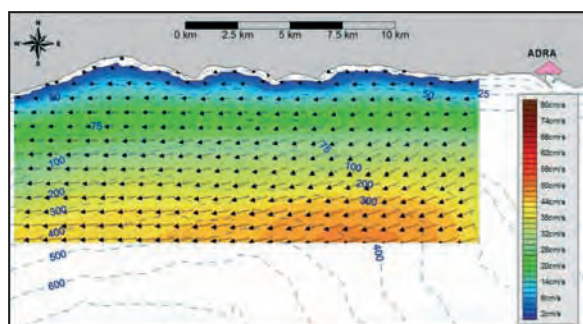


Figura 4.6-8 Velocidades en $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ con viento del Este-Noreste de $20 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a 10 m de profundidad.

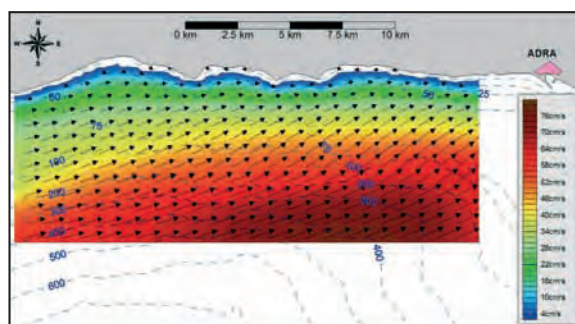


Figura 4.6-9 Velocidades en $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ con viento del Oeste-Suroeste de $20 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a 10 m de profundidad.

El valor de la dirección de la corriente obtenido por la simulación numérica, a 25 metros de profundidad, es de 270° , que coincide con la dirección W facilitada por los datos del correntímetro. La corriente es máxima en superficie, con un valor de aproximadamente $17 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ y su módulo disminuye con la profundidad hasta aproximadamente 50 metros, con una velocidad de $2,5 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$; la dirección de la corriente al acercarnos hacia el fondo se mantiene considerablemente constante debido a la dirección de procedencia del viento (y a la batimetría) y gira ligeramente hacia el Norte al acercarse al fondo.

En la Figura 4.6-8 se presentan los resultados obtenidos en la simulación tridimensional de la corriente producida por el viento a 10 metros de profundidad.

En el caso del viento del Oeste-Suroeste, el valor medio de la velocidad obtenido con la simulación numérica es de $13,1 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$, que se corresponde bastante bien con las medidas que indican un valor de la corriente media de $13,16 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ para la dirección Este.

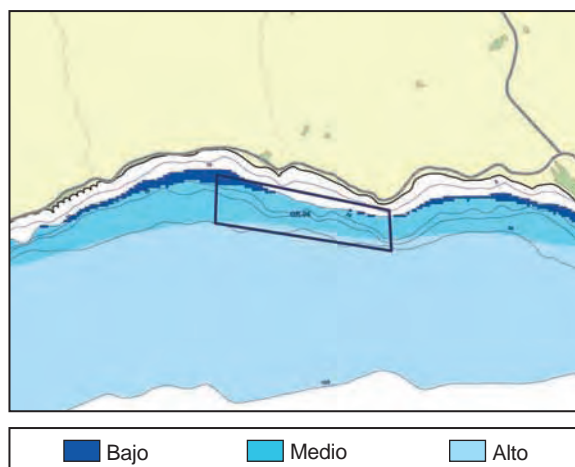


Figura 4.6-10 Valoración del interés de la zona GR-06 en función de las corrientes dominantes a 10 m de profundidad.

El valor de la dirección de la corriente a 25 metros de profundidad, es de 85° , que se corresponde apreciablemente con la dirección Este facilitada por los datos. La corriente es máxima en superficie, con un valor de $29 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ y su módulo disminuye con la profundidad hasta alcanzar una velocidad de aproximadamente $7 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ en el fondo; la dirección de la corriente al acercarnos hacia el fondo se mantiene casi constante debido a la conformación orográfica de la costa, y gira ligeramente hacia el Sur al aumentar la profundidad. En la Figura 4.6-9 (ver página 183) se presentan los resultados obtenidos en la simulación tridimensional de la corriente producida por el viento a 10 metros de profundidad.

Con estos resultados la valoración de la zona en función de la velocidad de corriente a 10 m de profundidad es la que se incluye en la Figura 4.6-10 (ver página 183).

4.6.3.2.2 Dispersión de posibles partículas contaminantes.

En la zona GR-06 únicamente se localiza una pradera de *Posidonia oceanica* al oeste. En la Figura 4.6-11 se representan junto a esta pradera, los puntos utilizados para el cálculo de la dispersión de partículas procedentes de hipotéticas instalaciones, a las cuales se les ha determinado el área de dispersión potencial de una partícula de tamaño medio ($31 \mu\text{m}$) en función de la dirección y velocidad de las corrientes dominantes en la zona.

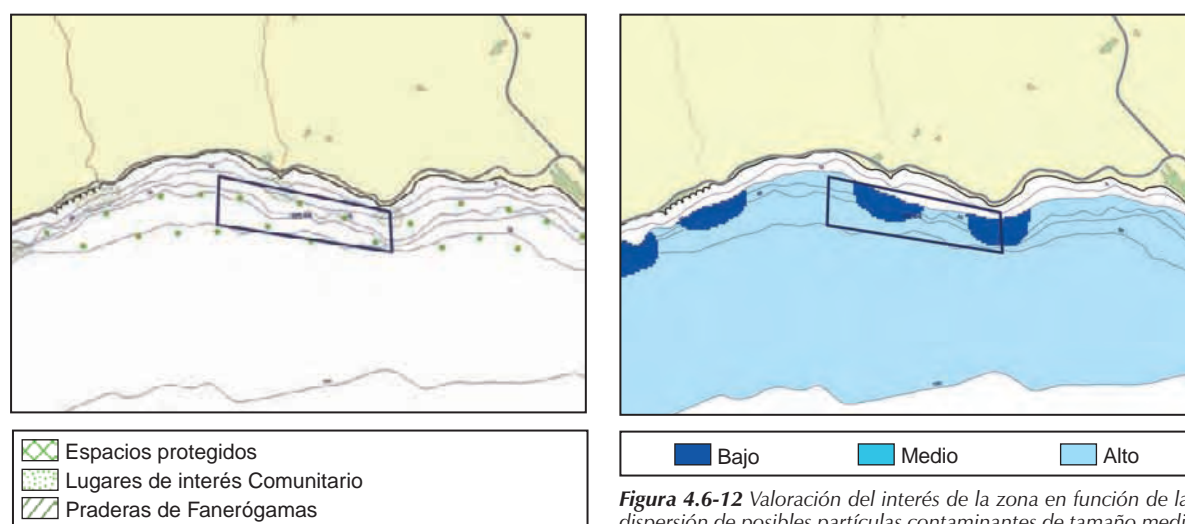


Figura 4.6-11 Localización de la praderas de fanerógamas en la zona de estudio. Los puntos indican la disposición de hipotéticas instalaciones acuícolas para la realización de los modelos de dispersión.

Figura 4.6-12 Valoración del interés de la zona en función de las dispersión de posibles partículas contaminantes de tamaño medio ($31 \mu\text{m}$).

Con los resultados obtenidos en el análisis de modelización, se ha realizado la valoración que se representa en la Figura 4.6-12, donde se aprecia que la dispersión de contaminantes únicamente tiene importancia en la zona cercana a la pradera de *Posidonia oceanica*, resultando la practica totalidad del área estudiada de interés alto desde el punto de vista de este parámetro.

4.6.3.2.3 Régimen de oleaje.

El régimen de oleaje, se ha caracterizado partiendo de los datos procedentes de la boya de Málaga (Figura 4.6-13), cuyos registros han dado los resultados que se incluyen en la Tabla 4.6-2, junto con la valoración obtenida para el área que abarca dicha boya.

Parámetro	Descripción del parámetro	Valor registrado	Valoración
PNE1.2m	Probabilidad de No Excedencia para una altura de ola significativa de 1.2 metros (2 m. de altura máxima)	0.93	3
TROE1	Oleaje que produzca daños o deformaciones en las jaulas, hasta el extremo de no garantizar la permanencia de los peces en el interior de la misma. $H_{\text{max}} = 6 \text{ m}$.	$2 < \text{TR} < 5$	2
TROE2	Oleaje que produzca graves daños (reparables o no) en la estructura o elementos de fondeo. $H_{\text{max}} = 10 \text{ m}$.	300	2
		Valoración Final	2,45

Tabla 4.6-2 Régimen de oleaje medido en la boya de Málaga.

La valoración final de la zona desde el punto de vista del régimen de oleaje, es de 2,45, es decir que, para este parámetro, el área Gr-06 posee un grado de interés alto.

4.6.3.3 Descripción del sustrato.

Bajo el punto de vista sedimentológico, los fondos marinos de esta zona se caracterizan por presentar facies de aspecto bandeado y paralelo a la costa y a las isobatas (Figura 4.6-14). Así, en el sector menos profundo predominan los sedimentos de granulometría gruesa, arena, arena-gravosa y grava, mientras que en el más profundo aparece fango y fango-arenoso.

La fracción arena aparece con contenidos importantes en todas las muestras, desde los fondos arenosos y arenoso-gravosos del sector menos profundo, con contenidos que superan el 85%, hasta los fondos fangosos y fango-arenosos, con contenidos de hasta el 25%. El fango está compuesto principalmente por limo, con contenidos de hasta el 85%, mientras que los contenidos en arcilla de esta fracción no pasan del 7%.

Las muestras presentan valores de la desviación típica entre 0,47 y 2,11, correspondiente a sedimento bien clasificado y relativamente mal clasificados, respectivamente. Las curvas presentan carácter predominantemente unimodal, aunque existen de carácter bimodal y polimodal.

A tenor de estos resultados, puede deducirse un régimen deposicional diferencial entre los sectores menos profundo, arenoso, y más profundo, fangoso. En el primero, domina esencialmente la acomodación y la tasa de aportes es muy baja, estando la dinámica sedimentaria controlada por la acción de los temporales y las corrientes generadas por éstos. En el segundo caso, el régimen deposicional presenta carácter mixto; por una parte, está controlado por los aportes de limo procedentes de ríos cercanos de poca entidad, que alcanzan la zona debido a la acción de las corrientes litorales. Por otra parte, este sector recibe también aportes de arena desde las zonas menos profundas, debido a la acción de las corrientes generadas por los temporales.

La valoración de la zona en función de los resultados del sedimento es la que se representa en la Figura 4.6-15.



Figura 4.6-13 Situación de la Boya de Málaga respecto a la zona Gr-06 (flecha naranja).

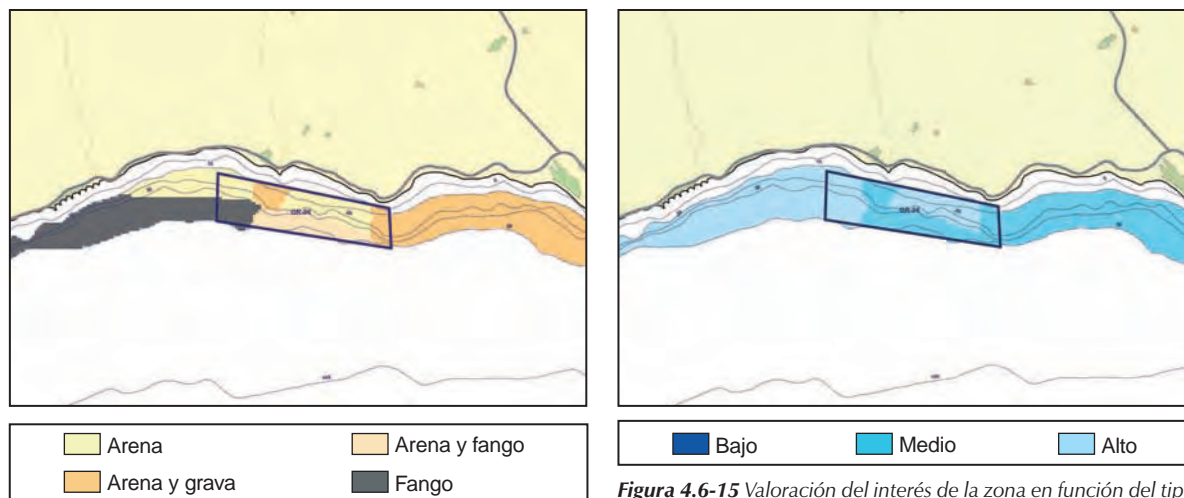


Figura 4.6-14 Diferentes tipos de sustrato determinados en la zona GR-06.

Figura 4.6-15 Valoración del interés de la zona en función del tipo de sedimento.

4.6.3.4 Calidad de aguas.

4.6.3.4.1 Condiciones físico químicas.

– Temperatura

Los valores de temperatura registrados durante los dos muestreos realizados en continuo nos hacen ver las marcadas diferencias entre las dos épocas muestreadas. La temperatura registrada en el mes de marzo alcanzó valores de entre 15 y 16 °C (Figura 4.6-16), produciéndose un aumento de unos 5 a 6 °C en el mes de agosto con lo que se llegó a tener

alrededor de 21 °C de máxima (Figura 4.6-17). Estos valores obtenidos de forma puntual son una tendencia generalizada según se puede comprobar en los datos térmicos del satélite (Figura 4.6-18). En ellos se ve como los valores de los últimos diez años rondaron los 15 °C de media en marzo y llegaron a 21 °C en agosto. Por lo tanto es previsible suponer que esta tendencia seguirá en años sucesivos salvo alteraciones puntuales.

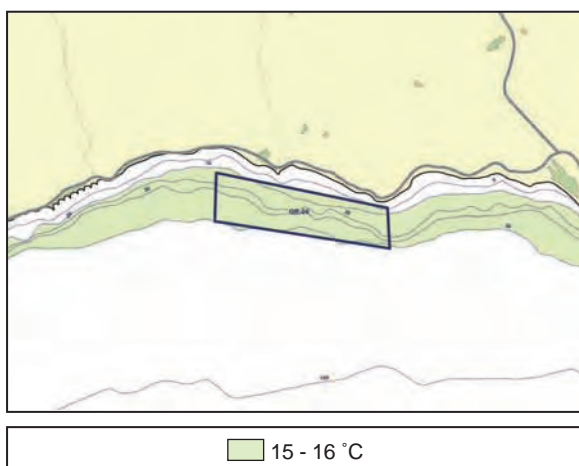


Figura 4.6-16 Temperatura superficial en el polígono de estudio GR-06 durante el muestreo realizado en marzo de 2003.

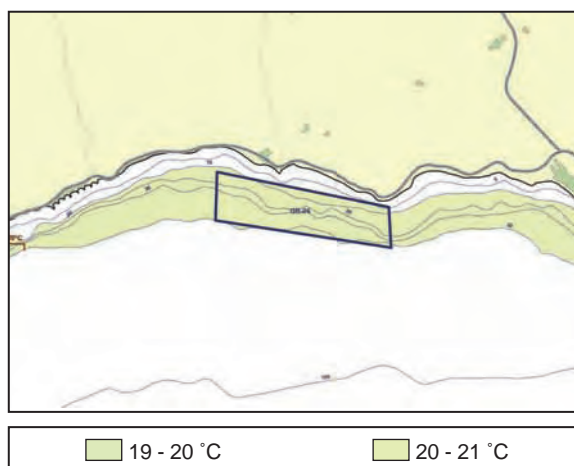


Figura 4.6-17 Temperatura superficial en el polígono de estudio GR-06 durante el muestreo realizado en agosto de 2003.

Los datos de los perfiles verticales, resultado del muestreo de los distintos puntos distribuidos por la zona de estudio, corroboran lo anteriormente expuesto (Figura 4.6-19).

En invierno se comprueba que la columna de agua es muy homogénea, dándose en toda ella un valor de 15 °C, llegando a mantenerse este valor hasta la máxima profundidad (40 m) alcanzada en alguna de las estaciones. En agosto los valores superficiales rondan los 21 °C decreciendo en profundidad hasta alcanzar los 16 °C a profundidades de 45 m. La termoclina en estas estaciones no es muy marcada aunque se puede diferenciar entre los 5 y 15 m de profundidad.

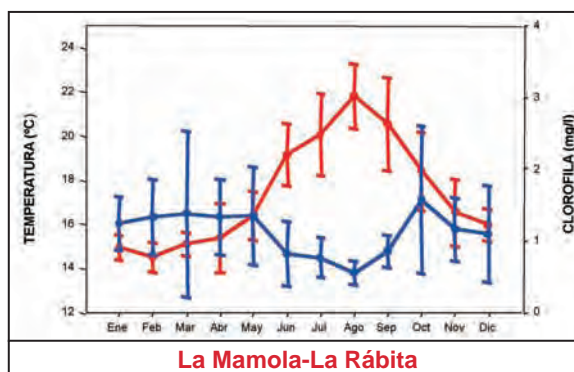


Figura 4.6-18 Promedio mensual de temperatura (rojo) y clorofila (azul) para la zona AL-05 durante los años del 94 al 03 para temperatura y entre el 98 y el 02 para la clorofila. Datos de los sensores AVHRR y SeaWiFS. Las barras representan \pm error estándar.

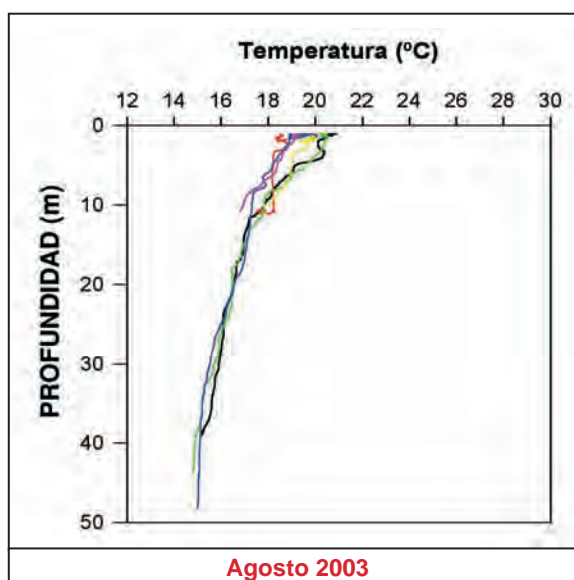
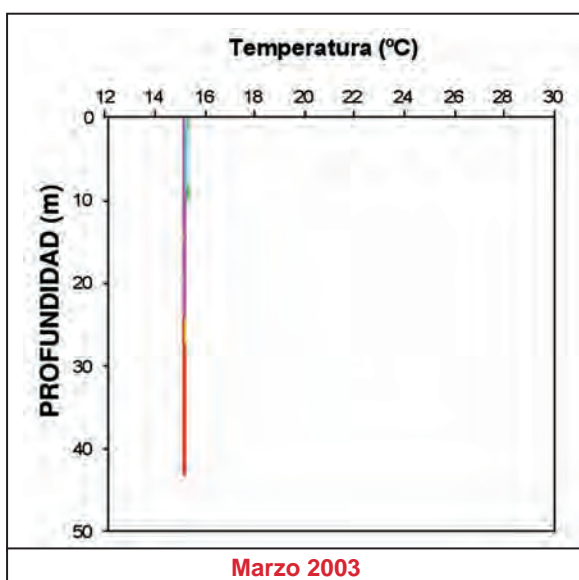


Figura 4.6-19 Perfiles de temperatura para cada una de las estaciones muestreadas en la zona GR-06 en las dos campañas realizadas.

– Salinidad

Las salinidades muestreadas de forma continua a lo largo de la derrota del barco muestran la prácticamente inexistente diferencia encontrada entre los datos obtenidos en marzo y los obtenidos en el mes de agosto (Figura 4.6-20). En ambos casos los valores alcanzados estuvieron entre 36 y 37 ups.

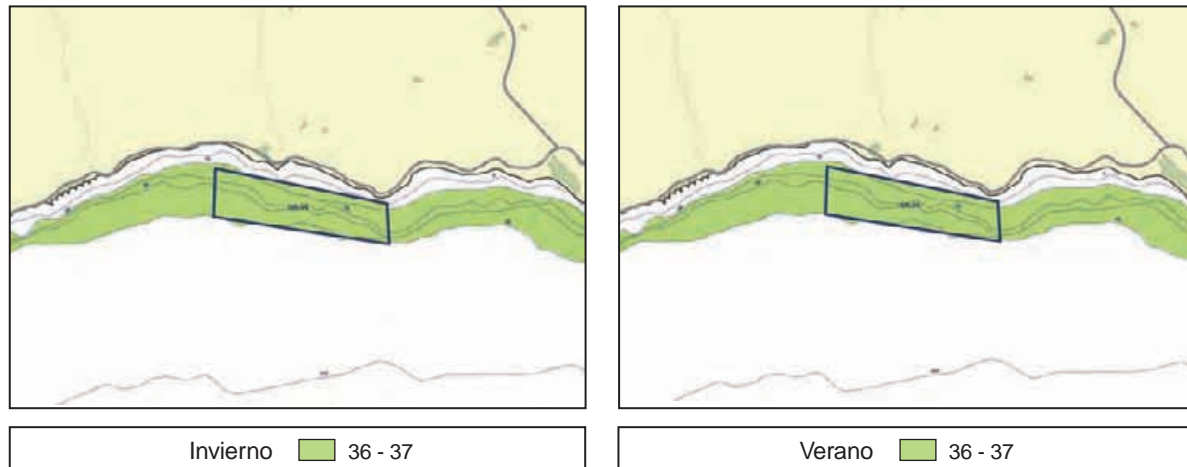


Figura 4.6-20 Salinidad superficial en la zona GR-06 durante los muestreos de marzo y agosto de 2003.

Los perfiles de salinidad (Figura 4.6-21) coinciden con los valores detectados de forma continua. En marzo se tienen salinidades superficiales entorno a 36 ups que permanece constante en toda la columna de agua, esto hace ver una columna muy homogénea mostrando un perfil típicamente invernal.

En agosto las salinidades obtenidas en superficie son algo más altas con valores entorno a 36,5 ups. Estos van aumentando en profundidad llegando a estabilizarse en 37 ups a profundidades de 50 m.

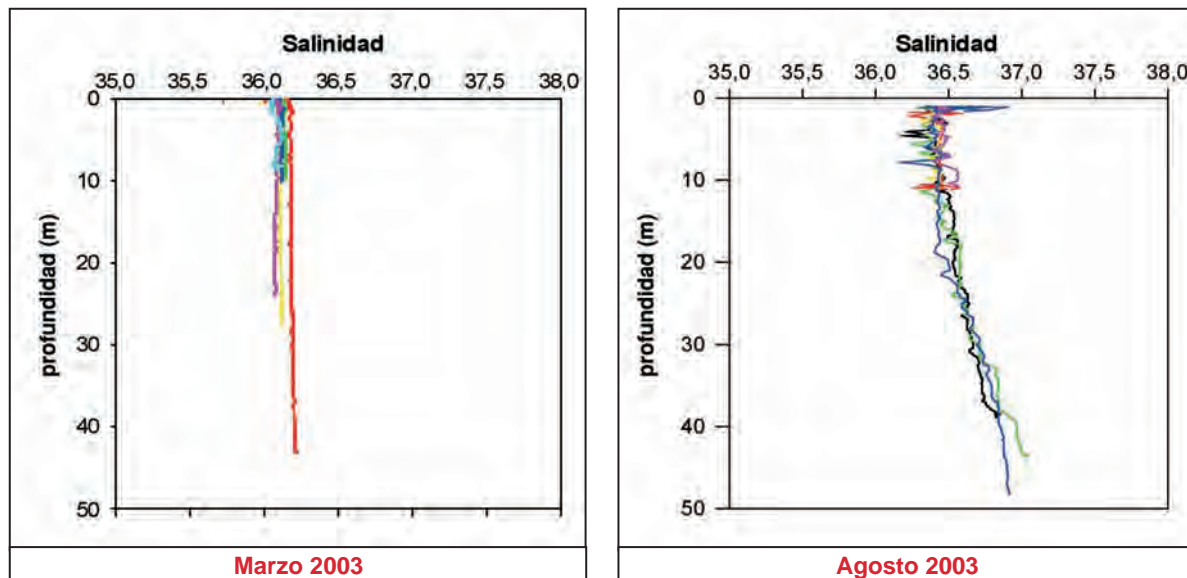


Figura 4.6-21 Perfiles de salinidad en cada una de las estaciones de muestreo de la zona GR-06 para las dos campañas realizadas.

– Clorofila

Los datos de fluorescencia superficial muestran un aumento de la misma en la campaña de invierno con respecto a la de verano (Figuras 4.6-22 y 4.6-23).

Los valores de invierno se encuentra entre 1,9 y 2,2 u.a., mientras que en verano el rango en superficie es de 0,1 a 0,3 muy inferior al registrado en invierno.

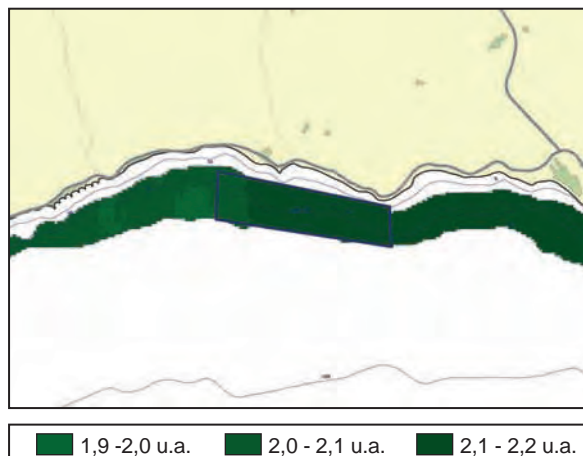


Figura 4.6-22 Fluorescencia superficial en la zona GR-06 durante el muestreo de marzo de 2003.

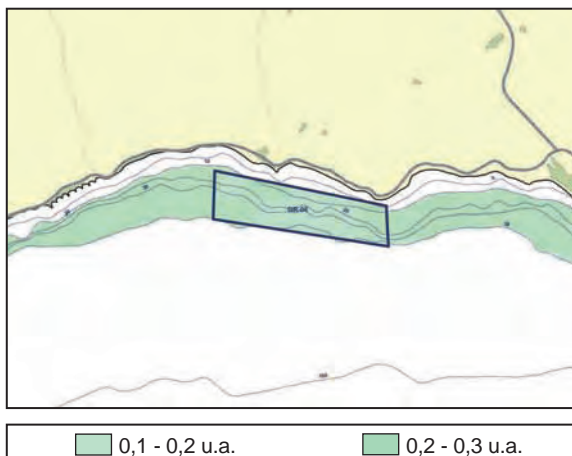


Figura 4.6-23 Fluorescencia superficial en la zona GR-06 durante el muestreo de agosto de 2003.

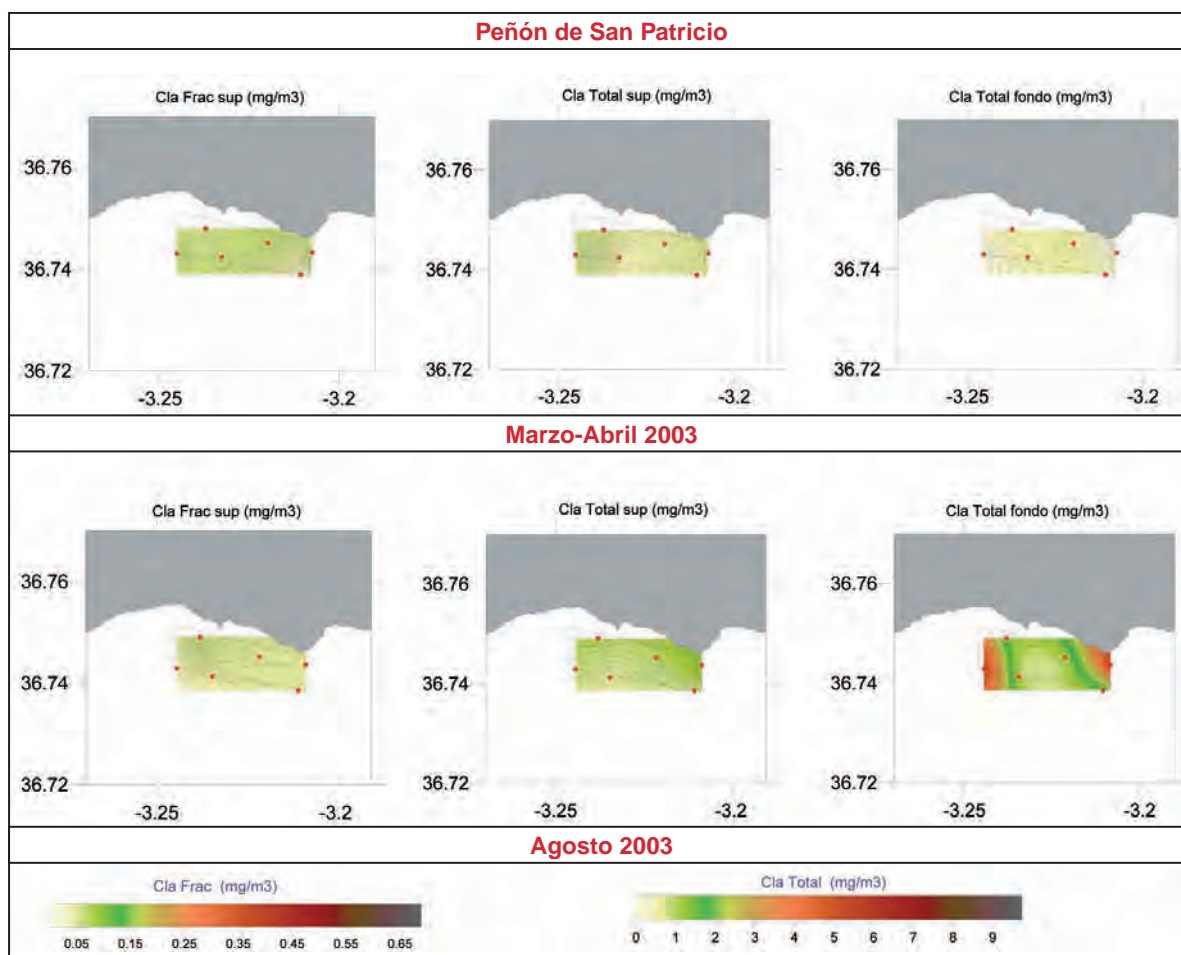


Figura 4.6-25 Datos de clorofila para las dos campañas realizadas en 2003.

El perfil de fluorescencia realizado en las distintas estaciones de muestreo durante el mes de agosto muestra valores superficiales entorno a 1 u.a. en la mayoría de las estaciones (Figura 4.6-24). Al aumentar la profundidad encontramos un máximo que se sitúa entre los 25 y 40 m. alcanzándose valores como máximo de 6 u.a.

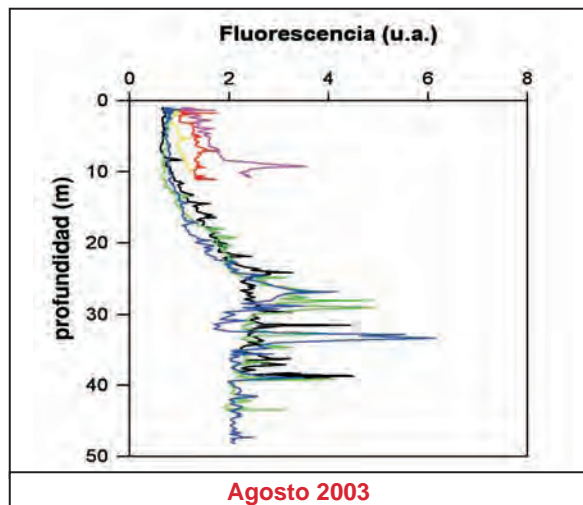


Figura 4.6-24 Perfil de fluorescencia en las estaciones muestreadas en la zona GR-06 durante el muestreo de agosto de 2003.

El muestreo discreto también arrojó información sobre la concentración de clorofila en cada una de las estaciones (Figura 4.6-25). Las diferencias entre superficie y fondo fueron más acusada en la época estival. Aún así los valores detectados no fueron muy altos. Se obtuvieron concentraciones como mínimo de 0,5 mg/m³ llegando a alcanzarse máximos 4 mg/m³ en zonas muy concretas y por lo general cerca del fondo.

– Sólidos en suspensión

El coeficiente de atenuación obtenido durante los muestreos continuos (Figura 4.6-26), muestra un menor nivel de sólidos en la época invernal, produciéndose un aumento considerable en épocas estivales (Figura 4.6-27) que varía desde un coeficiente máximo de 1-2 m⁻¹ obtenido en invierno a un máximo de 9-10 m⁻¹ registrado en la campaña de verano.

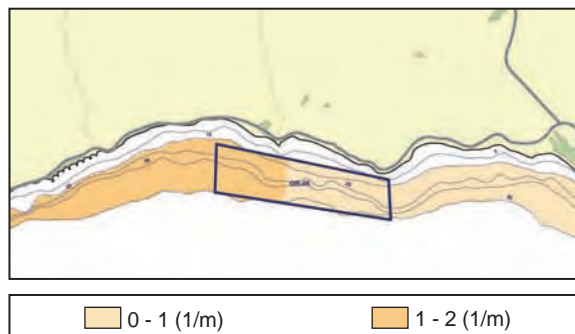


Figura 4.6-26 Coeficiente de atenuación para el muestreo de marzo en la zona GR-06.

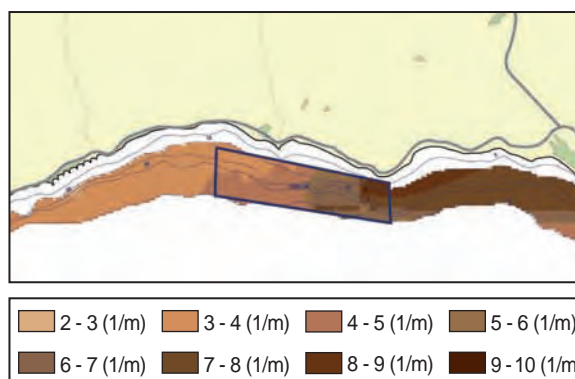


Figura 4.6-27 Coeficiente de atenuación para el muestreo de agosto en la zona GR-06.

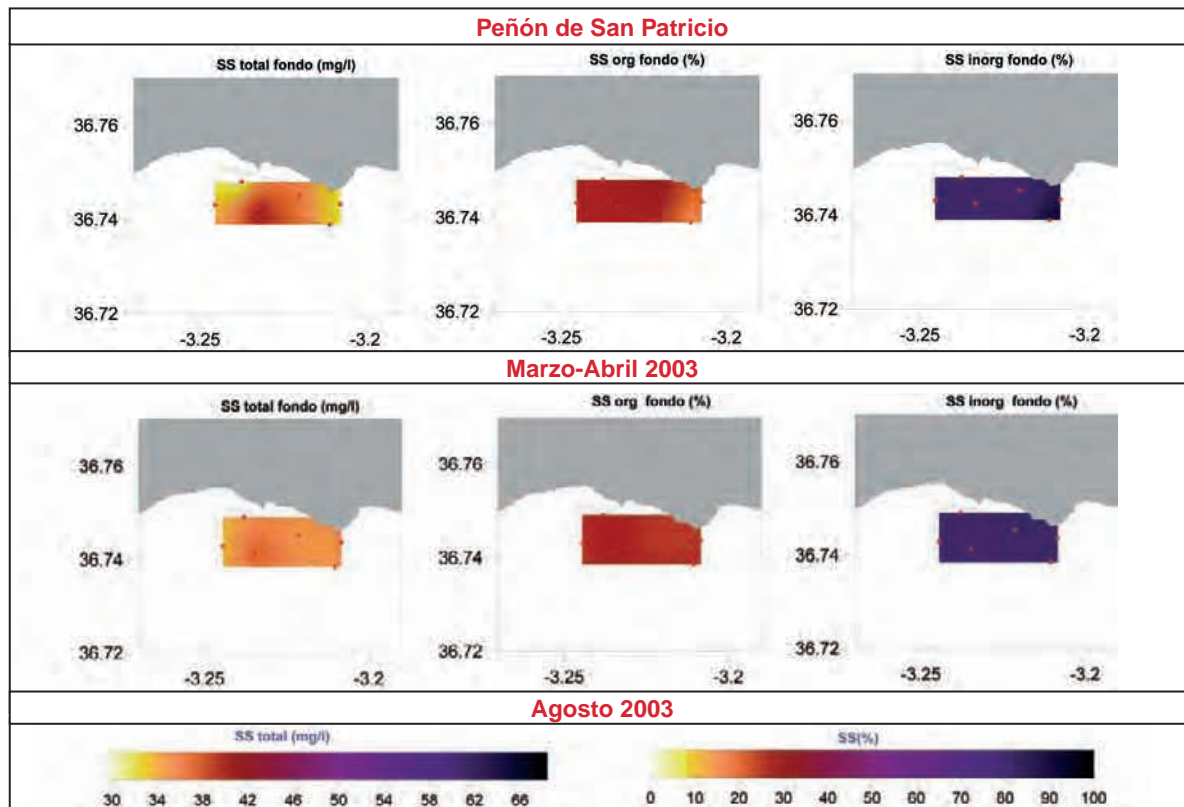


Figura 4.6-28 Sólidos en suspensión en superficie obtenidos en los muestreos de marzo y agosto de 2003.

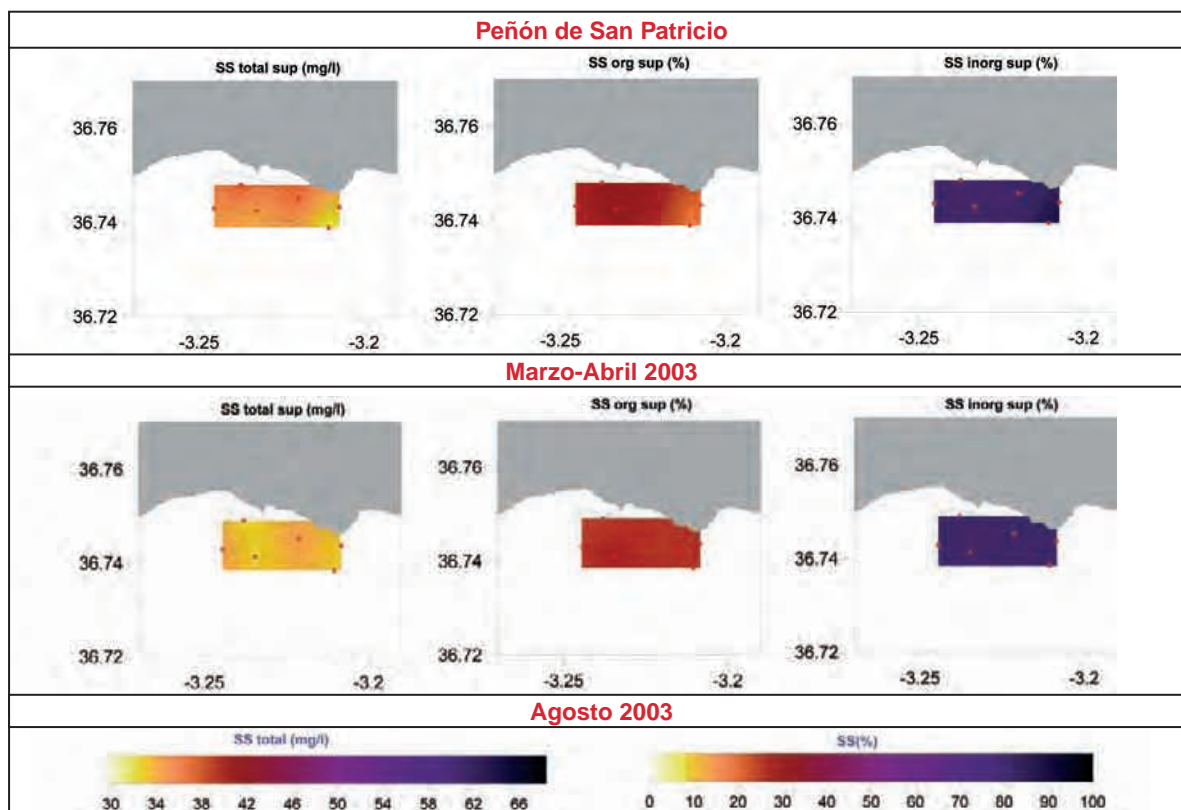


Figura 4.6-29 Sólidos en suspensión en el fondo obtenidos en los muestreo de marzo y agosto de 2003.

De los datos obtenidos en los puntos discretos muestreados (Figuras 4.6-28 y 4.6-29) se aprecia que los valores más altos obtenidos para esta variable no sobrepasan los 38 mg/l en superficie, pudiéndose encontrar hasta 40 mg/l en algunas estaciones de fondo.

– Oxígeno

Con respecto al oxígeno disuelto a lo largo de la columna de agua, en la Figura 4.6-30 se muestra el perfil de concentración de oxígeno obtenido tras el muestreo realizado en agosto de 2003 en la zona GR-06.

Se comprueba que la concentración alcanzada en superficie no llega a ser superior a 7 mg/l, dándose el máximo a profundidades de entre 10 y 20 m, no llegando a sobrepasar este máximo el valor de 8 mg/l.

Con los resultados obtenidos en referencia a las condiciones físico químicas del agua en el área de La Mamola – La Rábida (Zona GR-06), se pueden realizar las siguientes consideraciones:

1. La temperatura detectada en esta zona durante los dos muestreos realizados alcanzaron valores mínimos de 15 °C. Estos valores hacen que el parámetro no afecte a la calidad del agua para el cultivo de especies acuícolas.
2. La salinidad presenta unos valores muy estables no encontrándose alteraciones significativas que puedan ser problemáticas.
3. La clorofila detectada en la zona alcanza valores bastante bajos no siendo por este motivo causa de posibles incidencias.

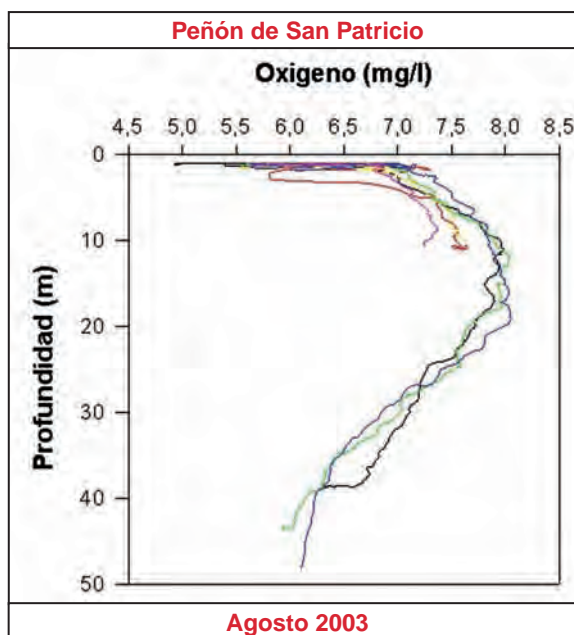


Figura 4.6-30 Perfil de Oxígeno disuelto en superficie (mg/l), para la zona de estudio GR-06.

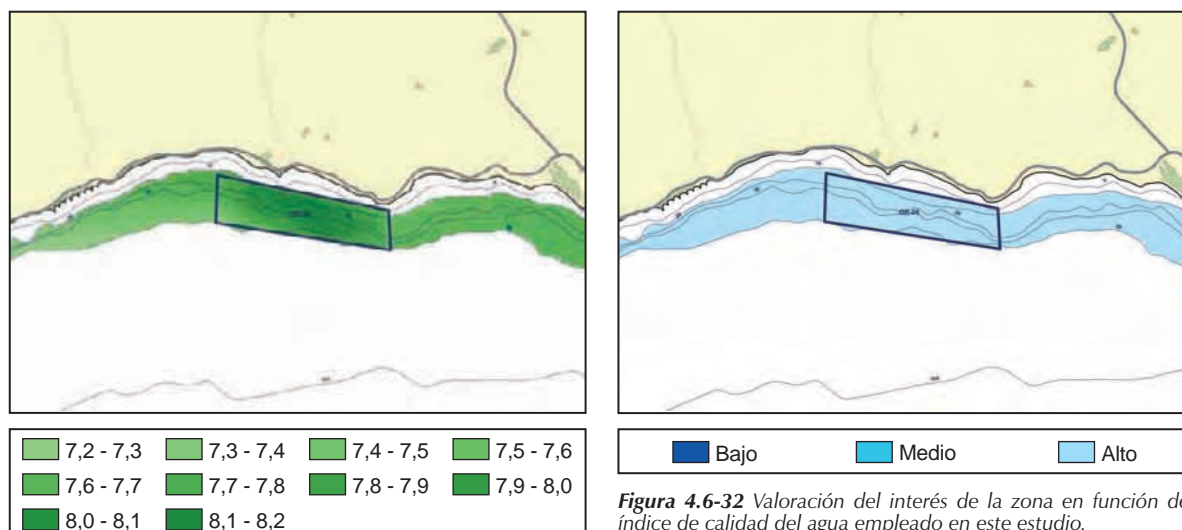


Figura 4.6-31 Índice de calidad de agua para la zona GR-06.

- De igual forma sucede con los sólidos en suspensión, cuyos valores no sobrepasan los 40 mg/l, valores que están muy por debajo de lo que sería problemático para el cultivo.
- La concentración de oxígeno se encuentra dentro de unos márgenes apropiados para los cultivos marinos
- Todo esto hace que la zona GR-06 presente unas condiciones notablemente buenas para su uso en acuicultura.

Después de la integración de todos los datos en el índice de calidad de agua, se llega a obtener para la zona en cuestión un valor del índice de entre 7,2 y 8,2 para un rango de 0 a 10, obteniéndose los índices más altos localizados en la zona central del área estudiada. (Figura 4.6-31)

Finalmente, con estos resultados, la valoración del grado de interés de la zona GR-06 desde el punto de vista de la acuicultura es la que se representa en la Figura 4.6-32, obteniéndose un grado de interés alto para toda la zona.

4.6.3.4.2 Condiciones sanitarias.

El área estudiada se corresponde en su totalidad con la zona de producción AND 1-36. Los resultados obtenidos de los análisis realizados en el control sanitario de esta zona durante los años 2000 a 2002 son los siguientes:

- Contaminación bacteriana:

Los resultados microbiológicos obtenidos en el control sanitario de estas zonas durante los años 2000, 2001 y 2002 indican la ausencia de contaminación por este parámetro. Por tanto la calidad del agua desde el punto de vista microbiológico es muy buena.

- Contaminación por toxinas:

Como se puede comprobar en la Tabla 4.6-3, únicamente se detectó contaminación por toxinas durante el año 2001 en el mejillón. La calidad del agua para este tipo de contaminación mejoró en los años 2002 y 2003, en los que no se detectaron niveles de toxinas superiores a los permitidos.

Zona AND 1-36 (mejillón)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000												
2001												
2002												

■ DSP
 ■ PSP
 ■ ASP

Tabla 4.6-3 Meses en los que los análisis del control sanitario han dado valores de contaminación por toxinas superiores a los permitidos en los años 2000 a 2002.

4.6.4 Caracterización bionómica

La costa oriental granadina presenta un litoral sumergido con elevadas pendientes, con valores medios en la zona de estudio que oscilan desde el 4 hasta el 15%, con lo que se alcanzan profundidades considerables a escasa distancia de la costa. Se localizan tres tipos de comunidades (Figura 4.6-33):

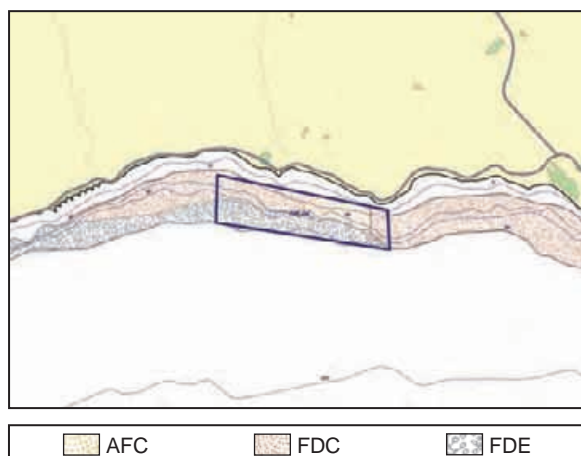


Figura 4.6-33 Tipo de comunidades detectadas en la zona. Los puntos señalan las estaciones de muestreo. FDC = Biocenosis de fondos detríticos costeros; FDE = Biocenosis de fondos detríticos enfangados; AFC = Arenas finas bien calibradas.

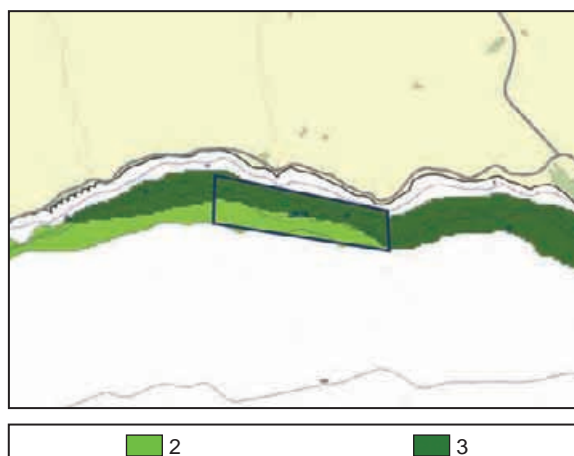


Figura 4.6-34 Valoración de la zona GR-06 en función del tipo de comunidad.

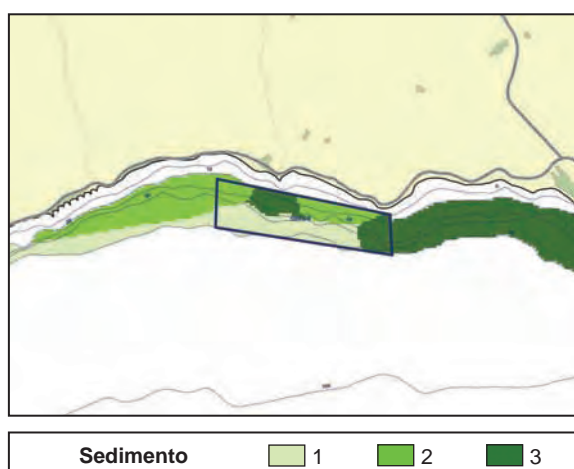
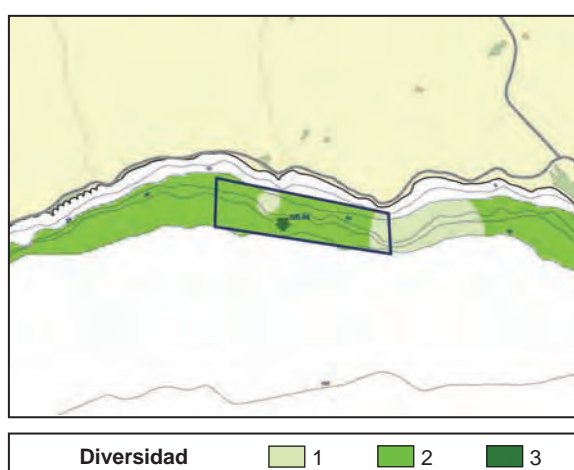
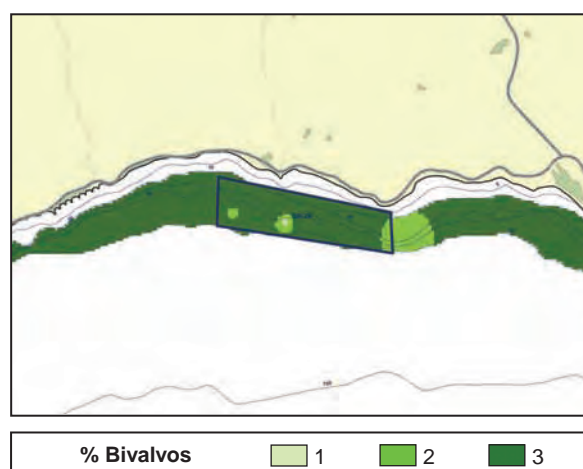
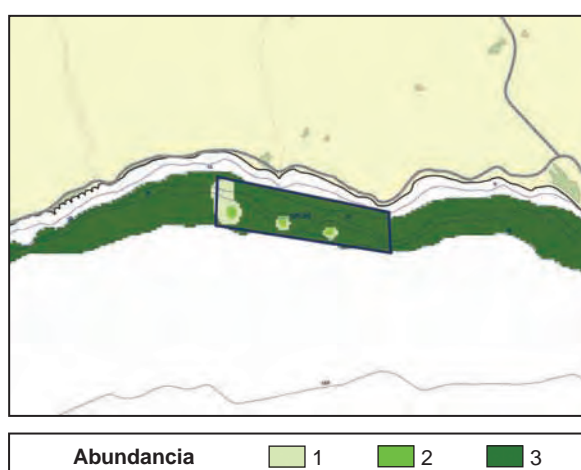


Figura 4.6-35 Valores obtenidos para los restantes factores considerados en la valoración de la zona según sus características bionómicas.

- **Fondos Detríticos Costeros (FDC):** Ocupan el 60% de la franja más somera (15 a 25 m), presentan valores bajos de diversidad, pero muy elevados en abundancia y proporción de bivalvos (*Donax spp.* y en menor medida *Tellina spp.*).
- **Arenas Finas Calibradas (AFC):** Intercalado en la zona anterior, en su mitad oriental, se localiza un banco de arenas finas calibradas, con características muy similares a las los fondos anteriormente descritos, destacando igualmente las altas densidades de *Donax spp.*
- **Fondos Detríticos Enfangados (FDE):** Por debajo de los 25-30 m. de profundidad, encontramos esta comunidad, con valores bajos de abundancia y diversidad, y variables para bivalvos. Entre la fauna, predominan los anélidos, y en menor medida crustáceos.

Los valores obtenidos para su inclusión en el índice final, por lo que respecta a los tipos de comunidad existentes son los que se representan en la Figura 4.6-34.

En la Figura 4.6-35 se incluyen las valoraciones obtenidas para cada una de las características restantes asociadas a la bionomía según el índice de calidad descrito en el apartado de metodología. Integrando estas valoraciones obtenidas, aplicando la ecuación descrita en la metodología, se obtiene el resultado del índice definido para la valoración de la bionomía, que se representa en la Figura 4.6-36.

Se comprueba, como el tipo de comunidad existente es el factor que más ha influido sobre la zona, de manera, que no existen zonas con un índice final de valor igual a 1, si bien este valor si aparece considerando por separado los diferentes parámetros que conforman el índice final.

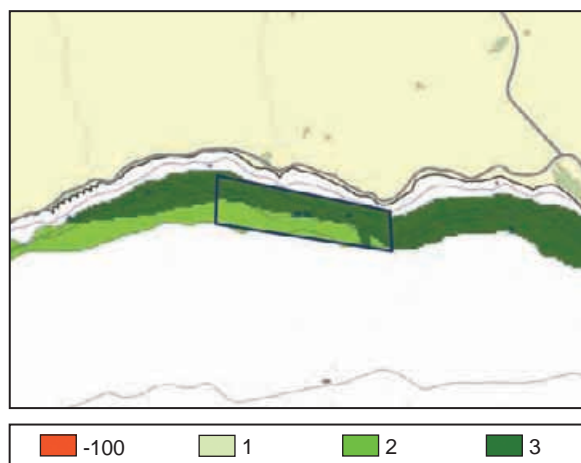


Figura 4.6-36 Índice de calidad de la zona GR-06 en función de la bionomía.

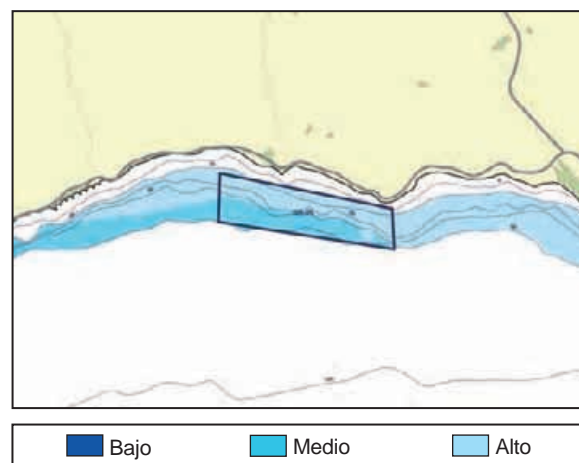


Figura 4.6-37 Valoración del interés de la zona en función de las características bionómicas.

La reclasificación de los valores de índice nos da como resultado la valoración del grado de interés de la zona atendiendo a sus características bionómicas que se representa en la Figura 4.6-37.

4.6.5 Caracterización del sector pesquero.

En la zona de estudio se localizan tres caladeros tradicionales. La localización de estos caladeros se representa en la Figura 4.6-38 y sus características son las que se incluyen en la tabla 4.6-4.

Nombre del caladero	Distancia al centro del área de estudio	Especies más representativas capturadas	Artes de pesca utilizadas
- Castillo – Punta de Baños – La Mamola – Las Cañas – Los Yesos	Noroeste del área de estudio	- Peces: Besugo, breca, brótola, herrera y salmonete. - Moluscos: Jibia y sepia.	Maricona, jibiera y boliche.
- Torre de Melicena – Punta Negra – Cala Chinche – Las Casetas	Sureste de la zona de estudio	- Peces: Besugo, breca, brótola, herrera y salmonete. - Moluscos: Jibia y sepia.	Maricona, jibiera, ratera, solta y trasmallo.
- La Rábita – Pozuelo	6 Km	- Peces: Besugo, breca, brótola, herrera, salmonete, merluza y sardina. - Moluscos: Jibia, calamar y pulpo. - Crustáceos: Langosta.	Trasmallo, bolichón, nasa, palangre, solta, maricona y ratona.

Tabla 4.6-4 Caladeros cercanos al área de estudio.

El puerto pesquero más cercano al área de estudio es el Puerto de Adra, que se encuentra a unos 18 km. Este puerto está incluido en el distrito marítimo de Adra, primero de la provincia marítima de Almería, se extiende “de playa de la Juana a Cerrillos (puerto de la Guardia Civil)”, y es de segunda clase.

Este puerto pesquero se encuentra ubicado en el centro urbano de Adra, población de 21.000 habitantes, situada en la costa occidental de la provincia de Almería, depende administrativamente de la Junta de Andalucía, siendo gestionado por la EPPA. Sus características se incluyen en la tabla 4.6-5:

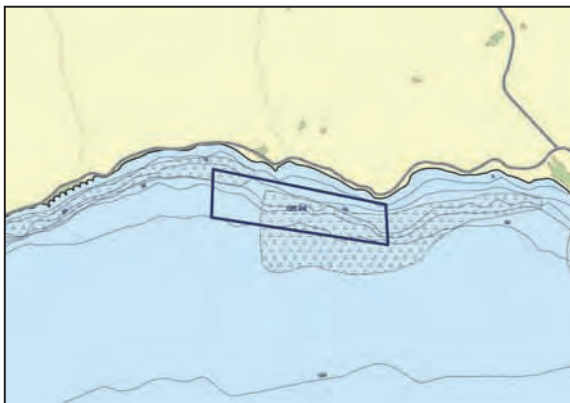


Figura 4.6-38 Localización de caladeros y puertos pesqueros cercanos a la zona de estudio.

PUERTO DE ADRA		
Latitud	36° 44' N	Servicios al sector pesquero: - Fabrica de hielo - Cámaras frigoríficas - Varadero - Locales de armadores
Longitud	3° 01' W	
Calado en la bocana (B.M.V.E.)	65 m	
Longitud del muelle	822 m	
Longitud del muelle	298 m	
Superficie total de la lonja	118 m ²	

Tabla 4.6-5 Características técnicas del puerto pesquero de Adra.

La flota pesquera con base en este puerto la componen 43 embarcaciones que desplazan 738 TRB, de las que 5 se dedican al arrastre, 17 al cerco, 2 al palangre (uno de fondo y otro de superficie) y las 19 restantes a artes menores.

Las especies de mayor importancia en las capturas de esta flota son la sardina, jurel, caballa, melva, pulpo, mero, calamar, gambas y cigalas. El volumen de pesca desembarcada en la lonja de Carboneras se acerca a las 1.635 Tm, siendo 1552 Tm de peces, 48,2 Tm de moluscos y 35,5 Tm de crustáceos.

Además del puerto de Adra, existen cercanos a la zona dos núcleos pesqueros cuyas características son:

- **La Mamola**, que se encuentra ubicado en el municipio de Polopos, a unos 4,5 km de la zona de estudio en el que las artes empleadas son principalmente los aparejos de anzuelo, la cuchara y la potera. La especie más común desembarcada en este núcleo es el pulpo, aunque de forma temporal también se presentan otras especies como el choco y el calamar. De forma secundaria, durante todas las épocas del año se obtienen otras especies como congrios, morenas y sargos.
- **La Rábita**, pertenece al municipio de Albuñol distando 5 km del área de estudio. Las artes más utilizadas por las embarcaciones de este núcleo son las redes de fondo y el palangre. Al comenzar a pescar los barcos más grandes, éstos utilizan fundamentalmente trasmallos para el choco y el salmonete de roca, así como un boliche, que tiran y recogen desde la misma embarcación. La principal especie objetivo de las capturas es el pulpo, si bien se presentan otras de importancia estacional como el choco, el calamar y el salmonete de roca.

4.6.6 Valoración final.

4.6.6.1 Estudio del medio físico.

Tras el análisis de los resultados se puede concluir que la zona Gr-06 (La Mamola-La Rabita) presenta unas buenas condiciones climáticas por cuanto la intensidad de los vientos no es elevada en general y la frecuencia de temporales es baja.

La batimetría existente en la zona, presenta una pendiente acusada, si bien la misma que no dificulta o impide la ubicación de nuevas instalaciones acuícolas en la zona. La franja batimétrica comprendida entre 20 y 50 m es estrecha.

Las corrientes dominantes en el área son de intensidad media, aumentando con la profundidad. Se pueden considerar por tanto como adecuadas para el cultivo acuícola, aunque serían más deseables intensidades de corrientes ligeramente superiores.

No existen praderas de fanerógamas ni lugares de interés comunitario en las proximidades del polígono estudiado por lo que la dispersión de potenciales partículas contaminantes no es un parámetro que resulte determinante a la hora de valorar el grado de interés de la zona.

El oleaje determinado para la zona no es elevado aunque ocasionalmente puedan aparecer fenómenos de riesgo. En general el área se encuentra resguardada del oleaje.

El sustrato existente, si bien no es el idóneo para el fondeo de instalaciones acuícolas, tampoco resulta un factor limitante a la hora de plantearse la ubicación de nuevas instalaciones. Sobre el fondo, se detectan en algunas zonas la presencia de biocenosis de interés que habría que tener en cuenta a la hora de elegir un lugar donde ubicar nuevas instalaciones.

La calidad físico-química del agua es en general buena si bien se han detectado amplias variaciones de temperatura superficial a lo largo del año, sin llegar en ningún caso a temperaturas críticas para el cultivo. La calidad sanitaria del agua es excelente, no habiéndose detectando fenómenos puntuales de contaminación microbiológica y por toxinas que a lo largo de los últimos años, exceptuando el año 2000.

El sector pesquero de la zona actúa normalmente fuera del área considerada, si bien esta área coincide con varios caladeros tradicionales. Es un sector económico importante en la zona, con base en el puerto de Adra y un total de 43 y embarcaciones entre pesca tradicional y de altura. A la hora de proyectar nuevas instalaciones acuícolas, resultaría conveniente localizar zonas de ubicación que no interfieran con este sector.

Con los resultados obtenidos hasta la fecha, se ha realizado una valoración de la zona AL-06, utilizando la metodología ya descrita, y cuyos resultados son los representados en el Figura 4.6-39.

4.6.6.2 Integración entre la valoración del medio físico y la valoración del ámbito administrativo.

La integración de los resultados obtenidos en la valoración del ámbito administrativo con la valoración del medio físico (Plano 6) permite apreciar que la mayor parte del polígono estudiado (aproximadamente un 80%) presenta un interés alto para el desarrollo de la actividad acuícola. El resto del área se distribuye en un 14% de interés bajo y un 6% de interés medio.

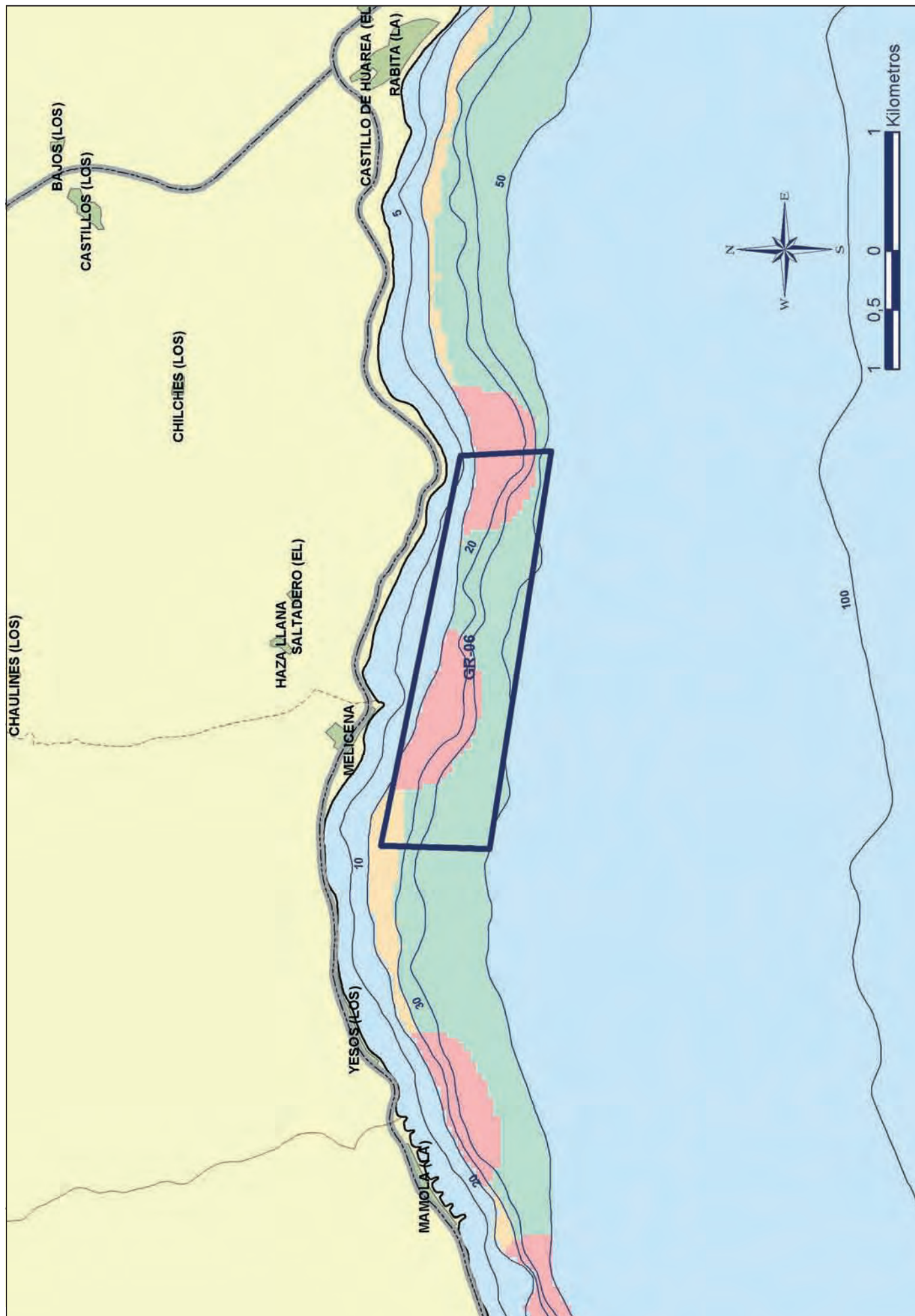
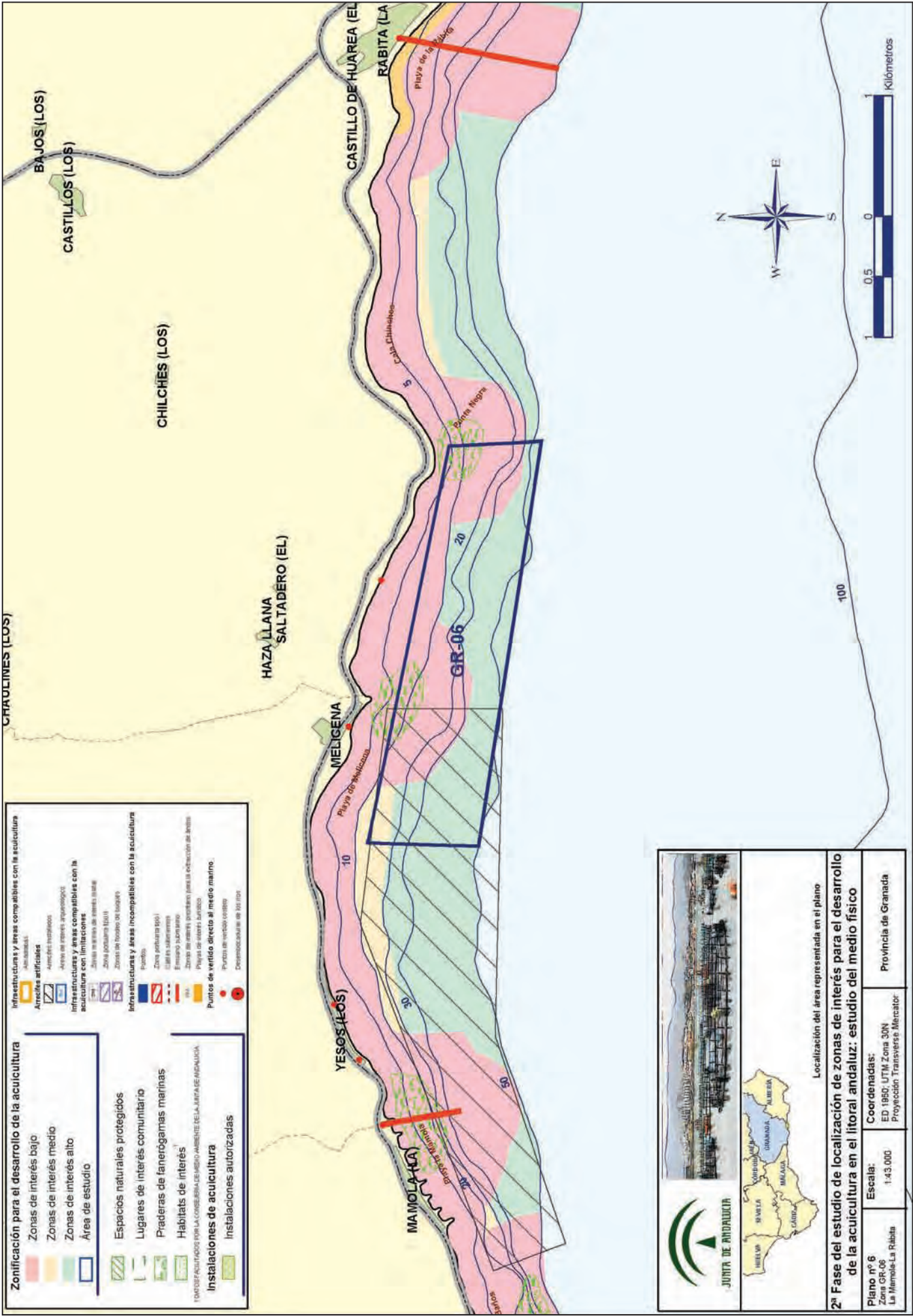


Figura 4.6-39 Valoración final en función de los resultados de la 2ª fase

Grado de interés	Bajo	Medio	Alto
			



Zonificación para el desarrollo de la acuicultura

- Zonas de interés bajo
- Zonas de interés medio
- Zonas de interés alto
- Área de estudio

Infraestructuras y áreas compatibles con la acuicultura

- Arrecifes artificiales
- Arrecifes naturales
- Áreas de interés arqueológico
- Infraestructuras y áreas compatibles con la acuicultura con limitaciones
- Zonas de interés de interés medio
- Zona portuaria (ZUP)
- Zona de fondeo de buques
- Puerto
- Zona pesquera (ZP)
- Estero de salinamiento
- Zona de interés prioritario para la explotación de arenas
- Piñales de interés turístico
- Puntos de vertido directo al medio marino
- Puntos de vertido controlado
- Desembocadura de los ríos

Espacios naturales protegidos

- Lugares de interés comunitario
- Praderas de fanerógamas marinas
- Habitats de interés

Instalaciones de acuicultura

- Instalaciones autorizadas

MAPA DE PLANIFICACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE DEL LITORAL DE GRANADA

Localización del área representada en el plano

2ª Fase del estudio de localización de zonas de interés para el desarrollo de la acuicultura en el litoral andaluz; estudio del medio físico

Plano nº 6 Zona CR-06 La Huelmo-La Rabita	Coordenadas: ED 1950; UTM Zona 30N Proyección Transversal Mercator	Provincia de Granada
Escala: 1:43.000		



4.7

ZONA GR-07 (CASTELL DE FERRO)



El área GR-07 se corresponde con los términos municipales de Gualchos, Lujar, Rubite Polopos y Sorbilán, y abarca el tramo de costa comprendido entre la Punta de la Arraijana (T.M. de Gualchos) y el núcleo urbano de Los Yesos.



Figura 4.7-2 Valoración de la zona GR-07 atendiendo a la compatibilidad con los usos administrativos.

Los trabajos en esta zona se centraron sobre el polígono situado entre Castell de Ferro y Punta de Baños, con profundidades comprendidas entre los 5 y los 55 m y una superficie total aproximada de 355 hectáreas (Figura 4.7-1).

4.7.1 Compatibilidad administrativa de la zona.

El polígono estudiado se encuentra situado sobre un área de fondeo de buques determinada por la Autoridad Portuaria de Adra Motril. En esta misma zona, frente a Castell de Ferro, se encuentra fondeado un arrecife artificial instalado por la Consejería de Agricultura y pesca.

A levante del polígono de estudios se encuentra un lugar de interés comunitario que recibe el nombre de Fondos de Calahonda y Castell de Ferro. Sobre este lugar la Consejería de Agricultura y Pesca está considerando la posibilidad de ubicar un arrecife artificial. Frente al polígono estudiado se encuentra la playa de Cambriles considerada de interés turístico. Finalmente, en la zona se localizan tres emisarios de los que el más cercano al área de estudio es el correspondiente a la población de Castell de Ferro.

Según se observa en la Figura 4.7-3 (ver página 203), las zonas incompatibles para la acuicultura en este área únicamente se localizan en el tramo costero de poca profundidad y en las tres zonas donde existen emisarios submarinos en activo. El centro de la zona es compatible con limitaciones con la acuicultura desde el punto de vista administrativo.

Con todos estos factores, la valoración del interés que presenta la zona para el desarrollo de la acuicultura desde el punto de vista de su compatibilidad con los usos existentes, queda representada en la Figura 4.7-2.

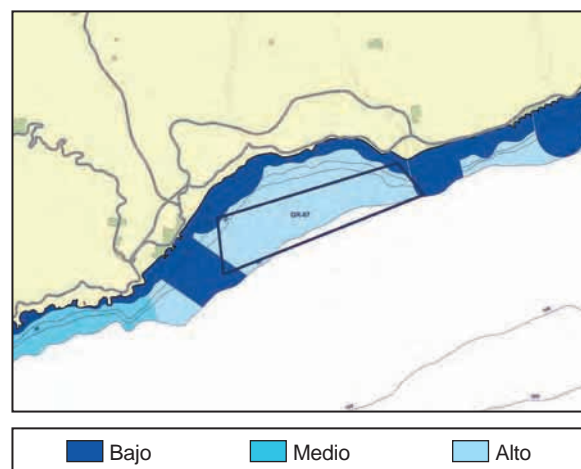


Figura 4.7-2 Valoración del interés de la zona GR-07 atendiendo a la compatibilidad con los usos administrativos.

4.7.2 Caracterización climatológica.

Según los datos obtenidos de la estación agroclimática de Almuñecar, pertenecientes a la red de estaciones Agroclimáticas de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, el clima en la zona se corresponde con un clima tipo **BSh** según la clasificación de Köppen. Se caracteriza por ser un clima seco y caluroso con escasa pluviosidad que se concentra en los meses de invierno y primavera (Figura 4.7-4). La temperatura media mensual oscila entre los 12,6 °C del mes de enero y los 24,8 °C del mes de agosto. La temperatura mínima mensual es de 9 °C, alcanzándose en los meses de enero y febrero.

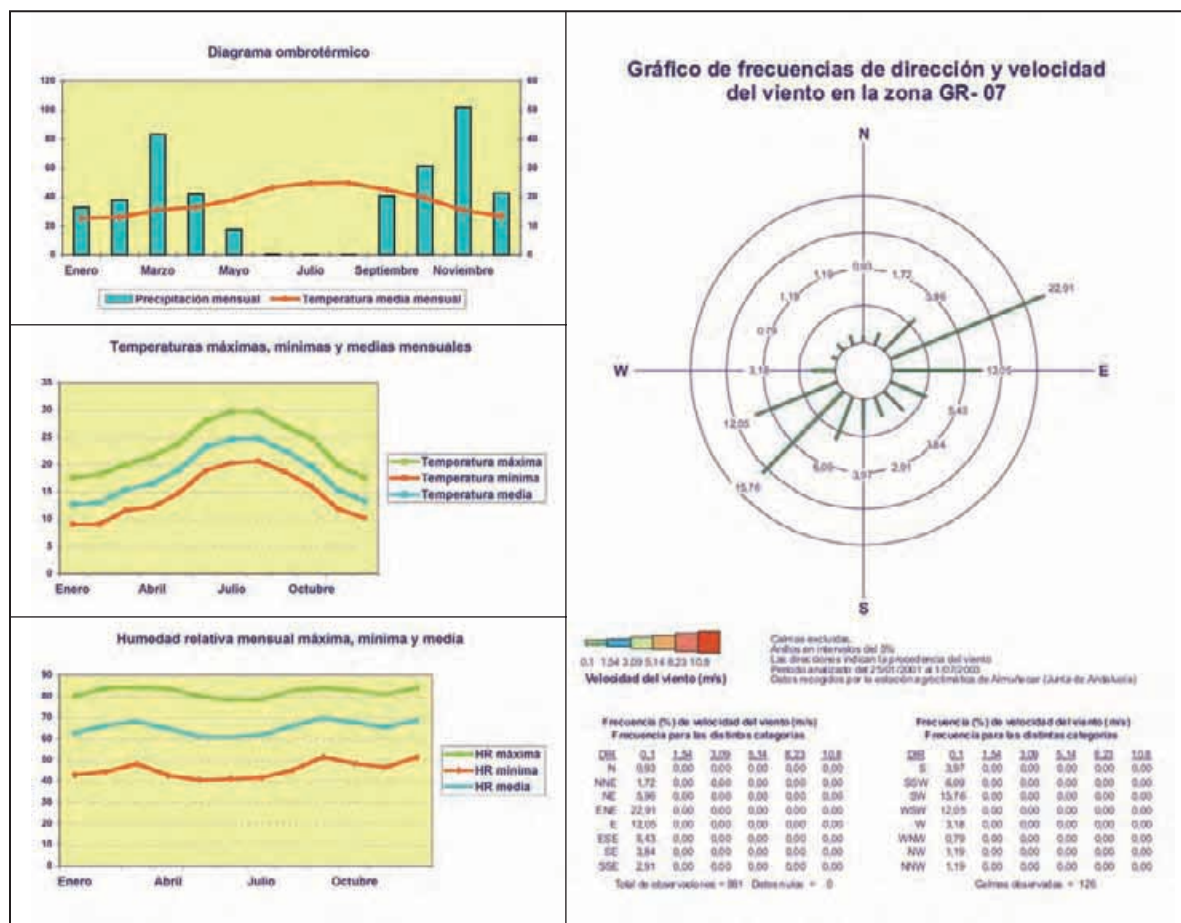


Figura 4.7-4 Caracterización climatológica de la zona estudiada (GR-07).

La precipitación anual es escasa (458,8 mm anuales), siendo ésta prácticamente nula en los seis meses más cálidos(119 mm), correspondiendo el resto a los meses más fríos (339,1 mm).

Los valores de humedad relativa mensuales, mínima, máxima y media, se mantienen bastante constantes a lo largo del año, oscilando en torno al 45,2%, 81,7% y 65,1% respectivamente.

El régimen de vientos se corresponde con un predominio de vientos flojos durante todo el año, con dirección predominante de vientos procedentes del ENE, SW y SSW. (Figura 4.7-4)

4.7.3 Caracterización física.

4.7.3.1 Batimetría.

El análisis batimétrico de la zona, muestra una pendiente elevada en la franja batimétrica de 0 a 20 m que se suaviza en el tramo correspondiente a los 30-50 m de profundidad. El polígono estudiado se encuentra mayoritariamente en esta última franja batimétrica.

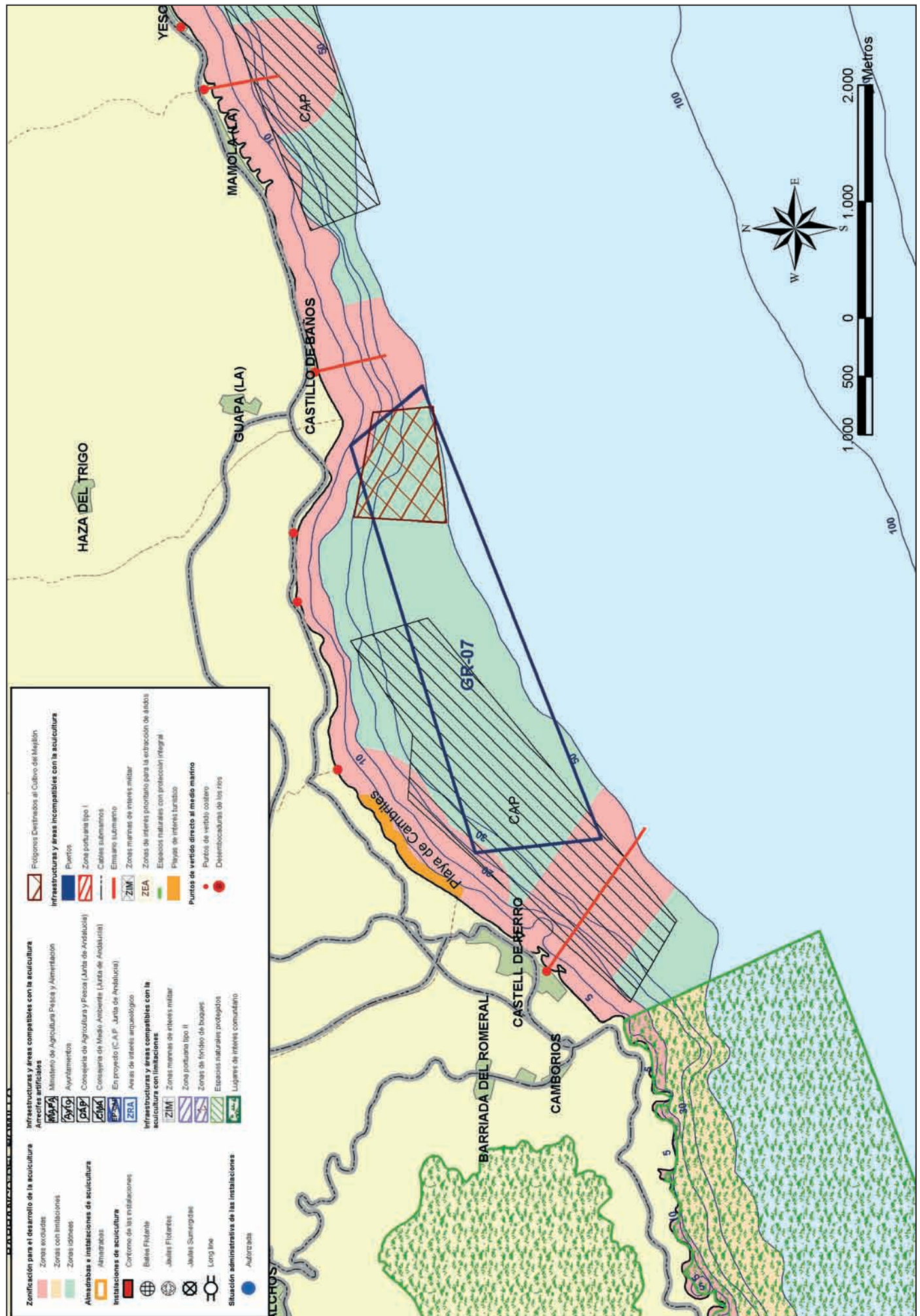


Figura 4.7-3

Una vez aplicados los criterios descritos en el apartado de metodología genera la valoración de la zona en función de este parámetro que es la que se representa en la Figura 4.7-5.

4.7.3.2 Condiciones oceanográficas.

4.7.3.2.1 Régimen hidrodinámico.

Para conocer el régimen hidrodinámico de la zona de estudio AZTI fondeó un correntímetro doppler del tipo AANDERAA RCM-9 el 20 de marzo del año 2001 en la posición $36^{\circ} 43' 55,68''$ N y $03^{\circ} 20' 30,34''$ W, las coordenadas UTM de la posición del correntímetro son: 469.484 metros y 4.065.278 metros (Figura 4.7-6). La profundidad del punto de fondeo es de 16 metros y el correntímetro se situó a unos 10 metros por debajo del nivel del mar.

El correntímetro se configuró para medir las variables con una cadencia de 10 minutos. El inicio del registro coincide con las 11:53 horas del día 20 de marzo y el final de mismo, coincidente con su desfondeo, fue el día 7 de mayo a las 9:14 horas. Disponemos de este modo de un registro de 6.901 medidas de la corriente marina en la zona, con más de 45 días de duración.

En la Tabla 4.7-1 se presentan los resultados del análisis estadístico del registro de velocidades de la corriente según las direcciones de la misma. Las corrientes predominantes son hacia el Oeste-Sudoeste y Sur-Sudoeste, con un total de poco menos del 40% y 19%, respectivamente, y hacia el Norte-Noreste, con un total de 12,5% de las medidas.

Con estos datos recogidos en la Tabla y representados en la Figura 4.7-7, se ha simulado la corriente para los casos más frecuentes que se han presentado.

Dirección ⁽¹⁾	Nº medidas	% ⁽²⁾	Vel. Máx. ⁽³⁾	Vel. Media ⁽⁴⁾	STD ⁽⁵⁾
0-45 (NNE)	864	12,5	29,33	6,17	4,16
45-90 (ENE)	541	7,8	27,38	7,97	6,49
90-135 (ESE)	1526	40,56	35,7	91	13,16
135-180 (SSE)	196	2,8	19,56	3,82	2,95
180-225 (SSW)	1158	16,8	25,42	8,07	4,90
225-270 (WSW)	2720	39,4	27,38	9,30	4,76
270-315 (WNW)	778	11,3	13,69	4,66	2,59
325-360 (NNW)	487	7,1	10,76	3,68	1,97

(1) Sector de dirección (grados)
 (2) Porcentaje de frecuencia en cada sector de dirección (respecto al norte en el sentido de las agujas del reloj)
 (3) velocidad máxima ($cm \cdot s^{-1}$) en cada sector direccional
 (4) Velocidad media ($cm \cdot s^{-1}$)
 (5) Desviación estándar ($cm \cdot s^{-1}$).

Tabla 4.7-1 Análisis estadístico de dirección e intensidad de la corriente medida por el correntímetro instalado entre el 20/3/2001 y el 7/5/2001.

En esta figura, se han representado el diagrama polar y la rosa de corrientes obtenidos a partir de los datos registrados por el correntímetro durante todo el tiempo de muestreo. Se puede observar claramente que las corrientes más frecuentes se encuentran en los sectores de dirección de Sudoeste y Oeste, También son importantes las de Noreste, en donde se llegan a registrar velocidades por encima de los $20 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$.

En resumen las direcciones predominantes de las corrientes han sido:

- Hacia el Suroeste: 56% del registro (39,4% hacia el Oeste-Suroeste, y 16,8% hacia el Sur-Suroeste).
- Hacia el Norte-Noreste: 12,5% del registro.

Se ha considerado como representativa, en función de los resultados obtenidos en otros estudios de la costa andaluza, una intensidad media de los vientos en la zona

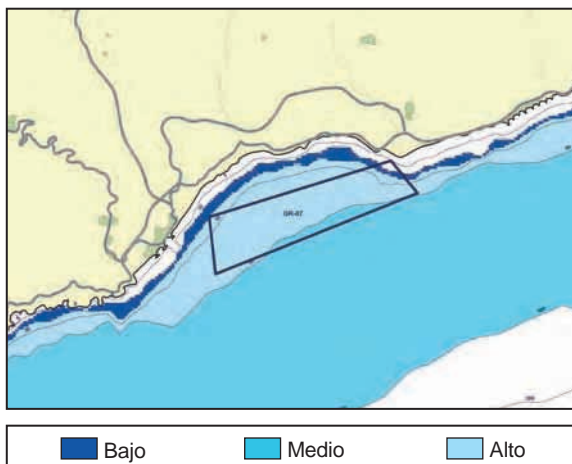


Figura 4.7-5 Valoración del interés de la zona en función de batimetría.

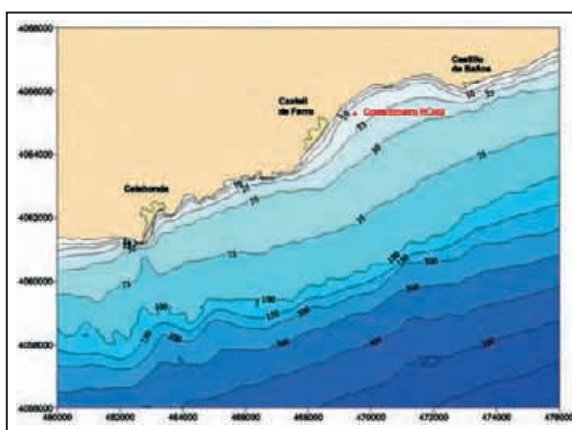


Figura 4.7-6 Posición del correntímetro, fondeado en las proximidades de Castell de Ferro, en las coordenadas UTM: $x = 469.484$ metros; $y = 4.065.278$ metros.

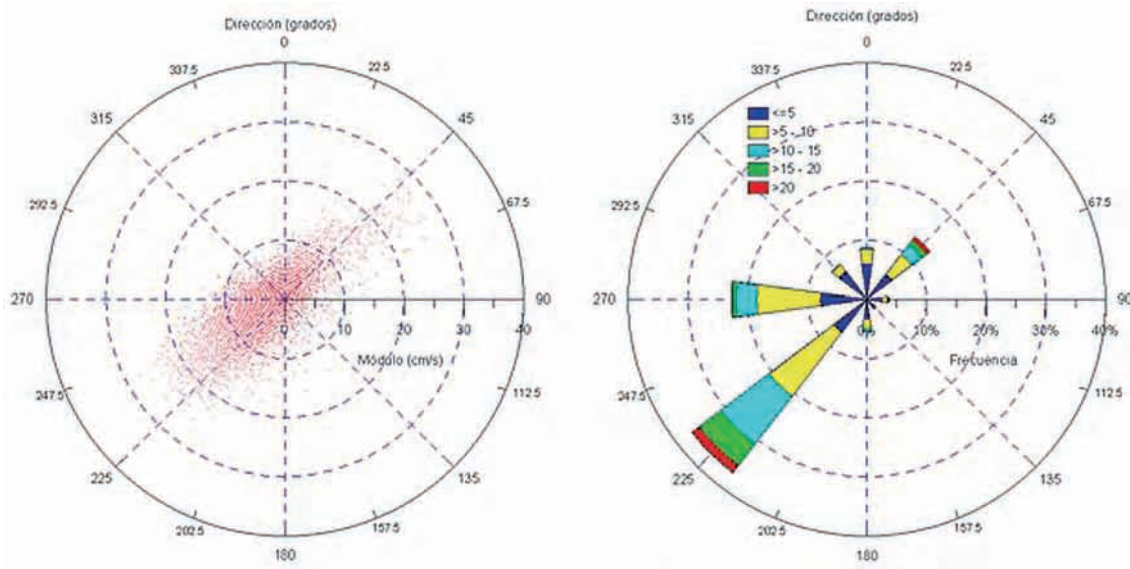


Figura 4.7-7 Diagrama polar y rosa de corrientes obtenida a partir de los datos del correntímetro fondeado en la zona.

de velocidad igual a $25 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ en el caso de viento del Este, y de $20 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ en el caso de viento del Sur-Suroeste. Los vientos que han generado las corrientes que se han mencionado anteriormente han resultado ser:

- Viento del Este ($25 \text{ Km}\cdot\text{h}^{-1}$) para la corriente hacia el Suroeste.
- Viento del Sur-Suroeste ($20 \text{ Km}\cdot\text{h}^{-1}$) para la corriente hacia el Norte-Noreste.

Los resultados obtenidos por el modelo han sido calibrados comparándolos con los datos facilitados por el correntímetro fondeado a 10 metros de profundidad frente a Castell de Ferro.

En el caso del viento del Este de velocidad igual a $25 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, el valor de la velocidad obtenido con la simulación numérica es de $8,8 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$, que se corresponde a las medidas que indican un valor de la corriente comprendido entre 8 y $9,3 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ para las direcciones SSW y WSW respectivamente.

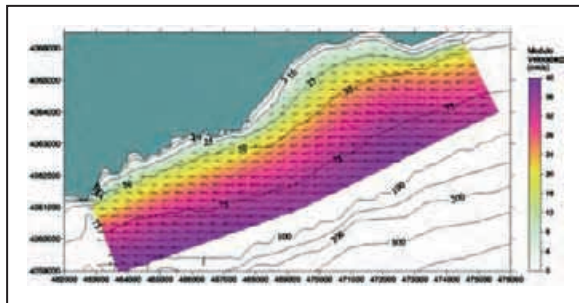


Figura 4.7-8. Velocidades en $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ con viento del Este de $25 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a 10 m de profundidad.

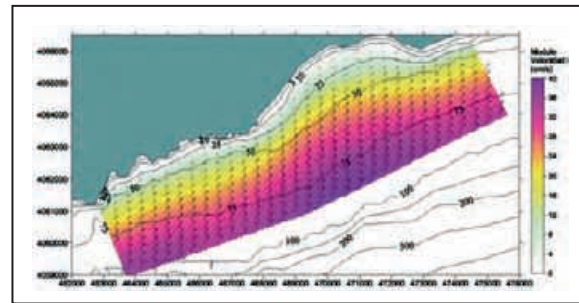


Figura 4.7-9 Velocidades en $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ con viento del Sur-Suroeste de $25 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a 10 m de profundidad.

El valor de la dirección de la corriente obtenido por la simulación numérica, a 10 metros de profundidad, es de 246° (tercer cuadrante). La corriente es máxima en superficie, con un valor ligeramente superior a $24 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ y su módulo disminuye con la profundidad hasta el fondo, a -16 m , con una velocidad poco superior a $6 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$; simultáneamente, la dirección de la corriente al acercarnos hacia el fondo gira en sentido antihorario por efecto de la batimetría y para asegurar la conservación de la masa de fluido.

En la Figura 4.7-8 se presentan los resultados obtenidos en la simulación tridimensional de la corriente producida por el viento a 10 m de profundidad.

Para el viento del Sur-suroeste (Figura 4.7-9), el valor medio la velocidad obtenido con la simulación numérica es de $5,5 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$, que se corresponde a las medidas que indican un valor de la corriente de $6,17 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ para la dirección NNE.

El valor de la dirección de la corriente a 10 metros de profundidad, es de 37° (primer cuadrante). La corriente es máxima en superficie, con un valor de aproximadamente $26 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ y su módulo disminuye con la profundidad hasta el fondo, a -16 metros , con una velocidad poco superior a $3 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$; simultáneamente, la dirección de la corriente al acercarnos hacia el fondo gira en sentido horario por efecto de la batimetría y para la conservación de la masa de fluido.

Con estos resultados la valoración de la zona en función de la velocidad de corriente a 10 m de profundidad es la que se incluye en la Figura 4.7-10.

4.7.3.2.2 *Dispersión de posibles partículas contaminantes.*

En la zona GR-07 se localizan tres pequeñas áreas con presencia de fanerógamas marinas (*Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa*). Al SW de la zona se encuentra un área considerada como de interés comunitario. En la Figura 4.7-11 se representan junto a esta pradera, los puntos utilizados para el cálculo de la dispersión de partículas procedentes de hipotéticas instalaciones.

Con los resultados obtenidos en el análisis de modelización, se ha realizado la valoración que se representa en la Figura 4.7-12, donde se aprecia que la dispersión de contaminantes únicamente tiene importancia en la zona cercana a la pradera de *Posidonia oceanica*, resultando la practica totalidad del área estudiada de interés alto desde el punto de vista de este parámetro, exceptuando la zona correspondiente al área de interés comunitario.

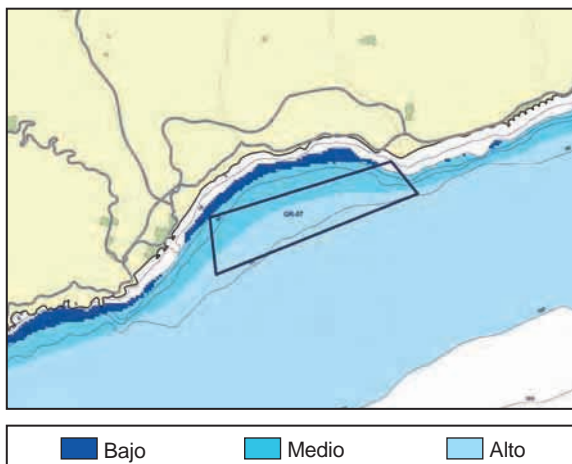


Figura 4.7-10 Valoración del interés de la zona GR-07 en función de las corrientes dominantes a 10 m de profundidad.



Figura 4.7-11 Localización de la praderas de fanerógamas, espacios protegidos y lugares de interés comunitario en la zona de estudio. Los puntos indican la disposición de hipotéticas instalaciones acuícolas para la realización de los modelos de dispersión.

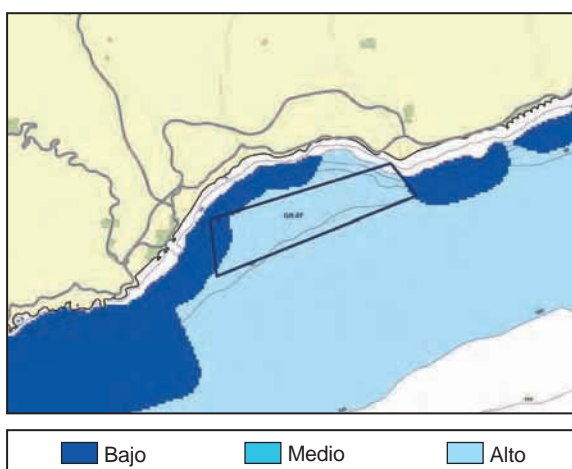


Figura 4.7-12 Valoración del interés de la zona en función de la dispersión de posibles partículas contaminantes de tamaño medio (31 µm).

4.7.3.2.3 *Régimen de oleaje.*

El régimen de oleaje, se ha caracterizado partiendo de los datos procedentes de la boya de Málaga (Figura 4.7-13), cuyos registros han dado los resultados que se incluyen en la Tabla 4.7-2 Junto con la valoración obtenida para el área que abarca dicha boya.

Parámetro	Descripción del parámetro	Valor registrado	Valoración
PNE1.2m	Probabilidad de No Excedencia para una altura de ola significativa de 1.2 metros (2 m. de altura máxima)	0.93	3
TROE1	Oleaje que produzca daños o deformaciones en las jaulas, hasta el extremo de no garantizar la permanencia de los peces en el interior de la misma. $H_{max} = 6$ m.	$2 < TR < 5$	2
TROE2	Oleaje que produzca graves daños (reparables o no) en la estructura o elementos de fondeo. $H_{max} = 10$ m.	300	2
		Valoración Final	2,45

Tabla 4.7-2 Régimen de oleaje medido en la boya de Málaga.

La valoración final de la zona desde el punto de vista del régimen de oleaje, es de 2,45, es decir que, para este parámetro, el área GR-07 posee un grado de interés alto según la metodología descrita en el apartado correspondiente.

4.7.3.3 Descripción del sustrato.

En esta zona predominan los fondos de carácter fangoso, que se extienden por la práctica totalidad de la misma, entre 30 y 50 m de profundidad. La arena domina en el este de la zona, a profundidades inferiores a los 30 m (Figura 4.7-14). El fango está compuesto principalmente por limo, con contenidos entre el 65% y el 85%, mientras que la arcilla se encuentra en mucha menor proporción, no pasando nunca del 30%.

Las muestras presentan valores de la desviación típica entre 0,01 y 1,4, correspondientes a sedimentos muy bien clasificados y moderadamente clasificados respectivamente. Estos últimos se corresponden con sedimentos arenosos que presentan un cierto contenido en grava que, además, suelen presentar curvas de distribución de tamaños de grano de carácter polimodal, mientras que los sedimentos mejor clasificados, en el caso de esta zona, los de carácter fangolimoso, presentan curvas de distribución unimodales.

Bajo el punto de vista deposicional, la mayor parte de la zona está controlada por los aportes de limo procedentes de fuentes continentales más o menos cercanas a la zona de estudio, como ríos y arroyos de poca entidad, que es transportado por acción de corrientes litorales durante las crecidas.

En cuanto a las zonas arenosas menos profundas, el régimen deposicional está controlado por la acomodación y baja tasa de aportes continentales, mientras que la dinámica sedimentaria se caracteriza por una continua variación de los depósitos arenosos, que son removilizados, transportados y redepositados de forma permanente por la acción de las corrientes generadas durante los temporales.

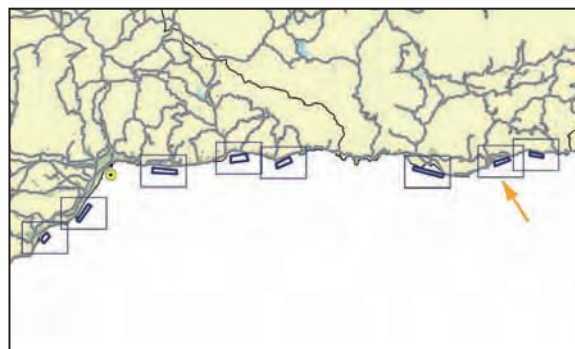


Figura 4.7-13 Situación de la Boya de Málaga respecto a la zona GR-07 (flecha naranja).



Figura 4.7-14 Diferentes tipos de sustrato determinados en la zona GR-07.



Figura 4.7-15 Valoración del interés de la zona en función del tipo de sedimento.

La valoración de la zona en función de los resultados del sedimento es la que se representa en la Figura 4.7-15, en la que se comprueba que para la zona GR-07, las características del sedimento no son un elemento negativo para la ubicación de nuevas instalaciones.

4.7.3.4 Calidad de aguas.

4.7.3.4.1 Condiciones físico químicas.

– Temperatura

Los resultados de la estimación de temperatura en superficie mediante muestreo en continuo muestran unos valores en el mes de marzo de 15-16 °C (Figura 4.7-16). De igual manera la temperatura en agosto llega a alcanzar los 20 a 22 °C (Figura 4.7-17).

Asimismo, de los puntos muestreados de forma discreta a lo largo del polígono objeto de estudio se han obtenido los perfiles de temperatura que se representan en la Figura 4.7-18.

Estos perfiles muestran una columna de agua mezclada en invierno y la estratificación, algo más suave que en otras zonas, alcanzada en verano.

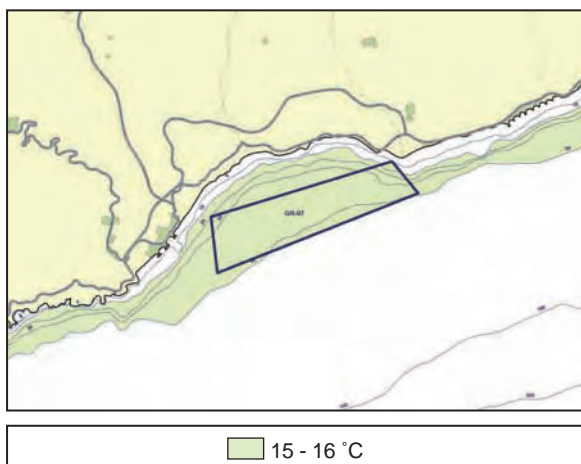


Figura 4.7-16 Temperatura superficial detectada durante el muestreo de marzo 2003.

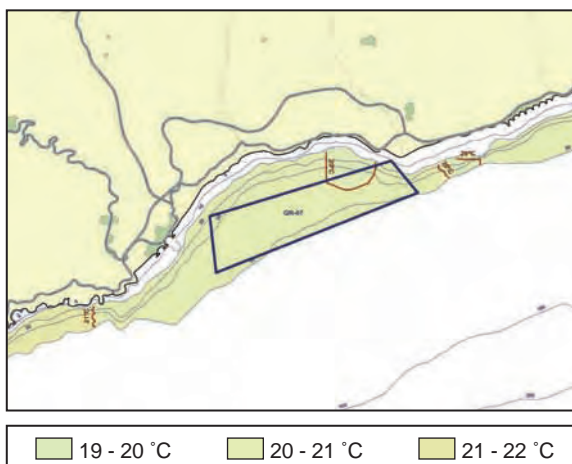


Figura 4.7-17 Temperatura superficial en la zona GR-07 durante el muestreo de agosto de 2003.

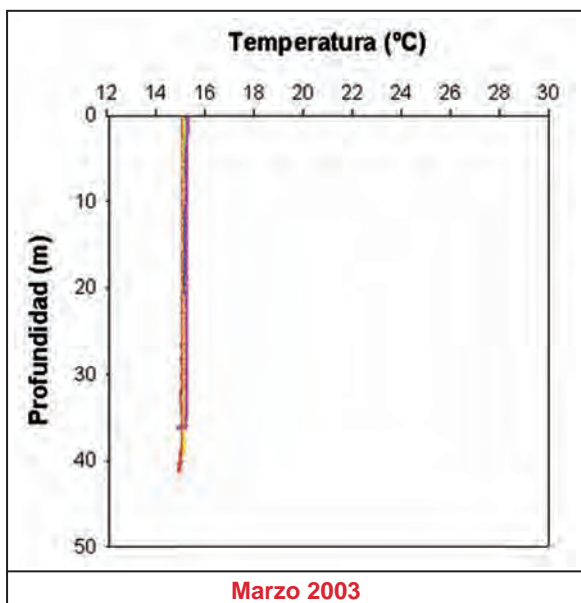
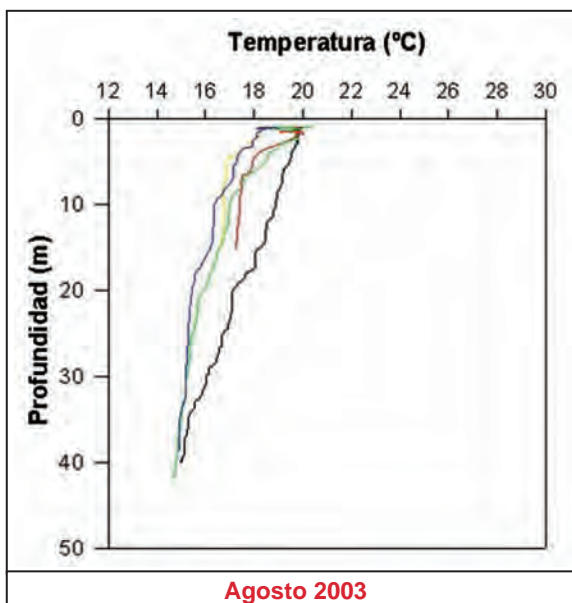


Figura 4.7-18 Perfiles de temperatura para las estaciones de muestreo de la zona GR-07.



Comparando esto con los datos de satélite (Figura 4.7-19) vemos como se sigue la misma tendencia que en las zonas anteriores, máximo de temperatura en el mes de agosto y mínimo en el de febrero. Coincidiendo los promedios calculados con las temperaturas muestreadas de forma continua.

Nuevamente vuelven a coincidir los valores registrados con los tomados de forma continua y mediante satélite. En marzo se obtiene resultados correspondientes a una columna con un valor homogéneo de 15 °C tanto en superficie como en fondo. Esto indica la fuerte mezcla que se está produciendo. Por el contrario en verano valores obtenidos en superficie oscilan entre 19 °C y 20 °C, según la estación muestreada, estos valores van disminuyendo progresivamente en profundidad hasta llegar a 15 °C a unos 40 m.

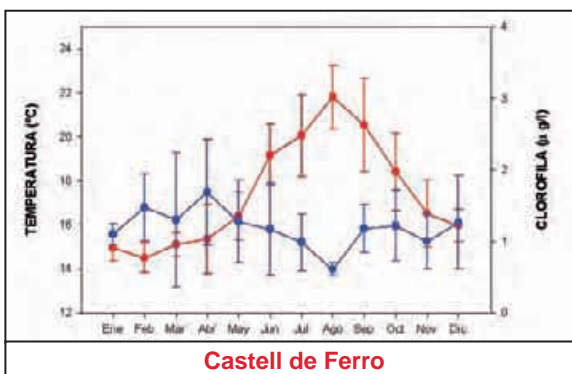


Figura 4.7-19 Promedio mensual de temperatura (rojo) y clorofila (azul) superficial para la zona de estudio durante los años del 94 al 03 para temperatura y entre el 98 y el 02 para clorofila. Datos de los sensores AVHRR y SeaWiFS. Las barras representan \pm error estándar.

– Salinidad

Los valores de salinidad alcanzados en los dos muestreos muestran una ligera diferencia entre ambas época del año (Figura 4.7.20). Los datos en el mes de marzo muestran salinidades del orden de 35-36 ups en la zona suroeste del área, frente a la salinidad del resto que presenta un rango de 36-37 ups.

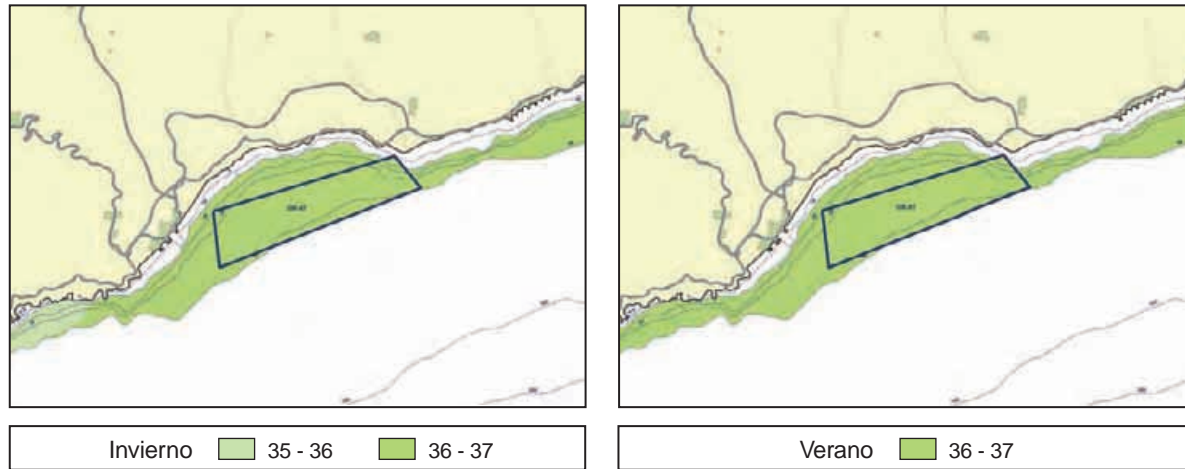


Figura 4.7-20 Salinidad superficial registrada en la zona GR-07 durante los muestreos de marzo y agosto de 2003.

En cualquier caso esta diferencia de salinidad no supondría un perjuicio para los hipotéticos cultivos que se deseen desarrollar en la zona. En el mes de agosto la salinidad presenta un rango de 36-37.

Los perfiles de las estaciones muestreadas (Figura 4.7-21) muestran la misma tendencia que siguen los perfiles térmicos. La salinidad en el mes de marzo fue constante en toda la columna de agua con valores de 36 ups.

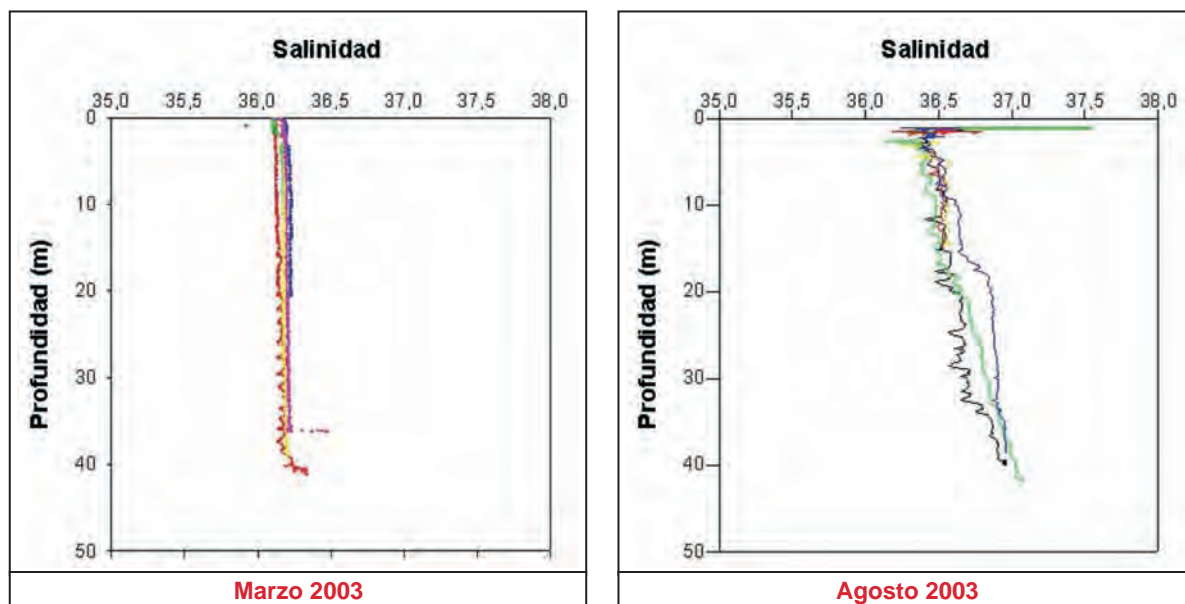


Figura 4.7-21 Perfiles de salinidad en las estaciones muestreadas de la zona GR-07.

En agosto se produce un aumento en superficie, provocado quizás por una mayor evaporación en los primeros metros, debido principalmente al aumento de temperatura propio de la época. En este mes se consiguen en superficie salinidades de 36,5 ups aumentando en profundidad hasta los 37 ups.

– Clorofila

La medida de la fluorescencia durante la derrota del barco mostró una clara diferencia entre los meses muestreados (Figuras 4.7-22 y 4.7-23). Las concentraciones encontradas en invierno son mucho mayores que las registradas en verano.

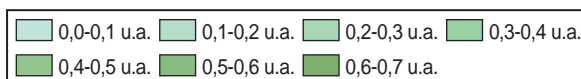


Figura 4.7-22 Mapa de Fluorescencia superficial de la zona GR-07 en el muestreo de marzo de 2003.

Se detectaron valores de entre 1,5 a 2,3 u.a. en el mes de marzo y entre 0 y 0,7 u.a. en agosto, siempre referidos a datos de superficie.

Si se comparan estos resultados con los datos obtenidos en los perfiles realizados en cada una de las estaciones muestreadas se puede observar que, en la mayoría de ellas, no se sobrepasan el valor de 1 u.a. en superficie, encontrándose los máximos distribuidos por toda la columna de agua como muestra la Figura 4.7-24.

Aunque se puede situar de forma genérica a este máximo entre 10 y 30 m de profundidad. El valor más alto alcanzado en la vertical esta en 6 u.a.

Las concentraciones se pueden obtener mediante el estudio de los puntos discretos (Figura 4.7-25). Se dan valores más altos de clorofila fraccionada en marzo que en agosto.



Figura 4.7-23 Fluorescencia superficial de la zona GR-07 en el muestreo de agosto de 2003.

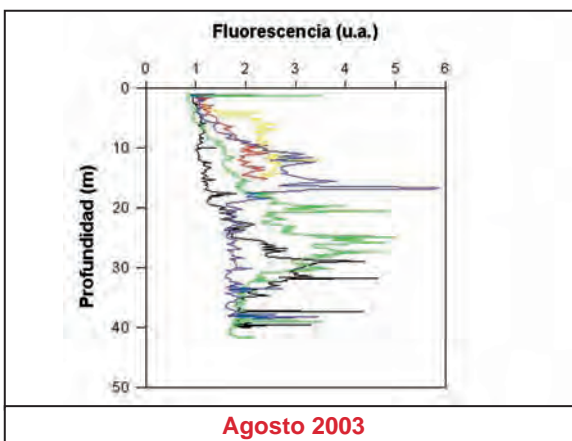


Figura 4.7-24 Perfiles de fluorescencia para las estaciones de muestreo de la zona GR-07.

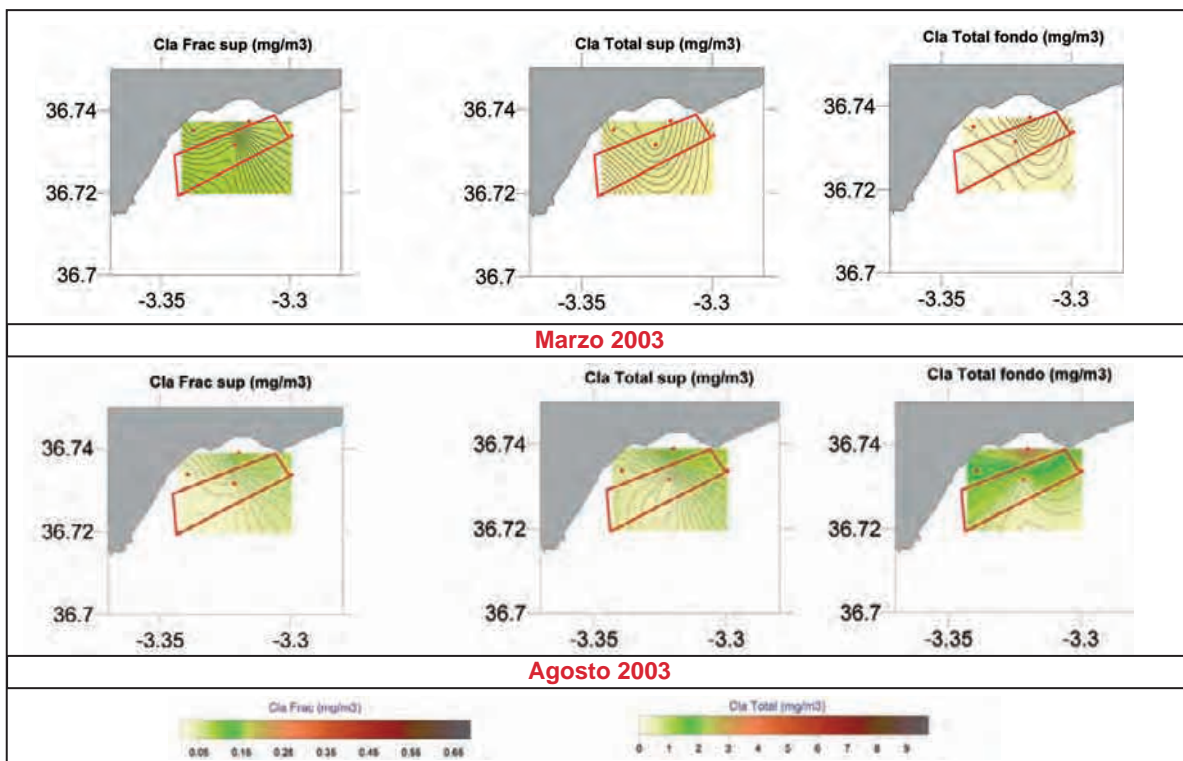


Figura 4.7-25 Concentraciones de clorofila en mg/m3 para las estaciones muestreadas.

En el mes de marzo no existen diferencias grandes entre la clorofila de fondo y la de superficie, caso contrario al que sucede en agosto donde en fondo se registran los valores más altos.

Las concentraciones mayores detectadas se encuentran en un intervalo de entre 2 y 3 mg/m³, estando el resto por debajo de estos.

– **Sólidos en suspensión**

El análisis de los datos obtenidos en el muestreo en continuo presenta unos valores para el coeficiente de atenuación (Figuras 4.7-26 y 4.7-27) donde se aprecia una mayor concentración de sólidos en el mes de agosto.

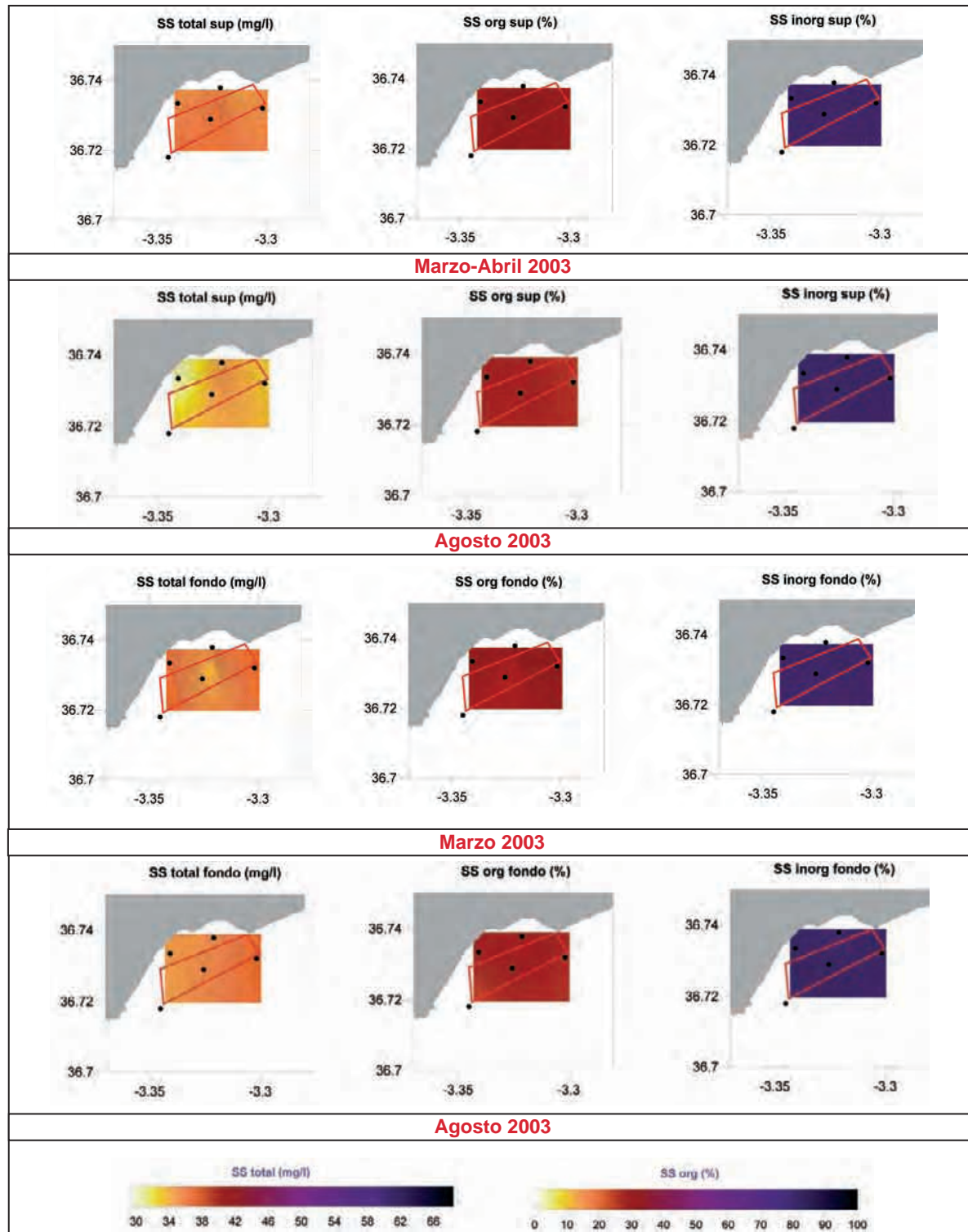


Figura 4.7-28 Sólidos en suspensión en la superficie y en el fondo obtenidos en los muestreos discretos realizados en las dos campañas.

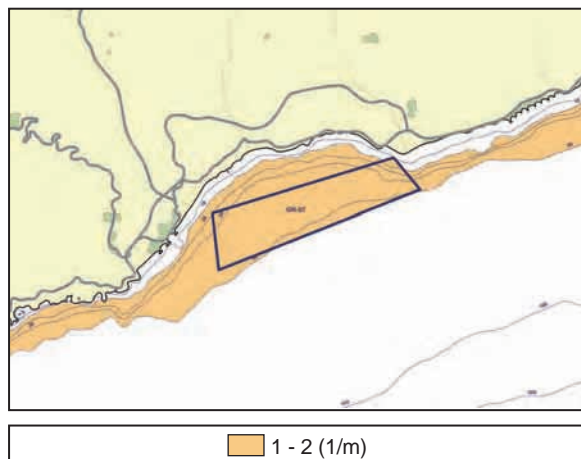


Figura 4.7-26 Coeficiente de atenuación para la zona GR-07 en el muestreo de marzo de 2003.

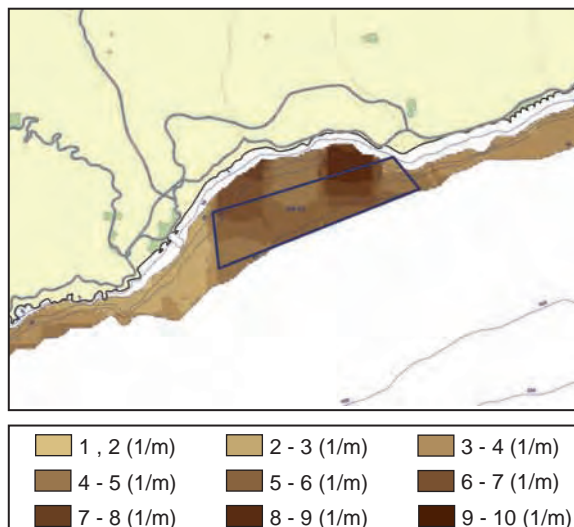


Figura 4.7-27 Coeficiente de atenuación para la zona GR-07 en el muestreo de agosto de 2003.

Los valores obtenidos en marzo no sobrepasan los 2 m^{-1} , mientras que en agosto se puede llegar a alcanzar los 10 m^{-1} .

Los datos obtenidos de forma discreta (Figura 4.7-28) (ver página 211) muestran una mayor concentración de sólido en fondo en ambas estaciones, siendo los datos de forma puntual algo más elevado en el mes de marzo en superficie.

Las concentraciones mayores que se dan en este polígono no sobrepasan en ningún caso los 40 mg/l .

– Oxígeno

Los valores de oxígeno obtenidos para la zona en agosto de 2003 (Figura 4.7-29), muestran niveles superficiales de hasta 7 mg/l . El máximo de oxígeno se da a profundidades de entre 5 y 20 metros, dependiendo de la estación, alcanzándose en este máximo valores superiores a 8 mg/l , para luego decrecer en profundidad hasta alcanzar valores mínimos de 6 mg/l .

Con los resultados obtenidos en referencia a las condiciones físico químicas del agua en el área de Castell de Ferro (Zona GR-07), se pueden realizar las siguientes consideraciones:

1. Los valores de temperatura obtenidos en ambos muestreos presentan un valor mínimo alcanzable para la temperatura de 15°C .
2. La salinidad no afecta negativamente ya que sus valores permanecen estables en las dos épocas del año en las que se realizaron los muestreos.
3. Los valores de clorofila son bajos, como máximo se encuentran en 3 mg/m^3 , lo que no resulta problemático para el cultivo para esas concentraciones.
4. Los sólidos en suspensión detectados presentan también concentraciones inferiores a 40 mg/l , lo que no implica un hipotético problema, para los cultivos marinos.
5. Los valores de oxígeno se encuentra en niveles óptimos para el desarrollo de la actividad acuícola.

Después de la integración de todos los datos en el índice de calidad de agua, se llega a obtener para la zona en cuestión un valor del índice de entre 7,2 y 8,2 para un rango de 0 a 10, obteniéndose los índices más altos localizados en la zona central del área estudiada (Figura 4.7-30).

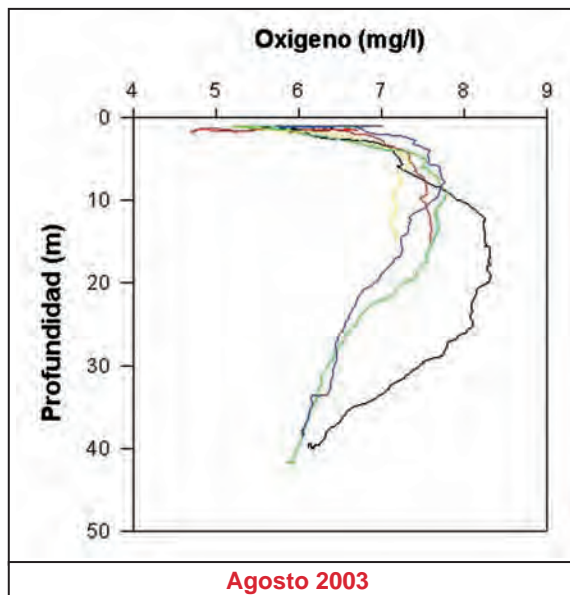


Figura 4.7-29 Perfil vertical de oxígeno para las estaciones muestreadas.

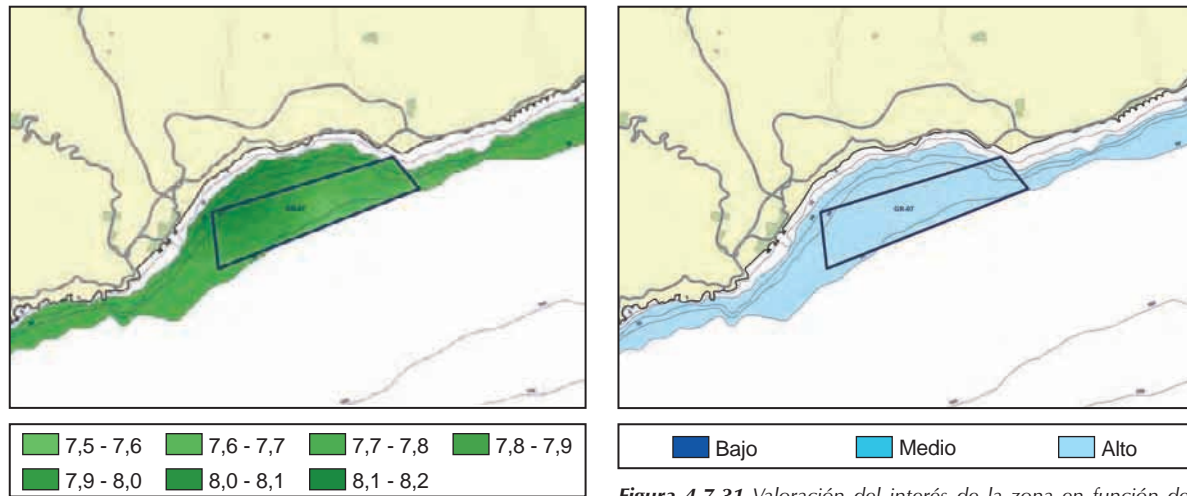


Figura 4.7-30 Índice de calidad de agua para la zona GR-07.

Figura 4.7-31 Valoración del interés de la zona en función del índice de calidad del agua empleado en este estudio.

Finalmente, con estos resultados, la valoración del grado de interés de la zona GR-07 desde el punto de vista de la acuicultura es la que se representa en la Figura 4.7-31, obteniéndose un grado de interés alto para toda la zona.

4.7.3.4.2 Condiciones sanitarias.

El área estudiada se corresponde en su totalidad, al igual que ocurría con la zona GR-06, con la zona de producción AND 1-36. Los resultados obtenidos de los análisis realizados en el control sanitario de esta zona durante los años 2000 a 2002 son los siguientes:

- Contaminación bacteriana:

Los resultados microbiológicos obtenidos en el control sanitario de estas zonas durante los años 2000, 2001 y 2002 indican la ausencia de contaminación por este parámetro. Por tanto la calidad del agua desde el punto de vista microbiológico es muy buena.

- Contaminación por toxinas:

Como se puede comprobar en la Tabla 4.7-3, únicamente se detectó contaminación por toxinas durante el año 2001 en el mejillón. La calidad del agua para este tipo de contaminación mejoró en los años 2002 y 2003, en los que no se detectaron niveles de toxinas superiores a los permitidos.

Zona AND 1-36 (mejillón)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000												
2001												
2002												

DSP PSP

Tabla 4.7-3 Meses en los que los análisis del control sanitario han dado valores de contaminación por toxinas superiores a los permitidos en los años 2000 a 2002.

4.7.4 Caracterización bionómica.

La zona se asienta sobre un lecho fangoso y de escasa pendiente (1.7%). Tan solo en el extremo oriental se dan pendientes más abruptas (7%) y sedimentos arenosos. Esta disposición marca el patrón que seguirán las comunidades bentónicas (Figura 4.7-32).

- **Fondos Detríticos Costeros (FDC):** Se desarrollan sobre la zona de más pendiente, al Este, suponiendo aproximadamente el 20% de la superficie total del polígono. Los valores de abundancia y diversidad son medios, mientras que para bivalvos son bajos.
- **Fondos Detríticos Enfangados (FDE):** Ocupando el resto del polígono, con una pendiente progresivamente más suave hacia el Oeste. Arroja valores muy pobres de abundancia y diversidad, siendo la proporción de moluscos bivalvos de media a muy alta.

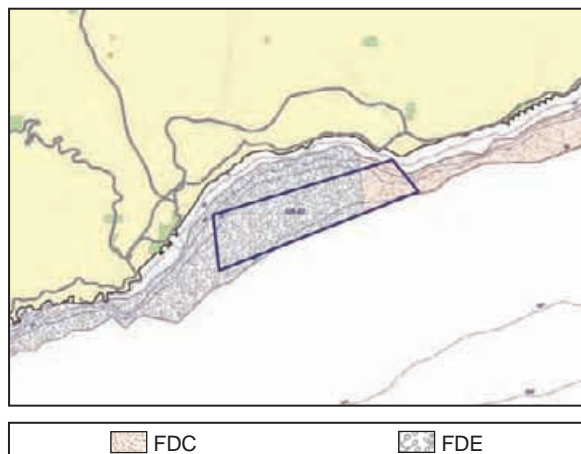


Figura 4.7-32 Tipo de comunidades detectadas en la zona. Los puntos señalan las estaciones de muestreo. FDC = Biocenosis de fondos detríticos costeros; FDE = Biocenosis de fondos detríticos enfangados.

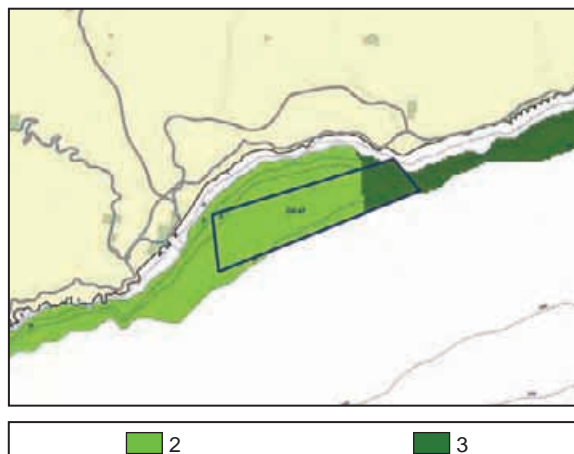


Figura 4.7-33 Valoración de la zona GR-07 en función del tipo de comunidad.

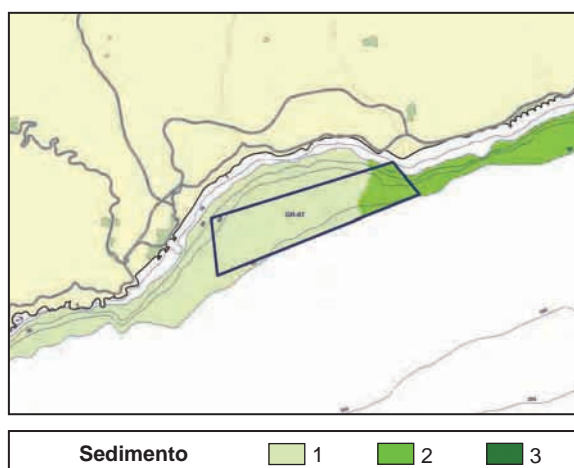
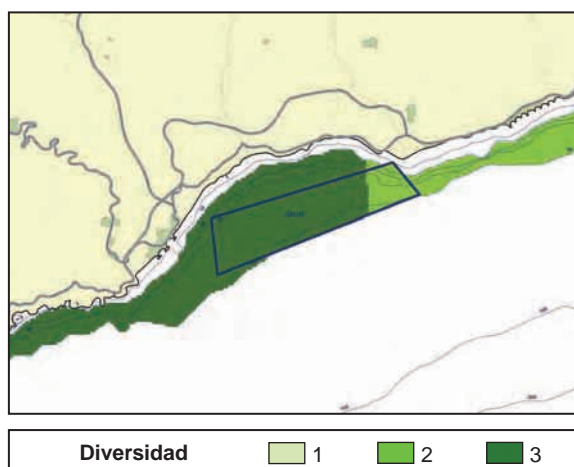
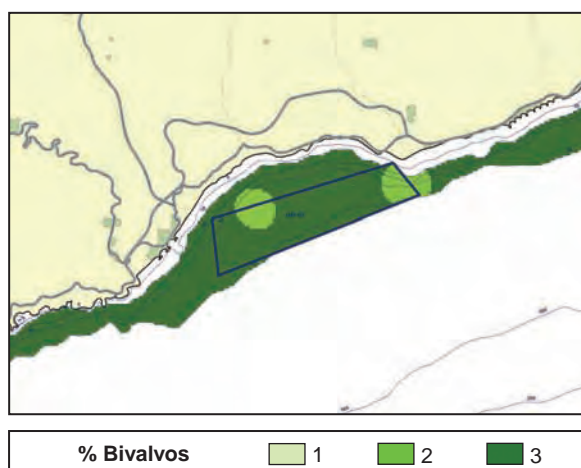
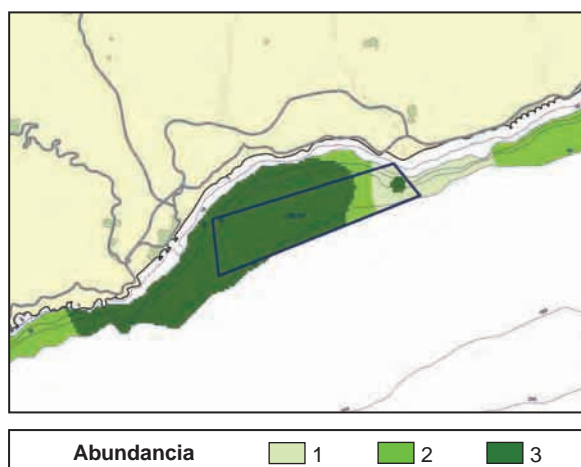


Figura 4.7-34 Valores obtenidos para los restantes factores considerados en la valoración de la zona según sus características bionómicas.

Los valores obtenidos para su inclusión en el índice final, por lo que respecta a los tipos de comunidad existentes son los que se representan en la Figura 4.7-33.

Asimismo, en la Figura 4.7-34 se incluyen las valoraciones obtenidas para cada uno de las características restantes asociadas a la bionomía según el índice de calidad descrito en el apartado de metodología.

Integrando estas valoraciones obtenidas, aplicando la ecuación descrita en la metodología, se obtiene el resultado del índice definido para la valoración de la bionomía, que se representa en la Figura 4.7-35.

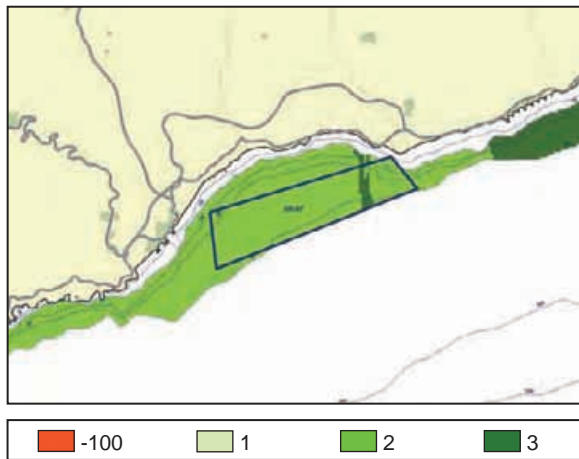


Figura 4.7-35 Índice de calidad de la zona GR-07 en función de la bionomía.

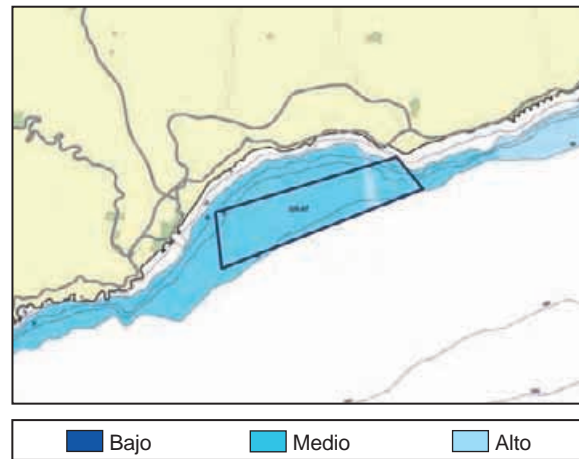


Figura 4.7-36 Valoración del interés de la zona en función de las características bionómicas.

La mayor parte del área posee un valor medio, coincidiendo bastante con la valoración obtenida por el tipo de comunidad existente, aunque se comprueba que también el tipo de sustrato influye en el resultado final del índice.

Según los resultados del índice, el valor 1 no aparece en la zona, aunque sí que aparece este valor al considerar por separado los diferentes factores que integran el índice.

La reclasificación de los valores de índice da como resultado la valoración del grado de interés de la zona atendiendo a sus características bionómicas que se representa en la Figura 4.7-36.

4.7.5 Caracterización del sector pesquero.

En la zona se encuentran dos caladeros tradicionales (Figura 4.7-37) denominados *Punta del Rincón – Castell de Ferro – Barranco del Negro – Cambriles – Los Lances – Rambla del Agua* y *Castillo – Punta de Baños – La Mamola – Las Cañas – Los Yesos*.

Nombre del caladero	Distancia al centro del área de estudio	Especies más representativas capturadas	Artes de pesca utilizadas
- Punta del Rincón – Castell de Ferro – Barranco del Negro – Cambriles – Los Lances – Rambla del Agua	SW y zona central del área de estudio	- Peces: Besugo, breca, brótola, herrera y salmonete. - Moluscos: jibia y sepia.	Maricona y jibiera
- Castillo – Punta de Baños – La Mamola – Las Cañas – Los Yesos	5 Km al NE	- Peces: Besugo, breca, brótola, herrera y salmonete. - Moluscos: jibia y sepia.	Maricona, jibiera y boliche.

Tabla 4.7-4 Caladeros cercanos al área de estudio.

No hay presencia de puertos cercanos pero cuenta con dos núcleos pesqueros próximos a la zona:

- **Castell de Ferro**, este núcleo pertenece al municipio de Gualchos, hallándose a 2,5 km de la zona GR-07. Las artes empleadas por las embarcaciones que desembarcan en este núcleo son los aparejos de anzuelo, la potera, la cuchara y las embarcaciones que faenan con redes. Las principales especies capturadas por estas embarcaciones son las típicas de fondo rocoso, tales como salmonetes de roca, pulpo, sargo, rascacio, brótola de roca y congrio. También se han dado temporalmente choco y calamar.
- **La Mamola**, que se encuentra ubicado en el municipio de Polopos, a unos 4,5 km de la zona de estudio en el que las artes empleadas son principalmente los aparejos de anzuelo, la cuchara y la potera.



Figura 4.7-37 Localización de caladeros cercanos a la zona de estudio.

La especie más común desembarcada en este núcleo es el pulpo, aunque de forma temporal también se presentan otras especies como el choco y el calamar. De forma secundaria, durante todas las épocas del año se obtienen otras especies como congrios, morenas y sargos.

4.7.6 Valoración final.

4.7.6.1 Estudio del medio físico.

Tras el análisis de los resultados se puede concluir que la zona GR-07 (Castell de Ferro) presenta unas buenas condiciones climáticas por cuanto la intensidad de los vientos es baja casi todo el año y la frecuencia de temporales es baja.

La batimetría existente en la zona, presenta una pendiente acusada en la franja comprendida entre 20 y 30 m que se torna en suave en el intervalo batimétrico de 30 a 50 m. Prácticamente la totalidad del polígono considerado se encuentra dentro de la franja batimétrica de 20 a 50 m considerada como la más adecuada para la ubicación de instalaciones acuícolas.

Las corrientes dominantes a 10 m de profundidad en el área son de intensidad media-alta, aumentando con la distancia a la costa. Se pueden considerar por tanto como adecuadas para el cultivo acuícola.

En los extremos a levante y poniente del polígono, existen praderas de fanerógamas que condicionan la ubicación de nuevas instalaciones en sus proximidades. Este hecho habrá de ser tenido en cuenta a la hora de establecer nuevos proyectos.

El oleaje determinado para la zona no es elevado aunque ocasionalmente puedan aparecer fenómenos de riesgo.

El sustrato existente, resulta adecuado para el fondeo de instalaciones acuícolas. Sobre el fondo, se detectan en algunas zonas la presencia de biocenosis de interés medio-alto que habría que tener en cuenta a la hora de elegir un lugar donde ubicar nuevas instalaciones.

La calidad físico-química del agua es buena tanto desde el punto de vista físico-químico como sanitario, en éste último aspecto, se ha observado una mejoría notable desde el año 2.000, en el que se detectaron fenómenos puntuales de contaminación por toxinas que no han vuelto a repetirse en los años 2001 y 2002.

El sector pesquero de la zona actúa normalmente fuera del área considerada, si bien esta área coincide con varios caladeros tradicionales. En esta zona no existen puertos pesqueros cercanos, aunque posee dos núcleos pesqueros en Castell de Ferro y La Mamola. A la hora de proyectar nuevas instalaciones acuícolas, resultaría conveniente localizar zonas de ubicación que no interfieran con este sector.

Con los resultados obtenidos hasta la fecha, se ha realizado una valoración de la zona AL-06, utilizando la metodología ya descrita, y cuyos resultados son los representados en el Figura 4.7-38.

4.7.6.2 Integración entre la valoración del medio físico y la valoración del ámbito administrativo.

La integración de los resultados obtenidos en la valoración del ámbito administrativo con la valoración del medio físico (Plano 7) permite apreciar que la mayor parte del polígono estudiado (aproximadamente un 75%) presenta un interés medio para el desarrollo de la actividad acuícola consecuencia fundamentalmente de la existencia en la zona de un área de fondeo de buques establecida por la autoridad portuaria.

El resto del área se distribuye en un 11% de interés bajo correspondiente a la zona más a poniente del polígono, en cuyas cercanías se localizan praderas de fanerógamas, y un 14% de interés alto en la zona de levante del polígono.

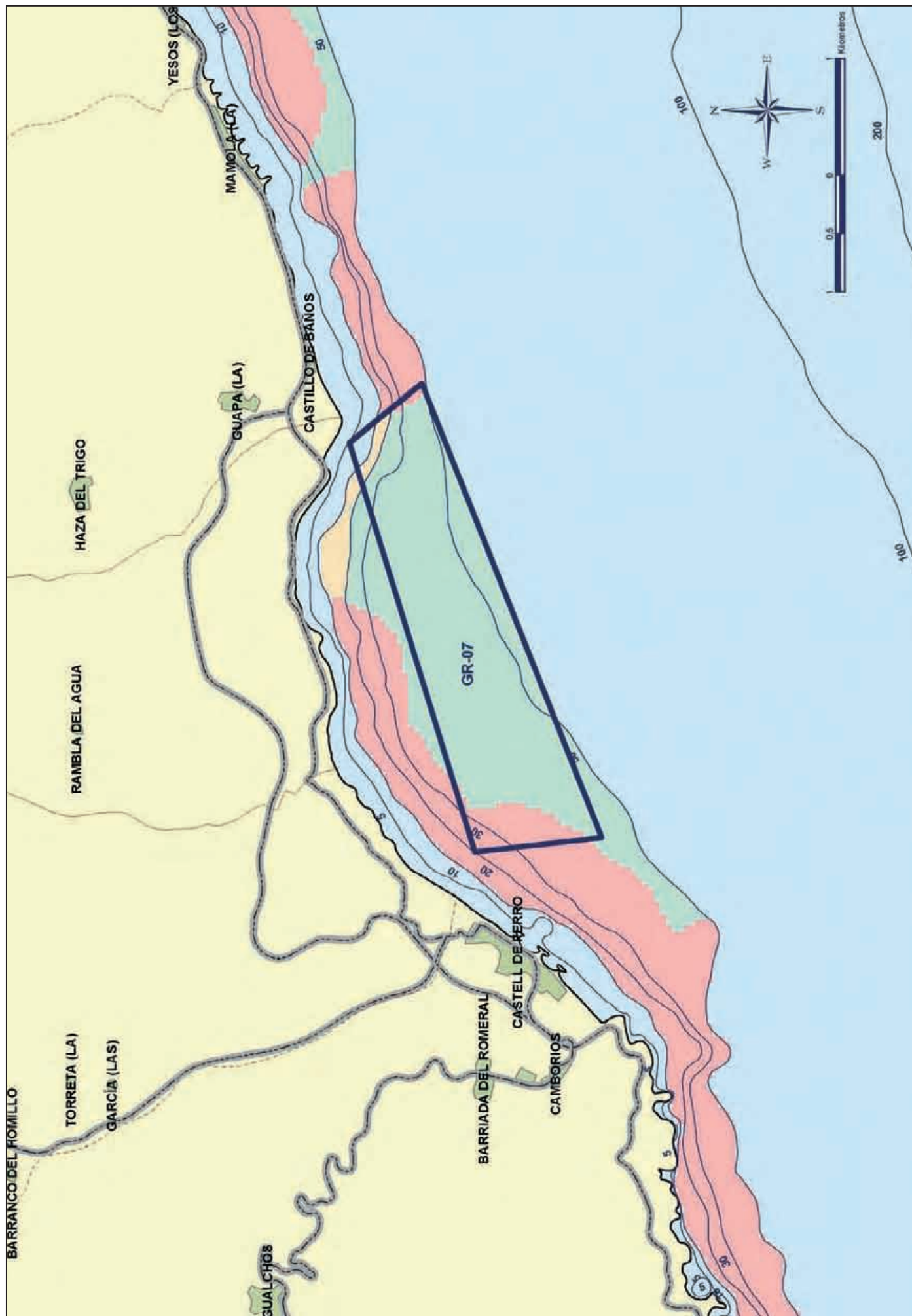
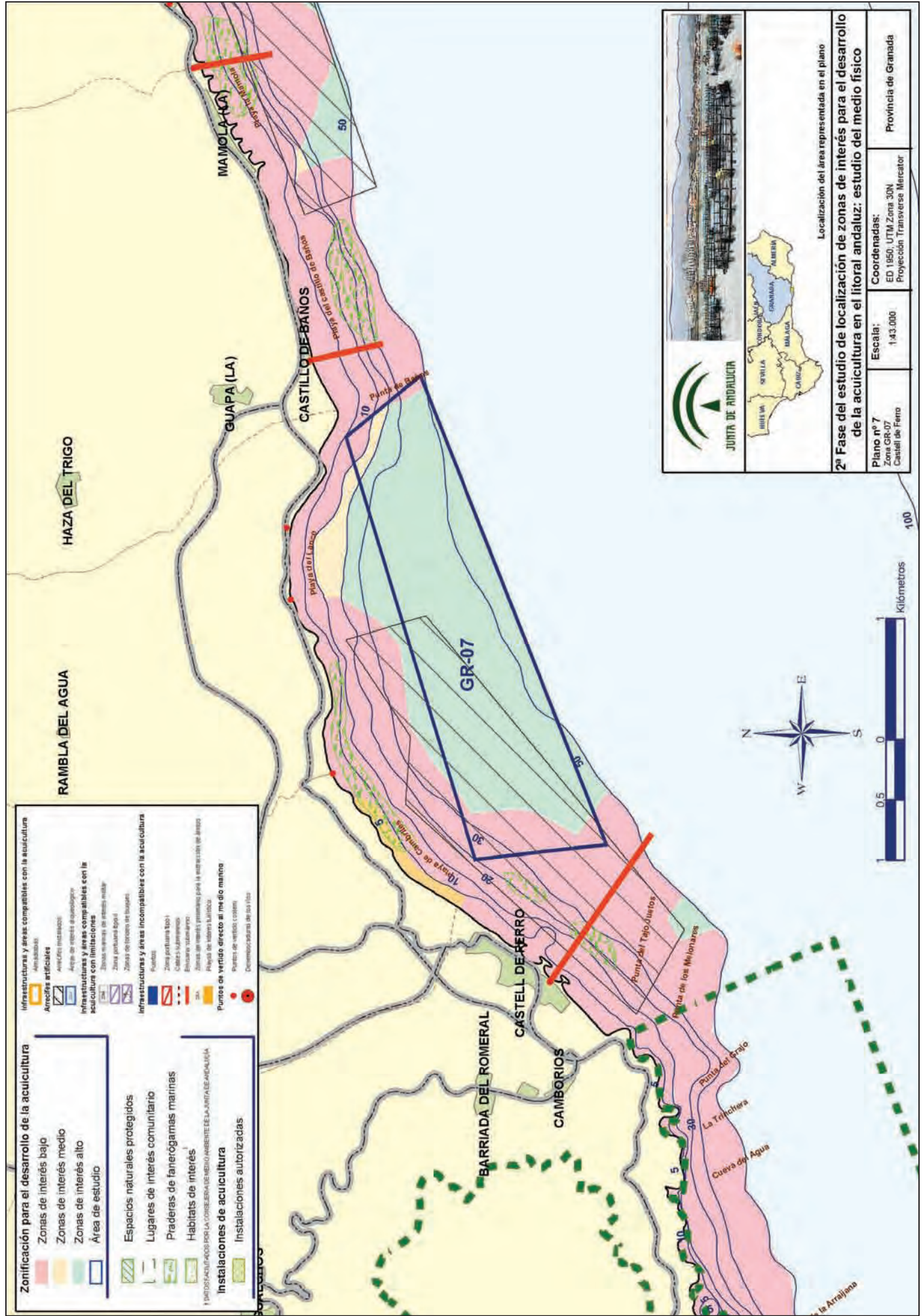


Figura 4.7-38 Valoración final en función de los resultados de la 2ª fase.

Grado de interés Bajo Medio Alto



- Zonificación para el desarrollo de la acuicultura**
- Zonas de interés bajo
 - Zonas de interés medio
 - Zonas de interés alto
 - Área de estudio
- Infraestructuras y áreas compatibles con la acuicultura**
- Infraestructuras
 - Áreas compatibles con la acuicultura
 - Infraestructuras y áreas compatibles con la acuicultura con limitaciones
 - Infraestructuras y áreas incompatibles con la acuicultura
- Instalaciones de acuicultura**
- Instalaciones autorizadas
- Infraestructuras y áreas compatibles con la acuicultura**
- Áreas compatibles con la acuicultura
 - Áreas compatibles con la acuicultura con limitaciones
 - Infraestructuras y áreas incompatibles con la acuicultura
- Infraestructuras y áreas incompatibles con la acuicultura**
- Zonas de interés bajo
 - Zonas de interés medio
 - Zonas de interés alto
 - Área de estudio
- Instalaciones de acuicultura**
- Instalaciones autorizadas

2ª Fase del estudio de localización de zonas de interés para el desarrollo de la acuicultura en el litoral andaluz: estudio del medio físico

Piano nº 7
Zona GR-07
Castell de Ferro

Escala:
1:43.000

Coordenadas:
ED 1950, UTM Zona 30N
Proyección Transversa Mercator

Localización del área representada en el plano
Provincia de Granada



4.8

ZONA GR-08 (MOTRIL)



El área GR-08 se corresponde con los términos municipales de Salobreña y Motril, y abarca el tramo de costa comprendido entre el Peñón de Salobreña (T.M. de Salobreña) y la Playa de la Joya (T.M. de Motril).

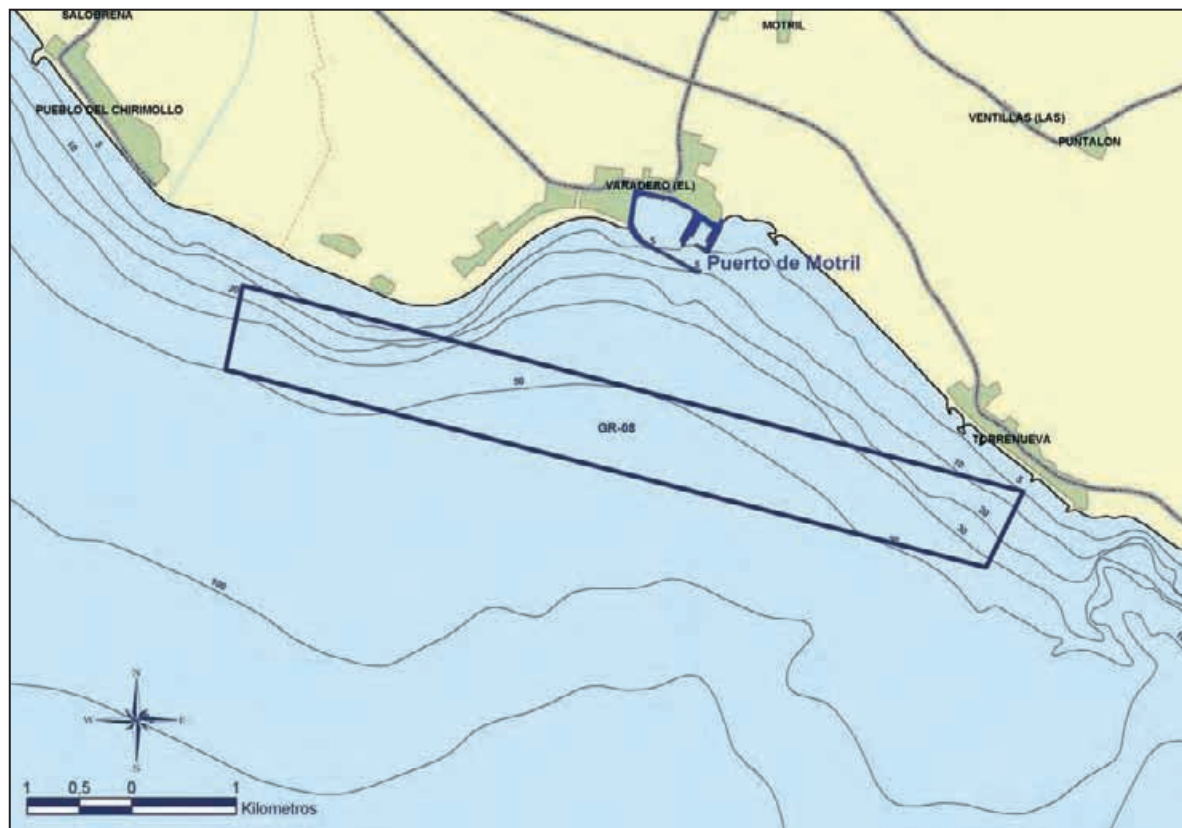


Figura 4.8-1 Zona GR-08 (Motril) y polígono estudiado.

Los trabajos en esta zona se centraron sobre el polígono situado frente al puerto de Motril, entre las playas de La Cagadilla y Torrenueva, con profundidades comprendidas entre los 5 y los 60 m y una superficie total aproximada de 617 hectáreas (Figura 4.8-1).

4.8.1 Compatibilidad administrativa de la zona.

El puerto de Motril condiciona el uso de las zonas cercanas por la extensión de su área portuaria de tipo II que si bien no es incompatible con la acuicultura, si puede imponer ciertas limitaciones al desarrollo de esta actividad.

En la zona comprendida entre la playa de la Charca y la playa de Torrenueva (ambas declaradas de interés turístico), la Consejería de Agricultura y Pesca se plantea la posibilidad de instalar un arrecife artificial, a continuación del cual en la zona de levante se localiza un área de extracción de áridos que es incompatible con el desarrollo de la acuicultura. Frente a la playa de la Charca se encuentra ubicado un arrecife artificial instalado por el Exmo. Ayuntamiento de Motril.

En la zona vierten además varios emisarios ubicados frente a los núcleos de población, siendo los tres ubicados frente al núcleo de El Varadero, los que más afectan al polígono de estudio.

Según se observa en la Figura 4.8-3 (ver página 223), la mayor parte de la zona es incompatible con la actividad acuícola, o compatible con limitaciones desde el punto de vista administrativo. Con todos estos factores, la valoración del interés que presenta la zona para el desarrollo de la acuicultura desde el punto de vista de su compatibilidad con los usos existentes, queda representada en la Figura 4.8-2.

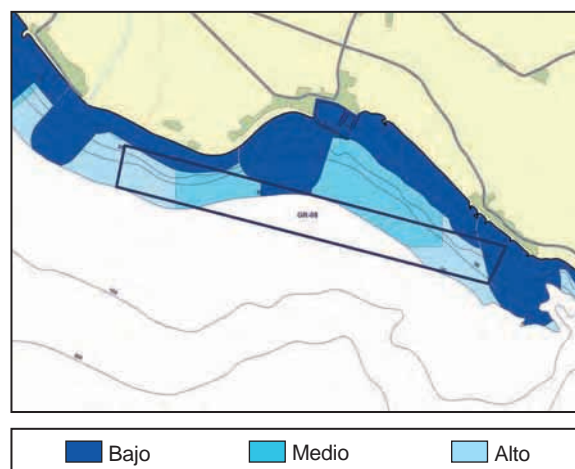


Figura 4.8-2 Valoración del interés de la zona GR-08 atendiendo a la compatibilidad con los usos administrativos.

4.8.2 Caracterización climatológica.

Según los datos obtenidos de la estación agroclimática de Almuñecar, pertenecientes a la red de estaciones Agroclimáticas de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, el clima en la zona se corresponde con un clima tipo **BSh** según la clasificación de Köppen.

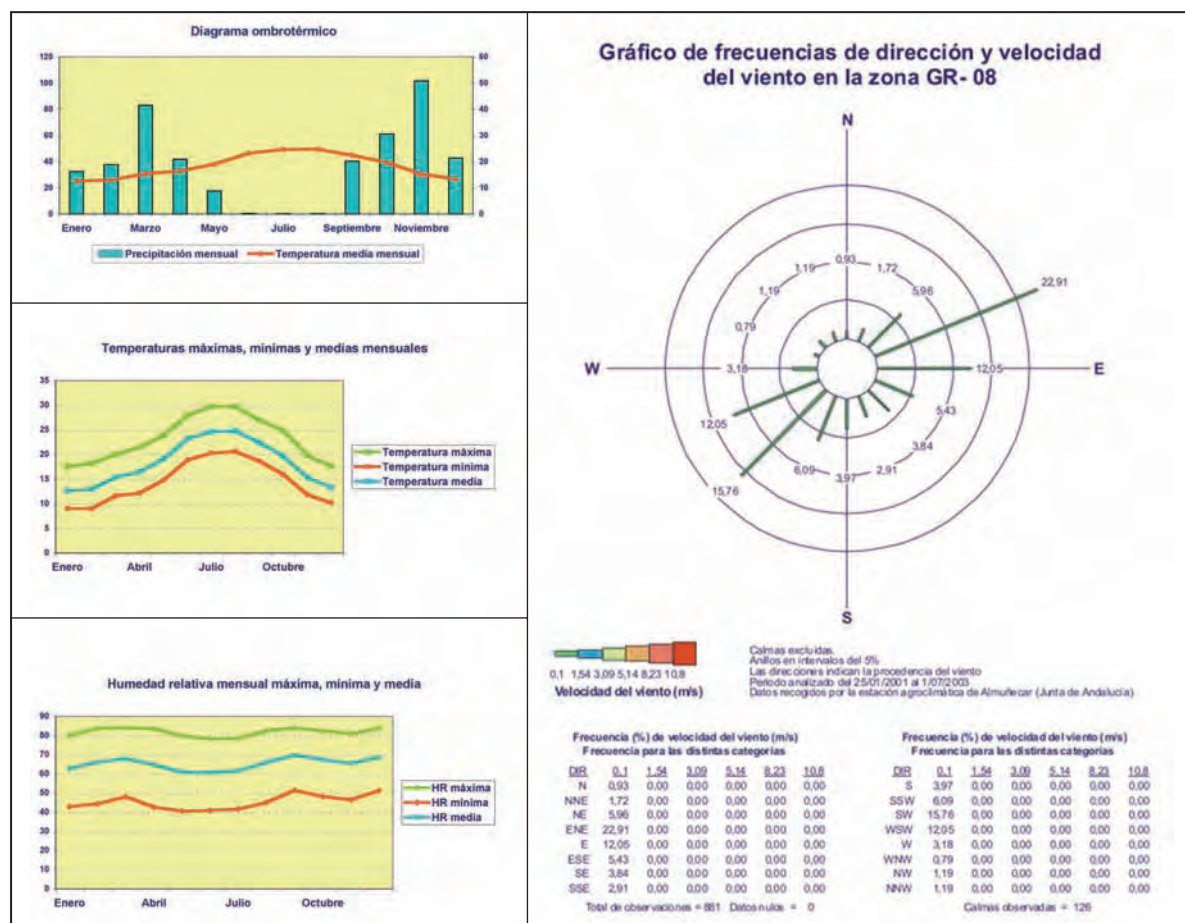


Figura 4.8-4 Caracterización climatológica de la zona estudiada (GR-08).

Se caracteriza por ser un clima seco y caluroso con escasa pluviosidad que se concentra en los meses de invierno y primavera (Figura 4.8-4). La temperatura media mensual oscila entre los 12,6 °C del mes de enero y los 24,8 °C del mes agosto. La temperatura mínima mensual es de 9 °C, alcanzándose en los meses de enero y febrero

La precipitación anual es escasa (458,8 mm anuales), siendo ésta prácticamente nula en los seis meses más cálidos (119 mm), correspondiendo el resto a los meses más fríos (339,1 mm). Los valores de humedad relativa mensuales, mínima, máxima y media, se mantienen bastante constantes a lo largo del año, oscilando en torno al 45,2%, 81,7% y 65,1% respectivamente. El régimen de vientos se corresponde con un predominio de vientos flojos durante todo el año, con dirección predominante de vientos procedentes del ENE, SW y SSW. (Figura 4.8-4))

4.8.3 Caracterización física.

4.8.3.1 Batimetría.

El análisis batimétrico de la zona se puede constatar una pendiente de grado medio que resulta más acusada en la franja batimétrica de 0 a 20 m suavizándose a partir de esta profundidad.

La valoración de la zona en función de este parámetro que es la que se representa en la Figura 4.8-5.

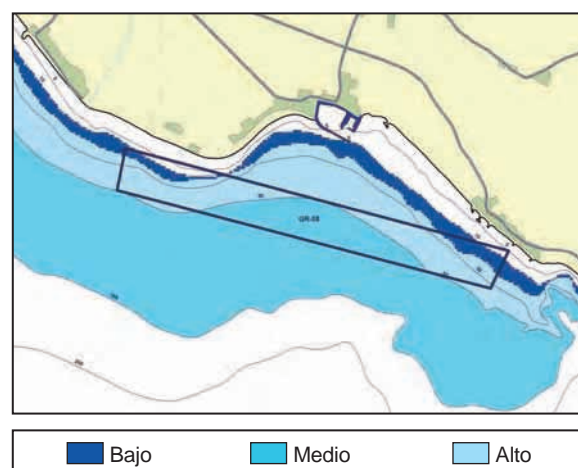


Figura 4.8-5 Valoración del interés de la zona en función de batimetría.

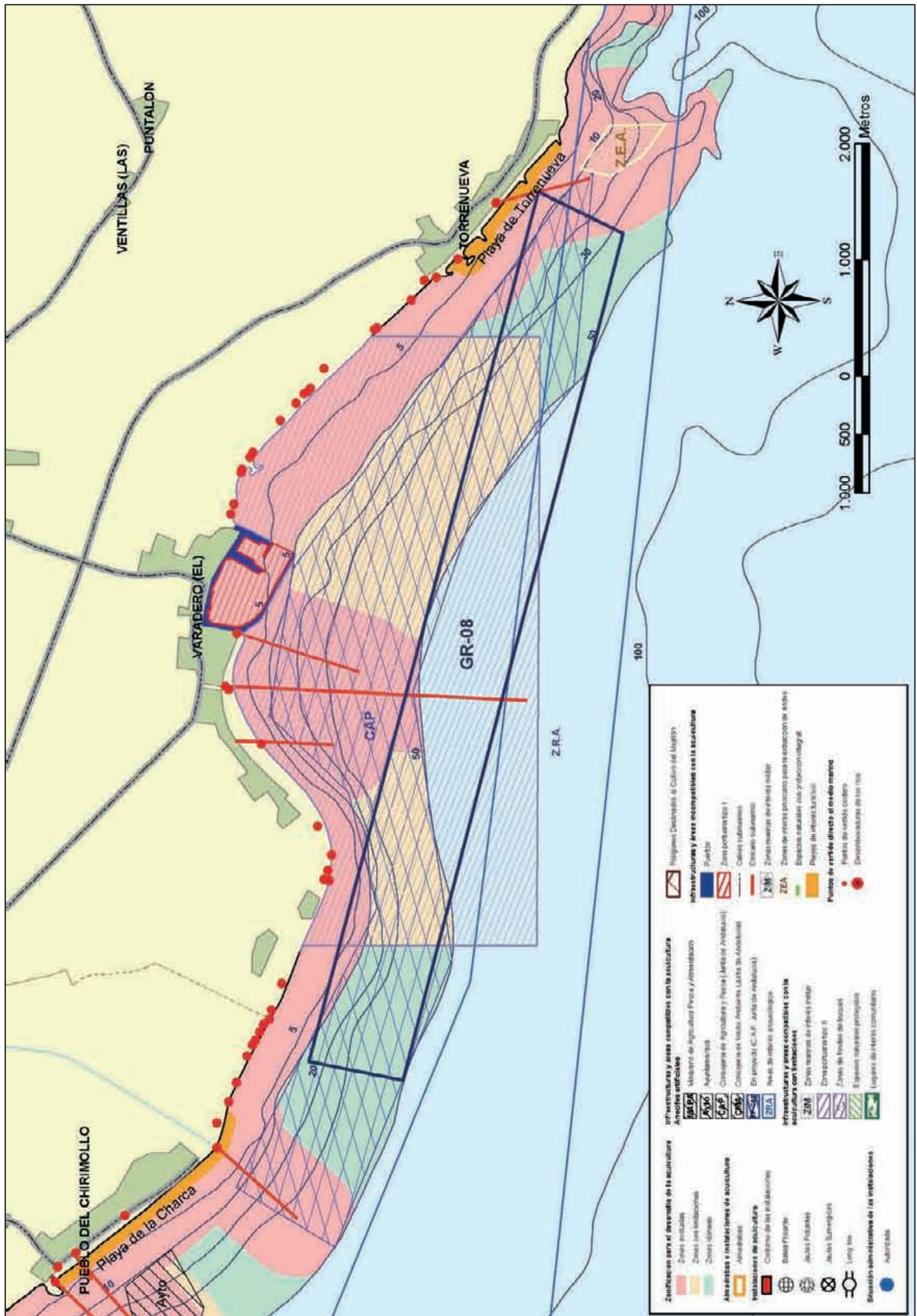


Figura 4.8-3

4.8.3.2 Condiciones oceanográficas.

4.8.3.2.1 Régimen hidrodinámico.

Para conocer el régimen hidrodinámico de la zona, AZTI fundeó un correntímetro doppler del tipo AANDERAA RCM-9. El aparato se instaló el 2 de julio del año 2002 en la posición 36º 44,344' N y 03º 36,238' W, las coordenadas UTM de la posición del correntímetro son: x = 446.075 m e y = 4.066.162 m. La profundidad del punto de fondeo fue de 28 metros y el correntímetro se situó a unos 10 metros por debajo de la superficie del mar. En el mapa de la Figura 4.8-6, puede verse la posición del fondeo del correntímetro RCM-9 (punto de color rojo).

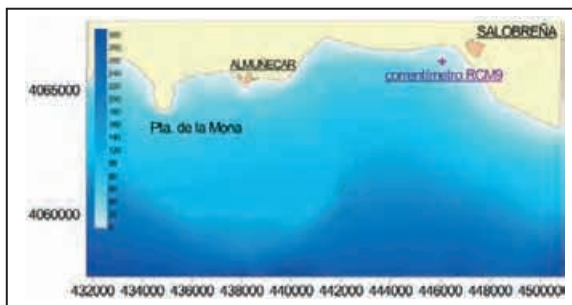


Figura 4.8-6 Posición del correntímetro, fondeado en las proximidades de Salobreña, en las coordenadas UTM: x = 446.075; y = 4.066.612 metros.

El correntímetro se configuró para medir las variables con una cadencia de 10 minutos. El inicio del registro coincide con las 8:42 horas del día 2 de julio y el final de mismo, coincidente con su desfondeo, fue el día 21 de agosto a las 15:41 horas. Disponemos de este modo de un registro de 7.350 medidas de la corriente marina en la zona, con casi 2 meses de duración.

Asimismo, en la Tabla 4.8-1 se presentan los resultados del análisis estadístico del registro de velocidades de la corriente según las direcciones de la misma.

Las corrientes predominantes son hacia el Oeste-Noroeste y Norte-Noroeste, con un total del 15% y 18%, respectivamente; y hacia el Este-Noreste y Este-Sureste, con un total del 13% y 21%, respectivamente, del total de las medidas.

Dirección ⁽¹⁾	Nº medidas	% ⁽²⁾	Vel. Máx ⁽³⁾	Vel. Media ⁽⁴⁾	STD ⁽⁵⁾
0-45 (NNE)	265	7	19.56	5.6	3.4
45-90 (ENE)	481	13	22.98	6.2	3.5
90-135 (ESE)	764	21	21.02	7.2	3.9
135-180 (SSE)	394	11	15.16	5.5	3.1
180-225 (SSW)	293	8	13.69	4.8	2.6
225-270 (WSW)	254	7	18.09	5.2	3.2
270-315 (WNW)	534	15	44.49	8.4	5.9
325-360 (NNW)	637	18	28.85	8.7	5.2

- (1) Sector de dirección (grados)
- (2) Porcentaje de frecuencia en cada sector de dirección (respecto al norte en el sentido de las agujas del reloj)
- (3) Velocidad máxima (cm·s⁻¹) en cada sector direccional
- (4) Velocidad media (cm·s⁻¹)
- (5) Desviación estándar (cm·s⁻¹).

Tabla 4.8-1 Análisis estadístico de dirección e intensidad de la corriente medida por el correntímetro instalado entre el 2/7/2002 y el 21/8/2002.

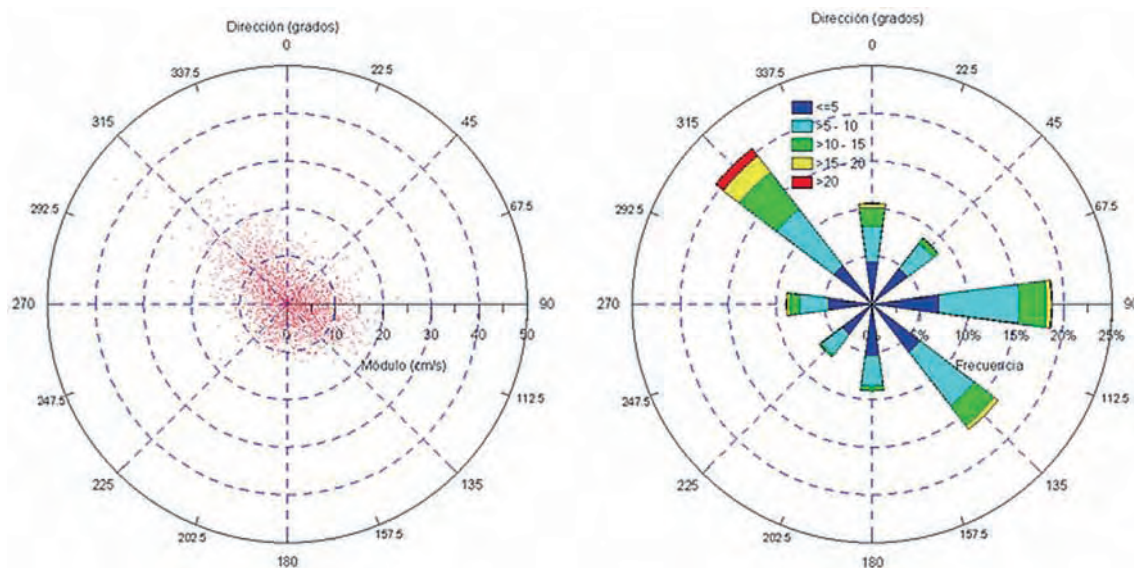


Figura 4.8-7 Diagrama polar y rosa de corrientes obtenida a partir de los datos del correntímetro fondeado en la zona.

En la Figura 4.8-7, se han representado el diagrama polar y la rosa de corrientes obtenidos a partir de los datos registrados por el correntímetro durante todo el tiempo de muestreo. Se observa que las corrientes más frecuentes son las que se encuentran dentro de los sectores noroeste, este y sureste, siendo más intensas las del primer sector mencionado que las de los otros dos sectores.

En resumen las direcciones predominantes de las corrientes han sido:

- a) Hacia la dirección media Este (E): total del 34%.
 - Hacia el Este-Sureste (ESE): 21 % del registro.
 - Hacia el Este-Noreste (ENE): 13% del registro.
- b) Hacia la dirección media Noroeste (NW): total del 33%.
 - Hacia el Norte-Noroeste (NNW): 18 % del registro.
 - Hacia el Oeste-Noroeste (WNW): 15 % del registro.

Los vientos que han generado las corrientes que se han mencionado anteriormente han resultado ser:

- Viento del Sur-Suroeste para la corriente hacia el Este.
- Viento del Este para la corriente hacia el Noroeste.

Se ha considerado como representativa, en función de los resultados obtenidos en otros estudios de la costa andaluza, una intensidad media de los vientos en la zona una velocidad igual a 20 km·h⁻¹, tanto en el caso de viento del Este, como en el caso de viento del Oeste-Suroeste. Los resultados obtenidos por el modelo han sido calibrados comparándolos con los datos facilitados por el correntímetro fondeado a 10 metros de profundidad frente a Salobreña.

En el caso del viento del Este de velocidad igual a 20 Km·h⁻¹, el valor de la dirección de la corriente obtenido por la simulación numérica, a 10 m de profundidad, es de -45º (o lo que es lo mismo 315º: cuarto cuadrante), que se corresponde apreciablemente con las direcciones individuadas en las direcciones entre WNW y NNW.

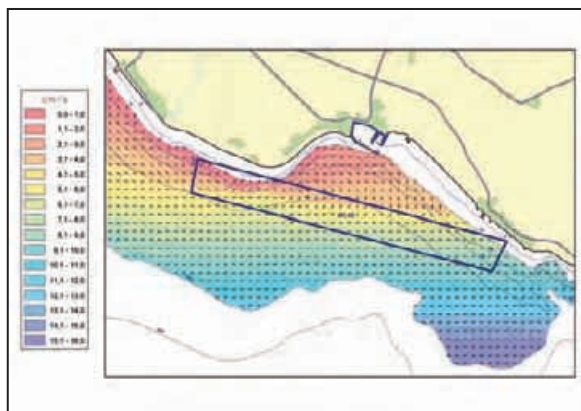


Figura 4.8-8 Velocidades en cm·s⁻¹ con viento del Este de 20 km·h⁻¹ a 10 m de profundidad.

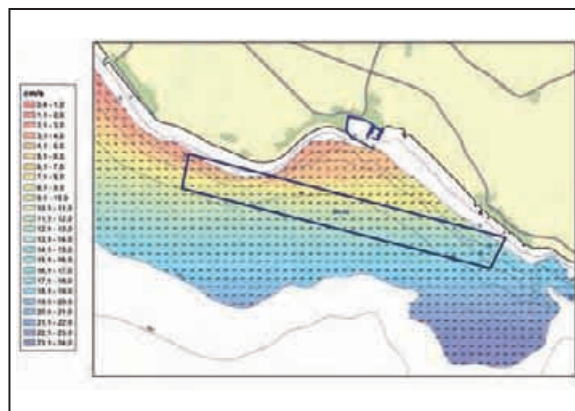


Figura 4.8-9 Velocidades en cm·s⁻¹ con viento del Sur-Suroeste de 20 km·h⁻¹ a 10 m de profundidad.

La corriente es máxima en superficie, con un valor de aproximadamente 15 cm·s⁻¹ y su módulo disminuye con la profundidad hasta los 13 metros, con una velocidad poco superior a 6 cm·s⁻¹, y aumenta hasta llegar a una velocidad de aproximadamente 9 cm·s⁻¹ en el fondo; simultáneamente, la dirección de la corriente al acercarnos hacia el fondo gira en sentido horario por efecto de la batimetría y para asegurar la conservación de la masa de fluido. En la Figura 4.8-8 se presentan los resultados obtenidos en la simulación tridimensional de la corriente producida por el viento a 10 m de profundidad con viento del Este.

Para el viento del Sur-Suroeste (Figura 4.8-9), el valor de la dirección de la corriente obtenido por la simulación numérica, a 10 metros de profundidad, es de 93º (segundo cuadrante). La corriente es máxima en superficie, con un valor de aproximadamente 29 cm·s⁻¹ y su módulo disminuye con la profundidad hasta alcanzar una velocidad

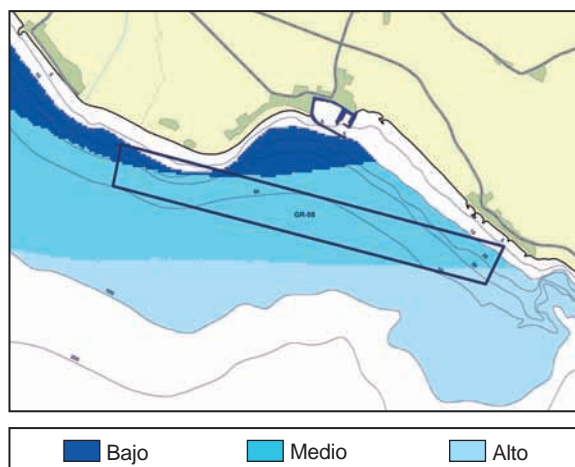


Figura 4.8-10 Valoración del interés de la zona GR-06 en función de las corrientes dominantes a 10 m de profundidad.

de casi $12 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ en el fondo profundidad de 13 metros, con una velocidad poco inferior a $4 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$, y aumenta hasta alcanzar casi $12 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ en el fondo; simultáneamente, la dirección de la corriente al acercarnos hacia el fondo gira en sentido horario por efecto de la batimetría y para la conservación de la masa del fluido.

Con estos resultados la valoración de la zona en función de la velocidad de corriente a 10 m de profundidad es la que se incluye en la Figura 4.8-10 (ver página 225).

4.8.3.2.2 *Dispersión de posibles partículas contaminantes.*

En la zona GR-08 se localizan dos pequeñas áreas con presencia de fanerógamas marinas al NW. En la Figura 4.8-11 se representan junto a estas praderas, los puntos utilizados para el cálculo de la dispersión de partículas procedentes de hipotéticas instalaciones, a las cuales se les ha determinado el área de dispersión potencial de una partícula de tamaño medio ($31 \mu\text{m}$) en función de la dirección y velocidad de las corrientes dominantes en la zona.

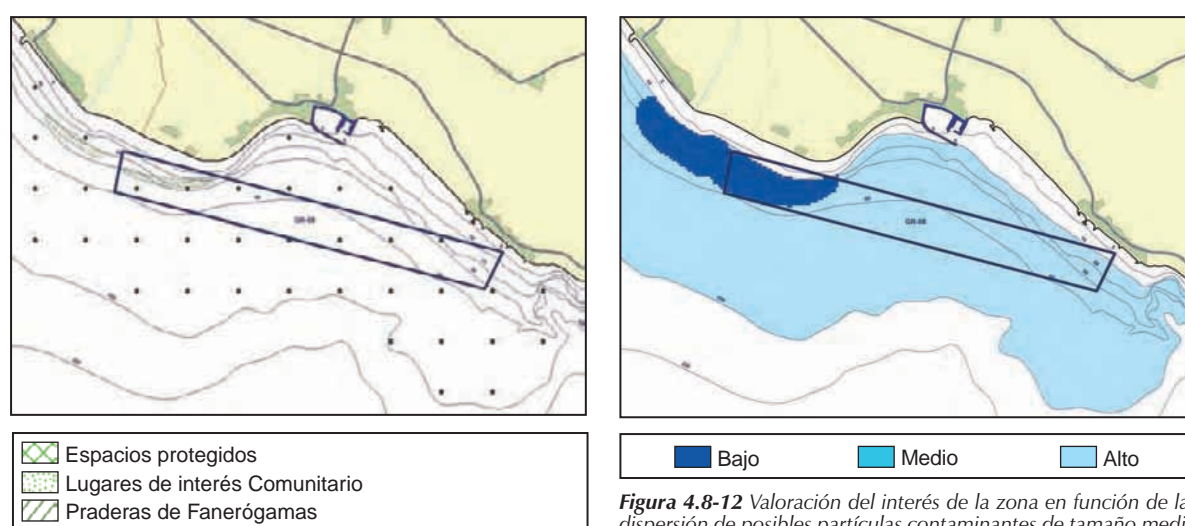


Figura 4.8-11 Localización de la praderas de fanerógamas, espacios protegidos y lugares de interés comunitario en la zona de estudio. Los puntos indican la disposición de hipotéticas instalaciones acuícolas para la realización de los modelos de dispersión.

Figura 4.8-12 Valoración del interés de la zona en función de las dispersión de posibles partículas contaminantes de tamaño medio ($31 \mu\text{m}$).

Con los resultados obtenidos en el análisis de modelización, se ha realizado la valoración que se representa en la Figura 4.8-12, donde se aprecia que la dispersión de contaminantes únicamente tiene importancia en la zona cercana a la pradera de Posidonia oceanica, resultando la práctica totalidad del área estudiada de interés alto desde el punto de vista de este parámetro, exceptuando la zona correspondiente a la ubicación de las praderas de fanerógamas.

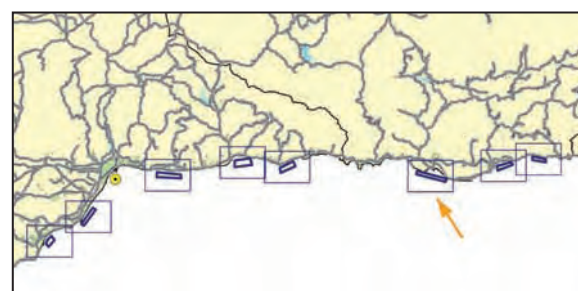


Figura 4.8-13 Situación de la Boya de Málaga respecto a la zona Gr-08 (flecha naranja).

4.8.3.2.3 *Régimen de oleaje.*

El régimen de oleaje, se ha caracterizado partiendo de los datos procedentes de la boya de Málaga (Figura 4.8-13), cuyos registros han dado los resultados que se incluyen en la Tabla 4.8-2 junto con la valoración obtenida para el área que abarca dicha boya.

Parámetro	Descripción del parámetro	Valor registrado	Valoración
PNE1.2m	Probabilidad de No Excedencia para una altura de ola significativa de 1.2 metros (2 m. de altura máxima)	0.93	3
TROE1	Oleaje que produzca daños o deformaciones en las jaulas, hasta el extremo de no garantizar la permanencia de los peces en el interior de la misma. $H_{\text{max}} = 6 \text{ m}$.	$2 < \text{TR} < 5$	2
TROE2	Oleaje que produzca graves daños (reparables o no) en la estructura o elementos de fondeo. $H_{\text{max}} = 10 \text{ m}$.	300	2
		Valoración Final	2,45

Tabla 4.8-2 Régimen de oleaje medido en la boya de Málaga.

La valoración final de la zona desde el punto de vista del régimen de oleaje, es de 2,45, es decir que, para este parámetro, el área GR-08 posee un grado de interés alto según la metodología descrita en el apartado correspondiente.

4.8.3.3 Descripción del sustrato.

En esta zona predominan los sedimentos fangosos, especialmente en su parte central, que es la más profunda y alejada de la orilla. El fango es fundamentalmente de carácter limoso y lateralmente pasa a fango-arenoso y arena-fangosa, por la parte occidental, mientras que por la oriental pasa a fango-arenoso, arena y arena gravosa. Estos materiales más gruesos se ubican en fondos menos profundos y próximos a la orilla (Figura 4.8-14).

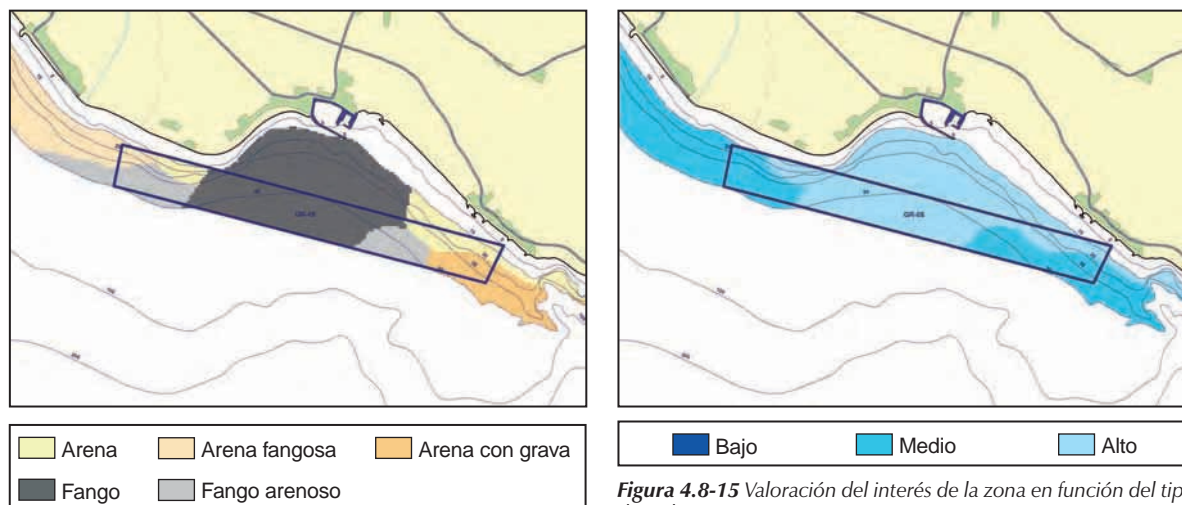


Figura 4.8-14 Diferentes tipos de sustrato determinados en la zona GR-08.

Figura 4.8-15 Valoración del interés de la zona en función del tipo de sedimento.

Las muestras presentan valores de desviación típica entre 0,02 y 3,7, correspondientes a depósitos muy bien y mal clasificados respectivamente. En el primer caso se trata de sedimentos de carácter fango-limoso depositados en el sector central de la zona, mientras que los segundos se relacionan con sedimentos arenosos con alto contenido en grava, como los presentes en los sectores laterales de la zona. Las curvas de distribución de tamaños tienen carácter unimodal, en el caso de los sedimentos limosos y polimodal en el caso de la arena-gravosa.

De los resultados se deduce que la dinámica sedimentaria se desarrolla bajo un régimen deposicional controlado fundamentalmente por aportes procedentes de arroyos o ríos cercanos, que aportan material fino en suspensión, limo y algo de arcilla que, arrastrado por las corrientes litorales, se deposita en las partes centrales y más profundas, donde es menor la energía del oleaje y la fuerza de las corrientes generadas por estos.

No obstante, el cambio lateral de facies observado, indica un cambio en el régimen deposicional, de forma que en los sectores laterales de la zona de estudio, la tasa de aportes es muy baja y el régimen deposicional está básicamente controlado por la acomodación. La dinámica sedimentaria en estos sectores se caracteriza por la continua removilización y erosión de los depósitos, con el consiguiente lavado de finos y enriquecimiento en gruesos.

La valoración de la zona en función de los resultados del sedimento es la que se representa en la Figura 4.8-15, en la que se comprueba que para la zona GR-08, las características del sedimento no son un elemento negativo para la ubicación de nuevas instalaciones, si bien las zonas de levante y poniente del polígono estudiado presentan un grado de interés medio desde el punto de vista este parámetro.

4.8.3.4 Calidad de aguas.

4.8.3.4.1 Condiciones físico químicas.

– Temperatura

Los registros en el mes de marzo arrojan un valor de entre 15 y 16°C en toda la zona (Figura 4.8-16), estos valores invernales se contraponen con los de verano (Figura 4.8-17) donde se registran temperaturas que llegan a alcanzar hasta 26°C, aunque la tendencia en toda la zona en el mes de agosto es de unos 22°C.

Comparando estos datos con los obtenidos mediante satélite (Figura 4.8-18) se comprueba como la media de los últimos diez años arrojó unos valores para el mes de marzo de 15°C, siendo en agosto este promedio de 22°C, lo que concuerda con los datos.

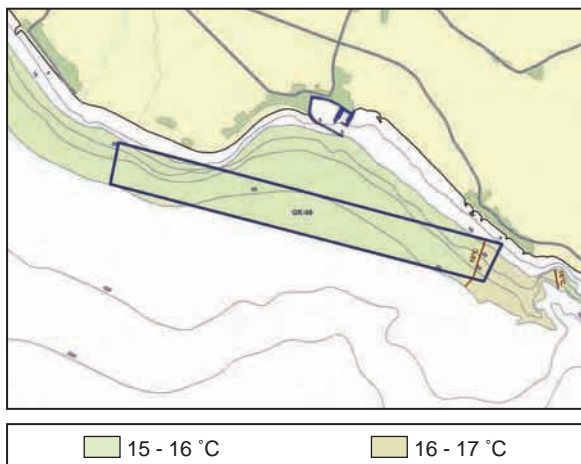


Figura 4.8-16 Temperatura superficial detectada durante el muestreo de marzo 2003.

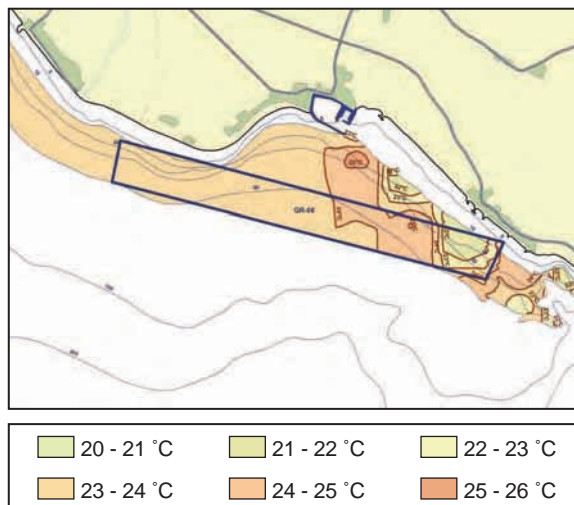


Figura 4.8-17 Temperatura superficial en la zona GR-08 durante el muestreo de agosto de 2003.

Los perfiles verticales se muestran en la Figura 4.8-19. se pueden observar las típicas características invernales, con columna de agua muy mezclada, y veraniegas con clara estratificación.

Los valores registrados en marzo rondan los 15 °C, los cuales se mantienen a lo largo de toda la columna de agua. En agosto los valores superficiales detectados rondan los 22 a 24 °C, dependiendo de la estación muestreada, y van decreciendo en profundidad hasta alcanzar los 15 °C a profundidades de 50 m.

La termoclina no experimenta un descenso brusco en la vertical como sucedía en otras zonas, estando comprendida tal variación en un rango amplio entre los 5 y 20 m de profundidad.

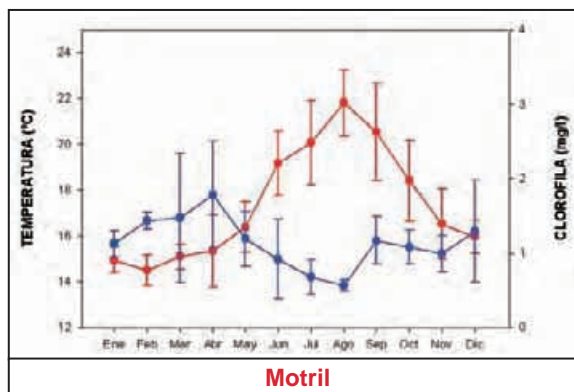


Figura 4.8-18 Promedio mensual de temperatura (rojo) y clorofila (azul) superficial para la zona de estudio durante los años del 94 al 03 para temperatura y entre el 98 y el 02 para clorofila. Datos de los sensores AVHRR y SeaWiFS. Las barras representan \pm error estándar.

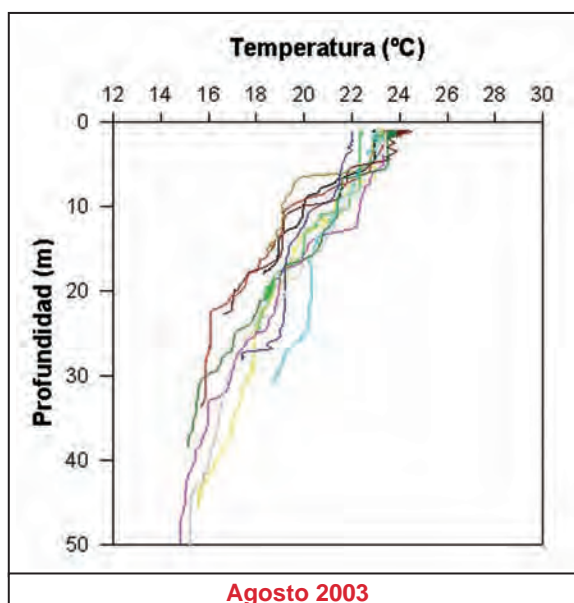
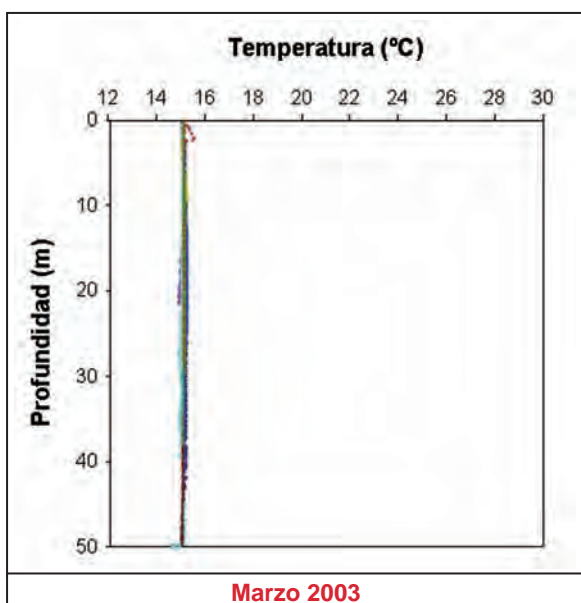


Figura 4.8-19 Perfiles verticales de temperatura para los dos periodos muestreados en las distintas estaciones de la zona GR-08.

– Salinidad

Los valores registrados en ambos muestreos siguen la misma tendencia que los encontrados en toda la zona de granada, es decir no existen marcadas diferencias entre las salinidades de marzo y agosto. Los registros muestran valores entre 36 y 37 ups en ambas épocas (Figura 4.8-20). Los estudios más detallados como los realizados con el perfilador en diferentes puntos (Figura 4.8-21), encuentran diferencias en superficie de medio grado entre ambos muestreos, posiblemente debidas al efecto del aumento de temperatura que se produce en los meses de verano, sobre todo en agosto.

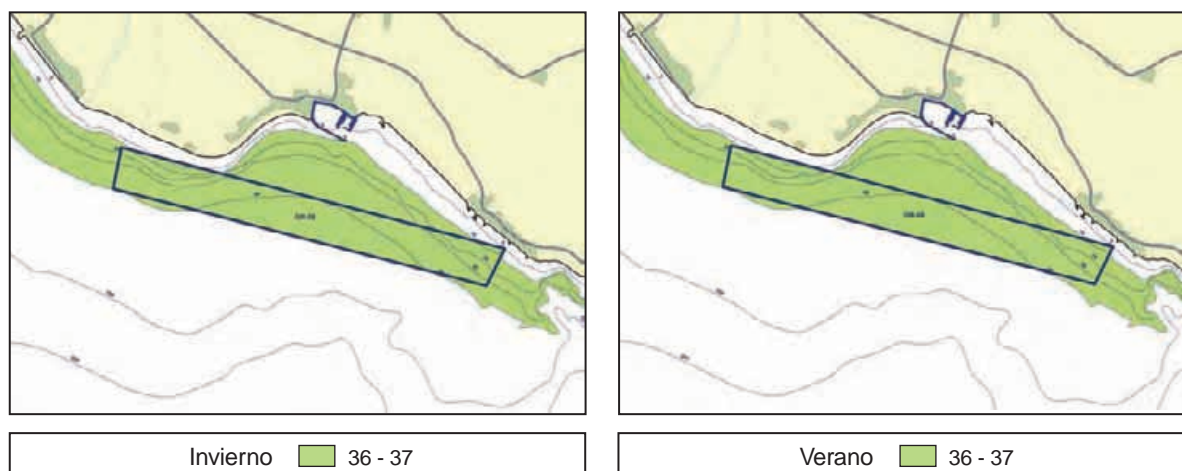


Figura 4.8-20 Salinidad superficial para la zona GR-08, en los dos muestreos realizados.

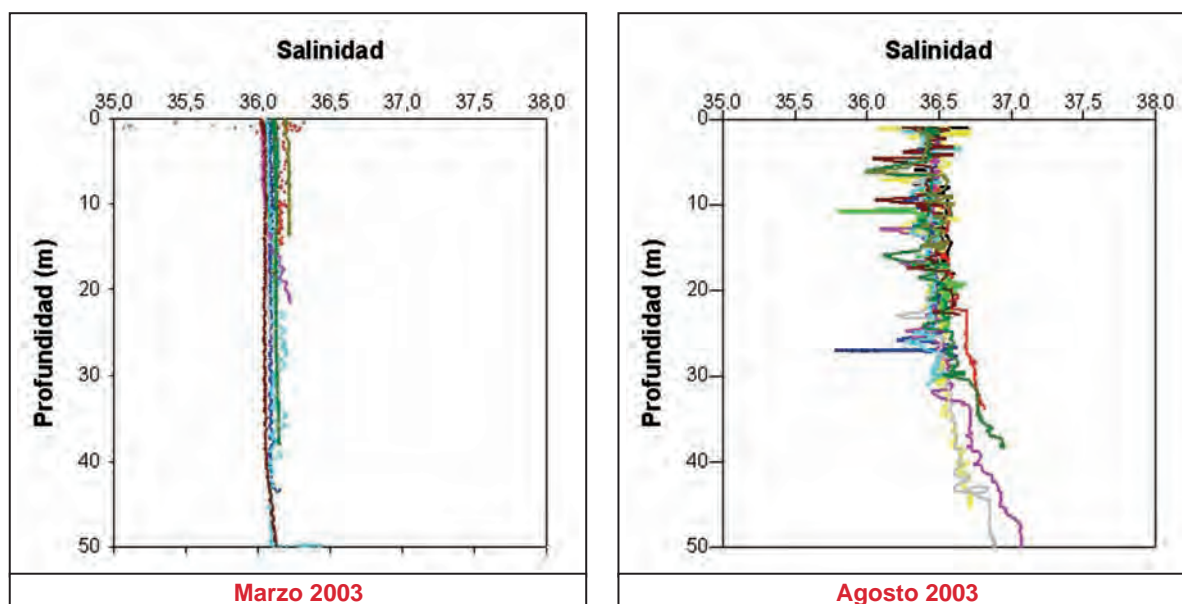


Figura 4.8-21 Perfiles de salinidad para las estaciones de muestreo en la zona GR-08.

Las salinidades permanecen en marzo constantes en toda la columna de agua, mientras que en agosto lo hacen a lo largo de la termoclina para luego aumentar a valores cercanos a 37 en profundidad.

– Clorofila

La fluorescencia detectada en el mes de marzo es superior a los valores encontrados en agosto (Figuras 4.8-22 y 4.8-23). Mientras que en el mes se obtuvieron valores entre 1,3 a 2,5 u.a., en verano los valores no sobrepasaron las 0,5 u.a.

Estos valores implican una mayor concentración de organismos fotosintéticos en invierno. Los datos obtenidos del satélite (Figura 4.8-18), confirman estos resultados: los valores de clorofila son más elevados durante marzo y abril obteniéndose los mínimos en los meses de julio y agosto. En el muestreo discreto se presenta la variación entre clorofila en superficie y en fondo (Figura 4.8-24). Los valores en el mes de marzo son similares tanto en superficie como en fondo, hecho que es producido por una columna de agua muy bien mezclada. Sin embargo en agosto son superiores en fondo donde se dan concentraciones que llegan a alcanzar los 8 mg/m³, localizadas principalmente en las proximidades del puerto de motril.

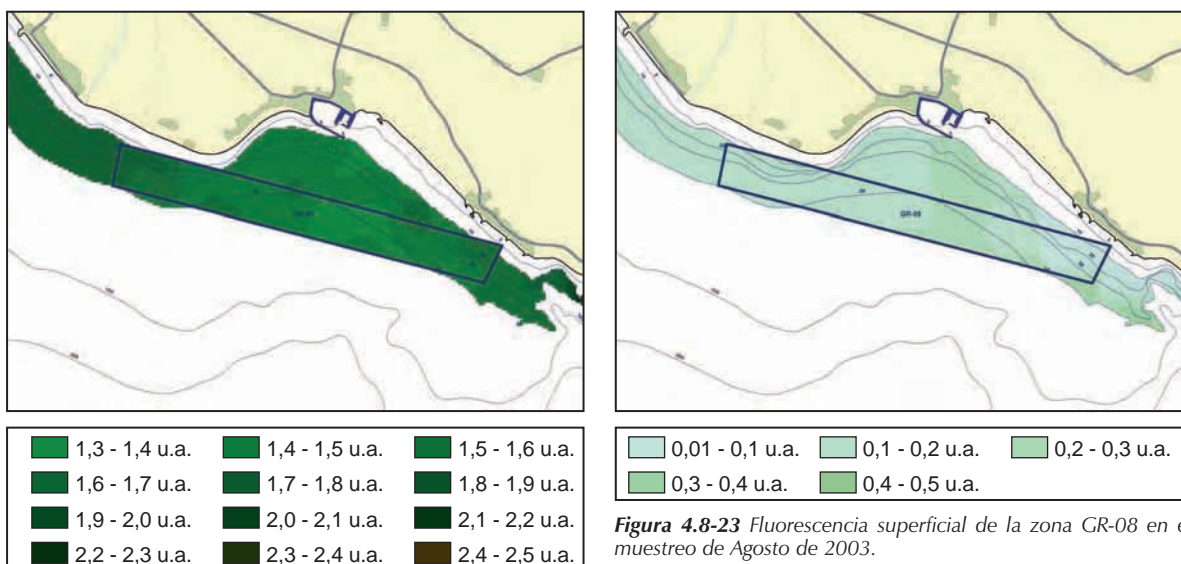


Figura 4.8-23 Fluorescencia superficial de la zona GR-08 en el muestreo de Agosto de 2003.

Figura 4.8-22 Fluorescencia superficial de la zona GR-08 en el muestreo de Marzo de 2003. Figura 4.8-22 Fluorescencia superficial de la zona GR-08 en el muestreo de Agosto de 2003.

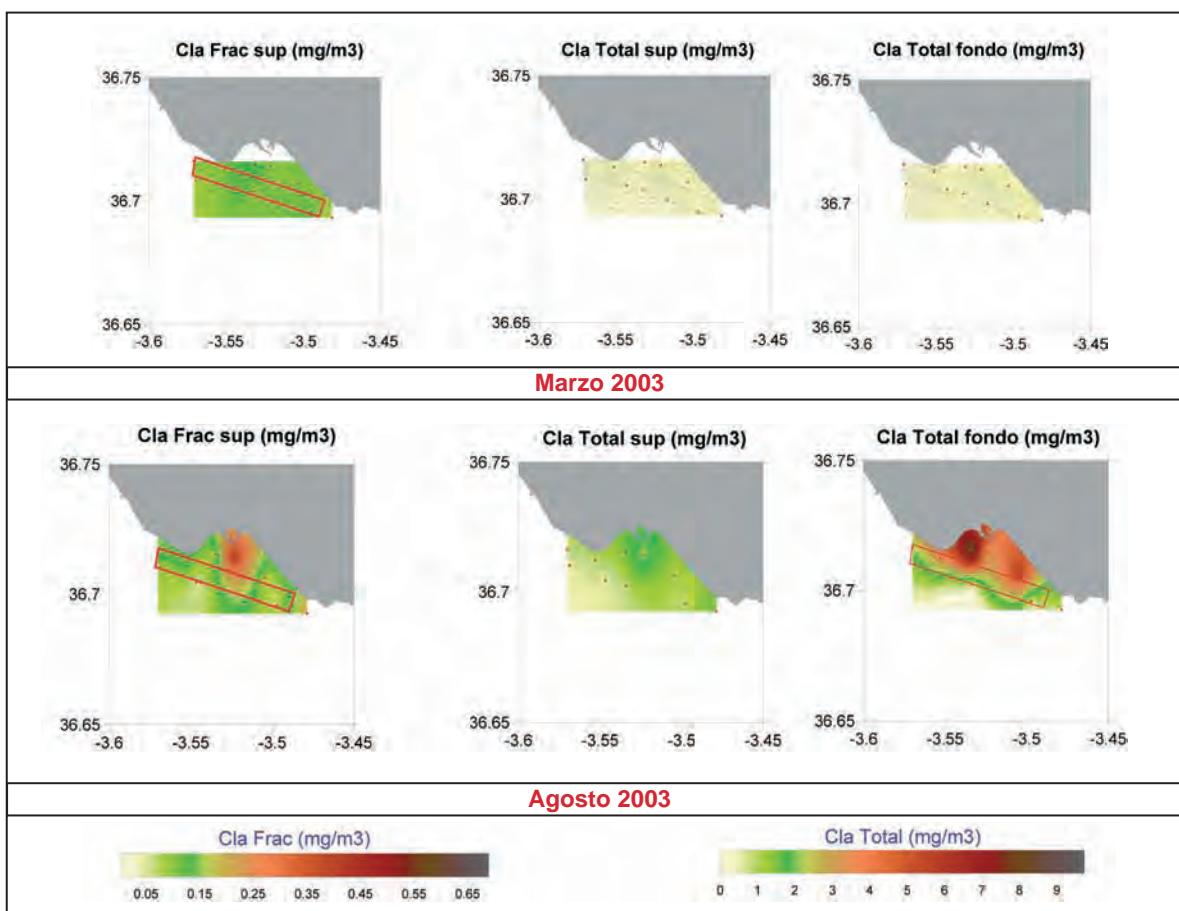


Figura 4.8-24 Valores de Clorofila tanto superficial como profunda para la zona GR-08 durante los dos muestreos realizados.

– Sólidos en suspensión

El coeficiente de atenuación muestra las diferencias significativas encontradas entre los dos periodos muestreados (Figuras 4.8-25 y 4.8-26). Se puede apreciar un considerable aumento del nivel de sólidos en época estival.

Los valores encontrados para el coeficiente de atenuación en superficie para el mes de marzo oscilan entre 0 y 3 m⁻¹, mientras que en agosto este valor llega a alcanzar valores de hasta 22 m⁻¹.

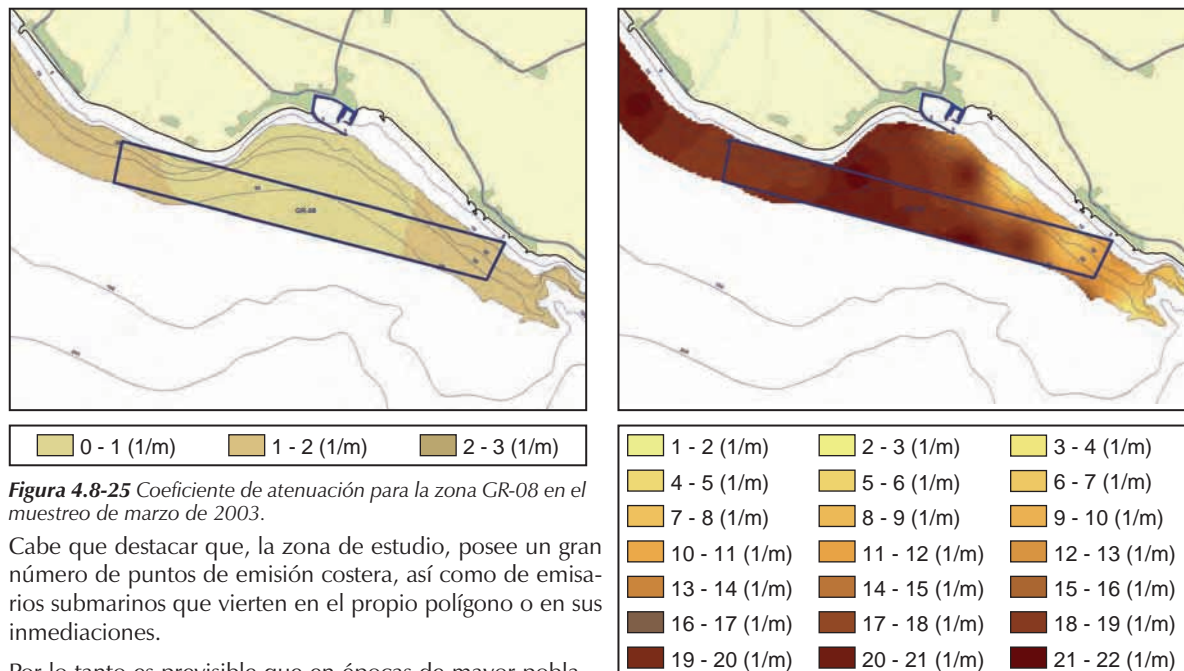


Figura 4.8-25 Coeficiente de atenuación para la zona GR-08 en el muestreo de marzo de 2003.

Cabe que destacar que, la zona de estudio, posee un gran número de puntos de emisión costera, así como de emisarios submarinos que vierten en el propio polígono o en sus inmediaciones.

Por lo tanto es previsible que en épocas de mayor población de la costa y por tanto de incremento de efluentes al medio marino, en estas zonas se incremente la concentración de sólidos en suspensión en el medio.

Figura 4.8-26 Coeficiente de atenuación para la zona GR-08 en el muestreo de agosto de 2003.

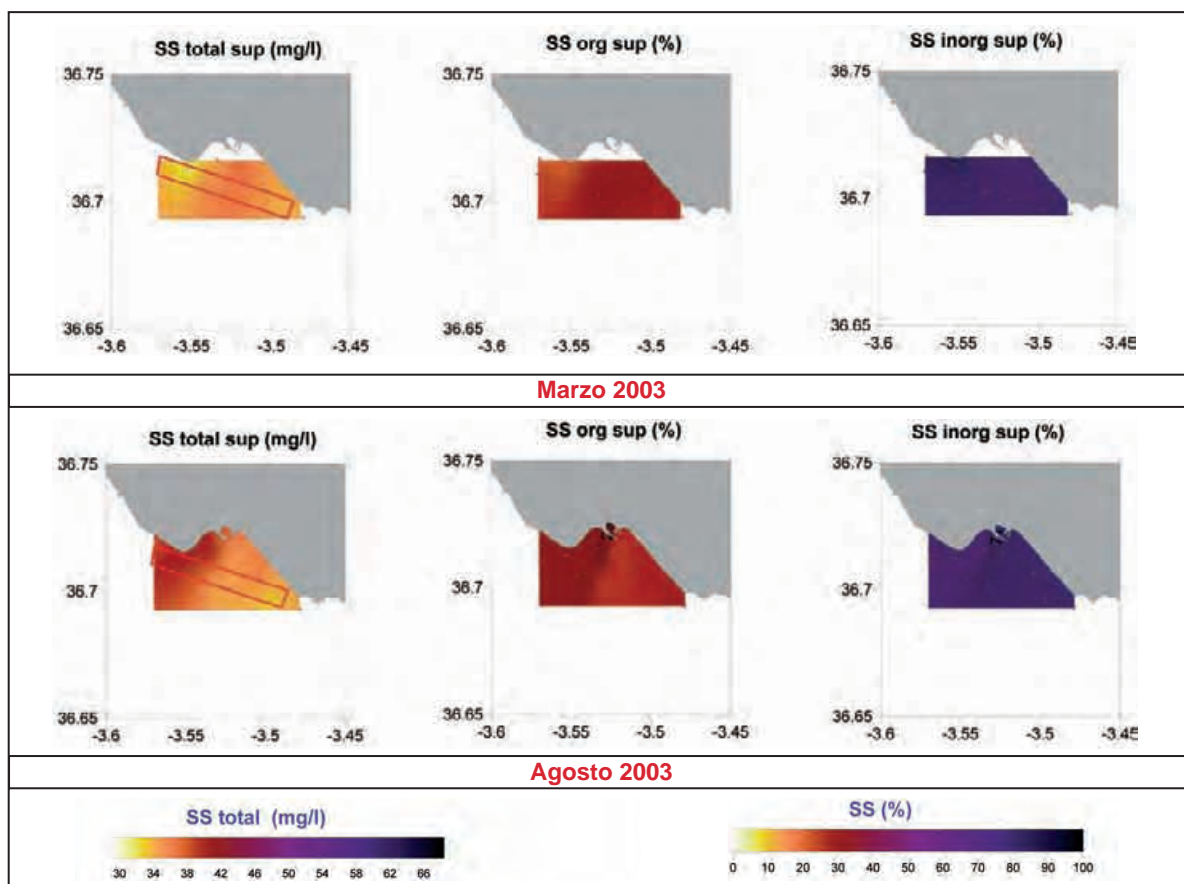


Figura 4.8-27 Sólidos en suspensión en superficie para la zona GR-08 durante los muestreos realizados.

Estos datos se corresponden con los obtenidos durante los muestreos discretos (Figuras 4.8-27 y 4.8-28), en los que se puede apreciar como la concentración es mayor en agosto que en marzo, dándose valores más altos en fondo que en superficie.

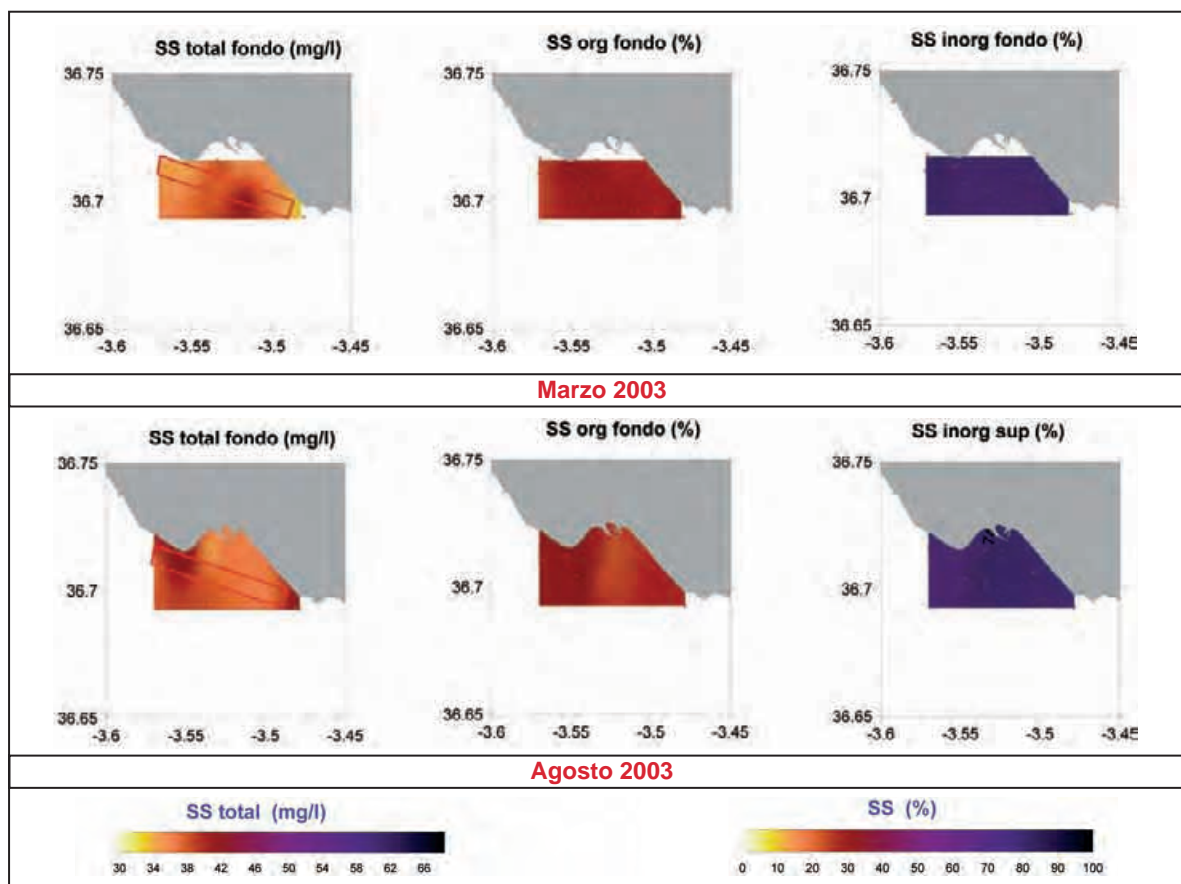


Figura 4.8-28 Sólidos en suspensión en el fondo, determinados en la zona GR-08 durante los dos muestreos realizados.

Las concentraciones mayores obtenidas rondan los 50 mg/l, valores que aún no siendo elevados son unos de los más altos encontrados hasta ahora.

Este aumento de sólidos en suspensión no lleva asociado un aumento de clorofila por lo que se deduce que la naturaleza de estos sólidos es fuertemente inorgánica, probablemente fruto de las emisiones costeras que en la zona llegan a ser altas, siendo algunas de estas emisiones de origen industrial.

Aunque los valores detectados en los dos muestreos realizados no llegan a alcanzar cotas preocupantes, esta zona parece susceptible a incrementos de esta variable ambiental que potencialmente puede generar inconvenientes en futuras instalaciones acuícolas.

– Oxígeno

En la Figura 4.8-29 se muestra el perfil de oxígeno realizado en la campaña de agosto de 2003.

En él se puede observar como la concentración de oxígeno en superficie alcanza valores de entre 6 y 7 mg/l.

El máximo de oxígeno se da a profundidades de entre 10 y 35 metros, decreciendo posteriormente en profundidad hasta alcanzar los 6 mg/l.

Con los resultados obtenidos en referencia a las condiciones físico químicas del agua en el área de Motril (Zona GR-08), se pueden realizar las siguientes consideraciones:

1. Los valores mínimos de temperatura alcanzados en esta zona no son inferiores a 15°C. Por tanto están muy por encima del valor crítico establecido, lo que le confiere a la zona un valor óptimo con respecto a esta variable.

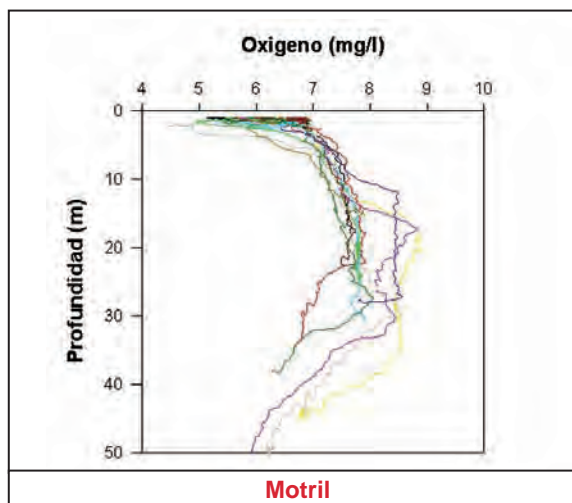


Figura 4.8-29 Perfiles de oxígeno para las estaciones muestreadas en la zona GR-08 en agosto de 2003.

2. La salinidad sigue sin experimentar variaciones bruscas. Por el contrario sus valores son muy estables en las dos épocas muestreadas, por lo que no se puede considerar un factor problemático.
3. Los sólidos en suspensión analizados son los más altos encontrados en toda la costa de Granada. Aún así las concentraciones obtenidas 50 mg/m³ no se pueden considerar elevadas y por lo tanto no son susceptibles de ocasionar problemas.
Sí es necesario tener en cuenta que estos sólidos parecen tener su origen en la acumulación de emisiones para vertidos industriales en la zona. Vertidos a los que potencialmente pueden ser sensibles futuras instalaciones acuícolas.
4. La clorofila tampoco presenta niveles preocupantes, estando siempre por debajo del máximo considerado como perjudicial.
5. La concentración de oxígeno disuelto presenta también valores que se pueden considerar como óptimos para la actividad acuícola en sí.

Después de la integración de todos los datos en el índice de calidad de agua, se llega a obtener para la zona en cuestión un valor del índice de entre 7,1 y 8,2 para un rango de 0 a 10, obteniéndose los índices más altos localizados en la zona central del área estudiada (Figura 4.8-30).

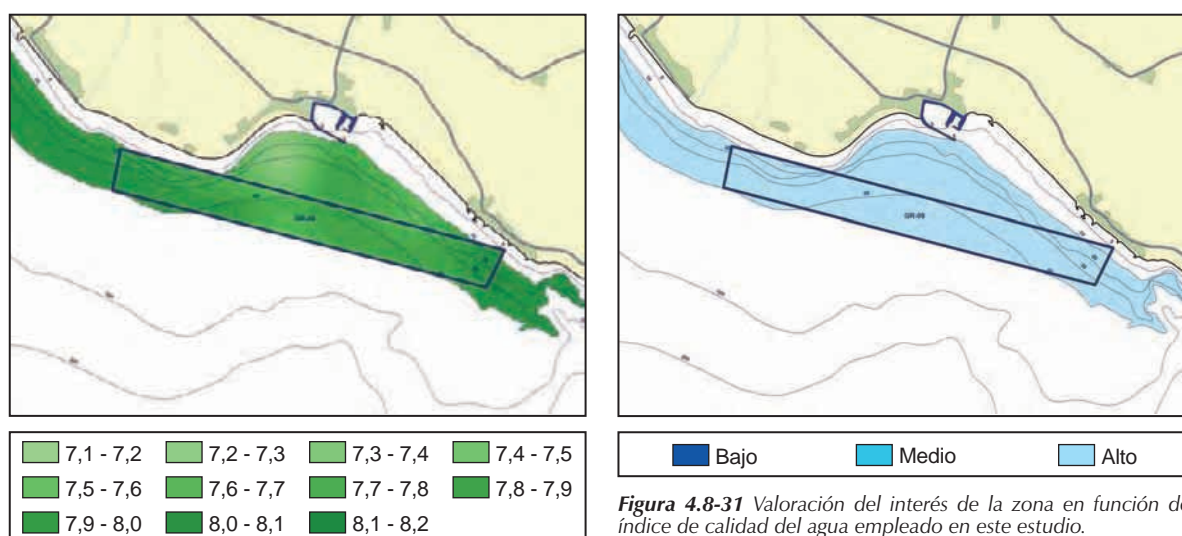


Figura 4.8-30 Índice de calidad de agua para la zona GR-08.

Figura 4.8-31 Valoración del interés de la zona en función del índice de calidad del agua empleado en este estudio.

Finalmente, con estos resultados, la valoración del grado de interés de la zona GR-86 desde el punto de vista de la acuicultura es la que se representa en la Figura 4.8-31, obteniéndose un grado de interés alto para toda la zona.

4.8.3.4.2 Condiciones sanitarias.

El área estudiada se corresponde en su totalidad, al igual que ocurría con las zonas GR-06 y GR-07, con la zona de producción AND 1-36. Los resultados obtenidos de los análisis realizados en el control sanitario de esta zona durante los años 2000 a 2002 son los siguientes:

- Contaminación bacteriana:

Los resultados microbiológicos obtenidos en el control sanitario de estas zonas durante los años 2000, 2001 y 2002 indican la ausencia de contaminación por este parámetro. Por tanto la calidad del agua desde el punto de vista microbiológico es muy buena.

- Contaminación por toxinas:

Como se puede comprobar en la Tabla 4.8-3, únicamente se detectó contaminación por toxinas durante el año 2000 en el mejillón. La calidad del agua para este tipo de contaminación mejoró en los años 2002 y 2003, en los que no se detectaron niveles de toxinas superiores a los permitidos.

Zona AND 1-36 (mejillón)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000	ASP	DSP	DSP		DSP	DSP	ASP	DSP		DSP		
2001												
2002												

■ DSP ■ PSP ■ ASP

Tabla 4.8-3 Meses en los que los análisis del control sanitario han dado valores de contaminación por toxinas superiores a los permitidos en los años 2000 a 2002.

4.8.4 Caracterización bionómica.

Este polígono presenta un amplio rango de profundidades, desde zonas con menos de 10 m, hasta los más de 60 en la zona central del polígono estudiado. Los valores más altos de pendiente se dan en algunas playas (hasta 4%), siendo algo más suaves en la zona central (2.5%). Las comunidades presentes en esta zona son las siguientes (Figura 4.8-32):

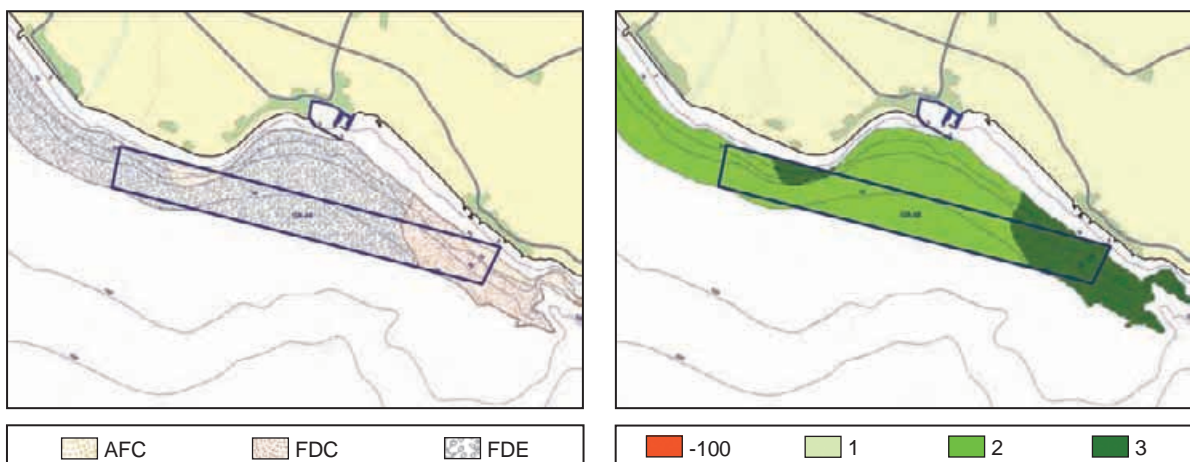


Figura 4.8-32 Tipo de comunidades detectadas en la zona. Los puntos señalan las estaciones de muestreo. AFC = Biocenosis de arenas finas bien calibradas; FDC = Biocenosis de fondos detríticos costeros; FDE = Biocenosis de fondos detríticos enfangados.

Figura 4.8-33 Valoración de la zona GR-08 en función del tipo de comunidad.

- **Arenas Finas Calibradas (AFC):** Se localizan en las zonas más someras, con valores bajos de abundancia y diversidad, especialmente en la Playa de Torrenueva. Por el contrario, la proporción de bivalvos es superior en esta playa a las obtenidas en la Playa de la Cagadilla, aunque en ambos casos se trate de valores bajos.
- **Fondos Detríticos Enfangados (FDE):** Ocupan una franja en la zona oriental separando las biocenosis anteriores. Los características bionómicas no difieren mucho de las ya descritas, arrojando valores similares en los parámetros estudiados.
- **Fondos Detríticos Costeros (FDC):** Ocupan una franja en la zona oriental separando las biocenosis anteriores. Los características bionómicas no difieren mucho de las ya descritas, arrojando valores similares en los parámetros estudiados.

Los valores obtenidos para su inclusión en el índice final, por lo que respecta a los tipos de comunidad existentes son los que se representan en la Figura 4.8-33.

Asimismo, en la Figura 4.8-34 se incluyen las valoraciones obtenidas para cada uno de las características restantes asociadas a la bionomía según el índice de calidad descrito en el apartado de metodología.

Finalmente, integrando estas valoraciones obtenidas, aplicando la ecuación descrita en la metodología, se obtiene el resultado del índice definido para la valoración de la bionomía, que se representa en la Figura 4.8-35. Aproximadamente la mayor parte de la zona oriental del área posee un valor alto, coincidiendo bastante con la valoración obtenida por el tipo de comunidad existente, aunque también el tipo de sustrato y la abundancia de moluscos bivalvos influyen en el

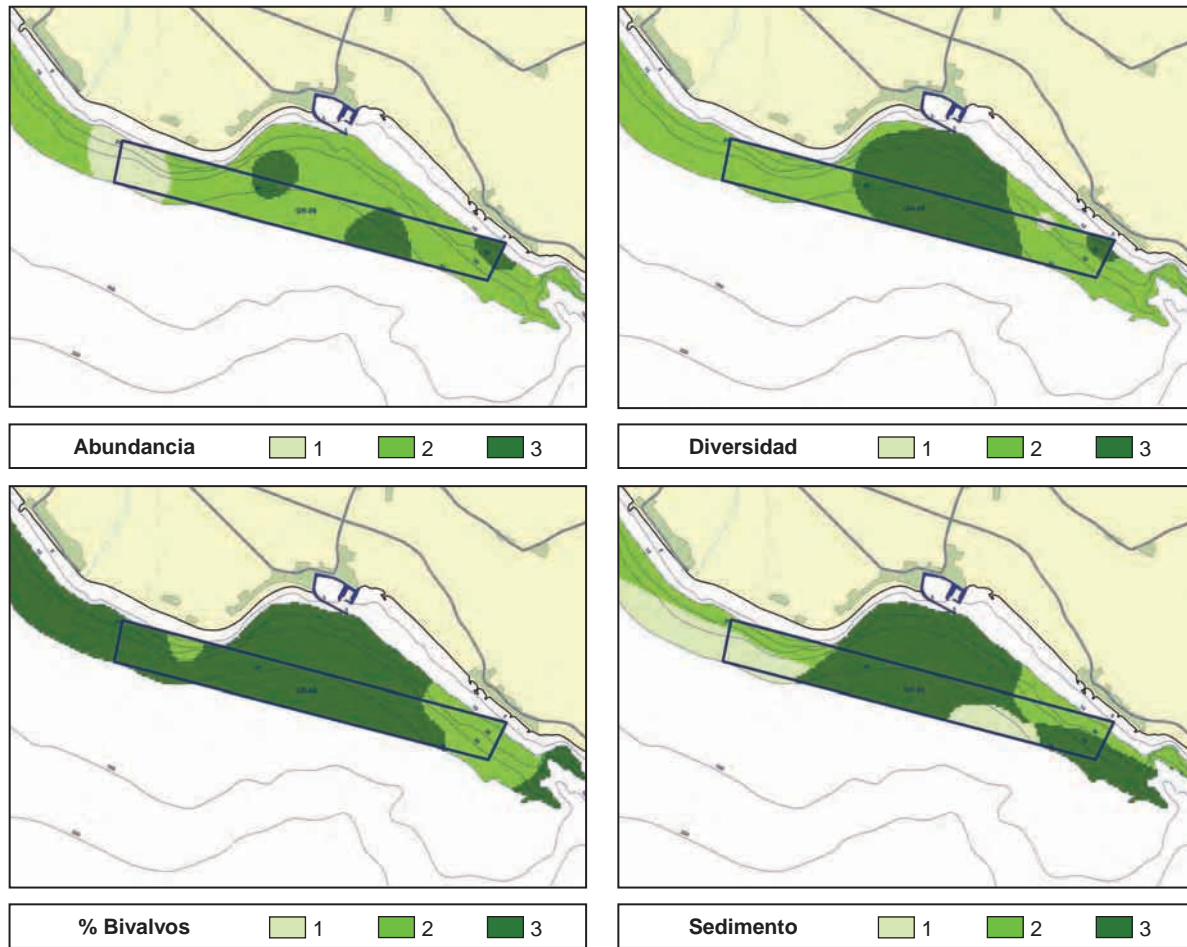


Figura 4.8-34 Valores obtenidos para los restantes factores considerados en la valoración de la zona según sus características bionómicas.

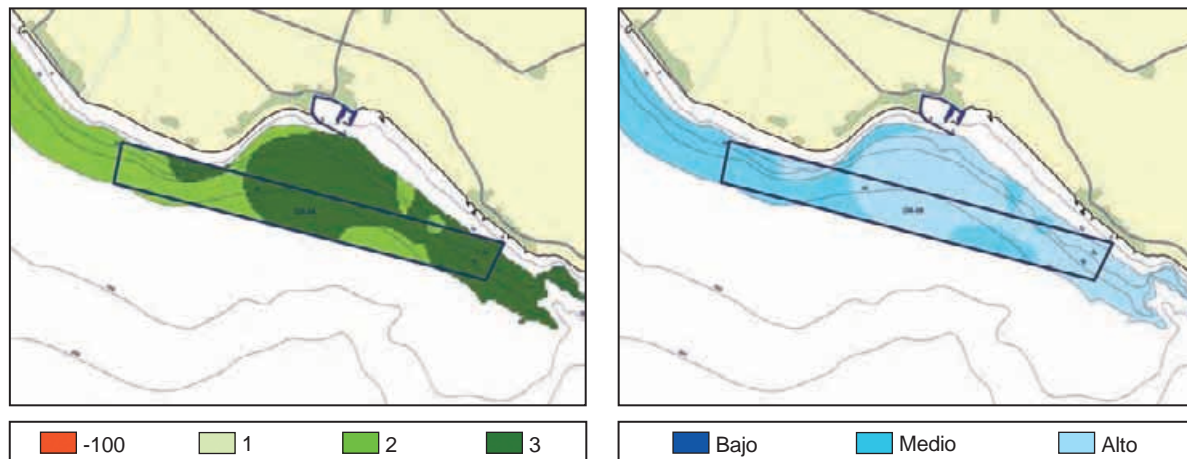


Figura 4.8-35 Índice de calidad de la zona GR-06 en función de la bionomía.

Figura 4.8-36 Valoración del interés de la zona en función de las características bionómicas.

resultado final del índice. Según los resultados del índice, el valor 1 no aparece en la zona, aunque si que aparece este valor al considerar por separado los diferentes factores que integran el índice.

La reclasificación de los valores de índice da como resultado la valoración del grado de interés de la zona atendiendo a sus características bionómicas que se representa en la Figura 4.8-36.

4.8.5 Caracterización del sector pesquero.

En la zona se encuentran tres caladeros tradicionales (Figura 4.8-37) denominados Salobreña – Peñón de Salobreña – Río Guadalfeo – La Cagailla; Punta del Río – El Pelaillo – Puerto de Motril – Las Azucenas – La Arboleda y Torre Nueva – Seca – Pozas del Cabo, sus características se incluyen en la Tabla 4.8-4.

El puerto pesquero más cercano al área de estudio es el Puerto de Motril: el distrito marítimo de Motril, tercero de la provincia marítima de Almería, se extiende “de torre de la Caleta a playa de la Juana (límite provincial)” y tiene la consideración de primera clase. Incluye, por tanto, al conjunto de la franja litoral granadina y la población y puerto de Almuñecar.

Desde un punto de vista administrativo el puerto de Motril depende del Ministerio de Fomento, dado que es de interés general, siendo gestionado por la Autoridad Portuaria de Almería-Motril.

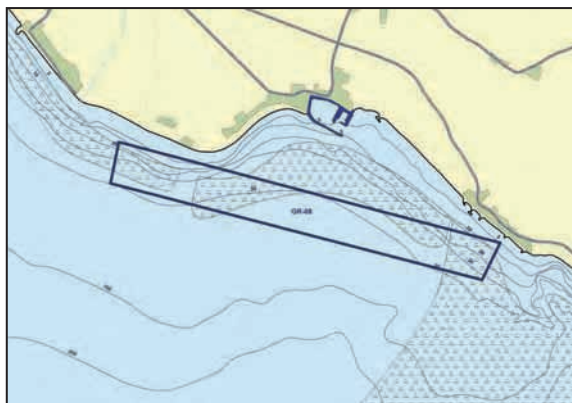


Figura 4.8-37 Localización de caladeros y puertos pesqueros cercanos a la zona de estudio.

Nombre del caladero	Distancia al centro del área de estudio	Especies más representativas capturadas	Artes de pesca utilizadas
– Salobreña – Peñón de Salobreña – Río Guadalfeo – La Cagailla	Oeste del área de estudio	- Peces: Besugo, breca, brótola, herrera y salmonete. - Moluscos: Jibia, corruco y chirla. - Crustáceos: Langosta.	Trasmallo, solta, birorta y rastro
– Punta del Río – El Pelaillo – Puerto de Motril – Las Azucenas – La Arboleda	Centro del área de estudio	- Peces: Besugo, breca, brótola, herrera y salmonete. - Moluscos: Jibia y calamar. - Crustáceos: Langosta..	Trasmallo, palangre, chambel, tablilla, birorta
– Torre Nueva – Seca – Pozas del Cabo y Faro de Sacratif – Torre Chucho	Este del área de estudio	- Peces: Besugo, breca, brótola, herrera, salmonete, merluza y sardina. - Moluscos: Jibia, calamar y pulpo. - Crustáceos: Langosta.	Trasmallo, solta, ratera, boliche, nasa, palangre, rastro, birorta y mariconá

Tabla 4.8-4 Caladeros cercanos al área de estudio.

El puerto se encuentra en el casco urbano de la localidad, que cuenta con una población de algo más de 50.000 habitantes. Se encuentra situado a una distancia de 1,5 km de la zona GR-08. Sus características son:

PUERTO DE MOTRIL		
Latitud	36° 43' N	Servicios al sector pesquero: - Fabrica de hielo - Cámaras frigoríficas - Varadero - Locales de armadores
Longitud	3° 03' W	
Calado en la bocana (B.M.V.E.)	10'5 m	
Longitud del muelle (m)	298 m	
Calado medio muelle (m.)	1.180 m ²	

Tabla 4.8-5 Características técnicas del puerto pesquero de Motril.

La flota pesquera de este puerto está integrada por 57 embarcaciones, que desplazan unos 1.650 TRB, de las que 30 se dedican al arrastre, 8 al cerco, 5 al palangre de superficie, 1 al palangre de fondo y las 13 restantes a artes menores (trasmallo y rastro). Las especies más representativas desembarcadas en la lonja son la merluza, la bacaladilla y la cigala para la flota de arrastre y el jurel y la sardina en la de cerco. El total de las capturas es de unas 1659 Tm, de las cuales 1.345 Tm corresponden a peces, 232 Tm a crustáceos y 82 Tm a moluscos.

4.8.6 Valoración final.

4.8.6.1 Estudio del medio físico.

Tras el análisis de los resultados se puede concluir que la zona Gr-08 (Motril) presenta unas buenas condiciones climáticas por cuanto la intensidad de los vientos es baja casi todo el año y la frecuencia de temporales es baja.

La batimetría existente en la zona, presenta una pendiente media que no impide ni dificulta la ubicación de nuevas instalaciones acuícolas. Prácticamente la totalidad del polígono considerado se encuentra dentro de la franja batimétrica de 20 a 50 m considerada como la más adecuada para la ubicación de instalaciones acuícolas.

Las corrientes dominantes a 10 m de profundidad en el área son de intensidad media-alta, aumentando con la distancia a la costa. Se pueden considerar por tanto como adecuadas para el cultivo acuícola, aunque en la zona correspondiente al polígono estudiado serían deseables intensidades ligeramente mayores.

En el extremo a poniente del polígono, existen praderas de fanerógamas que condicionan la ubicación de nuevas instalaciones en sus proximidades. Este hecho habrá de ser tenido en cuenta a la hora de establecer nuevos proyectos.

El oleaje determinado para la zona no es elevado aunque ocasionalmente puedan aparecer fenómenos de riesgo.

El sustrato existente, resulta en general adecuado para el fondeo de instalaciones acuícolas. Sobre el fondo, se detectan en algunas zonas la presencia de biocenosis de interés medio-alto que habría que tener en cuenta a la hora de elegir un lugar donde ubicar nuevas instalaciones.

La calidad físico-química del agua es buena tanto desde el punto de vista físico-químico como sanitario. Desde el punto de vista físico químico cabe resaltar el registro de grandes oscilaciones de temperatura entre el verano y el invierno, si bien en ningún caso se han alcanzado valores de temperatura que resulten críticos para un cultivo.

Por lo que respecta a las condiciones sanitarias de la zona, se ha observado una mejoría notable desde el año 2000, en el que se detectaron fenómenos puntuales de contaminación por toxinas que no han vuelto a repetirse en los años 2001 y 2002.

El sector pesquero de la zona actúa normalmente fuera en las zonas próximas al área considerada, si bien esta área coincide con varios caladeros tradicionales. La flota que faena normalmente en la zona, tiene su puerto base en Motril y está constituida por un total de 57 embarcaciones entre pesca artesanal y de altura. La lonja de Motril registra un volumen de captura anual de unas 1.659 toneladas.

Con los resultados obtenidos hasta la fecha, se ha realizado una valoración de la zona Gr-08, utilizando la metodología ya descrita, y cuyos resultados son los representados en el Figura 4.7-38.

4.8.6.2 Integración entre la valoración del medio físico y la valoración del ámbito administrativo.

La integración de los resultados obtenidos en la valoración del ámbito administrativo con la valoración del medio físico (Plano 8) permite apreciar que a pesar de que en la caracterización físico-química de la zona, la mayor parte del polígono estudiado poseía un grado de interés alto, en la valoración final, la zona que presenta éste grado de interés supone únicamente un 14,1% de la extensión total del polígono estudiado.

El resto del área se distribuye en un 42,04% de interés medio, consecuencia fundamentalmente de que la mayor parte del polígono se localiza sobre la zona portuaria de Tipo II correspondiente al puerto de Motril, y un 43,85 de interés bajo debido a la existencia en las proximidades del área de praderas de fanerógamas y la localización de tres emisarios que vierten en el centro del polígono de estudio.

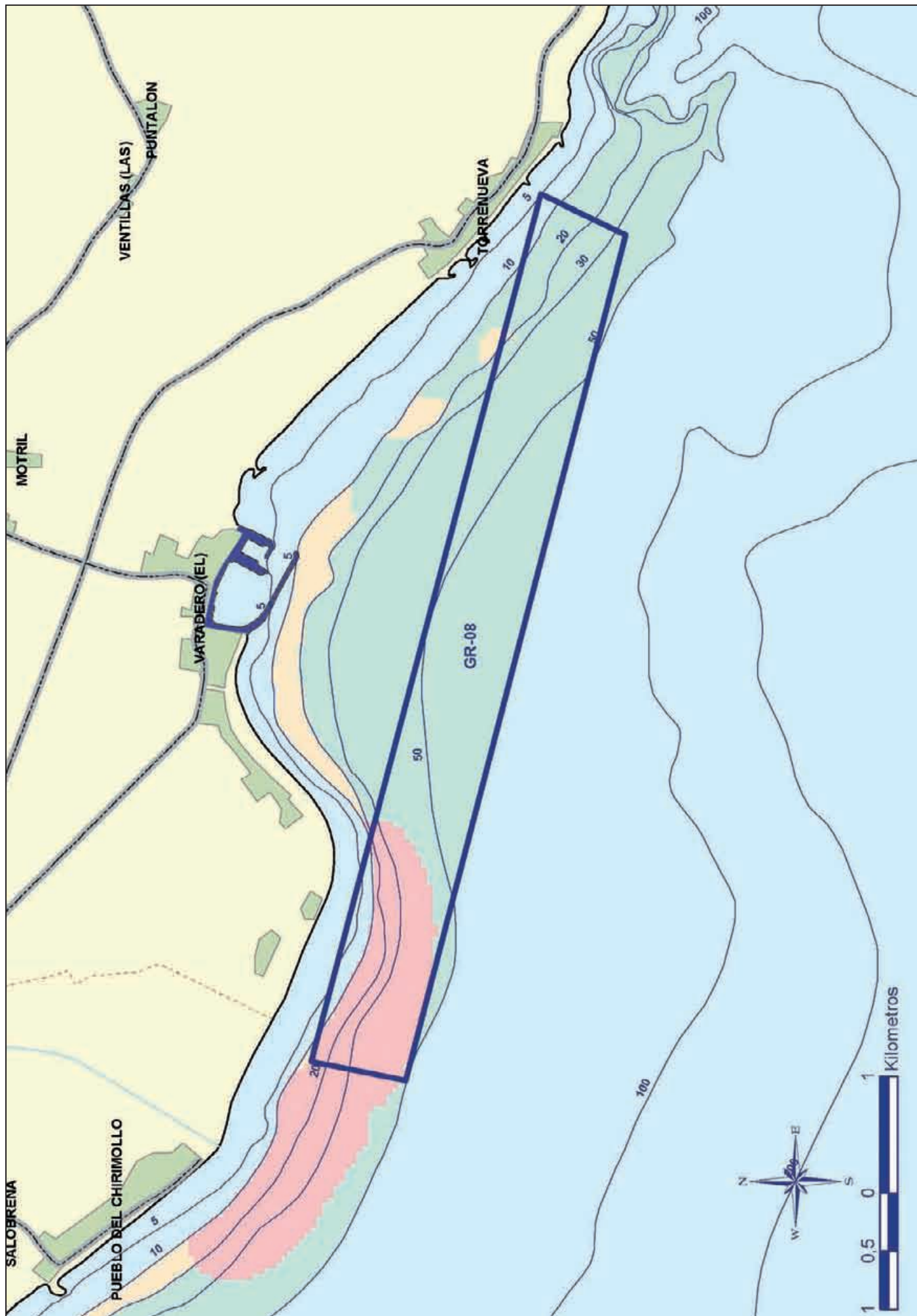
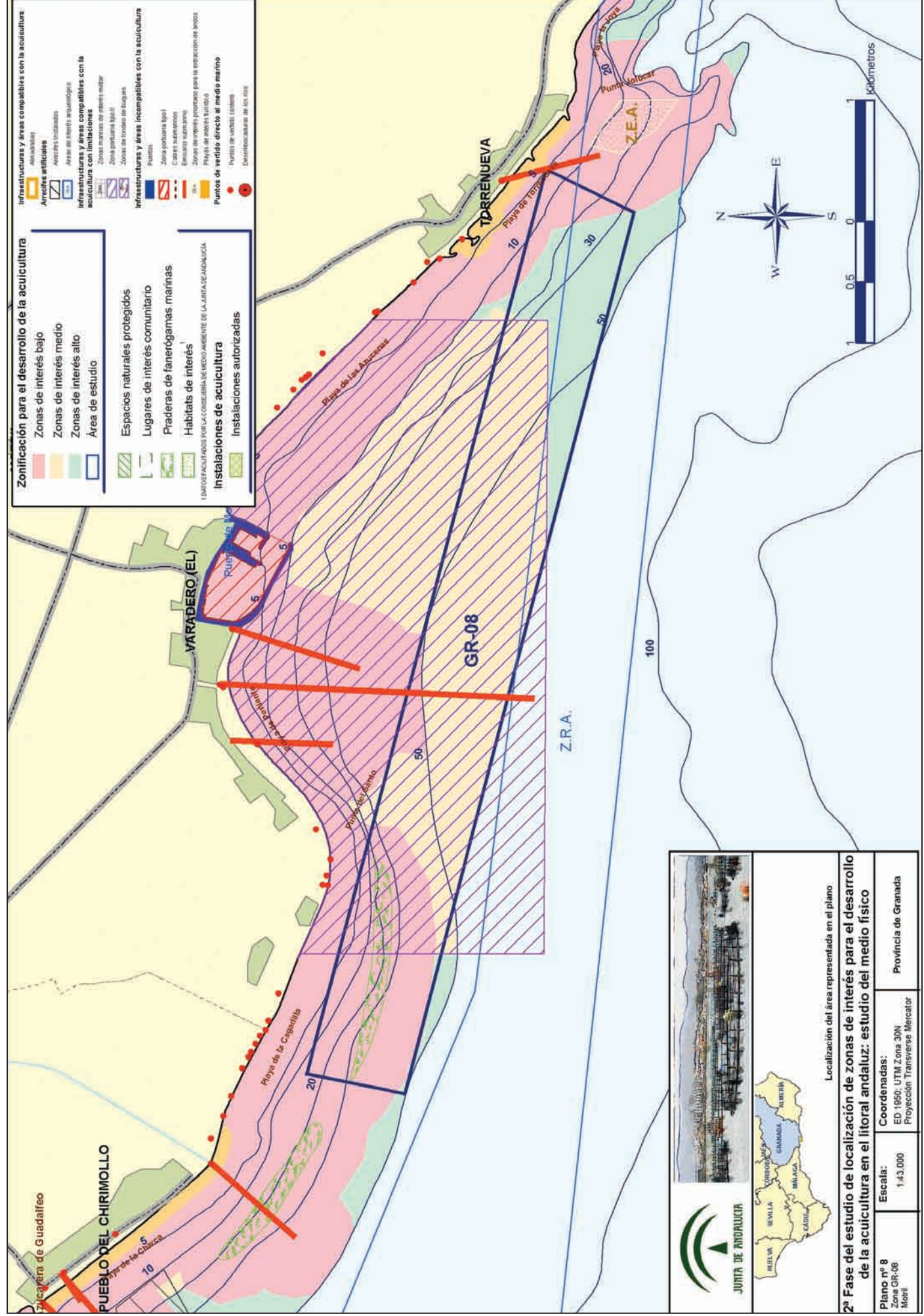


Figura 4.8-38 Valoración final en función de los resultados de la 2ª fase.

Grado de interés Bajo Medio Alto



- Zonificación para el desarrollo de la acuicultura**
- Zonas de interés bajo
 - Zonas de interés medio
 - Zonas de interés alto
 - Área de estudio
- Infraestructuras y áreas compatibles con la acuicultura**
- Almacenes
 - Arrecifes artificiales
 - Arrecifes naturales
 - Áreas de interés arqueológico
 - Infraestructuras y áreas compatibles con la acuicultura con limitaciones
 - Zonas marplatadas
 - Zonas marplatadas de aguas salobres
 - Zonas marplatadas de aguas saladas
 - Zonas marplatadas de aguas dulces
 - Zonas marplatadas de aguas muy dulces
 - Zonas marplatadas de aguas muy saladas
 - Zonas marplatadas de aguas muy saladas y muy dulces
- Infraestructuras y áreas incompatibles con la acuicultura**
- Puertos
 - Zona portuaria tipo I
 - Cantones submarinos
 - Emisarios submarinos
 - Zonas de interés prioritario para la extracción de arena
 - Playas de interés turístico
 - Puntos de vertido directo al medio marino
 - Puntos de vertido controlado
 - Desembocadura de los ríos
- Instalaciones de acuicultura**
- Instalaciones autorizadas
- Instalaciones de acuicultura autorizadas**
- Instalaciones autorizadas
- MAPA ELABORADO POR LA CONSEJERÍA REGIONAL DE LA RIA DE ANDALUCÍA

JUNTA DE ANDALUCÍA

2ª Fase del estudio de localización de zonas de interés para el desarrollo de la acuicultura en el litoral andaluz: estudio del medio físico

Localización del área representada en el plano

Pláno nº 8	Escala:	Coordenadas:	Provincia de Granada
Zona GR-08	1:43.000	ED 1950; UTM Zona 30N	
Mofit		Proyección Transversa Mercator	



4.9

ZONA MA-09 (EL PEÑONCILLO)



El área MA-09 se corresponde con los términos municipales de Torrox y Nerja, y abarca el tramo de costa comprendido entre las playas del Cenicero (T.M. de Torrox) y Calahonda (T.M. de Nerja).

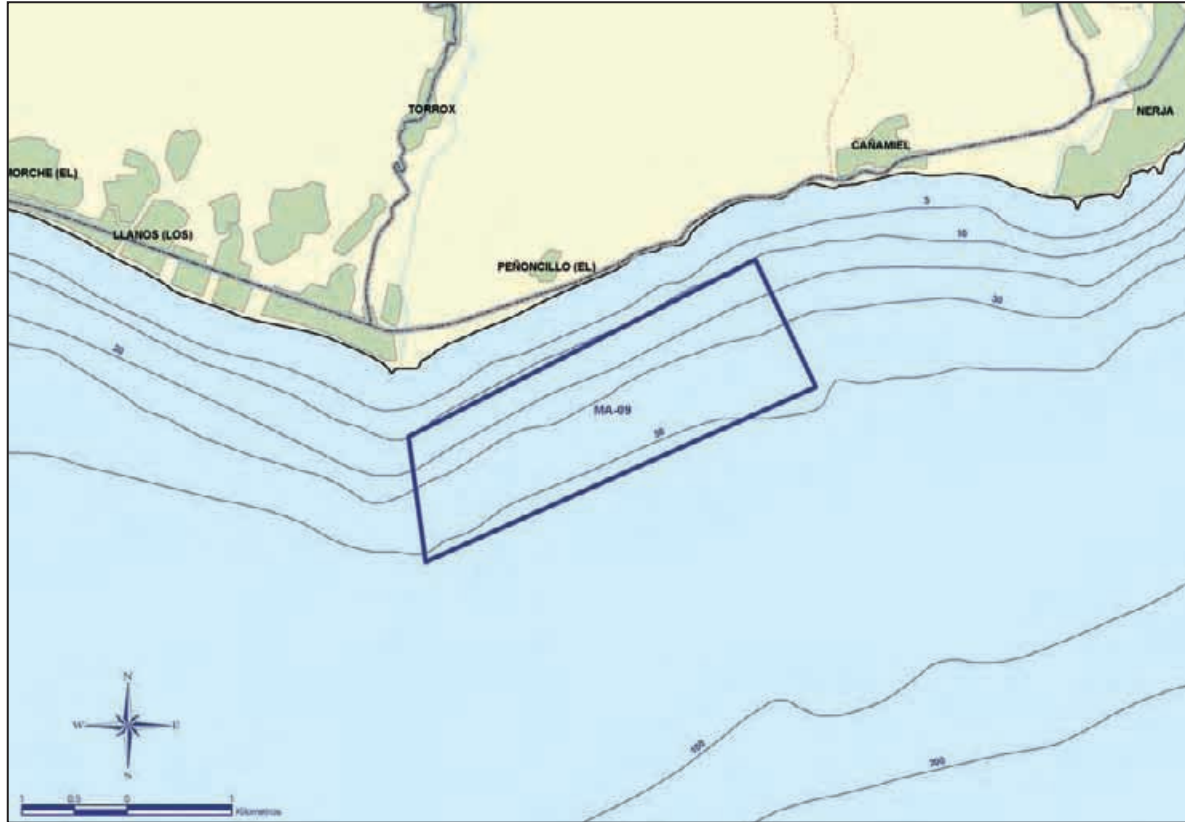


Figura 4.9-1 Zona MA-09 (Peñoncillo) y polígono estudiado.

Los trabajos en esta zona se centraron sobre el polígono situado frente a la playa del Peñoncillo, entre las Punta de Torrox y la Playa del Cenicero, con profundidades comprendidas entre los 10 y los 50 m y una superficie total aproximada de 487 hectáreas (Figura 4.9-1).

4.9.1 Compatibilidad administrativa de la zona.

El polígono estudiado se localiza frente a la playa del peñoncillo, declarada de interés turístico, junto con las playas de Las Lindes y de la Torrecilla, cercanas al mismo.

En el entorno de la zona estudiada se localizan tres emisarios, uno cercano al polígono y dos más alejados.

Entre las playas del Peñoncillo y Las Lindes se localiza una zona de interés arqueológico y a poniente del mismo, hay instalado un arrecife artificial del Ministerio de Agricultura y Pesca.

Como se aprecia en la Figura 4.9-3 (ver página 245), prácticamente la totalidad del área abarcada por el polígono estudiado es compatible con la actividad acuícola desde el punto de vista administrativo, limitándose las zonas incompatibles a la franja batimétrica de 0 a 10 m y a aquellas donde se localizan emisarios submarinos.

Con todos estos factores, la valoración del interés que presenta la zona para el desarrollo de la acuicultura desde el punto de vista de su compatibilidad con los usos existentes, queda representada en la Figura 4.9-2.

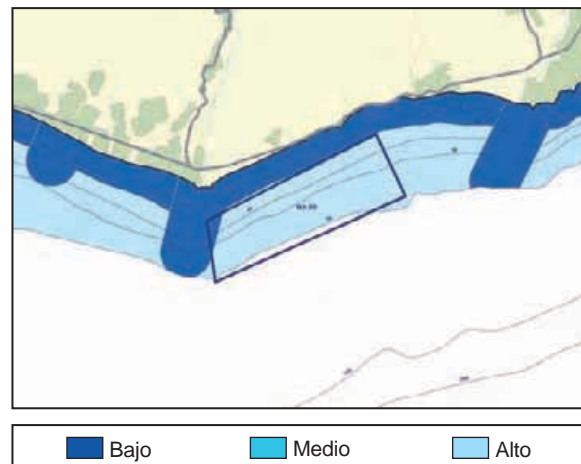


Figura 4.9-2 Valoración del interés de la zona MA-09 atendiendo a la compatibilidad con los usos administrativos.

4.9.2 Caracterización climatológica.

Según los datos obtenidos de la estación agroclimática de Vélez-Málaga, pertenecientes a la red de estaciones Agroclimáticas de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, el clima en la zona se corresponde con un clima tipo **Csb** según la clasificación de Köppen. Se caracteriza por ser un clima lluvioso y cálido con estación invernal y estival diferenciadas, en verano se detecta una estación seca frente al resto del año.

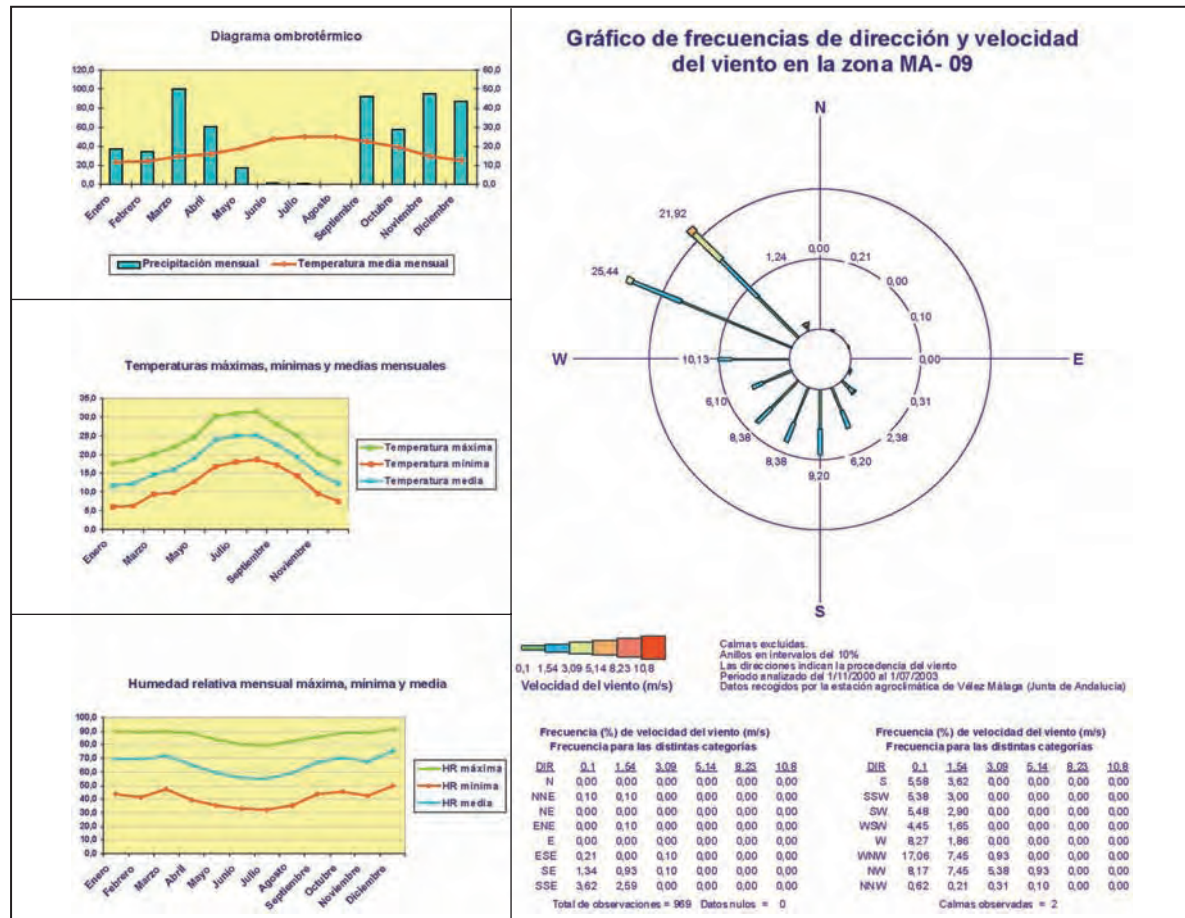


Figura 4.9-4 Características climatológicas de la zona MA-09.

La temperatura media mensual oscila entre los 11,6 °C del mes de enero y los 25,2 °C del mes de agosto. La temperatura mínima mensual es de 6,2 °C, alcanzándose en los meses de enero y febrero. La temperatura máxima mensual es de 31,5 en agosto (Figura 4.9-4).

La precipitación anual es de unos 583,2 mm, concentrándose ésta prácticamente en los seis meses más fríos (413,7 mm) frente a la precipitación recogida en los seis meses más cálidos (169,5 mm).

Los valores de humedad relativa mensuales, mínima, máxima y media, se mantienen bastante constantes a lo largo del año, oscilando en torno al 40,7%, 86,5% y 65,5% respectivamente. No obstante, se detecta un claro descenso de la humedad relativa en los meses de verano.

El régimen de vientos se corresponde con un predominio de vientos flojos durante todo el año, con dirección predominante de vientos procedentes del WNW y NW.

4.9.3 Caracterización física.

4.9.3.1 Batimetría.

El análisis batimétrico de la zona muestra una pendiente media-baja. El polígono estudiado abarca la franja batimétrica de 10 a 50 m, correspondiéndose la mayor parte del mismo con una profundidad que oscila entre 20 y 50 m. La valoración de la zona en función de este parámetro que es la que se representa en la Figura 4.9-5.

4.9.3.2 Condiciones oceanográficas.

4.9.3.2.1 Régimen hidrodinámico.

Para conocer el régimen hidrodinámico de la zona, AZTI fondó un correntímetro doppler del tipo AANDERAA RCM-7. El aparato se instaló el 22 de agosto del año 2002 en la posición 36° 43,222' N y 03° 57,807' W, las coordenadas UTM de la posición del correntímetro son: x = 413.960 m e y = 4.064.350 m. La profundidad del punto de fondeo fue de aproximadamente 20 metros y el correntímetro se situó a unos 10 metros por debajo de la superficie del mar. En el mapa de la Figura 4.9-6, puede verse la posición del fondeo del correntímetro RCM-7 (punto de color rojo).

El correntímetro se configuró para medir las variables con una cadencia de 10 minutos. El inicio del registro coincide con las 15:50 horas del día 22 de agosto y el final de mismo, coincidente con su desfondeo, fue el día 19 de octubre a las 6:38 horas. Disponemos de este modo de un registro de 8.304 medidas de la corriente marina en la zona, con casi 2 meses de duración. Asimismo, en la Tabla 4.9-1 se presentan los resultados del análisis estadístico del registro de velocidades de la corriente según las direcciones de la misma.

Las corrientes predominantes son hacia el Este-Sureste, el Oeste-Suroeste y Oeste-Noroeste, con un total del 22,35%, 24,99%, y 24,86% respectivamente.

Dirección ⁽¹⁾	Nº medidas	% ⁽²⁾	Vel. Máx. ⁽³⁾	Vel. Media ⁽⁴⁾	STD ⁽⁵⁾
0-45 (NNE)	294	3.54	15.6	3.4	3.5
45-90 (ENE)	767	9.24	54.3	7.1	8.9
90-135 (ESE)	1856	22.35	72.3	17.8	17.6
135-180 (SSE)	418	5.03	19.9	4.7	4.9
180-225 (SSW)	328	3.95	28	4.8	5.6
225-270 (WSW)	2075	24.99	55.7	15.9	12.5
270-315 (WNW)	2064	24.86	53.5	12.1	11.2
325-360 (NNW)	501	6.03	19.6	3.6	3.8

(1) Sector de dirección (grados)
 (2) Porcentaje de frecuencia en cada sector de dirección (respecto al norte en el sentido de las agujas del reloj)
 (3) Velocidad máxima (cm·s⁻¹) en cada sector direccional
 (4) Velocidad media (cm·s⁻¹)
 (5) Desviación estándar (cm·s⁻¹).

Tabla 4.9-1 Análisis estadístico de dirección e intensidad de la corriente medida por el correntímetro instalado entre el 22/8/2002 y el 19/10/2002.

En la Figura 4.9-7, se han representado el diagrama polar y la rosa de corrientes obtenidos a partir de los datos registrados por el correntímetro durante todo el tiempo de muestreo. Se observa que las corrientes más frecuentes son las que se encuentran dentro de los sectores oeste y este, siendo más intensas las del segundo sector mencionado aunque menos frecuentes.

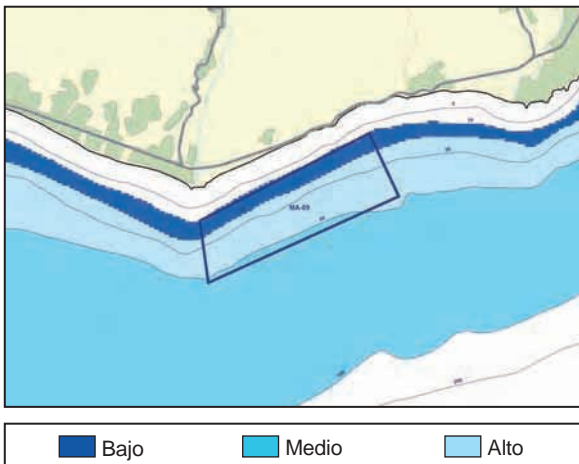


Figura 4.9-5 Grado de interés de la zona MA-09 en función de la batimetría.

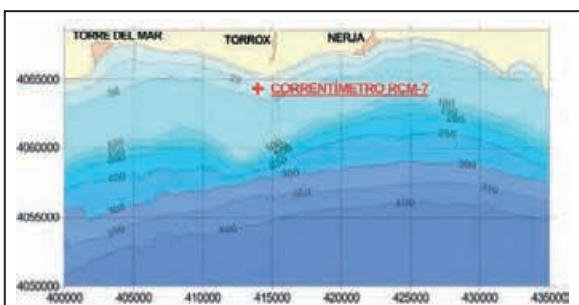


Figura 4.9-6 Posición del correntímetro, fondeado en las proximidades de La Caleta - Torrox, en las coordenadas UTM: x = 413.960; y = 4.064.350 metros.

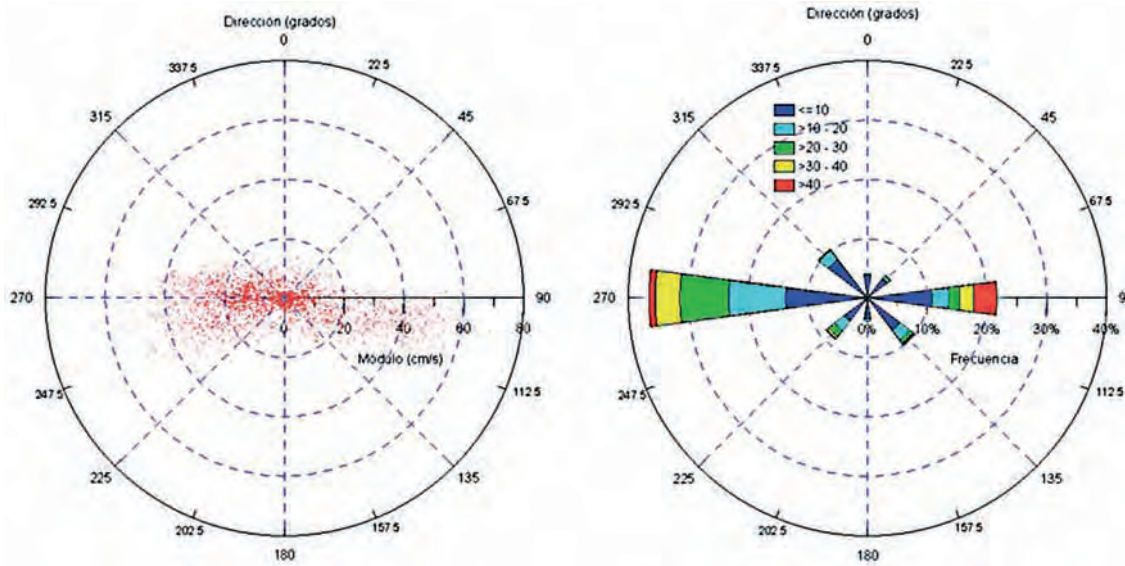


Figura 4.9-7 Diagrama polar y rosa de corrientes obtenida a partir de los datos del correntímetro fondeado en la zona.

En resumen las direcciones predominantes de las corrientes han sido:

- a) Hacia la dirección Este-Sureste (ESE): total del 22,35%.
- b) Hacia la dirección media Oeste (W): total del 48,85%.
 - Hacia el Norte-Noroeste (NNW): 24,99% del registro.
 - Hacia el Oeste-Noroeste (WNW): 24,86% del registro.

Los vientos que han generado las corrientes que se han mencionado anteriormente han resultado ser:

- Viento del Oeste para la corriente hacia el Este.
- Viento del Este para la corriente hacia el Oeste.

Se ha considerado como representativa, en función de los resultados obtenidos en otros estudios de la costa andaluza, una intensidad media de los vientos en la zona de velocidad igual a 25 km·h⁻¹, tanto en el caso de viento del Este, como en el caso de viento del Oeste. Los resultados obtenidos por el modelo han sido calibrados comparándolos con los datos facilitados por el correntímetro fondeado a 10 metros de profundidad frente a Torrox.

En el caso del viento del Este (Figura 4.9-8) de velocidad igual a 25 Km·h⁻¹, el valor de la velocidad obtenido con la simulación numérica es de 13,2 cm·s⁻¹, que es ligeramente inferior a las medidas que indican un valor de la corriente comprendido entre 12,1 y 15,9 cm·s⁻¹ para las direcciones WNW y WSW respectivamente. El valor de la dirección de la corriente obtenido por la simulación numérica, a 10 metros de profundidad, es de 272° (dirección Oeste), que se corresponde apreciablemente con las direcciones individuadas en las direcciones entre WNW y WSW.

La corriente es máxima en superficie, con un valor de aproximadamente 19 cm·s⁻¹ y su módulo disminuye con la profundidad hasta los 20 m, con una velocidad poco superior a 10 cm·s⁻¹; simultáneamente, la dirección de la corriente al acercarnos hacia el fondo gira ligeramente en sentido horario por efecto de la batimetría y para asegurar la conservación de la masa de fluido.

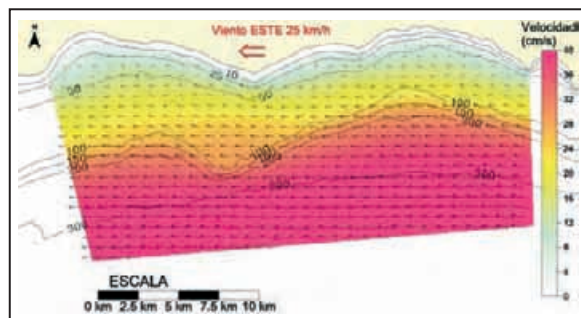


Figura 4.9-8 Velocidades en cm·s⁻¹ con viento del Este de 25 km·h⁻¹ a 10 m de profundidad.

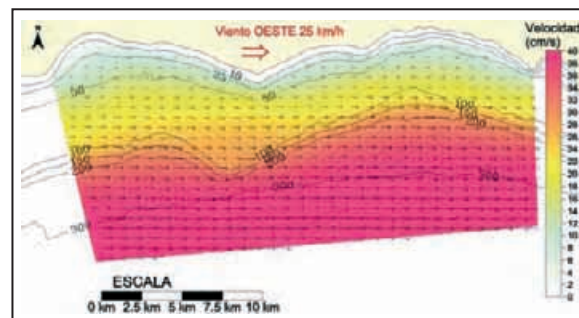


Figura 4.9-9 Velocidades en cm·s⁻¹ con viento del Sur-suroeste de 20 km·h⁻¹ a 10 m de profundidad.

Para el viento del Oeste, el valor de la velocidad obtenido con la simulación numérica es de $17,5 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$, que se corresponde a las medidas que indican un valor de la corriente de $17,8 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ para la dirección ESE. En la Figura 4.9-9 se presentan los resultados obtenidos en la simulación tridimensional de la corriente producida por el viento a 10 metros de profundidad. El valor de la dirección de la corriente obtenido por la simulación numérica, a 10 metros de profundidad, es de 112° (segundo cuadrante).

La corriente es máxima en superficie, con un valor de aproximadamente $26 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ y su módulo disminuye con la profundidad hasta alcanzar una velocidad de $14 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ en el fondo; simultáneamente, la dirección de la corriente al acercarnos hacia el fondo gira en sentido horario por efecto de la batimetría y para la conservación de la masa de fluido.

Con estos resultados la valoración de la zona en función de la velocidad de corriente a 10 m de profundidad es la que se incluye en la Figura 4.9-10.

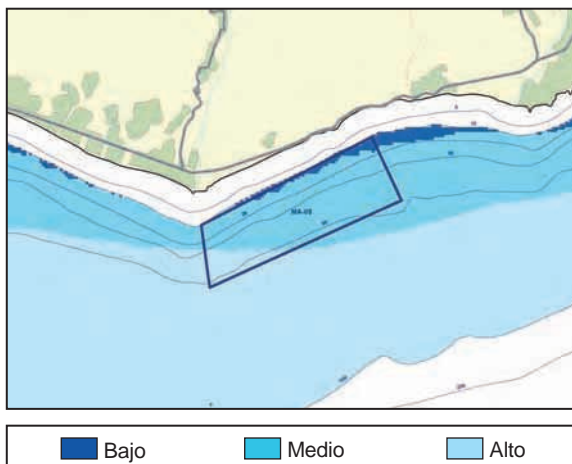


Figura 4.9-10 Valoración del interés de la zona MA-09 en función de las corrientes dominantes a 10 m de profundidad.

4.9.3.2.2 Dispersión de posibles partículas contaminantes

En la zona Ma-09 se localizan dos pequeñas zonas con presencia de fanerógamas marinas (Figura 4.9-11): *Zostera marina* en el caso de la mancha situada junto al polígono de muestreo y *Posidonia oceánica* en la mancha del E frente a Nerja.

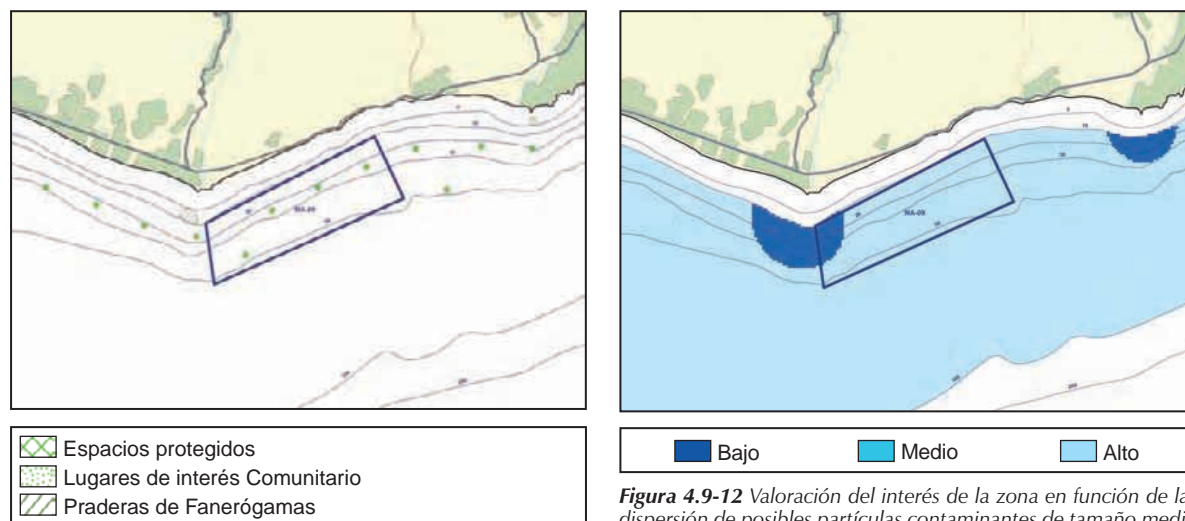


Figura 4.9-11 Localización de la praderas de fanerógamas, espacios protegidos y lugares de interés comunitario en la zona de estudio. Los puntos indican la disposición de hipotéticas instalaciones acuícolas para la realización de los modelos de dispersión.

En la figura se representan junto a las praderas, los puntos utilizados para el cálculo de la dispersión de partículas procedentes de hipotéticas instalaciones, a las cuales se les ha determinado el área de dispersión potencial de una partícula de tamaño medio ($31\mu\text{m}$) en función de la dirección y velocidad de las corrientes dominantes en la zona.

Con los resultados obtenidos en el análisis de modelización, se ha realizado la valoración que se representa en la Figura 4.9-12, donde puede apreciarse que la dispersión de contaminantes únicamente tiene importancia en las zonas cercanas a las manchas de fanerógamas marinas, resultando la practica totalidad del área estudiada de interés alto desde el punto de vista de este parámetro.

4.9.3.2.3 Régimen de oleaje

El régimen de oleaje, se ha caracterizado partiendo de los datos procedentes de la boya de Málaga (Figura 4.9-13), cuyos registros han dado los resultados que se incluyen en la Tabla 4.9-2 junto con la valoración obtenida para el área que abarca dicha boya.

Parámetro	Descripción del parámetro	Valor registrado	Valoración
PNE1.2m	Probabilidad de No Excedencia para una altura de ola significativa de 1.2 metros (2 m. de altura máxima)	0.93	3
TROE1	Oleaje que produzca daños o deformaciones en las jaulas, hasta el extremo de no garantizar la permanencia de los peces en el interior de la misma. $H_{max} = 6$ m.	$2 < TR < 5$	2
TROE2	Oleaje que produzca graves daños (reparables o no) en la estructura o elementos de fondeo. $H_{max} = 10$ m.	300	2
Valoración Final			2,45

Tabla 4.9-2 Régimen de oleaje de la zona MA-09.

La valoración final de la zona desde el punto de vista del régimen de oleaje, es de 2,45, es decir, que para este parámetro, el área MA-09 posee un grado de interés alto.

4.9.3.3 Descripción del sustrato

Esta zona presenta una secuencia lateral de facies con una tendencia de tamaño de grano decreciente, desde la parte más occidental, donde predominan los sedimentos arenosos hasta la parte más oriental, donde predomina el fango, pasando por un sector medio, donde predomina el fango-arenoso (Figura 4.9-14).

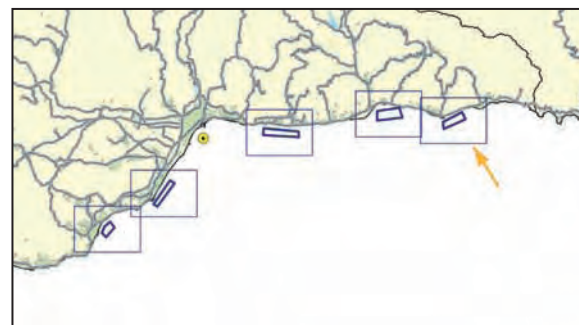


Figura 4.9-13 Situación de la Boya de Málaga respecto a la zona MA-09 (flecha naranja).

Los sedimentos arenosos presentan un cierto contenido en grava, hasta un 10%, lo que da lugar a valores de la desviación típica relativamente altos (1,5), correspondientes a sedimentos relativamente mal clasificados. El fango está fundamentalmente constituido por limo, que alcanza, en algunos casos, hasta casi el 80%, mientras que la arcilla se encuentra en proporciones muy bajas, inferiores siempre al 5%.

La variación lateral de facies granulométricas observada en esta zona, indica una variación lateral del régimen deposicional. Así, en el extremo más occidental, donde predominan fondos de carácter arenoso, la dinámica sedimentaria parece estar controlada por corrientes litorales que depositan arena, en esta parte de la zona de estudio, al ser desviadas y frenadas a causa de la fisiografía del fondo y la costa.

A este sector no llegan los aportes de materiales finos procedentes de los pequeños arroyos y ríos que tienen su desembocadura en las áreas costeras cercanas.

Hacia el Este, disminuye la influencia de las corrientes y, por consiguiente, el depósito de arena a favor del fango, constituido esencialmente por limo aportado por fuentes continentales cercanas, como pequeños ríos y arroyos.

La valoración final de la zona en función del tipo de sedimento es la que se representa en la Figura 4.9-15.

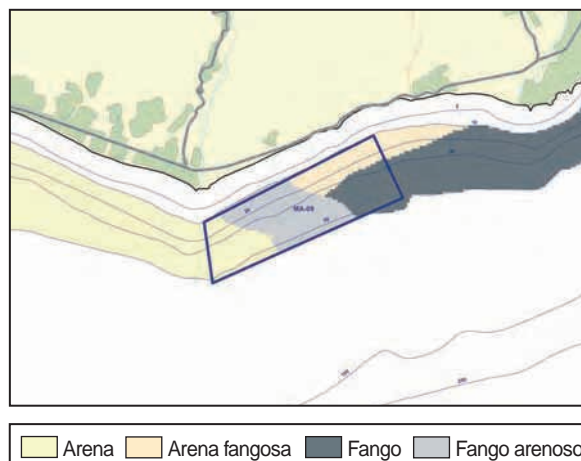


Figura 4.9-14 Tipo de sedimento existente en la zona MA-09.

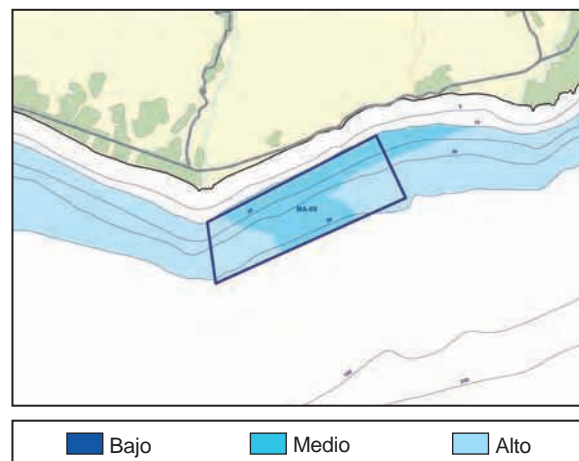


Figura 4.9-15 Valoración de la zona MA-09 en función del tipo de sustrato existente.

4.9.3.4 Calidad de aguas.

4.9.3.4.1 Condiciones físico químicas.

– Temperatura

Las dos campañas realizadas a lo largo de la costa malagueña arrojan unos datos de temperatura superficial que se muestran en las Figuras 4.9-16 y 4.9-17. Se puede apreciar como en el mes de marzo la temperatura no sobrepasa los 16 °C, llegando en agosto a valores de hasta 24 °C.

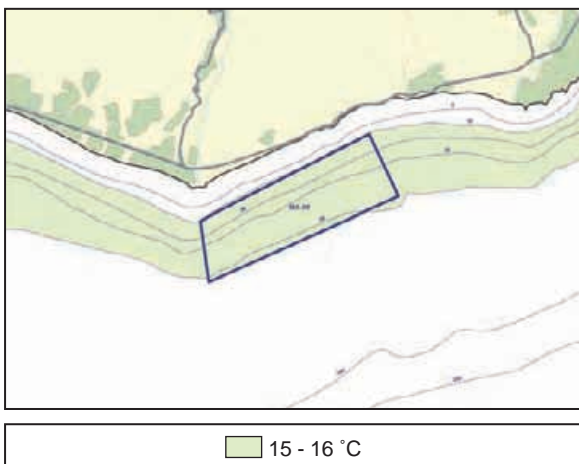


Figura 4.9-16 Temperatura superficial detectada durante el muestreo de marzo 2003.

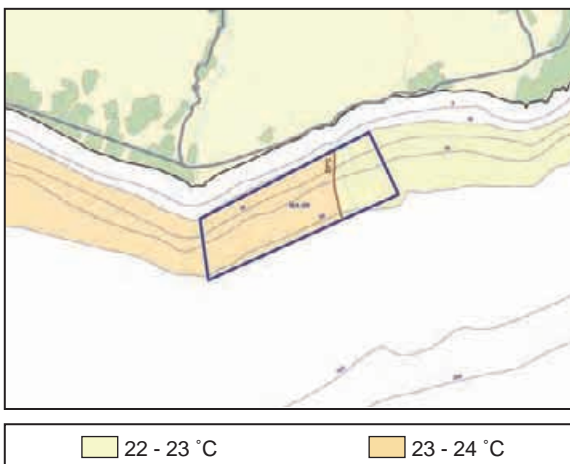


Figura 4.9-17 Temperatura superficial en la zona MA-09 durante el muestreo de agosto de 2003.

Todos estos valores se corresponden con los promedios realizados para los últimos diez años con los datos obtenidos del satélite (Figura 4.9-18). En ellos se comprueba como la temperatura media del mes de marzo se encuentra en 15 °C y en el mes de agosto se obtienen valores medios de 22 °C, dichos valores se ajustan a los datos obtenidos de forma continua.

De los puntos muestreados se obtuvieron los perfiles de temperatura que se muestran en la Figura 4.9-19. Éstos destacan las dos condiciones tan distintas que se dieron en las épocas en las que se realizó el muestreo.

Se observa en marzo una temperatura superficial de 15 °C lo que se ajusta a los datos obtenidos hasta ahora con el muestreo continuo y con los sensores térmicos del satélite. Esta temperatura se mantiene constante a lo largo de toda la columna de agua, en un claro ejemplo de perfil

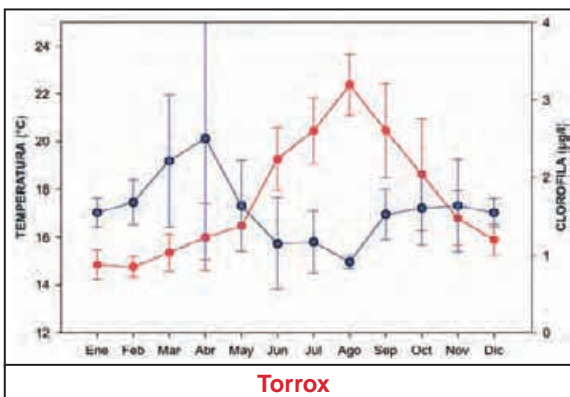


Figura 4.9-18 Promedio mensual de temperatura (rojo) y clorofila (azul) para la zona MA-09 durante los años del 94 al 03 para temperatura y entre el 98 y el 02 para la clorofila. Datos de los sensores AVHRR y SeaWiFS. Las barras representan ± error estándar.

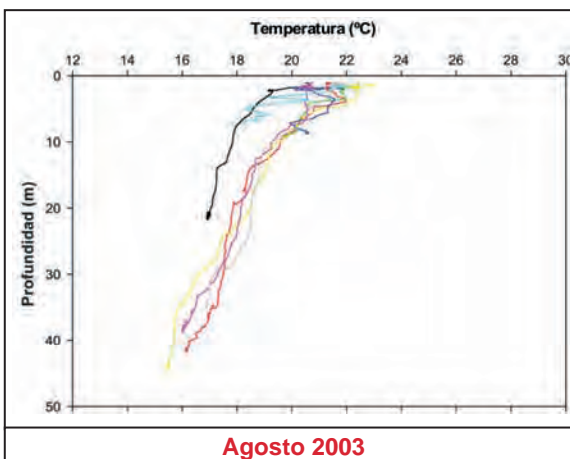
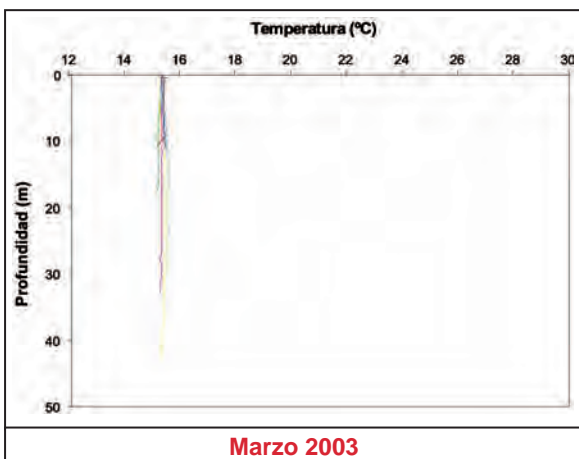


Figura 4.9-19 Perfiles verticales de temperatura para los dos periodos muestreados en las distintas estaciones de la zona MA-09.

invernal. Por el contrario en agosto tenemos una clara estratificación con temperaturas superficiales de 22 °C en superficie para luego decrecer hasta alcanzar los 16 °C a unos 40 m de profundidad.

– **Salinidad**

Los valores de salinidad registrados muestran que para los datos de superficie no se experimentan diferencias entre los meses de marzo y agosto (Figura 4.9-20).

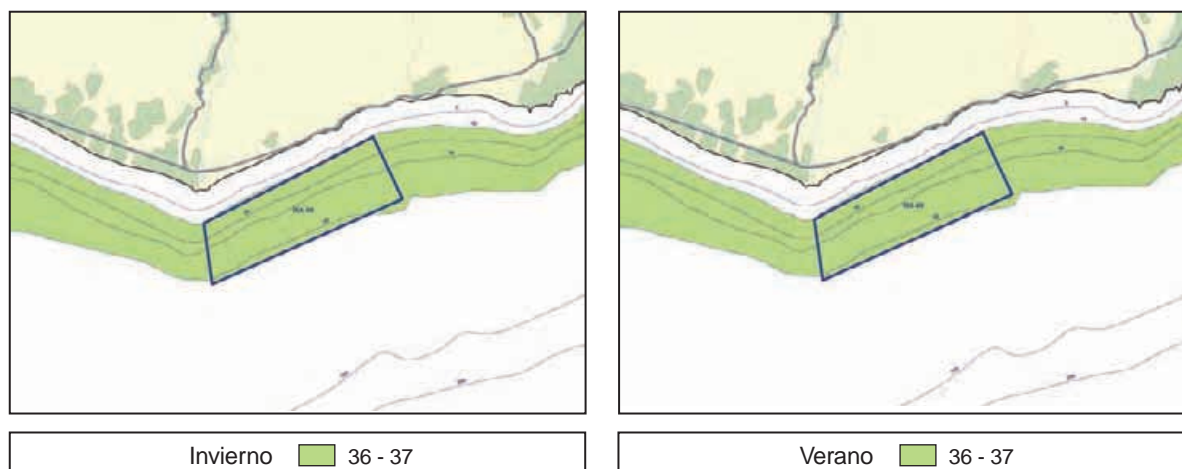


Figura 4.9-20 Valores de salinidad obtenidos en la zona MA-09 en invierno y verano.

En ambos casos se registran valores entre 36 y 37. En los perfiles verticales (Figura 4.9-21) se observa como en marzo la salinidad en superficie es de 36 permaneciendo constante en toda la columna de agua.

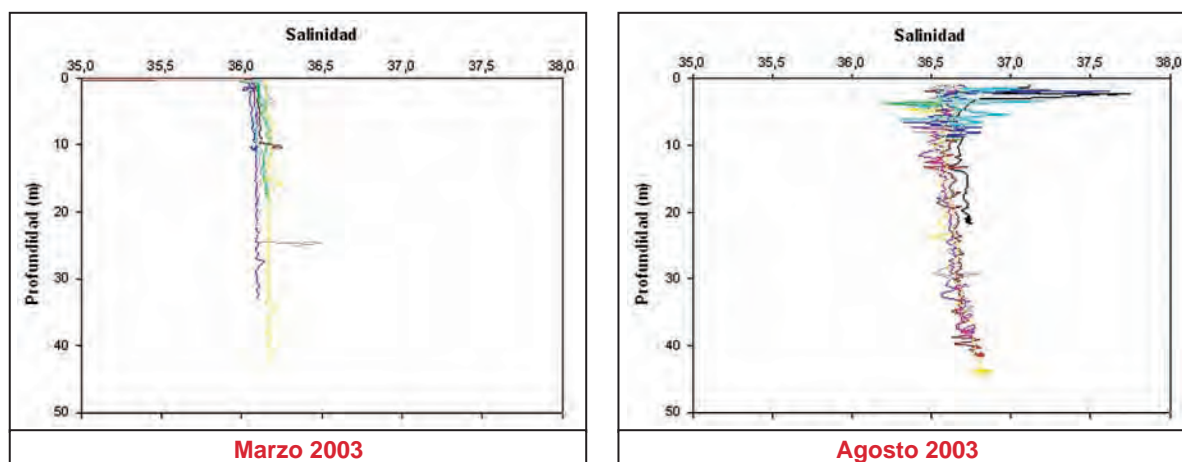


Figura 4.9-21 Perfiles de salinidad para las estaciones de muestreo en la zona MA-09.

Por el contrario los valores obtenidos en el mes de agosto muestran una salinidad de 36,5 en superficie que irá aumentando de forma gradual hasta alcanzar valores cercanos a 37 a unos 40 m de profundidad.

– **Clorofila**

Los datos de fluorescencia superficial se muestran en las Figuras 4.9-22 y 4.9-23. En ellos se aprecia como los valores son superiores en el mes de marzo, donde se llegan a obtener entre 0,8 a 1,2 u.a.

Es de destacar el aumento que se produce en la zona de Punta de Torrox en el mes de marzo, coincidiendo con la ubicación de un emisario submarino que vierte en esa zona y que probablemente favorece el crecimiento de organismos fotosintéticos.

En el mes de agosto los valores son más bajos registrándose entorno a 0,2-0,3 u.a.

En los perfiles verticales del mes de agosto (Figura 4.9-24) se comprueba como las estaciones 50 y 51 presentan valores ligeramente superiores de fluorescencia.

Estas dos estaciones son las más cercanas al emisario al cual se hizo referencia anteriormente. Además, presentan el máximo a profundidades de entre 30 y 40 m.

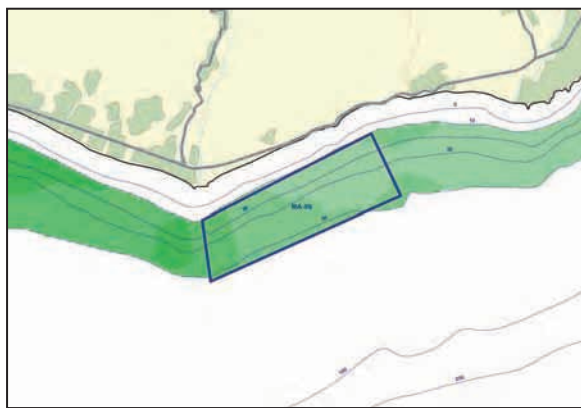


Figura 4.9-22 Fluorescencia superficial detectada en la zona MA-09 en el mes de marzo de 2003.

Los valores encontrados en el mes de agosto pasan de ser en superficie del orden de 2 u.a. a alcanzar en profundidad las 5 u.a.

Los datos de clorofila obtenidos en los puntos discretos muestreados se ven en la Figura 4.9-25. Se aprecia como en marzo la columna es muy estable registrándose las mismas concentraciones tanto en fondo como en superficie. Por el contrario en agosto se aprecia una mayor concentración en fondo, resultado de la estratificación que se produce en esta época del año.

Los valores encontrados para esta variable llegan a niveles de de 4 mg/m³. Estos valores son semejantes a los obtenidos mediante satélite donde el promedio de los últimos diez años muestran concentraciones del orden de 3 mg/m³ (Figura 4.9-18).

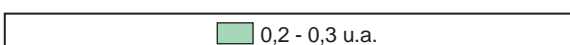
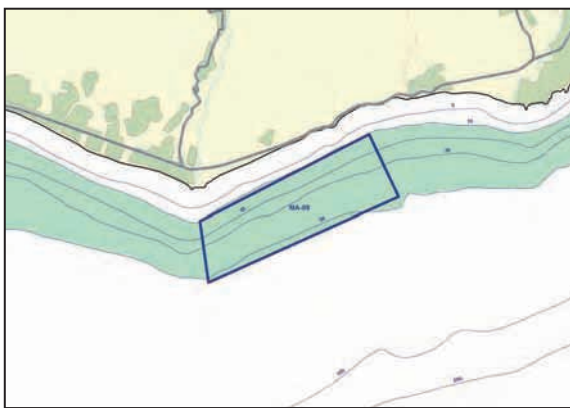


Figura 4.9-23 Fluorescencia superficial detectada en la zona MA-09 en el mes de agosto de 2003.

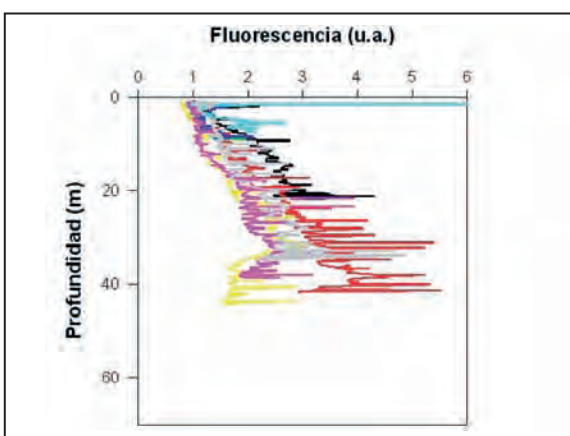


Figura 4.9-24 Perfil de fluorescencia para las estaciones muestreadas en la zona MA-09.

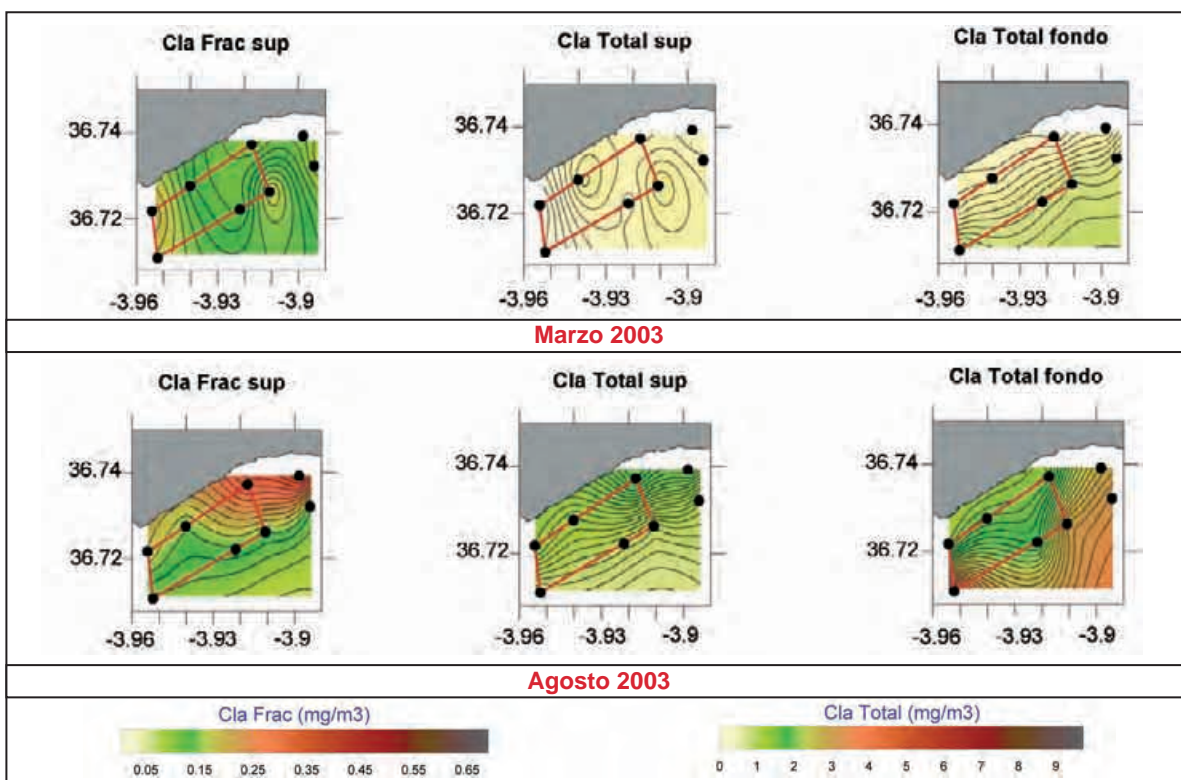


Figura 4.9-25 Datos de clorofila en superficie y fondo para cada una de las estaciones muestreadas.

– Sólidos en suspensión

El coeficiente de atenuación en superficie para la zona de estudio se muestran en las Figuras 4.9-26y 4.9-27. En ellas se puede ver como los valores de verano son más elevados que en invierno. Los resultados obtenidos en marzo rondan entre 0 y 2 m⁻¹, siendo los de agosto entre 0 y 18 m⁻¹.

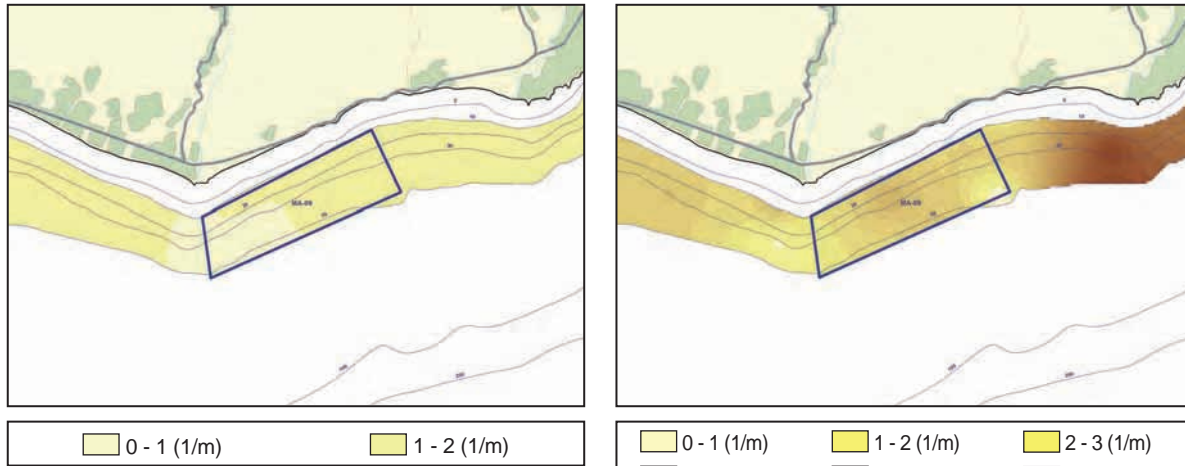


Figura 4.9-26 Coeficiente de atenuación para la zona MA-09 en el muestreo de marzo de 2003.

Los datos de sólidos en suspensión en cada uno de los puntos muestreados se representan en las Figuras 4.9-28 y 4.9-29. En ellos se vuelve a comprobar como se produce un aumento de la concentración en el mes de agosto. Dándose un mayor porcentaje de sólidos de naturaleza orgánica en el mes de marzo, lo que coincide con los datos de clorofila obtenidos para la misma zona.

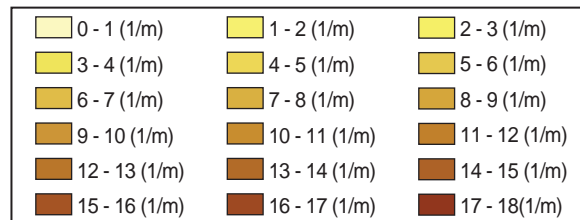


Figura 4.9-27 Coeficiente de atenuación para la zona MA-09 en el muestreo de agosto de 2003.

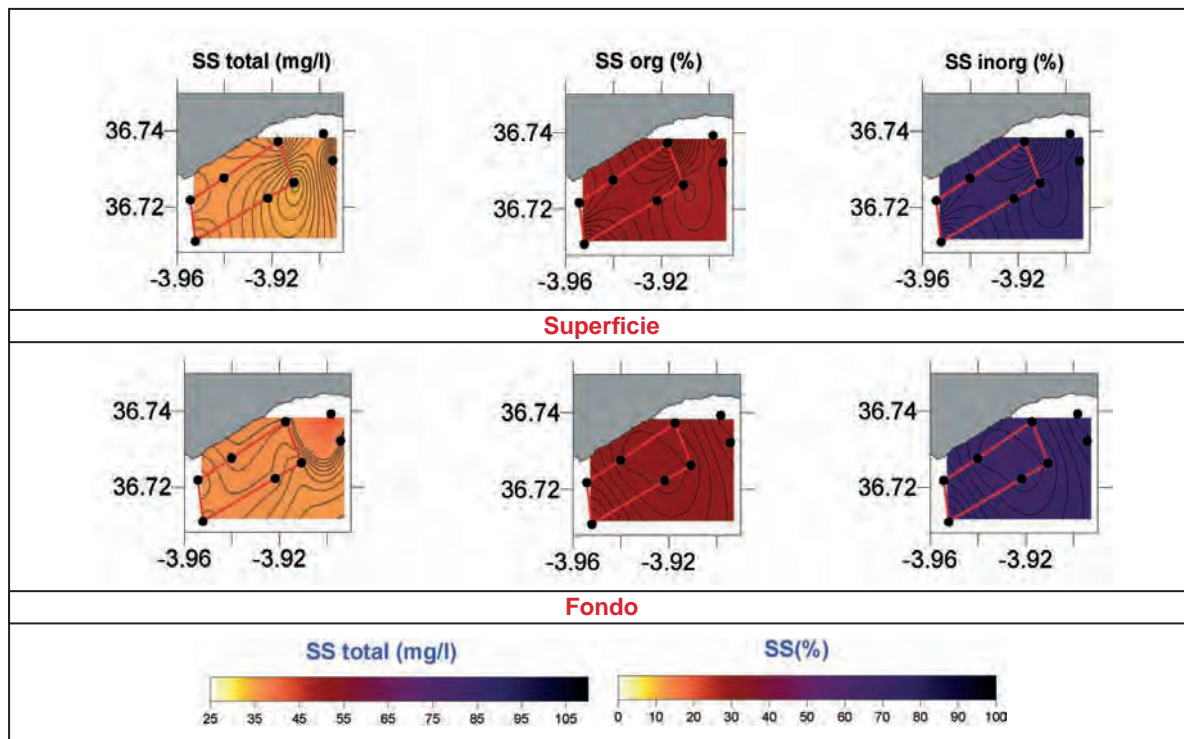


Figura 4.9-28 Concentraciones de sólidos en suspensión en superficie y fondo para las estaciones muestreadas en la zona MA-09 en marzo de 2003.

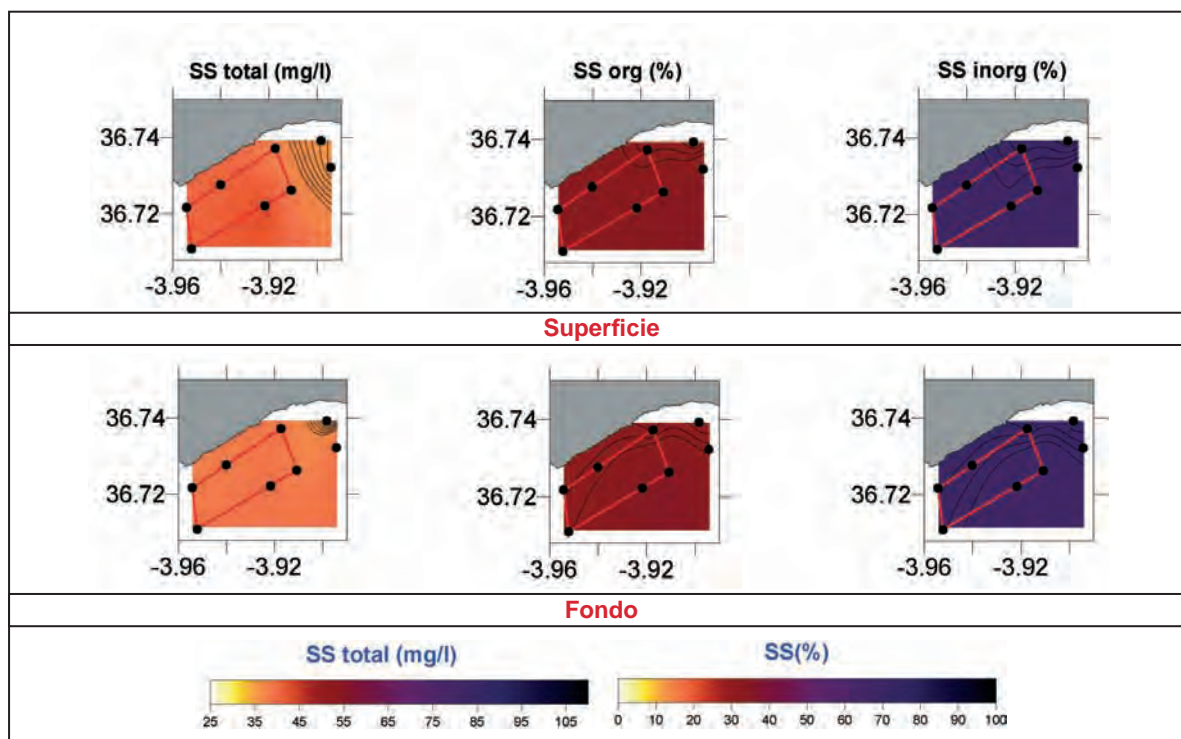


Figura 4.9-29 Concentraciones de sólidos en suspensión en superficie y fondo para las estaciones muestreadas en la zona MA-09.

– Oxígeno

Las concentraciones de oxígeno para cada una de las estaciones muestreadas se representan en la Figura 4.9-30. En ella se comprueba como las concentraciones en superficie alcanzan valores entorno a los 7mg/l. Obteniéndose el máximo a profundidades de entre 10 y 40 m donde se llegan a alcanzar valores de hasta 8 mg/l.

Con los resultados obtenidos en referencia a las condiciones físico-químicas del agua en el área del Peñoncillo (Zona Ma-09), se pueden realizar las siguientes consideraciones:

1. Los valores de temperatura alcanzados en esta zona estuvieron entre un máximo de 22 °C y un mínimo de 15 °C. Lo cual supone un intervalo en los que la temperatura no debe afectar negativamente y de forma significativa a los cultivos marinos.
2. La salinidad se encuentra dentro de sus valores normales para agua de mar no apareciendo ningún fenómeno que produzca su alteración.
3. La clorofila detectada alcanza valores bajos, los cuales no son susceptibles de causar problemas.
4. Los sólidos no presentan concentraciones elevadas. Aunque, la parte más hacia el este del polígono es generadora de niveles altos de sólidos y por lo tanto puede influir aumentando la concentración dentro de la zona de estudio. Pudiendo llegarse a niveles a los que potencialmente puede ser sensible futuras instalaciones acuícolas.
5. La concentración de oxígeno es relativamente alta para la zona de estudio, siendo los valores alcanzados óptimos para los cultivos marinos.

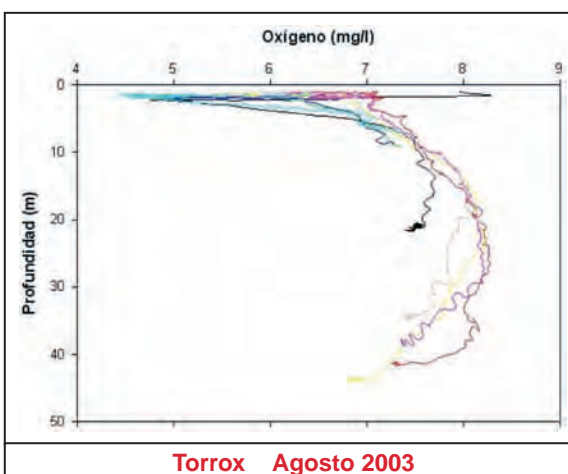


Figura 4.9-30 Perfiles de oxígeno en las estaciones muestreadas en la zona MA-09.

Después de la integración de todos los datos en el índice de calidad de agua, se llega a obtener para la zona en cuestión un valor del índice de entre 7,8 y 8,2 para un rango de 0 a 10 (Figura 4.9-31).

Finalmente, con estos resultados, la valoración del grado de interés de la zona MA-09 desde el punto de vista de la acuicultura es la que se representa en la Figura 4.9-32, obteniéndose un grado de interés alto para toda la zona.

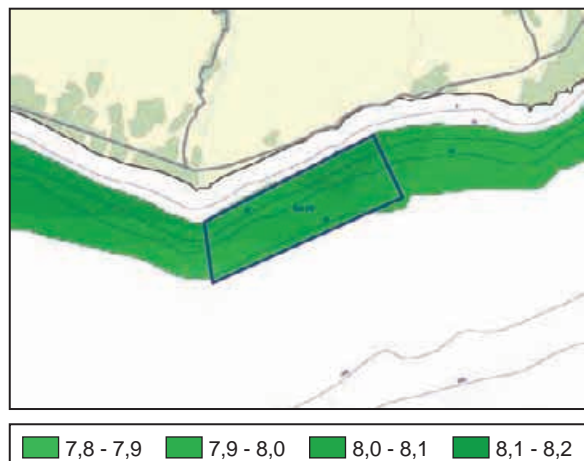


Figura 4.9-31 Índice de calidad de agua para la zona MA-09.

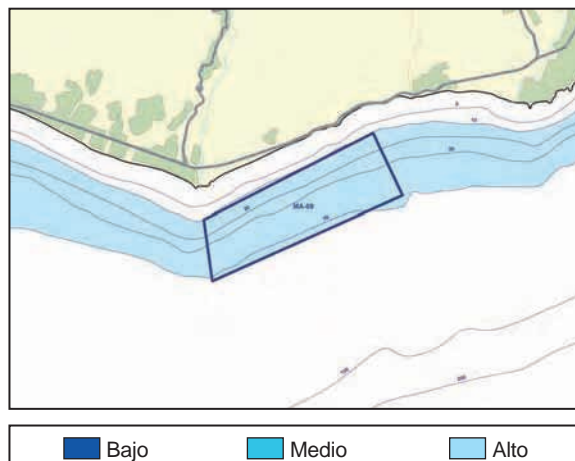


Figura 4.9-32 Valoración del interés de la zona en función del índice de calidad del agua empleado en este estudio.

4.9.3.4.2 Condiciones sanitarias.

El área estudiada se corresponde en su totalidad con la zona de producción AND 1-35. Los resultados obtenidos de los análisis realizados en el control sanitario de esta zona durante los años 2000 a 2002 son los siguientes:

- Contaminación bacteriana:

Los resultados microbiológicos obtenidos en el control sanitario de estas zonas durante los años 2000, 2001 y 2002 han presentado meses en los que la contaminación por coliformes fecales y *E. coli* estaba por encima de los valores permitidos en los años 2001 y 2002.

Zona AND 1-35 (concha fina)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000												
2001	■					■					■	
2002		■			■							

■ Coliformes fecales y *E. Coli* por encima del límite ■ Presencia de *Salmonella*

Tabla 4.9-3 Meses en los que los análisis del control sanitario han dado valores de contaminación bacteriana superiores a los permitidos en los años 2000 a 2002.

No obstante no se detecta un patrón en estos aumentos de contaminación bacteriana, por lo que parece que estos valores son consecuencia de condiciones puntuales del medio

- Contaminación por toxinas:

Como se puede comprobar en la Tabla 4.9-4, la contaminación por toxinas, especialmente por PSP (toxina paralizante), es habitual en la zona a lo largo de todo el año durante los años 2000 a 2003. Este hecho supone que la zona no resulte apropiada para el cultivo de moluscos bivalvos, ya que la aparición de toxinas en una zona de producción en concentraciones superiores a las permitidas, conlleva la prohibición de comercialización de moluscos hasta que no se alcancen los valores normales en la zona.

Zona AND 1-35 (concha fina/corruco/coquina)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2001	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2002	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

■ DSP ■ PSP ■ ASP

Tabla 4.9-4 Meses en los que los análisis del control sanitario han dado valores de contaminación por toxinas superiores a los permitidos en los años 2000 a 2002.

4.9.4 Caracterización bionómica.

Este área se caracteriza por presentar una batimetría homogénea, sin irregularidades en su relieve, y una pendiente media de 7%. Las comunidades detectadas en la zona son las que se representan en la Figura 4.9-33.

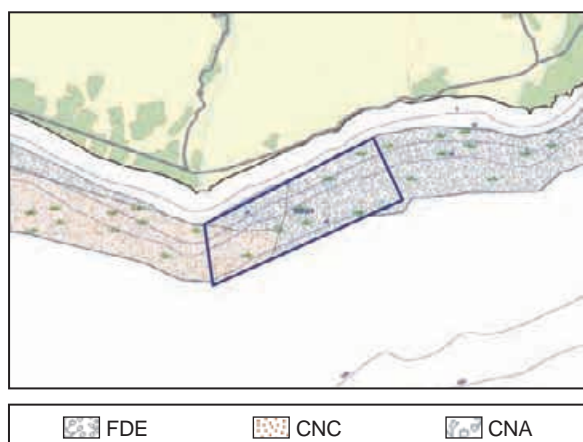


Figura 4.9-33 Tipo de comunidades detectadas en la zona. Los puntos señalan las estaciones de muestreo. FDE = Biocenosis de fondos detriticos enfangados; CNC = Presencia muy escasa de Cymodocea nodosa; CNA = Presencia muy escasa de Cymodocea nodosa en biocenosis de Fondos Detriticos Costeros en biocenosis de Arenas Finas Calibradas.

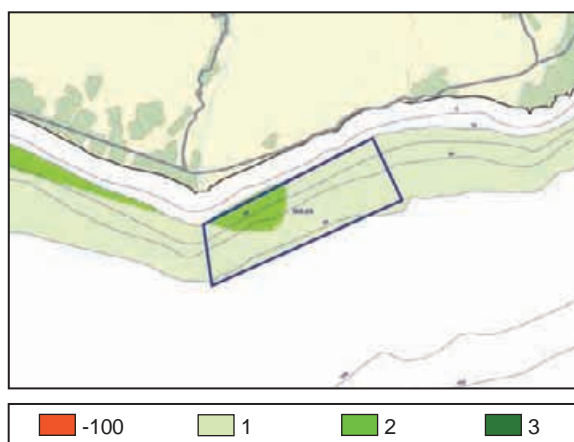
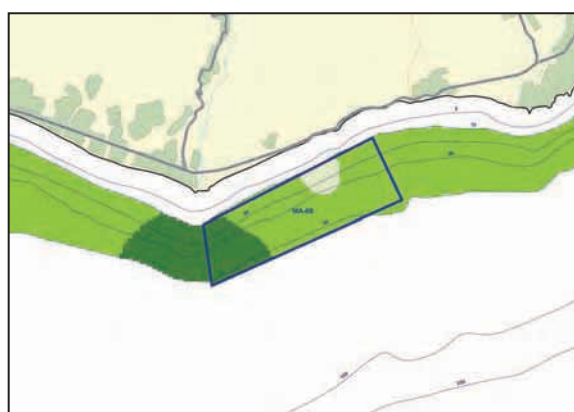


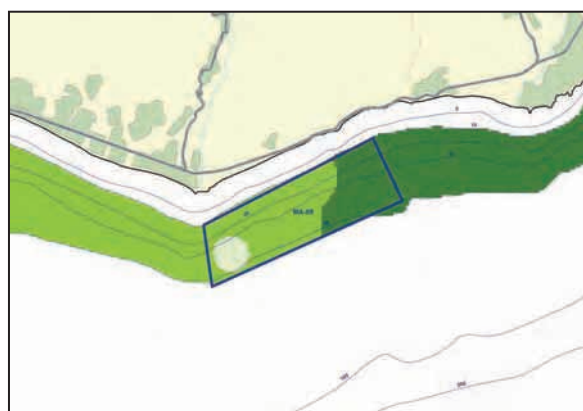
Figura 4.9-34 Valoración de la zona MA-09 en función del tipo de comunidad.



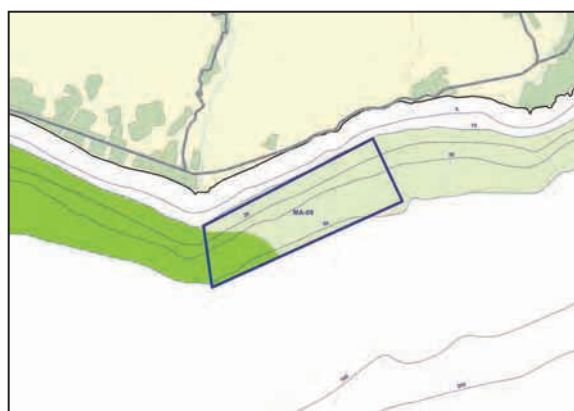
Abundancia 1 2 3



Diversidad 1 2 3



% Bivalvos 1 2 3



Sedimento 1 2 3

Figura 4.9-35 Valores obtenidos para los restantes factores considerados en la valoración de la zona según sus características bionómicas.

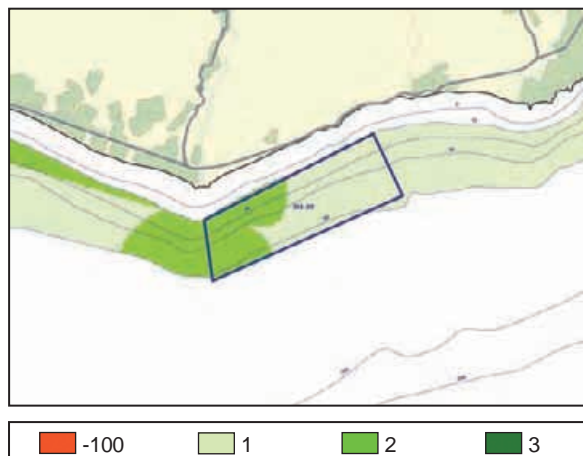


Figura 4.9-36 Índice de calidad de la zona MA-09 en función de la bionomía.

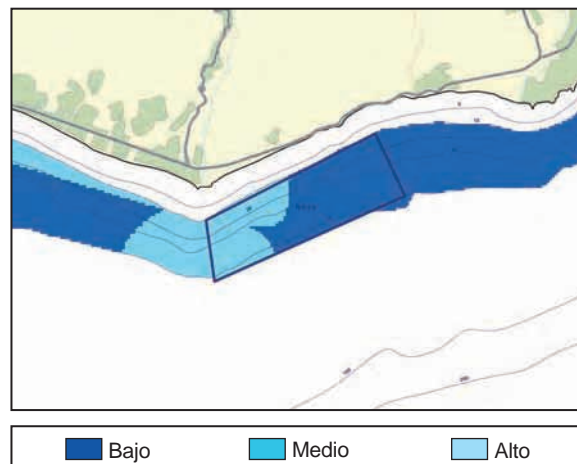


Figura 4.9-37 Valoración del interés de la zona en función de las características bionómicas.

Durante el muestreo en esta zona se detectó presencia de *Cymodocea nodosa* hasta profundidades muy notables. Debido a las bajas densidades que presenta esta fanerógama, no formó parte de las muestras en ninguno de los puntos, aunque pudieron ser detectadas gracias a las filmaciones de amplios recorridos en torno a los puntos muestreados.

La distribución de sedimentos (con tamaño medio de grano creciente hacia el Este) conforma el principal patrón en la distribución de las biocenosis. Éstas suponen dos de los casos particulares en los que la presencia de fanerógamas a densidades muy bajas afecta a la valoración de la biocenosis. Las comunidades definidas para este área son las siguientes:

- **Presencia muy escasa de *Cymodocea nodosa* en biocenosis de Fondos Detríticos Enfangados (CNA)**, sin llegar a formar tapizados. La abundancia y diversidad arrojan valores medios y bajos, mientras que el porcentaje de bivalvos presenta cierta variabilidad (del 10 al 60%). Junto a éstos, son los anélidos y pequeños crustáceos los grupos más representados.
- **Presencia muy escasa de *Cymodocea nodosa* en biocenosis de Fondos Detríticos Costeros (CNC)**. Ocupa el vértice SW del área delimitada, frente a la desembocadura de río Torrox. Respecto a la biocenosis anterior, ésta presenta menor proporción de bivalvos (5%), similares valores de diversidad, y un número de efectivos ligeramente superior.
- Separando a estas dos zonas, en la parte más somera (entre 10 y 30 m), no se detectó presencia de fanerógama alguna, por lo que se considera esta zona de transición como **Fondos Detríticos Enfangados (FDE)**, con valores análogos en el resto de parámetros a los de las zonas adyacentes.

Los valores obtenidos para su inclusión en el índice final, por lo que respecta a los tipos de comunidad existentes son los que se representan en la Figura 4.9-34.

Asimismo, en la Figura 4.9-35 se incluyen las valoraciones obtenidas para cada uno de las características restantes asociadas a la bionomía según el índice de calidad descrito en el apartado de metodología.

Finalmente, integrando estas valoraciones obtenidas, se obtiene el resultado del índice definido para la valoración de la bionomía, que se representa en la Figura 4.9-36.

Como consecuencia de la presencia de manchas aisladas de fanerógamas marinas, los valores obtenidos para el índice bionómico son medios o bajos para todo el área.

La reclasificación de los valores de índice da como resultado la valoración del grado de interés de la zona atendiendo a sus características bionómicas que se representa en la Figura 4.9-37.

4.9.5 Caracterización del sector pesquero.

En la zona se encuentran tres caladeros tradicionales (Figura 4.9-38) denominados Torre Gorda – Algarrobo – Roquedo de Mezquitilla – Torre por Torre – Lagos – Río Gñí – El Cenicero – El Morche, Faro de Torrox – Las Piedras – Calaceite y El Playazo – La Torrecilla – Nerja – Burriana, cuyas características se incluyen en la Tabla 4.9-5.

Nombre del caladero	Distancia al centro del área de estudio	Especies más representativas capturadas	Artes de pesca utilizadas
– Torre Gorda – Algarrobo – Roquedo de Mezquitilla – Torre por Torre – Lagos – Río Gñí – El Cenicero – El Morche	7 km al oeste	- Peces: Besugo, breca, brótola, herrera y salmonete. - Moluscos: Jibia, corruco y chirla. - Crustáceos: Langosta	Trasmallo, solta, birorta y rastro
– Faro de Torrox – Las Piedras – Calaceite	Incluye a la zona de estudio	- Peces: Besugo, breca, brótola, herrera y salmonete. - Moluscos: Jibia y calamar. - Crustáceos: Langosta...	Trasmallo, palangre, chambel, tablilla, birorta
– El Playazo – La Torrecilla – Nerja – Burriana	4 km al este	- Peces: Besugo, breca, brótola, herrera, salmonete, merluza y sardina. - Moluscos: Jibia, calamar y pulpo. - Crustáceos: Langosta.	Trasmallo, solta, ratera, boliche, nasa, palangre, rastro, birorta y maricon

Tabla 4.9-5 Caladeros cercanos al área de estudio.

El puerto más cercano se encuentra algo retirado del área de estudio, a unos 12 km, éste es el puerto de la Caleta de Vélez, sin embargo, la zona cuenta con varios núcleos pesqueros cuyas características se describen a continuación.

- **El Morche**, perteneciente al término municipal de Torrox y localizado en la playa del Cenicero a 6,5 km de la zona MA-09.

El trasmallo es el arte principal utilizado en este núcleo, aunque también son usados la tablilla y la potera para la captura del pulpo. Las especies desembarcadas en este núcleo son melva, bonito, choco, pulpo y variado de peces de fondo.

- **Torrox**, situado en el término municipal de Torrox y localizado en la playa de los Lindes, en su parte más oriental, a unos 2,5 km de la zona de estudio.

El arte usado en este núcleo es el trasmallo y las capturas principales son el choco, peces de fondo (sargo, oblada, breca, pargo, etc.) y pescado azul (melva, caballa, etc.)

- **El Peñoncillo**, pertenece igualmente al término de Torrox y localizado en la playa del Peñoncillo, a 1 km de la zona de estudio.

El arte usado es el trasmallo y las principales especies desembarcadas son de pescado azul (melva, bonito, etc) y choco.

- **Nerja**, pertenece al término municipal de Nerja y en el que se incluyen las playas de Burriana, Calahonda y Salón y situado a unos 5,5 km de la zona de estudio.

En este núcleo son utilizados los distintos tipos de artes de enmalle, trasmallo y solta, además del boliche. Las principales especies capturadas son diferentes especies de pescado de fondo, pescado azul (melva, caballa, bonito,...), choco y langostinos.

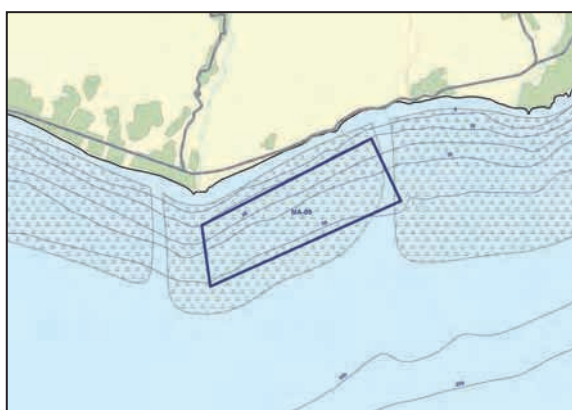


Figura 4.9-38 Localización de caladeros y puertos pesqueros cercanos a la zona de estudio.

4.9.6 Valoración final.

4.9.6.1 Estudio del medio físico.

Tras el análisis de los resultados se puede concluir que la zona MA-09 (El Peñoncillo) presenta unas buenas condiciones climáticas por cuanto la intensidad de los vientos es baja casi todo el año y la frecuencia de temporales no es muy elevada.

La batimetría existente en la zona, presenta una pendiente media-baja. Prácticamente la totalidad del polígono considerado se encuentra dentro de la franja batimétrica de 20 a 50 m considerada como la más adecuada para la ubicación de instalaciones acuícolas.

Las corrientes dominantes a 10 m de profundidad en el área son de intensidad media-alta, aumentando con la distancia a la costa. Se pueden considerar por tanto como adecuadas para el cultivo acuícola, aunque en la zona correspondiente al polígono estudiado serían deseables intensidades ligeramente mayores.

En el extremo a poniente del polígono, existen una zona donde se han detectado fanerógamas marinas que podrían condicionar la ubicación de nuevas instalaciones en sus proximidades. Este hecho habrá de ser tenido en cuenta a la hora de establecer nuevos proyectos.

El oleaje determinado para la zona no es elevado aunque ocasionalmente puedan aparecer fenómenos de riesgo.

El sustrato existente, resulta en general adecuado para el fondeo de instalaciones acuícolas. Sobre el fondo, se detecta la presencia de biocenosis de interés medio-alto que habría que tener en cuenta a la hora de elegir un lugar donde ubicar nuevas instalaciones.

La calidad físico-química del agua es buena desde el punto de vista físico-químico. Desde el punto de vista sanitario sin embargo, en la zona se detectan habitualmente concentraciones de toxina PSP por encima de las permitidas para el consumo humano, por lo que el cultivo y posterior comercialización de moluscos en esta zona, se podrían ver afectados negativamente por este hecho.

El sector pesquero de la zona actúa normalmente en el área considerada, si bien. La flota que faena normalmente en la zona, tiene su puerto base en Caleta de Vélez y en varios núcleos pesqueros, hechos que tendrían que considerarse para no interferir con este sector a la hora de ubicar nuevas instalaciones acuícolas.

Con los resultados obtenidos hasta la fecha, se ha realizado una valoración de la zona Ma-09, utilizando la metodología ya descrita, y cuyos resultados son los representados en el Figura 4.9-39.

4.9.6.2 Integración entre la valoración del medio físico y la valoración del ámbito administrativo.

La integración de los resultados obtenidos en la valoración del ámbito administrativo con la valoración del medio físico (Plano 9) permite apreciar que la mayor parte del polígono estudiado posee un grado de interés alto (68,35%).

El resto del área se distribuye en un 23,77% de interés medio, y un 7,88% de interés bajo debido a la existencia en las proximidades del área (a poniente del polígono) de zonas con fanerógamas.

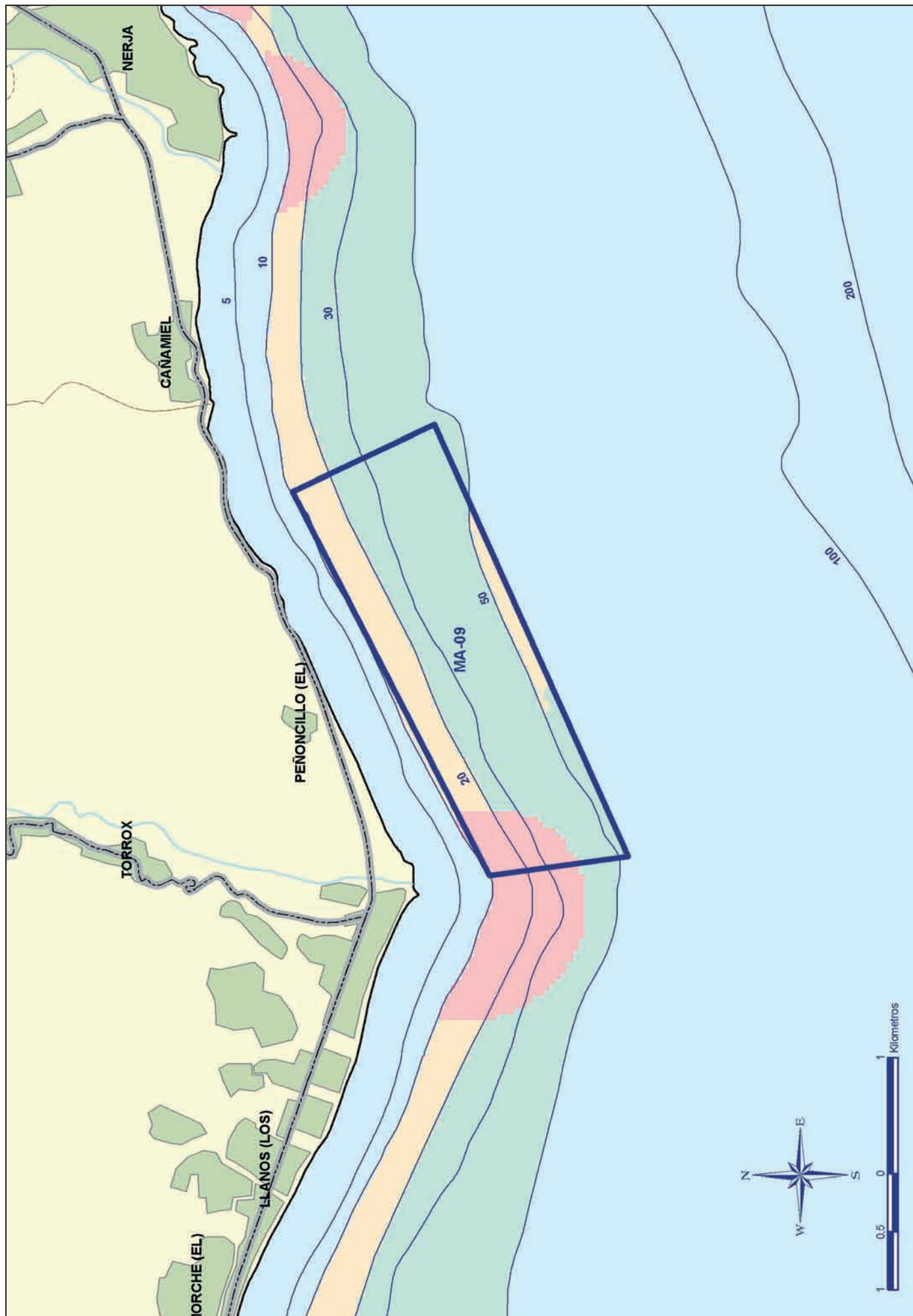
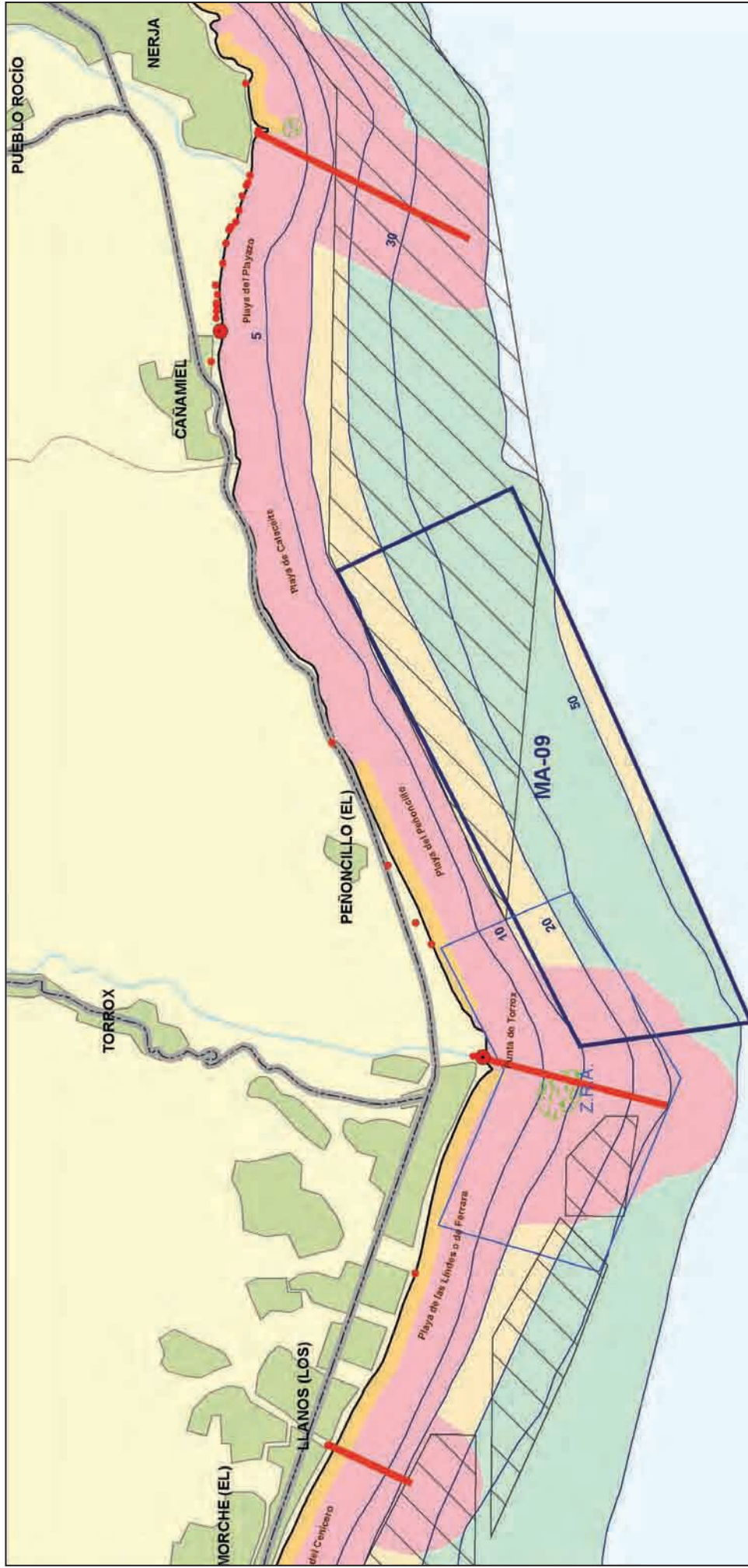


Figura 4.9-39 Valoración final en función de los resultados de la 2ª fase.

Grado de interés Bajo Medio Alto



Zonificación para el desarrollo de la acuicultura

- Zonas de interés bajo
- Zonas de interés medio
- Zonas de interés alto
- Área de estudio
- Espacios naturales protegidos
- Lugares de interés comunitario
- Praderas de fanerógamas marinas
- Habitats de interés
- INSTALACIONES AUTORIZADAS POR LA COMISIÓN DE MEDIO AMBIENTE DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA
- Instalaciones autorizadas

Infraestructuras y áreas compatibles con la acuicultura

Arrecifes artificiales

- Arrecifes (rodapiés)
- Áreas de interés arqueológico

Infraestructuras y áreas compatibles con la acuicultura con limitaciones

- Zonas marinas de interés medio
- Zona portuaria tipo I
- Zona de fondo de dragado

Infraestructuras y áreas incompatibles con la acuicultura

- Puentes
- Zona portuaria tipo II
- Cables submarinos
- Embarco submarino
- Zonas de interés prioritario para la protección del medio marino
- Playas de arena turística
- Puntos de vertido directo al medio marino
- Puntos de vertido controlado
- Demarcaciones de los ríos

2ª Fase del estudio de localización de zonas de interés para el desarrollo de la acuicultura en el litoral andaluz: estudio del medio físico

Localización del área representada en el plano

Logo of JUNTA DE ANDALUCÍA

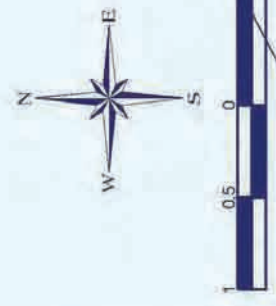
Map of Andalusia showing the study area location.

Coordenadas:
ED 1985, UTM Zona 30N
Proyección Transversa Mercator

Escala: 1:43.000

Plano nº 9
Zona AL-09
B Penoncillo

Provincia de Málaga





4.10

ZONA MA-10 (TORRE DEL MAR)



El área MA-10 se corresponde con los términos municipales de Vélez-Málaga, Algarrobo y Torrox, y abarca el tramo de costa comprendido entre las playas de Almayate-Bajamar (T.M. de Vélez Málaga) y del Cenicero (T.M. de Torrox).

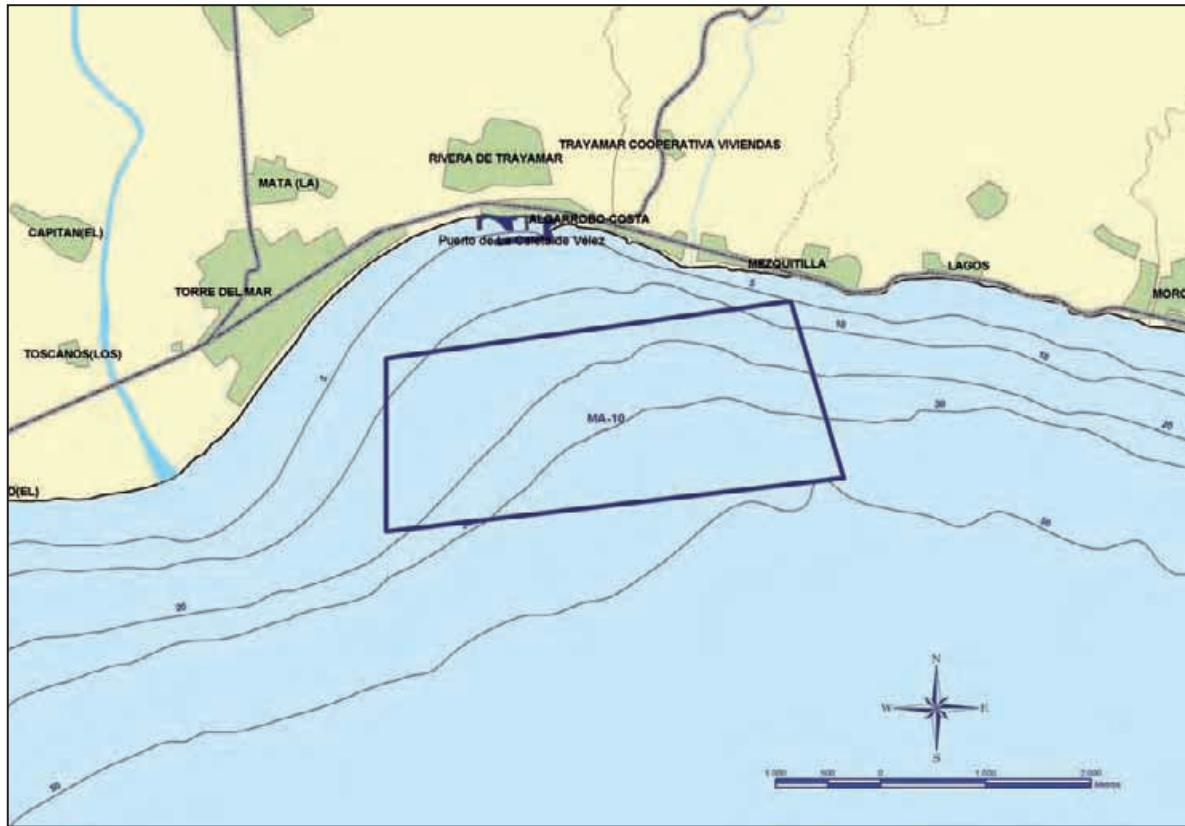


Figura 4.10-1 Zona MA-10 (Torre del Mar) y polígono estudiado.

Los trabajos en esta zona se centraron sobre el polígono situado frente al puerto de Caleta de Vélez, entre las poblaciones de Torre del Mar y Mezquitilla, con profundidades comprendidas entre los 5 y los 50 m y una superficie total aproximada de 694 hectáreas (Figura 4.10-1).

4.10.1 Compatibilidad administrativa de la zona.

El polígono estudiado se encuentra sobre una zona en la que la Consejería de Agricultura y Pesca se plantea ubicar un arrecife artificial. A levante de la zona se encuentra un arrecife artificial instalado por la Consejería de Agricultura y Pesca y a poniente otro instalado por el MAPA.

Todas las playas del área están consideradas como de interés turístico (Torredelmar, Algarrobo Costa, Mezquitilla, Lagos y el Morche). Frente a la zona de levante del polígono se encuentra un emisario que se corresponde con un aliviadero de un arroyo cercano.

Justo a levante del polígono se encuentra una pequeña zona de interés arqueológico, y a poniente una zona bastante más extensa.

Según se observa en la Figura 4.10-3 (ver página 267), la mayor parte de la zona es compatible con la actividad acuícola, limitándose las zonas incompatibles a la franja batimétrica de 0 a 20 m y a aquellas donde se localizan emisarios submarinos.

Con todos estos factores, la valoración del interés que presenta la zona para el desarrollo de la acuicultura desde el punto de vista de su compatibilidad con los usos existentes, queda representada en la Figura 4.10-2.

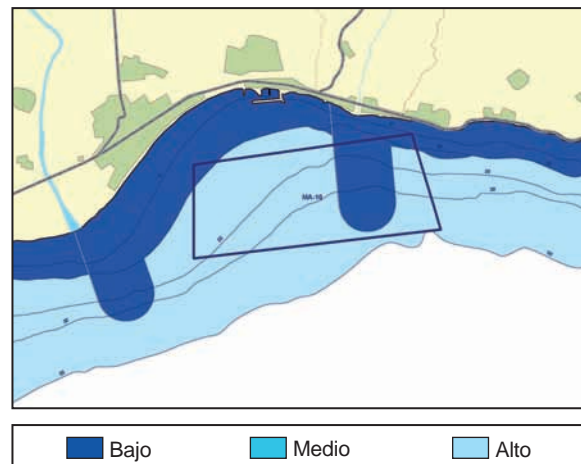


Figura 4.10-2 Valoración del interés de la zona MA-10 atendiendo a la compatibilidad con los usos administrativos.

4.10.2 Caracterización climatológica.

Según los datos obtenidos de la estación agroclimática de Vélez Málaga, pertenecientes a la red de estaciones Agroclimáticas de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, el clima en la zona se corresponde con un clima tipo **Csb** según la clasificación de Köppen.

Se caracteriza por ser un clima lluvioso y cálido con estación invernal y estival diferenciadas, en verano se detecta una estación seca frente al resto del año.

La temperatura media mensual oscila entre los 11,6°C del mes de enero y los 25,2°C del mes agosto. La temperatura mínima mensual es de 6,2°C, alcanzándose en los meses de enero y febrero. La temperatura máxima mensual es de 31,5 en agosto.

La precipitación anual es de unos 583,2 mm, concentrándose ésta prácticamente en los seis meses más fríos (413,7 mm) frente a la precipitación recogida en los seis meses más cálidos (169,5 mm).

Los valores de humedad relativa mensuales, mínima, máxima y media, se mantienen bastante constantes a lo largo del año, oscilando en torno al 40,7%, 86,5% y 65,5% respectivamente. No obstante, se detecta un claro descenso de la humedad relativa en los meses de verano.

El régimen de vientos se corresponde con un predominio de vientos flojos durante todo el año, con dirección predominante de vientos procedentes del WNW y NW (Figura 4.10-4).

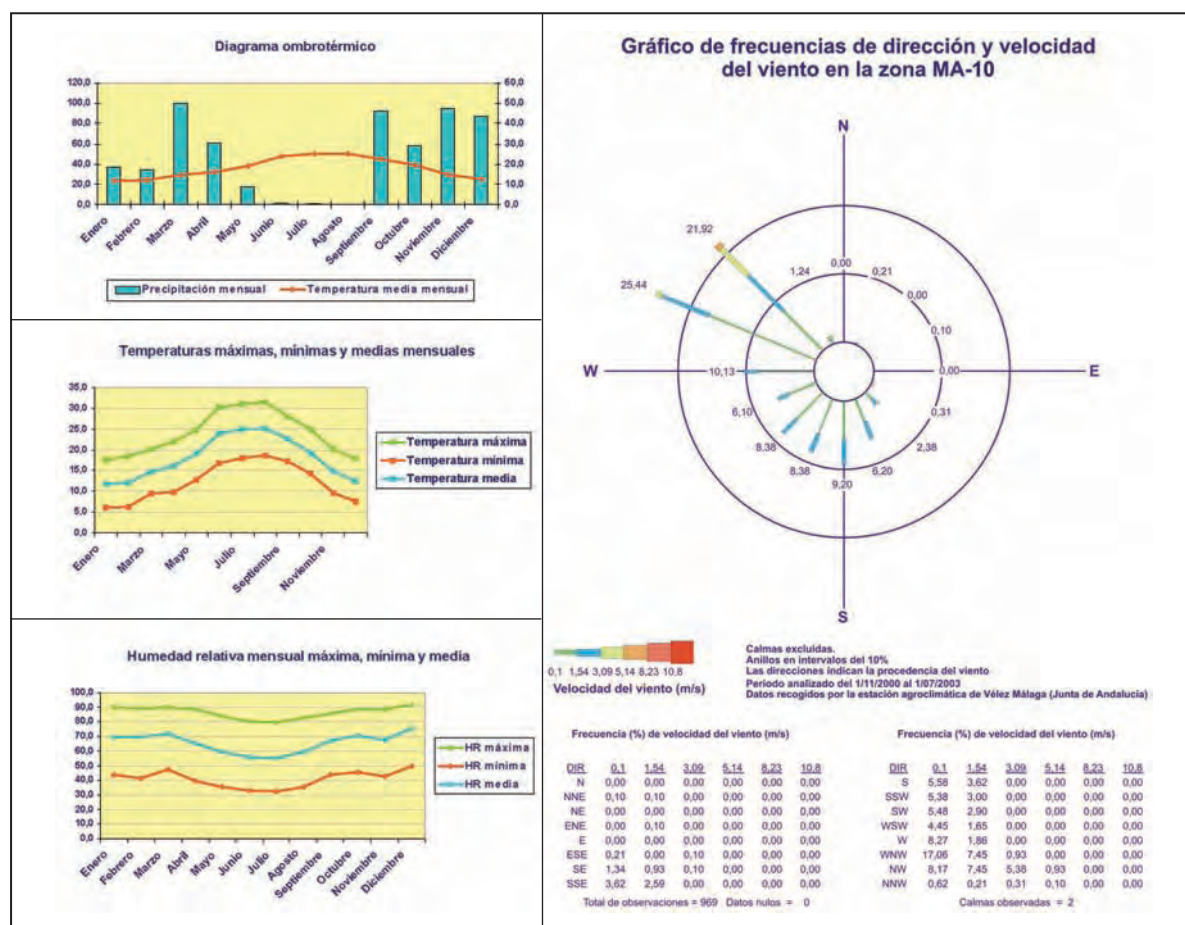


Figura 4.10-4 Características climatológicas de la zona MA-10.

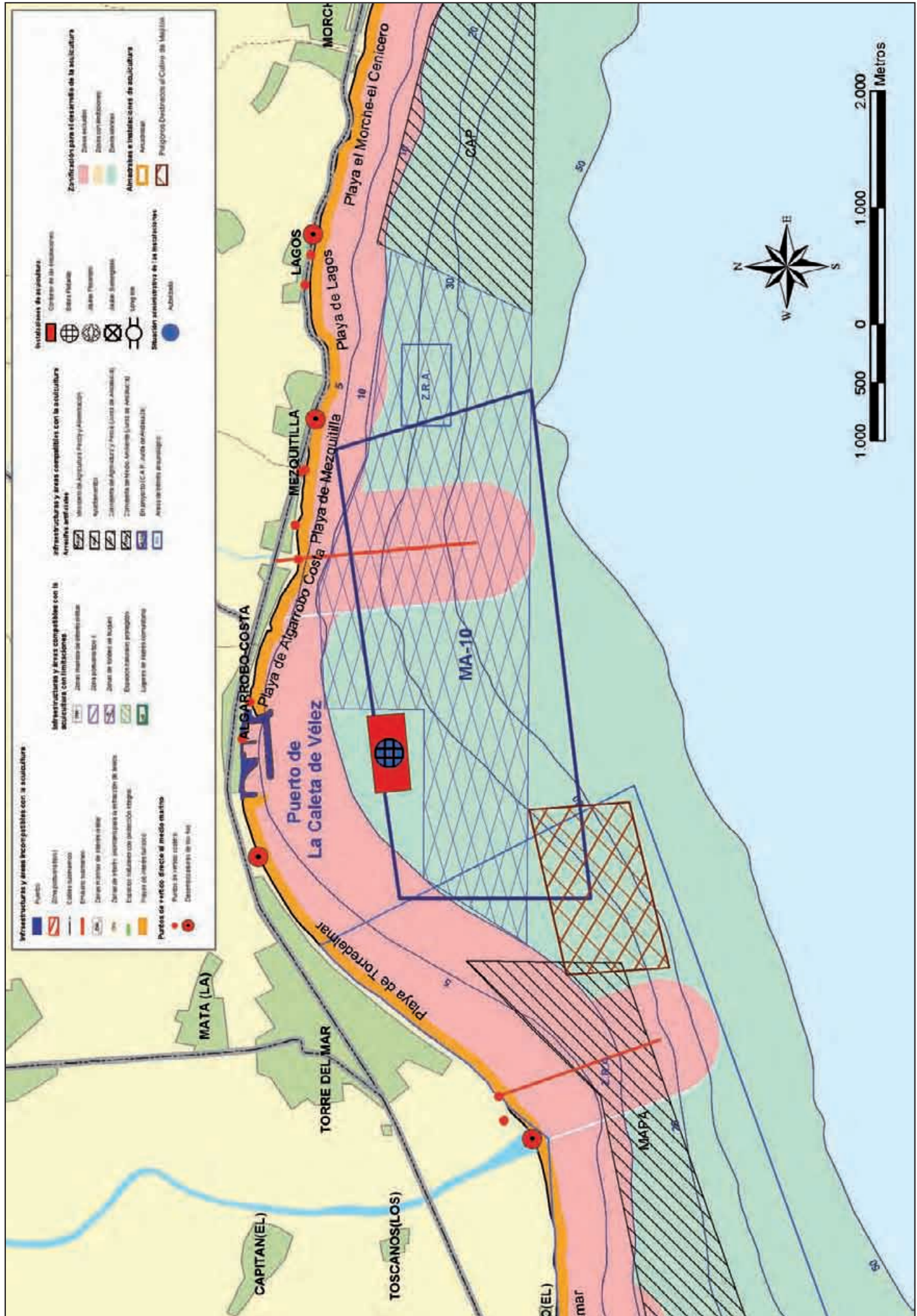


Figura 4.10-3.

4.10.3 Caracterización física.

4.10.3.1 Batimetría.

El análisis batimétrico de la zona muestra un relieve moderado, con más de la mitad del polígono considerado sobre una franja batimétrica que oscila entre los 10 y los 50 m de profundidad, correspondiéndose la mayor parte de dicho polígono con profundidades entre 20 y 50 m. La valoración de la zona en función de este parámetro que es la que se representa en la Figura 4.10-5.

4.10.3.2 Condiciones oceanográficas.

4.10.3.2.1 Régimen hidrodinámico.

Para conocer el régimen hidrodinámico de la zona, AZTI fundeó un correntímetro doppler del tipo AANDERAA RCM-7. El aparato se instaló el 22 de agosto del año 2002 en la posición $36^{\circ} 43,222' N$ y $03^{\circ} 57,807' W$, las coordenadas UTM de la posición del correntímetro son: $x = 413.960$ m e $y = 4.064.350$ m. La profundidad del punto de fondeo fue de aproximadamente 20 metros y el correntímetro se situó a unos 10 metros por debajo de la superficie del mar. En el mapa de la Figura 4.10-6, puede verse la posición del fondeo del correntímetro RCM-7 (punto de color rojo).

El correntímetro se configuró para medir las variables con una cadencia de 10 minutos. El inicio del registro coincide con las 15:50 horas del día 22 de agosto y el final de mismo, coincidente con su desfondeo, fue el día 19 de octubre a las 6:38 horas. Disponemos de este modo de un registro de 8.304 medidas de la corriente marina en la zona, con casi 2 meses de duración.

Asimismo, en la Tabla 4.10-1 se presentan los resultados del análisis estadístico del registro de velocidades de la corriente según las direcciones de la misma. Las corrientes predominantes son hacia el Este-Sureste, el Oeste-Suroeste y Oeste-Noroeste, con un total del 22,35%, 24,99%, y 24,86% respectivamente.

En la Figura 4.10-7, se han representado el diagrama polar y la rosa de corrientes obtenidos a partir de los datos registrados por el correntímetro durante todo el tiempo de muestreo. Se observa que las corrientes más frecuentes son las que se encuentran dentro de los sectores oeste y este, siendo más intensas las del segundo sector mencionado aunque menos frecuentes.

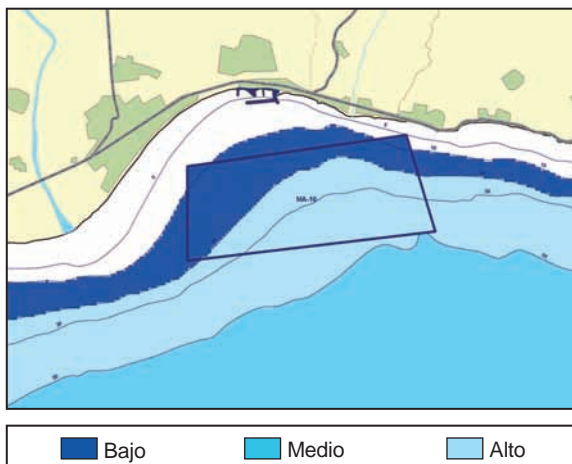


Figura 4.10-5 Valoración del interés de la zona MA-10 en función de la profundidad.

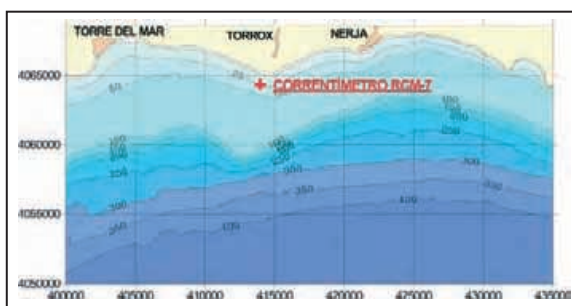


Figura 4.10-6 Posición del correntímetro, fondeado en las proximidades de La Caleta - Torrox, en las coordenadas UTM: $x = 413.960$; $y = 4.064.350$ metros.

Dirección ⁽¹⁾	Nº medidas	% ⁽²⁾	Vel. Máx ⁽³⁾	Vel. Media ⁽⁴⁾	STD ⁽⁵⁾
0-45 (NNE)	294	3.54	15.6	3.4	3.5
45-90 (ENE)	767	9.24	54.3	7.1	8.9
90-135 (ESE)	1856	22.35	72.3	17.8	17.6
135-180 (SSE)	418	5.03	19.9	4.7	4.9
180-225 (SSW)	328	3.95	28	4.8	5.6
225-270 (WSW)	2075	24.99	55.7	15.9	12.5
270-315 (WNW)	2064	24.86	53.5	12.1	11.2
325-360 (NNW)	501	6.03	19.6	3.6	3.8

(1) Sector de dirección (grados)
 (2) Porcentaje de frecuencia en cada sector de dirección (respecto al norte en el sentido de las agujas del reloj)
 (3) Velocidad máxima ($cm \cdot s^{-1}$) en cada sector direccional
 (4) Velocidad media ($cm \cdot s^{-1}$)
 (5) Desviación estándar ($cm \cdot s^{-1}$).

Tabla 4.10-1 Análisis estadístico de dirección e intensidad de la corriente medida por el correntímetro instalado entre el 22/8/2002 y el 19/10/2002.

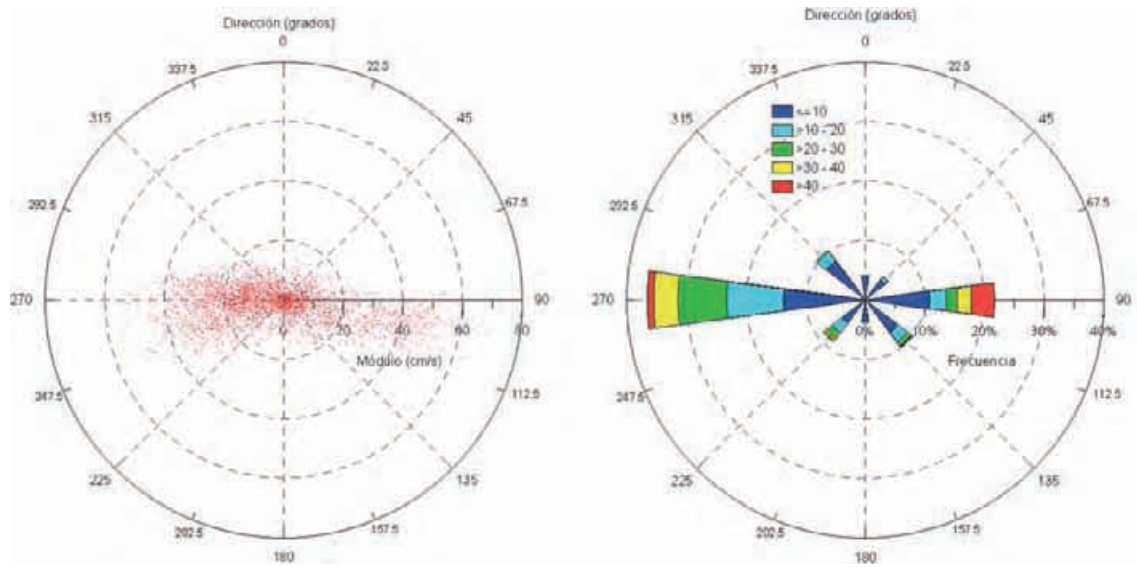


Figura 4.10-7 Diagrama polar y rosa de corrientes obtenida a partir de los datos del correntímetro fondeado en la zona.

En resumen las direcciones predominantes de las corrientes han sido:

- a) Hacia la dirección Este-Sureste (ESE): total del 22,35%.
- b) Hacia la dirección media Oeste (W): total del 48,85%.
 - Hacia el Norte-Noroeste (WSW): 24,99% del registro.
 - Hacia el Oeste-Noroeste (WNW): 24,86% del registro.

Los vientos que han generado las corrientes que se han mencionado anteriormente han resultado ser:

- Viento del Oeste para la corriente hacia el Este.
- Viento del Este para la corriente hacia el Oeste.

Se ha considerado como representativa, en función de los resultados obtenidos en otros estudios de la costa andaluza, una intensidad media de los vientos en la zona una velocidad igual a $25 \text{ km} \times \text{h}^{-1}$, tanto en el caso de viento del Este, como en el caso de viento del Oeste. Los resultados obtenidos por el modelo han sido calibrados comparándolos con los datos facilitados por el correntímetro fondeado a 10 metros de profundidad frente a Torrox.

En el caso del viento del Este (Figura 4.10-8) de velocidad igual a $25 \text{ Km} \cdot \text{h}^{-1}$, el valor de la velocidad obtenido con la simulación numérica es de $13,2 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$, que es ligeramente inferior a las medidas que indican un valor de la corriente comprendido entre $12,1$ y $15,9 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ para las direcciones WNW y WSW respectivamente.

El valor de la dirección de la corriente obtenido por la simulación numérica, a 10 m de profundidad, es de 272° (dirección Oeste), que se corresponde apreciablemente con las direcciones individuadas en las direcciones entre WNW y WSW). La corriente es máxima en superficie, con un valor aproximado de $19 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ y su módulo disminuye con la profundidad hasta los 20 m, con una velocidad poco superior a $10 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$; simultáneamente,

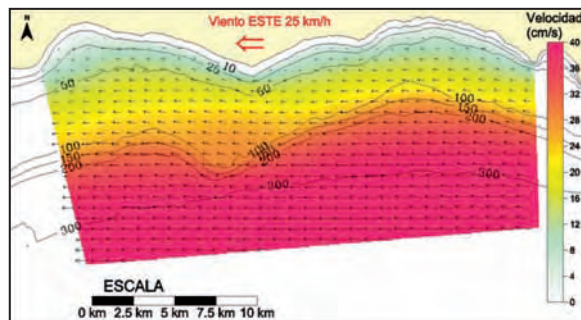


Figura 4.10-8 Velocidades en $\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$ con viento del Este de $25 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ a 10 m de profundidad.

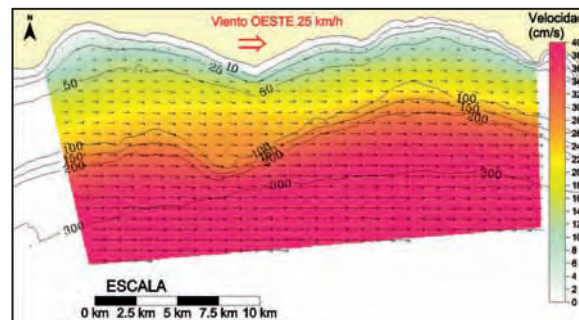


Figura 4.10-9 Velocidades en $\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$ con viento del Sur-suroeste de $20 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ a 10 m de profundidad.

La dirección de la corriente al acercarnos hacia el fondo gira ligeramente en sentido horario por efecto de la batimetría y para asegurar la conservación de la masa de fluido. En la Figura 4.10-8 (ver página 269) se presentan los resultados obtenidos en la simulación de la corriente producida por el viento a 10 metros de profundidad.

Para el viento del Oeste, el valor de la velocidad obtenido con la simulación numérica es de $17,5 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$, que se corresponde a las medidas que indican un valor de la corriente de $17,8 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ para la dirección ESE.

En la Figura 4.10-9 (ver página 269) se presentan los resultados obtenidos en la simulación de la corriente producida por el viento a 10 m de profundidad. El valor de la dirección de la corriente obtenido por la simulación numérica, a 10 m de profundidad, es de 112° (segundo cuadrante).

La corriente es máxima en superficie, con un valor de aproximadamente $26 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ y su módulo disminuye con la profundidad hasta alcanzar una velocidad de $14 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ en el fondo; simultáneamente, la dirección de la corriente en las proximidades del fondo gira en sentido horario por efecto de la batimetría y para la conservación de la masa de fluido.

Con estos resultados la valoración de la zona en función de la velocidad de corriente a 10 m de profundidad es la que se incluye en la Figura 4.10-10.

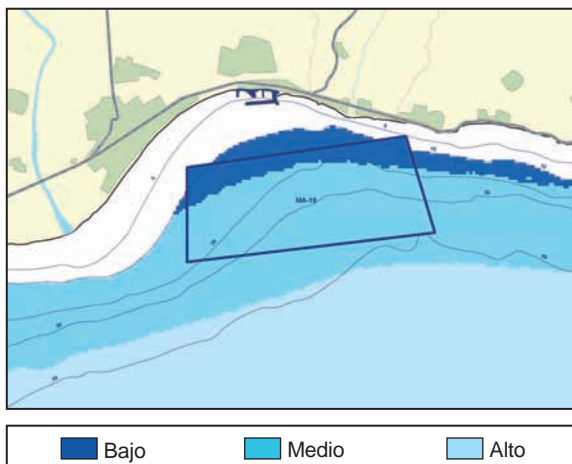


Figura 4.10-10 Valoración del interés de la zona MA-10 en función de las corrientes dominantes a 10 m de profundidad.

4.10.3.2.2 Dispersión de posibles partículas contaminantes.

En la zona MA-10 se localizan dos zonas con presencia de *Zostera marina*. En la Figura 4.10-11 se representan junto a estas praderas, los puntos utilizados para el cálculo de la dispersión de partículas procedentes de hipotéticas instalaciones, a las cuales se les ha determinado el área de dispersión potencial de una partícula de tamaño medio ($31 \mu\text{m}$) en función de la dirección y velocidad de las corrientes dominantes en la zona.

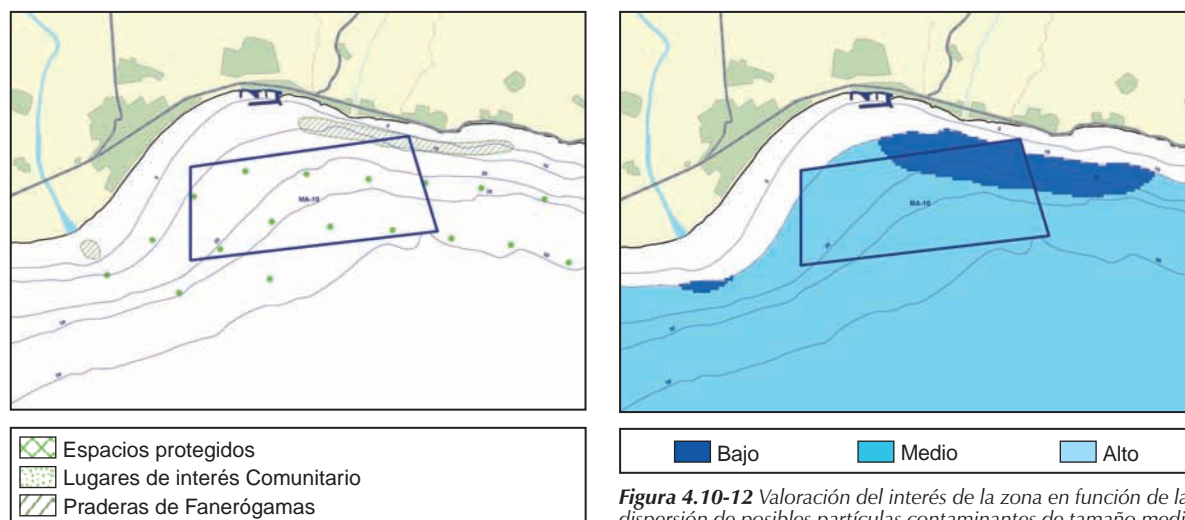


Figura 4.10-11 Localización de la praderas de fanerógamas, espacios protegidos y lugares de interés comunitario en la zona de estudio. Los puntos indican la disposición de hipotéticas instalaciones acuícolas para la realización de los modelos de dispersión.

Figura 4.10-12 Valoración del interés de la zona en función de las dispersión de posibles partículas contaminantes de tamaño medio ($31 \mu\text{m}$).

Con los resultados obtenidos en el análisis de modelización, se ha realizado la valoración (Figura 4.10-12), donde se aprecia que la dispersión de contaminantes únicamente tiene importancia en las zonas cercanas a las manchas de fanerógamas marinas, resultando la practica totalidad del área estudiada de interés alto desde el punto de vista de este parámetro.

4.10.3.2.3 Régimen de oleaje.

El régimen de oleaje, se ha caracterizado partiendo de los datos procedentes de la boya de Málaga (Figura 4.10-13), cuyos registros han dado los resultados que se incluyen en la Tabla 4.10-2, junto con la valoración obtenida para el área que abarca dicha boya.

Parámetro	Descripción del parámetro	Valor registrado	Valoración
PNE1.2m	Probabilidad de No Excedencia para una altura de ola significativa de 1.2 metros (2 m. de altura máxima)	0.93	3
TROE1	Oleaje que produzca daños o deformaciones en las jaulas, hasta el extremo de no garantizar la permanencia de los peces en el interior de la misma. $H_{max} = 6$ m.	$2 < TR < 5$	2
TROE2	Oleaje que produzca graves daños (reparables o no) en la estructura o elementos de fondeo. $H_{max} = 10$ m.	300	2
Valoración Final			2,45

Tabla 4.10-2 Régimen de oleaje de la zona MA-10.

La valoración final de la zona desde el punto de vista del régimen de oleaje, es de 2,45, es decir, que para este parámetro, el área MA-10 posee un grado de interés alto.

4.10.3.3 Descripción del sustrato.

En esta zona predominan los sedimentos fangosos, los cuales pasan lateralmente a fango-arenoso y arena. Esta última se encuentra especialmente presente en el sector nororiental, a profundidades inferiores a los 20 m.

El fango está compuesto mayoritariamente por limo que alcanza contenidos de hasta el 83%, mientras que la arcilla apenas si está presente (Figura 4.10-14).

Las muestras presentan valores de la desviación típica entre 0,01 y 2,2, correspondientes a sedimentos muy bien clasificados y mal clasificados respectivamente.

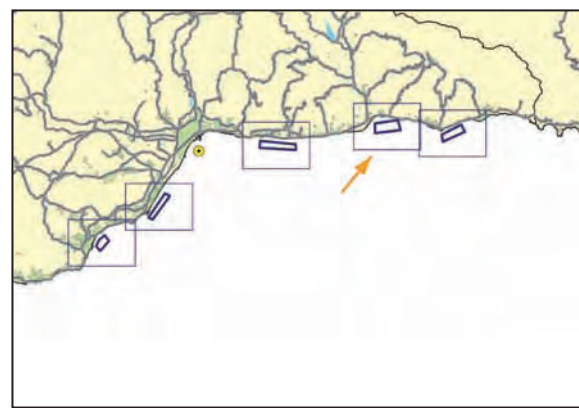


Figura 4.10-13 Situación de la Boya de Málaga respecto a la zona MA-10 (flecha naranja).



Figura 4.10-14 Caracterización del sedimento existente la zona MA-10.



Figura 4.10-15 Valoración de la zona MA-10 en función del tipo de sustrato existente.

Estos últimos están representados por depósitos arenosos con un contenido relativamente alto en grava (17%), mientras que los mejor clasificados son esencialmente de carácter limoso y, algo menos, los arenosos. Las curvas de distribución de tamaños presentan mayoritariamente carácter unimodal, excepto las que tienen un cierto contenido en grava que son de carácter bimodal.

Estos datos indican que los fondos marinos de esta zona presentan un régimen deposicional controlado fundamentalmente por aportes procedentes de fuentes continentales próximas, como el río de Vélez que, durante las crecidas proporciona limo y algo de arcilla en suspensión, que se depositan en los sectores occidental y suroriental de la zona, transportados hasta allí por las corrientes litorales. En el sector nororiental, de carácter arenoso, el régimen deposicional está controlado por la acomodación, presentando una tasa de aportes continentales baja o muy baja. Los depósitos son

sucesivamente movilizados, erosionados y transportados como carga de fondo, para ser redepositados mar adentro por acción de las corrientes de retorno generadas durante los temporales.

La valoración final de la zona en función del tipo de sedimento es la que se representa en la Figura 4.10-15 (ver página 271).

4.10.3.4 Calidad de aguas.

4.10.3.4.1 Condiciones físico químicas.

– Temperatura

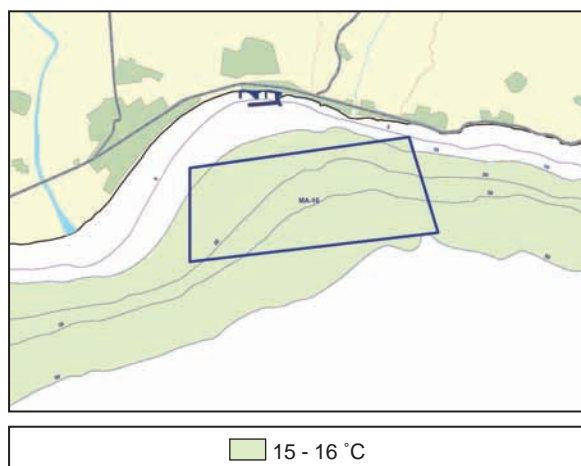


Figura 4.10-16 Temperatura superficial para la zona MA-10 en el muestreo de marzo de 2003.

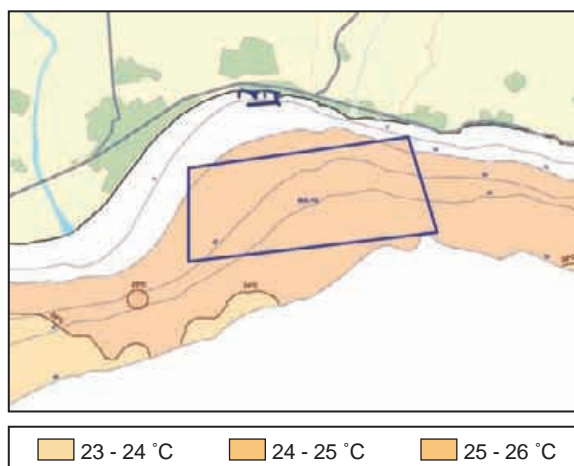
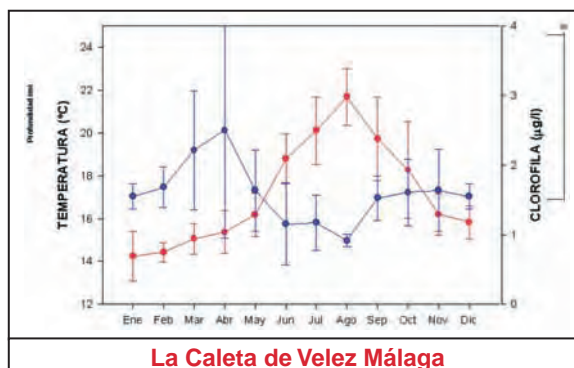


Figura 4.10-17 Temperatura superficial para la zona MA-10 en el muestreo de agosto de 2003.

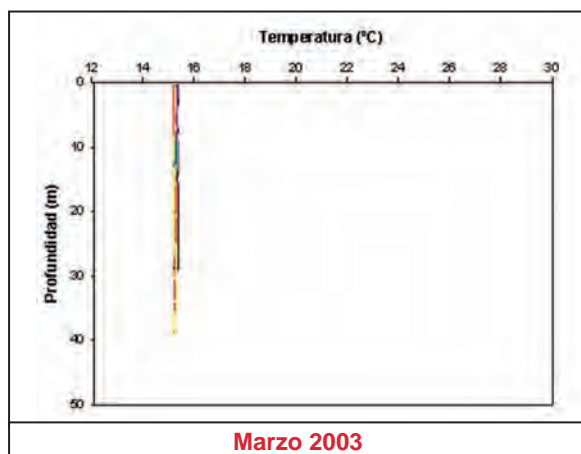
Los datos de temperatura superficial obtenidos durante los dos muestreos realizados se representan en las Figuras 4.10-16 y 4.10-17. En el mes de marzo se ha registrado temperaturas entre 15 y 16 °C mientras que en agosto los registros de temperatura alcanzan valores entre los 23 y 26 °C. Los rangos de temperatura obtenidos por el satélite muestran unos valores similares a los medidos durante el muestreo en continuo (Figura 4.10-18). El promedio de temperatura en marzo es de 15 °C mientras que en agosto se obtienen medias de 22 °C. Los perfiles de temperatura de los muestreos discretos se muestran en la Figura 4.10-19.

Los valores obtenidos de los puntos discretos muestran que en marzo se dan temperaturas superficiales de 15 °C

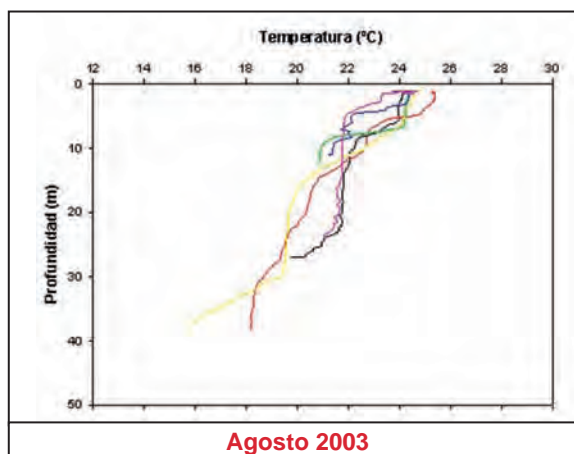


La Caleta de Velez Málaga

Figura 4.10-18 Promedios mensuales de temperatura (rojo) y clorofila (azul) superficial para la zona de estudio durante los años del 94 al 03 para temperatura y entre el 98 y el 02 para clorofila. Datos de los sensores AVHRR y SeaWiFS. Las barras representan \pm error estándar.



Marzo 2003



Agosto 2003

Figura 4.10-19 Perfiles de temperatura para las estaciones de la zona MA-10 en los dos muestreos realizados.

que van a permanecer constante en toda la columna de agua. En agosto la temperatura superficial detectada ronda los 25°C disminuyendo en profundidad hasta los 18°C en las estaciones más profundas.

– Salinidad

Los valores encontrados para esta variable en los dos muestreos realizados (Figura 4.10-20), ofrecen salinidades similares tanto en marzo como en agosto. Los valores encontrados varían entre 36 y 37 ups.

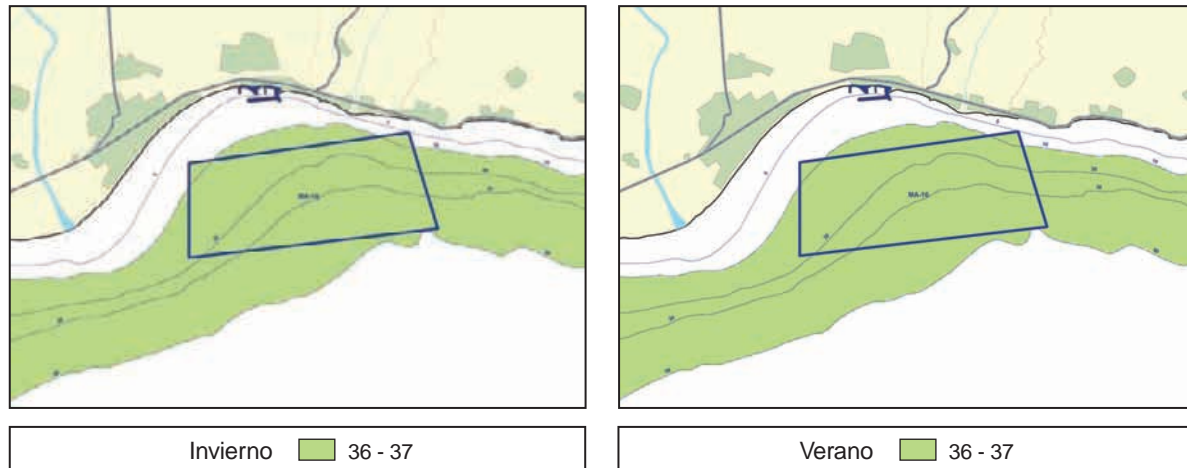


Figura 4.10-20 Valores de salinidad obtenidos en la zona MA-10 en invierno y verano.

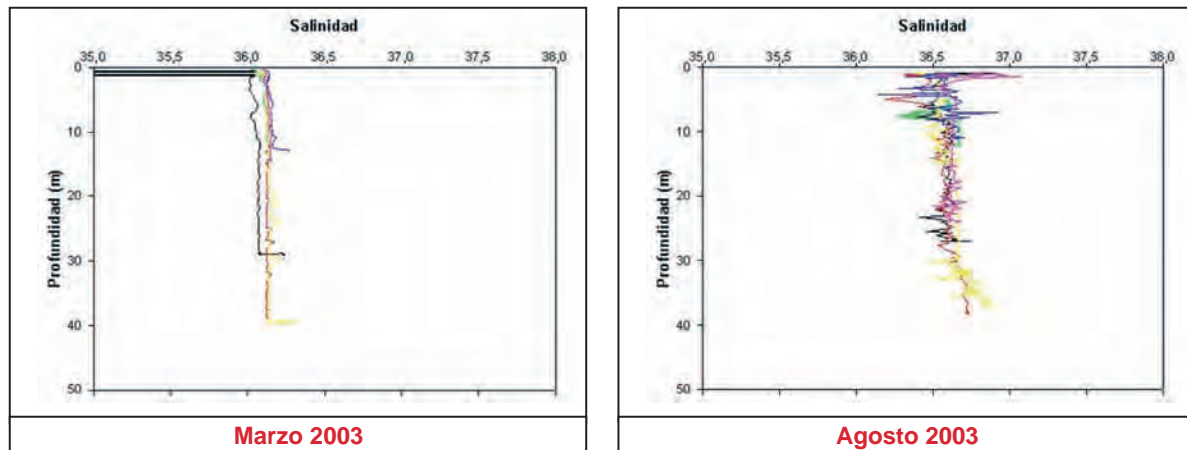


Figura 4.10-21 Perfiles de salinidad para las estaciones de muestreo en la zona MA-10.

Los perfiles verticales para esta variable se muestran en la Figura 4.10-21. Se aprecia la diferencia entre el perfil invernal donde la salinidad es constante en toda la columna de agua, alcanzándose valores de 36 ups. Existe una ligera disminución de la salinidad en la estación 44 cercana a uno de los emisarios. En agosto los datos obtenidos son ligeramente superiores obteniéndose en superficie 36,5 ups aumentando algo en fondo aunque no se llegan a alcanzar las 37 ups.

– Clorofila

Los datos de clorofila obtenidos mediante el seguimiento en continuo de esta variable, muestran mayores concentraciones en épocas invernales que estivales (Figuras 4.10-23 y 4.10-24). En marzo se registran valores de entre 1 y 1,4 u.a., mientras que en agosto estos no llegan a superar los 0,4 u.a.

Los perfiles realizados en agosto (Figura 4.10-22) muestran como los valores en superficie están entre 0,5 y 1 u.a., estos van aumentando en profundidad hasta alcanzar máximos superiores a 5 u.a. Estando localizados estos máximos muy cercanos al fondo.

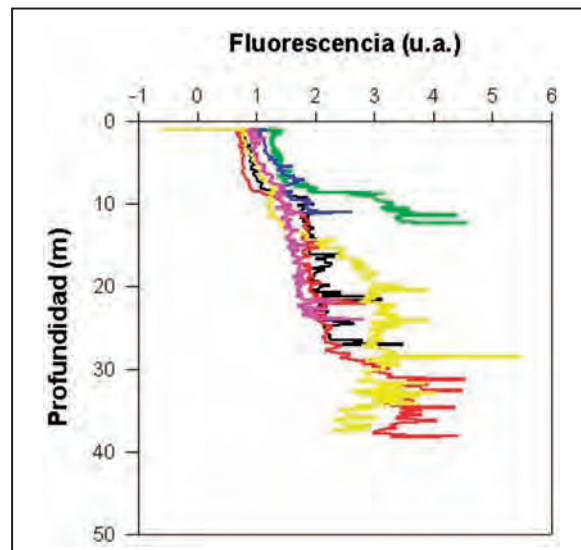


Figura 4.10-22 Perfiles de fluorescencia para las estaciones muestreadas en la zona MA-10.

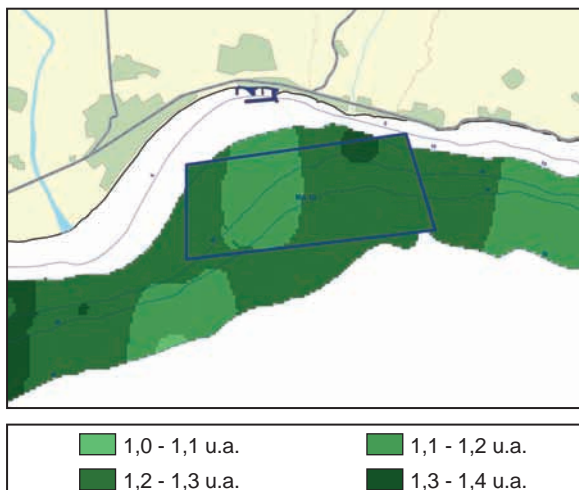


Figura 4.10-23 Fluorescencia superficial detectada en la zona MA-10 en el mes de marzo de 2003.

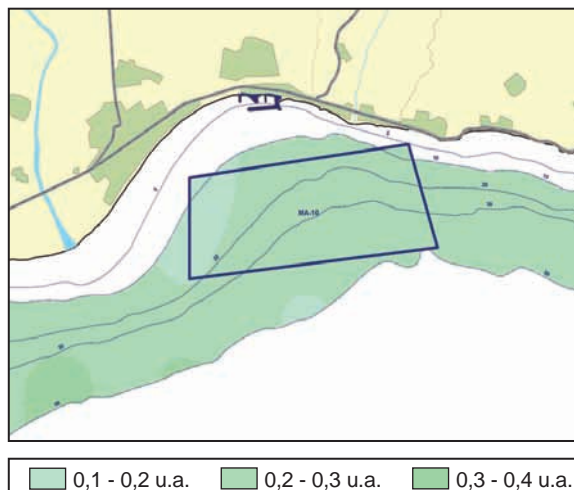


Figura 4.10-24 Fluorescencia superficial detectada en la zona MA-09 en el mes de agosto de 2003.

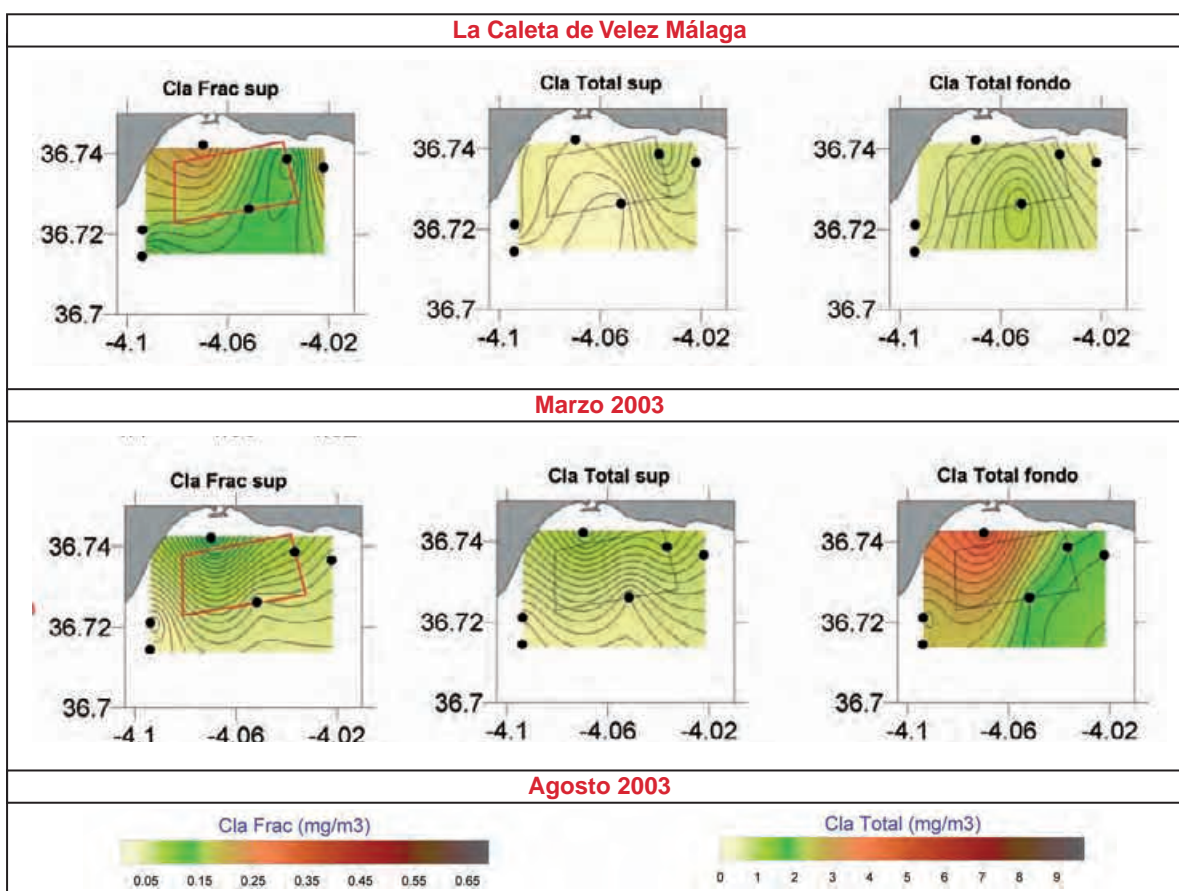


Figura 4.10-25 Datos de clorofila en superficie y fondo para cada una de las estaciones muestreadas.

La mayor concentración de clorofila en la época se corresponde con los datos obtenidos del satélite y ya representados en la Figura 4.10-18. Se puede apreciar como las concentraciones mayores son obtenidas en los meses de marzo y abril donde se llegan a sobrepasar de media los 2 mg/m^3 , mientras que los valores más bajos se registran en agosto por debajo de 1 mg/m^3 .

En el muestreo puntual de las distintas estaciones de la zona de estudio (Figura 4.10-25) se observa que, en marzo, la concentración de clorofila fraccionada es más alta que en agosto. Dándose niveles mayores de clorofila total en fondo que en superficie.

Los máximos valores registrados no superan los 4 mg/m^3 para ninguna de las estaciones muestreadas.

– Sólidos en suspensión

Los valores del coeficiente de atenuación para cada una de las campañas se muestran en las Figuras 4.10-26 y 4.10-27. Se aprecia una mayor concentración de sólidos en suspensión en agosto donde se llega a obtener hasta 7 m^{-1} .

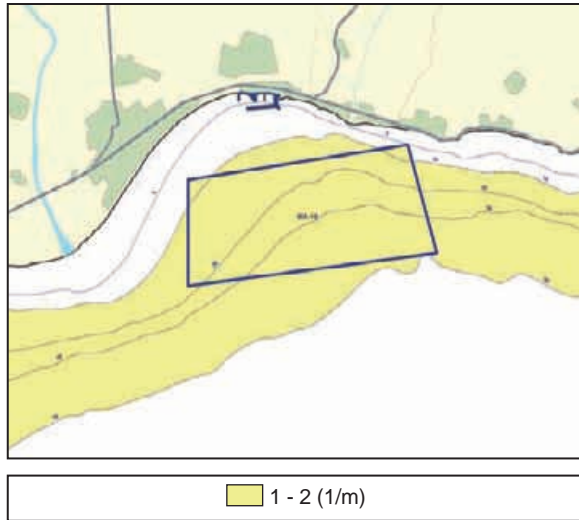


Figura 4.10-26 Coeficiente de atenuación para la zona MA-10 en marzo de 2003.

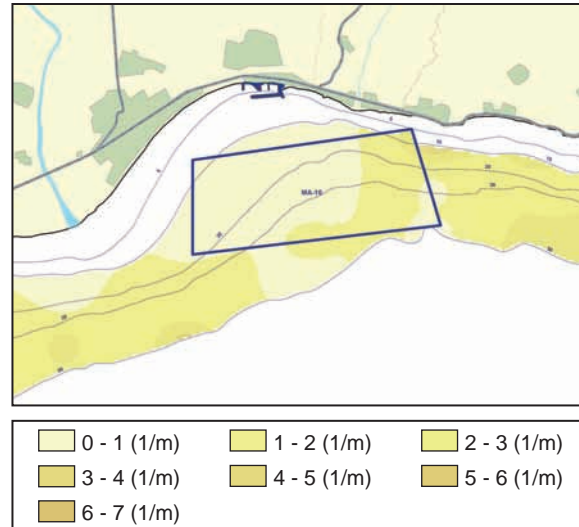


Figura 4.10-27 Coeficiente de atenuación para la zona MA-10 en agosto de 2003.

En verano se observa de forma más clara un aumento de los niveles de sólidos en las cercanías de los dos emisarios que se encuentran en la zona. Por el contrario en invierno la concentración es menor obteniéndose valores comprendidos entre $1 \text{ y } 2 \text{ m}^{-1}$.

Los datos del muestreo discreto se muestran en la Figura 4.10-28. Se puede ver como existe un pequeño incremento de la concentración en agosto, siendo igualmente algo superiores en fondo que en superficie. Las concentraciones máximas obtenidas en ambos muestreos son del orden de 40 mg/l .

– Oxígeno

Los perfiles de oxígeno obtenidos en las distintas estaciones se muestran en la Figura 4.10-29.

Las concentraciones de oxígeno detectadas en superficie se encuentran entre $5 \text{ y } 6 \text{ mg/l}$. Estas van aumentando en profundidad hasta alcanzar máximos cercanos a 8 mg/l . Localizándose estos máximos en profundidades cercanas al fondo.

Con los resultados obtenidos en referencia a las condiciones físico-químicas del agua en el área de Torre del Mar (Zona MA-10), se pueden realizar las siguientes consideraciones:

1. Los valores de temperatura obtenidos en la zona objeto de estudio presentan unos rangos que se pueden considerar óptimos para el cultivo de especies acuícolas.
2. Los valores de salinidad siguen la tónica de las zonas anteriormente estudiadas, siendo previsible que no se presente ningún problema relacionado con esta variable.
3. Tanto los valores de clorofila como los de sólidos en suspensión se encuentra en un rango igualmente óptimo no siendo concentraciones que se puedan considerar problemáticas.
4. Los valores de oxígeno se encuentra en concentraciones aceptables para la supervivencia de las especies acuícolas.

Se puede concluir que la zona identificada como MA-10 reúne unas condiciones de calidad de agua notablemente buenas para su uso en acuicultura

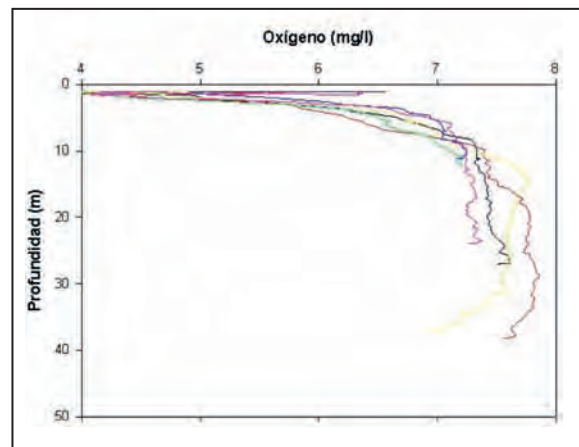


Figura 4.10-29 Perfiles de oxígeno para las estaciones muestreadas.

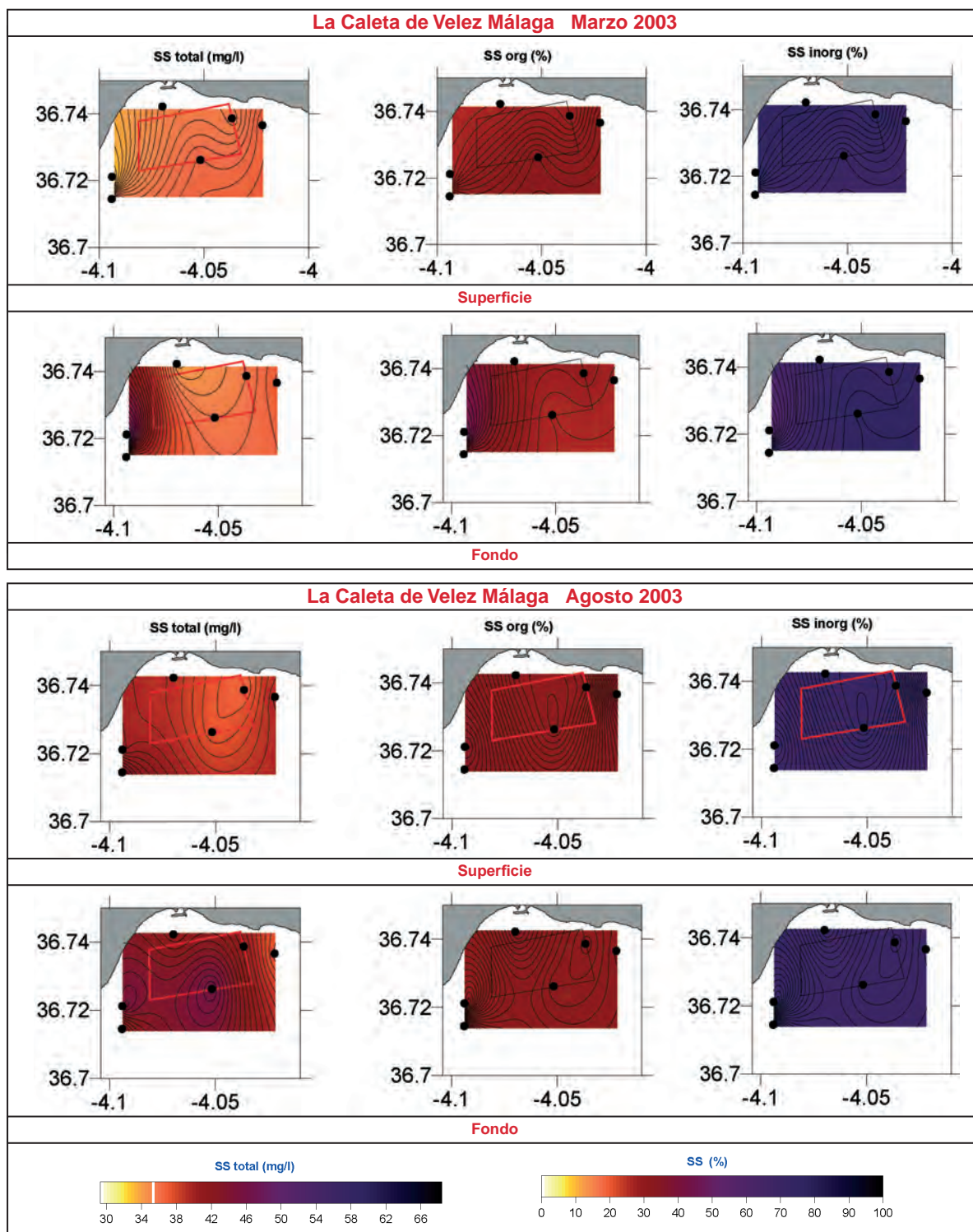


Figura 4.10-28 Sólidos en suspensión totales y fraccionados en superficie y fondo para cada una de las estaciones muestreadas.

Los valores encontrados para el índice de calidad de agua se muestran en la Figura 4.10-30. En ella se puede observar como el índice toma valores entre 7,3 y 8,1 obteniéndose los valores más bajos en las zonas más cercanas a la costa.

Finalmente, con estos resultados, la valoración del grado de interés de la zona MA-10 desde el punto de vista de la acuicultura es la que se representa en la Figura 4.10-31, obteniéndose un grado de interés alto para toda la zona.

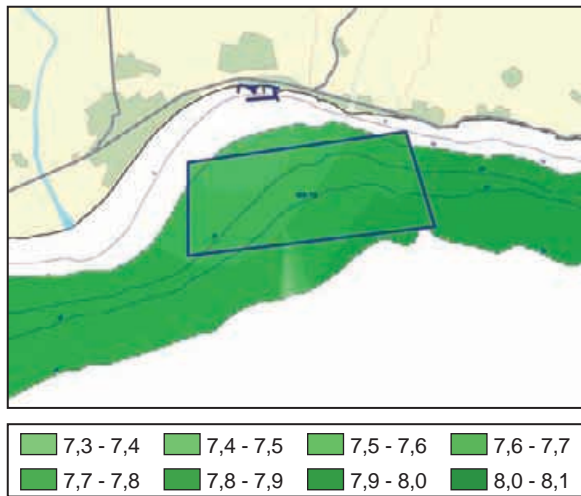


Figura 4.10-30 Índice de calidad de agua para la zona MA-09.

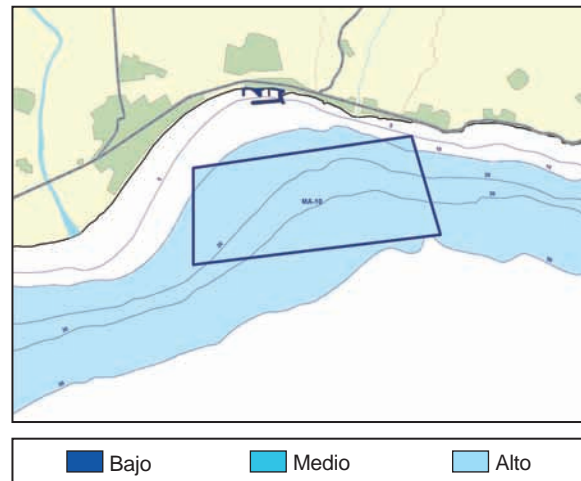


Figura 4.10-31 Valoración del interés de la zona en función del índice de calidad del agua empleado en este estudio.

4.10.3.4.2 Condiciones sanitarias.

El área estudiada abarca parte de las zonas de producción de moluscos bivalvos y gasterópodos AND 1-34 en la parte SW de la zona y AND 1-35 en el resto. Los resultados obtenidos de los análisis realizados en el control sanitario de esta zona durante los años 2000 a 2002 son los siguientes:

- Contaminación bacteriana:

Los resultados microbiológicos obtenidos en el control sanitario de estas zonas durante los años 2000, 2001 y 2002 han presentado meses en los que la contaminación por coliformes fecales y *E. coli* estaba por encima de los valores permitidos en los años 2001 y 2002 tanto en la zona 1-34 como 1-35 y en marzo de 2000 en la zona 1-34. En esta zona además, se detectó presencia de *Salmonella* en el mes de enero de 2001. No obstante, no se define un patrón en estos aumentos de contaminación bacteriana, por lo que parece que estos valores son consecuencia de condiciones puntuales del medio debidas a diversos factores entre los que no pueden descartarse la presión turística sobre la zona.

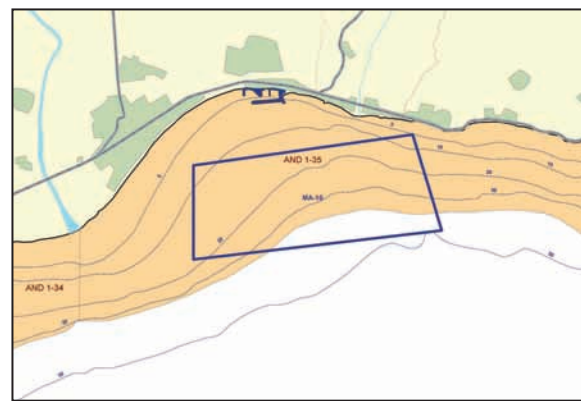


Figura 4.10-32 Localización de las zonas de producción de moluscos bivalvos existentes en el área MA-10.

Zona AND 1-34 (concha fina)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000			■									
2001	■			■							■	
2002		■				■		■		■		

Zona AND 1-35 (concha fina)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000												
2001	■					■					■	
2002		■			■							

■ Coliformes fecales y *E. Coli* por encima del límite ■ Presencia de *Salmonella*

Tabla 4.10-3 Meses en los que los análisis del control sanitario han dado valores de contaminación bacteriana superiores a los permitidos en los años 2000 a 2002.

- Contaminación por toxinas:

Como se puede comprobar en la Tabla 4.10-4, la contaminación por toxinas, especialmente por PSP (toxina paralizante), ha sido habitual en las dos zonas a lo largo de todo el año durante el periodo 2000 a 2003. Así mismo, en la zona

1-34 son habituales los valores de ASP (toxina amnésica) por encima de los permitidos, situación esta que se detectó en los tres primeros meses de 2001 en la zona 1-35. Ocasionalmente se han detectado también valores de DSP (toxina diarreica) superiores a los permitidos en las dos zonas.

Zona AND 1-34 (concha fina/chirla/corruco/coquina/vieira)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP
2001	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP
2002	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP

Zona AND 1-35 (concha fina/corruco/coquina)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP
2001	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP
2002	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP

■ DSP ■ PSP ■ ASP

Tabla 4.10-4 Meses en los que los análisis del control sanitario han dado valores de contaminación por toxinas superiores a los permitidos en los años 2000 a 2002.

Estos resultados implican que la zona MA-10 no resulte especialmente apropiada para el cultivo de moluscos bivalvos ya que, la aparición de toxinas en una zona de producción en concentraciones superiores a las permitidas, conlleva la prohibición de extracción y comercialización de moluscos hasta que no se alcancen los valores normales.

4.10.4 Caracterización bionómica.

Parcialmente abrigado por la ensenada de Vélez-Málaga, esta zona se asienta sobre un lecho predominantemente fangoso, con una batimetría condicionada por el trazado cóncavo de la línea de costa, pero sin otro tipo de relieves significativos. La pendiente en la zona central es suave (1.4% frente al puerto de Caleta de Vélez), aumentado a ambos lados (2.7% en la zona oriental).

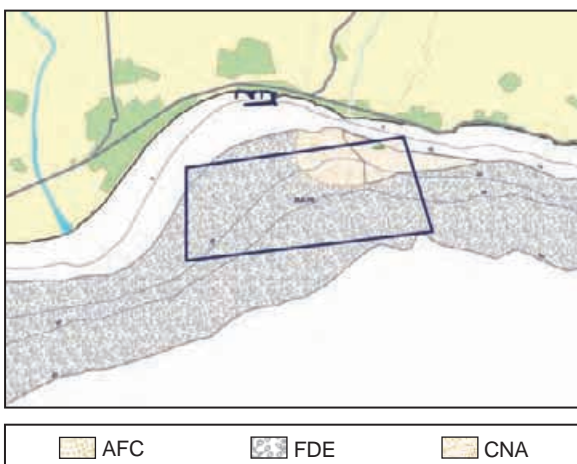


Figura 4.10-33 Tipo de comunidades detectadas en la zona. Los puntos señalan las estaciones de muestreo. FDE = Biocenosis de fondos detríticos enfangados; AFC = Arenas finas bien calibradas; CNA = Presencia muy escasa de *Cymodocea nodosa* en biocenosis de Arenas Finas Calibradas.

Se distinguen tres comunidades (Figura 4.10-33):

- **Fondos Detríticos Enfangados (FDE):** Ocupan el 75% del polígono, presentando valores bajos de diversidad y abundancia. Se trata de unos fondos pobres, especialmente en la zona occidental, poblados por escasos anélidos y ocasionalmente por pequeños crustáceos y bivalvos.
- **Arenas Finas Calibradas (AFC):** Pobre en fauna y desprovisto de flora. No se detectaron bivalvos en las muestras.

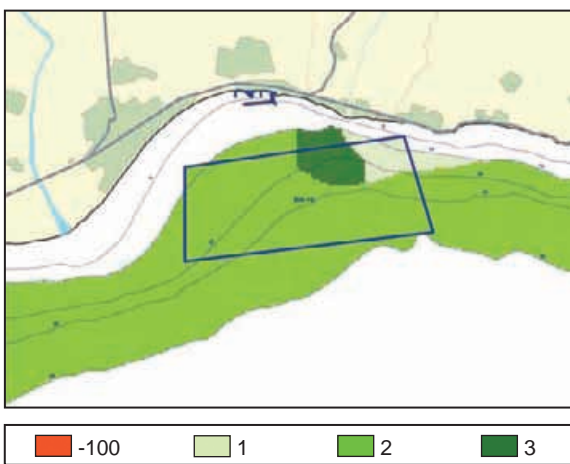


Figura 4.10-34 Valoración de la zona MA-10 en función del tipo de comunidad.

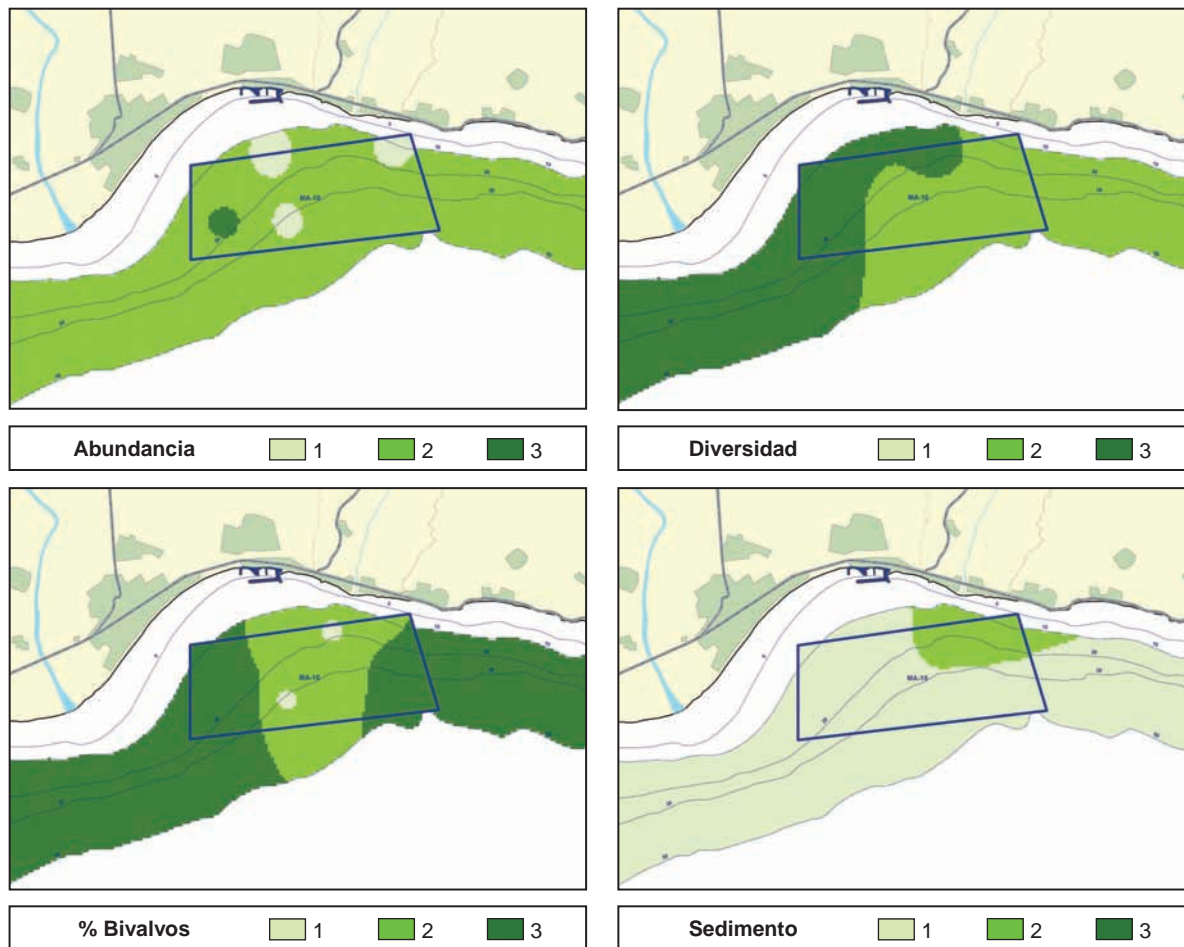


Figura 4.10-35 Valores obtenidos para los restantes factores considerados en la valoración de la zona según sus características bionómicas.

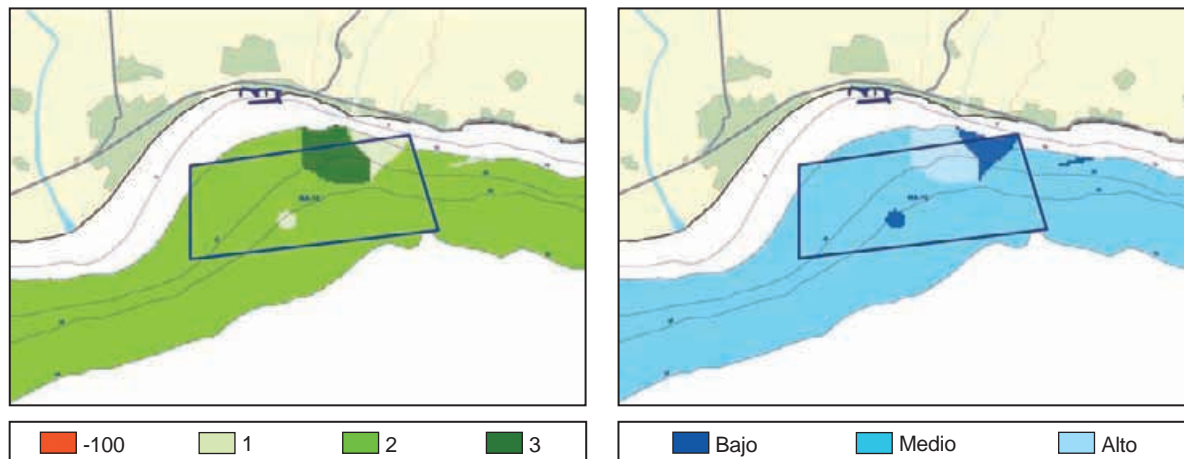


Figura 4.10-36 Índice obtenido a partir de los parámetros bionómicos considerados.

Figura 4.10-37 Valoración del interés de la zona en función de las características bionómicas.

- **Presencia muy escasa de *Cymodocea nodosa* en biocenosis de Arenas Finas Calibradas (CNA):** En el vértice NE del polígono sobre el que se centraron los muestreos, aproximadamente en la mitad oriental de la zona arenosa, aparecen de modo muy esporádico pequeños brotes de esta fanerógama, sin llegar a detectarse en ningún caso un césped continuo. Unido a esta presencia, se da un ligero incremento de los valores de abundancia, diversidad y porcentaje de bivalvos.

Los valores obtenidos para su inclusión en el índice final, por lo que respecta a los tipos de comunidad existentes son los que se representan en la Figura 4.10-34. Asimismo, en la Figura 4.10-35 se incluyen las valoraciones obtenidas para cada una de las características restantes asociadas a la bionomía según el índice de calidad descrito en el apartado de metodología.

Finalmente, integrando estas valoraciones obtenidas aplicando la ecuación correspondiente, se obtiene el resultado del índice definido para la valoración de la bionomía, que se representa en la Figura 4.10-36 (ver página 279).

La mayor parte de la zona obtiene una valoración media como consecuencia fundamentalmente de los tipos de comunidad existentes, así como el sustrato. Únicamente se obtiene un valor alto en la zona correspondiente a la biocenosis de arenas finas bien calibradas, mientras que hay dos pequeñas zonas con valor bajo consecuencia de la aparición de manchas aisladas de *Cymodocea nodosa* en el caso de la zona localizada en el NE del polígono sobre el que se centraron los muestreos, y de la escasez de moluscos, sustrato inadecuado y alta abundancia en el caso de la pequeña zona situada en el centro del área estudiada.

La reclasificación de los valores del índice da como resultado la valoración del grado de interés de la zona atendiendo a sus características bionómicas que se representa en la Figura 4.10-37 (ver página 279).

4.10.5 Caracterización del sector pesquero.

En la zona se encuentran tres caladeros tradicionales (Figura 4.10-38) denominados Torre Gorda – Algarrobo – Roquedo de Mezquitilla – Torre por Torre – Lagos – Río Gñí – El Cenicero – El Morche, Faro de Torrox – Las Piedras – Calaceite y El Playazo – La Torrecilla – Nerja – Burriana. Sus características se incluyen en la Tabla 4.10-5.

Nombre del caladero	Distancia al centro del área de estudio	Especies más representativas capturadas	Artes de pesca utilizadas
– Torre Gorda – Algarrobo – Roquedo de Mezquitilla – Torre por Torre – Lagos – Río Gñí – El Cenicero – El Morche	Este de la zona de estudio	– Peces: Besugo, breca, brótola, herrera y salmonete. – Moluscos: Jibia, corruco y chirla. – Crustáceos: Langosta	Trasmallo, solta, birorta y rastro
– Bajamar – Los Tubos – Ojo por ojo	6,5 km al oeste	– Peces: Sardina, besugo, jurel, herrera, araña, jibia, caballa y morralla. – Moluscos: Chirla, coquina, concha fina, peregrina, pulpo y calamar.	Trasmallo, boliche, solta, chambel, potera, palangre, jabega, sardinal, rastro y bonitera
– Faro de Torre del Mar – Montecillo Negro – Varadero de Torre del Mar – Caleta de Vélez – Las Arenas – Puerto de la Caleta de Vélez,	Incluye el centro de la zona de estudio	– Peces: Sardina, besugo, jurel, herrera, araña, jibia, caballa y morralla. – Moluscos: Chirla, coquina, concha fina, peregrina, pulpo y calamar.	Trasmallo, boliche, solta, chambel, potera, palangre, jabega, sardinal, rastro y bonitera

Tabla 4.10-5 Caladeros cercanos al área de estudio.

El puerto más cercano es el Puerto de Caleta de Vélez, situado en el municipio de Vélez-Málaga, es gestionado por la Empresa Pública de Puertos de Andalucía, y se encuentra a 1,5 km del centro de la zona. Sus características son las siguientes:

PUERTO PESQUERO DE CALETA DE VÉLEZ		
Latitud	36° 44' 52,3" N	Servicios al sector pesquero: - Fabrica de hielo - Cámaras frigoríficas - Locales de armadores
Longitud	4° 04' 10,6" W	
Calado en la bocana (B.M.V.E.)	5,50 m	
Longitud del muelle (m)	692 m	
Superficie total de la lonja	730 m ²	

Tabla 4.10-6 Características técnicas del puerto pesquero de Caleta de Vélez

La flota pesquera de este puerto está integrada por 92 embarcaciones, que desplazan unos 1022 TRB, de las que 19 se dedican al arrastre, 16 al cerco, 2 al palangre de fondo y las 55 restantes a artes menores.

Las especies más representativas comercializadas en la lonja son los boquerones, sardinas, saltones, pulpos, jureles y pijotas. El total de las capturas es de unas 3749 Tm, de las cuales 3255 Tm corresponden a peces, 358 Tm a moluscos y 136 Tm a crustáceos.



Figura 4.10-38 Localización de caladeros y puertos pesqueros cercanos a la zona de estudio.

4.10.6 Valoración final.

4.10.6.1 Estudio del medio físico.

Tras el análisis de los resultados se puede concluir que la zona MA-10 (Torre del Mar) presenta unas buenas condiciones climáticas por cuanto la intensidad de los vientos es baja casi todo el año y no presenta una alta frecuencia de temporales.

La batimetría existente en la zona, presenta una pendiente media-baja. Prácticamente la totalidad del polígono considerado se encuentra dentro de la franja batimétrica de 20 a 50 m considerada como la más adecuada para la ubicación de instalaciones acuícolas.

Las corrientes dominantes a 10 m de profundidad en el área son de intensidad media, aumentando con la distancia a la costa. Se pueden considerar por tanto como adecuadas para el cultivo acuícola aunque serían deseables intensidades ligeramente mayores.

En el extremo a poniente del polígono y en la zona norte del mismo (a una profundidad de 10-15 m, frente a la población de mezquitilla), existen praderas de fanerógamas que condicionan la ubicación de nuevas instalaciones en sus proximidades. Este hecho habrá de ser tenido en cuenta a la hora de establecer nuevos proyectos.

El oleaje determinado para la zona no es elevado aunque ocasionalmente puedan aparecer fenómenos de riesgo.

El sustrato existente, resulta en general adecuado para el fondeo de instalaciones acuícolas. Sobre el fondo, se detectan en algunas zonas la presencia de biocenosis de interés medio-alto que habría que tener en cuenta a la hora de elegir un lugar donde ubicar nuevas instalaciones.

La calidad físico-química del agua es buena. Sin embargo, desde el punto de vista sanitario, es habitual a lo largo del año la presencia de toxinas en los análisis realizados a los moluscos. Este hecho, que incide negativamente en la comercialización de los mismos, hace se deba plantear la rentabilidad de posibles cultivos de moluscos en la zona.

El sector pesquero de la zona tiene su puerto base en Caleta de Vélez y está constituido por un total de 92 embarcaciones de las cuales 55 se dedican a la pesca artesanal en los caladeros cercanos, algunos de los cuales se encuentran en la zona estudiada. La lonja de Caleta de Vélez registra un volumen de captura anual de unas 3.749 toneladas. A la hora de ubicar nuevas instalaciones sería conveniente estudiar la forma de no interferir con este sector.

Con los resultados obtenidos hasta la fecha, se ha realizado una valoración de la zona MA-10, utilizando la metodología ya descrita, y cuyos resultados son los representados en el Figura 4.10-39.

4.10.6.2 Integración entre la valoración del medio físico y la valoración del ámbito administrativo.

La integración de los resultados obtenidos en la valoración del ámbito administrativo con la valoración del medio físico (Plano 10) la mayor parte del polígono estudiado (un 58,64%) posee un grado de interés alto en la valoración final.

El resto del área se distribuye en un 14,63 % de interés medio, y un 26,63% de interés bajo debido a la existencia en las proximidades del área de praderas de fanerógamas y la localización de un emisario que vierte en el polígono de estudio.

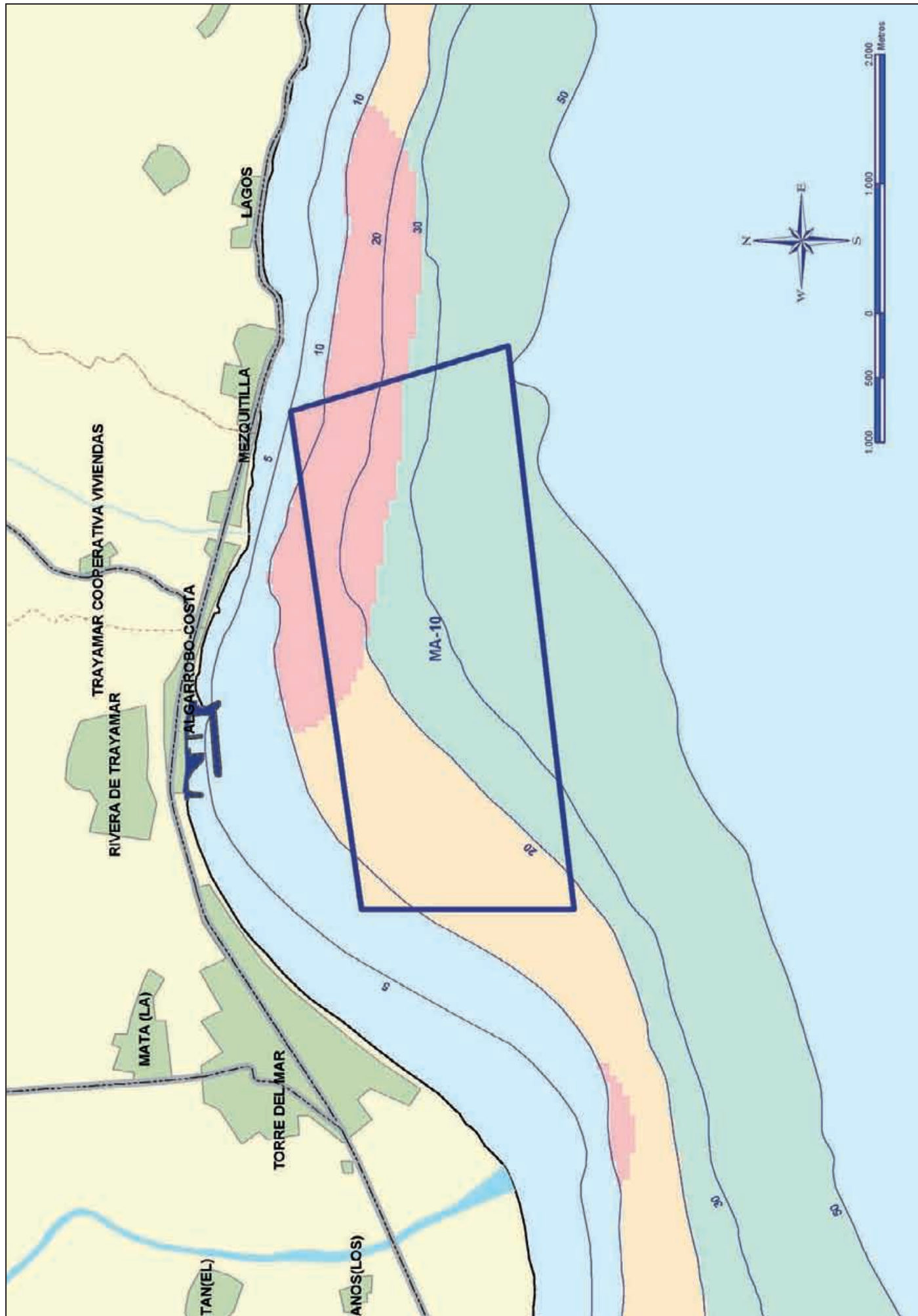
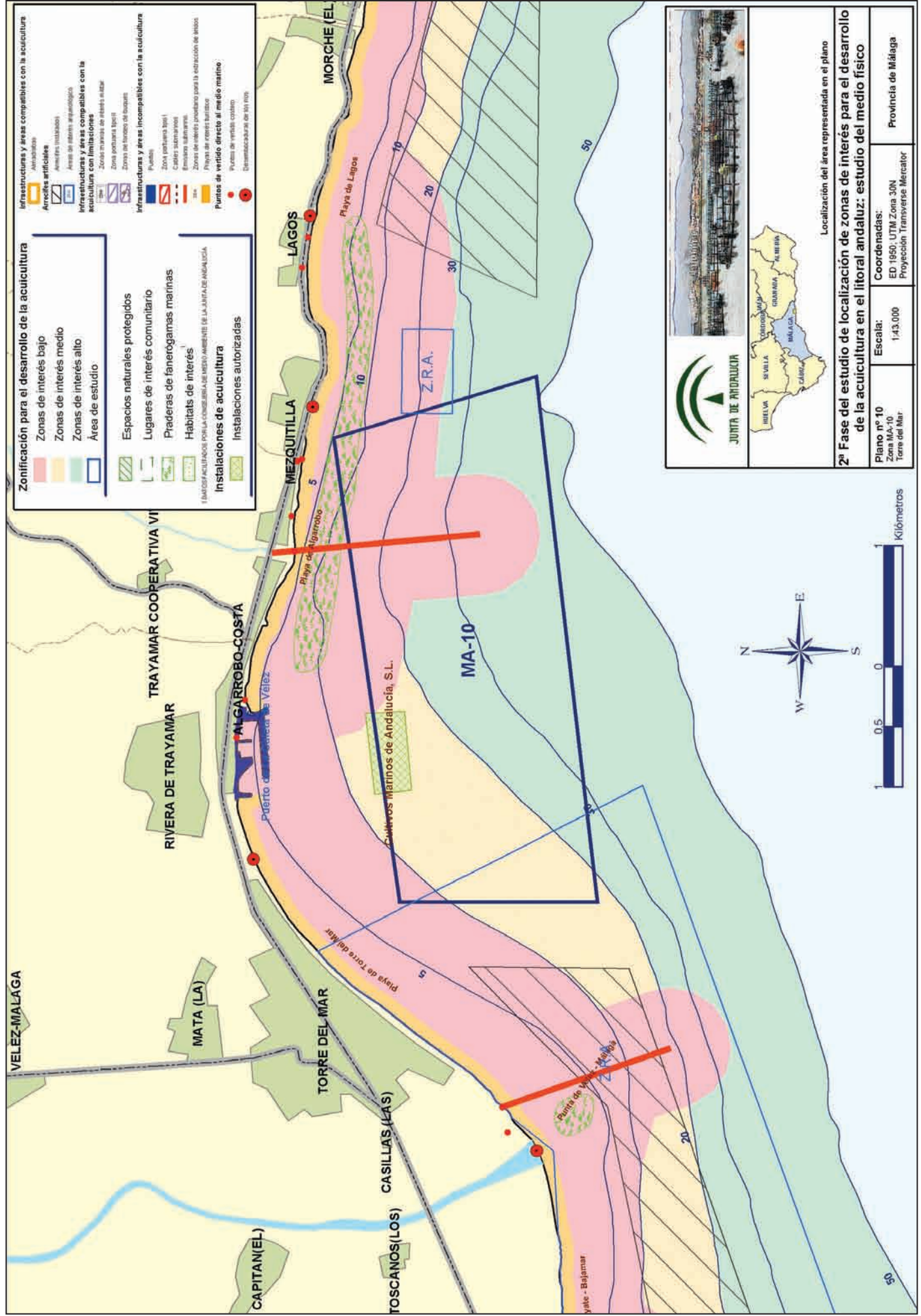


Figura 4.10-39 Valoración final en función de los resultados de la 2ª fase.

Grado de interés Bajo Medio Alto



Zonificación para el desarrollo de la acuicultura

- Zonas de interés bajo
- Zonas de interés medio
- Zonas de interés alto
- Área de estudio

Infraestructuras y áreas compatibles con la acuicultura

- Artesa
- Artesa (instalación)
- Áreas de interés arqueológico
- Infraestructuras y áreas compatibles con la acuicultura con limitaciones
- Zonas marplatadas de interés alto
- Zona portuaria específica
- Zona de fomento de la acuicultura
- Zona de fomento de la acuicultura

Infraestructuras y áreas incompatibles con la acuicultura

- Puentes
- Zona patrimonial tipo I
- Cables submarinos
- Emisores submarinos
- Zonas de interés prioritario para la extracción de recursos
- Playas de interés turístico
- Puntos de vertido directo al medio marino
- Puntos de vertido indirecto
- Desembocadura de los ríos

Instalaciones de acuicultura

- Instalaciones autorizadas

Instalaciones de acuicultura

- Espacios naturales protegidos
- Lugares de interés comunitario
- Praderas de fanerógamas marinas
- Habitats de interés

INSTALACIONES PARA LA CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

JUNTA DE ANDALUCÍA

Localización del área representada en el plano

2ª Fase del estudio de localización de zonas de interés para el desarrollo de la acuicultura en el litoral andaluz: estudio del medio físico

Plano nº 10	Coordenadas:
Zona MA-10	ED 1950, UTM Zona 30N
Torre del Mar	Proyección Transversa Mercator
Escala:	Provincia de Málaga
1:43.000	





4.11

ZONA MA-11 (RINCÓN DE LA VICTORIA)



El área MA-11 se corresponde con los términos municipales de Málaga y Rincón de la Victoria y, y abarca el tramo de costa comprendido entre el peñón del Cuervo (T.M. de Málaga) y la playa de Chilches (T.M. de Vélez Málaga).

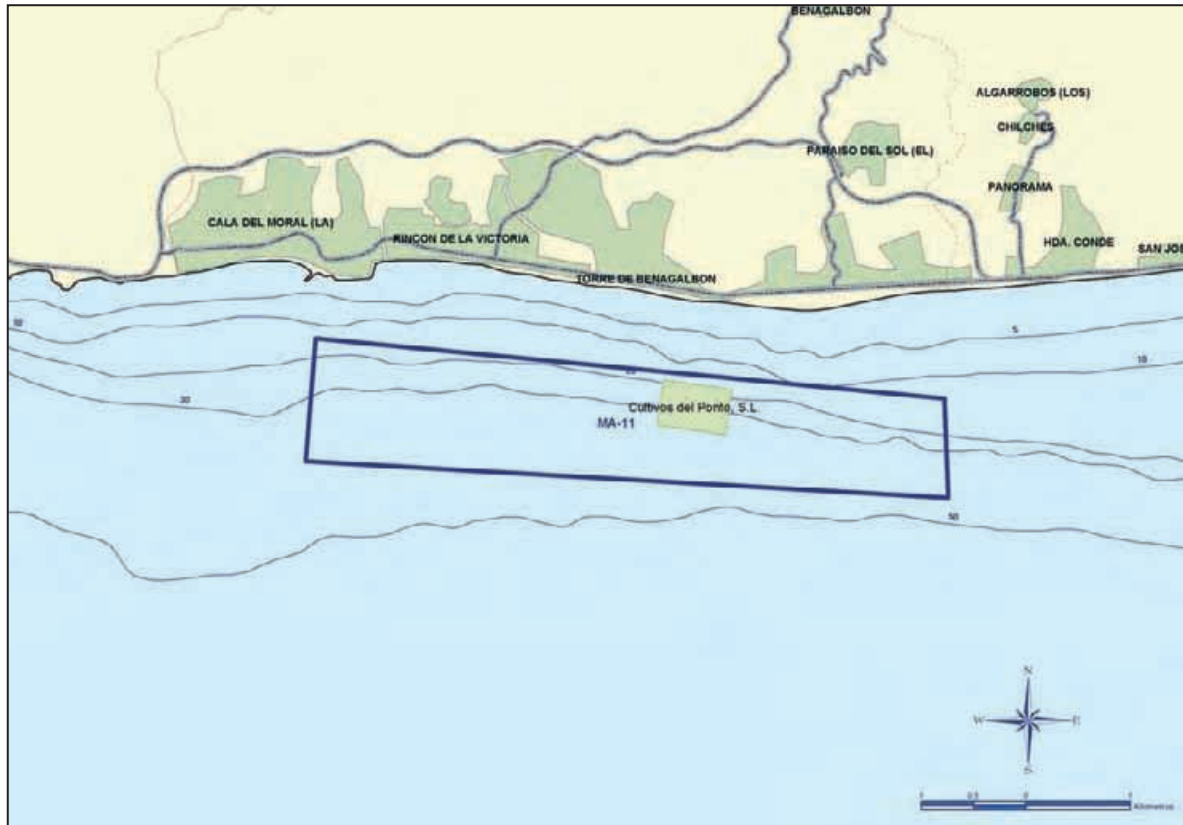


Figura 4.11-1 Zona MA-11 (Rincón de la Victoria) y polígono estudiado.

Los trabajos en esta zona se centraron sobre el polígono situado frente a la playa del Rincón de la Victoria, entre la población de Cala del Moral y la playa de Chilches, con profundidades comprendidas entre los 10 y los 45 m y una superficie total aproximada de 648 hectáreas (Figura 4.11-1).

4.11.1 Compatibilidad administrativa de la zona.

El polígono considerado se encuentra a poniente de tres zonas de extracción de áridos, incompatibles con cualquier otro tipo de uso, una de las cuales ocupa parte de la superficie de estudio (Figura 4.11-3) (ver página 289). A poniente del polígono se encuentran dos pequeñas zonas más con estas características.

Dentro del polígono se encuentra una instalación acuícola autorizada perteneciente a la empresa Cultivos de Ponto S.L. que aún no se encuentra instalada. Aproximadamente la mitad del polígono, en su zona de poniente, se encuentra sobre un arrecife artificial instalado por la Consejería de Agricultura y Pesca. La mitad de levante se encuentra en una zona en la que la Consejería de Agricultura y Pesca tiene intención de ubicar otro arrecife artificial.

En la costa, a levante del área estudiada se localiza la Playa de Chilches, considerada de interés turístico. El alto grado de urbanización de esta costa, implica la existencia de numerosos emisarios, dos de los cuales vierten en el polígono de estudio. Finalmente, al oeste del área

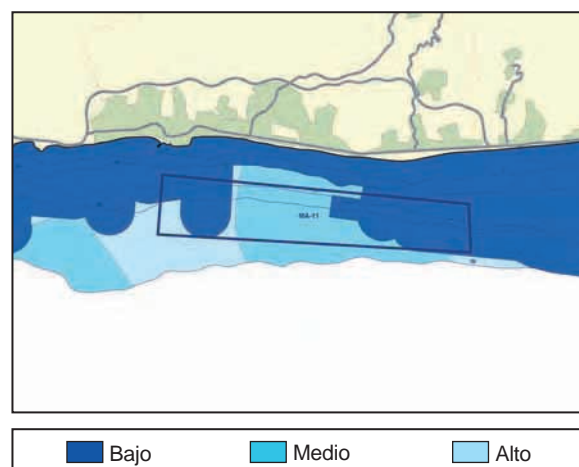


Figura 4.11-2 Valoración del interés de la zona MA-11 atendiendo a la compatibilidad con los usos administrativos.

estudiada, se encuentra una zona de interés militar, considerada compatible con limitaciones para el desarrollo de la acuicultura.

Con todos estos factores, la valoración del interés que presenta la zona para el desarrollo de la acuicultura desde el punto de vista de su compatibilidad con los usos existentes, queda representada en la Figura

4.11.2. Caracterización climatológica.

Según los datos obtenidos de la estación agroclimática de Vélez-Málaga, pertenecientes a la red de estaciones Agroclimáticas de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, el clima en la zona se corresponde con un clima tipo **Csb** según la clasificación de Köppen.

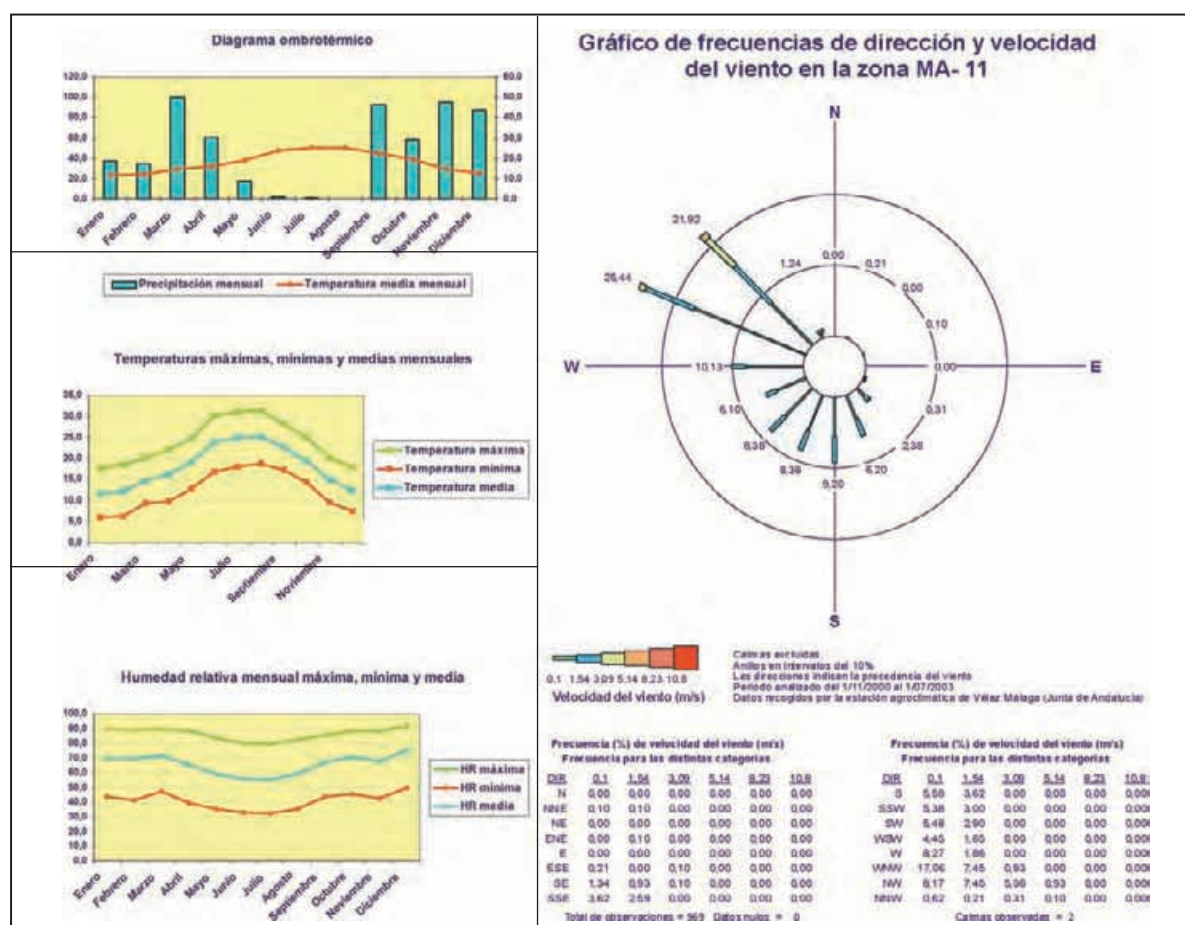


Figura 4.11-4 Características climatológicas de la zona MA-11.

Se caracteriza por ser un clima lluvioso y cálido con estación invernal y estival diferenciadas, en verano se detecta una estación seca frente al resto del año. La temperatura media mensual oscila entre los 11,6°C del mes de enero y los 25,2°C del mes de agosto. La temperatura mínima mensual es de 6,2°C, alcanzándose en los meses de enero y febrero. La temperatura máxima mensual es de 31,5 en agosto. La precipitación anual es de unos 583,2 mm, concentrándose ésta prácticamente en los seis meses más fríos (413,7 mm) frente a la precipitación recogida en los seis meses más cálidos (169,5 mm).

Los valores de humedad relativa mensuales, mínima, máxima y media, se mantienen bastante constantes a lo largo del año, oscilando en torno al 40,7%, 86,5% y 65,5% respectivamente. No obstante, se detecta un claro descenso de la humedad relativa en los meses de verano.

El régimen de vientos se corresponde con un predominio de vientos flojos durante todo el año, con dirección predominante de vientos procedentes del WNW y NW (Figura 4.11-4).

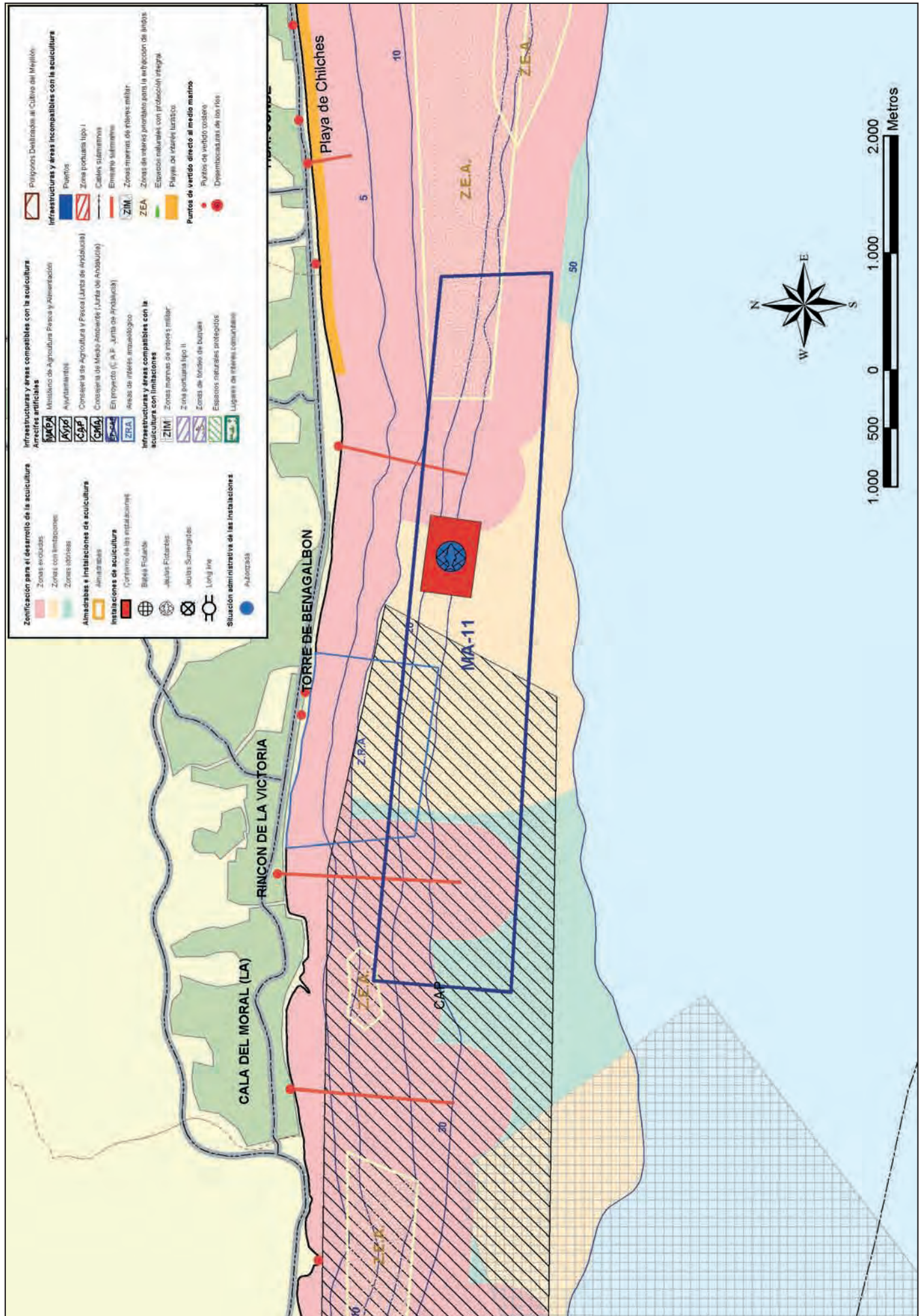


Figura 4.11-3.

4.11.3 Caracterización física.

4.11.3.1 Batimetría.

La batimetría en la zona presenta una pendiente acusada en los primeros metros de profundidad, que se va suavizando a partir de los 20 m. La mayor parte del polígono estudiado se encuentra entre 20 y 50 m de profundidad. La valoración de la zona en función de este parámetro que es la que se representa en la Figura 4.11-5.

4.11.3.2 Condiciones oceanográficas.

4.11.3.2.1 Régimen hidrodinámico.

Para conocer el régimen hidrodinámico de la zona en el entorno costero del Rincón de la Victoria (Málaga), AZTI fondó un correntímetro doppler del tipo AANDERAA RCM-9. La instalación se llevó a cabo el día 3 de febrero del año 2003 en la posición de latitud 36° 42,2' N y longitud 4° 20,8' W, siendo sus coordenadas UTM: x = 379.705 m e y = 4.062.875 m. La profundidad del punto de fondeo fue de aproximadamente 36 metros y el correntímetro se situó 18 metros por debajo del nivel medio del mar. En el mapa de la Figura 4.11-6, puede verse la posición del fondeo del correntímetro RCM-9 (círculo rojo).

El correntímetro se configuró para medir las variables con una cadencia de 10 minutos. El registro de datos aquí analizado corresponde al periodo de tiempo comprendido entre las 17:11 horas del día 3 de febrero de 2003 y las 9:31 del día 7 de marzo del mismo año. Disponemos de este modo de un registro de 4.563 datos de las variables de interés anteriormente mencionadas, lo cual equivale a algo más de un mes de duración.

Asimismo, en la Tabla 4.11-1 se presentan los resultados del análisis estadístico del registro de velocidades de la corriente según las direcciones de la misma.

Las corrientes predominantes son hacia los sectores este y oeste, con un porcentaje total con respecto al total de 62,06%, correspondiendo el 37,94% al resto de direcciones. Las velocidades máximas se encuentran en estos los sectores de dirección más frecuentes, siendo de 42,8 y 32,5 cm·s⁻¹ con direcciones asociadas prácticamente coincidentes con el este y el oeste. Como es lógico, ambos sectores de dirección poseen las velocidades medias más elevadas, de 14,47 y 10,37 cm·s⁻¹, con desviaciones estándar de 8,96 y 6,77 respectivamente.

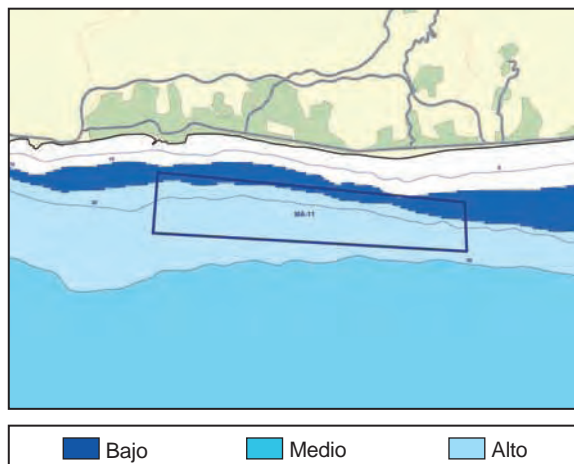


Figura 4.11-5 Valoración del interés de la zona MA-11 en función de la profundidad.

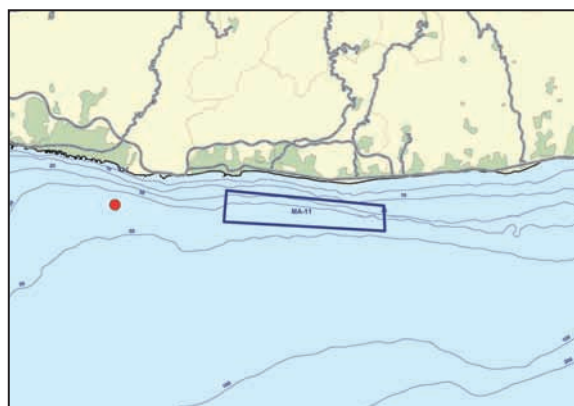


Figura 4.11-6 Posición del correntímetro en las proximidades de Málaga (círculo rojo).

Dirección ⁽¹⁾	Nº medidas	% ⁽²⁾	Vel. Máx. ⁽³⁾	Dirección Vel. Max.	Vel. Media ⁽⁴⁾	STD ⁽⁵⁾
N (337.5°)	341	7.47	12.4	9	4.05	2.43
NE (22.5°)	527	11.55	21.5	63	5.21	3.52
E (67.5°)	1646	36.07	42.8	88	14.1	8.96
SE (112.5°)	103	2.26	18.8	117	5.6	3.34
S (157.5°)	50	1.1	13.7	169	2.69	1.81
SW (202.5°)	154	3.37	9.7	244	2.72	1.4
W (247.5°)	1186	25.99	32.5	273	10.37	6.77
NW (292.5°)	556	12.18	27.4	295	4.98	4.08

(1) Sector de dirección (grados)
 (2) Porcentaje de frecuencia en cada sector de dirección (respecto al norte en el sentido de las agujas del reloj)
 (3) Velocidad máxima (cm·s⁻¹) en cada sector direccional
 (4) Velocidad media (cm·s⁻¹)
 (5) Desviación estándar (cm·s⁻¹).

Tabla 4.11-1 Análisis estadístico de dirección e intensidad de la corriente medida por el correntímetro instalado entre el 3/2/2003 y el 7/3/2003.

En la Figura 4.11-7, se han representado el diagrama polar y la rosa de corrientes obtenidos a partir de los datos registrados por el correntímetro durante todo el tiempo de muestreo. Se observa que las corrientes más frecuentes son las que se encuentran dentro de los sectores oeste y este, siendo más intensas las del segundo sector mencionado aunque menos frecuentes.

En resumen las direcciones predominantes de las corrientes han sido:

- a) Hacia la dirección Este (E): el 36,07% de las medidas registradas.
- b) Hacia la dirección Oeste (W): el 25,99% de las medidas registradas.

Los vientos que han generado las corrientes mencionadas anteriormente han resultado ser los siguientes:

- Viento del Suroeste (para la corriente hacia el Este) de $30 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ de promedio.
- Viento del Este (para la corriente hacia el Oeste) de $25 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ de promedio.

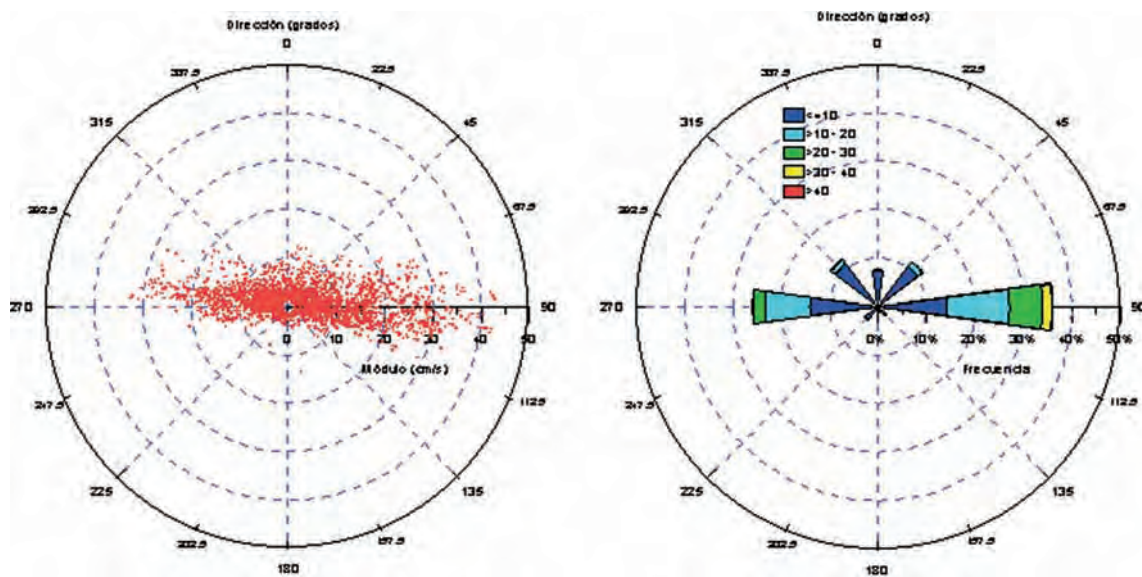


Figura 4.11-7 Diagrama polar y rosa de corrientes obtenida a partir de los datos del correntímetro fondeado en la zona.

Los resultados obtenidos por el modelo han sido calibrados comparándolos con los datos facilitados por el correntímetro fondeado a 18 metros de profundidad en la posición indicada en la Figura 4.11-6.

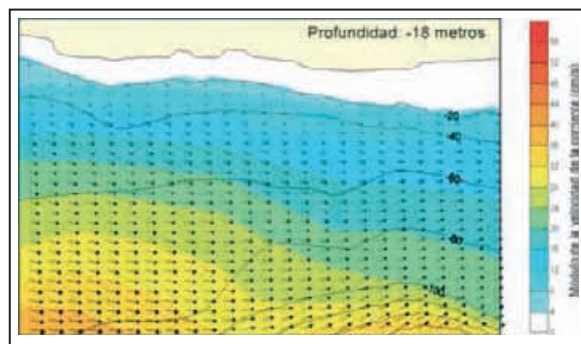


Figura 4.11-8 Velocidades en $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ con viento del Suroeste de $30 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a 18 m de profundidad.

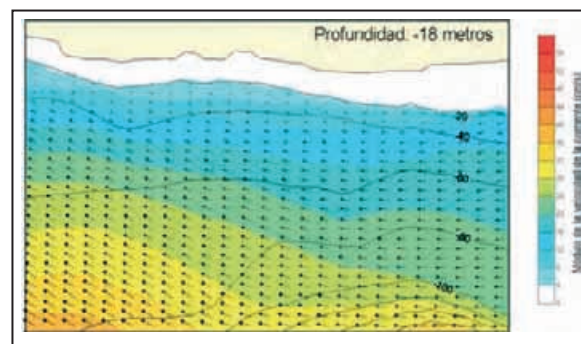


Figura 4.11-9 Velocidades en $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ con viento Este de $20 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a 18 m de profundidad.

En el caso del viento del Suroeste de velocidad igual a $30 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ (Figura 4.11-8), el valor de la dirección de la corriente obtenido por la simulación numérica, a 18 metros de profundidad, es de $112,6^\circ$, que es ligeramente superior a la dirección media este (90°) facilitada por los datos.

La corriente es máxima en superficie, con un valor de aproximadamente $28 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ y su módulo disminuye con la profundidad hasta aproximadamente 20 m, con una velocidad de $14 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$, y se mantiene prácticamente constante hasta el fondo; la dirección de la corriente al acercarnos hacia el fondo gira desde la dirección Noreste (NE) hacia la Este (E)

debido a la dirección de procedencia del viento que genera una corriente sustancialmente paralela a la costa en las cercanías del punto donde se fondeó el correntímetro.

Para el viento del Este (Figura 4.11-9) (ver página 291), el valor de la dirección de la corriente obtenido por la simulación numérica, a 18 metros de profundidad, es de -77° (cuarto cuadrante), que se corresponde apreciablemente con la dirección media W (-90°) facilitada por los datos.

La corriente es máxima en superficie, con un valor ligeramente inferior a $23 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ y su módulo disminuye con la profundidad hasta alcanzar una velocidad de aproximadamente $7 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ en el fondo; la dirección de la corriente al acercarnos hacia el fondo gira desde el W (-90°) hacia el NW (-45°).

Con estos resultados la valoración de la zona en función de la velocidad de corriente a 10 m de profundidad es la que se incluye en la Figura 4.11-10.

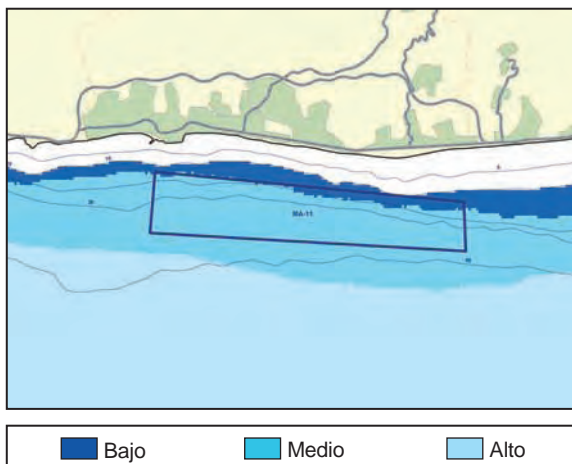


Figura 4.11-10 Valoración del interés de la zona MA-11 en función de las corrientes dominantes a 10 m de profundidad.

4.11.3.2.2 Dispersión de posibles partículas contaminantes.

En la zona MA-11 no se localizan áreas de interés comunitario, espacios protegidos ni praderas de fanerógamas, por lo que la posible dispersión de contaminantes no supone en principio una incidencia importante en el entorno. Por ello, se considera que el grado de interés de la zona MA-11 desde el punto de vista de este parámetro es alto.

4.11.3.2.3 Régimen de oleaje.

El régimen de oleaje, se ha caracterizado partiendo de los datos procedentes de la boya de Málaga, cuyos registros han dado los resultados que se incluyen en la Tabla 4.11-2, junto con la valoración obtenida para el área que abarca dicha boya. La valoración final de la zona desde el punto de vista del régimen de oleaje, es de 2,45, es decir, que para este parámetro, el área MA-11 posee un grado de interés alto.

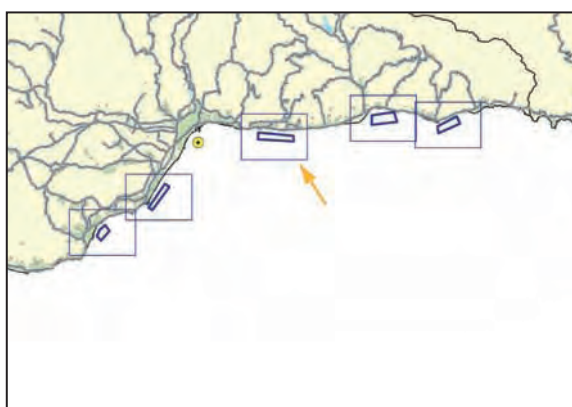


Figura 4.11-11 Situación de la Boya de Málaga respecto a la zona MA-11 (flecha naranja).

Parámetro	Descripción del parámetro	Valor registrado	Valoración
PNE1.2m	Probabilidad de No Excedencia para una altura de ola significativa de 1.2 metros (2 m. de altura máxima)	0.93	3
TROE1	Oleaje que produzca daños o deformaciones en las jaulas, hasta el extremo de no garantizar la permanencia de los peces en el interior de la misma. $H_{\max} = 6 \text{ m}$.	$2 < TR < 5$	2
TROE2	Oleaje que produzca graves daños (reparables o no) en la estructura o elementos de fondeo. $H_{\max} = 10 \text{ m}$.	300	2
		Valoración Final	2,45

Tabla 4.11-2 Régimen de oleaje de la zona MA-11.

4.11.3.3 Descripción del sustrato.

Los fondos marinos de esta zona se caracterizan por presentar una clara gradación de tamaño de grano con la batimetría, siendo las líneas de separación de facies paralelas a las isobatas (Figura 4.11-12).

Los sedimentos más gruesos ocupan el sector menos profundo, hasta la isobata de 20 m aproximadamente. En las partes más profundas y alejadas de la orilla y, también, en el sector occidental, predominan los sedimentos finos, especialmente fango-limoso, siendo el contenido en arcilla muy bajo, hasta el 24% en las zonas más profundas.

Las muestras presentan valores de la desviación típica comprendidos entre 0,01 y 1,9, correspondientes respectivamente a sedimentos muy bien clasificados, como los de carácter limoso, y mal clasificados, como los de carácter arenoso.

Las curvas de distribución granulométrica presentan carácter unimodal, en el caso de sedimentos limosos y bimodal en el caso de los sedimentos gruesos, debido a la presencia de grava.

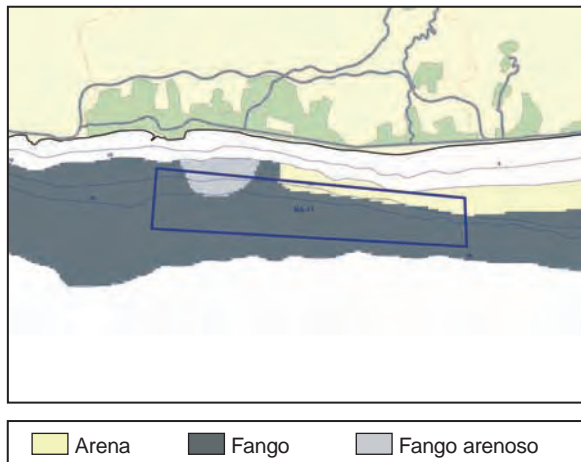


Figura 4.11-12 Caracterización del sedimento existente la zona MA-11.

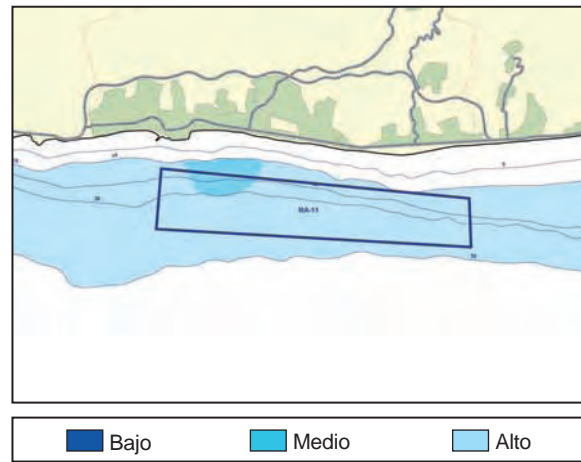


Figura 4.11-13 Valoración de la zona MA-11 en función del tipo de sustrato existente.

En las zonas menos profundas, donde predominan los sedimentos arenosos, el régimen deposicional está dominado por la acomodación, de forma tal que los sedimentos arenosos son sucesivamente removilizados, erosionados y transportados a lo largo de la costa y hacia mar adentro, transportados por las corrientes litorales y las generadas por el oleaje.

Por el contrario, en las zonas más profundas, donde el grado de hidrodinamismo es menor, predomina el depósito de finos, bajo un régimen deposicional controlado por los aportes de limo y algo de arcilla, procedente de ríos y arroyos de poca entidad cercanos a la zona de estudio.

La valoración final de la zona en función del tipo de sedimento es la que se representa en la Figura 4.11-13.

4.11.3.4 Calidad de aguas.

4.11.3.4.1 Condiciones físico químicas.

– Temperatura

Los valores registrados para la temperatura superficial en los dos muestreos realizados se representan en las Figuras 4.11-14 y 4.11-15. En el muestreo de marzo se detectaron temperaturas, entre 15 y 16 °C.

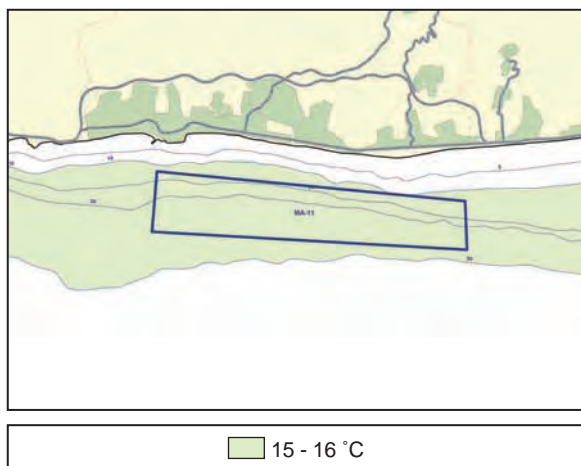


Figura 4.11-14 Temperatura superficial para la zona MA-11 en el muestreo de marzo de 2003.

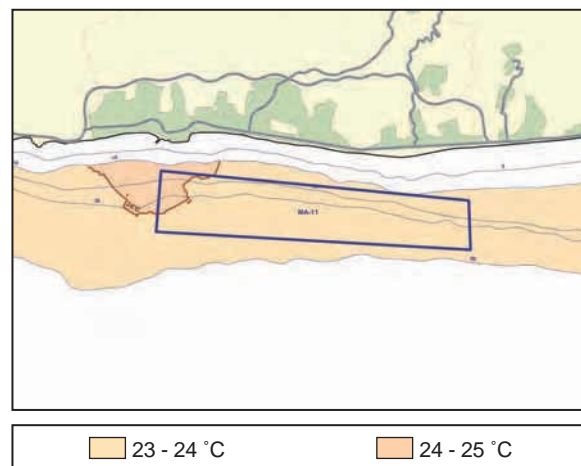


Figura 4.11-15 Temperatura superficial para la zona MA-11 en el muestreo de agosto de 2003.

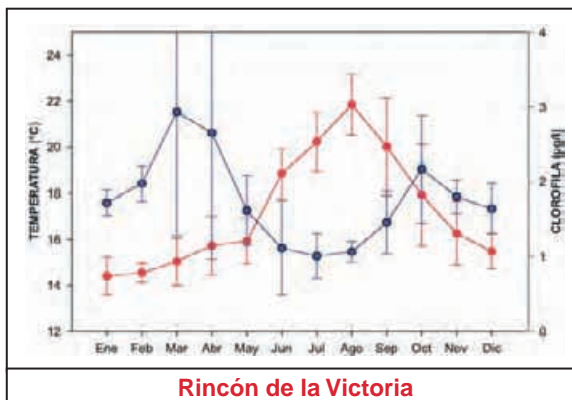
En el mes de agosto la temperatura llegó a valores de 23 °C, encontrándose un aumento de la misma en la zona más cercana a la línea de costa justo a la altura del núcleo urbano de La Cala del Moral.

Los datos detectados durante el muestreo en continuo se ajustan a los obtenidos mediante satélite (Figura 4.11-16). El rango de temperatura que se detecta en esta zona mediante satélite va desde los 14 °C en febrero a los 22 °C en agosto. Por lo tanto en los diez últimos años analizados la temperatura media mensual en esta zona no llega a estar por debajo de los 14 °C.

Los perfiles de temperatura (Figura 4.11-17) muestra la evolución de cada una de las estaciones de muestreo. Los valores de temperatura en marzo son de alrededor de 15°C valor que se mantendrá en toda la columna de agua debido principalmente a la profunda mezcla a la que se ve sometida.

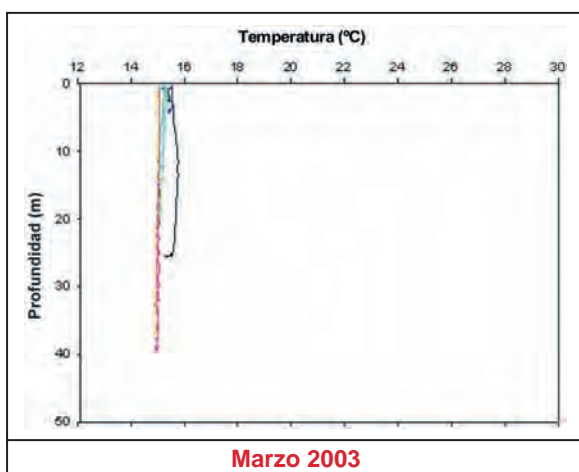
La estación 37 presenta en invierno valores algo superiores que el resto de estaciones, esto puede ser debido a la proximidad a la que se encuentra un emisario submarino. Del mismo modo en verano esta estación presenta valores algo inferior que el resto.

La temperatura registrada en agosto varía desde los 24°C en superficie a los 16°C alcanzados en profundidad.

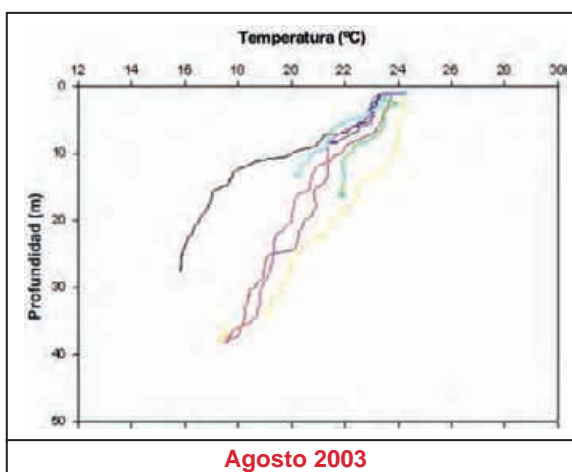


Rincón de la Victoria

Figura 4.11-16 Promedios mensuales de temperatura (rojo) y clorofila (azul) superficial para la zona de estudio durante los años del 94 al 03 para temperatura y entre el 98 y el 02 para clorofila. Datos de los sensores AVHRR y SeaWiFS. Las barras representan \pm error estándar.



Marzo 2003

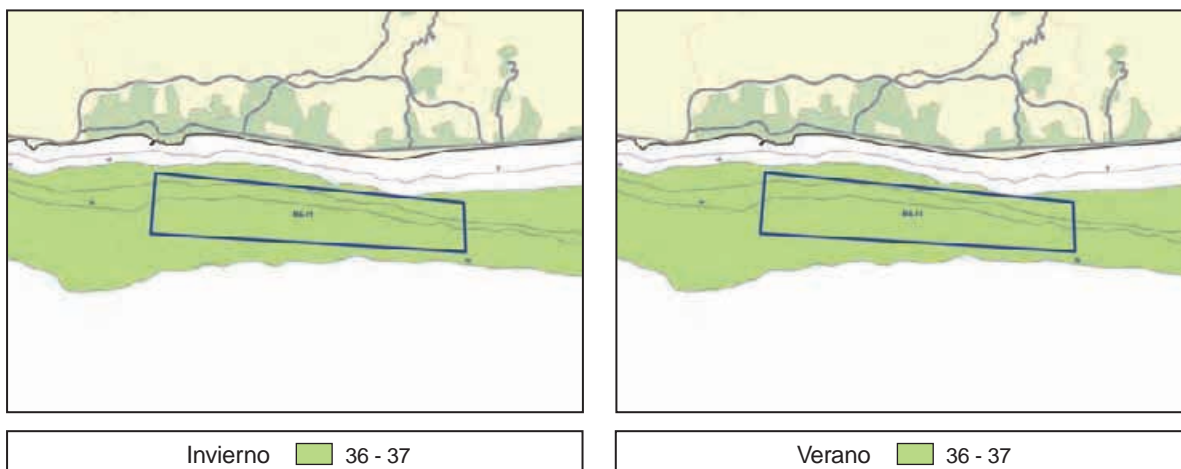


Agosto 2003

Figura 4.11-17 Perfiles de temperatura para las estaciones de la zona MA-11 en los dos muestreos realizados.

– Salinidad

En la Figura 4.11-18 se presentan los mapas de salinidad de la zona de estudio. Se comprueba como la salinidad no experimenta cambios significativos en los dos muestreos realizados. Los valores se encuentran entre 36 y 37 psu.



Invierno 36 - 37

Verano 36 - 37

Figura 4.11-18 Salinidad superficial para la zona MA-11 durante los dos muestreos realizados.

Los perfiles de salinidad (Figura 4.11-19) muestran un ligero aumento en agosto a nivel de superficie, propiciado fundamentalmente por las altas temperaturas y el aumento de evaporación.

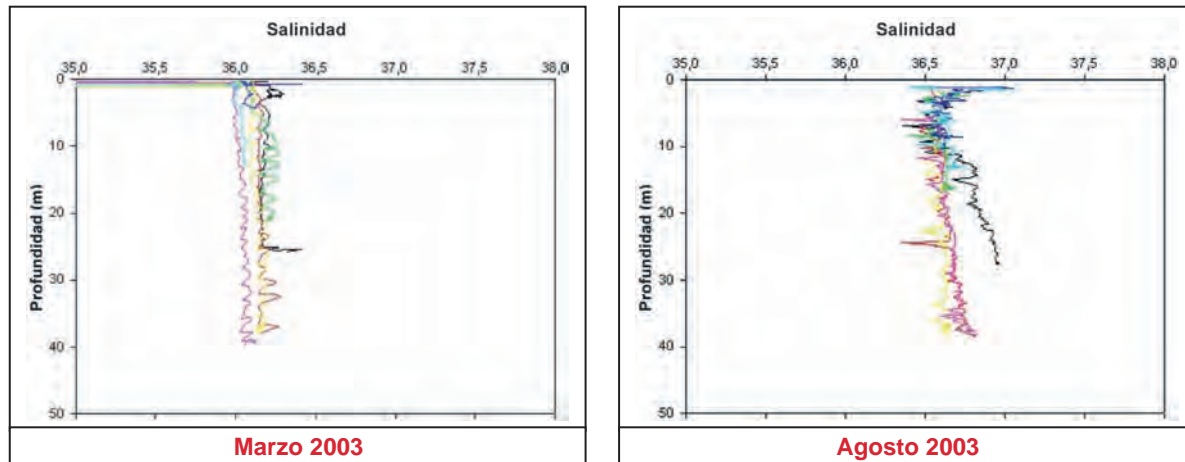


Figura 4.11-19 Perfiles de salinidad para las estaciones de muestreo en la zona MA-11.

– Clorofila

Los datos obtenidos durante el muestreo en continuo (Figuras 4.11-20 y 4.11-21) muestran una mayor concentración de clorofila en el mes de marzo que en el de agosto. Los valores registrados con el fluorímetro varían entre los 0,3 u.a de marzo a las 2 u.a en agosto.

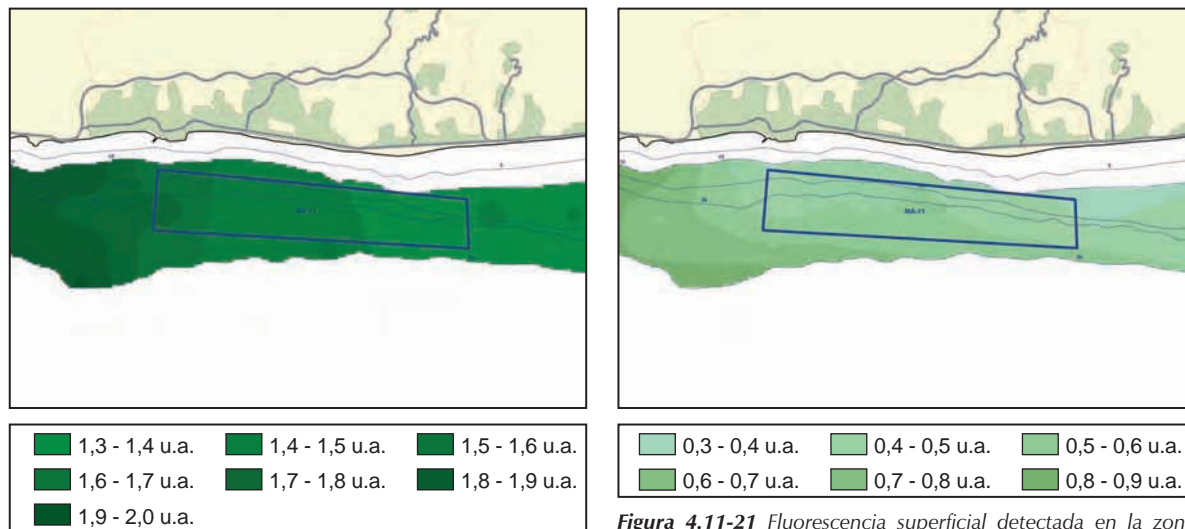


Figura 4.11-20 Fluorescencia superficial detectada en la zona MA-11 en el mes de marzo de 2003.

Figura 4.11-21 Fluorescencia superficial detectada en la zona MA-11 en el mes de agosto de 2003.

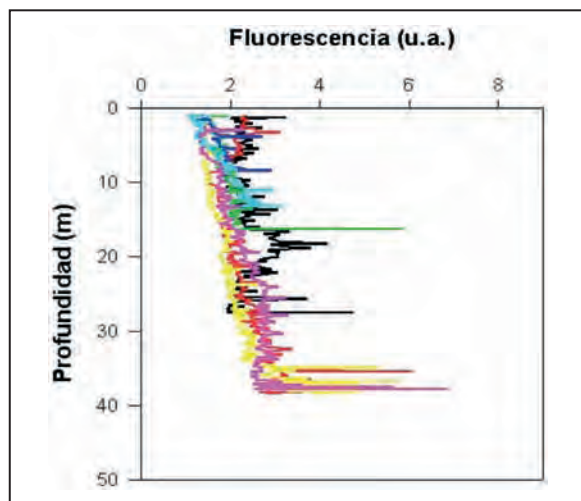


Figura 4.11-22 Perfil de fluorescencia para las estaciones muestreadas en la zona MA-11.

Se puede detectar el aumento de la concentración hacia el oeste y se reconocen algunos puntos aislados, sobre todo en invierno, donde se experimenta una mayor concentración coincidente en todos los casos con distintos puntos de emisión costera.

Los perfiles de fluorescencia realizados (Figura 4.11-22) muestran un aumento de la concentración a medida que aumenta la profundidad, dándose los máximos en fondo.

Esto también se comprueba en los datos discretos de clorofila obtenidos en cada una de las campañas (Figura 4.11-23), donde las concentraciones mayores se localizan en fondo, encontrándose los valores entre 0 y 2 mg/m³.

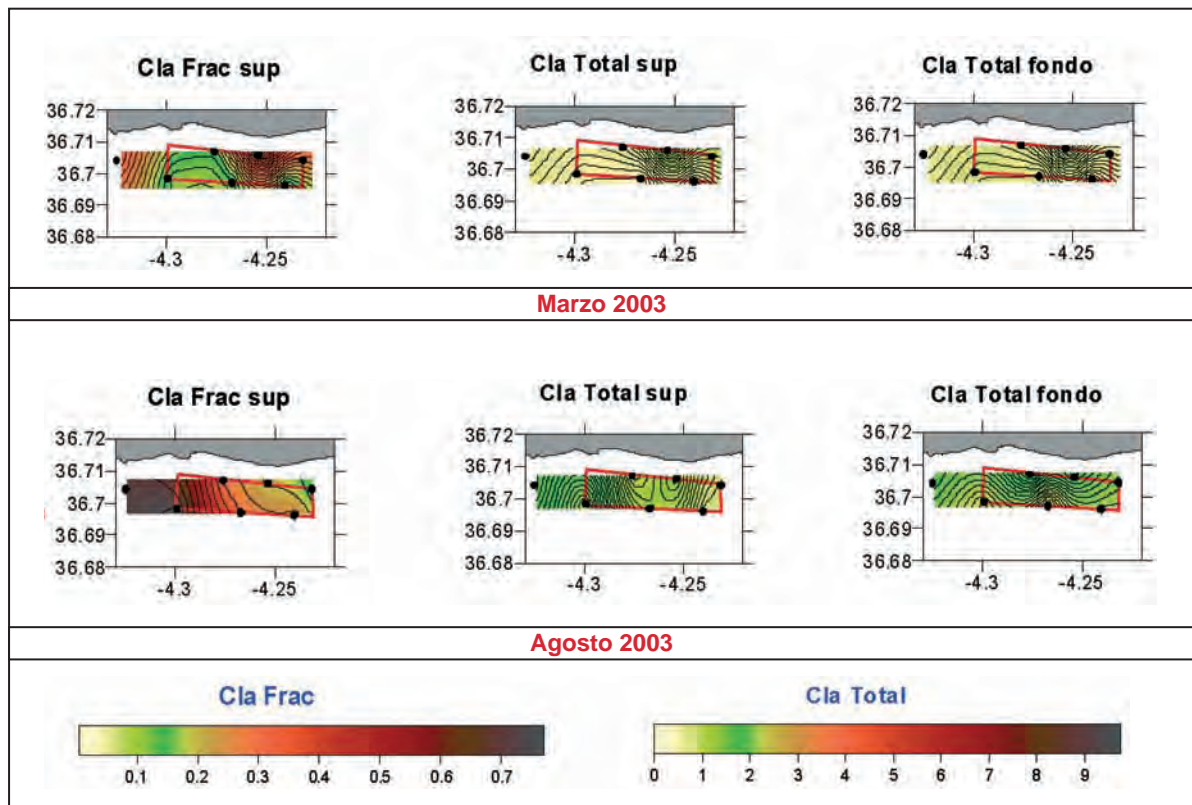


Figura 4.11-23 Clorofila fraccionada y total en superficie y fondo para la zona MA-11.

– Sólidos en suspensión

Los coeficientes de atenuación para los muestreos de marzo y agosto se representan en las Figuras 4.11-24 y 4.11-25. Se puede observar como hay una ligera diferencia entre los dos meses muestreados. En marzo el nivel detectado ronda como máximo los 3 m⁻¹, mientras que en agosto llega hasta 5 m⁻¹.

Las concentraciones encontradas en el muestreo discreto (Figuras 4.11-26 y 4.11-27) no llegan a superar los 45 mg/l. Encontrándose valores similares entre las concentraciones de superficie y de fondo.

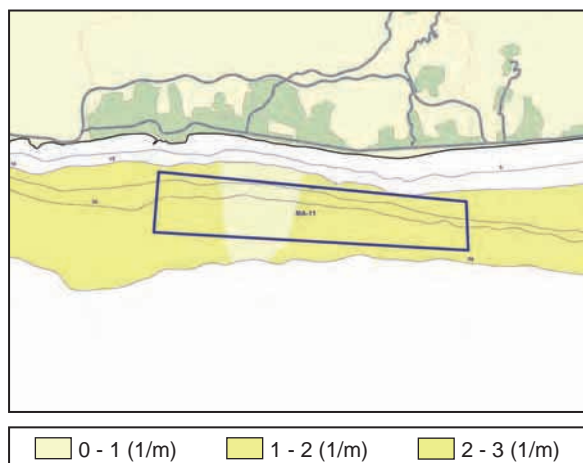


Figura 4.11-24 Coeficiente de atenuación para la zona MA-11 en marzo de 2003.

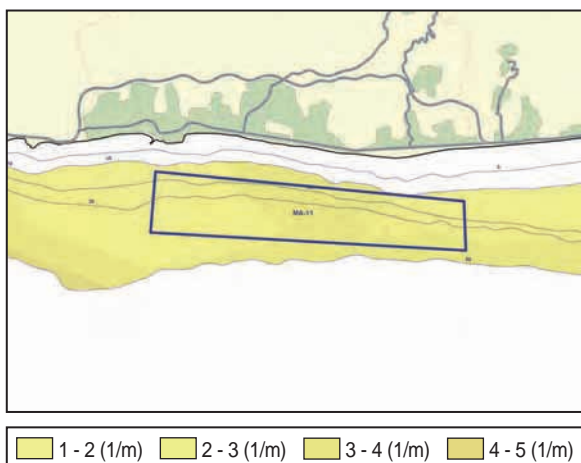


Figura 4.11-25 Coeficiente de atenuación para la zona MA-11 en agosto de 2003.

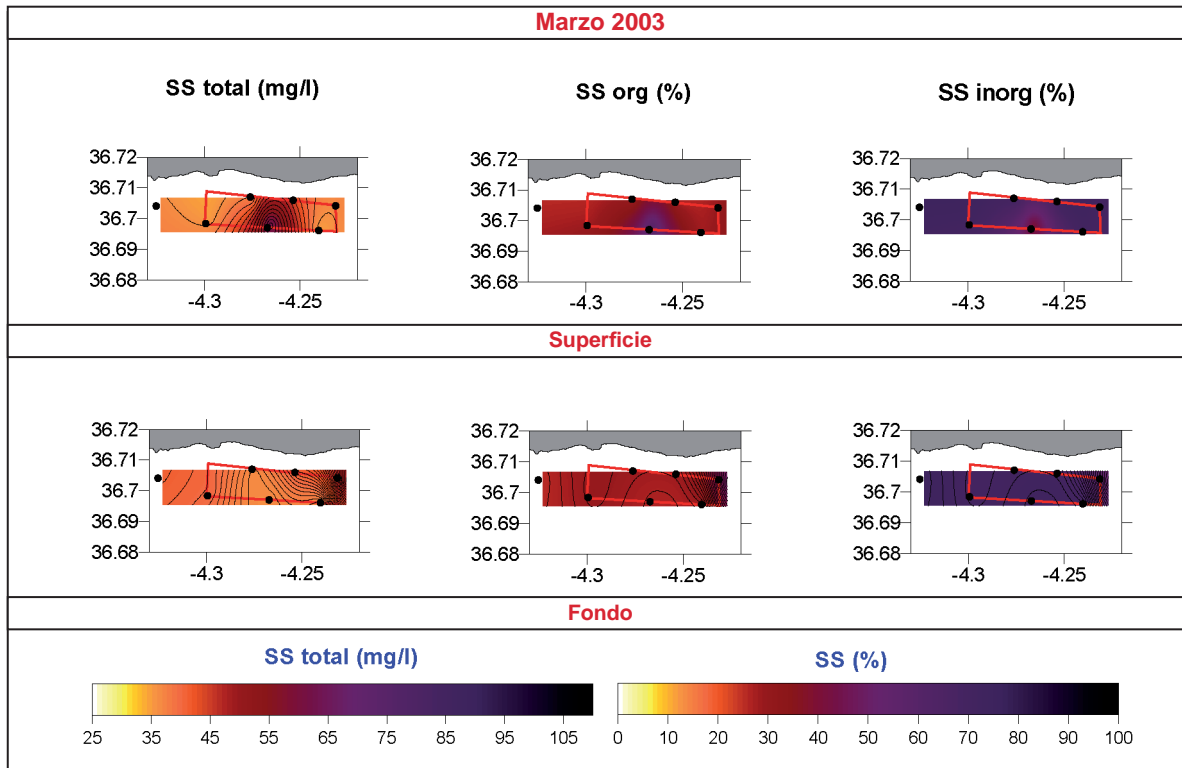


Figura 4.11-26 Concentraciones de sólidos en suspensión obtenidos en los muestreos puntuales del mes de marzo de 2003.

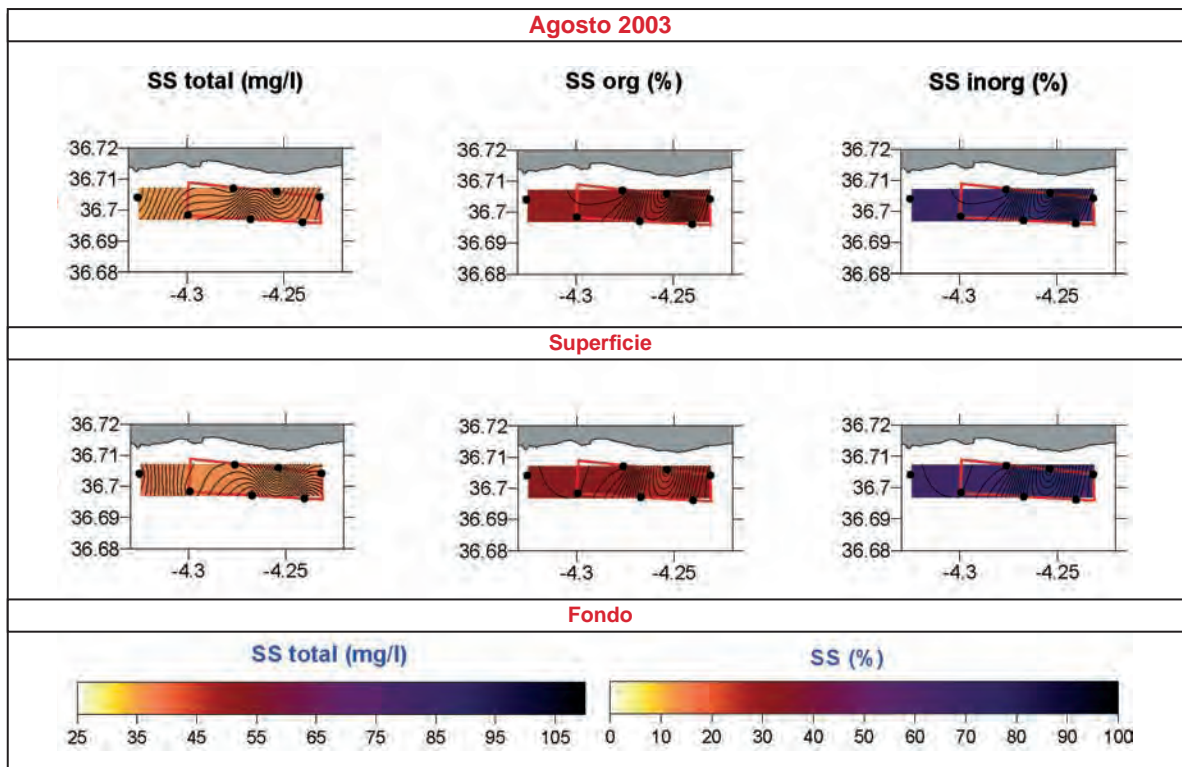


Figura 4.11-27 Concentraciones de sólidos en suspensión obtenidos en los muestreos puntuales del mes de agosto de 2003.

– Oxígeno

El perfil vertical de oxígeno se muestra en la Figura 4.11-28. En él se aprecia como la concentración en superficie esta alrededor de 6 mg/l aumentando en profundidad hasta alcanzar en alguna de las estaciones hasta 8 mg/l. El máximo va a depender de la estación pero se puede situar entre los 10 y 20 m.

Con los resultados obtenidos en referencia a las condiciones físico-químicas del agua en el área de Rincón de la Victoria (Zona MA-11), se pueden realizar las siguientes consideraciones:

1. Los valores de temperatura encontrados en esta zona son similares al de las anteriores zonas estudiadas. El rango en el que se encuentra las temperaturas hacen considerar a la zona como adecuada para el mantenimiento de especies acuícolas.
2. La salinidad no presenta variaciones y por lo tanto no parece ser un factor susceptible de originar problemas, teniendo en cuenta, además, que las especies que se pretende cultivar soportan rangos amplios para esta variable.
3. La clorofila indica unas concentraciones relativamente bajas, al igual que los sólidos en suspensión. Por lo que se puede considerar que para estas dos variables nos encontramos unas concentraciones óptimas.
4. Las concentraciones de oxígeno también se encuentran a unos niveles bastante aceptables por lo que tampoco van a influir negativamente.

Se puede concluir que la zona identificada como MA-11 reúne unas condiciones de calidad de agua notablemente buenas para su uso en acuicultura

Los valores encontrados para este índice se muestran en la Figura 4.11-29. El valor alcanzado en esta zona se encuentra cercano a 8. Siendo la zona muy homogénea para la calidad de agua

Finalmente, con estos resultados, la valoración del grado de interés de la zona MA-11 desde el punto de vista de la acuicultura es la que se representa en la Figura 4.11-30, obteniéndose un grado de interés alto para toda la zona.

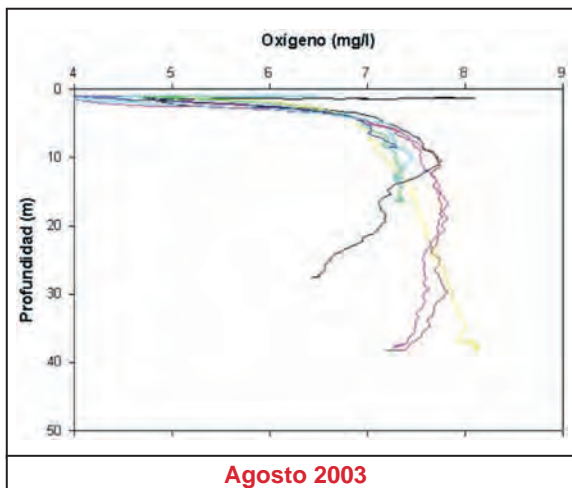


Figura 4.11-28 Perfiles de oxígeno para las estaciones muestreadas.

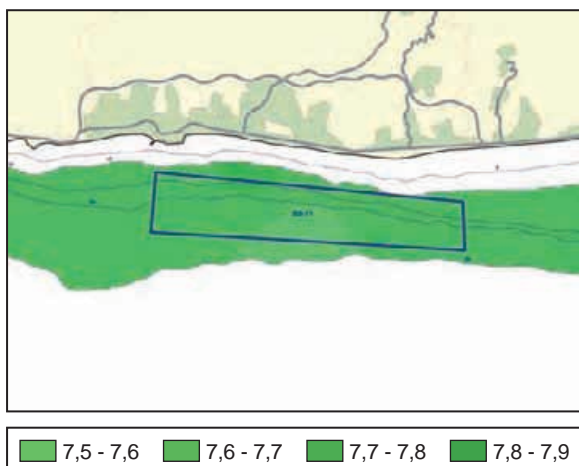


Figura 4.11-29 Índice de calidad de agua para la zona MA-11.

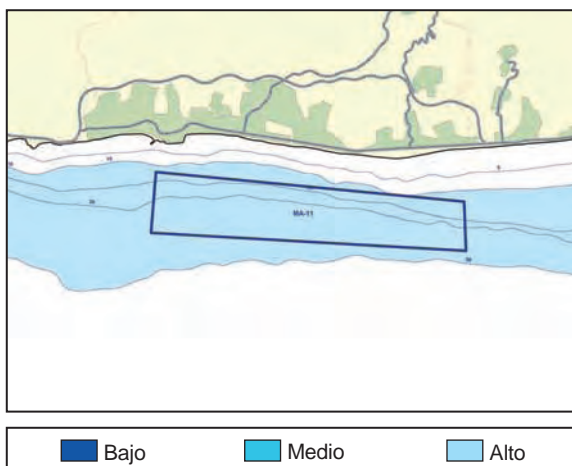


Figura 4.11-30 Valoración del interés de la zona en función del índice de calidad del agua empleado en este estudio.

4.11.3.4.2 Condiciones sanitarias.

El área estudiada abarca en su totalidad parte de las zonas de producción de moluscos bivalvos y gasterópodos AND 1-34. Los resultados obtenidos de los análisis realizados en el control sanitario de esta zona durante los años 2000 a 2002 son los siguientes:

- Contaminación bacteriana:

Los resultados microbiológicos obtenidos en el control sanitario los años 2000, 2001 y 2002 han presentado meses en los que la contaminación por coliformes fecales y *E. coli* estaba por encima de los valores permitidos en todos los años. En esta zona además, se detectó presencia de *Salmonella* en el mes de enero de 2001.

No obstante, no se detecta un patrón en estos aumentos de contaminación bacteriana, por lo que parece que estos valores son consecuencia de condiciones puntuales del medio debidas a diversos factores entre los que no pueden descartarse la presión turística sobre la zona.

Zona AND 1-34 (concha fina)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000												
2001												
2002												

Tabla 4.11-3 Meses en los que los análisis del control sanitario han dado valores de contaminación bacteriana superiores a los permitidos en los años 2000 a 2002.

- Contaminación por toxinas:

Como se puede comprobar en la Tabla 4.11-4, la contaminación por toxinas, especialmente por PSP (toxina paralizante), ha sido habitual en la zona a lo largo de todo el año durante el periodo 2000 a 2003. Así mismo, también son habituales los valores de ASP (toxina amnésica) por encima de los permitidos. Ocasionalmente se han detectado también valores de DSP (toxina diarreaica) superiores a los permitidos en las dos zonas.

Zona AND 1-34 (concha fina/chirla/corruco/coquina/vieira)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000												
2001												
2002												

Tabla 4.11-4 Meses en los que los análisis del control sanitario han dado valores de contaminación por toxinas superiores a los permitidos en los años 2000 a 2002.

Estos resultados implican que la zona MA-11 no resulte especialmente apropiada para el cultivo de moluscos bivalvos ya que, la aparición de toxinas en una zona de producción en concentraciones superiores a las permitidas, conlleva la prohibición de extracción y comercialización de moluscos hasta que no se alcancen los valores normales.

4.11.4 Caracterización bionómica.

A 700 metros de la playa del Rincón de la Victoria se localiza esta zona, cuyos fondos se caracterizan por poseer una franja arenosa en su zona más somera, hasta los 20 m. de profundidad, siendo un lecho de fangos a profundidades mayores. La pendiente en estos fondos es suave, con un valor medio de 2%, no presenta irregularidades ni relieves significativos. La zonación de comunidades es la esperable para estos biotopos (Figura 4.11-31):

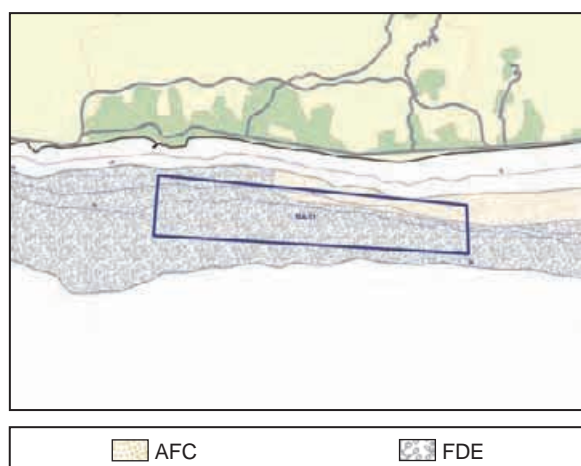


Figura 4.11-31 Tipo de comunidades detectadas en la zona. Los puntos señalan las estaciones de muestreo. FDE = Biocenosis de fondos detríticos enfangados; AFC = Biocenosis de Arenas Finas Calibradas.

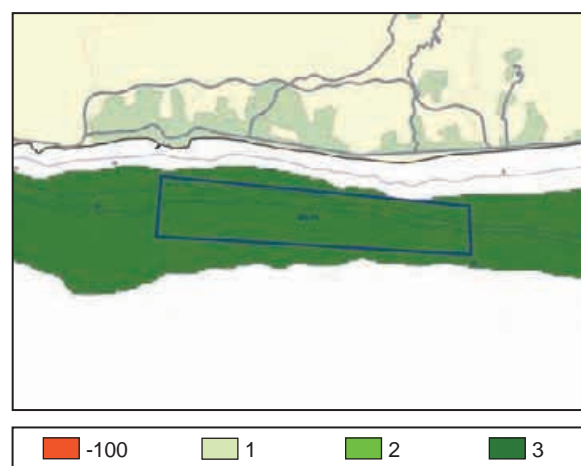


Figura 4.11-32 Valoración de la zona MA-11 en función del tipo de comunidad.



Figura 4.11-33 Valores obtenidos para los restantes factores considerados en la valoración de la zona según sus características bionómicas.

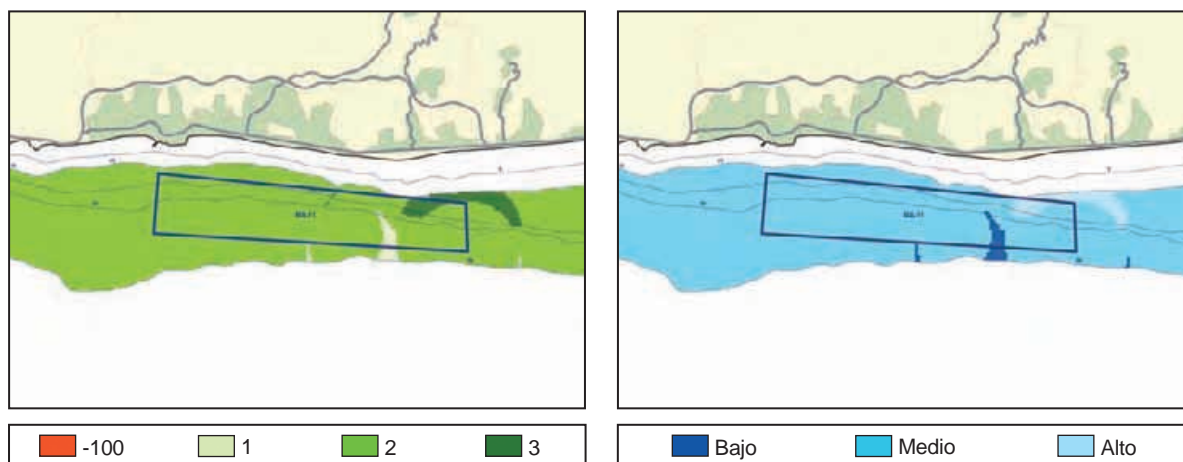


Figura 4.11-34 Índice bionómico obtenido para la zona MA-11.

Figura 4.11-35 Valoración del interés de la zona en función de las características bionómicas.

- **Arenas Finas Calibradas (AFC):** En la franja arenosa somera. No se detectaron bancos de moluscos bivalvos de densidades significativas. Presenta valores medios y bajos para diversidad y abundancia.
- **Fondos Detríticos Enfangados (FDE):** La batimétrica de los 20 metros separa a esta comunidad de la anterior. En el extremo occidental del polígono los fondos de fangos se dan en profundidades algo más someras. La frontera entre ambas comunidades presenta valores ligeramente superiores de abundancia, diversidad y porcentaje de bivalvos, mientras el resto de mantiene valores muy similares a los obtenidos en la zona de arenas.

Los valores obtenidos para su inclusión en el índice final, por lo que respecta a los tipos de comunidad existentes son los que se representan en la Figura 4.11-32 (ver página 299), la totalidad de la zona como se puede observar tiene un valor alto para este parámetro.

Asimismo, en la Figura 4.11-33 se incluyen las valoraciones obtenidas para cada una de las características restantes asociadas a la bionomía según el índice de calidad descrito en el apartado de metodología.

Finalmente, integrando estas valoraciones obtenidas, aplicando la ecuación descrita en la metodología, se obtiene el resultado del índice definido para la valoración de la bionomía, que se representa en la Figura 4.11-34.

La mayor parte de la zona obtiene una valoración media como consecuencia fundamentalmente de los altos valores de abundancia y diversidad específica obtenidos en la misma.

Finalmente, la valoración del grado de internés de la zona atendiendo a sus características bionómicas es la que se representa en la Figura.4.11-35

4.11.5 Caracterización del sector pesquero.

En la zona se encuentran cuatro caladeros tradicionales (Figura 4.11-36) cuyas denominaciones y características se incluyen en la Tabla 4.11-5.

Nombre del caladero	Distancia al centro del área de estudio	Especies más representativas capturadas	Artes de pesca utilizadas
– La Araña - Fca. Cemento - Torre Paloma	6 km al oeste	– Peces: Besugo, jurel, herrera y araña. – Moluscos: Jibia y pulpo.	Trasmallo, chambel, potera y palangre
– Arroyo Totalán - Roqueo de la Cala	Oeste del polígono estudiado	– Peces: Besugo, jurel, herrera y araña. – Moluscos: Jibia y pulpo.	Solta, boliche, chambel y palangre
– Los Canteles - Torre de Benagalbon - Roqueo de los Rubios - Chilches	Incluye el centro de la zona de estudio	– Peces: Besugo, jurel, herrera, araña y morralla. – Moluscos: Jibia y pulpo	Trasmallo, boliche, solta, chambel, potera y palangre
– El Bicho - Roqueo de la India - Rio Adelfas-Benaljarafe - Torre Moya	7 km al este	– Peces: Sardina, besugo, jurel, herrera, caballa y morralla. – Moluscos: Chirla, coquina, concha fina, pulpo y jibia	Trasmallo, boliche, solta, chambel, potera, palangre, jabega, sardinal y rastro

Tabla 4.11-5 Caladeros cercanos al área de estudio.

El puerto más cercano es el Puerto de Málaga, encontrándose a 13,5 km de la zona. Este puerto es gestionado por la Autoridad Portuaria de Málaga. Sus características son las siguientes (Tabla 4.11-6):

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PUERTO PESQUERO DE MÁLAGA		
Latitud	36° 43' N	Servicios al sector pesquero: - Fabrica de hielo - Cámaras frigoríficas - Locales de armadores
Longitud	4° 25' W	
Calado en la bocana (B.M.V.E.)	17 m	
Longitud del muelle (m)	727 m	
Superficie total de la lonja	4.732 m ²	

Tabla 4.11-6 Características técnicas del puerto pesquero de Caleta de Vélez.

La flota pesquera de este puerto está compuesta por 74 embarcaciones, que desplazan 2.825 TRB, de las cuales 42 están dedicadas a artes menores, 20 al arrastre, 10 al cerco y 2 al palangre de fondo.

Las especies más representativas comercializadas en la lonja son el boquerón, sardina, bacaladilla, merluza, pulpo, choco y camarones. El total de las capturas asciende a unas 3.175 Tm, correspondiendo 2.890 Tm a peces, 151 Tm a moluscos y 133 Tm a crustáceos.

En la zona, también existen algunos núcleos pesqueros cercanos, cuyas de nominaciones y características son las siguientes:

- **La Cala del Moral**, pertenece al término municipal de Rincón de la Victoria y se encuentra a unos 3 km del área de estudio. El boliche, la melvera y el trasmallo

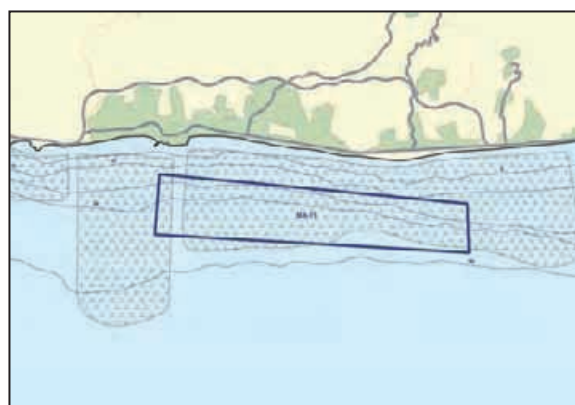


Figura 4.11-36 Localización de caladeros y puertos pesqueros cercanos a la zona de estudio.

son las artes utilizadas, y las capturas son de pescado azul (melva, sardina, etc.), choco, pulpo y variado de peces de fondo (besugo, breca, pargo, etc.), así como falso chanquete.

- **Rincón de la Victoria**, pertenece al término municipal de Rincón de la Victoria y dista 1,5 km de la zona MA-11. Las artes de pesca utilizadas son el boliche, y de manera alternativa la birorta. El primero es usado de varias formas: al modo clásico, tirando desde tierra y al estilo ratera, arrastrando desde la embarcación. También se faena con la jábega (boliche de gran tamaño). Las capturas son de larvas de boquerón, falso chanquete, pescado azul, como la melva y el bonito, y el choco.
- **Chilches**, pertenece al término municipal de Vélez-Málaga situado a una distancia de 4,5 km de la zona de estudio. Se utiliza la tablilla para la captura de pulpo y el trasmallo de forma alternativa. Entre las capturas principales se encuentra pulpo, choco y variado de peces de fondo (aligote, breca, pargo, etc.)

4.11.6 Valoración final.

4.11.6.1 Estudio del medio físico.

Tras el análisis de los resultados se puede concluir que la zona MA-11 (Rincón de la Victoria) presenta unas buenas condiciones climáticas por cuanto la intensidad de los vientos es baja casi todo el año y no presenta una alta frecuencia de temporales.

La batimetría existente en la zona, presenta una pendiente acusada en los primeros metros que se suaviza a partir de los 20 m de profundidad. Prácticamente la totalidad del polígono considerado se encuentra dentro de la franja batimétrica de 20 a 50 m considerada como la más adecuada para la ubicación de instalaciones acuícolas.

Las corrientes dominantes a 10 m de profundidad en el área son de intensidad media, aumentando con la distancia a la costa. Se pueden considerar adecuadas para el cultivo acuícola aunque serían deseables intensidades ligeramente mayores.

No se detectan en la zona praderas de fanerógamas marinas, ni existen lugares de especial interés ambiental, por lo que la incidencia de potenciales partículas contaminantes sobre áreas sensibles ambientalmente se considera nula.

El oleaje determinado para la zona no es elevado aunque ocasionalmente puedan aparecer fenómenos de riesgo.

El sustrato existente, resulta en general adecuado para el fondeo de instalaciones acuícolas. Sobre el fondo, no se detecta la presencia de biocenosis de especial interés.

La calidad físico-química del agua es buena, sin embargo, desde el punto de vista sanitario, es habitual a lo largo del año la presencia de toxinas en los análisis realizados a los moluscos. Este hecho, que incide negativamente en la comercialización de este producto, hace se deba plantear la rentabilidad de posibles cultivos de moluscos en la zona.

El sector pesquero de la zona tiene su puerto base en Málaga y está constituido por un total de 74 embarcaciones de las cuales 42 se dedican a la pesca artesanal en los caladeros cercanos, uno de los cuales se encuentra en la zona estudiada. La lonja de Málaga registra un volumen de captura anual de unas 3.175 toneladas. A la hora de ubicar nuevas instalaciones sería conveniente estudiar la forma de no interferir con este sector.

Con los resultados obtenidos hasta la fecha, se ha realizado una valoración de la zona MA-11 que queda reflejada en la Figura 4.11-37.

4.11.6.2 Integración entre la valoración del medio físico y la valoración del ámbito administrativo.

La integración de los resultados obtenidos en la valoración del ámbito administrativo con la valoración del medio físico (Plano 11) prácticamente la totalidad del polígono estudiado presenta un grado de interés alto desde el punto de vista de los parámetros físico-químicos y ambientales, la valoración final se ve condicionada por la compatibilidad administrativa del área, reduciéndose a tan solo un 7 % la zona considerada finalmente como de interés alto.

El resto del área se distribuye en un 39 % de interés medio consecuencia de la existencia en la zona de una instalación acuícola en funcionamiento, que condicionará la ubicación de nuevas instalaciones, y un 54% de interés bajo debido a la existencia en las proximidades del área de zonas de extracción de áridos y la localización de dos emisarios que vierte en el polígono de estudio.

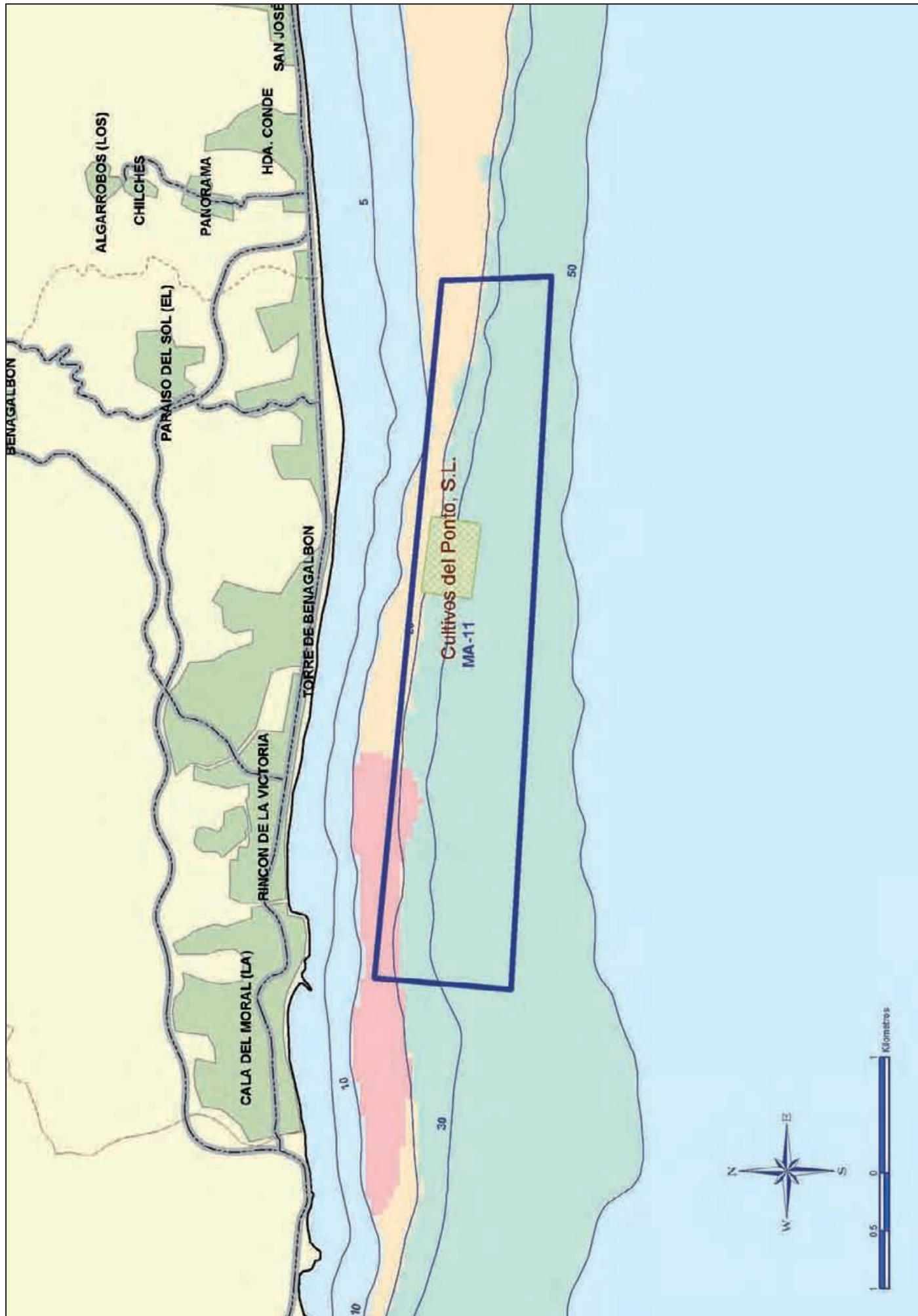
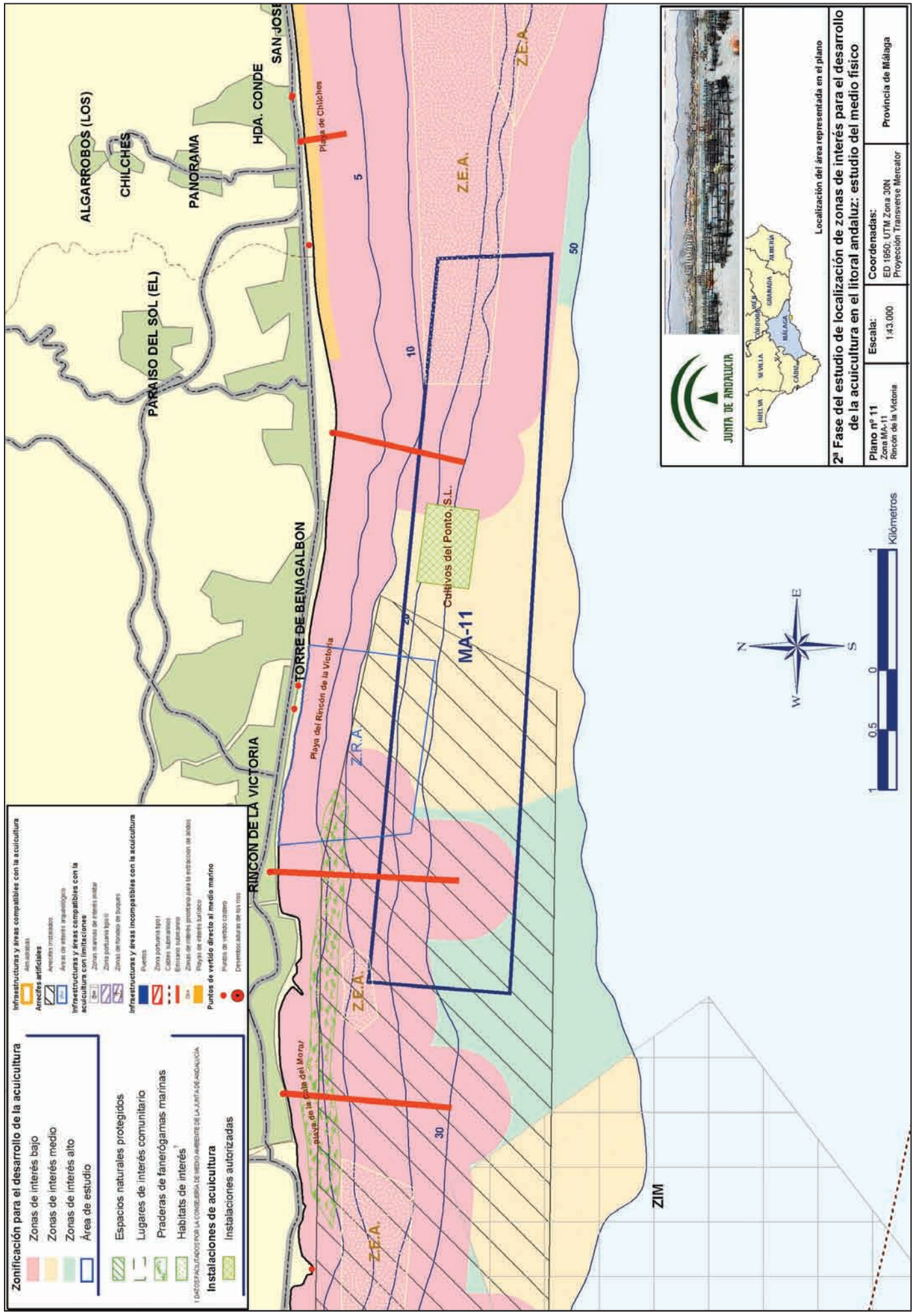
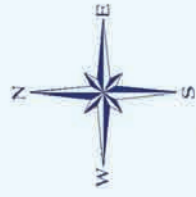


Figura 4.11-37 Valoración final en función de los resultados de la 2ª fase.

Grado de interés	Bajo	Medio	Alto



- Zonificación para el desarrollo de la acuicultura**
- Zonas de interés bajo
 - Zonas de interés medio
 - Zonas de interés alto
 - Área de estudio
- Infraestructuras y áreas compatibles con la acuicultura**
- Áreas urbanas
 - Áreas industriales
 - Áreas de interés arqueológico
 - Infraestructuras y áreas compatibles con la acuicultura con limitaciones
 - Zonas sanitarias de interés público
 - Zonas portuarias ligadas
 - Zonas de turismo de negocios
 - Infraestructuras y áreas incompatibles con la acuicultura
 - Puentes
 - Zonas portuarias tipo I
 - Cables submarinos
 - Estaciones turísticas
 - Zonas de interés prioritario para la explotación de aguas
 - Playas de interés turístico
 - Puntos de vertido directo al medio marino
 - Puntos de vertido costero
 - Depositos cubiertos de los ríos
- Instalaciones de acuicultura**
- Instalaciones autorizadas
- Espacios naturales protegidos**
- Lugares de interés comunitario
 - Praderas de fanerógamas marinas
 - Habitats de interés
- 1. DECRETO 14/2013 POR EL QUE SE DECLARA EL MEDIO AMBIENTE DE LA RÍA DE MÁLAGA**



JUNTA DE ANDALUCÍA

Localización del área representada en el plano

2ª Fase del estudio de localización de zonas de interés para el desarrollo de la acuicultura en el litoral andaluz: estudio del medio físico

Plano nº 11 Zona MA-11 Rincón de la Victoria	Escala: 1:43.000	Coordenadas: ED 1985; UTM Zona 30N Proyección Transversa Mercator	Provincia de Málaga
--	---------------------	---	---------------------

4.12

ZONA MA-12
(BENALMÁDENA COSTA-TORREMOLINOS)



El área MA-12 se corresponde con los términos municipales de Benalmádena y Torremolinos, y abarca el tramo de costa comprendido entre la playa de las viborillas (T.M. de Benalmádena) y la urbanización Los Álamos (T.M. de Torremolinos).

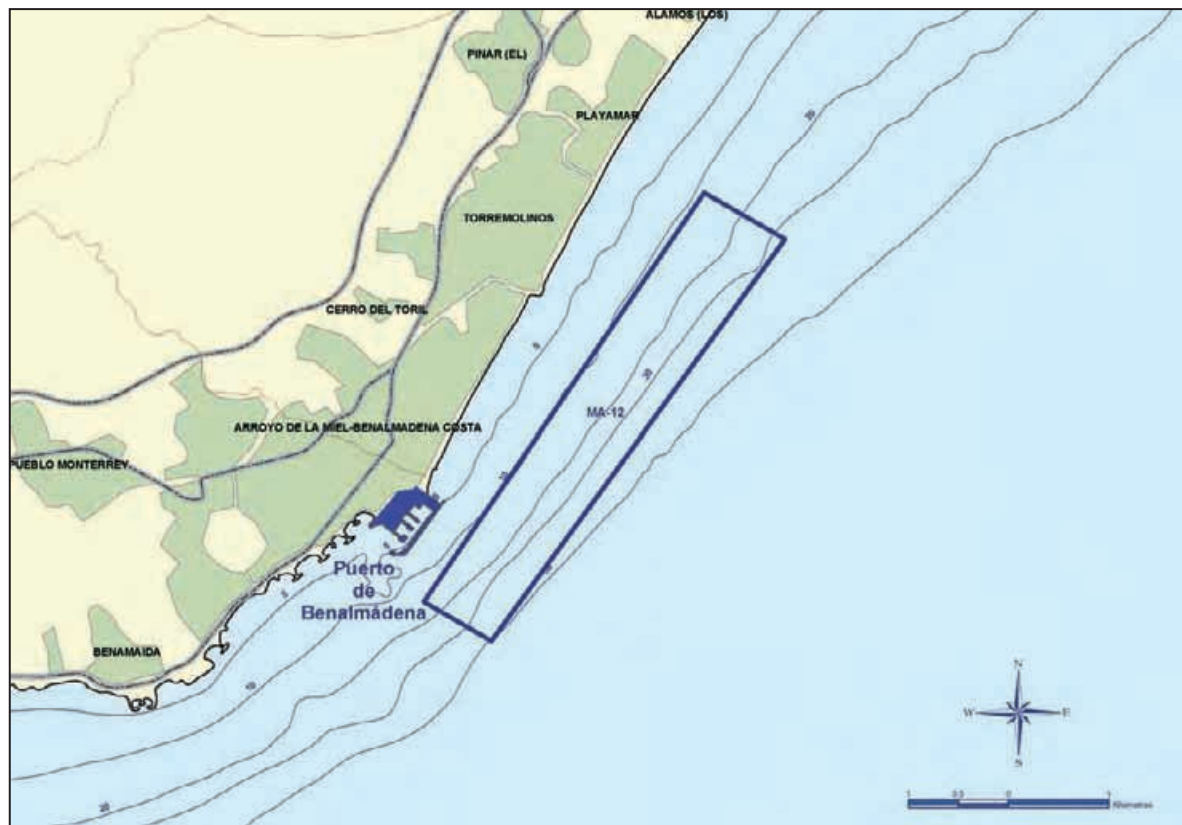


Figura 4.12-1 Zona MA-12 (Benalmádena Costa - Torremolinos) y polígono estudiado.

Los trabajos en esta zona se centraron sobre el polígono situado frente a las playas de la Carihuela y Bajondillo, con profundidades comprendidas entre los 10 y los 50 m y una superficie total aproximada de 424 hectáreas (Figura 4.12-1).

4.12.1 Compatibilidad administrativa de la zona.

Desde el punto de vista de la ocupación del espacio por las diferentes actividades existentes y su compatibilidad con la acuicultura, en la zona MA-12 se localiza al NE de dos zonas de extracción de áridos, incompatibles con cualquier otro tipo de uso que implique su ocupación.

El polígono estudiado se encuentra situado en parte sobre un arrecife artificial instalado por la Consejería de Agricultura y Pesca. En esta zona se localiza también un área de interés arqueológico.

Todas las playas situadas frente al polígono estudiado (Arroyo de la Miel, Santa Ana, Carihuela, Bajondillo y Playamar), son consideradas de interés turístico. El alto grado de urbanización de la zona supone la existencia de varios emisarios submarinos, si bien ninguno de ellos vierte en el área estudiada. Finalmente, al norte del polígono de estudio se localiza una zona de interés militar que resulta ser compatible con la acuicultura si bien puede imponer ciertas restricciones a la misma.

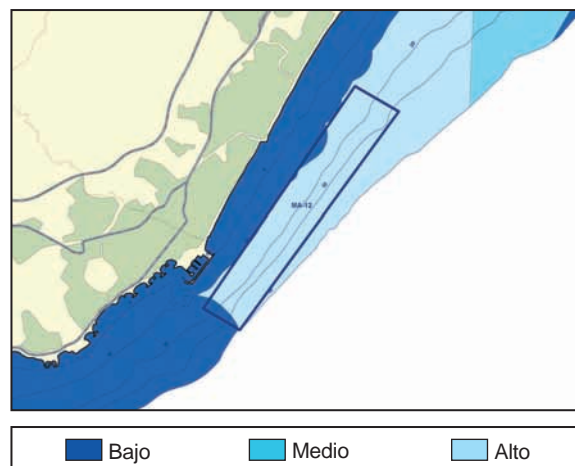


Figura 4.12-2 Valoración del interés de la zona MA-12 atendiendo a la compatibilidad con los usos administrativos.

La abundancia de emisarios y playas de interés turístico hacen que la zona compatible con la acuicultura desde el punto de vista administrativo se limite prácticamente a la franja comprendida entre los 20 y los 50 m de profundidad (Figura 4.12-3). La valoración de la zona en función de la compatibilidad administrativa es la que se recoge en la Figura 4.11-2 (ver página 307).

4.12.2 Caracterización climatológica.

Según los datos obtenidos de la estación agroclimática de Churriana, pertenecientes a la red de estaciones Agroclimáticas de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, el clima en la zona se corresponde con un clima tipo **Csb** según la clasificación de Köppen.

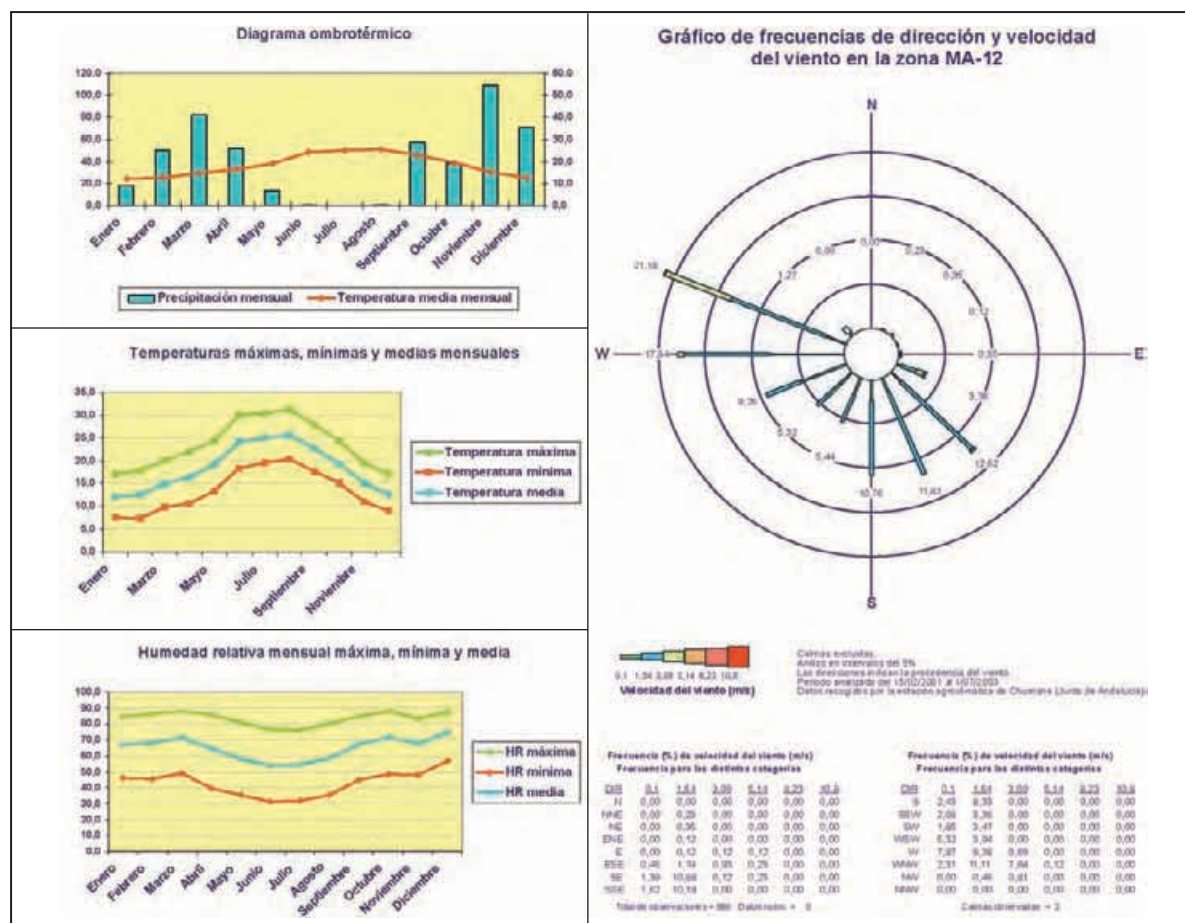


Figura 4.12-4 Características climatológicas de la zona MA-12.

Se caracteriza por ser un clima húmedo y templado con estación invernal y estival diferenciadas, en verano se detecta una estación seca frente al resto del año. La temperatura media mensual oscila entre los 12,4°C del mes de enero y los 25,5°C del mes julio. La temperatura mínima mensual es de 7,4°C en el mes de febrero. La temperatura máxima mensual es de 31,2 en agosto. La precipitación anual es de unos 901,7 mm, concentrándose ésta prácticamente en los seis meses más fríos (760,2 mm) frente a la precipitación recogida en los seis meses más cálidos (141,5 mm).

Los valores de humedad relativa mensuales, mínima, máxima y media, se mantienen bastante constantes a lo largo del año, oscilando en torno al 42,6%, 83,5% y 64,9% respectivamente. No obstante, se detecta un claro descenso de la humedad relativa en los meses de verano.

El régimen de vientos se corresponde con un predominio de vientos flojos a moderados durante todo el año, con dirección predominante de vientos procedentes del W, WNW, SEy SSE (Figura 4.12-4).

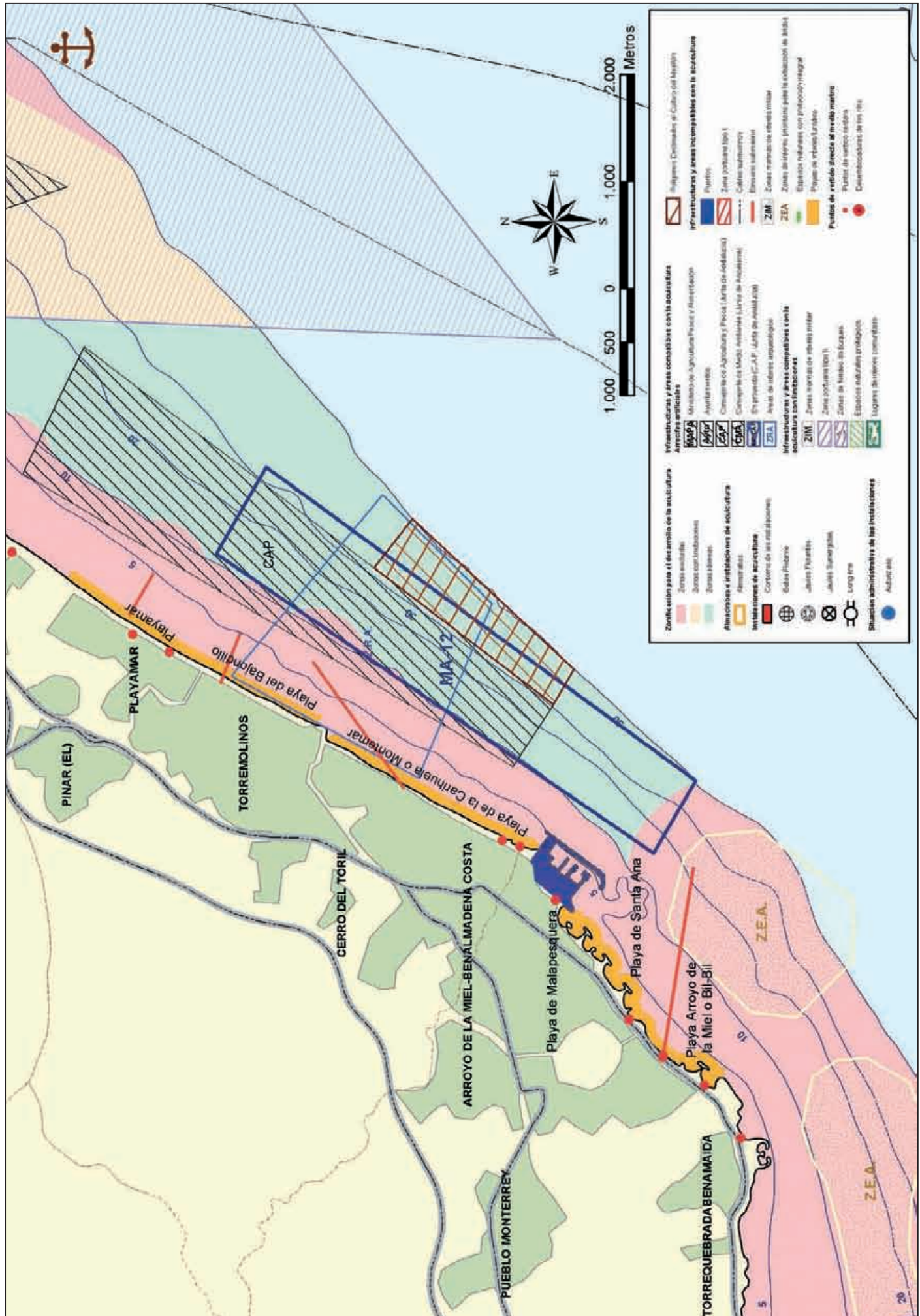


Figura 4.12-3.

4.12.3 Caracterización física.

4.12.3.1 Batimetría.

La batimetría de la zona presenta una pendiente media-alta que no obstante no impide ni dificulta la ubicación de nuevas instalaciones acuícolas. Aproximadamente la mitad del polígono estudiado se encuentra en la franja batimétrica de los 20 a los 50 m. La valoración de la zona en función de este parámetro que es la que se representa en la Figura 4.12-5.

4.12.3.2 Condiciones oceanográficas.

4.12.3.2.1 Régimen hidrodinámico.

Para conocer el régimen hidrodinámico de la zona comprendida entre Fuengirola y Torremolinos, AZTI fondó un correntímetro doppler del tipo AANDERAA RCM-9. El aparato se instaló el 22 de agosto del año 2002 en la posición $36^{\circ} 29,472' N$ y $04^{\circ} 37,949' W$, las coordenadas UTM de la posición del correntímetro son: $x = 353.774$ m e $y = 4.039.736$ m. La profundidad del punto de fondeo fue de aproximadamente 35 metros y el correntímetro se situó a unos 15 metros por debajo de la superficie del mar. En el mapa de la Figura 4.12-6, puede verse la posición del fondeo del correntímetro RCM-9 (cruz de color azul claro).

El correntímetro se configuró para medir las variables con una cadencia de 10 minutos. El inicio del registro coincidió con las 11:11 horas del día 22 de agosto y el final de mismo, coincidente con su desfondeo, fue el día 17 de octubre a las 9:52 horas. Disponemos de este modo de un registro de 8.057 medidas de la corriente marina en la zona, con casi 2 meses de duración.

Asimismo, en la Tabla 4.12-1 se presentan los resultados del análisis estadístico del registro de velocidades de la corriente según las direcciones de la misma.

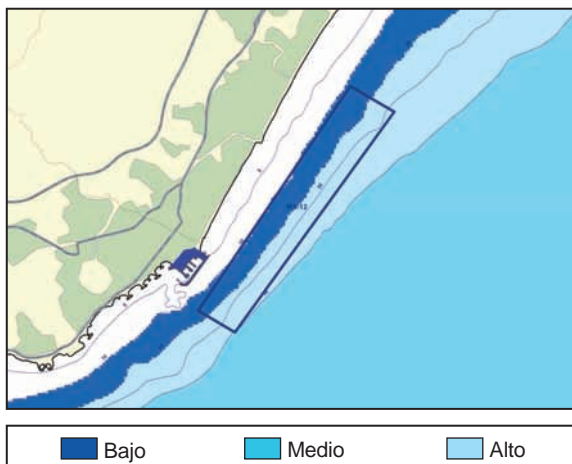


Figura 4.12-5 Valoración del interés de la zona MA-12 en función de la profundidad.

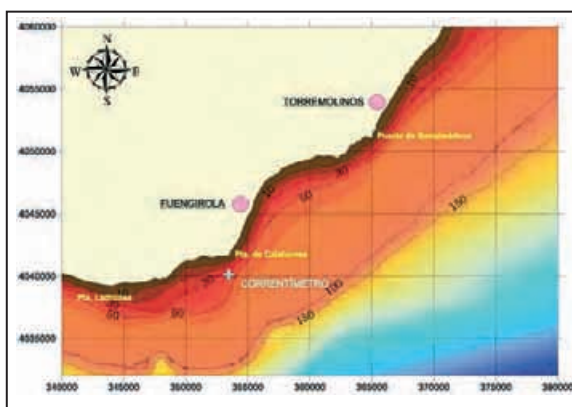


Figura 4.12-6 Posición del correntímetro, fondeado en las proximidades de Fuengirola - Torremolinos, en las coordenadas UTM: $x = 353.774$; $y = 4.039.736$ metros.

Dirección ⁽¹⁾	Nº medidas	% ⁽²⁾	Vel. Máx ⁽³⁾	Vel. Media ⁽⁴⁾	STD ⁽⁵⁾
N (337.5°)	947	11,75	59,65	16,7	9,1
NE (22.5°)	1044	12,96	83,6	25,7	15,8
E (67.5°)	208	2,58	30,8	10,9	7,8
SE (112.5°)	96	1,19	19,56	6,5	4,1
S (157.5°)	989	12,28	53,78	22,2	12,6
SW (202.5°)	3923	48,69	64,53	29,5	13,6
W (247.5°)	470	5,83	29,82	10,6	5,9
NW (292.5°)	380	4,72	27,38	9,7	5,2

(1) Sector de dirección (grados)
 (2) Porcentaje de frecuencia en cada sector de dirección (respecto al norte en el sentido de las agujas del reloj)
 (3) Velocidad máxima ($cm \cdot s^{-1}$) en cada sector direccional
 (4) Velocidad media ($cm \cdot s^{-1}$)
 (5) Desviación estándar ($cm \cdot s^{-1}$).

Tabla 4.12-1 Análisis estadístico de la corriente medida en las coordenadas UTM: $x = 353.774$; $y = 4.039.736$ m, frente a Pta de Calaburras, en las proximidades de Fuengirola.

Las corrientes predominantes son hacia el Oeste-Suroeste, con un valor del 48,69%, y hacia la dirección media Noreste (entre el Este-Noreste y el Norte-Noreste), con un porcentaje del 24,71%.

La distribución por direcciones del módulo medio de las corrientes, no es muy uniforme y oscila entre 6,5 y 11 $cm \cdot s^{-1}$, en las direcciones menos frecuentes y entre 17 y 30 $cm \cdot s^{-1}$, en las direcciones más frecuentes. Los valores medios más altos, se han registrado hacia el W-SW, con unos registros medios de casi 30 $cm \cdot s^{-1}$, mientras que las máximas más altas se han registrado hacia la dirección E-NE, con un registro máximo de 83,6 $cm \cdot s^{-1}$. A partir de estos datos se puede afirmar que el patrón general de corrientes parece ser una corriente hacia el Oeste-Suroeste, que se alterna

periódicamente con una corriente media hacia el Noreste, que no llega a ser predominante. Las situaciones intermedias de cambio de la corriente entre estas direcciones parecen corresponder a los pequeños porcentajes de las medidas en las otras direcciones.

Los valores de temperatura medidos por el sensor oscilaron entre 14°C y 21°C, y se mantiene, por lo general, relativamente constante alrededor de un nivel medio de 16°C. Los cambios de temperatura registrados están directamente relacionados con la corriente marina local. Comparando estos registros (temperatura y dirección de la corriente), se puede apreciar como disminuye la temperatura cuando la corriente se dirige hacia el Este-Noreste (paralelamente a la costa), debido al afloramiento de agua fría profunda. Por el contrario, cuando la corriente deriva hacia el Oeste, se produce un hundimiento de agua superficial, resultando un aumento de temperatura local.

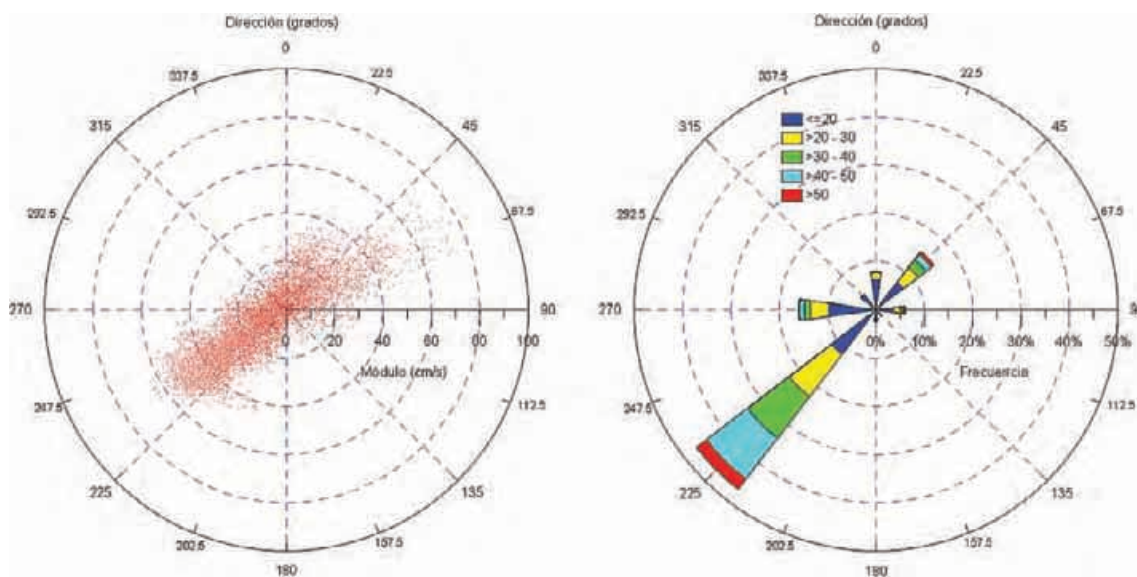


Figura 4.12-7 Diagrama polar y rosa de corrientes obtenida a partir de los datos del correntímetro fondeado en la zona.

Con estos datos recogidos en la Tabla 4.12-1 y representados en la Figura 4.12-7, se ha simulado la corriente para los casos más frecuentes que se han presentado.

Tal como se puede comprobar consultando los datos aportados por el correntímetro que estuvo instalado en la zona, las direcciones predominantes de las corrientes han sido:

- a) Hacia la dirección media Noreste (NE): total del 24,71%.
 - Hacia el Norte-Noreste (NNE): 11,75% del registro.
 - Hacia el Este-Noreste (ENE): 12,96% del registro.
- b) Hacia la dirección media Suroeste (SW): total del 60,97%.
 - Hacia el Sur-Suroeste (SSW): 12,28% del registro.
 - Hacia el Oeste-Suroeste (WSW): 48,69% del registro.

Los vientos que han generado las corrientes que se han mencionado anteriormente han resultado ser:

- Viento del Este para la corriente hacia el Suroeste.
- Viento del Suroeste para la corriente hacia el Noreste.

Se ha considerado como representativa, en función de los resultados obtenidos en otros estudios de la costa andaluza, una intensidad media de los vientos en la zona de velocidad igual a 35 km·h⁻¹, tanto en el caso de viento del Este, como en el caso de viento del Oeste. Los resultados obtenidos por el modelo han sido calibrados comparándolos con los datos facilitados por el correntímetro fondeado a 15 metros de profundidad frente a Pta. de Calaburras.

En el caso del viento del Este de velocidad igual a 35 Km·h⁻¹, el valor de la dirección de la corriente obtenido por la simulación numérica, a 15 metros de profundidad, es de 260° (dirección oeste). La corriente es máxima en superficie, con un valor de aproximadamente 45 cm·s⁻¹ y su módulo disminuye con la profundidad hasta aproximadamente 40 metros, con una velocidad de 15 cm·s⁻¹; simultáneamente, la dirección de la corriente en las proximidades del fondo gira ligeramente en sentido horario por efecto de la batimetría y para asegurar la conservación de la masa de fluido. En la Figura 4.12-8 se presentan los resultados obtenidos en la simulación de la corriente producida por el viento, a 10 metros de profundidad.

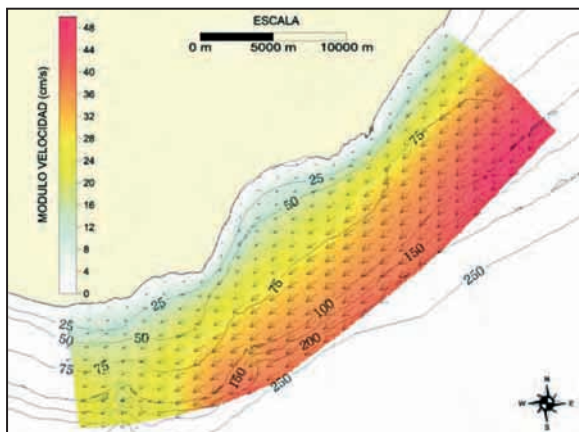


Figura 4.12-8 Velocidades de corriente en $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ con viento del Este de $35 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a 10 m de profundidad.

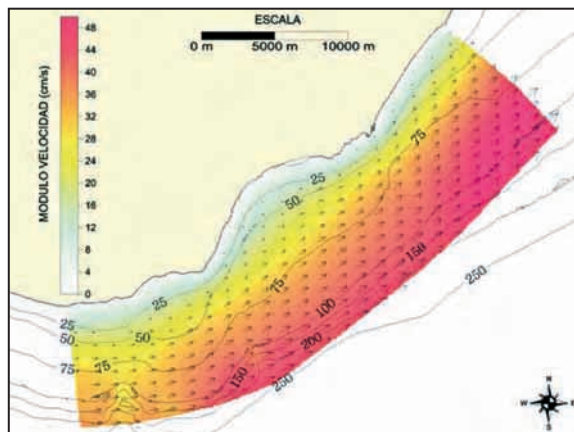


Figura 4.12-9 Velocidades de corriente en $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ con viento del Suroeste de $35 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a 10 m de profundidad.

Para el viento del Suroeste (Figura 4.12-9), el valor de la dirección de la corriente obtenido por la simulación numérica, a 15 metros de profundidad, es de 75° (primer cuadrante).

La corriente es máxima en superficie, con un valor de aproximadamente $38 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ y su módulo disminuye con la profundidad hasta alcanzar una velocidad de $6 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ en el fondo; simultáneamente, la dirección de la corriente en profundidad el fondo gira en sentido horario por efecto de la batimetría y de la conservación de la masa de fluido.

Con los resultados obtenidos en el modelo de simulación de corrientes, la valoración de la zona MA-12 en función de las corrientes dominantes a 10 m de profundidad es la representada en la Figura 4.12-10.

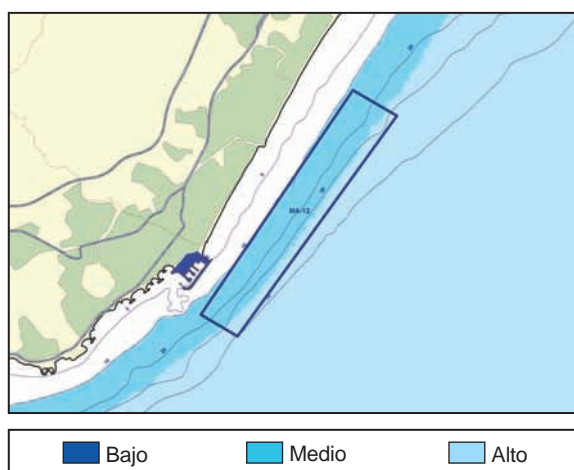


Figura 4.12-10 Valoración del interés de la zona MA-12 en función de las corrientes dominantes a 10 m de profundidad.

4.12.3.2.2 Dispersión de posibles partículas contaminantes.

En la zona MA-12 no se localizan áreas de interés comunitario, espacios protegidos ni praderas de fanerógamas, por lo que la posible dispersión de contaminantes no supone en principio una incidencia importante en el entorno. Por ello, se considera que el grado de interés de esta zona desde el punto de vista de este parámetro es alto.

4.12.3.2.3 Régimen de oleaje.

El régimen de oleaje, se ha caracterizado partiendo de los datos procedentes de la boya de Málaga (Figura 4.12-11), cuyos registros han dado los resultados que se incluyen en la Tabla 4.12-2 junto con la valoración obtenida para el área que abarca dicha boya.

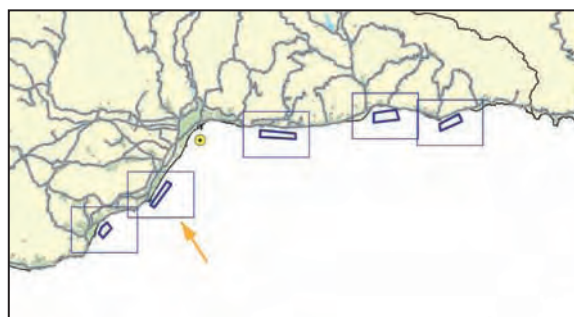


Figura 4.12-11 Situación de la Boya de Málaga respecto a la zona MA-12 (flecha naranja).

Parámetro	Descripción del parámetro	Valor registrado	Valoración
PNE1.2m	Probabilidad de No Excedencia para una altura de ola significativa de 1.2 metros (2 m. de altura máxima)	0.93	3
TROE1	Oleaje que produzca daños o deformaciones en las jaulas, hasta el extremo de no garantizar la permanencia de los peces en el interior de la misma. $H_{\text{max}} = 6 \text{ m}$.	$2 < \text{TR} < 5$	2
TROE2	Oleaje que produzca graves daños (reparables o no) en la estructura o elementos de fondeo. $H_{\text{max}} = 10 \text{ m}$.	300	2
Valoración Final			2,45

Tabla 4.12-2 Régimen de oleaje de la zona MA-12.

La valoración final de la zona desde el punto de vista del régimen de oleaje, es de 2,45, es decir, que para este parámetro, el área MA-12 posee un grado de interés alto según la metodología descrita en el apartado correspondiente.

4.12.3.3 Descripción del sustrato.

Esta zona se caracteriza por la presencia mayoritaria de arena en los sectores menos profundos y próximos a la costa y de arena fangosa y fango arenoso en los más profundos. El fango sólo está presente en un pequeño sector del extremo nororiental de la zona (Figura 4.12-12).

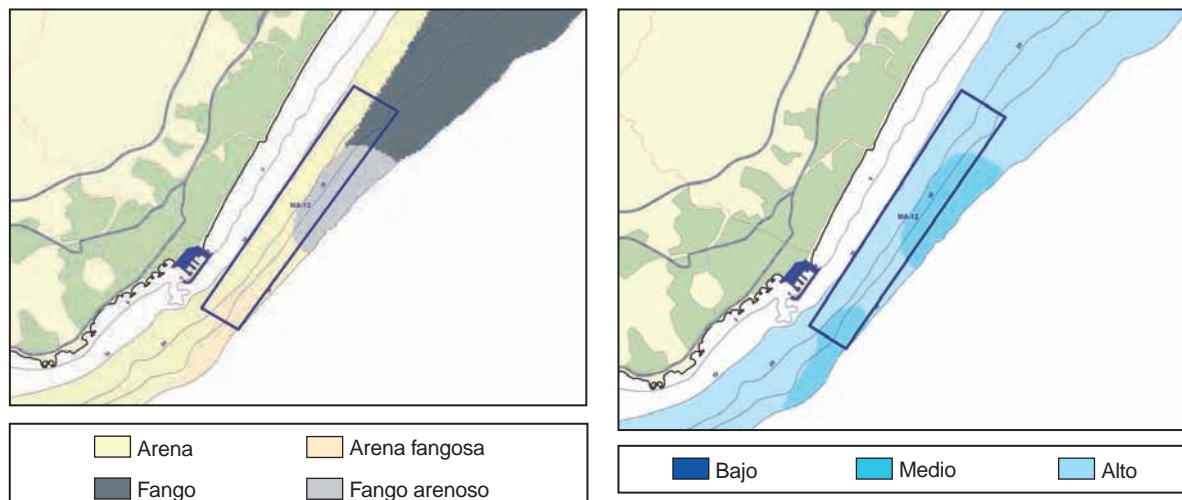


Figura 4.12-12 Tipo de sedimento existente en la zona de estudio.

Figura 4.12-13 Valoración del interés de la zona MA-12 en función del tipo de sustrato existente.

El contenido en arena siempre es importante, en algunos casos, cercano al 100%, incluso en las zonas fangosas, donde alcanza contenidos de hasta el 30%. El fango está compuesto mayoritariamente por limo, aunque la arcilla también se encuentra en proporciones importantes.

Las muestras presentan valores de desviación típica entre 0,01 y 0,8, correspondientes respectivamente a sedimentos extremadamente bien clasificados, como los de carácter limoso y arenosos y moderadamente clasificados, como algunos arenosos con un cierto contenido en grava.

Las curvas de distribución, en general, presentan, carácter unimodal, aunque, en algunos casos, muestran carácter bimodal con las dos modas en intervalos de tamaño contiguos.

Los resultados indican que, en la zona menos profunda y de carácter arenoso existe un régimen deposicional dominado por la acomodación con una tasa de aportes baja.

En este sector, los depósitos de arena son movilizados y erosionados por la acción de las corrientes generadas por los temporales. En estas condiciones, el sedimento sufre un continuo retrabajamiento, con el lavado de finos que son transportados hacia mar adentro, donde se depositan.

En el sector más profundo, el régimen energético es menor, lo que permite el depósito de sedimentos finos, especialmente fango-arenoso y arena-fangosa procedente de la erosión de los materiales que se encuentran en el sector menos profundo y, tal vez, también, de los aportes de corrientes litorales.

La valoración final de la zona en función del tipo de sedimento es la que se representa en la Figura 4.12-13.

4.12.3.4 Calidad de aguas.

4.12.3.4.1 Condiciones físico químicas.

– Temperatura

Los valores registrados para la temperatura superficial en los dos muestreos realizados se representan en las Figuras 4.12-14 y 4.12-15.

Se puede observar como los valores encontrados en marzo se encuentran entre 15 y 16°C, no sobrepasando en agosto los 26°C. Las medias mensuales de los últimos diez años, calculadas a partir de los datos de satélite, nos permiten apre-

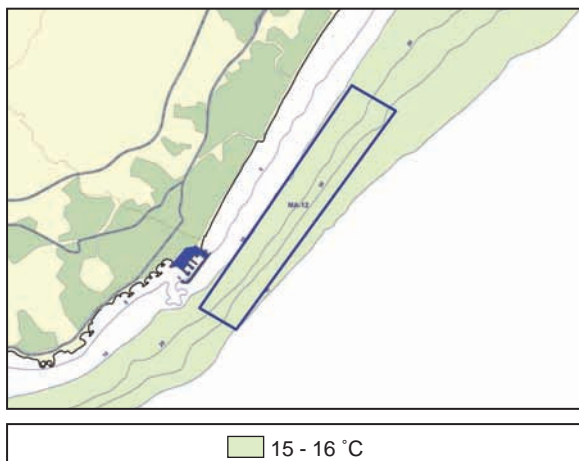


Figura 4.12-14 Temperatura superficial para la zona MA-12 en el muestreo de marzo de 2003.

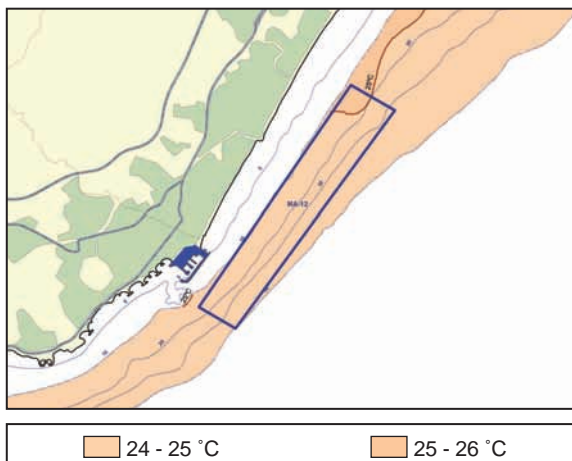


Figura 4.12-15 Temperatura superficial para la zona MA-12 en el muestreo de agosto de 2003.

ciar como evolucionan los valores de temperaturas en las distintas épocas del año (Figura 4.12-16). Así se tiene que las temperaturas mayores registradas corresponden a agosto donde se alcanza valores de 22°C, mientras que el mes más frío corresponde a febrero donde la temperatura media es de 14°C. Por tanto se puede considerar como límite inferior para esta variable en la zona de estudio los 14°C.

Los perfiles verticales de temperatura (Figura 4.12-17), confirman los valores obtenidos en el muestreo continuo. En marzo se registra un valor en superficie de aproximadamente 16°C que, dada las características de la columna de agua, va a permanecer constante a lo largo de toda ella. En agosto la temperatura registrada en superficie va a estar entre 24 y 25°C disminuyendo en profundidad hasta alcanzar en los puntos más profundos los 16°C.

La variación de la temperatura con la profundidad se hace de manera gradual pudiéndose encontrar una termoclina estable entre los 5 y los 30 m de profundidad.

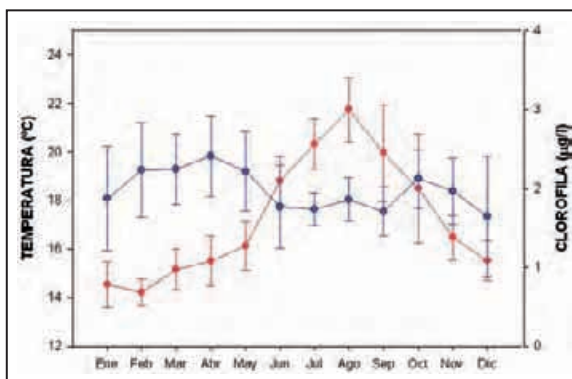


Figura 4.12-16 Promedio mensual de temperatura (rojo) y clorofila (azul) para la zona MA-12 durante los años del 94 al 03 para temperatura y entre el 98 y el 02 para la clorofila. Datos de los sensores AVHRR y SeaWiFS. Las barras representan \pm error estándar.

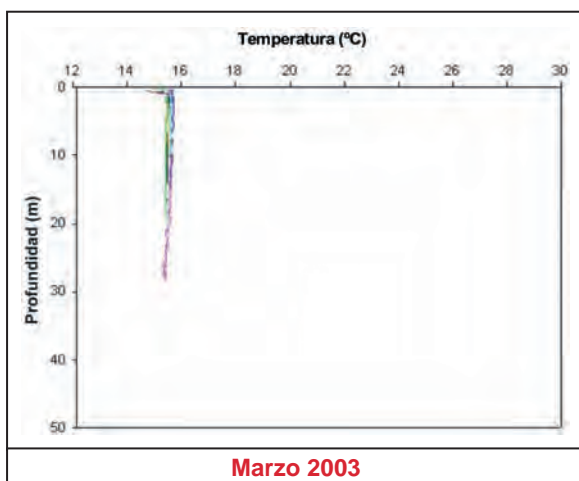
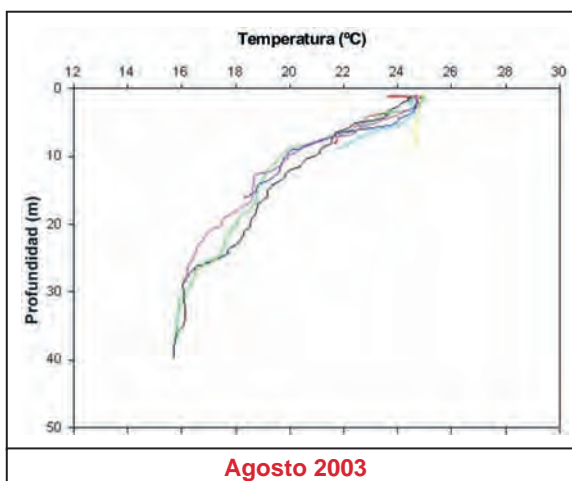


Figura 4.12-17 Perfiles de temperatura en las estaciones muestreadas en la zona MA-12.



– Salinidad

Los valores de salinidad superficial registrados en los dos muestreos (Figura 4.12-18) muestran la poca variabilidad que se experimenta. Los rangos obtenidos tanto en marzo como en agosto están entre 36 y 37 ups.

Los perfiles verticales (Figura 4.12-19) muestran en marzo una salinidad constante en toda la columna de agua rondando las 36 ups. Siendo los valores registrados en agosto algo superiores entorno a 36,5 ups aumentando progresivamente en profundidad hasta alcanzar valores en fondo de 37 ups.

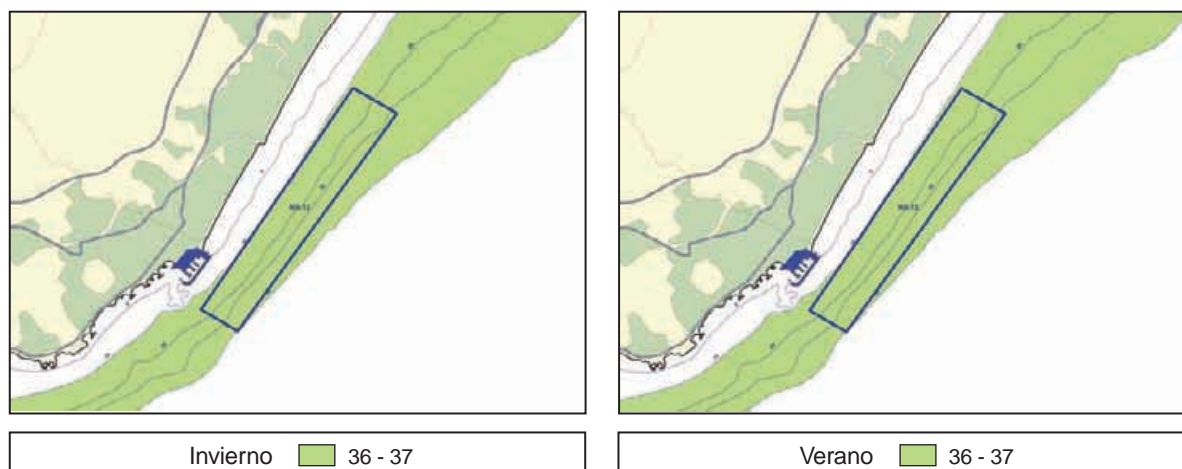


Figura 4.12-18 Salinidad superficial para la zona MA-12 durante los dos muestreos realizados.

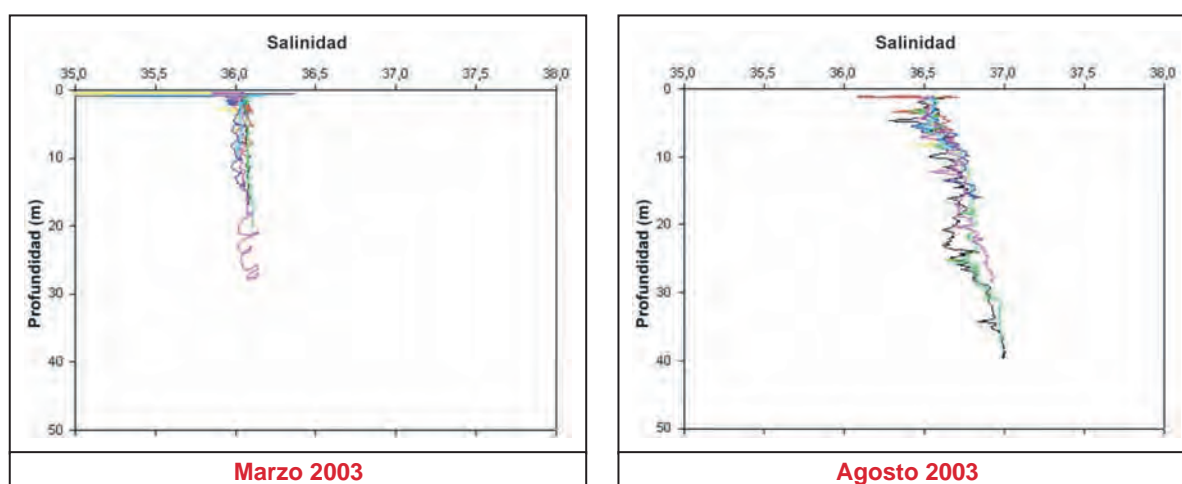


Figura 4.12-19 Perfiles de salinidad obtenidos en las estaciones de muestreo de la zona MA-12.

– Clorofila

Los valores de fluorescencia se muestran en las Figuras 4.12-20 y 4.12-21. Se observa como éstos son altos tanto en invierno como en verano.

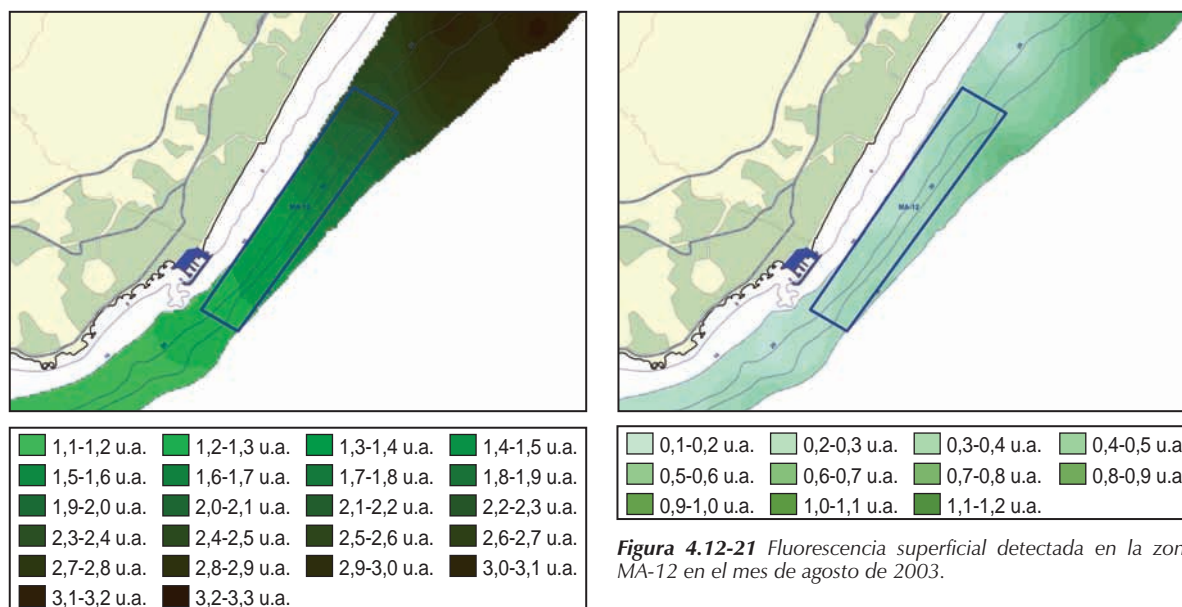


Figura 4.12-21 Fluorescencia superficial detectada en la zona MA-12 en el mes de agosto de 2003.

Figura 4.12-20 Fluorescencia superficial detectada en la zona MA-12 en el mes de marzo de 2003.

Los valores más altos son detectados en marzo y en la parte noreste, la más cercana a la ciudad de Málaga. En este mes se detectan concentraciones en un rango entre 1 y 3 u.a mientras que en agosto se da entre 0 y 1 u.a. La proximidad de la ciudad de Málaga puede favorecer el aumento de emisiones de tipo orgánico al medio marino, lo que unido a las condiciones ambientales puede favorecer el crecimiento de organismos fotosintéticos.

Estos datos quedan corroborados por los obtenidos mediante satélite, donde se aprecia valores algo superiores a los obtenidos en las anteriores zonas. Éstos oscilan entre concentraciones altas en marzo del orden de 2,5 mg/m³ a concentraciones más bajas en agosto de alrededor de 1,9 mg/m³. Los perfiles de fluorescencia realizados en agosto (Figura 4.12-22) muestran niveles en superficie de alrededor de 2 u.a., aumentando en profundidad hasta alcanzar el máximo a unos 20 m donde se registran valores cercanos a 10 u.a.

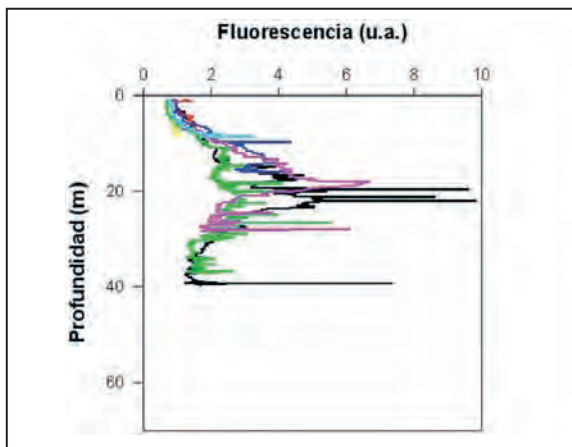


Figura 4.12-22 Perfil de fluorescencia para las estaciones muestreadas en la zona MA-12.

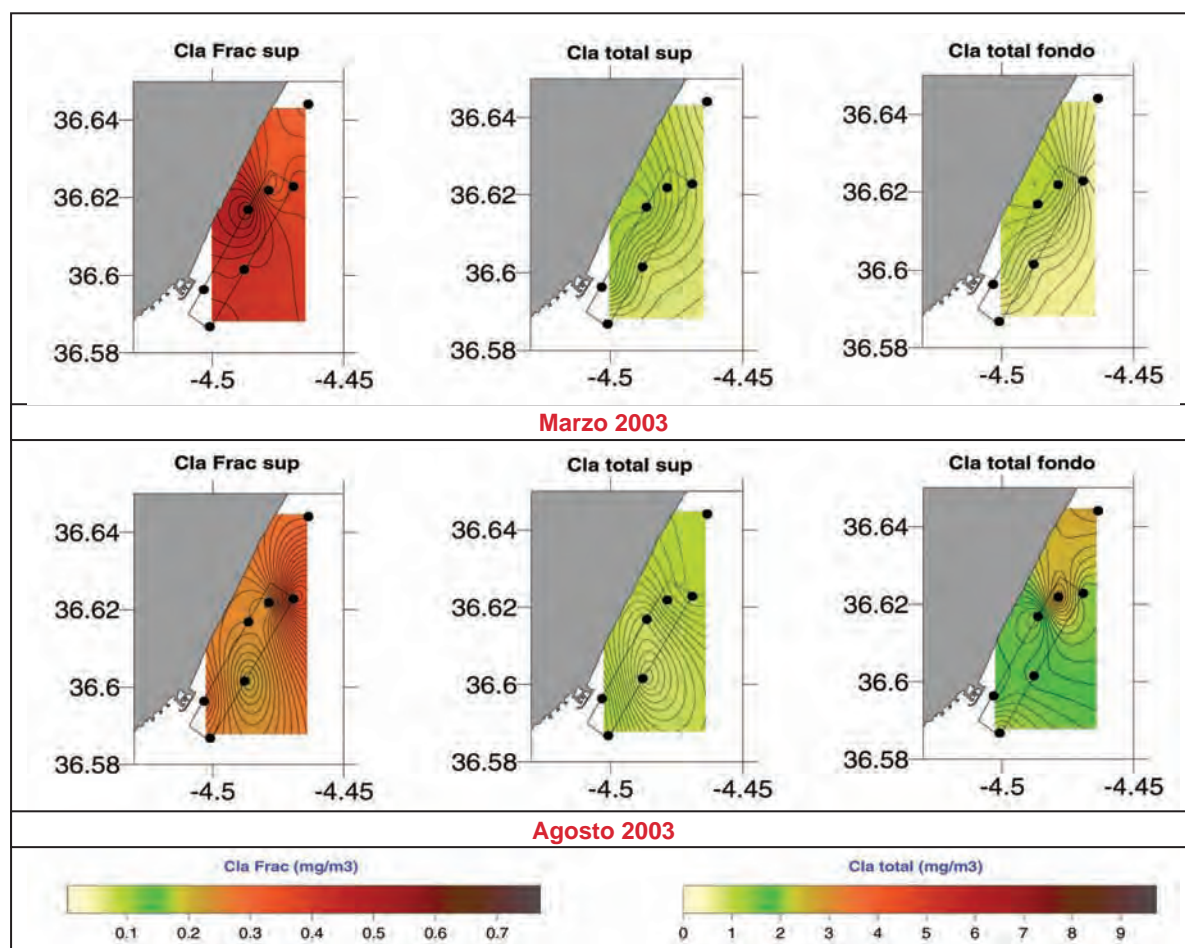


Figura 4.12-23 Clorofila fraccionada y total en superficie y fondo para la zona MA-12.

El tratamiento de los puntos discretos (Figura 4.12-23) muestra concentraciones cuyos valores más altos se alcanzan en fondo y no superan los 3 mg/m³. Encontrando diferencias entre los dos muestreos realizados debido a las características que la columna de agua adquiere en las distintas estaciones.

– **Sólidos en suspensión**

El coeficiente de atenuación (Figuras 4.12-24 y 4.12-25) muestra una gradación de los sólidos en ambos muestreos. Se produce una disminución de los mismos a medida que se progresa hacia el noroeste, es decir, a medida que aumenta la distancia a la ciudad de Málaga. Los valores son más acusados en el mes de agosto donde llegándose a obtener registros de hasta 12 m⁻¹, mientras que en marzo se alcanza como máximo un valor de 2 m⁻¹.

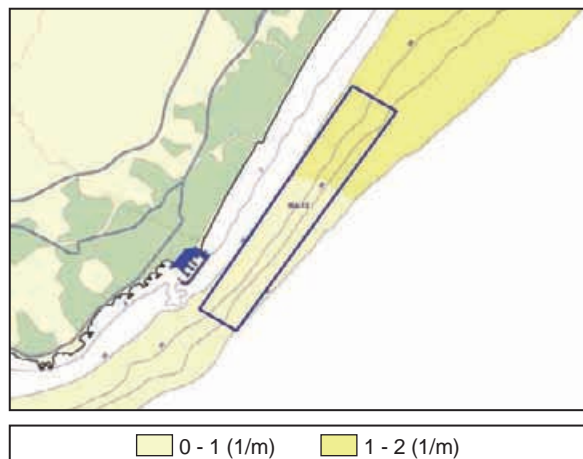


Figura 4.12-24 Coeficiente de atenuación para la zona MA-12 en marzo de 2003.

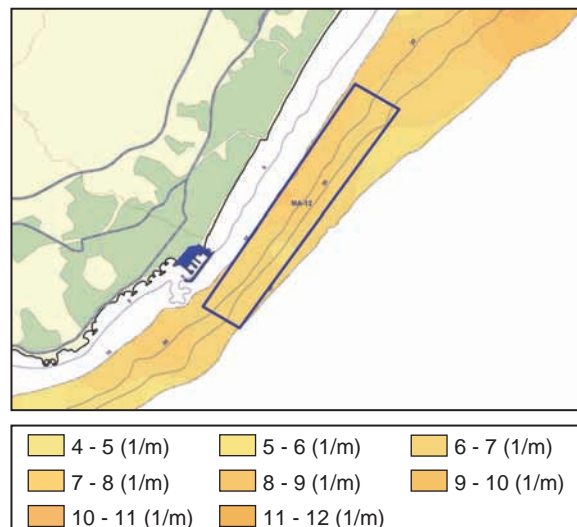


Figura 4.12-25 Coeficiente de atenuación para la zona MA-12 en agosto de 2003.

Las concentraciones obtenidas de forma discreta (Figura 4.12-26) (ver página 318) muestran concentraciones que llegan hasta valores de 60 mg/l, siendo la composición en algunas zonas de hasta un 50% materia orgánica. De nuevo se deja notar la influencia de una población de grandes dimensiones.

– Oxígeno

Las concentraciones de oxígeno encontradas en la zona de estudio durante el mes de agosto se muestran en la Figura 4.12-27. Los valores superficiales llegan a ser de 6 mg/l aumentando en profundidad hasta alcanzar un máximo de 8 mg/l a profundidades comprendidas entre los 10 y los 30 m. no llegando a ser inferior en ninguna de las estaciones a 6mg/l.

Con los resultados obtenidos en referencia a las condiciones físico-químicas del agua en el área de Benalmádena Costa-Torremolinos (Zona MA-12), se pueden realizar las siguientes consideraciones:

1. Los valores de temperatura más bajos detectados en la zona son de 14°C muy por encima del valor crítico considerado como perjudicial para las especies acuícolas.

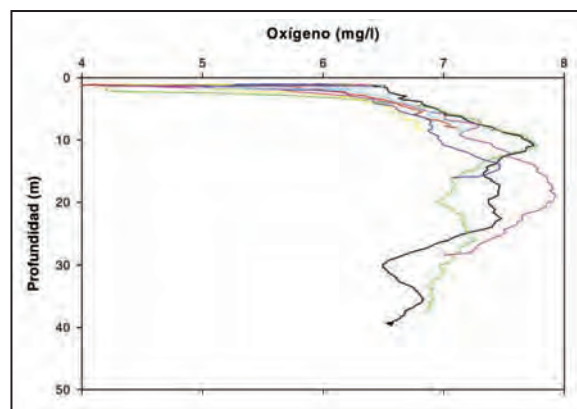


Figura 4.12-27 Perfil vertical de oxígeno en las estaciones muestreado en la zona MA-12.

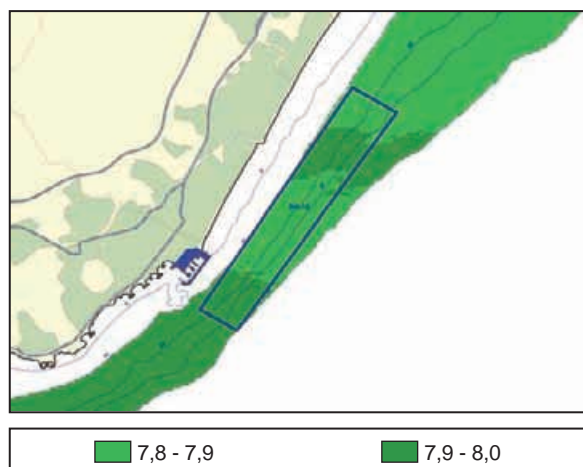


Figura 4.12-28 Índice de calidad de agua para la zona de estudio.

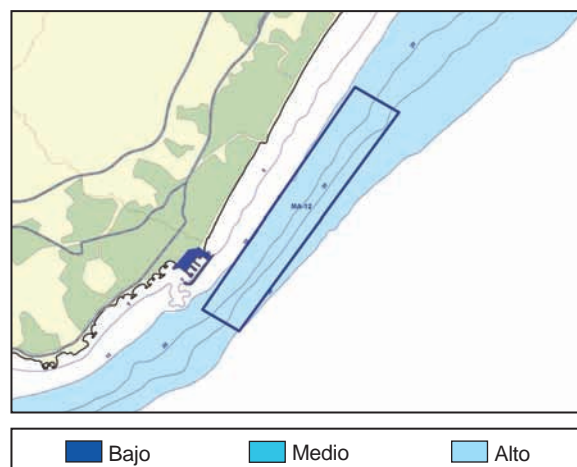


Figura 4.12-29 valoración de la zona MA-12 en función de la calidad del agua.

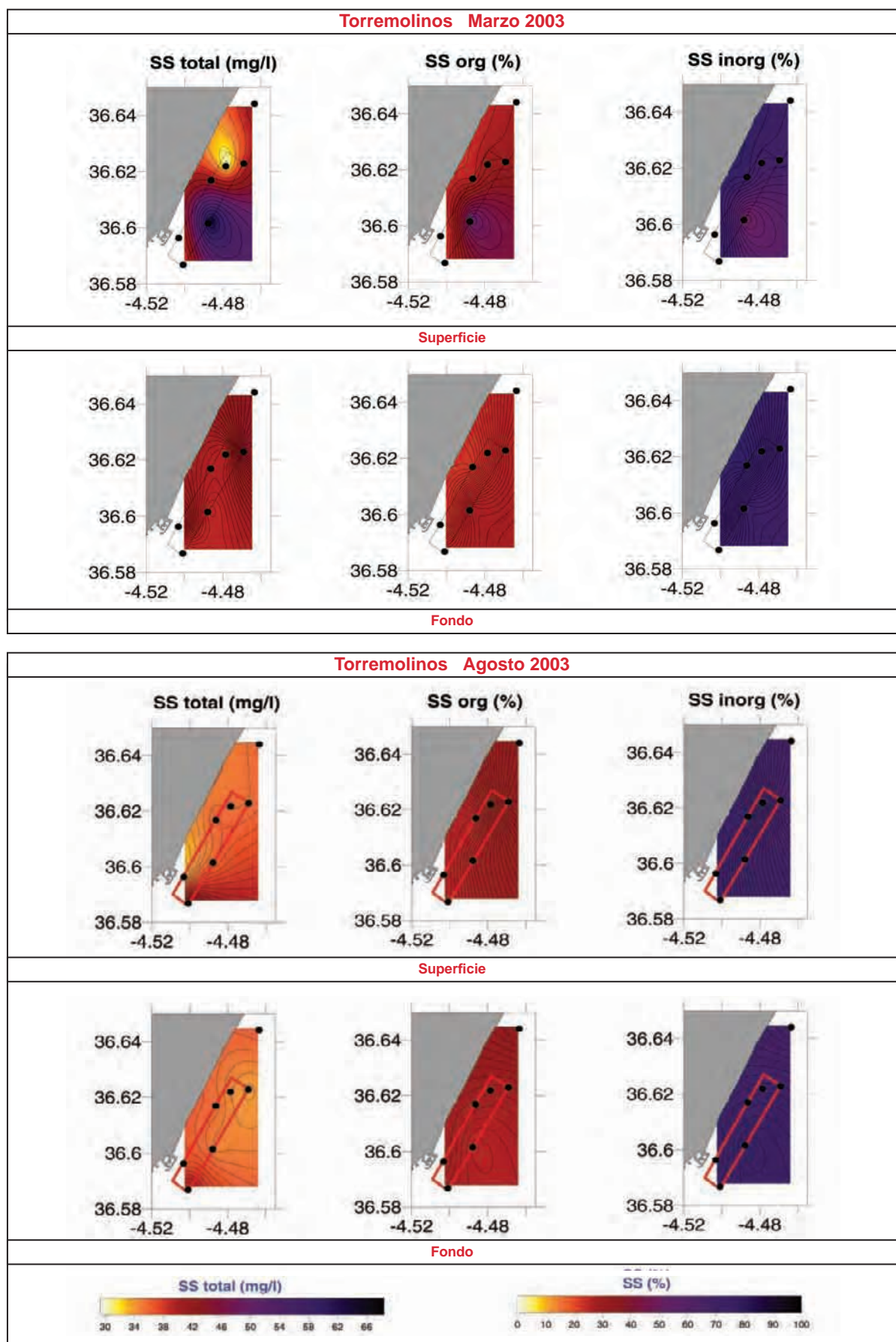


Figura 4.12-26 Sólidos en suspensión en superficie y fondo para las estaciones muestreadas en marzo y agosto de 2003 en la zona MA-12.

2. La salinidad no experimenta variaciones significativas, por lo que esta variable a priori no debe presentar problemas.
3. La clorofila no alcanza valores que se puedan considerar problemáticos, aunque toma valores mayores que en otras zonas.
4. Los sólidos en suspensión, aunque alcanzan valores altos en comparación con otras zonas muestreadas, no llegan a niveles que se puedan considerar perjudiciales para la explotación acuícola en jaula flotante.
5. Los valores de oxígeno se puede considerar que están dentro de unos rangos óptimos para las especies objetivo del estudio.

Los valores encontrados para este índice se muestran en la Figura 4.12-28 (ver página 317). El valor alcanzado en esta zona se encuentra cercano a 8. Siendo la zona muy homogénea para la calidad de agua

Finalmente, con estos resultados, la valoración del grado de interés de la zona MA-12 desde el punto de vista de la acuicultura es la que se representa en la Figura 4.12-29 (ver página 317), obteniéndose un grado de interés alto para toda la zona.

4.12.3.4.2 Condiciones sanitarias.

El área estudiada abarca en su totalidad parte de las zonas de producción de moluscos bivalvos y gasterópodos AND 1-32 (zona SW desde el puerto de Benalmádena) y AND 1-33 (al N de la anterior). Los resultados obtenidos de los análisis realizados en el control sanitario de esta zona durante los años 2000 a 2002 son los siguientes:

- Contaminación bacteriana:

Los resultados microbiológicos obtenidos en el control sanitario durante los años 2000, 2001 y 2002 han presentado varios meses en los que la contaminación por coliformes fecales y *E. coli* estaba por encima de los valores permitidos en todos los años en ambas zonas de producción (Tabla 4.12-3).

Además, en la zona AND 1-32, se detecto presencia de *Salmonella* en el mes de septiembre de 2001.



Figura 4.12-30 Zonas de producción de moluscos bivalvos y gasterópodos coincidentes con el área de estudio.

Zona AND 1-32 (concha fina/chirla)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000			■		■		■		■	■		
2001			■	■			■		■	■		
2002		■	■	■			■	■				

Zona AND 1-33 (concha fina/chirla)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000							■				■	
2001			■	■	■	■	■		■	■		
2002		■		■	■		■	■			■	

■ Coliformes fecales y *E. Coli* por encima del límite ■ Presencia de *Salmonella*

Tabla 4.12-3 Meses en los que los análisis del control sanitario han dado valores de contaminación bacteriana superiores a los permitidos en los años 2000 a 2002.

En todos los casos, la presencia de contaminación fecal parece corresponderse con los meses de mayor afluencia turística en la zona (primavera, verano y otoño), siendo poco frecuente este tipo de contaminación en los meses de invierno.

- Contaminación por toxinas:

Como se puede comprobar en la Tabla 4.12-4, la contaminación por toxinas, especialmente por PSP (toxina paralizante), ha sido habitual en las zonas a lo largo de todo el año durante el periodo 2000 a 2003.

Zona AND 1-32 (concha fina/corruco/vieira/chirla)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP
2001	ASP	ASP	DSP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP
2002	DSP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP

Zona AND 1-33 (concha fina/corruco/vieira/chirla)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000	ASP	ASP	DSP	ASP	DSP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP
2001	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	DSP	ASP	DSP	ASP	ASP	ASP	DSP
2002	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP	ASP

■ DSP ■ PSP ■ ASP

Tabla 4.12-4 Meses en los que los análisis del control sanitario han dado valores de contaminación por toxinas superiores a los permitidos en los años 2000 a 2002.

Así mismo, también son habituales los valores de ASP (toxina amnésica) por encima de los permitidos. Ocasionalmente se han detectado también valores de DSP (toxina diarreaica) superiores a los permitidos en las dos zonas.

Estos resultados sugieren que la zona MA-12 no resulte especialmente apropiada para el cultivo de moluscos bivalvos ya que, la aparición de toxinas en una zona de producción en concentraciones superiores a las permitidas, supone la prohibición de extracción y comercialización de moluscos hasta que no se alcancen los valores normales.

4.12.4 Caracterización bionómica.

El relieve de esta zona es suave y uniforme, con una pendiente que ronda el 2.5%. Tan solo se distinguen dos comunidades, asentadas sobre sustratos con características granulométricas bien diferenciadas, uno de arena y otro de fangos (Figura 4.12-31).

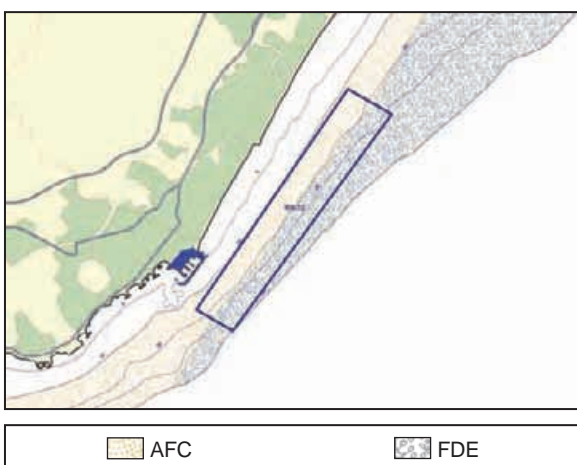


Figura 4.12-31 Tipo de comunidades detectadas en la zona. Los puntos señalan las estaciones de muestreo. FDE = Biocenosis de fondos detríticos enfangados; AFC = Biocenosis de Arenas Finas Calibradas.



Figura 4.12-32 Valoración de la zona MA-12 en función del tipo de comunidad.

trica de 20 metros, estas comunidades son:

- **Arenas Finas Calibradas (AFC):** En la franja arenosa somera. No se detectaron bancos de moluscos bivalvos de densidades significativas. Presenta valores medios y bajos para diversidad y abundancia.
- **Fondos Detríticos Enfangados(FDE):** Ocupando la zona más profunda del polígono, esta comunidad no difiere en gran medida de la anterior en cuanto a los valores de los parámetros considerados, denotando igualmente una variabilidad horizontal, aunque en este caso presenta patrones más complejos, apreciándose un aumento de diversidad y abundancia hacia el extremo Sur, mientras el porcentaje de bivalvos decrece en la zona central.

Los valores obtenidos para su inclusión en el índice final, por lo que respecta a los tipos de comunidad existentes son los que se representan en la Figura 4.12-32, la totalidad de la zona como se puede observar tiene un valor medio-alto para este parámetro. Asimismo, en la Figura 4.12-33 se incluyen las valoraciones obtenidas para cada una de las características restantes asociadas a la bionomía según el índice de calidad descrito en el apartado de metodología.

La frontera entre ambas se sitúa en torno a la cota batimétrica de 20 metros, estas comunidades son:

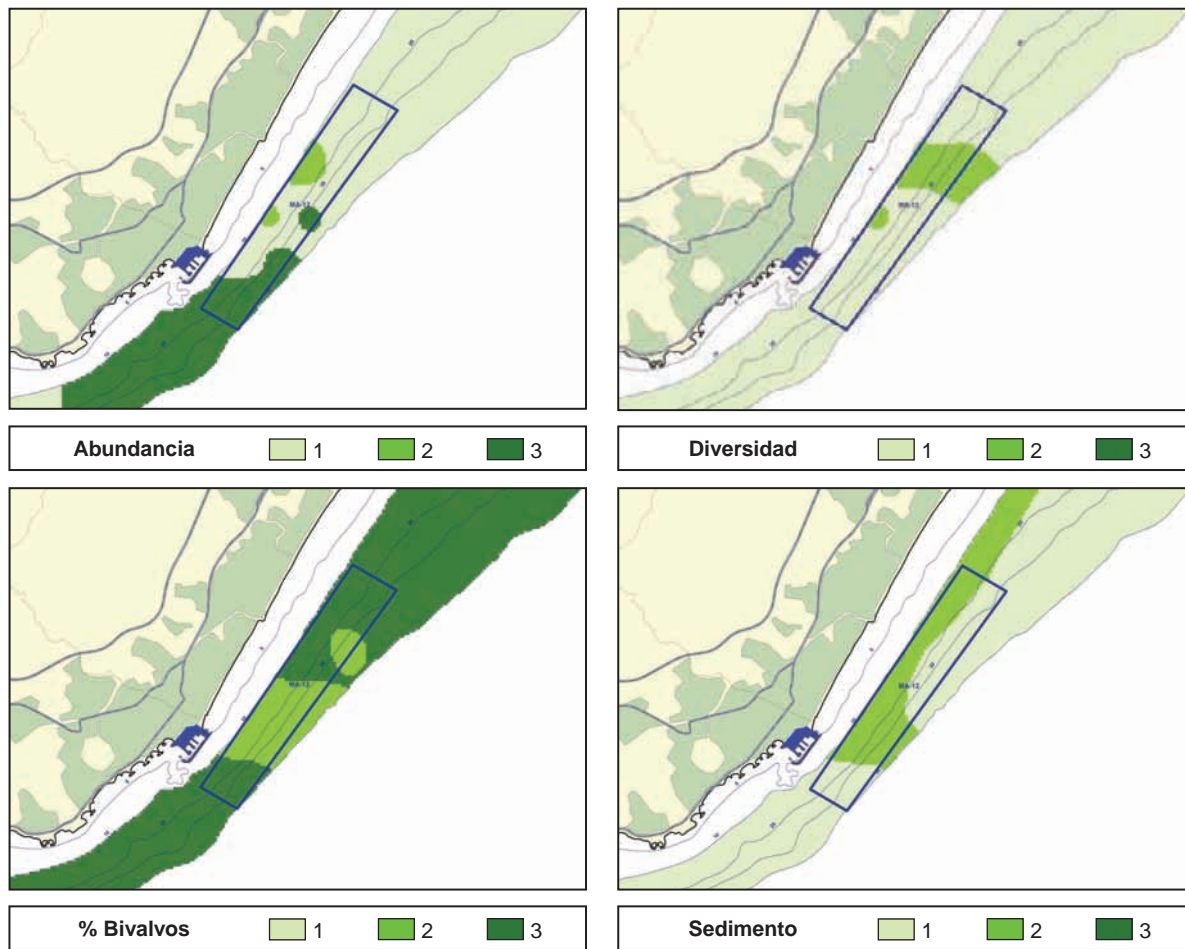


Figura 4.12-33 Valores obtenidos para los restantes factores considerados en la valoración de la zona según sus características bionómicas.

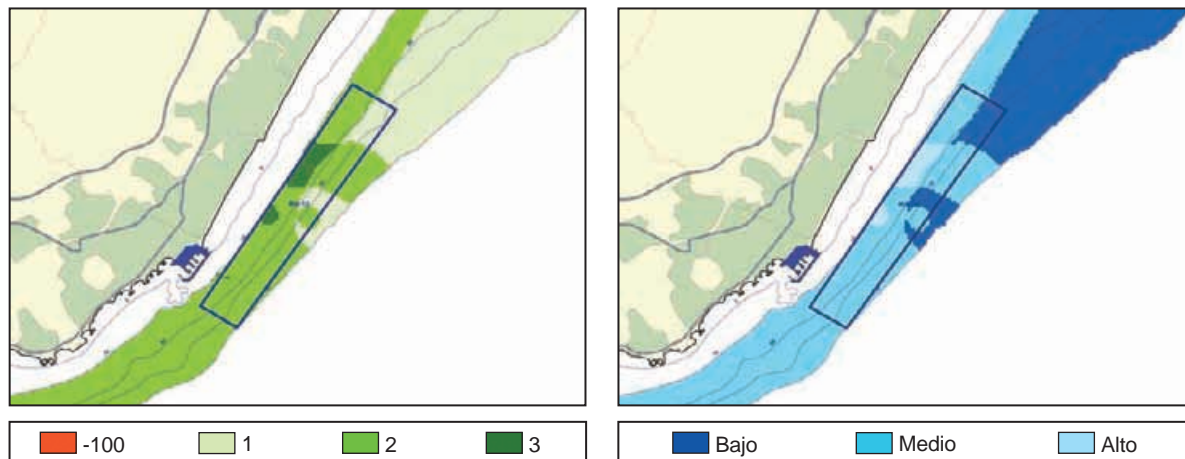


Figura 4.12-34 Índice bionómico obtenido para la zona MA-12.

Figura 4.12-35 Valoración del interés de la zona en función de las características bionómicas.

Finalmente, integrando estas valoraciones obtenidas, se obtiene el resultado del índice definido para la valoración de la bionomía, que se representa en la Figura 4.12-34.

La mayor parte de la zona obtiene una valoración media como consecuencia fundamentalmente de los importantes valores de diversidad específica obtenidos en la misma.

La reclasificación de los valores del índice da como resultado la valoración del grado de interés de la zona atendiendo a sus características bionómicas que se representa en la Figura 4.12-35.

4.12.5 Caracterización del sector pesquero.

En la zona se encuentran tres caladeros tradicionales (Figura 4.12-36) cuyas denominaciones y características se incluyen en la Tabla 4.12-5.

Nombre del caladero	Distancia al centro del área de estudio	Especies más representativas capturadas	Artes de pesca utilizadas
– El Caballo - La Breva	5,5 km al suroeste	– Peces: Besugo y jurel. – Moluscos: Pulpo, jibia y concha.	Solta, trasmallo y rastro
– Benalmádena - Puerto Principe - La Carihuela	Suroeste del polígono estudiado	– Peces: Besugo y jurel. – Moluscos: Chirla, concha fina, peregrina, pulpo y jibia.	Palangre, trasmallo y rastro.
– Playamar - Bajondillo - Los Alamos - Campo Golf	Noreste del polígono estudiado	– Peces: Sardina, besugo y jurel. – Moluscos: Chirla, coquina, concha fina y peregrina.	Trasmallo, rastro, media jábega y birorta

Tabla 4.12-5 Caladeros cercanos al área de estudio.

El puerto pesquero más cercano es el Puerto de Fuengirola, que se encuentra situado en pleno corazón de la ciudad de Fuengirola, integrado en el casco urbano, lo que le confiere unas características especiales. Depende administrativamente de la Junta de Andalucía y es gestionado por la EPPA. Esta a una distancia de unos 12 Km del centro de la zona MA-12 y sus características principales son las que se recogen en la Tabla 4.12-6.

La flota con base en el puerto está integrada por 66 barcos, que desplazan 456 TRB, perteneciente 11 de ellos a la modalidad de arrastre de fondo, 9 a cerco, 1 a palangre de fondo y las 49 restantes a artes menores, en especial a rastro remolcado.

PUERTO PESQUERO DE FUENGIROLA		
Latitud	36° 32' N	Servicios al sector pesquero: - Fabrica de hielo - Cámaras frigoríficas - Locales de armadores - Astillero
Longitud	4° 36' W	
Calado en la bocana (B.M.V.E.)	4,5 m	
Longitud del muelle (m)	651 m	
Superficie total de la lonja	584m ²	

Tabla 4.12-6 Características técnicas del puerto pesquero de Fuengirola.

Las especies más representativas comercializadas en la lonja son los pequeños pelágicos como la sardina o el boquerón y moluscos bivalvos como la concha fina, la almeja babosa y el corruco, además de las capturas habituales de la flota de arrastre. El volumen de pesca total desembarcado es de unas 784 Tm, de las cuales 376 Tm pertenecen a peces, 393 Tm a moluscos y 15 Tm a crustáceos.

En la zona, también existen algunos núcleos pesqueros cercanos, cuyas de nominaciones y características son las siguientes:

- **Malapesquera**, pertenece al término municipal de Benalmádena y se encuentra a unos 3 km del área de estudio. Los aparejos empleados son las tablillas y poteras, y las especies capturadas, el pulpo y el choco con enmalle.
- **Puerto Marina Benalmádena**, pertenece al término municipal de Benalmádena y dista 2 km de la zona. En este núcleo pesquero se utilizan las mismas artes y se capturan las mismas especies que en Malapesquera.
- **Torremolinos**, pertenece al término municipal de Torremolinos situado a una distancia de 1,5 km de la zona de estudio. Los aparejos y artes utilizados son : tablilla para la captura de pulpo, rastros de marisqueo para coquina, artes de enmalle y boliche. Las especies capturadas son el pulpo, choco, coquina y falso chanquete. Valoración del interés de la zona para los cultivos marinos en función de los resultados obtenidos



Figura 4.12-36 Caladeros y puertos pesqueros cercanos al área estudiada.

4.12.6 Valoración final.

4.12.6.1 Estudio del medio físico.

Tras el análisis de los resultados se puede concluir que la zona MA-12 (Benalmádena Costa-Torremolinos) presenta unas buenas condiciones climáticas por cuanto la intensidad de los vientos es baja casi todo el año y no presenta una alta frecuencia de temporales.

La batimetría existente en la zona, presenta una pendiente media-alta, que no impide la ubicación de instalaciones acuícolas. Prácticamente la mitad del polígono considerado se encuentra dentro de la franja batimétrica de 20 a 50 m considerada como la más adecuada para la ubicación de instalaciones acuícolas.

Las corrientes dominantes a 10 m de profundidad en el área son de intensidad media-alta, aumentando con la distancia a la costa. Se pueden considerar adecuadas para el cultivo acuícola aunque serían deseables intensidades ligeramente mayores en cotas batimétricas inferiores a 30 m.

No se detectan en la zona praderas de fanerógamas marinas, ni existen lugares de especial interés ambiental, por lo que la incidencia de potenciales partículas contaminantes sobre áreas sensibles ambientalmente no tiene especial relevancia.

El oleaje determinado para la zona no es elevado aunque ocasionalmente puedan aparecer fenómenos de riesgo.

El sustrato existente, resulta en general adecuado para el fondeo de instalaciones acuícolas. Sobre el fondo se detecta la presencia de biocenosis de interés medio-alto que habrán de ser tenidas en cuenta a la hora de proyectar la ubicación de nuevas instalaciones.

La calidad físico-química del agua es buena. Sin embargo, desde el punto de vista sanitario, es habitual a lo largo del año la presencia de toxinas en los análisis realizados a los moluscos. Este hecho, que incide negativamente en la comercialización de este producto, hace se deba plantear la rentabilidad de posibles cultivos de moluscos en la zona.

El sector pesquero de la zona tiene su puerto base en Fuengirola y está constituido por un total de 66 embarcaciones de las cuales 49 se dedican a la pesca artesanal en los caladeros cercanos, dos de los cuales se encuentra en la zona estudiada. La lonja de Fuengirola registra un volumen de captura anual de unas 784 toneladas. A la hora de ubicar nuevas instalaciones sería conveniente estudiar la forma de no interferir con este sector.

Con los resultados obtenidos hasta la fecha, se ha realizado una valoración de la zona MA-12, cuyos resultados son los representados en el Figura 4.12-37.

4.12.6.2 Integración entre la valoración del medio físico y la valoración del ámbito administrativo.

La integración de los resultados obtenidos en la valoración del ámbito administrativo con la valoración del medio físico (Plano 12) permite apreciar que prácticamente la totalidad del polígono estudiado presenta un grado de interés alto desde el punto de vista de los parámetros físico-químicos y ambientales, la valoración final se ve condicionada por la compatibilidad administrativa del área, no obstante, el área considerada como de interés bajo en el polígono de estudio se limita a tan solo un 6 % frente al 94 % restante que presenta un grado de interés alto.

Sin embargo, como ya se ha comentado, el cultivo de moluscos en la zona puede verse afectado por los episodios periódicos de contaminación por toxinas que sufre todo el área.

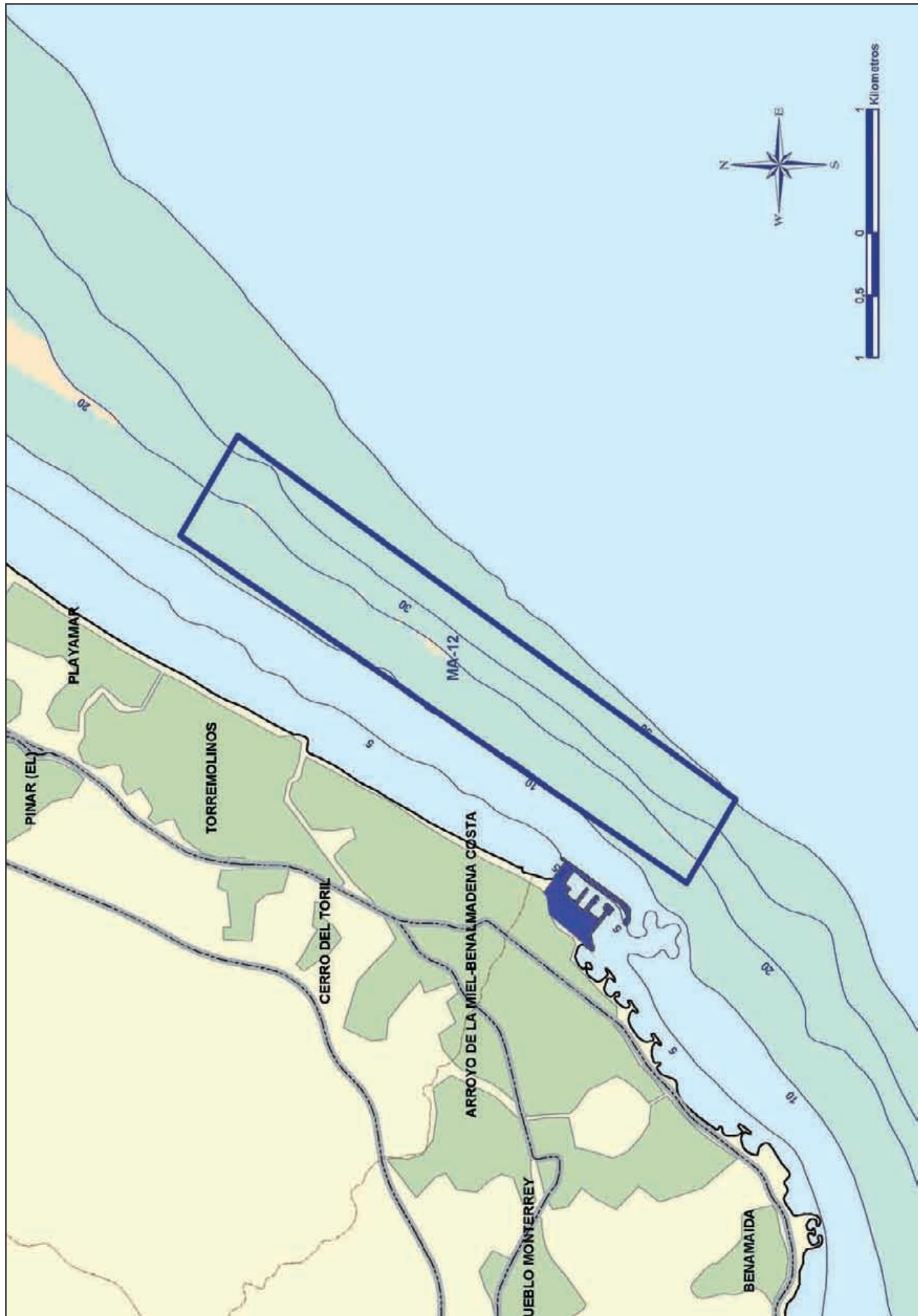
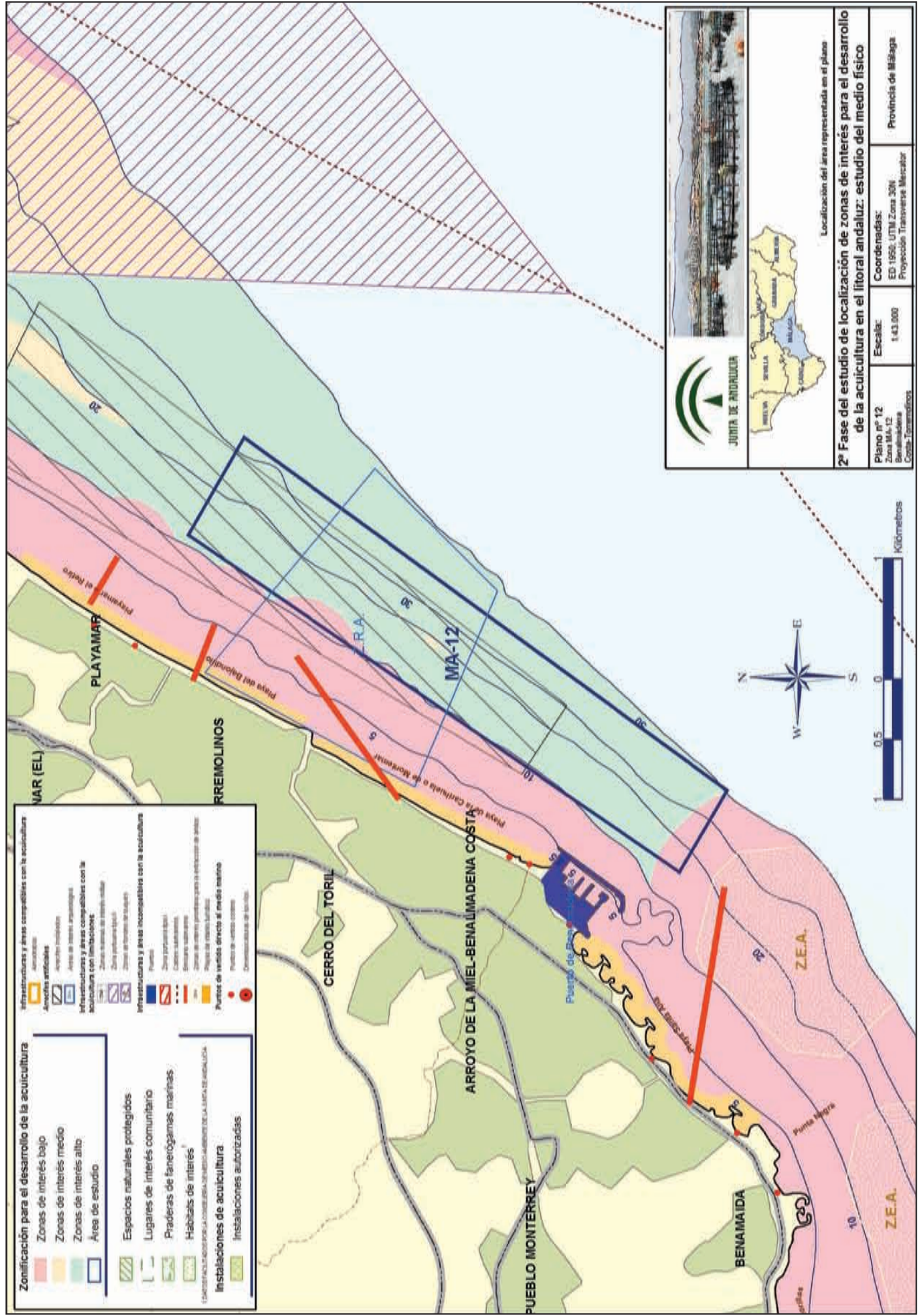


Figura 4.12-37 Valoración final en función de los resultados de la 2ª fase.

Grado de interés Bajo Medio Alto



Zonificación para el desarrollo de la acuicultura	
	Zonas de interés bajo
	Zonas de interés medio
	Zonas de interés alto
	Área de estudio
	Espacios naturales protegidos
	Lugares de interés comunitario
	Praderas de fanerógamas marinas
	Habitats de interés
	Instalaciones de acuicultura
	Instalaciones autorizadas

	Infraestructuras y áreas compatibles con la acuicultura
	Áreas verticales
	Áreas de interés arqueológico
	Infraestructuras y áreas compatibles con la acuicultura con limitaciones
	Zonas naturales de interés medio
	Zonas protegidas
	Zonas de interés de alto nivel
	Infraestructuras y áreas incompatibles con la acuicultura
	Puntos
	Zonas portuarias bajas
	Cables submarinos
	Sistemas hidráulicos
	Zonas de interés prioritario para la aplicación de planes
	Planes de interés turístico
	Puntos de vertido directo al medio marino
	Puntos de vertido indirecto
	Comunicaciones de fibra óptica

JUNTA DE ANDALUCÍA

Localización del área representada en el plano

2ª Fase del estudio de localización de zonas de interés para el desarrollo de la acuicultura en el litoral andaluz: estudio del medio físico

Plano nº 12 Zona MA-12 Benalmadena Costa (Urbanización)	Escala: 1:43.000	Coordenadas: ED 1956; UTM Zona 30N Proyección Transversa Mercator
		Provincia de Málaga



4.13

ZONA MA-13 (FUENGIROLA)



El área MA-13 se corresponde con los términos municipales de Mijas, Fuengirola y Benalmádena, y abarca el tramo de costa comprendido entre la playa de la Campana (T.M. de Mijas) y la punta Negra (T.M. de Benalmádena). Los trabajos en esta zona se centraron sobre el polígono situado frente a la playa de las Gaviotas con profundidades comprendidas entre los 12 y los 50 m y una superficie total aproximada de 285 hectáreas (Figura 4.13-1).

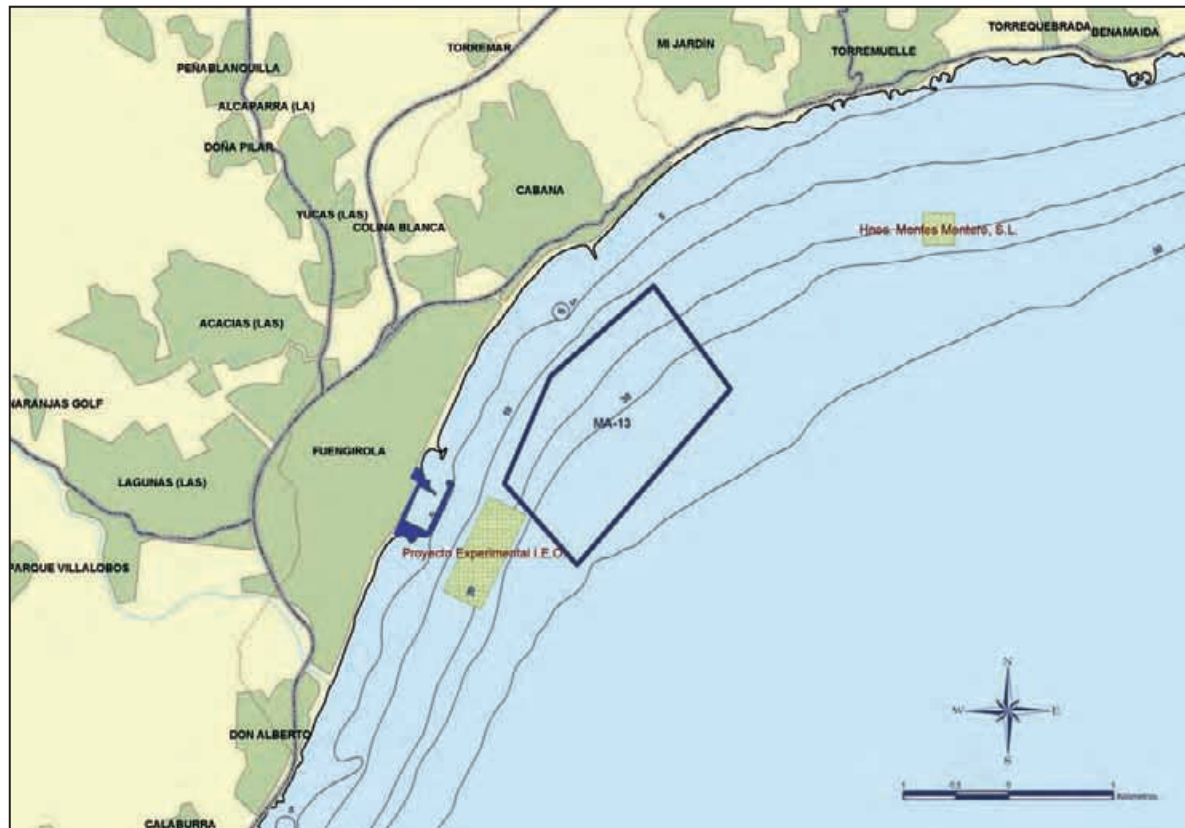


Figura 4.13-1 Zona MA-13 (Fuengirola) y polígono estudiado.

4.13.1 Compatibilidad administrativa de la zona.

En las proximidades del polígono estudiado (Figura 4.13-3) (ver página 331), se localizan dos instalaciones acuícolas: una al NE del polígono perteneciente a la empresa Hermanos Montes Montero S.L y otra situada al SW del polígono (casi limitando con el mismo) que se corresponde con un proyecto experimental de Instituto Español de Oceanografía.

La instalación acuícola correspondiente a la empresa Hermanos Montes Montero S.L. se encuentra en el límite exterior de una zona de interés para la extracción de áridos que condiciona la ubicación de nuevas instalaciones.

En la zona existen además cuatro áreas de interés arqueológico, dos de las cuales coinciden además con el polígono estudiado, al igual que ocurre con parte de un arrecife de la Consejería de Agricultura y Pesca.

Junto al puerto de Fuengirola se encuentran dos playas de interés turístico: Santa Amalia, junto a cuyo límite sur se encuentra un emisario submarino, y Los Boliches.

La valoración del grado de interés de la zona en función de los usos administrativos de la misma es la que se representa en la Figura 4.13-2.

4.13.2 Caracterización climatológica.

Según los datos obtenidos de la estación agroclimática de Churriana, pertenecientes a la red de estaciones Agroclimáticas de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta

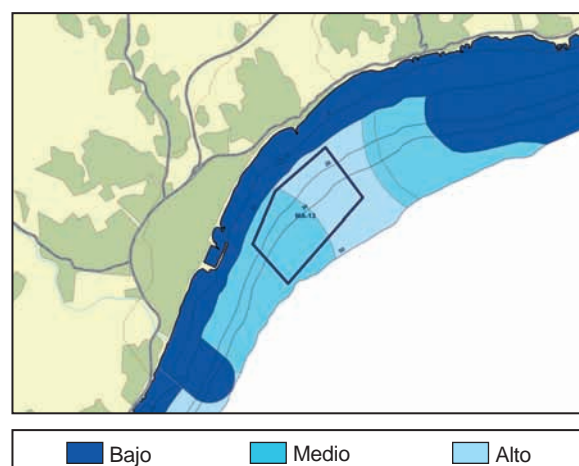


Figura 4.13-2 Valoración del grado de interés de la zona MA-13 desde el punto de su compatibilidad con otros usos administrativos.

de Andalucía, el clima en la zona se corresponde con un clima tipo **Csb** según la clasificación de Köppen. Se caracteriza por ser un clima húmedo y templado con estación invernal y estival diferenciadas, en verano se detecta una estación seca frente al resto del año.

La temperatura media mensual oscila entre los 12,4°C del mes de enero y los 25,5°C del mes julio. La temperatura mínima mensual es de 7,4°C en el mes de febrero. La temperatura máxima mensual es de 31,2 en agosto. La precipitación anual es de unos 901,7 mm, concentrándose ésta prácticamente en los seis meses más fríos (760,2 mm) frente a la precipitación recogida en los seis meses más cálidos (141,5 mm).

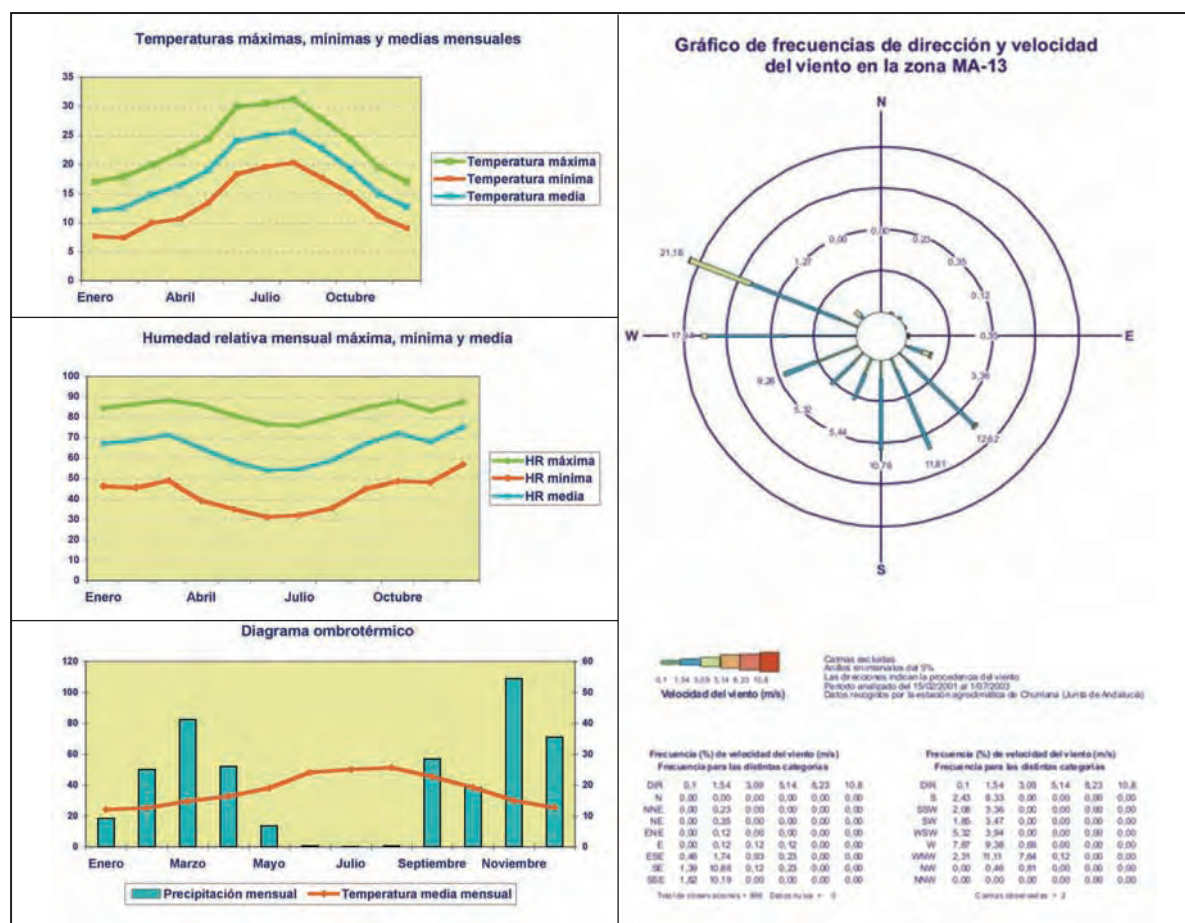


Figura 4.13-4 Características climatológicas de la zona MA-13.

Los valores de humedad relativa mensuales, mínima, máxima y media, se mantienen bastante constantes a lo largo del año, oscilando en torno al 42,6%, 83,5% y 64,9% respectivamente. No obstante, se detecta un claro descenso de la humedad relativa en los meses de verano.

El régimen de vientos se corresponde con un predominio de vientos flojos a moderados durante todo el año, con dirección predominante de vientos procedentes del W, WNW, SEy SSE (Figura 4.13-4).

4.13.3 Caracterización física.

4.13.3.1 Batimetría.

La zona presenta una pendiente media-alta, que se va suavizando con la profundidad. Prácticamente la mitad del polígono estudiado se encuentra en la franja batimétrica comprendida entre 20 y 50m.

La valoración de la zona en función de este parámetro es la que se representa en la Figura 4.13-5.

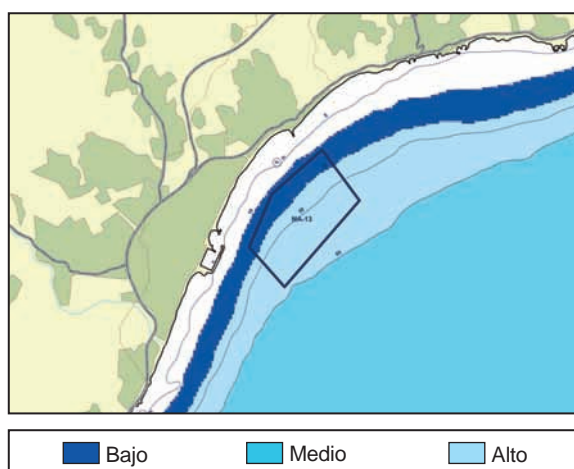


Figura 4.13-5 Valoración de la zona MA-13 en función de la profundidad.

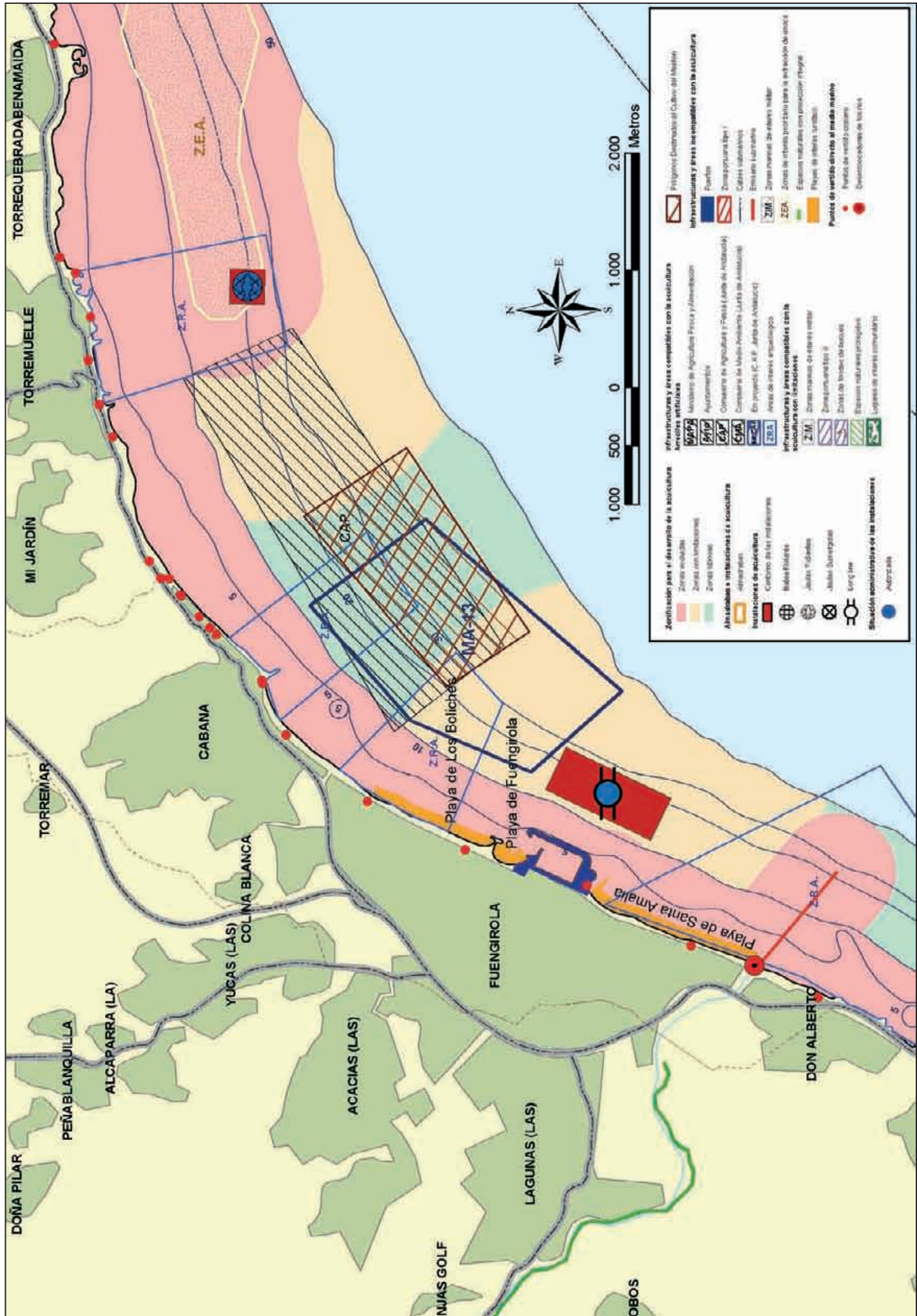


Figura 4.13-3.

4.13.3.2 Condiciones oceanográficas.

4.13.3.2.1 Régimen hidrodinámico.

Para conocer el régimen hidrodinámico de la zona comprendida entre Fuengirola y Torremolinos, AZTI fundó un correntímetro doppler del tipo AANDERAA RCM-9. El aparato se instaló el 22 de agosto del año 2002 en la posición 36° 29,472' N y 04° 37,949' W, las coordenadas UTM de la posición del correntímetro son: x = 353.774 m e y = 4.039.736 m. La profundidad del punto de fondeo fue de aproximadamente 35 metros y el correntímetro se situó a unos 15 metros por debajo de la superficie del mar. En el mapa de la Figura 4.13-6, puede verse la posición del fondeo del correntímetro RCM-9 (cruz de color azul claro).

El correntímetro se configuró para medir las variables con una cadencia de 10 minutos. El inicio del registro coincide con las 11:11 horas del día 22 de agosto y el final de mismo, coincidente con su desfondeo, fue el día 17 de octubre a las 9:52 horas. Disponemos de este modo de un registro de 8.057 medidas de la corriente marina en la zona, con casi 2 meses de duración. Asimismo, en la Tabla 4.13-1 se presentan los resultados del análisis estadístico del registro de velocidades de la corriente según las direcciones de la misma.

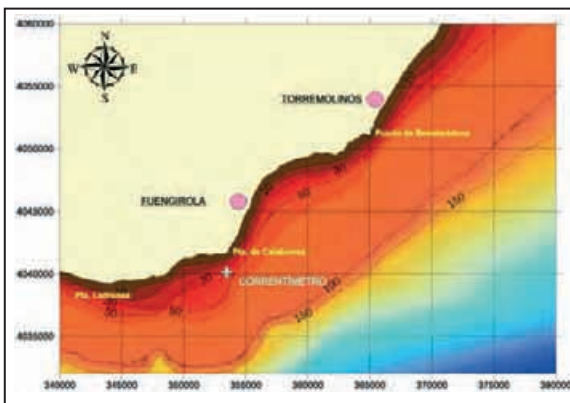


Figura 4.13-6 Posición del correntímetro fondeado en las proximidades de Fuengirola, en las coordenadas UTM: x = 353.774; y = 4.039.736 metros.

Dirección ⁽¹⁾	Nº medidas	% ⁽²⁾	Vel. Máx ⁽³⁾	Vel. Media ⁽⁴⁾	STD ⁽⁵⁾
N (337.5°)	947	11,75	59,65	16,7	9,1
NE (22.5°)	1044	12,96	83,6	25,7	15,8
E (67.5°)	208	2,58	30,8	10,9	7,8
SE (112.5°)	96	1,19	19,56	6,5	4,1
S (157.5°)	989	12,28	53,78	22,2	12,6
SW (202.5°)	3923	48,69	64,53	29,5	13,6
W (247.5°)	470	5,83	29,82	10,6	5,9
NW (292.5°)	380	4,72	27,38	9,7	5,2

- (1) Sector de dirección (grados)
- (2) Porcentaje de frecuencia en cada sector de dirección (respecto al norte en el sentido de las agujas del reloj)
- (3) Velocidad máxima (cm·s⁻¹) en cada sector direccional
- (4) Velocidad media (cm·s⁻¹)
- (5) Desviación estándar (cm·s⁻¹).

Tabla 4.13-1 Análisis estadístico de la corriente medida en las coordenadas UTM: x = 353.774; y = 4.039.736 m, frente a Pta de Calaburras, en las proximidades de Fuengirola.

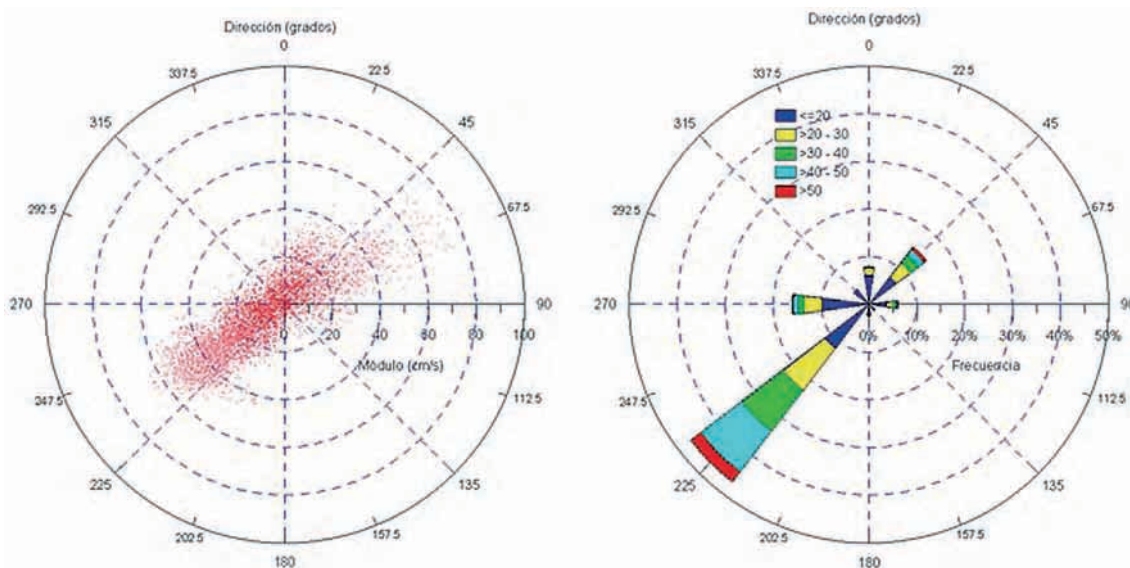


Figura 4.13-7 Diagrama polar y rosa de corrientes obtenida a partir de los datos del correntímetro fondeado en la zona.

Las corrientes predominantes son hacia el Oeste-Suroeste, con un valor del 48,69%, y hacia la dirección media Noreste (entre el Este-Noreste y el Norte-Noreste), con un porcentaje del 24,71%.

La distribución por direcciones del módulo medio de las corrientes, no es muy uniforme y oscila entre 6,5 y 11 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$, en las direcciones menos frecuentes y entre 17 y 30 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$, en las direcciones más frecuentes.

Las corrientes medias más altas, se han registrado hacia el Oeste-Suroeste, con unos valores medios de casi 30 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$, mientras que las máximas más altas se han registrado hacia la dirección Este-Noreste, con un valor máximo de 83,6 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$. A partir de estos datos se puede afirmar que el patrón general de corrientes parece ser una corriente hacia el Oeste-Suroeste, que se alterna periódicamente con una corriente media hacia el Noreste, que no llega a ser predominante. Las situaciones intermedias de cambio de la corriente entre estas direcciones parecen corresponder a los pequeños porcentajes de las medidas en las otras direcciones.

Los valores de temperatura medidos por el sensor oscilaron entre 14°C y 21°C, y se mantiene, por lo general, relativamente constante alrededor de un nivel medio de 16°C. Los cambios de temperatura registrados están directamente relacionados con la corriente marina local. Comparando estos registros (temperatura y dirección de la corriente), se puede apreciar como disminuye la temperatura cuando la corriente se dirige hacia el este-noreste (paralelamente a la costa), debido al afloramiento de agua fría profunda. Por el contrario, cuando la corriente deriva hacia el oeste, se produce un hundimiento de agua superficial, resultando un aumento de temperatura local.

Con estos datos recogidos en la Tabla 4.13-1 y representados en la Figura 4.13-7, se ha simulado la corriente para los casos más frecuentes que se han presentado.

Se ha simulado la corriente para los casos más frecuentes que se han presentado. Tal como se puede comprobar consultando los datos aportados por el correntímetro que estuvo instalado en la zona, las direcciones predominantes de las corrientes han sido:

- a) Hacia la dirección media Noreste (NE): total del 24,71%.
 - Hacia el Norte-Noreste (NNE): 11,75% del registro.
 - Hacia el Este-Noreste (ENE): 12,96% del registro.
- b) Hacia la dirección media Suroeste (SW): total del 60,97%.
 - Hacia el Sur-Suroeste (SSW): 12,28% del registro.
 - Hacia el Oeste-Suroeste (WSW): 48,69% del registro.

Los vientos que han generado las corrientes que se han mencionado anteriormente han resultado ser:

- Viento del Este para la corriente hacia el Suroeste.
- Viento del Suroeste para la corriente hacia el Noreste.

Se ha considerado como representativa, en función de los resultados obtenidos en otros estudios de la costa andaluza, una intensidad media de los vientos en la zona de velocidad igual a 35 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$, tanto en el caso de viento del Este, como en el caso de viento del Suroeste. Los resultados obtenidos por el modelo han sido calibrados comparándolos con los datos facilitados por el correntímetro fondeado a 15 m de profundidad frente a Punta de Calaburras.

En el caso del viento del Este de velocidad igual a 35 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$, el valor de la dirección de la corriente obtenido por la simulación numérica, a 15 metros de profundidad, es de 260° (dirección Oeste). La corriente es máxima en superficie, con un valor de aproximadamente 45 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ y su módulo disminuye con la profundidad hasta aproximadamente 40 metros, con una velocidad de 15 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$; simultáneamente, la dirección de la corriente en las proximidades del fondo gira

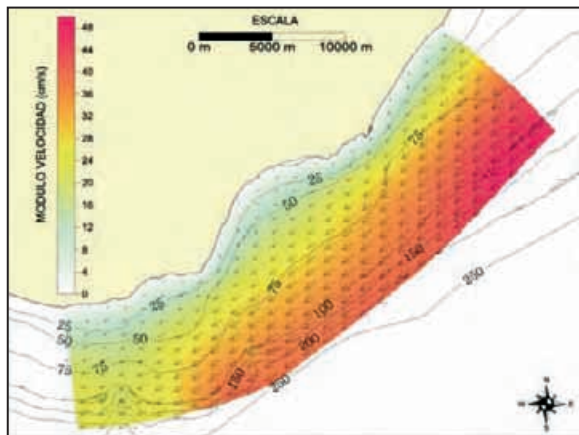


Figura 4.13-8 Velocidades de corriente en $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ con viento del Este de 35 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ a 10 m de profundidad.

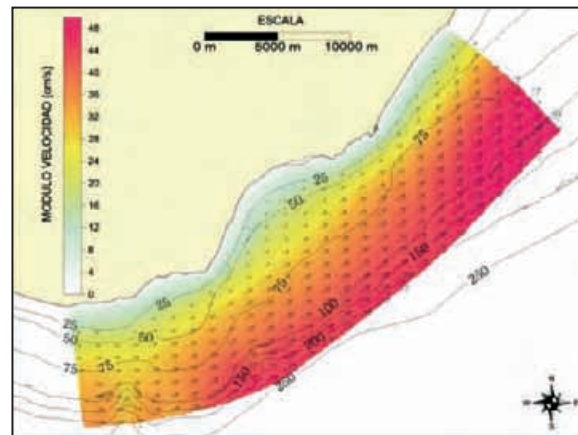


Figura 4.13-9 Velocidades de corriente en $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ con viento del Suroeste de 35 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ a 10 m de profundidad.

ligeramente en sentido horario por efecto de la batimetría y para asegurar la conservación de la masa de fluido. En la Figura 4.13-8 (ver página 333) se presentan los resultados obtenidos en la simulación de la corriente producida por el viento, a 10 metros de profundidad.

Para el viento del Suroeste, el valor de la dirección de la corriente obtenido por la simulación numérica, a 15 metros de profundidad, es de 75° (primer cuadrante). En la Figura 4.13-9 (ver página 333) se representa la simulación de la corriente debida al viento a 10 m de profundidad.

La corriente es máxima en superficie, con un valor de aproximadamente $38 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ y su módulo disminuye con la profundidad hasta alcanzar una velocidad de $6 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ en el fondo; simultáneamente, la dirección de la corriente en profundidad el fondo gira en sentido horario por efecto de la batimetría y de la conservación de la masa de fluido.

Con los resultados obtenidos en el modelo de simulación de corrientes, la valoración de la zona MA-13 en función de las corrientes dominantes a 10 m de profundidad es la

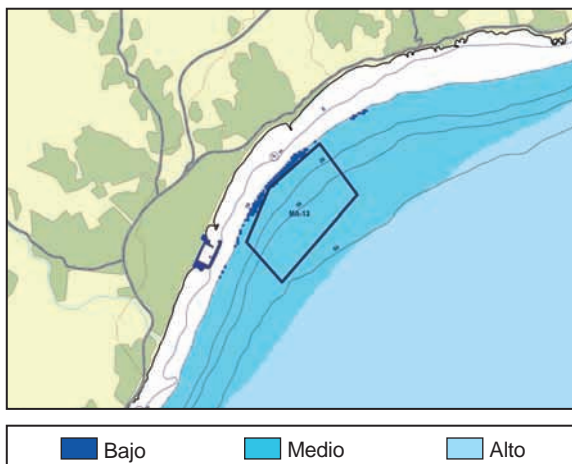


Figura 4.13-10 Valoración del interés de la zona MA-13 en función de las corrientes dominantes a 10 m de profundidad.

representada en la Figura 4.13-10.

4.13.3.2.2 Dispersión de posibles partículas contaminantes.

En la zona MA-13 no se localizan áreas de interés comunitario, espacios protegidos ni praderas de fanerógamas, por lo que la posible dispersión de contaminantes no supone en principio una incidencia importante en el entorno. Por ello, se considera que el grado de interés de la zona MA-13 desde el punto de vista de este parámetro es alto.

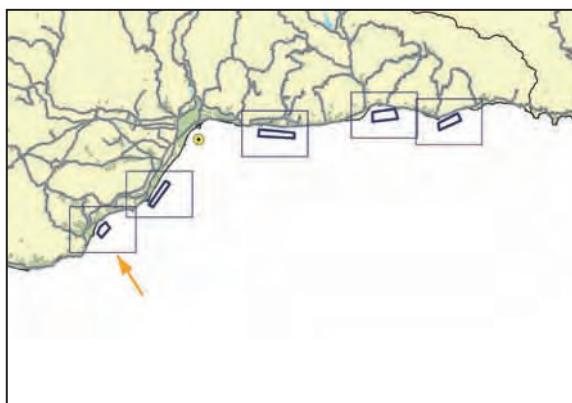


Figura 4.13-11 Situación de la Boya de Málaga respecto a la zona MA-13 (flecha naranja).

4.13.3.2.3 Régimen de oleaje.

El régimen de oleaje, se ha caracterizado partiendo de los datos procedentes de la boya de Málaga (Figura 4.13-11), cuyos registros han dado los resultados que se incluyen en la Tabla 4.13-2 Junto con la valoración obtenida para el área que abarca dicha boya.

Parámetro	Descripción del parámetro	Valor registrado	Valoración
PNE1.2m	Probabilidad de No Excedencia para una altura de ola significativa de 1.2 metros (2 m. de altura máxima)	0.93	3
TROE1	Oleaje que produzca daños o deformaciones en las jaulas, hasta el extremo de no garantizar la permanencia de los peces en el interior de la misma. $H_{\text{max}} = 6 \text{ m.}$	$2 < \text{TR} < 5$	2
TROE2	Oleaje que produzca graves daños (reparables o no) en la estructura o elementos de fondeo. $H_{\text{max}} = 10 \text{ m.}$	300	2
		Valoración Final	2,45

Tabla 4.13-2 Régimen de oleaje de la zona MA-13.

La valoración final de la zona desde el punto de vista del régimen de oleaje, es de 2,45, es decir, que para este parámetro, el área MA-13 posee un grado de interés alto.

4.13.3.3 Descripción del sustrato.

Bajo un punto de vista sedimentológico, en la zona se observan dos sectores bien diferenciados, uno arenoso que ocupa las zonas menos profundas y otro fangoso más profundo, ambos separados por la isobata de 20 m. En la fracción fango, el limo y la arcilla aparecen proporciones similares. Las muestras presentan valores de la desvia-

ción típica entre 0,2 y 0,39, correspondientes a sedimentos muy bien clasificados y moderadamente clasificados. Las curvas de distribución presentan, mayoritariamente, carácter unimodal, aunque con clases proximales finas destacadas (Figura 4.13-12).

En la zona menos profunda, de carácter arenoso, domina la acomodación. Los sedimentos arenosos son continuamente removilizados y erosionados por acción de las corrientes generadas por los temporales. El sedimento sufre un continuo retrabajamiento y un progresivo lavado de finos, que son transportados mar adentro, hacia zonas más tranquilas y alejadas de la costa, donde, finalmente, se depositan.

En el sector más profundo, el régimen energético es mucho menos, ya que, con frecuencia, se encuentra fuera del alcance del oleaje y las corrientes generadas por éste, lo que permite el depósito de sedimentos finos.

La valoración final de la zona en función del tipo de sedimento es la que se representa en la Figura 4.13-13.

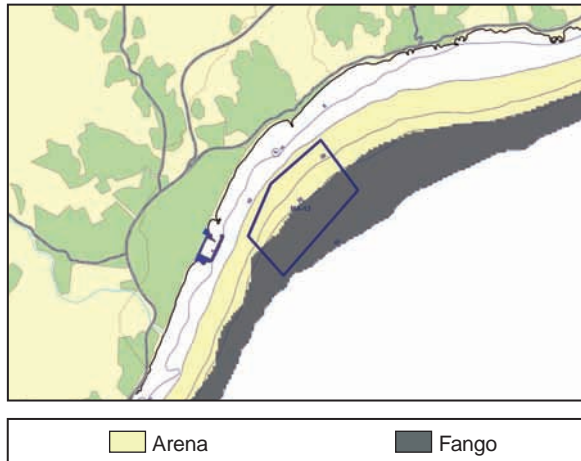


Figura 4.13-12 Tipo de sedimento existente en la zona de estudio.

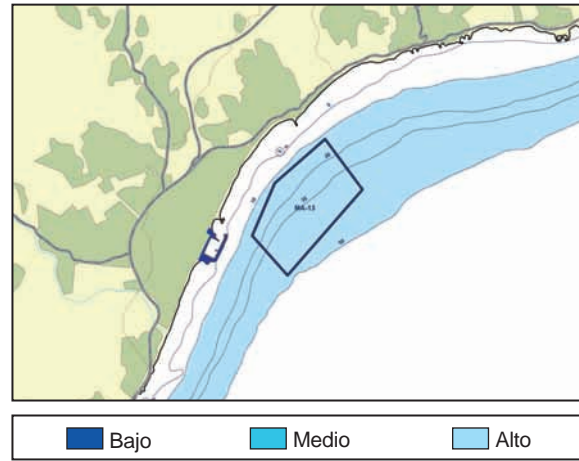


Figura 4.13-13 Valoración de la zona MA-13 en función del tipo de sustrato existente.

4.13.3.4 Calidad de aguas.

4.13.3.4.1 Condiciones físico químicas.

– Temperatura

Los valores de temperatura superficial detectados durante el muestreo en continuo (Figuras 4.13-14 y 4.13-15) muestran en el mes de marzo valores entre 15 y 17 °C variando en agosto entre 24 y 26 °C.

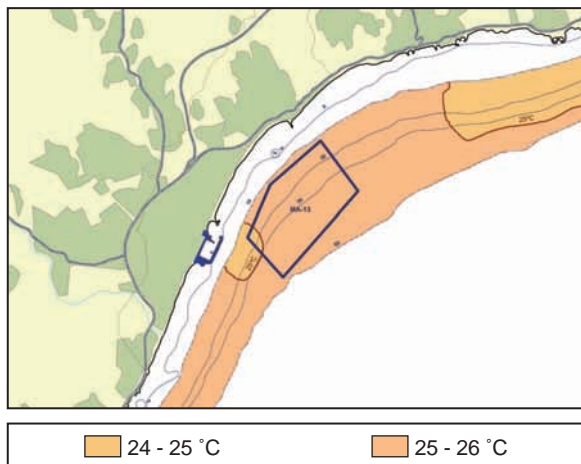


Figura 4.13-14 Temperatura superficial para la zona MA-13 en el muestreo de marzo de 2003.

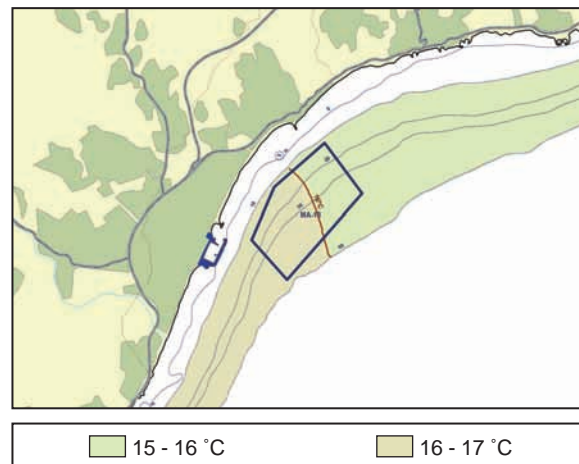


Figura 4.13-15 Temperatura superficial para la zona MA-13 en el muestreo de agosto de 2003.

Los promedios mensuales de los últimos diez años (Figura 4.13-16) muestran como la temperatura más baja detectada en la zona es la correspondiente al mes de febrero donde se registraron 14°C, siendo la más alta la dada en el mes de agosto con 21°C.

En marzo el valor de temperatura registrado por el satélite ronda los 15°C. Estos datos están dentro del rango de lo detectado de forma continua.

Los perfiles verticales de las estaciones muestreadas en la zona MA-13 (Figura 4.13-17) muestran una columna de agua homogénea con temperatura de aproximadamente 16°C en toda ella.

Los valores en el mes de agosto varían en profundidad como consecuencia de la estratificación producida. Así se tienen valores entorno a 24°C en superficie que disminuyen en profundidad hasta alcanzar los 16°C en las estaciones más profundas.

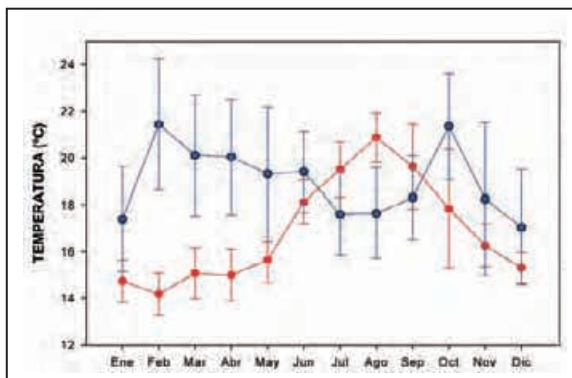
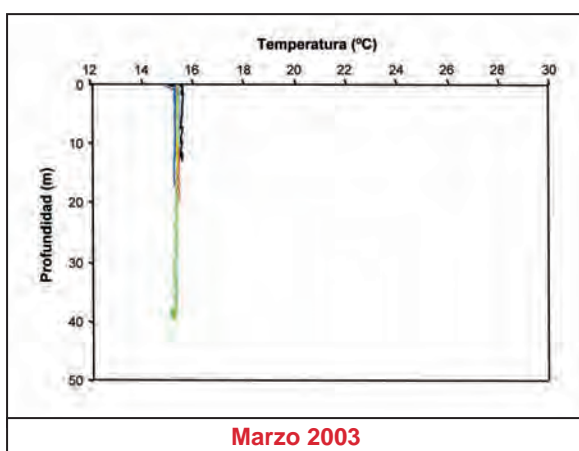
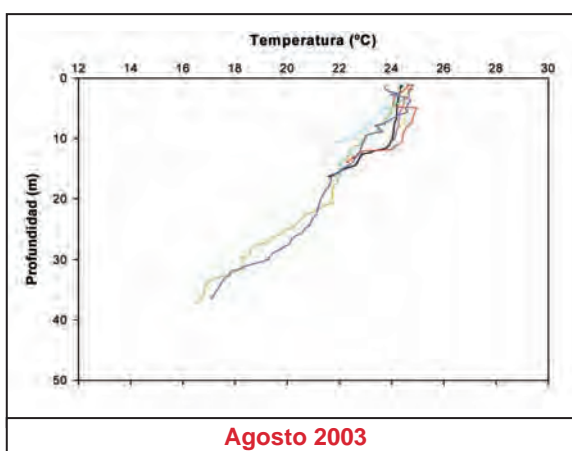


Figura 4.13-16 Promedio mensual de temperatura (rojo) y clorofila (azul) para la zona MA-13 durante los años del 94 al 03 para temperatura y entre el 98 y el 02 para la clorofila. Datos de los sensores AVHRR y SeaWiFS. Las barras representan \pm error estándar.



Marzo 2003



Agosto 2003

Figura 4.13-17 Perfiles de temperatura en las estaciones muestreadas en la zona MA-13.

– Salinidad

La Figura 4.13-18 muestra como en los dos muestreos realizados la salinidad no experimenta variaciones significativas.

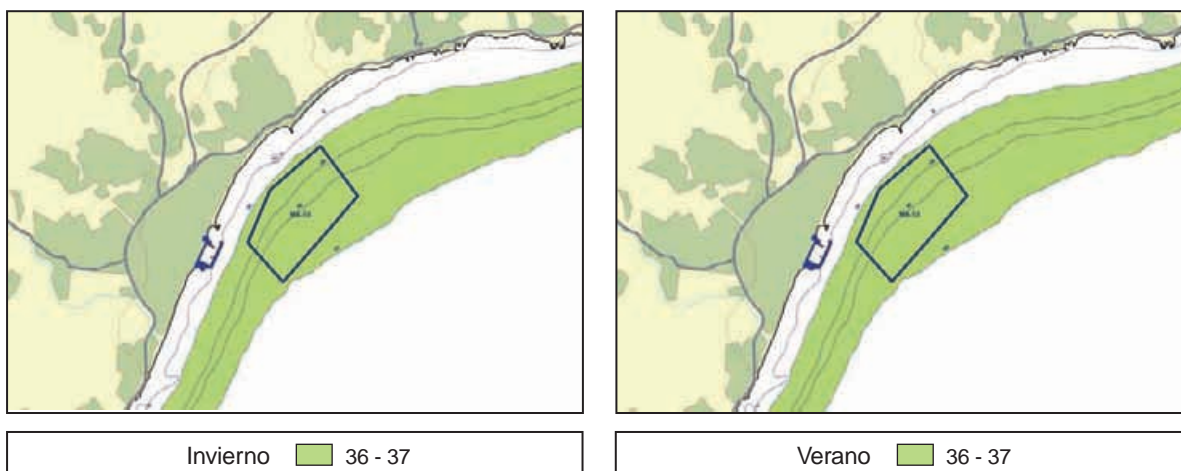


Figura 4.13-18 Salinidad superficial para la zona de muestreo MA-13 en los dos muestreos realizados.

Si se observan los perfiles verticales (Figura 4.13-19) se aprecia como los valores encontrados en marzo se mantienen estables en toda la columna de agua experimentándose un ligero aumento en el mes de agosto. La variación en profundidad

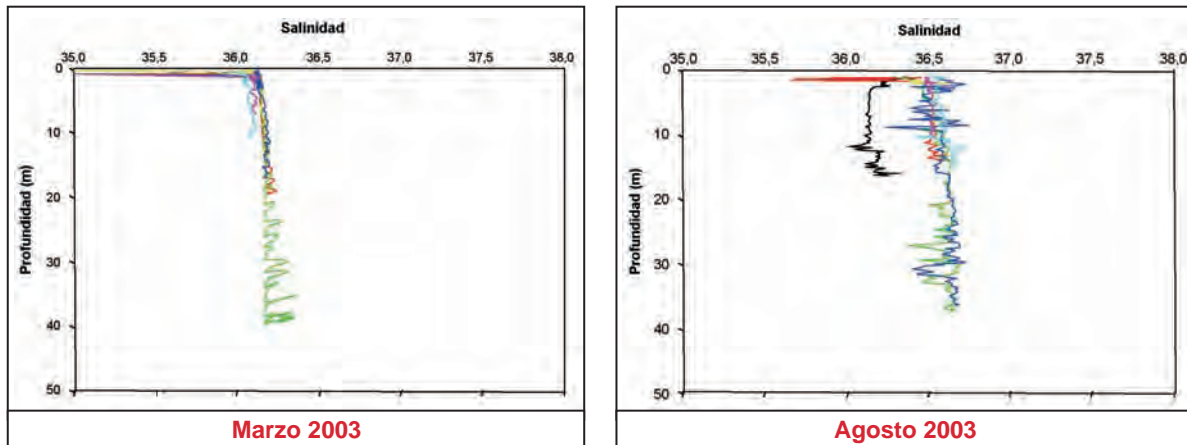


Figura 4.13-19 Perfiles de salinidad obtenidos en las estaciones de muestreo de la zona MA-13.

que se produce en el mes de agosto es poco acusada permaneciendo los valores estables. Es de destacar la disminución de salinidad producida en la estación 23 en el mes de agosto. Esto puede ser debido a la localización del punto de muestreo sobre el emisario que vierte las aguas residuales provenientes de la población de Fuengirola. No obstante esta disminución de salinidad no es muy acusada.

– Clorofila

Los valores de fluorescencia registrados durante el muestreo en continuo (Figuras 4.13-20 y 4.13-21) muestran concentraciones mayores en el mes de marzo que en el de agosto.

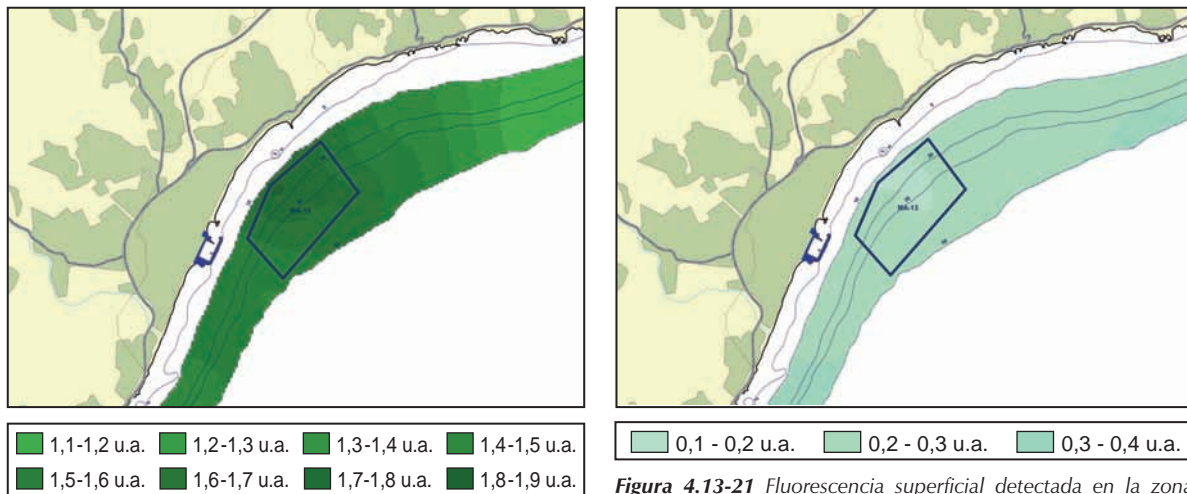


Figura 4.13-20 Fluorescencia superficial detectada en la zona MA-13 en el mes de marzo de 2003.

Figura 4.13-21 Fluorescencia superficial detectada en la zona MA-13 en el mes de agosto de 2003.

Los valores detectados en invierno se encuentran entre 1,2 y 1,9 u.a., mientras que en agosto se registraron entre 0,1 y 0,4 u.a. Estos datos se corresponden con los detectados por el satélite en esta zona (Figura 4.13-16). Los promedios obtenidos del satélite muestran los valores más elevados en el mes de febrero donde se detectan entorno a los 3 mg/m³, obteniéndose en marzo valores de hasta 2,5 mg/m³. La menor concentración detectada por el satélite corresponde al mes de agosto donde se registraron valores medios algo inferiores a 2 mg/m³.

Los perfiles verticales de fluorescencia (Figura 4.13-22) para el mes de agosto muestran una concentración en superficie de alrededor de 2 u.a., aumentando en profundidad hasta llegar a valores entorno a 4 u.a., dándose los picos de fluorescencia en la zona más profunda de las estaciones, las cuales no sobrepasan los 40 m de profundidad.

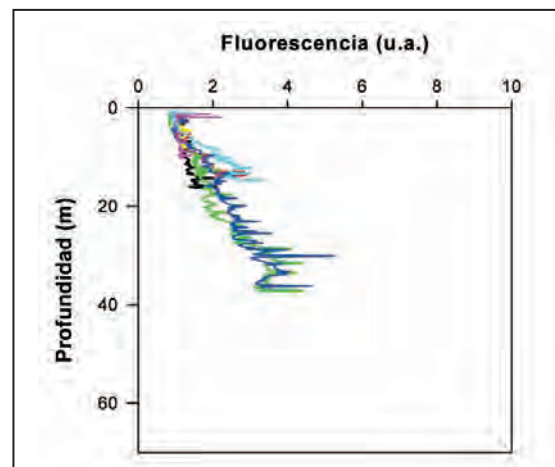


Figura 4.13-22 Perfiles de fluorescencia para las estaciones muestreadas en la zona MA-13.

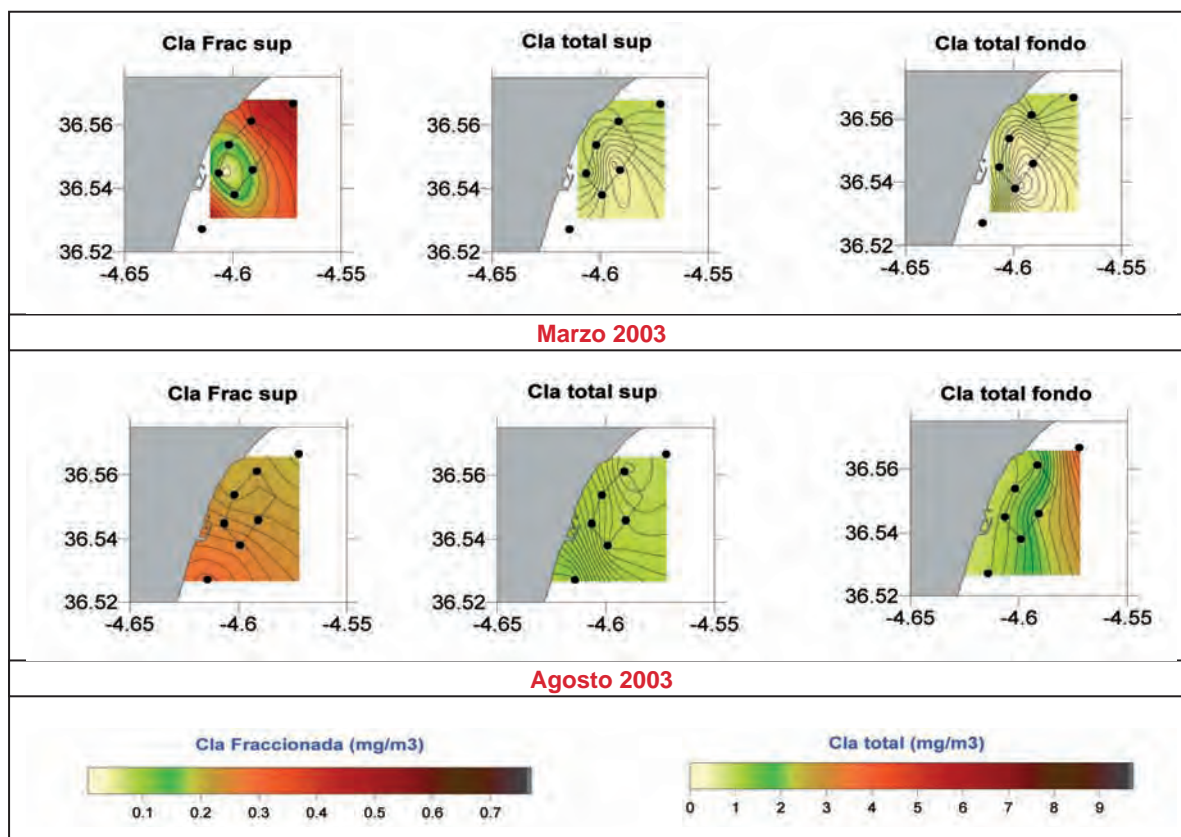


Figura 4.13-23 Clorofila fraccionada y total en superficie y fondo para la zona MA-13.

En las estaciones muestreadas de forma discreta (Figura 4.13-23) se comprueba como los niveles más altos de clorofila fraccionada se dan en marzo. Siendo los valores más altos detectados para la clorofila total de entre 2 y 3 mg/l, lo que concuerda con los datos de satélite.

– Sólidos en suspensión

El coeficiente de atenuación en superficie para la zona de estudio (Figuras 4.13-24 y 4.13-25) muestra niveles superiores para el muestreo realizado en agosto. Los valores de marzo se encuentran entre 0 y 2 m⁻¹, mientras que en agosto se registraron entre 1 y 8 m⁻¹.

De igual manera en los datos de sólidos en suspensión superficiales y en el fondo obtenidos de forma discreta (Figuras 4.13-26 y 4.13-27), se detecta una concentración superior en el mes de agosto que en el de marzo.

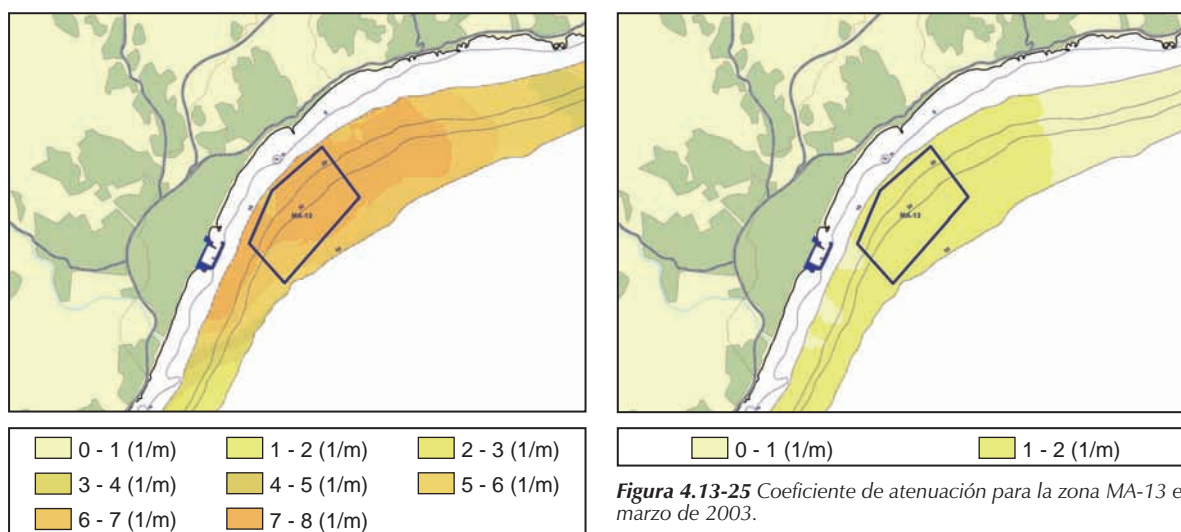


Figura 4.13-24 Coeficiente de atenuación para la zona MA-13 en agosto de 2003.

Figura 4.13-25 Coeficiente de atenuación para la zona MA-13 en marzo de 2003.

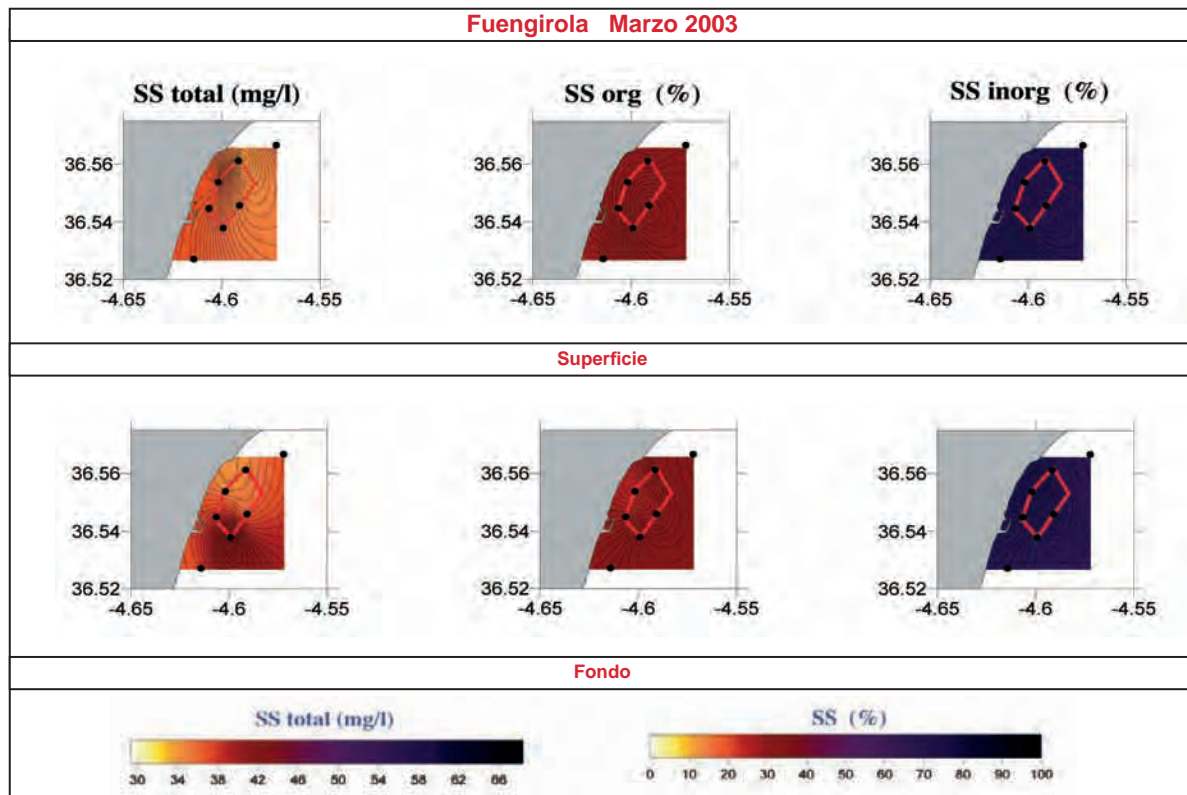


Figura 4.13-26 Sólidos en suspensión en superficie y fondo para las estaciones muestreadas en marzo de 2003 en la zona MA-13.

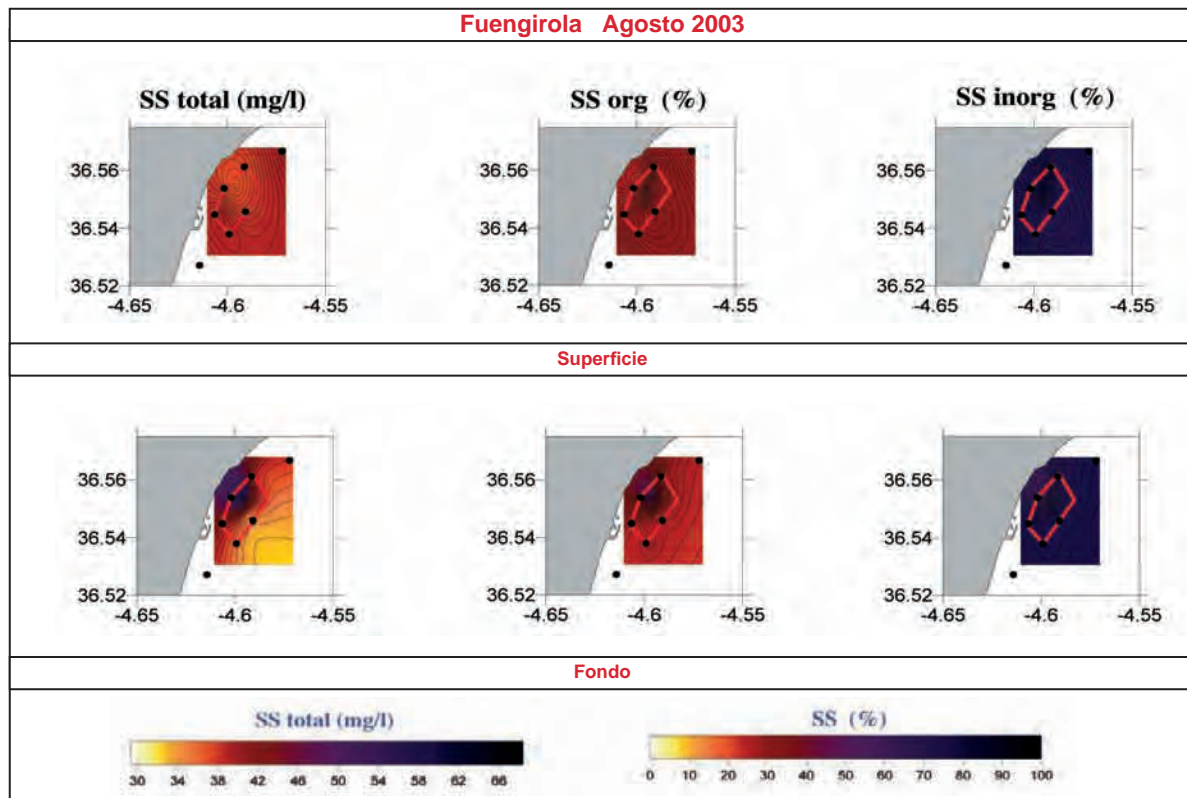


Figura 4.13-27 Sólidos en suspensión en superficie y fondo para las estaciones muestreadas en agosto de 2003 en la zona MA-13.

Los valores encontrados rondan los 42 mg/l, siendo las concentraciones de superficie con respecto a fondo, similares en el mes de agosto y algo superiores en marzo.

Puesto que se han detectado valores relativamente bajos de clorofila, el aumento en sólidos en suspensión en agosto debe tener un origen alóctono.

– Oxígeno

Los valores registrados para esta variable (Figura 4.13-28) muestran unas concentraciones en superficie en torno a 6 mg/l. En el gráfico hay que tener en cuenta el ruido producido por el sensor en los primeros metros, lo que distorsiona la señal.

Los perfiles muestran un aumento de la concentración con la profundidad, llegando a alcanzarse el máximo a profundidades que variarán según la estación pero que se puede estimar como media a unos 20 m de profundidad. Alcanzando en este máximo valores algo superiores a 7 mg/l. No encontrando ningún valor por debajo de 5 mg/l en las estaciones muestreadas.

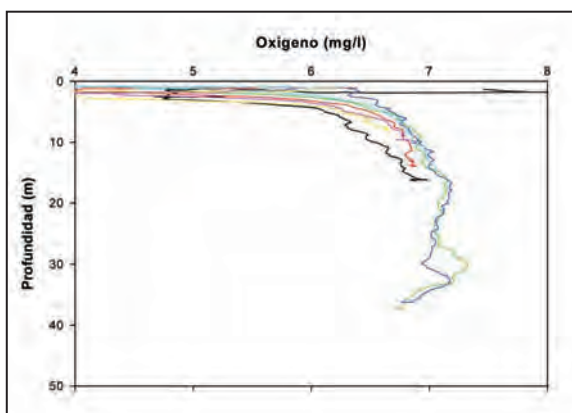


Figura 4.13-28 Perfiles de oxígeno obtenidos en el muestreo discreto de la zona MA-13.

Con los resultados obtenidos en referencia a las condiciones físico-químicas del agua en el área de Fuengirola (Zona MA-13), se pueden realizar las siguientes consideraciones:

1. Los valores de temperatura se encuentran dentro de unos intervalos óptimos para la actividad que se pretende desempeñar. La temperatura más baja que cabría esperar en la zona es de 13 °C lo que está por encima de los 10 °C que es la temperatura por debajo de la cual empezarán a aparecer problemas.
2. La salinidad sigue la tónica de las zonas hasta ahora analizadas. No experimentando variaciones bruscas, con lo cual esta variable no supone un problema para la actividad acuícola en sí.
3. La clorofila no supera los 3 mg/m³, valor que no presupone problema en cuanto a esta variable.
4. Los niveles de sólidos en suspensión son igualmente bajos, no presentado a priori problemas para la explotación acuícola.
5. Los valores de oxígeno disuelto se encuentran a unas concentraciones que se pueden considerar como óptimas para las especies a cultivar.
6. Se puede concluir a la vista de la integración de los datos obtenidos en el índice de calidad, que la zona MA-13 presenta una calidad de agua notablemente buena para su uso en acuicultura.

La integración de todos los resultados descritos anteriormente en un índice de calidad de agua, y su representación cartográfica, da como resultado la imagen representada en la Figura 4.13-29. El índice de calidad para la zona MA-13 alcanza valores comprendido entre 7,7 y 8,1, produciéndose una graduación de menos a más desde la zona este hacia el oeste. Finalmente la clasificación de la zona en función de su grado de interés desde el punto de vista de la calidad de agua da como resultado que toda la zona posee un grado de interés alto (Figura 4.13-30).

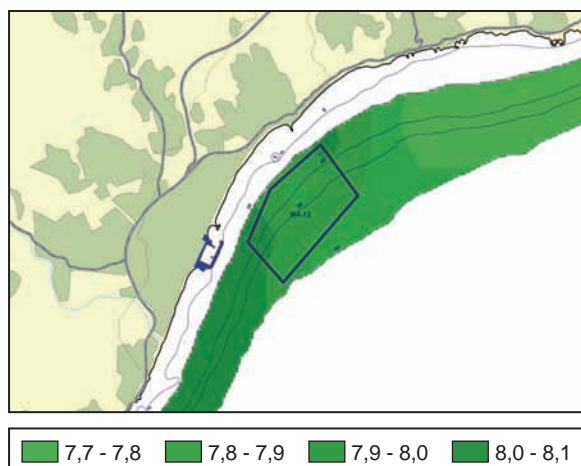


Figura 4.13-29 Índice de calidad de agua para la zona de estudio.

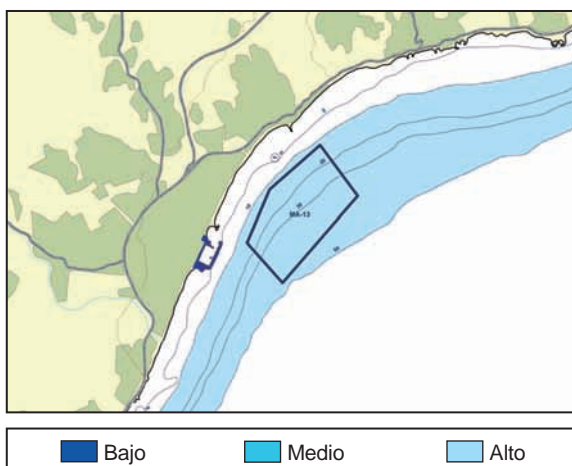


Figura 4.13-30 valoración de la zona MA-13 en función de la calidad del agua.

4.13.3.4.2 Condiciones sanitarias.

El área estudiada abarca en su totalidad parte de las zona de producción de moluscos bivalvos y gasterópodos AND 1-32. Los resultados obtenidos de los análisis realizados en el control sanitario de esta zona durante los años 2000 a 2002 son los siguientes:

- Contaminación bacteriana:

Los resultados microbiológicos obtenidos en el control sanitario en la zona AND 1-32 durante los años 2000, 2001 y 2002 han presentado varios meses en los que la contaminación por coliformes fecales y *E. coli* estaba por encima de los valores permitidos en todos los años en ambas zonas de producción. Además se detecto presencia de *Salmonella* en el mes de septiembre de 2001. En todos los casos, la presencia de contaminación fecal parece corresponderse con los meses de mayor afluencia turística en la zona (primavera, verano y otoño), siendo poco frecuente este tipo de contaminación en los meses de invierno.

Zona AND 1-32 (concha fina/chirla)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000												
2001												
2002												

■ Coliformes fecales y *E. Coli* por encima del límite

Tabla 4.13-3 Meses en los que los análisis del control sanitario han dado valores de contaminación bacteriana superiores a los permitidos en los años 2000 a 2002.

- Contaminación por toxinas:

Como se puede comprobar en la Tabla 4.13-4, la contaminación por toxinas, especialmente por PSP (toxina paralizante), ha sido habitual en las zonas a lo largo de todo el año durante el periodo 2000 a 2003. Así mismo, también son habituales los valores de ASP (toxina amnésica) por encima de los permitidos. Ocasionalmente se han detectado también valores de DSP (toxina diarreaica) superiores a los permitidos en las dos zonas.

Zona AND 1-32 (concha fina/corruco/vieira/chirla)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000												
2001												
2002												

■ DSP ■ PSP ■ ASP

Tabla 4.13-4 Meses en los que los análisis del control sanitario han dado valores de contaminación por toxinas superiores a los permitidos en los años 2000 a 2002.

Estos resultados sugieren que la zona MA-13 no resulte especialmente apropiada para el cultivo de moluscos bivalvos ya que, la aparición de toxinas en una zona de producción en concentraciones superiores a las permitidas, supone la prohibición de extracción y comercialización de moluscos hasta que no se alcancen los valores normales.

4.13.4 Caracterización bionómica.

El rango de profundidades sigue una pendiente media del 2%. Se aprecian dos biocenosis características de esta zona del litoral malagueño (Figura 4.13-31):

- **Arenas Finas Calibradas (AFC):** Se extienden desde las playas citadas hasta una profundidad cercana a los 30 metros. Abundancia, diversidad y porcentaje de bivalvos experimentan una sensible disminución en el vértice Norte. No se detectaron bancos de moluscos significativos, siendo los crustáceos el grupo predominante.
- **Fondos Detríticos Enfangados (FDE):** Más de la mitad de la extensión de este polígono se corresponde con este tipo de fondos, que se instala en la zona más profunda. Presenta valores homogéneos de abundancia, diversidad y proporción de bivalvos, aumentando ligeramente en los extremos, especialmente al Este. Como en el caso anterior son los crustáceos el grupo predominante.

Los valores obtenidos para su inclusión en el índice final, por lo que respecta a los tipos de comunidad existentes son los que se representan en la Figura 4.13-32, la mayor parte de la zona como se puede observar tiene un valor medio - alto para este parámetro.

Asimismo, en la Figura 4.13-33 se incluyen las valoraciones obtenidas para cada una de las características restantes asociadas a la bionomía según el índice de calidad descrito en el apartado de metodología.

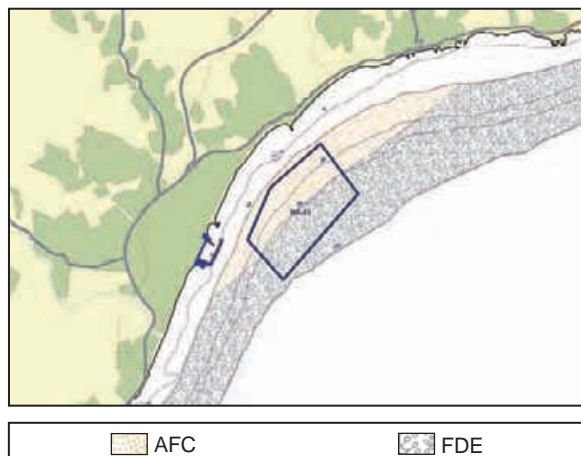


Figura 4.13-31 Tipo de comunidades detectadas en la zona. Los puntos señalan las estaciones de muestreo. FDE = Biocenosis de fondos detriticos enfangados; AFC = Biocenosis de Arenas Finas Calibradas.

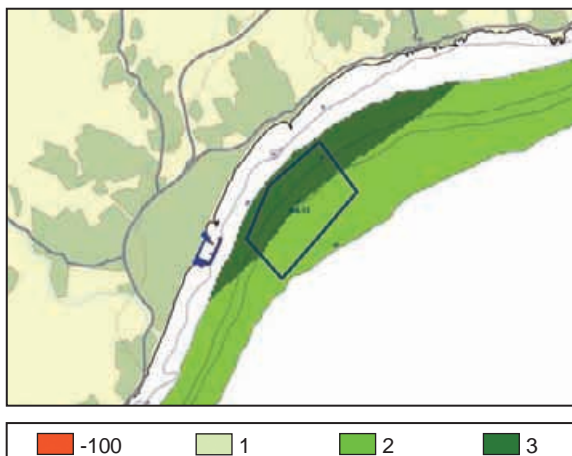


Figura 4.13-32 Valoración de la zona MA-13 en función del tipo de comunidad.

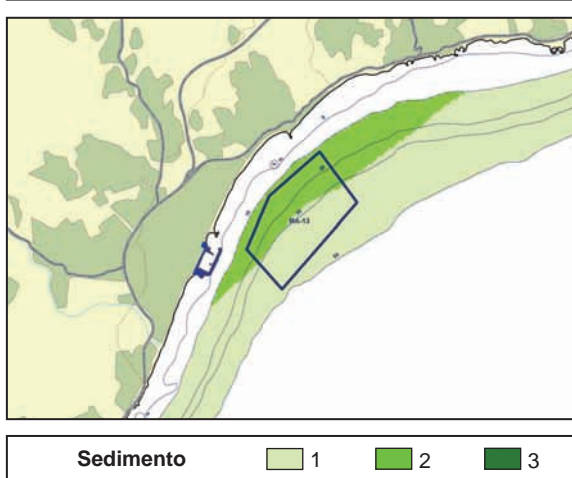
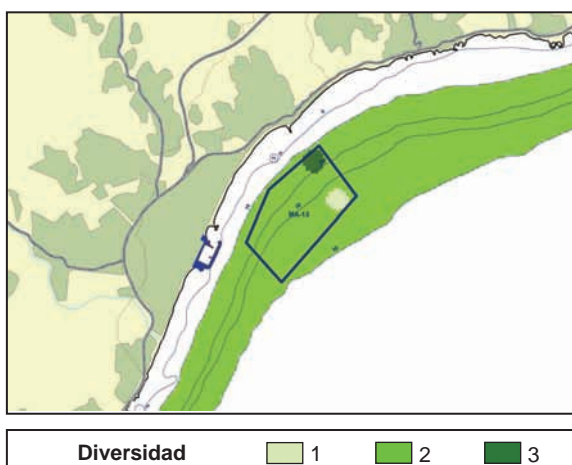
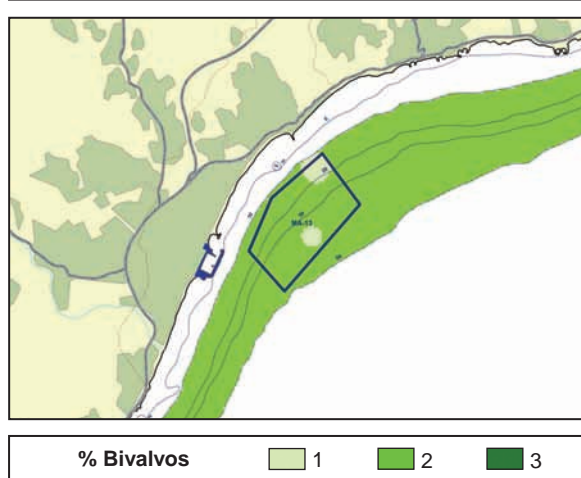
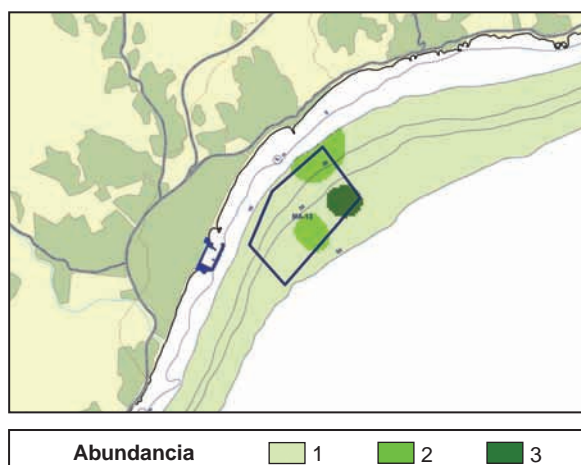


Figura 4.13-33 Valores obtenidos para los restantes factores considerados en la valoración de la zona según sus características bionómicas.

Finalmente, integrando estas valoraciones obtenidas, aplicando la ecuación descrita en la metodología, se obtiene el resultado del índice definido para la valoración de la bionomía, que se representa en la Figura 4.13-34.

La mayor parte de la zona obtiene una valoración media como consecuencia fundamentalmente de los importantes valores de diversidad específica y abundancia obtenidos en la misma.

La reclasificación de los valores del índice da como resultado la valoración del grado de interés de la zona atendiendo a sus características bionómicas que se representa en la Figura 4.13-35.

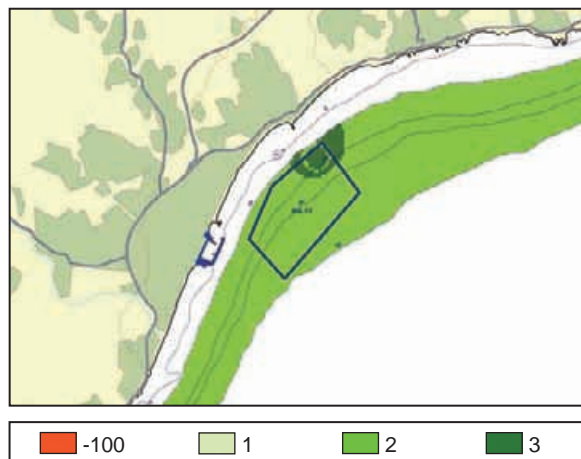


Figura 4.13-34 Índice bionómico obtenido para la zona MA-13.

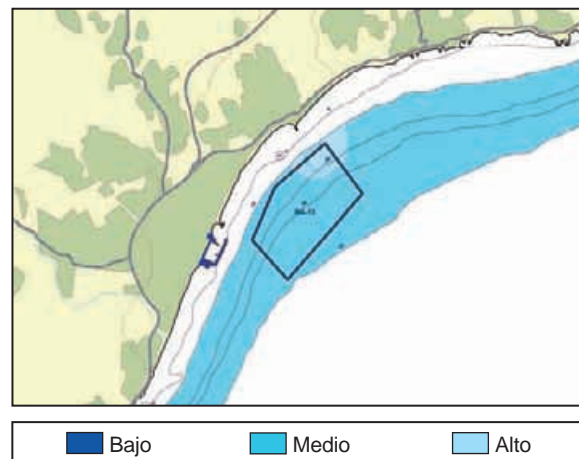


Figura 4.13-35 Grado de interés de la zona MA-13 en función de las características bionómicas de la misma.

4.13.5 Caracterización del sector pesquero.

En la zona se encuentran tres caladeros tradicionales (Figura 4.13-36) cuyas denominaciones y características se incluyen en la Tabla 4.13-5.

Nombre del caladero	Distancia al centro del área de estudio	Especies más representativas capturadas	Artes de pesca utilizadas
– Castillo de Fuengirola - Sta Amalia – Los tubos - Pto Pesquero,	Sur del polígono estudiado	– Peces: Besugo y jurel. – Moluscos: Pulpo, jibia, concha fina y peregrina.	Solta, palangre, trasmallo, tablilla, alcatruces y rastro.
– Los Boliches - La Laja - Roqueo de Carvajal	Noroeste del polígono estudiado	– Peces: Besugo y jurel. – Moluscos: Pulpo, jibia y concha fina.	Solta, trasmallo, tablilla, alcatruces y rastro.
– El Caballo - La Breva	6 km al este	– Peces: Besugo y jurel. – Moluscos: Pulpo, jibia y concha fina.	Solta, trasmallo y rastro

Tabla 4.13-5 Caladeros cercanos al área de estudio.

El puerto pesquero más cercano es el Puerto de Fuengirola, que se encuentra situado en pleno corazón de la ciudad de Fuengirola, integrado en el casco urbano, lo que le confiere unas características especiales. Depende administrativamente de la Junta de Andalucía y es gestionado por la EPPA. Está a una distancia de unos 1,5 Km del centro de la zona MA-13 y sus características principales son las que se recogen en la Tabla 4.13-6.

La flota con base en el puerto está integrada por 66 barcos, que desplazan 456 TRB, perteneciente 11 de ellos a la modalidad de arrastre de fondo, 9 a cerco, 1 a palangre de fondo y las 49 restantes a artes menores, en especial a rastro remolcado.

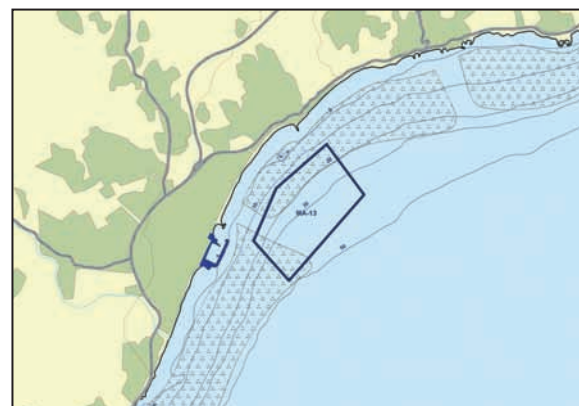


Figura 4.13-36 Localización de caladeros y puertos pesqueros cercanos a la zona de estudio.

PUERTO PESQUERO DE FUENGIROLA		
Latitud	36° 32' N	Servicios al sector pesquero: – Fabrica de hielo – Cámaras frigoríficas – Locales de armadores – Astillero
Longitud	4° 36' W	
Calado en la bocana (B.M.V.E.)	4,5 m	
Longitud del muelle (m)	651 m	
Superficie total de la lonja	584m ²	

Tabla 4.13-6 Características técnicas del puerto pesquero de Fuengirola.

Las especies más representativas comercializadas en la lonja pequeños pelágicos como la sardina o el boquerón y moluscos bivalvos como la concha fina, la almeja babosa y el corruco, además de las capturas habituales de la flota de arrastre. El volumen de pesca total desembarcado es de unas 784 Tm, de las cuales 376 Tm pertenecen a peces, 393 Tm a moluscos y 15 Tm a crustáceos.

4.13.6 Valoración final.

4.13.6.1 Estudio del medio físico.

Tras el análisis de los resultados se puede concluir que la zona MA-13 (Fuengirola) presenta unas buenas condiciones climáticas por cuanto la intensidad de los vientos es baja casi todo el año y no presenta una alta frecuencia de temporales.

La batimetría existente en la zona, presenta una pendiente media-alta, que no impide la ubicación de instalaciones acuícolas. Prácticamente la mitad del polígono considerado se encuentra dentro de la franja batimétrica de 20 a 50 m considerada como la más adecuada para la ubicación de instalaciones acuícolas.

Las corrientes dominantes a 10 m de profundidad en el área son de intensidad media-alta, aumentando con la distancia a la costa. Se pueden considerar adecuadas para el cultivo acuícola aunque serían deseables intensidades ligeramente mayores en toda la zona.

No se detectan en la zona praderas de fanerógamas marinas, ni existen lugares de especial interés ambiental, por lo que la incidencia de potenciales partículas contaminantes sobre áreas sensibles ambientalmente se considera nula.

El oleaje determinado para la zona no es elevado aunque ocasionalmente puedan aparecer fenómenos de riesgo.

El sustrato existente, resulta en general adecuado para el fondeo de instalaciones acuícolas. Sobre el fondo se detecta la presencia de biocenosis de interés medio que habrán de ser tenidas en cuenta a la hora de proyectar la ubicación de nuevas instalaciones.

La calidad físico-química del agua es buena. Sin embargo, desde el punto de vista sanitario, es habitual a lo largo del año la presencia de toxinas en los análisis realizados a los moluscos, así como la contaminación microbiológica en las épocas de mayor presión turística. Este hecho, que incide negativamente en la comercialización de este producto, hace se deba plantear la rentabilidad de posibles cultivos de moluscos en la zona.

El sector pesquero de la zona tiene su puerto base en Fuengirola y está constituido por un total de 66 embarcaciones de las cuales 49 se dedican a la pesca artesanal en los caladeros cercanos, dos de los cuales se encuentra en la zona estudiada. La lonja de Fuengirola registra un volumen de captura anual de unas 784 toneladas. A la hora de ubicar nuevas instalaciones sería conveniente estudiar la forma de no interferir con este sector.

Con los resultados obtenidos hasta la fecha, se ha realizado una valoración de la zona MA-13, utilizando la metodología ya descrita, y cuyos resultados son los representados en el Figura 4.13-37.

4.13.6.2 Integración entre la valoración del medio físico y la valoración del ámbito administrativo.

La integración de los resultados obtenidos en la valoración del ámbito administrativo con la valoración del medio físico (Plano 13) permite apreciar como en la valoración final, la totalidad del polígono estudiado presenta un grado de interés alto para el desarrollo de la acuicultura.

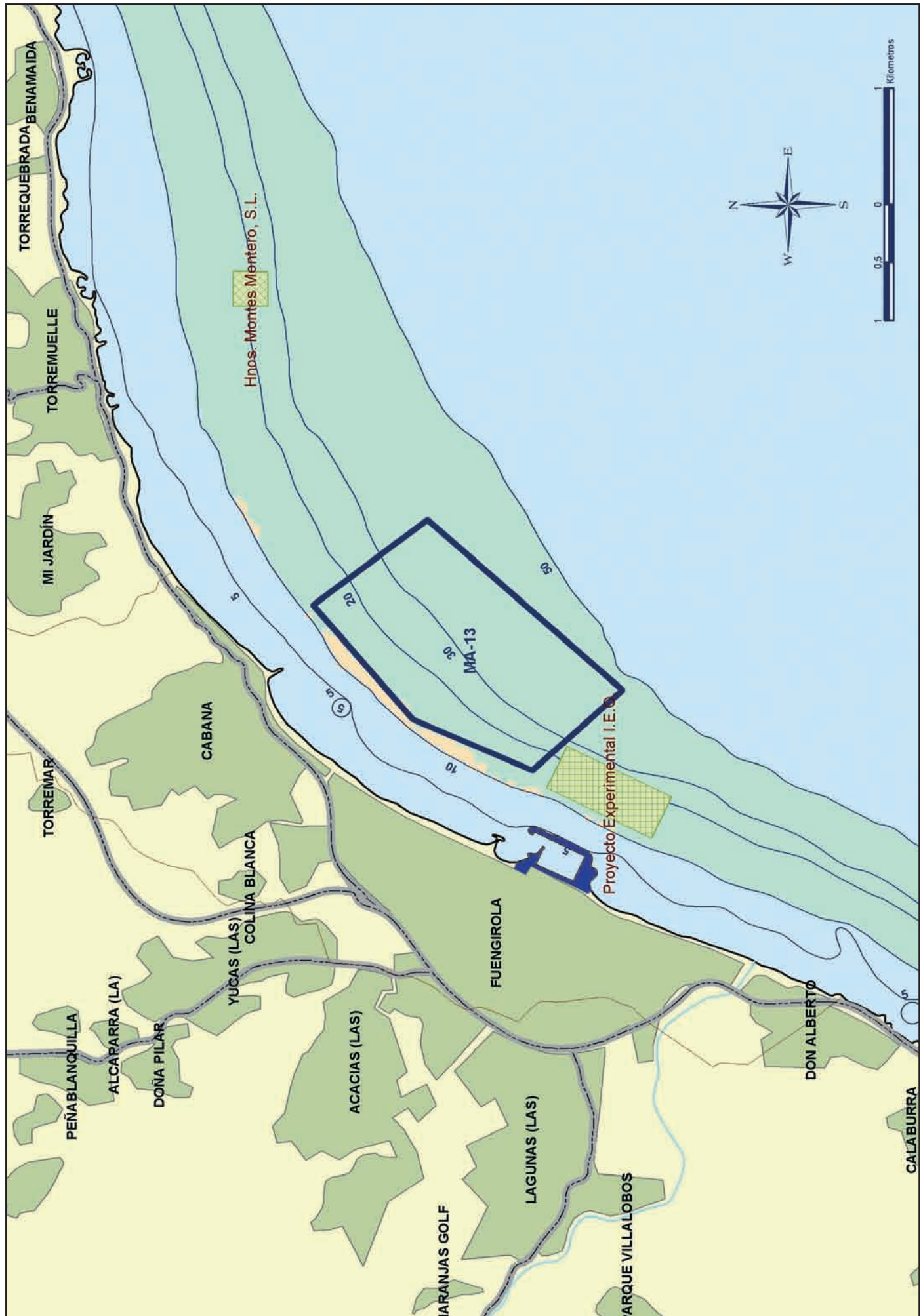
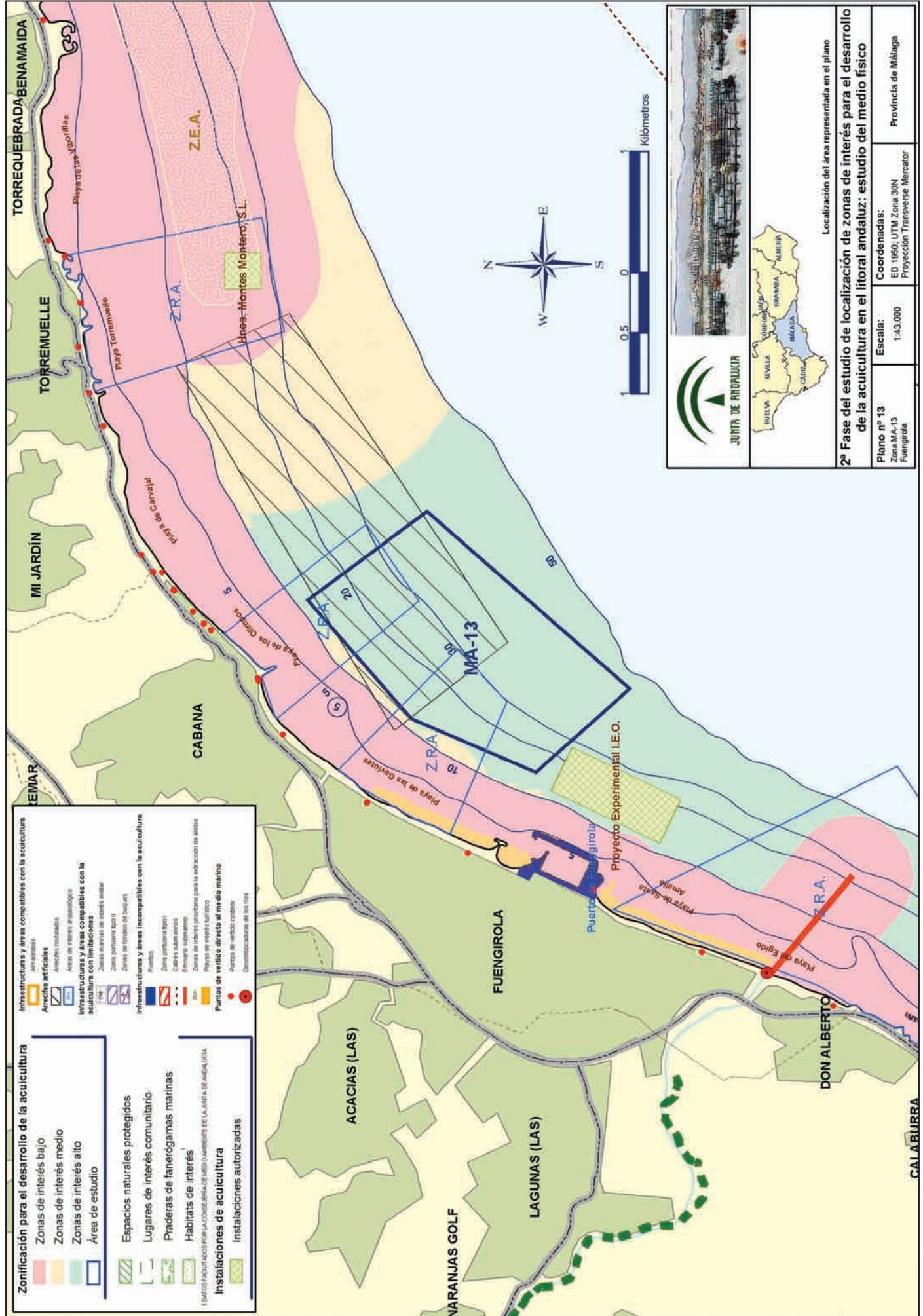


Figura 4.13-37 Valoración final en función de los resultados de la 2ª fase.

Grado de interés Bajo Medio Alto



4.14

ZONA MA-14 (ESTEPONA)



El área MA-14 se corresponde con los términos municipales de Estepona y Marbella, y abarca el tramo de costa comprendido entre los puertos de Estepona (T.M. de Estepona) y José Banús (T.M. de Marbella).

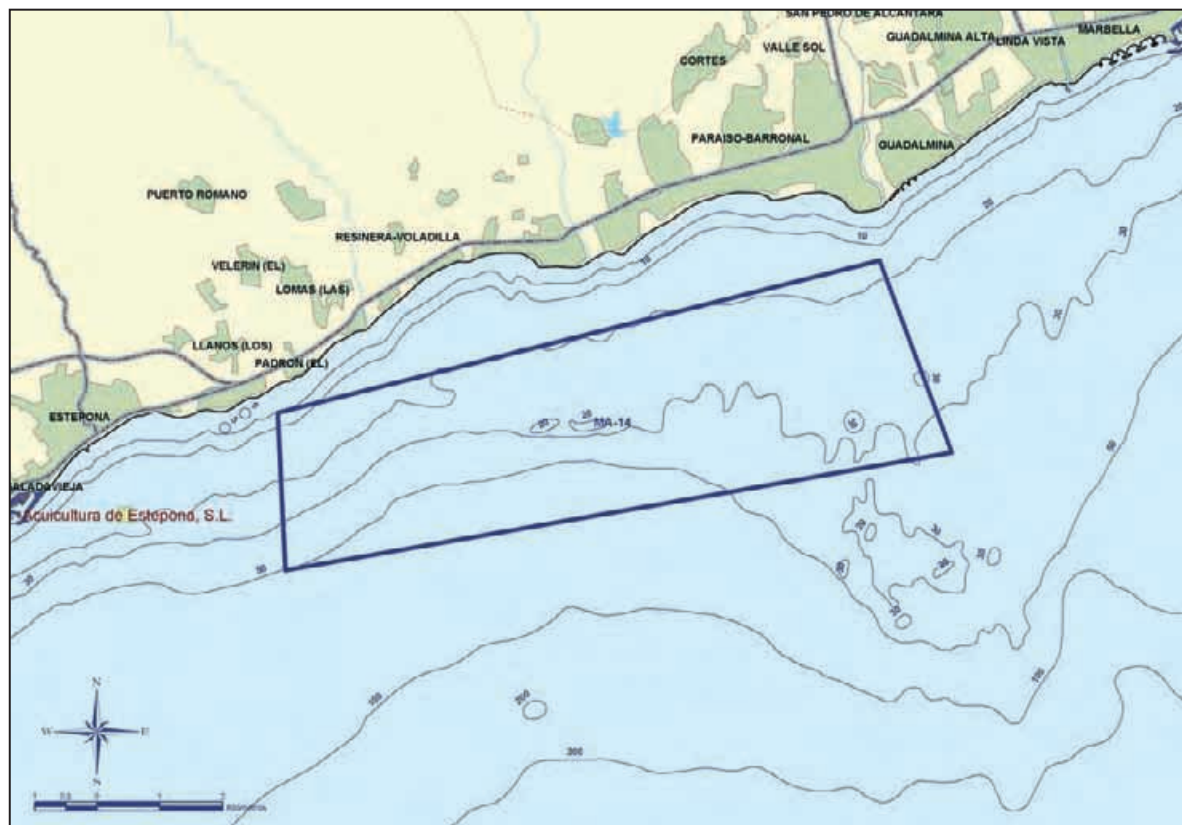


Figura 4.14-1 Zona MA-14 (Estepona) y polígono estudiado.

Los trabajos en esta zona se centraron sobre el polígono situado entre la Punta de la Plata y la Punta de Baños, con profundidades comprendidas entre los 5 y los 50 m y una superficie total aproximada de 2.962 hectáreas (Figura 4.14-1).

4.14.1 Compatibilidad administrativa de la zona.

En las cercanías del polígono de estudio (a poniente del mismo), se localiza una instalación acuícola perteneciente a la empresa Acuicultura de Estepona S.L. (Figura 4.14-3) (ver página 351). Esta instalación acuícola se encuentra ubicada sobre una zona de interés comunitario que recibe el nombre de "Fondos Marinos de la Bahía de Estepona".

Igualmente, en esta área se ha fondeado un arrecife artificial de la Consejería de Agricultura y Pesca, que coincide en parte con el área de estudio. A levante del polígono se localiza otro arrecife artificial instalado en este caso por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

En la zona, existen varias áreas de interés arqueológico una de las cuales afecta en parte a la zona de estudio.

Asimismo, el polígono se ve afectado por el paso de varios cables submarinos que impiden la ubicación de infraestructuras en sus cercanías. Finalmente, hay un emisario que vierte aproximadamente en la mitad del área estudiada.

La valoración del grado de interés de la zona en función de los usos administrativos de la misma es la que se representa en la Figura 4.14-2.

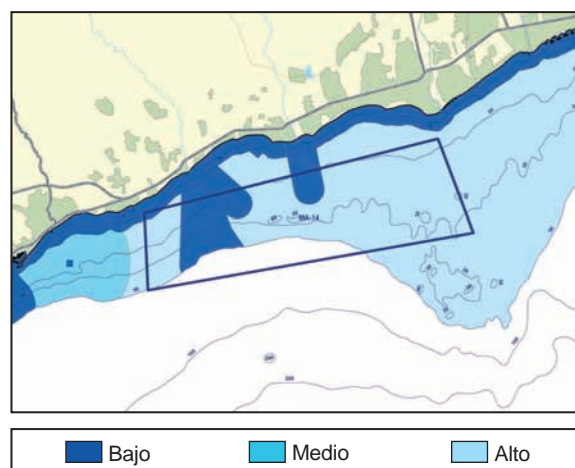


Figura 4.14-2 Grado de interés de la zona MA-14 en función de la compatibilidad administrativa.

4.14.2 Caracterización climatológica.

Según los datos obtenidos de la estación agroclimática de Estepona, pertenecientes a la red de estaciones Agroclimáticas de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, el clima en la zona se corresponde con un clima tipo **Csb** según la clasificación de Köppen. Se caracteriza por ser un clima húmedo y cálido con estación invernal y estival diferenciadas, en verano se detecta una estación seca frente al resto del año.

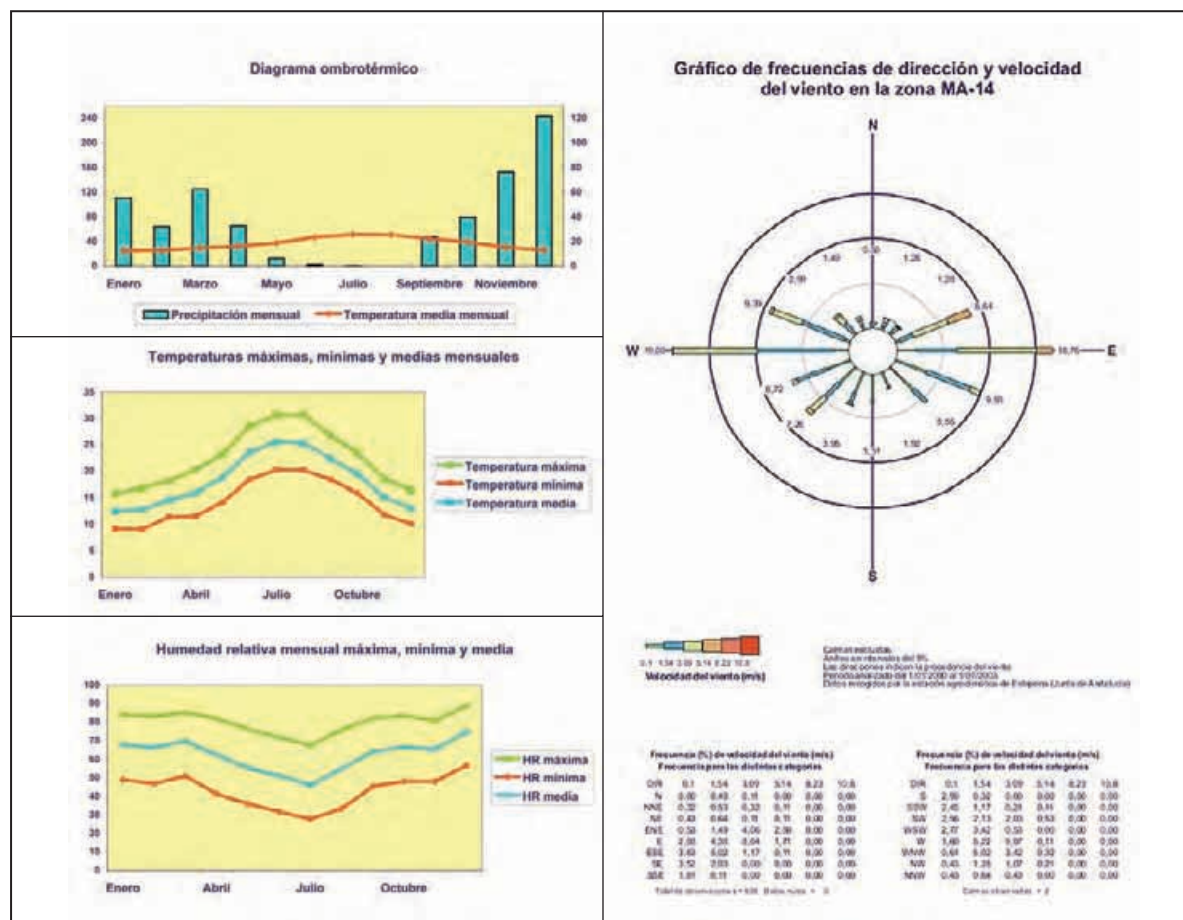


Figura 4.14-4 Características climatológicas de la zona MA-14.

La temperatura media mensual oscila entre los 12,4 °C del mes de enero y los 25,6 °C del mes julio. La temperatura mínima mensual es de 9,1 °C en el mes de febrero. La temperatura máxima mensual es de 30,7 °C en agosto. La precipitación anual es de unos 901,7 mm, concentrándose ésta prácticamente en los seis meses más fríos (760,2 mm) frente a la precipitación recogida en los seis meses más cálidos (141,5 mm).

Los valores de humedad relativa mensuales, mínima, máxima y media, se mantienen bastante constantes a lo largo del año, oscilando en torno al 42,6%, 83,5% y 64,9% respectivamente. No obstante, se detecta un claro descenso de la humedad relativa en los meses de verano.

El régimen de vientos se corresponde con un predominio de vientos flojos a moderados durante todo el año, con dirección predominante de vientos procedentes del E con intensidad media y del W con intensidad media-alta (Figura 4.14-4).

4.14.3 Caracterización física.

4.14.3.1 Batimetría.

La batimetría de la zona presenta una pendiente relativamente suave, algo más elevada en los primeros 10 m de profundidad. La mayor parte del área estudiada se encuentra entre los 20 y los 50 m. El análisis batimétrico de la zona, genera la valoración de la zona en función de este parámetro que es la que se representa en la Figura 4.14-5 (ver página 352).

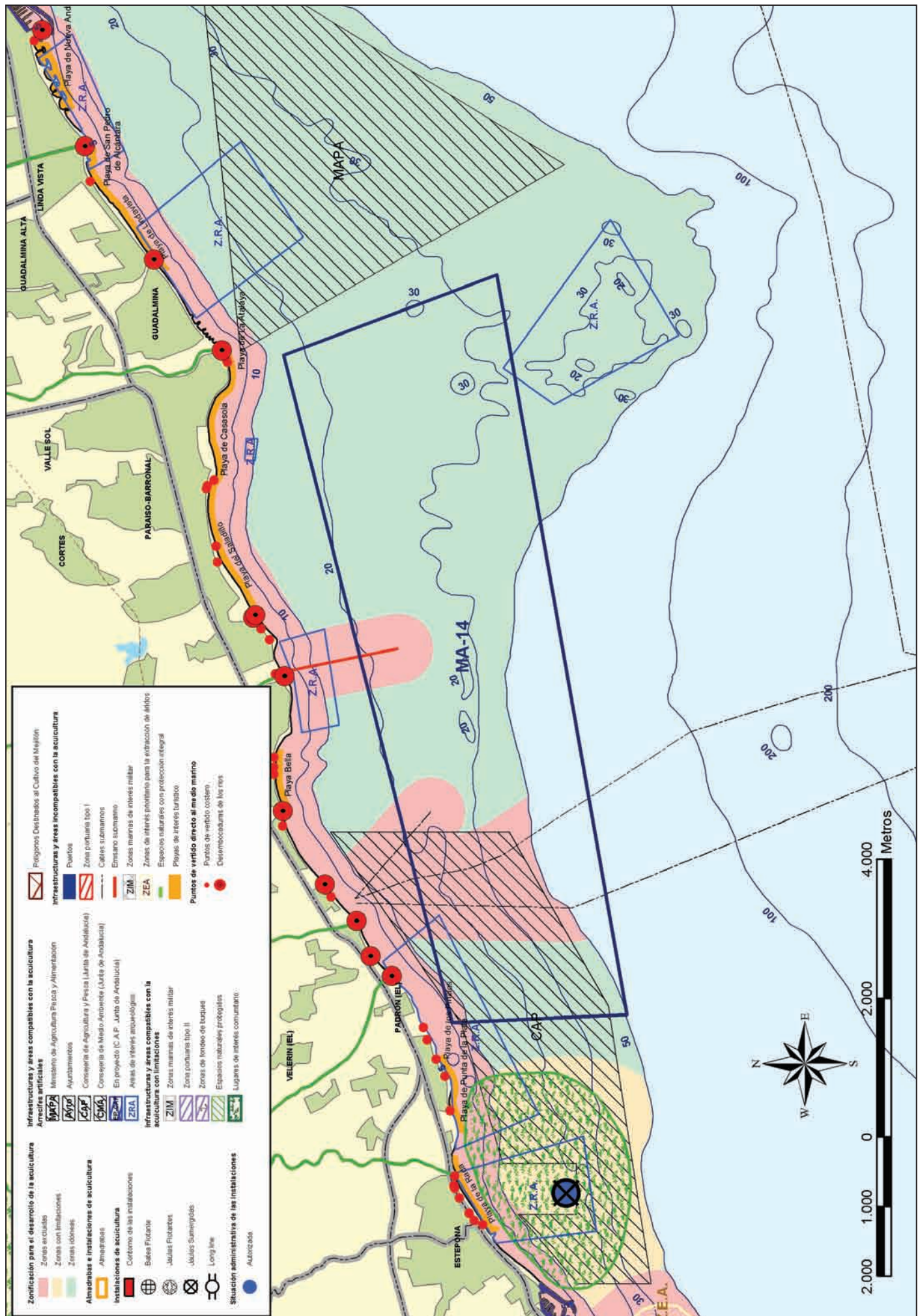


Figura 4.14-3.

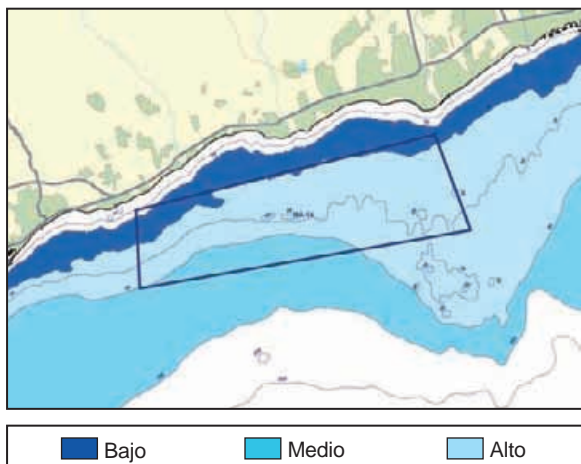


Figura 4.14-5 Valoración del interés de la zona MA-14 en función de la profundidad.

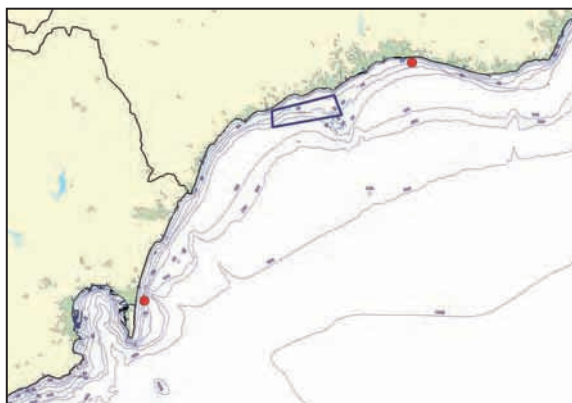


Figura 4.14-6 Localización de los correntímetros instalados en Marbella y La Línea de la concepción, así como del polígono de muestreo utilizado para la caracterización de la zona MA-14.

4.14.3.2 Condiciones oceanográficas.

4.14.3.2.1 Régimen hidrodinámico.

Para conocer el régimen hidrodinámico de la zona en las proximidades de Marbella, AZTI fondeó un correntímetro doppler del tipo AANDERAA RCM-9. El aparato se instaló el 10 de julio del año 2003 en la posición $36^{\circ} 30,035' N$ y $04^{\circ} 52,316' W$, las coordenadas UTM de la posición del correntímetro son: $x = 332.343$ m e $y = 4.041.167$ m. La profundidad del punto de fondeo fue de aproximadamente 21,5 metros y el correntímetro se situó a unos 10,8 metros por debajo de la superficie del mar. Los datos obtenidos por este correntímetro se han contrastado también con los obtenidos por el correntímetro fondeado por AZTI en las proximidades del puerto de la Atunara en la posición de latitud y longitud igual a $36^{\circ} 9,75' N$ y $5^{\circ} 19,33' W$, cuyas coordenadas UTM vienen dadas por $x=291.112$ m (en longitud) e $y= 4.004.535$ m (en latitud). La fecha del fondeo de este correntímetro fue el 30 de octubre de 2003, empezando a registrar datos válidos a partir de las 15:23 horas GMT. La retirada del aparato se realizó el 14 de diciembre, siendo el último dato válido el registrado a las 10:33 horas GMT (Figura 4.14-6).

En la Figura 4.14-7 se presenta el diagrama polar de los datos de corrientes obtenidos para los dos correntímetros, así como la representación de los mismos en forma de rosa de velocidad-dirección.

Asimismo, en las Tabla 4.14-1 y 4.14-2 se presentan los resultados del análisis estadístico del registro de velocidades de la corriente según las direcciones de la misma.

Dirección ⁽¹⁾	Nº medidas	% ⁽²⁾	Vel. Máx ⁽³⁾	Vel. Media ⁽⁴⁾	STD ⁽⁵⁾
N (337.5°)	184	9,76	17,6	4,69	2,55
NE (22.5°)	203	10,76	17,11	5,5	3,53
E (67.5°)	180	9,54	30,8	8,26	5,98
SE (112.5°)	99	5,25	13,69	4,86	3,18
S (157.5°)	81	4,29	8,8	3,89	1,98
SW (202.5°)	155	8,22	13,2	4,83	2,54
W (247.5°)	575	30,49	30,31	9,47	5,7
NW (292.5°)	409	21,69	19,07	6,85	3,54

(1) Sector de dirección (grados)
 (2) Porcentaje de frecuencia en cada sector de dirección (respecto al norte en el sentido de las agujas del reloj)
 (3) Velocidad máxima ($cm \cdot s^{-1}$) en cada sector direccional
 (4) Velocidad media ($cm \cdot s^{-1}$)
 (5) Desviación estándar ($cm \cdot s^{-1}$).

Tabla 4.14-1 Análisis estadístico de la corriente medida, en las proximidades de Marbella.

Dirección ⁽¹⁾	Nº medidas	% ⁽²⁾	Vel. Máx ⁽³⁾	Vel. Media ⁽⁴⁾	STD ⁽⁵⁾
N (337.5° - 22.5°)	177	16,50	12,86	5,15	2,75
NE (22.5° - 67.5°)	142	13,23	14,95	4,91	3,01
E (67.5° - 112.5°)	143	13,33	21,11	5,64	4,07
SE (112.5° - 157.5°)	113	10,53	19,37	4,85	3,29
S (157.5° - 202.5°)	226	21,06	18,75	6,72	4,10
SW (202.5° - 247.5°)	105	9,79	12,13	4,15	2,40
W (247.5° - 292.5°)	77	7,18	8,84	3,61	1,81
NW (292.5° - 337.5°)	90	8,39	10,78	3,43	2,10

(1) Sector de dirección (grados)
 (2) Porcentaje de frecuencia en cada sector de dirección (respecto al norte en el sentido de las agujas del reloj)
 (3) Velocidad máxima ($cm \cdot s^{-1}$) en cada sector direccional
 (4) Velocidad media ($cm \cdot s^{-1}$)
 (5) Desviación estándar ($cm \cdot s^{-1}$).

Tabla 4.14-2 Análisis estadístico de los datos de corriente registrados en Atunara sin tener en cuenta la marea.

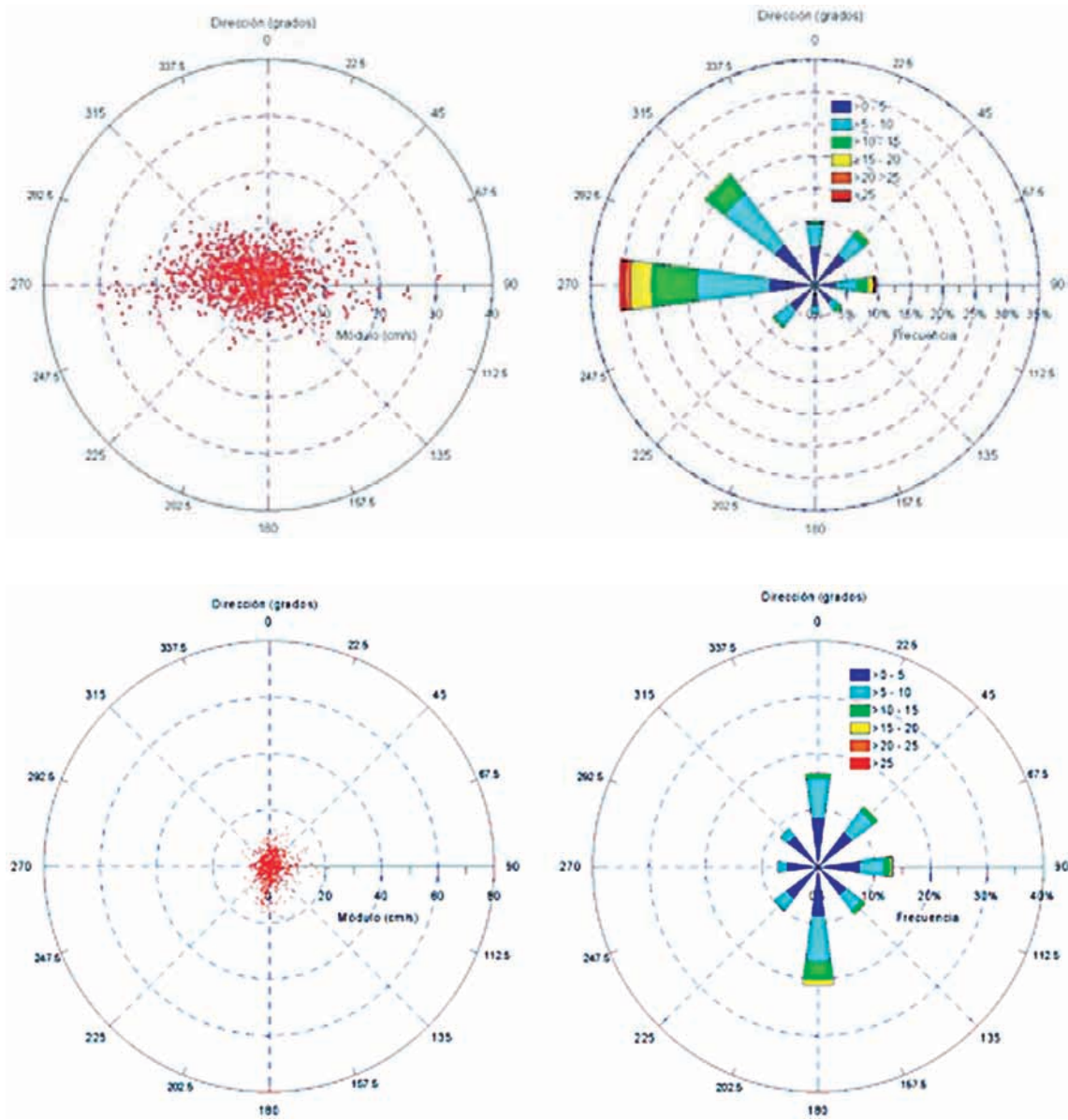


Figura 4.14-7 Velocidades de corriente en $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ con viento del oeste de $25 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a 10 m de profundidad.

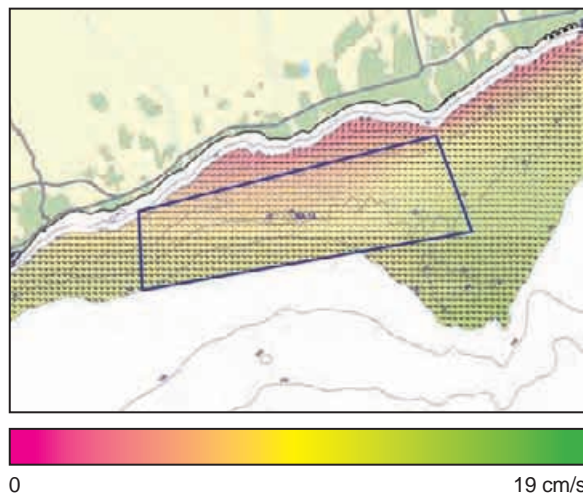


Figura 4.14-8 Velocidades de corriente en $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ con viento del oeste de $25 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a 10 m de profundidad.

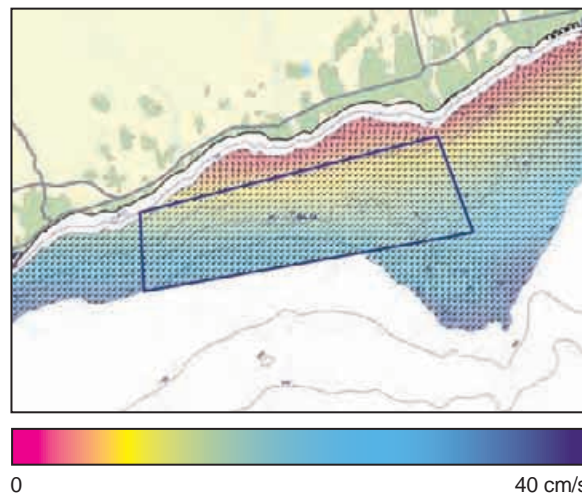


Figura 4.14-9 Velocidades de corriente en $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ con viento del E-NE de $30 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a 10 m de profundidad.

Atendiendo a los resultados de los correntímetros se puede establecer que las corrientes predominantes en la zona MA-14 son hacia el Este, Este-Sureste y hacia la dirección media Oeste-Suroeste.

Las velocidades de las corrientes oscilan entre 0 y 40 cm/s en el caso de la corriente media W-SW y un rango considerablemente menor (0-29 cm/s) en el caso de la corriente E-SE.

Los vientos que han generado las corrientes que se han mencionado anteriormente han resultado ser:

- Viento del Oeste para la corriente hacia el E-SE.
- Viento del E-NE para la corriente hacia el W-SW.

Se ha considerado como representativa, en función de los resultados obtenidos en otros estudios de la costa andaluza, una intensidad media de los vientos en la zona de una velocidad igual a $30 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, en el caso de viento del Este-Noreste, y de $25 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, en el caso de viento del Oeste.

En el caso del viento del Oeste de velocidad igual a $25 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, la corriente media se dirige sensiblemente paralela a la costa, y se ve influenciada por la conformación orográfica de la costa, en particular de la bahía de Marbella que hace girar las corrientes desde el este hacia el Sureste (Figura 4.14-08) (ver página 351).

El valor de la dirección de la corriente obtenido por la simulación numérica, a 10,8 metros de profundidad, es de 55° , que es ligeramente superior a la dirección facilitada por los datos. La corriente es máxima en superficie, con un valor de aproximadamente $7,5 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ y su módulo disminuye con la profundidad hasta aproximadamente 21 metros, con una velocidad de $5 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$; la dirección de la corriente al acercarnos hacia el fondo se mantiene constante debido a la dirección de procedencia del viento (y a la batimetría) y gira hacia el Este al acercarse al fondo.

Con viento del E-NE de velocidad igual a $30 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, la estructura de la solución promediada en la vertical indica un flujo medio de corriente orientado en la dirección W-SW, siguiendo la configuración de la costa (Figura 4.14-09) (ver página 351).

El valor de la dirección de la corriente obtenido por la simulación numérica, a 10,8 metros de profundidad, es de 293° (cuarto cuadrante), que se corresponde apreciablemente con la dirección WNW facilitada por los datos.

La corriente es máxima en superficie, con un valor de $11 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ y su módulo disminuye con la profundidad hasta alcanzar una velocidad poco superior a $7 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ en el fondo; la dirección de la corriente al acercarnos hacia el fondo se mantiene prácticamente constante debido a la conformación orográfica de la costa.

Con los resultados obtenidos en el modelo de simulación de corrientes, la valoración de la zona MA-14 en función de las corrientes dominantes a 10 m de profundidad es la representada en la Figura 4.14-10.

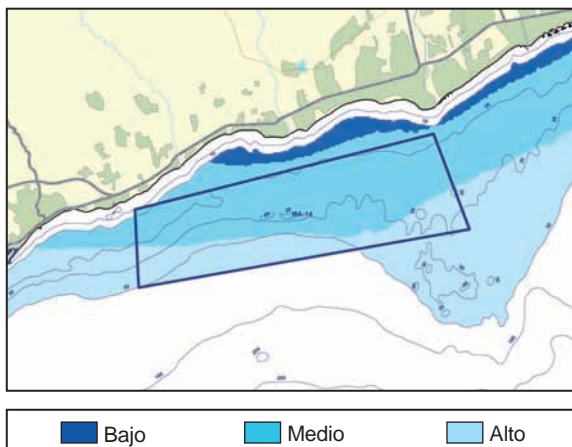


Figura 4.14-10 Valoración del interés de la zona MA-14 en función de las corrientes dominantes a 10 m de profundidad.

4.14.3.2.2 Dispersión de posibles partículas contaminantes.

En la zona MA-14 se localiza una pequeña mancha de *Posidonia oceánica* cerca del área de interés comunitario denominada Fondos marinos de la bahía de Estepona.

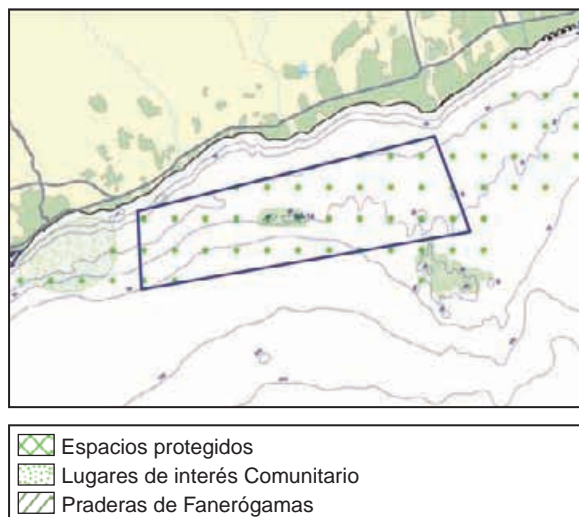


Figura 4.14-11 Localización de la praderas de fanerógamas, espacios protegidos y lugares de interés comunitario en la zona de estudio. Los puntos indican la disposición de hipotéticas instalaciones acuícolas para la realización de los modelos de dispersión.

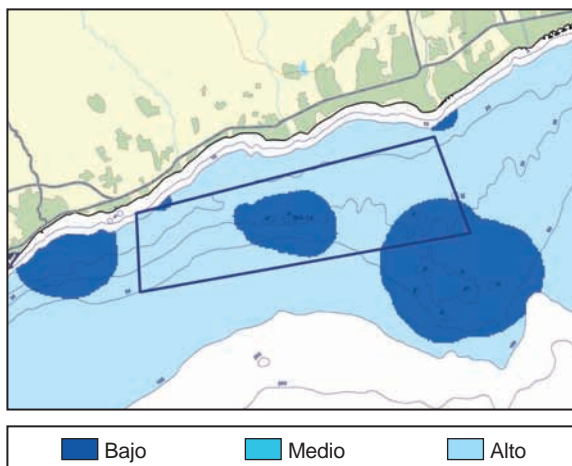


Figura 4.14-12 Valoración del interés de la zona MA-14 en función de la dispersión de posibles partículas contaminantes.

En la Figura 4.14-11 se representan junto a estas zonas, los puntos utilizados para el cálculo de la dispersión de partículas procedentes de hipotéticas instalaciones, a las cuales se les ha determinado el área de dispersión potencial de una partícula de tamaño medio (31µm) en función de la dirección y velocidad de las corrientes dominantes en la zona.

Con los resultados obtenidos en el análisis de modelización, se ha realizado la valoración que se representa en la Figura 4.14-12, donde se aprecia que la dispersión de contaminantes únicamente tiene importancia en la zona cercana a la mancha de *Posidonia oceanica*, resultando la practica totalidad del área estudiada de interés alto desde el punto de vista de este parámetro, exceptuando la zona correspondiente al área de interés comunitario.

4.14.3.2.3 Régimen de oleaje.

El régimen de oleaje, se ha caracterizado partiendo de los datos procedentes de la boya de Alborán (Figura 4.14-13), cuyos registros han dado los resultados que se incluyen en la Tabla 4.14-3 junto con la valoración obtenida para el área que abarca dicha boya.

Parámetro	Descripción del parámetro	Valor registrado	Valoración
PNE1.2m	Probabilidad de No Excedencia para una altura de ola significativa de 1.2 metros (2 m. de altura máxima)	0.87	2
TROE1	Oleaje que produzca daños o deformaciones en las jaulas, hasta el extremo de no garantizar la permanencia de los peces en el interior de la misma. $H_{max} = 6$ m.	$2 < TR < 5$	2
TROE2	Oleaje que produzca graves daños (reparables o no) en la estructura o elementos de fondeo. $H_{max} = 10$ m.	50	2
Valoración Final			2

Tabla 4.14-3 Régimen de oleaje de la zona MA-14.

La valoración final de la zona desde el punto de vista del régimen de oleaje, es de 2, es decir, que para este parámetro, el área MA-14 posee un grado de interés medio.

4.14.3.3 Descripción del sustrato.

Esta zona se caracteriza por una cierta irregularidad en su fondo, tanto desde el punto de vista fisiográfico y batimétrico, como sedimentológico (Figura 4.14-14).

El sedimento predominante es arena, pero, según los sectores, presenta diferentes contenidos en otras fracciones. Así, al NE predomina la arena que, hacia el Norte pasa lateralmente a grava. Hacia el Oeste de la zona, predomina la arena-gravosa que, hacia el Norte pasa a arena y hacia el NO a grava-arenosa.

En el sector central y más profundo de la zona, a más de 50 m, predomina la arena fangosa.

El contenido en grava en las muestras siempre es importante, hasta el 70% en algunos casos, inclusive en las zonas arenosas, hasta el 22%, y arenoso-fangosas, hasta el 9%. El limo es el principal componente de la fracción fango, hasta el 36%, mientras que la arcilla lo hace en mucha menor proporción, hasta el 10%.

Las muestras presentan valores de la desviación típica entre 0,3 y 2,2, correspondientes a sedimentos bien clasificados y mal clasificados respectivamente. Las curvas de distribución de tamaños de grano presentan carácter unimodal en el caso de las muestras arenosas y bimodal o polimodal en el caso de muestras con un cierto contenido en grava u otras fracciones.

La dinámica sedimentaria de estos fondos, se caracteriza por una importante influencia del fondo, donde se aprecia isobatas recortadas, reflejo de una topografía relativamente abrupta, con pequeños valles y canales submarinos, que dan lugar a afloramientos del sustrato rocoso del fondo y que también influyen en la dirección y velocidad de las corrientes de fondo, que se aceleran en los canales.

La zona presenta un régimen deposicional controlado por la acomodación, baja tasa de sedimentación y predominio de sedimentos gruesos. Los materiales del fondo sufren la constante acción de las corrientes generadas por el oleaje y la subsecuente erosión de finos.

Hacia fondos más profundos, tranquilos y alejados de la costa, entre las isobatas de 40 y 50 m, el régimen deposicional cambia, predominando ahora el depósito de finos (arena-fangosa), procedentes, tanto del lavado y erosión de los depósitos presentes en fondos menos profundos, como de los aportes de ríos y arroyos cercanos.



Figura 4.14-13 Situación de la Boya de Alborán respecto a la zona MA-14 (flecha naranja).

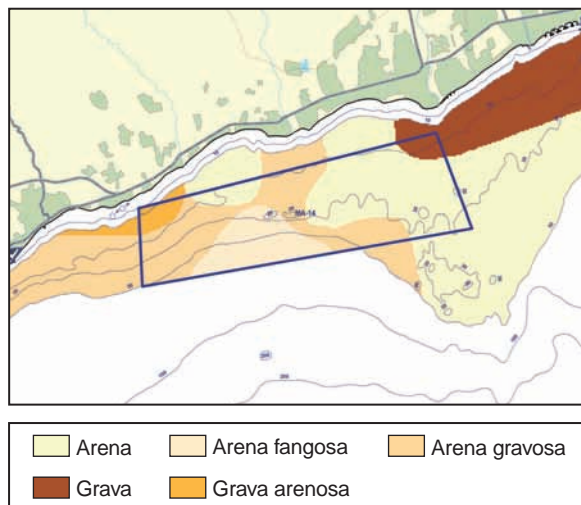


Figura 4.14-14 Tipo de sedimento existente en la zona de estudio.

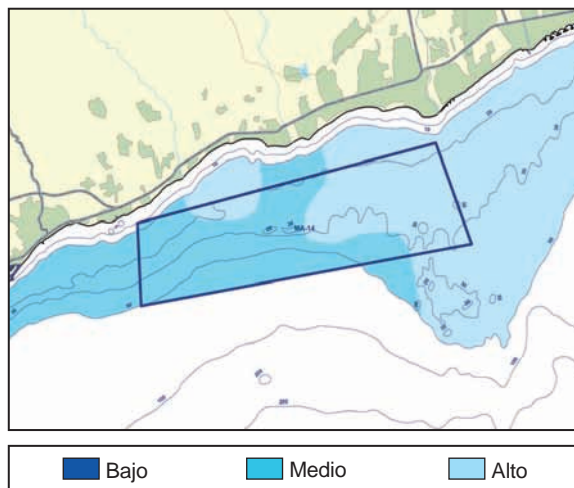


Figura 4.14-15 Valoración del interés de la zona MA-14 en función del tipo de sustrato existente.

La valoración final de la zona en función del tipo de sedimento es la que se representa en la Figura 4.14-15.

4.14.3.4 Calidad de aguas.

4.14.3.4.1 Condiciones físico químicas.

– Temperatura

La temperatura superficial registrada en la zona de estudio durante los dos muestreos realizados se representa en las Figuras 4.14-16 y 4.14-17. Destaca las diferencias que se dan en las dos estaciones, obteniéndose valores de entre 16 y 17°C en marzo, mientras que en agosto los valores llegan a ser de hasta 25°C.

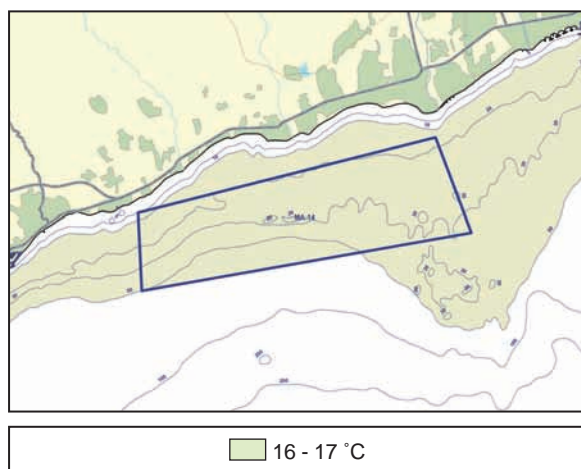


Figura 4.14-16 Temperatura superficial para la zona MA-14 en el muestreo de marzo de 2003.

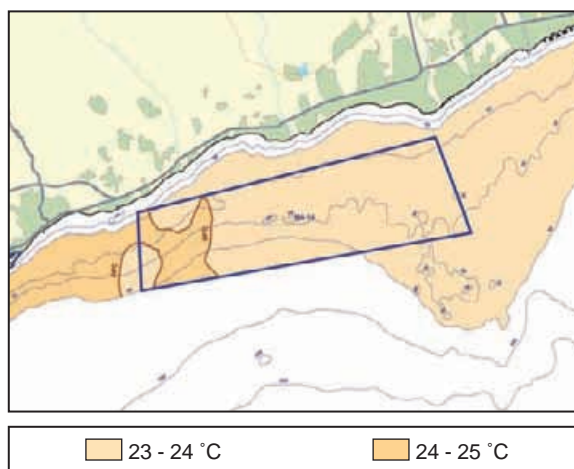


Figura 4.14-17 Temperatura superficial para la zona MA-14 en el muestreo de agosto de 2003.

En este mes se detecta un aumento de temperatura en la zona a medida que nos desplazamos más hacia el Suroeste. Los valores medios encontrados en los últimos diez años a través del satélite (Figura 4.14-18) muestran como la temperatura máxima registrada en la zona se da en el mes de agosto donde se llega a alcanzar una media de unos 20 a 21°C. Siendo la menor temperatura detectada la que corresponde al mes de febrero con medias de 15°C.

Los resultados mensuales representados en el gráfico hacen esperar que los valores medios mensuales más bajos no sean inferiores a 13 °C.

Con los resultados obtenidos en las estaciones muestreada de forma discreta, se han elaborado los perfiles de temperatura expuestos en la Figura 4.14-19. En ellos se puede observar como en marzo la columna de agua mantiene constantes con la profundidad los valores registrados en la superficie.

Este típico perfil invernal se contrapone al detectado en agosto donde los valores de temperatura van variando con la profundidad, registrándose temperaturas que van desde los 22 a los 25°C, dependiendo de la estación, a los 15°C que se detectan en las estaciones más profundas.

Las estaciones más someras muestran una termoclina mucho más marcada donde el descenso de la temperatura se realiza de una forma más rápida. En estaciones más profundas esta termoclina se suaviza bastante produciéndose un descenso paulatino al aumentar la profundidad.

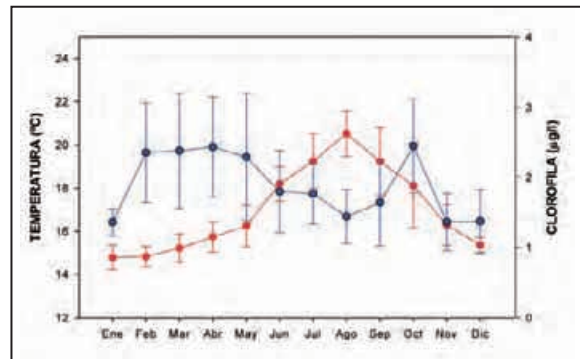


Figura 4.14-18 Promedio mensual de temperatura (rojo) y clorofila (azul) para la zona MA-14 durante los años del 94 al 03 para temperatura y entre el 98 y el 02 para la clorofila. Datos de los sensores AVHRR y SeaWiFS. Las barras representan \pm error estándar.

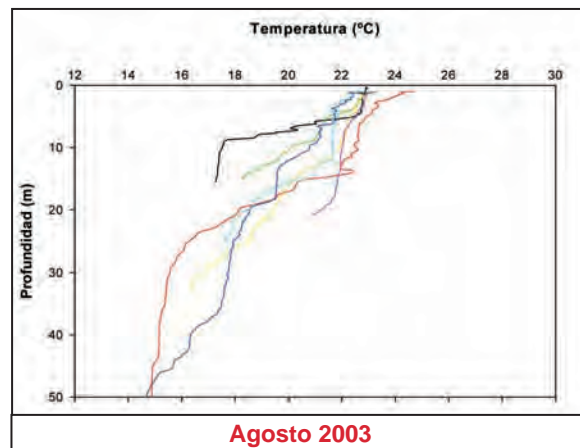
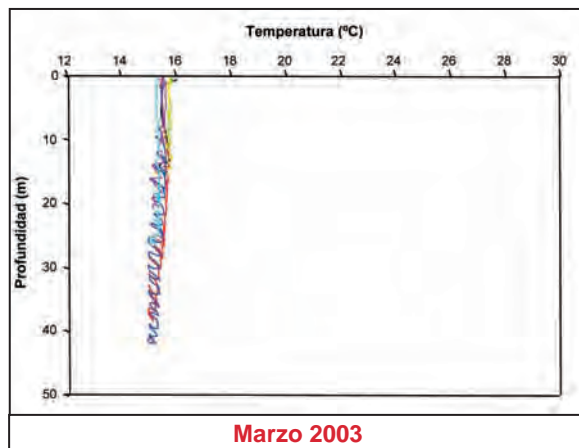


Figura 4.14-19 Perfiles de temperatura en las estaciones muestreadas en la zona MA-14.

– Salinidad

Los valores de salinidad encontrados en los dos muestreos realizados (Figura 4.14-20), muestran poca diferencia entre los meses de agosto y marzo. Los rangos alcanzados por esta variable para los dos muestreos se encuentran entre 36 ups y 37 ups.

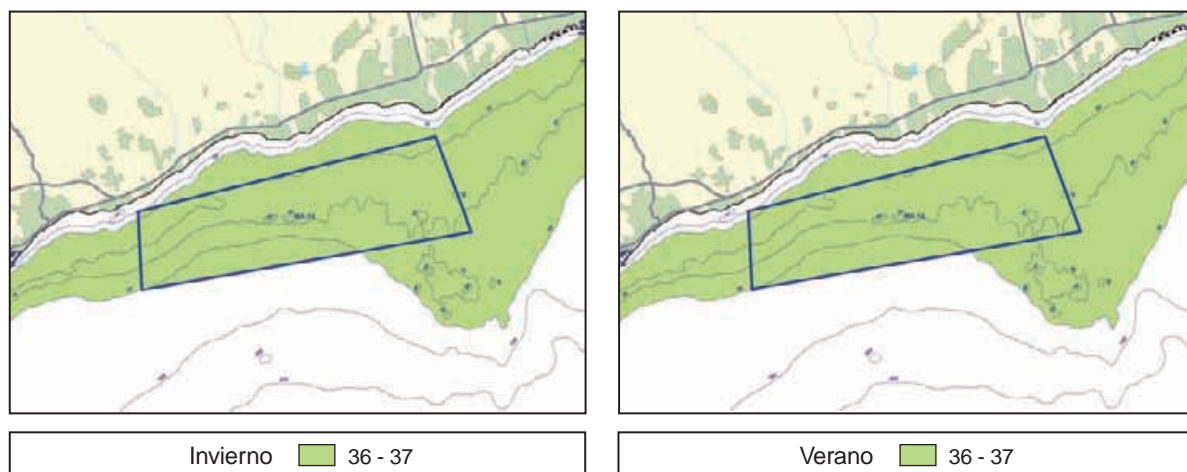


Figura 4.14-20 Salinidad superficial para la zona de muestreo MA-14 en los dos muestreos realizados.

Los perfiles verticales de cada una de las estaciones (Figura 4.14-21) corroboran lo anteriormente expuesto, los valores en superficie para marzo y agosto se encuentra alrededor de 36 ups. encontrando en marzo valores similares en toda la

columna al igual que sucedía con la temperatura. Por el contrario en agosto se deja sentir el efecto de la termoclina encontrando una clara picnoclina situada entre superficie y unos 20 m de profundidad. Aumentando luego estos valores en profundidad hasta llegar a alcanzar valores algo superiores a 36,5 psu pero sin superar en ningún caso 37 psu.

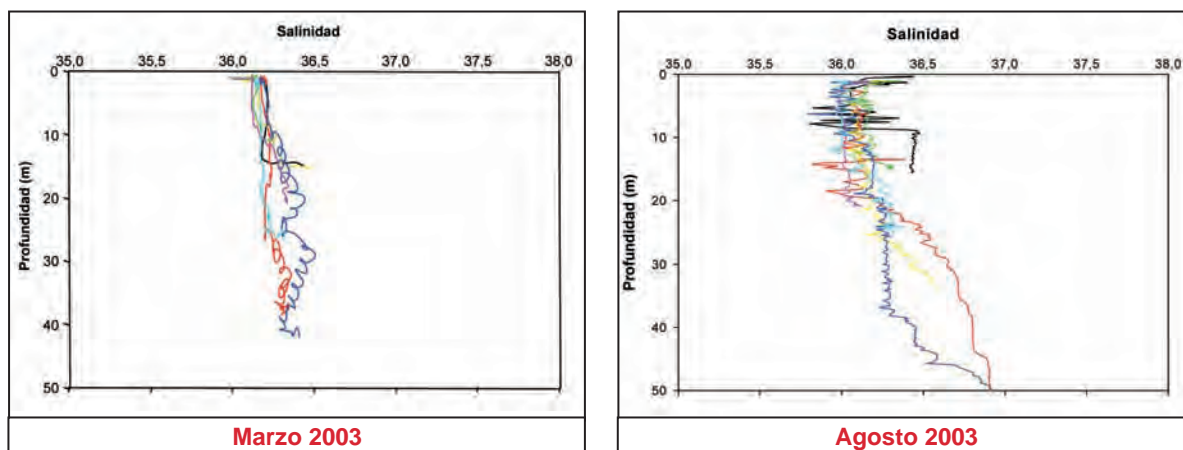


Figura 4.14-21 Perfiles de salinidad obtenidos en las estaciones de muestreo de la zona MA-14.

– Clorofila

Los valores de fluorescencia registrados de forma continua (Figuras 4.14-22 y 4.14-23) muestran una mayor concentración de clorofila en el muestreo realizado en marzo que en el llevado a cabo en agosto.

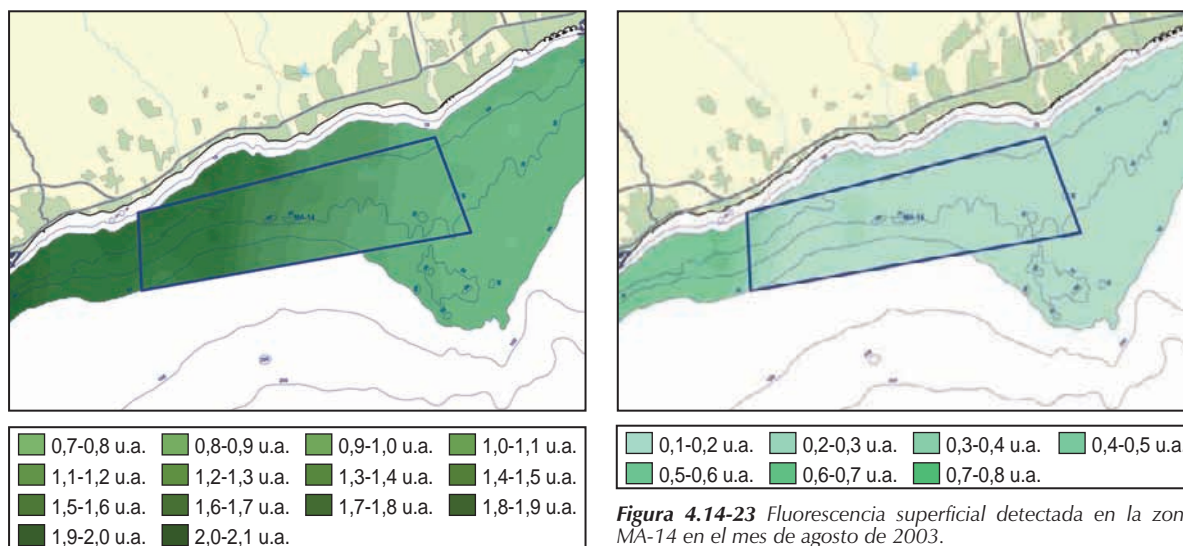


Figura 4.14-22 Fluorescencia superficial detectada en la zona MA-14 en el mes de agosto de 2003.

Figura 4.14-23 Fluorescencia superficial detectada en la zona MA-14 en el mes de agosto de 2003.

Los registros realizados durante la derrota del barco muestran valores en marzo de entre 0,7 a 2,1 u.a. En agosto estos niveles decrecen hasta rangos de entre 0,1 y 0,8 u.a., aumentando la concentración en ambos muestreos a medida que nos desplazamos hacia el Suroeste.

Estos datos se manifiestan también en los promedios mensuales de los datos de satélite (Figura 4.14-18) (ver página 357). En ellos se observa como los valores más altos son registrados en los meses entre febrero y abril donde se dan valores medios cercanos a los 2 mg/m³. En agosto estos valores son inferiores, no sobrepasan los 1,5 mg/m³.

Los perfiles de fluorescencia, para cada una de las estaciones muestreadas en el mes de agosto, se muestran en

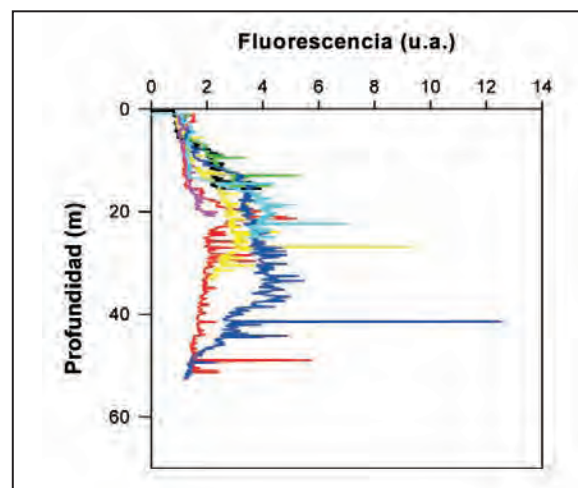


Figura 4.14-24 Perfiles de fluorescencia para las estaciones muestreadas en la zona MA-14.

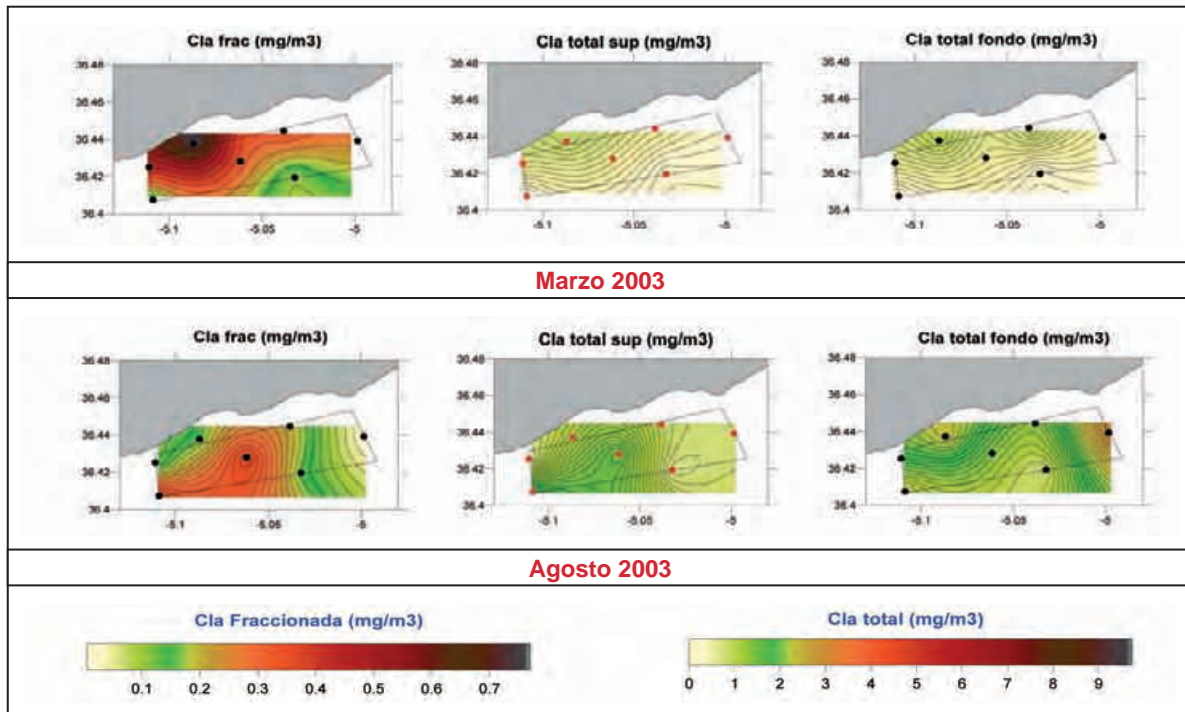


Figura 4.14-25 Clorofila fraccionada y total en superficie y fondo para la zona MA-14.

la Figura 4.14-24. En ellos se observa una concentración en superficie de 1 u.a., aumentando en profundidad hasta alcanzar valores máximos de 12 u.a. a unos 40 metros de profundidad. El aumento de clorofila en profundidad en agosto también queda puesto de manifiesto en los datos de clorofila obtenidos de forma discreta (Figura 4.14-25).

En ellos se observa como en marzo los valores encontrados entre superficie y fondo son similares, mientras que en agosto aumenta considerablemente el nivel en fondo con respecto al de superficie alcanzando concentraciones de hasta 2,5 mg/m³.

– Sólidos en suspensión

El coeficiente de atenuación en superficie muestra una mayor concentración de sólidos en suspensión en el mes de agosto (Figuras 4.14-26 y 4.14-27). En marzo se registró entre 1 y 3 m⁻¹, aumentando en agosto estos niveles hasta 10 m⁻¹.

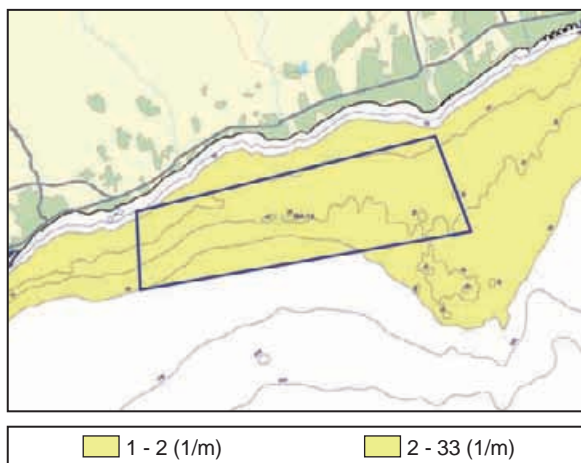


Figura 4.14-26 Coeficiente de atenuación para la zona MA-14 en marzo de 2003.

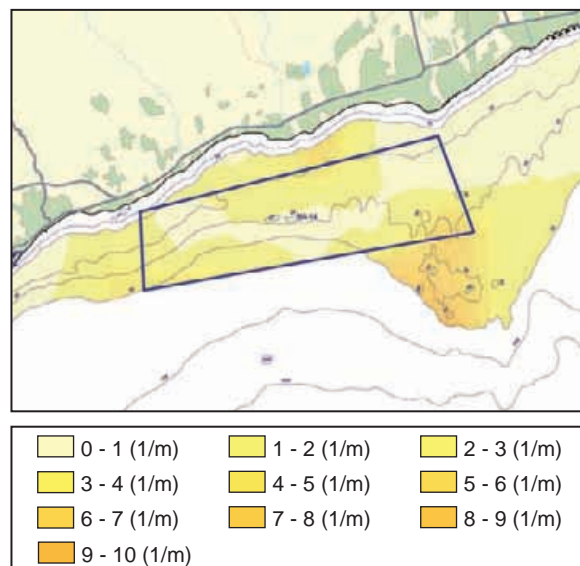


Figura 4.14-27 Coeficiente de atenuación para la zona MA-14 en agosto de 2003.

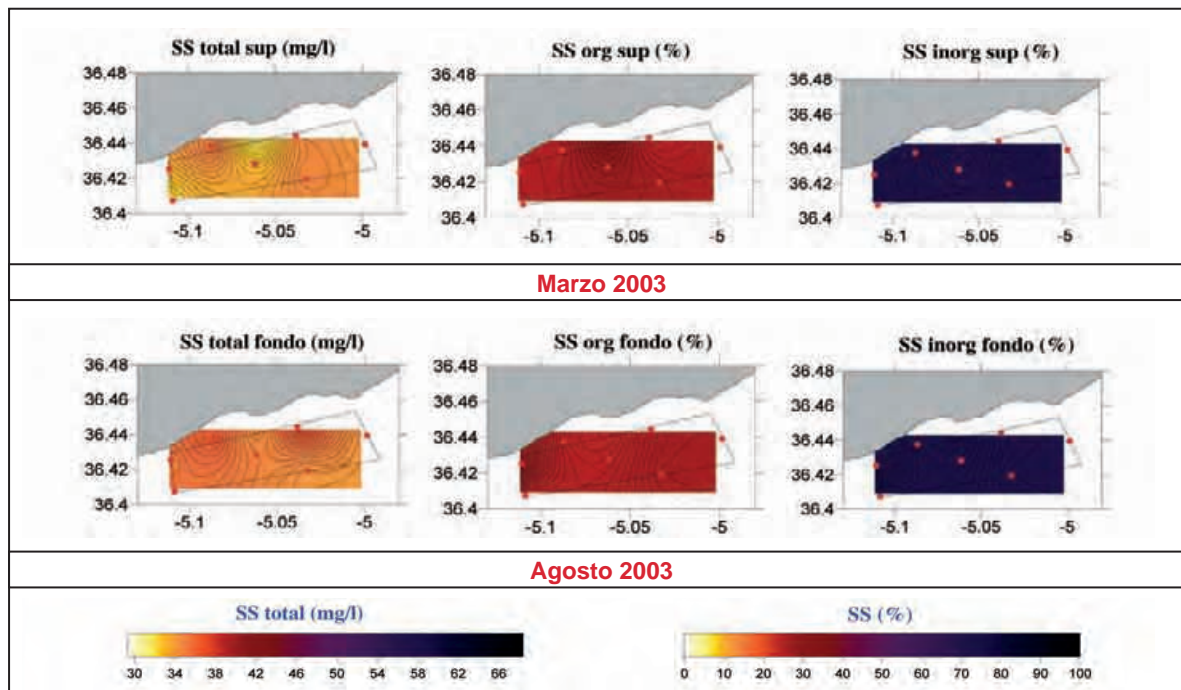


Figura 4.14-28 Sólidos en suspensión en superficie y fondo para las estaciones muestreadas en marzo de 2003 en la zona MA-14.

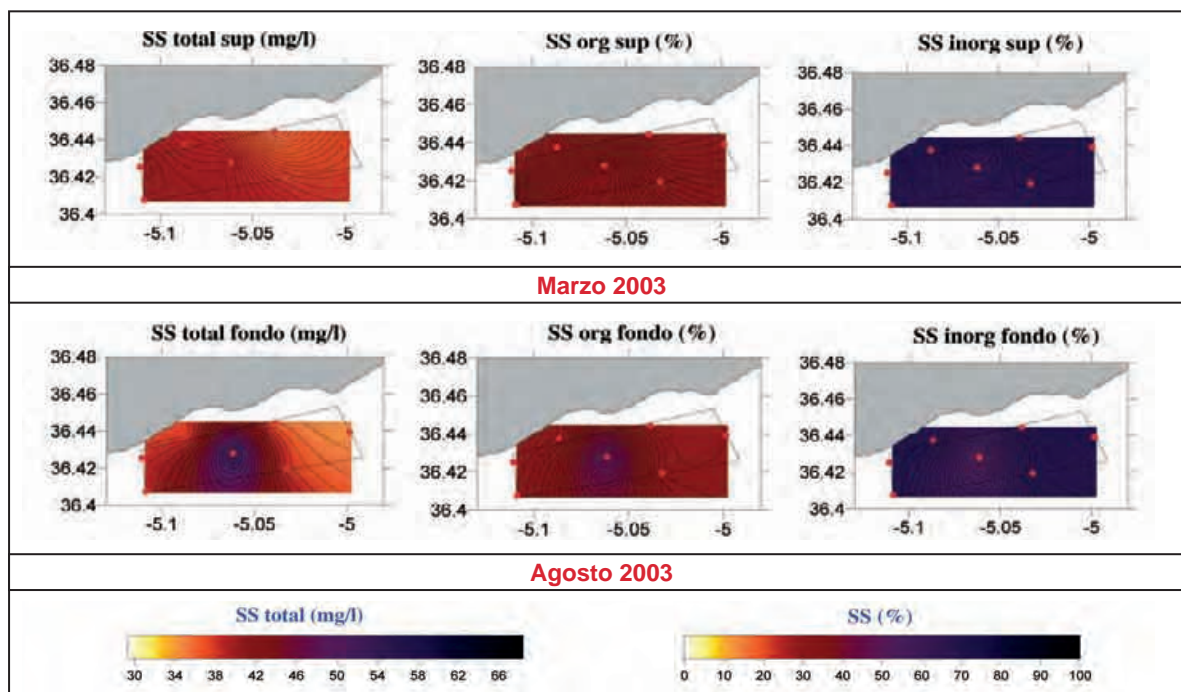


Figura 4.14-29 Sólidos en suspensión en superficie y fondo para las estaciones muestreadas en agosto de 2003 en la zona MA-14.

Las concentraciones encontradas en los muestreos realizados de forma discreta en cada uno de los puntos, confirman la mayor concentración de sólidos en suspensión en el mes de agosto y para los valores de fondo (Figuras 4.14-28 y 4.14-29). En el caso de los muestreos discretos, se detecta el punto de emisión del colector submarino que vierte en la zona.

Los sólidos en suspensión en el mes de agosto experimentan un incremento en fondo justo en la zona donde está ubicado el emisario.

De igual manera el porcentaje de sólidos de naturaleza orgánica se incrementa en este mismo punto. Las concentraciones en las zonas colindantes con el emisario alcanzan valores entorno a los 38 y 40 mg/l, registrándose en la misma boca del emisario concentraciones de hasta 54 mg/l.

– Oxígeno

Las concentraciones de oxígeno disuelto para el mes de agosto se muestran en la Figura 4.14-30.

Los valores encontrados en superficie rondan entre 6 y 6,5 mg/l, aumentando en profundidad hasta llegar a alcanzar los 7,5 mg/l a profundidades comprendidas entre los 5 y los 20 m, disminuyendo a medida que sigue aumentando la profundidad hasta alcanzar valores cercanos a 5,5 mg/l a profundidades superiores a los 50m.

Con los resultados obtenidos en referencia a las condiciones físico-químicas del agua en el área de Fuengirola (Zona MA-14), se pueden realizar las siguientes consideraciones:

1. La temperatura registrada en la zona de estudio se encuentran siempre por encima del umbral crítico para las especies que se pretenden cultivar. Por tanto no deben producirse problemas en el cultivo como consecuencia de esta variable.
2. La salinidad se encuentra dentro de los rangos óptimos y no experimenta variaciones significativas.
3. La clorofila no llega a niveles altos, siendo incluso más baja que en otras zonas muestreadas.
4. Los sólidos en suspensión aunque de manera puntual alcanza valores relativamente altos, las concentraciones máximas detectadas no deberían suponer problemas para al actividad acuícola en sí.
5. Los valores de oxígeno se encuentran a unas concentraciones óptimas para las especies objeto del estudio. Los valores de temperatura se encuentra dentro de unos intervalos óptimos para la actividad que se pretende desempeñar. La temperatura más baja que cabría esperar en la zona es de 13°C lo que esta por encima de los 10°C que es la temperatura por debajo de la cual empezarían a aparecer problemas.

La integración de todos los resultados descritos anteriormente en un índice de calidad de agua, y su representación cartográfica, da como resultado la imagen representada en la Figura 4.14-31

El índice de calidad para la zona MA-14 alcanza valores comprendido entre 6,4 y 8,2 en una escala de 0 a 10. Se produce una graduación del índice de calidad de mayor a menor desde la zona Este hacia el Oeste y de Norte a Sur.

Finalmente la clasificación de la zona en función de su grado de interés desde el punto de vista de la calidad de agua da como resultado que la mayor parte de la zona posee un grado de interés alto, exceptuando un pequeño área al zona SW, donde la calidad del agua era menor y por tanto el grado de interés es medio (Figura 4.14-32).

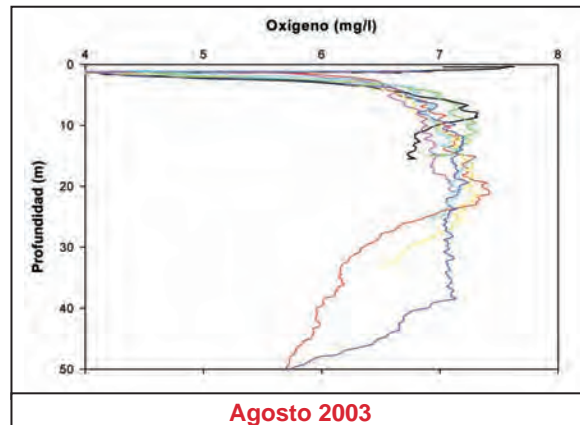


Figura 4.14-30 Perfil vertical de oxígeno en las estaciones muestreado en la zona MA-14.

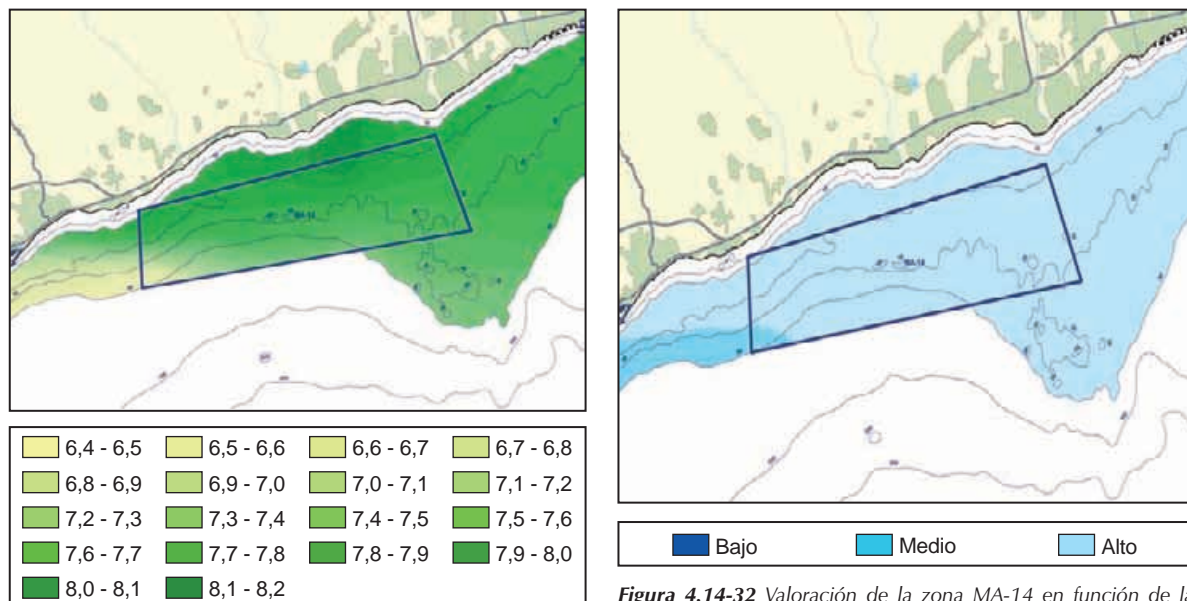


Figura 4.14-31 Índice de calidad de agua para la zona de estudio.

Figura 4.14-32 Valoración de la zona MA-14 en función de la calidad del agua.

4.14.3.4.2 Condiciones sanitarias.

El área estudiada abarca parte de las zonas de producción de moluscos bivalvos y gasterópodos AND 1-27 al SW AND 1-28 en el centro y AND 1-29 al E (Figura 4.14-33). Los resultados obtenidos de los análisis realizados en el control sanitario de esta zona durante los años 2000 a 2002 son los siguientes:

- Contaminación bacteriana:

Los resultados microbiológicos obtenidos en el control sanitario en las zonas de producción coincidentes con el área de estudio durante los años 2000, 2001 y 2002 han presentado varios meses en los que la contaminación por coliformes fecales y *E. coli* estaba por encima de los valores permitidos sobre todo en el año 2003. Si embargos estas situaciones se han producido aisladamente.

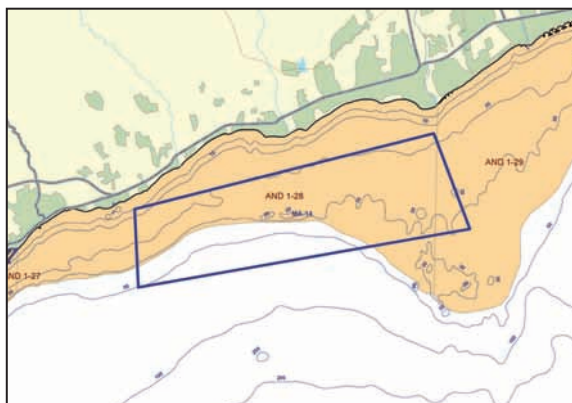


Figura 4.14-33 Zonas de producción de moluscos bivalvos, gasterópodos y equinodermos coincidentes con el área estudiada.

Zona AND 1-27 (Concha fina)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000												
2001												
2002												

Zona AND 1-28 (concha fina)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000												
2001												
2002												

Zona AND 1-29 (concha fina)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000												
2001												
2002												

Coliformes fecales y *E. Coli* por encima del límite

Tabla 4.14-4 Meses en los que los análisis del control sanitario han dado valores de contaminación bacteriana superiores a los permitidos en los años 2000 a 2002.

- Contaminación por toxinas:

Zona AND 1-27 (concha fina/corruco/vieira)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000												
2001												
2002												

Zona AND 1-28 (vieira)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000												
2001												
2002												

Zona AND 1-29 (corruco/concha fina/vieira)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000												
2001												
2002												

DSP PSP ASP

Tabla 4.14-5 Meses en los que los análisis del control sanitario han dado valores de contaminación por toxinas superiores a los permitidos en los años 2000 a 2002.

Como se puede comprobar en la Tabla 4.14-5, la contaminación por toxinas, especialmente por ASP (toxina amnésica), ha sido habitual en las zonas a lo largo de prácticamente todo el año durante el periodo 2000 a 2003. Así mismo,

también son habituales los valores de PSP (toxina paralizante) por encima de los permitidos. Ocasionalmente se han detectado también valores de DSP (toxina diarreica) superiores a los permitidos en las tres zonas.

Estos resultados sugieren que la zona MA-14 no resulte especialmente apropiada para el cultivo de moluscos bivalvos ya que, la aparición de toxinas en una zona de producción en concentraciones superiores a las permitidas, supone la prohibición de extracción y comercialización de moluscos hasta que no se alcancen los valores normales.

4.14.4 Caracterización bionómica.

Se caracteriza por la heterogeneidad de sus fondos, propiciado por la abundancia de bajos rocosos, originando una batimetría irregular, con profusión de afloramientos de materiales duros (Figura 4.14-34).

Estos últimos actúan como diques que retienen y clasifican sedimentos de diversa naturaleza. Esto conlleva una variabilidad espacial de las comunidades, habiéndose detectado las siguientes biocenosis:

- **Biocenosis de rodófitas calcáreas incrustantes o de coralígeno y precoralígeno (RCI):** En el vértice NW, en una zona entre los 10 y 20 metros de profundidad. Los datos de diversidad y abundancia son elevados, siendo los pequeños crustáceos los organismos predominantes entre la fauna. Total ausencia de bivalvos en las muestras.
- **Sustratos rocosos con comunidades degradadas y parcialmente cubiertas de sedimentos finos (RDS):** En la zona central más somera, ocupa una pequeña extensión entre 20 y 25 metros. Tanto diversidad como abundancia arrojan valores muy bajos, siendo nulo el porcentaje de bivalvos.
- **Biocenosis de lechos rocosos, grutas semioscuras y extraplomos (RGE):** En el vértice NE se localizan lajas rocosas con formas complejas. No se trata de una comunidad completamente desarrollada, como lo evidencian los valores medios de diversidad y bajos de abundancia, hasta el punto de poder ser incluida en el apartado anterior, aunque en casos muy puntuales, y debido a la presencia de grutas y extraplomos, se dan espectaculares aumentos de complejidad y desarrollo de esta biocenosis.
- **Fondos Detríticos Costeros (FDC):** Alojada entre las zonas rocosas anteriores, y separando a éstas de los sedimentos fangosos, los fondos detríticos de este polígono suponen una banda de transición entre ambos ambientes, y es en ella donde hallamos los valores más elevados de abundancia y diversidad. Apenas existen diferencias entre las bandas oriental y occidental si se consideran tan solo estos parámetros, en cambio la proporción de moluscos es nula en la primera, mientras la segunda ofrece valores medios y altos.
- **Fondos Detríticos Enfangados (FDE):** En la parte central y más profunda del polígono (30 – 65 metros). Abundancia, diversidad y porcentaje de bivalvos reflejan valores elevados. Anélidos y bivalvos son los grupos más representados entre la fauna.
- **Arenas Finas Calibradas (AFC):** Hacia la zona central y a profundidades de 20 a 30 metros se localizan depósitos de arenas bien clasificadas. En ellas la diversidad y abundancia son altas, siendo varios grupos de pequeños crustáceos los principales contribuyentes de esta riqueza. Los bivalvos apenas suponen el 3% de la fauna muestreada.

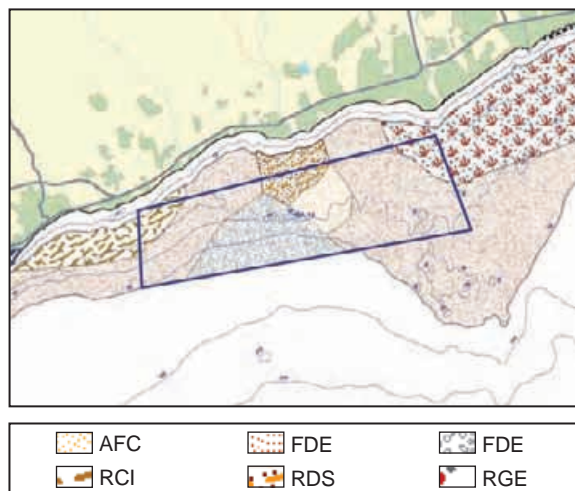


Figura 4.14-34 Tipo de comunidades detectadas en la zona. Los puntos señalan las estaciones de muestreo. RCI = Biocenosis de rodófitas calcáreas incrustantes o de coralígeno y precoralígeno; RDS = Sustratos rocosos con comunidades degradadas y parcialmente cubiertas de sedimentos finos; RGE = Biocenosis de lechos rocosos, grutas semioscuras y extraplomos; FDC = Biocenosis de fondos detríticos costeros; FDE = Biocenosis de fondos detríticos enfangados.

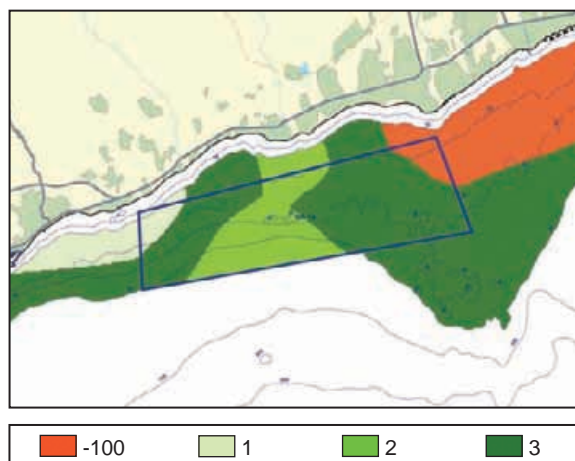


Figura 4.14-35 Valoración de la zona MA-14 en función del tipo de comunidad.

Los valores obtenidos para su inclusión en el índice final, por lo que respecta a los tipos de comunidad existentes son los que se representan en la Figura 4.14-35, la mayor parte de la zona como se puede observar tiene un valor medio - alto para este parámetro, si bien en la zona NE,

el alto valor de la comunidad existente, la convierte en una zona desaconsejable para la ubicación de instalaciones acuícolas.

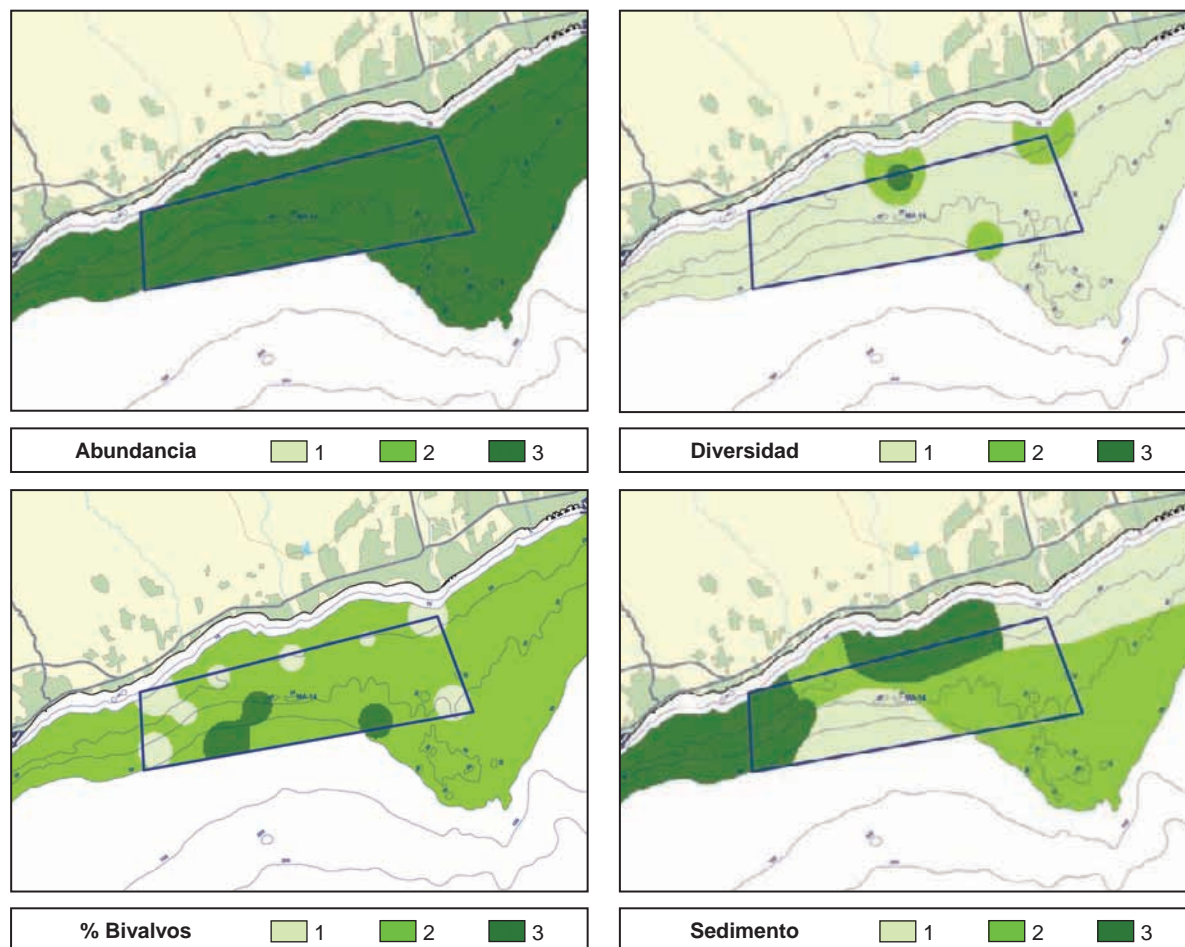


Figura 4.14-36 Valores obtenidos para los restantes factores considerados en la valoración de la zona según sus características bionómicas.

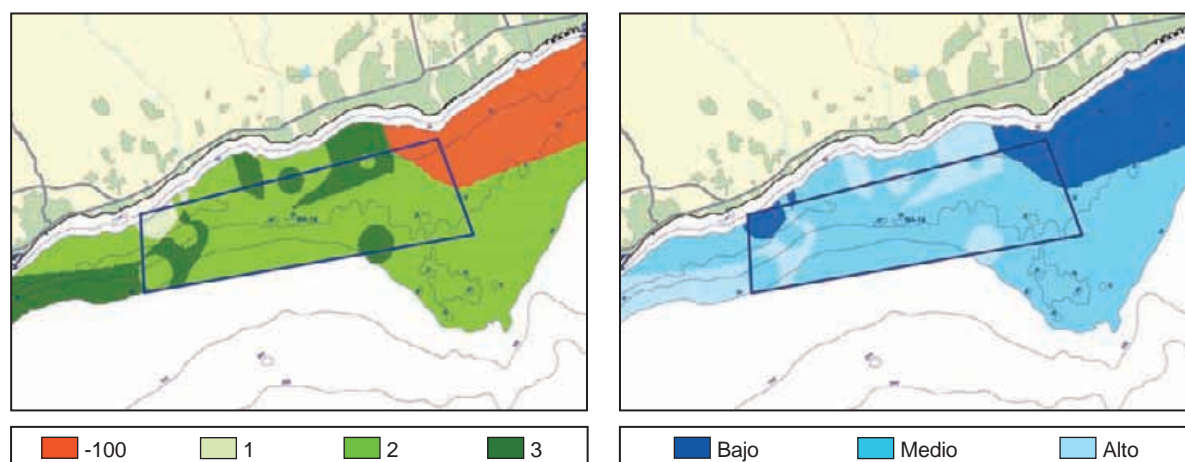


Figura 4.14-37 Índice bionómico obtenido para la zona MA-14.

Figura 4.14-38 Grado de interés de la zona MA-14 en función de las características bionómicas de la misma.

Asimismo, en la Figura 4.14-36 se incluyen las valoraciones obtenidas para cada una de las características restantes asociadas a la bionomía según el índice de calidad descrito en el apartado de metodología.

Finalmente, integrando estas valoraciones obtenidas, se obtiene el resultado del índice definido para la valoración de la bionomía, que se representa en la Figura 4.14-37.

La mayor parte de la zona obtiene una valoración media-alta como consecuencia fundamentalmente de la valoración obtenida a partir de la abundancia, que compensa la baja valoración obtenida desde el punto de vista de la diversidad específica. La zona NE se considera una zona desaconsejable para la ubicación de instalaciones acuícolas dado el alto valor ecológico de la comunidad bentónica en ella localizada.

La reclasificación de los valores del índice da como resultado la valoración del grado de interés de la zona atendiendo a sus características bionómicas que se representa en la Figura 4.14-38.

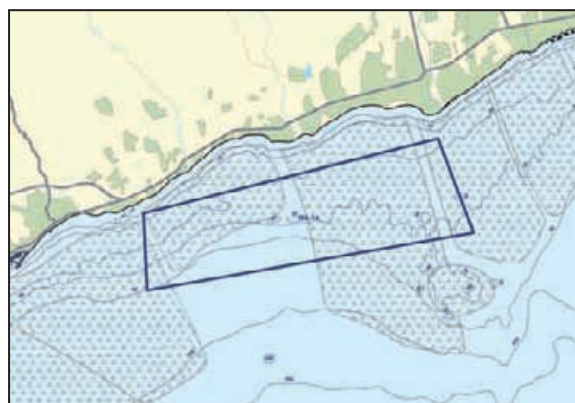


Figura 4.14-39 Localización de caladeros y puertos pesqueros cercanos a la zona de estudio.

4.14.5 Caracterización del sector pesquero.

En la zona se encuentran ocho caladeros tradicionales (Figura 4.14-39) cuyas denominaciones y características se incluyen en la Tabla 4.14-6.

Nombre del caladero	Distancia al centro del área de estudio	Especies más representativas capturadas	Artes de pesca utilizadas
- Laja de la Sal - Torvevaquero,	11 Km al suroeste	- Peces: Besugo, breca y pargo. - Moluscos: Pulpo, jibia, chirla y concha fina.	Trasmallo, solta, rastro, potera, palangre y tablilla.
- Esquífe - Guadalobón - Estepona	6 Km al suroeste	- Peces: Besugo, breca y pargo. - Moluscos: Pulpo, jibia, chirla y concha fina.	Trasmallo, solta, rastro, potera, palangre y tablilla.
- Río del Padrón - Velerin,	Contiene la zona O del polígono estudiado	- Peces: Besugo. - Moluscos: Concha fina, chirla y busano..	Rastro, solta y busanera.
- Guadalmasa - El Saladillo	Contiene la zona E del polígono estudiado	- Peces: Besugo. - Moluscos: Pulpo, jibia, chirla, concha fina y busanos.	Solta, palangre, rastro, trasmallo y busanera.
- Placer de las Bóvedas	5,5 Km al sureste	- Peces: Besugo. - Moluscos: Pulpo y jibia.	Solta, palangre y trasmallo.
- Guadalmina - La Atalaya	Contiene el límite E del polígono estudiado	- Peces: Besugo. - Moluscos: Pulpo y jibia.	Solta, palangre, trasmallo y tablilla.
- Lindavista - Los Hornillos	8,5 Km al este	- Peces: Besugo. - Moluscos: Pulpo, jibia, concha fina y busanos.	Solta, palangre, trasmallo, tablilla y rastro.
- Puerto Banus	11 Km al este	- Peces: Besugo y jurel. - Moluscos: Pulpo, jibia, concha fina y busanos.	Solta, palangre, trasmallo, tablilla y rastro

Tabla 4.14-6 Caladeros cercanos al área de estudio.

El puerto pesquero más cercano es el Puerto de Estepona, el puerto se ubica en la población, y depende administrativamente de la Junta de Andalucía, siendo gestionado por la EPPA. Se encuentra a 9 km del centro de la zona MA-14.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PUERTO PESQUERO DE ESTEPONA		
Latitud	36° 25' N	Servicios al sector pesquero: - Fabrica de hielo - Cámaras frigoríficas - Locales de armadores - 2 Astilleros - 2 Varaderos
Longitud	5° 08' W	
Calado en la bocana (B.M.V.E.)	4 m	
Calado medio del muelle	7 m	
Longitud del muelle	406 m	
Superficie total de la lonja	677 m ²	

Tabla 4.14-7 Características técnicas del puerto pesquero de Estepona.

La flota con base en el puerto es actualmente de 92 embarcaciones, que desplazan 558 TRB, en su mayoría artesanales, dedicadas 10 a la pesca de cerco (la de mayor tradición), 8 al arrastre y las 74 restantes dedicadas a artes menores, destacando el rastro remolcado y diferentes tipos de trasmallo.

Las especies desembarcadas en la lonja del puerto de Estepona más representativas son las de pescado azul, entre las que destacan la sardina, jurel y boquerón; además del pulpo y el corruco o langostillo.

El volumen de pesca anual desembarcado es de unas 2.479 Tm, de las cuales 1.942 Tm corresponden a peces, 512 Tm a moluscos y 25 Tm a crustáceos.

4.14.6 Valoración final.

4.14.6.1 Estudio del medio físico.

Tras el análisis de los resultados se puede concluir que la zona MA-14 (Estepona) presenta unas buenas condiciones climáticas por cuanto la intensidad de los vientos es baja casi todo el año y no presenta una alta frecuencia de temporales.

La batimetría existente en la zona, presenta una pendiente suave,. Prácticamente la totalidad del polígono considerado se encuentra dentro de la franja batimétrica de 20 a 50 m considerada como la más adecuada para la ubicación de instalaciones acuícolas.

Las corrientes dominantes a 10 m de profundidad en el área son de intensidad media-alta, aumentando con la distancia a la costa. Se pueden considerar adecuadas para el cultivo acuícola aunque serían deseables intensidades ligeramente mayores en toda la zona en batimetrías inferiores a 30 m.

En la zona de poniente del polígono se encuentra un área de interés comunitario que podría verse afectada por la ubicación de nuevas instalaciones cercanas. Este hecho deberá ser tenido en cuenta a la hora de elaborar nuevos proyectos.

El oleaje determinado para la zona no es elevado aunque frecuencia de fenómenos de oleaje que puedan suponer riesgo para las instalaciones es mayor de lo deseable debiéndose valorar adecuadamente esta situación a la hora de elegir el cultivo a desarrollar y el tipo de instalaciones que se deseen situar en la zona.

El sustrato existente, resulta en general adecuado para el fondeo de instalaciones acuícolas. Sobre el fondo se detectan dos áreas con presencia de biocenosis de interés alto que habrán de ser tenidas en cuenta a la hora de proyectar la ubicación de nuevas instalaciones.

La calidad físico-química del agua es buena, aunque disminuye en las cercanías del puerto de Estepona. Sin embargo, desde el punto de vista sanitario, es habitual a lo largo del año la presencia de toxinas en los análisis realizados a los moluscos. Este hecho, que incide negativamente en la comercialización de este producto, hace se deba plantear la rentabilidad de posibles cultivos de moluscos en la zona.

El sector pesquero de la zona tiene su puerto base en Estepona y está constituido por un total de 92 embarcaciones de las cuales 74 se dedican a la pesca artesanal en los caladeros cercanos, dos de los cuales se encuentra en la zona estudiada. La lonja de Estepona registra un volumen de captura anual de unas 2.479 toneladas. A la hora de ubicar nuevas instalaciones sería conveniente estudiar la forma de no interferir con este sector.

Con los resultados obtenidos hasta la fecha, se ha realizado una valoración de la zona MA-14, utilizando la metodología ya descrita, y cuyos resultados son los representados en el Figura 4.14-40.

4.14.6.2 Integración entre la valoración del medio físico y la valoración del ámbito administrativo.

La integración de los resultados obtenidos en la valoración del ámbito administrativo con la valoración del medio físico (Plano 14) permite apreciar que algo más de la mitad del polígono estudiado (53,35%) presenta un grado de interés bajo, consecuencia fundamentalmente de la presencia de un emisario y varios cables submarinos que atraviesan la zona, así como de un área de interés ambiental en la zona central del polígono y otras en las proximidades del extremo SE del mismo.

El resto del polígono se distribuye en un 43 % de interés alto y un 3% de interés medio que se localiza en la zona NW del polígono estudiado.

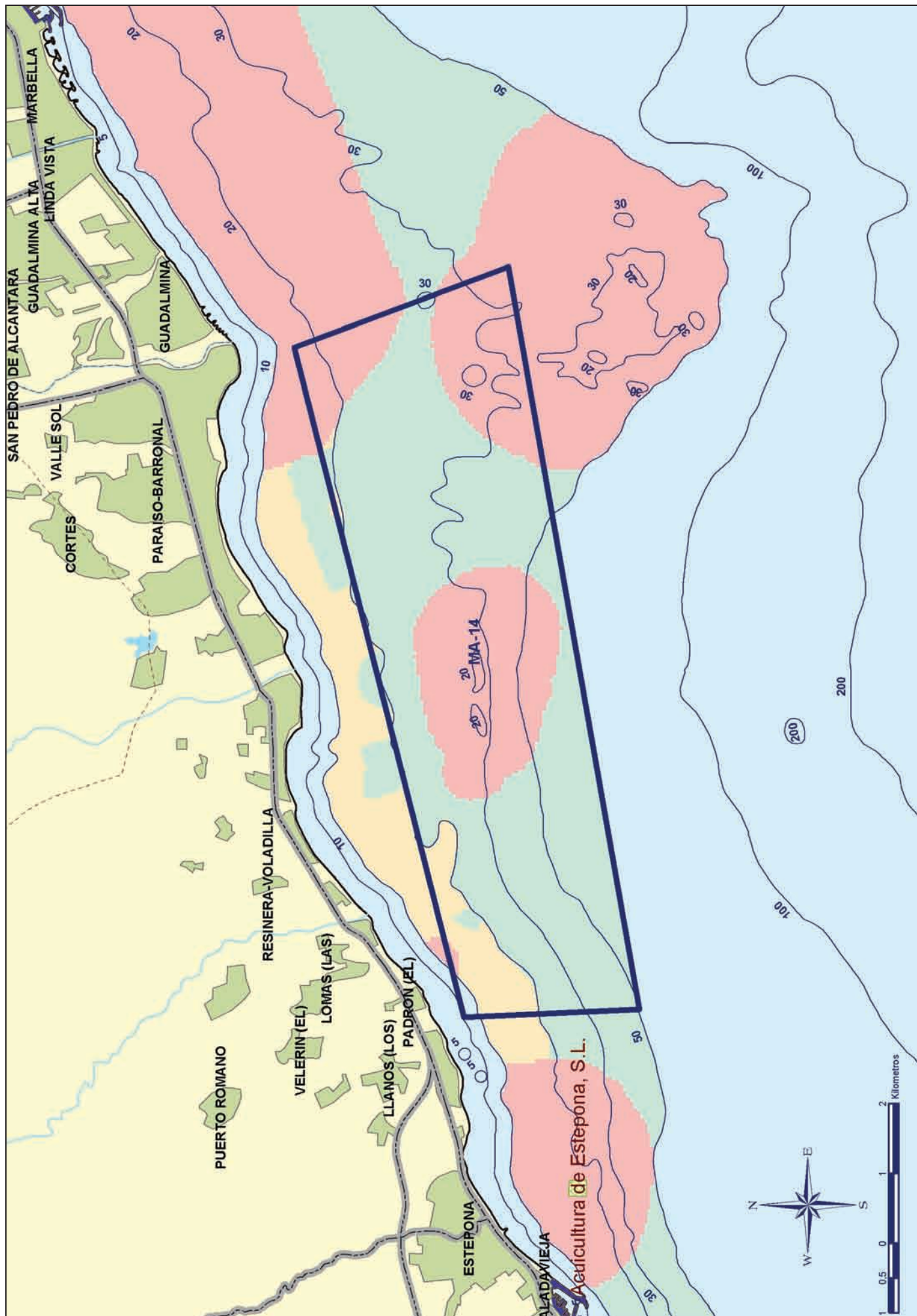
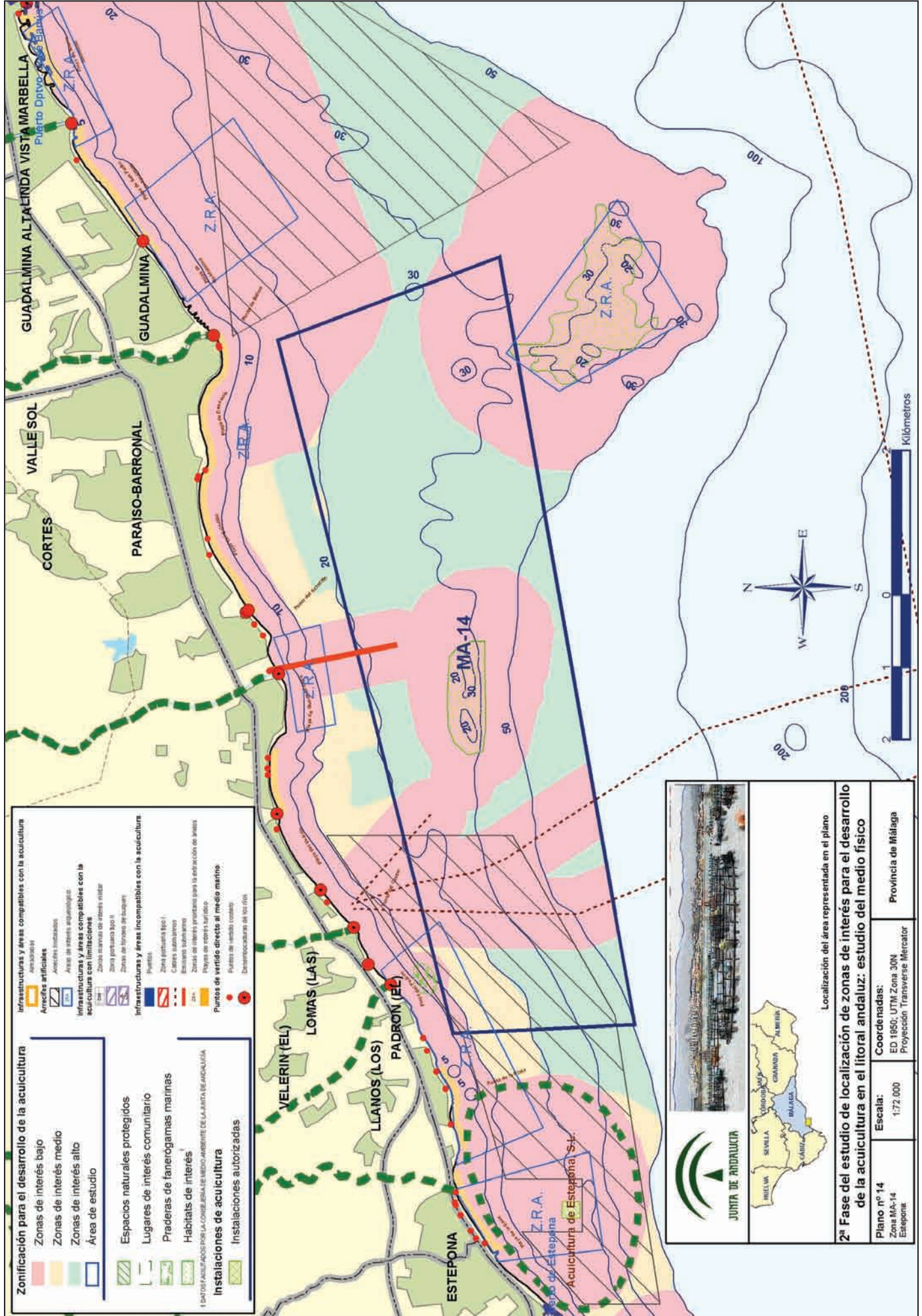


Figura 4.14-40 Valoración final en función de los resultados de la 2ª fase.

Grado de interés Bajo Medio Alto



- Zonificación para el desarrollo de la acuicultura**
- Zonas de interés bajo
 - Zonas de interés medio
 - Zonas de interés alto
 - Área de estudio
- Instalaciones autorizadas**
- Espacios naturales protegidos
 - Lugares de interés comunitario
 - Praderas de fanerógamas marimas
 - Habitats de interés
- Infraestructuras y áreas compatibles con la acuicultura**
- Infraestructuras y áreas compatibles con la acuicultura
 - Infraestructuras y áreas compatibles con la acuicultura con limitaciones
 - Infraestructuras y áreas incompatibles con la acuicultura
- Puntos de vertido directo al medio marino**
- Puntos de vertido controlado
 - Desembocaduras de los ríos

Localización del área representada en el plano

2ª Fase del estudio de localización de zonas de interés para el desarrollo de la acuicultura en el litoral andaluz: estudio del medio físico

Plano nº 14
Zona MA-14
Estepona

Escala: 1:72.000

Coordenadas:
ED 1950; UTM Zona 30N
Proyección Transversa Mercator

Provincia de Málaga

4.15

ZONA CA-15
(LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN-SAN ROQUE)



El área CA-15 se corresponde con los términos municipales de La línea de la concepción, San Roque y Manila, y abarca el tramo de costa comprendido el límite con Gibraltar (T.M. de La Línea de la Concepción) y la Playa de Chullera (T.M. de Manila).

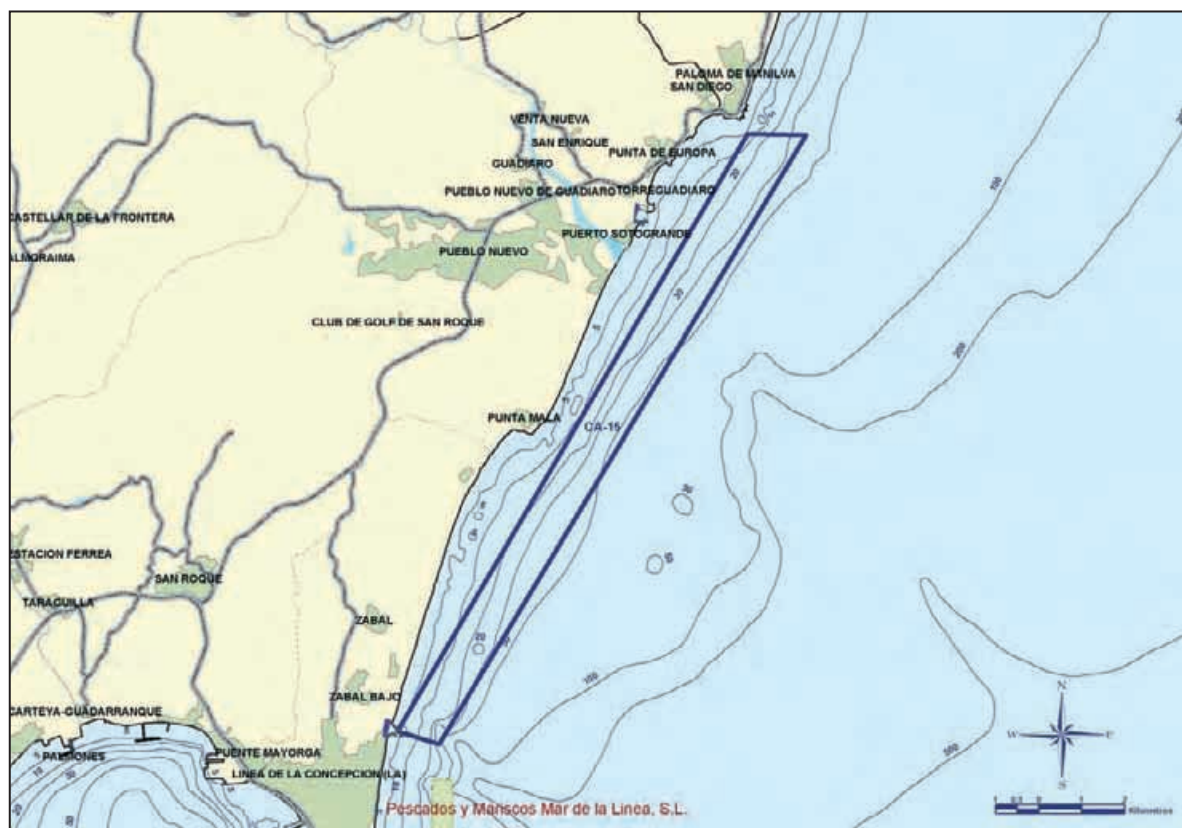


Figura 4.15-1 Zona CA-15 (La línea de la Concepción – San Roque) y polígono estudiado.

Los trabajos en esta zona se centraron sobre el polígono situado entre el puerto de La Atunara y la urbanización Palma de Manila, con profundidades comprendidas entre los 5 y los 55 m y una superficie total aproximada de 1.779 hectáreas (Figura 4.15-1).

4.15.1 Compatibilidad administrativa de la zona.

Según se observa en la Figura 4.15-3 (ver página 373), prácticamente la totalidad de la zona es compatible con la actividad acuícola, limitándose las zonas incompatibles a la franja batimétrica de 0 a 10 m.

El polígono estudiado se encuentra situado sobre un área en la que la Consejería de Agricultura y Pesca se plantea la posibilidad de fondear un arrecife artificial que sería continuación del ya instalado en el termino municipal de Estepona.

Al sur de este polígono, frente a la localidad de La Línea de la Concepción, se encuentra una instalación acuícola perteneciente a la empresa Pescados y Mariscos Mar de la Línea S.L. En esta zona se encuentra también un área de interés militar que puede resultar condicionante en algunos casos para el desarrollo de la acuicultura. En el entorno se encuentran también dos zonas de interés arqueológico y una playa de interés turístico (La Alcáidesa).

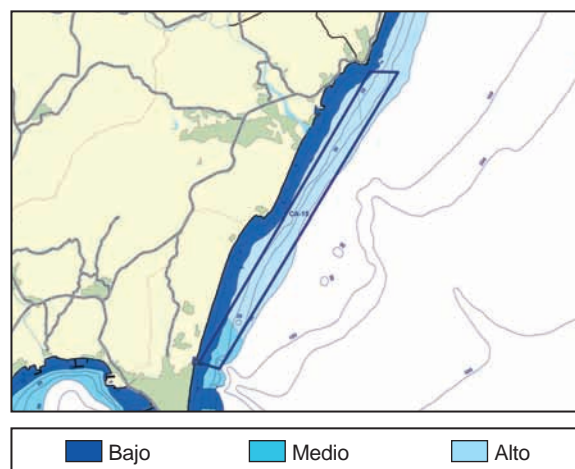


Figura 4.15-2 Grado de interés de la zona CA-15 en función de la compatibilidad administrativa.

La valoración del grado de interés de la zona en función de los usos administrativos de la misma es la que se representa en la Figura 4.15-2 (ver página 371).

4.15.2 Caracterización climatológica.

Según los datos obtenidos de la estación agroclimática de Estepona, pertenecientes a la red de estaciones Agroclimáticas de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, el clima en la zona se corresponde con un clima tipo **Csb** según la clasificación de Köppen. Se caracteriza por ser un clima húmedo y cálido con estación invernal y estival diferenciadas, en verano se detecta una estación seca frente al resto del año (Figura 4.15-4).

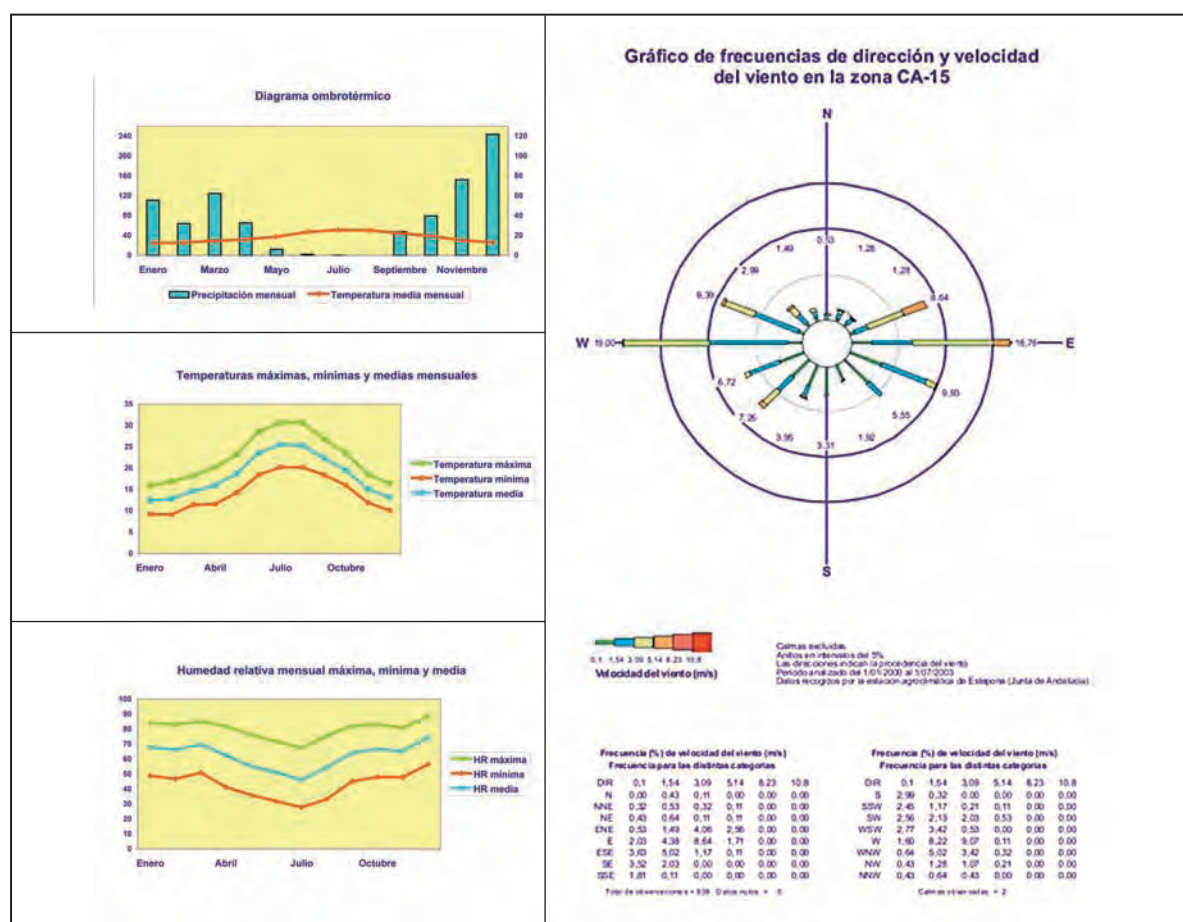


Figura 4.15-4 Características climatológicas de la zona CA-15

La temperatura media mensual oscila entre los 12,4°C del mes de enero y los 25,6°C del mes julio. La temperatura mínima mensual es de 9,1°C en el mes de febrero. La temperatura máxima mensual es de 30,7°C en agosto. La precipitación anual es de unos 901,7 mm, concentrándose ésta prácticamente en los seis meses más fríos (760,2 mm) frente a la precipitación recogida en los seis meses más cálidos (141,5 mm).

Los valores de humedad relativa mensuales, mínima, máxima y media, se mantienen bastante constantes a lo largo del año, oscilando en torno al 42,6%, 83,5% y 64,9% respectivamente. No obstante, se detecta un claro descenso de la humedad relativa en los meses de verano.

El régimen de vientos se corresponde con un predominio de vientos flojos a moderados durante todo el año, con dirección predominante de vientos procedentes del E con intensidad media y del W con intensidad media-alta (Figura 4.15-4).

4.15.3 Caracterización física.

4.15.3.1 Batimetría.

El fondo de la zona presenta una pendiente acusada en la franja de 0 a 50 m y aproximadamente la mitad del polígono de estudio se encuentra entre 20 y 50 m de profundidad.

La valoración de la zona en función de este parámetro que es la que se representa en la Figura 4.15-5.

4.15.3.2 Condiciones oceanográficas.

4.15.3.2.1 Régimen hidrodinámico.

Para conocer el régimen hidrodinámico de la zona en el entorno costero de Atunara, se realizó el fondeo de un correntímetro del tipo RCM9 en la posición de latitud y longitud igual a $36^{\circ} 9,75' N$ y $5^{\circ} 19,33' W$, cuyas coordenadas UTM vienen dadas por $x=291.112 m$ e $y=4.004.535 m$ (Figura 4.15-6). La fecha del fondeo del correntímetro fue el 30 de octubre de 2003, empezando a registrar datos válidos a partir de las 15:23 horas GMT. La retirada del aparato se realizó el 14 de diciembre, siendo el último dato válido el registrado a las 10:33 horas GMT.

Las corrientes predominantes obtenidas por el correntímetro son hacia los sectores Sur, Este y Sureste, lo cual puede visualizarse de forma clara en la rosa de corrientes de la Figura 4.15-7. Estas direcciones representan un porcentaje con respecto al total de 59,05%, correspondiendo el 40,95% al resto de direcciones. Las velocidades máximas en estos sectores de dirección han sido de 32,76, 34,22 y 31,78 $cm \cdot s^{-1}$ con direcciones asociadas de 183° , 110° y 114° ; mientras que las velocidades medias han sido de 13,23, 12,60 y 10,45 $cm \cdot s^{-1}$.

La marea astronómica es uno de los términos impulsores más importantes de la corriente en muchos enclaves costeros. La alteración de la superficie libre, debida al gradiente de la fuerza gravitatoria con que la Luna y el Sol atraen los cuerpos que se encuentran en la superficie terrestre, induce corrientes marinas que pueden llegar a superar velocidades del orden del metro por segundo.

Asimismo, las fluctuaciones del nivel del mar pueden superar, en casos en los que tengan lugar fenómenos de resonancia, los 10 metros. Por consiguiente, su análisis resulta vital para una adecuada descripción de las corrientes marinas en la zona costera.

Para conocer la importancia de la marea en el área de estudio, se ha realizado un análisis armónico de la serie de corrientes obtenida por el correntímetro, a fin de determinar que proporción de la corriente corresponde a la marea astronómica, y que parte a otros términos impulsores (viento, gradientes de densidad, movimientos inerciales, etc.).

Para ello, se ha utilizado un programa de análisis armónico (Foreman, 1.978) que aprovecha el hecho que las frecuencias de oscilación de la marea son conocidas a priori, de modo que es posible efectuar un ajuste por mínimos cuadrados, donde los parámetros libres del análisis son las componentes de las elipses de marea: eje mayor, eje menor, fase e inclinación.

En la Tabla 4.15-1, se resume la clasificación de las componentes mareales en función del nombre, del período, de la velocidad angular y de la amplitud relativa. Ésta última, se introduce de forma arbitraria asignando un coeficiente 100 a la mayor componente, M2. Las ondas en las que aparece el sufijo "2" (M2, S2, N2, etc.), tienen un período del orden de las 12 horas, por lo que se denominan semidiurnas. En las que aparece el sufijo "1", el período es del orden de las 24 horas y se denominan diurnas. La predominancia de unas ondas sobre otras permite clasificar la marea como diurna o semidiurna.

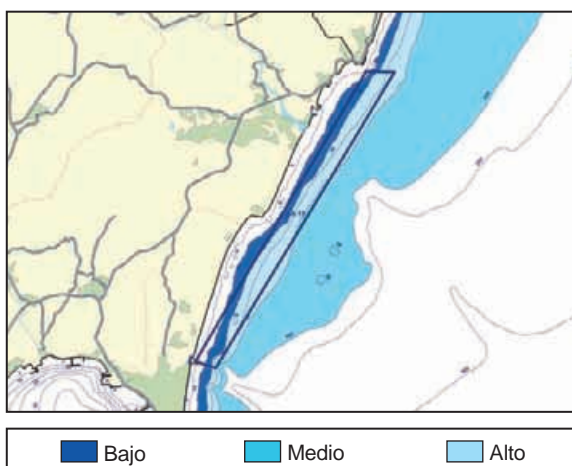


Figura 4.15-5 Valoración del interés de la zona CA-15 en función de la profundidad.

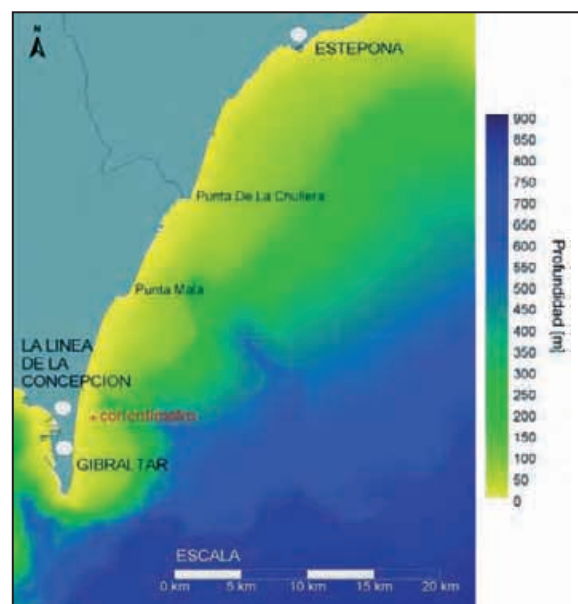


Figura 4.15-6 Ubicación del correntímetro utilizado para el registro de corrientes (coordenadas UTM: $x=291.112 m$ e $y=4.004.535 m$).

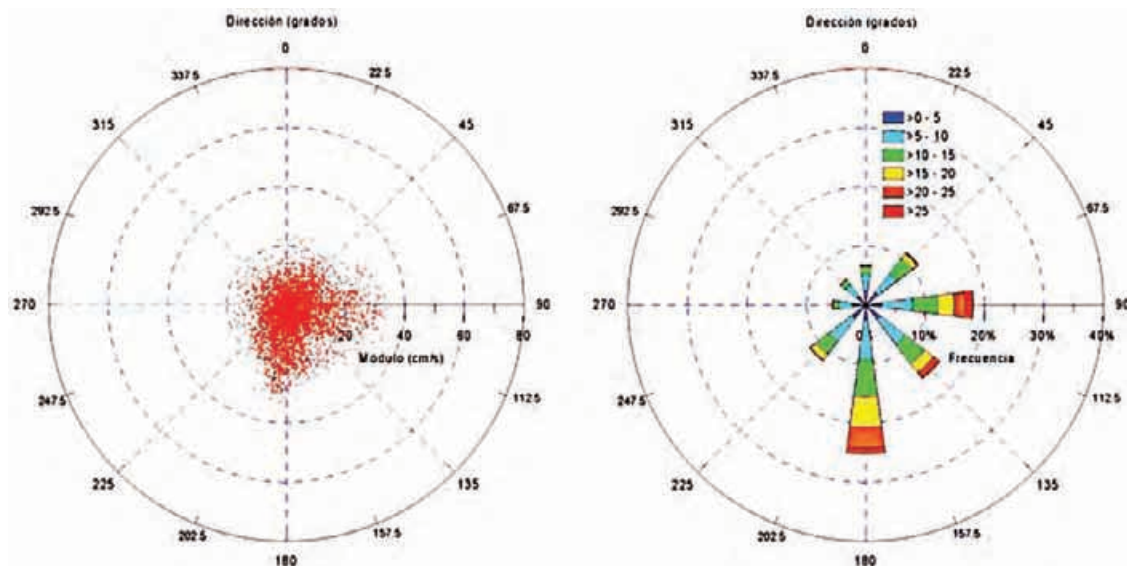


Figura 4.15-7 Diagrama polar y rosa de corrientes obtenidos a partir de los datos registrados por el correntímetro.

Grupo	Símbolo	Período (horas)	Velocidad Angular (grados/hora)	Amplitud Relativa	Tipo
I	M2	12,42	28,9841	100	Lunar principal / semi-diurna
	S2	12,00	30,0000	46,6	Solar principal / semi-diurna
	K1	23,94	15,0411	58,4	Lunar – solar / diurna
	O1	23,80	13,9430	41,5	Lunar principal / diurna
II	K2	11,97	30,0821	12,7	Lunar – solar / semi-diurna
	N2	12,66	28,0821	19,2	Elíptico lunar / semi - diurna
	P1	24,07	14,9589	19,4	Solar / diurna

Tabla 4.15-1 Descripción de los constituyentes principales de la marea.

A partir de los resultados de la predicción de las velocidades de la marea, se ha podido obtener la componente de velocidad de corriente debida al viento.

El filtro que se ha utilizado para el análisis armónico, a partir del cual se han obtenido las corrientes de viento y de marea, ha sido el propuesto por Foreman (1978). Éste consiste en promediar la serie temporal de corrientes bruta registrada inicialmente para obtener una nueva serie desplazada ligeramente en el tiempo (en este caso 80 minutos) y con un intervalo temporal entre datos de 1 hora.

La información de corrientes de viento y de marea obtenida con el análisis armónico realizado es utilizada a continuación para derivar la hidrodinámica en la zona de estudio a través del uso de los códigos ECADIS y MAREAS pertenecientes al modelo TRIMODENA®.

En la Figura 4.15-8 se representa el espectro de corrientes calculado a partir de la aplicación de la FFT (Fast Fourier Transform) a la serie de corrientes registrada por el correntímetro. Al representar la densidad espectral de energía frente a la frecuencia (inversa del periodo), es posible detectar a que periodicidades están asociadas las corrientes registradas.

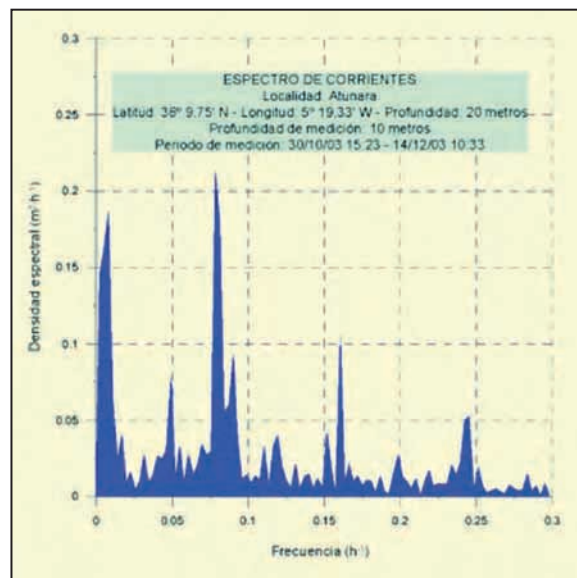


Figura 4.15-8 Densidad espectral calculada a partir de los datos de corrientes registrados por el correntímetro.

Se puede ver claramente en el espectro como existen picos de densidad espectral destacables para las frecuencias correspondientes a las componentes más importantes de la marea y a sus ciclos de aproximadamente 15 días. Parte de esta densidad espectral corresponde a la corriente generada por el viento, la cual posee periodicidades que pueden ir de pocas horas a incluso días.

Con estos datos, a la hora de considerar los resultados de las corrientes se han analizado por separado las corrientes debidas al viento y las producidas por los movimientos de marea.

4.15.3.2.2 Corrientes debidas a la marea.

Inicialmente se ha estudiado la propagación de la marea astronómica en la zona de interés usando el modelo de simulación MAREAS dentro del software TRIMODENA®. Su cálculo permite conocer el campo de corrientes debido a la marea. Los constituyentes de la marea astronómica considerados han sido los que tienen una mayor amplitud en la carrera de marea y los que producen mayores velocidades de la corriente mareal.

En este caso se han tenido en cuenta las ondas semidiurnas M2, S2, N2 que por sí solas representan la mayor parte de la onda de marea (aproximadamente el 80% de la onda total de alturas de marea).

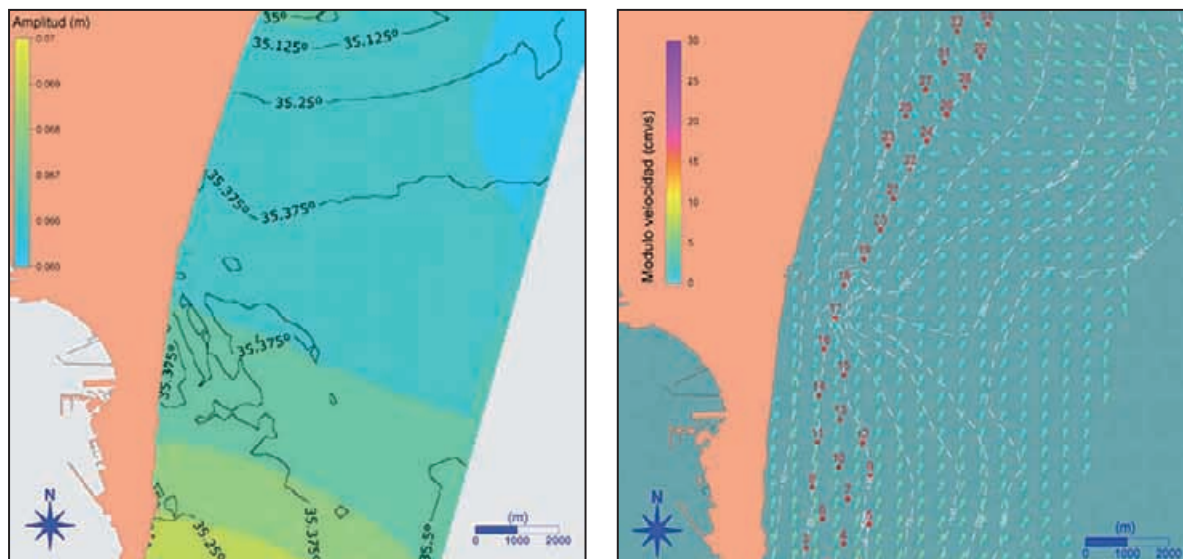


Figura 4.15-9 Resultados de la amplitud (en metros), fase (en grados), velocidad (cm/s) y dirección del eje mayor de la elipse, de la componente de marea N2.

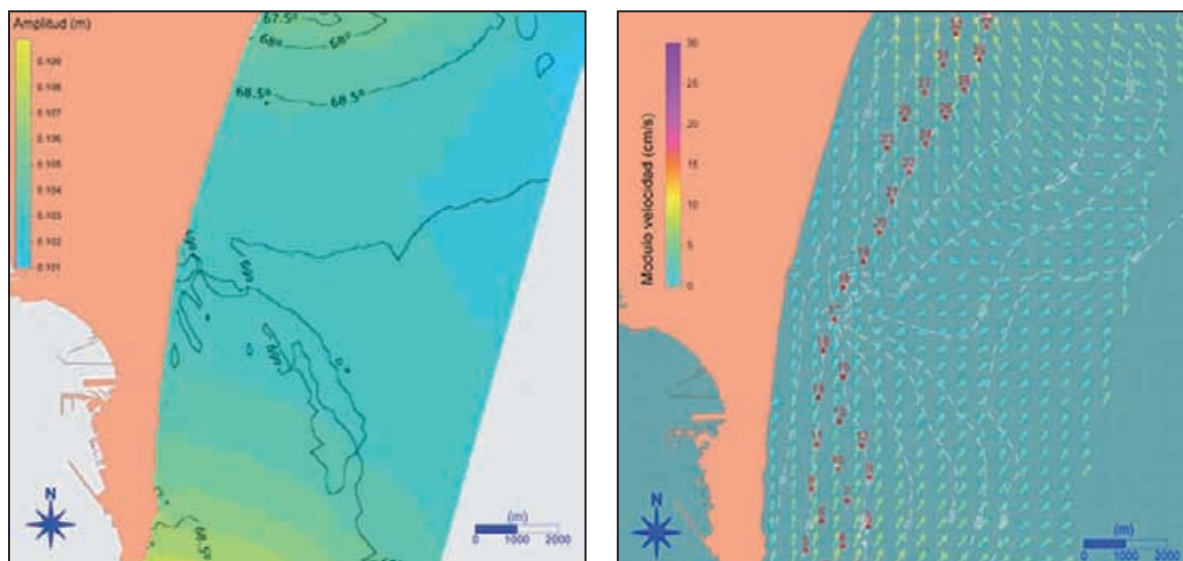


Figura 4.15-10 Resultados de la amplitud (en metros), fase (en grados), velocidad (cm/s) y dirección del eje mayor de la elipse, de la componente de marea S2.

Para el cálculo de la marea se han calibrado los datos predichos por el modelo para el punto de medida con los derivados del análisis armónico realizado al registro de corrientes obtenido por el correntímetro. En la Tabla 4.15-2 se muestran las características más importantes para las componentes de marea N2, M2 y S2. En las Figuras 4.15-9, 4.15-10 y 4.15-11 se representan para estas componentes la fase y la amplitud de la altura de la superficie libre y las velocidades y direcciones de los ejes mayores de las elipses de marea.

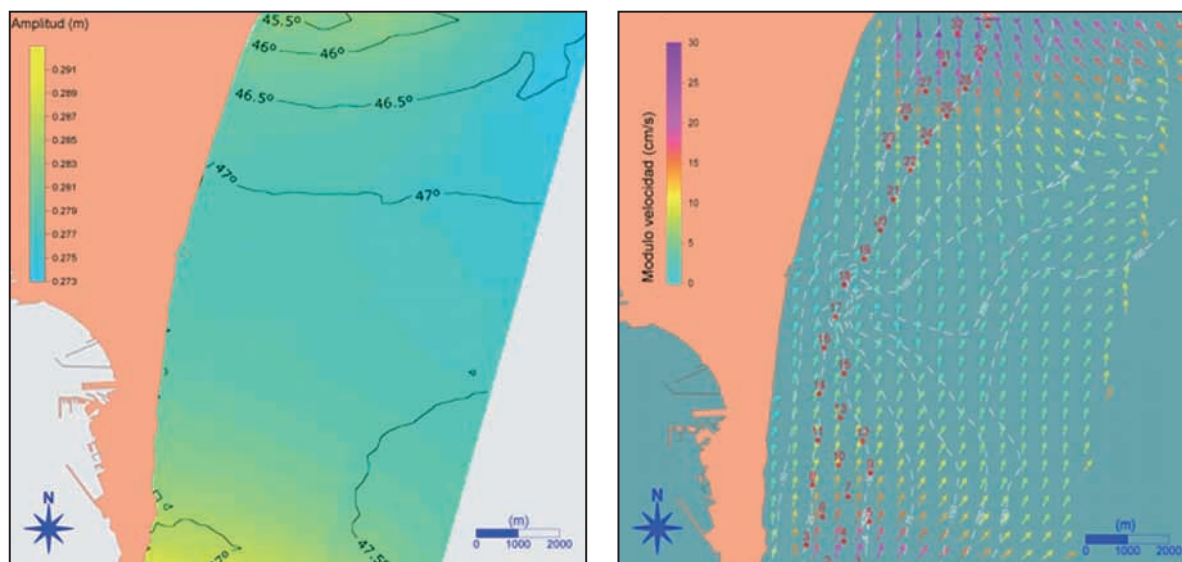


Figura 4.15-11 Resultados de la amplitud (en metros), fase (en grados), velocidad (cm/s) y dirección del eje mayor de la elipse, de la componente de marea M2.

Componente de marea	Frecuencia (h ⁻¹)	Eje mayor (mm·s ⁻¹)	Eje menor (mm·s ⁻¹)	Inclinación (°)	Fase (°)
Registrado en el punto de medida					
M2	0.0805114	48.284	7.214	63.6	56.3
N2	0.07899925	29.262	-6.457	102.9	73.2
S2	0.08333334	25.782	-3.785	76.8	80.3
Predicho por el modelo					
M2	0.07899925	42.68	3.9	70.5	127
N2	0.0805114	16.98	0.6	71.2	118.7
S2	0.08333334	17.64	0.7	68.7	132.8

Tabla 4.15-2 Características de las componentes de marea N2, M2 y S2 derivadas del análisis armónico del registro de marea y predichas mediante el modelo MAREAS.

4.15.3.2.3 Corrientes debidas al viento.

En este caso, se estudian las corrientes generadas por el viento, usando el modelo de simulación ECADIS de TRIMODENA®. En la Tabla 4.15-3 se muestra el resumen estadístico de las corrientes debidas a viento, las cuales se han obtenido una vez se ha eliminado del registro de corrientes inicial el efecto de la marea. En la Figura 4.15-12 se muestra el diagrama polar y la rosa de corrientes debidas a viento. Las direcciones de las corrientes de viento simuladas con el modelo ECADIS han sido:

- Hacia la dirección Sur-Sureste (SSE): suponen el 31,59% de las corrientes de viento.
- Hacia la dirección Norte-Nordeste (NNE): suponen el 29,73% de las corrientes de viento.

Los vientos que han generado las corrientes mencionadas anteriormente han resultado ser los siguientes:

- Viento del Norte-Noroeste (NNW) de 20 km·h⁻¹ para la corriente dirigida hacia el Sur-Sureste.
- Viento del Sur-Suroeste (SSW) de 20 km·h⁻¹ para la corriente dirigida hacia el Norte-Nordeste.

Los resultados obtenidos por el modelo ECADIS han sido calibrados comparándolos con los datos de corrientes de viento derivados del registro de corrientes inicial obtenido por el correntímetro fondeado a 10 metros de profundidad.

Dirección ⁽¹⁾	N° medidas	% ⁽²⁾	Vel. Máx. ⁽³⁾	Vel. Media ⁽⁴⁾	STD ⁽⁵⁾
N (337.5°-22.5°)	177	16,50	12,86	5,15	2,75
NE (22.5°-67.5°)	142	13,23	14,95	4,91	3,01
E (67.5°-112.5°)	143	13,33	21,11	5,64	4,07
SE (112.5°-157.5°)	113	10,53	19,37	4,85	3,29
S (157.5°-202.5°)	226	21,06	18,75	6,72	4,10
SW (202.5°-247.5°)	105	9,79	12,13	4,15	2,40
W (247.5°-292.5°)	77	7,18	8,84	3,61	1,81
NW(292.5°-337.5°)	90	8,39	10,78	3,43	2,10

(1) Sector de dirección (grados)
 (2) Porcentaje de frecuencia en cada sector de dirección (respecto al norte en el sentido de las agujas del reloj)
 (3) Velocidad máxima (cm·s⁻¹) en cada sector direccional
 (4) Velocidad media (cm·s⁻¹)
 (5) Desviación estándar (cm·s⁻¹).

Tabla 4.15-3 Análisis estadístico de los datos de corriente registrados en Atunara sin tener en cuenta la marea.

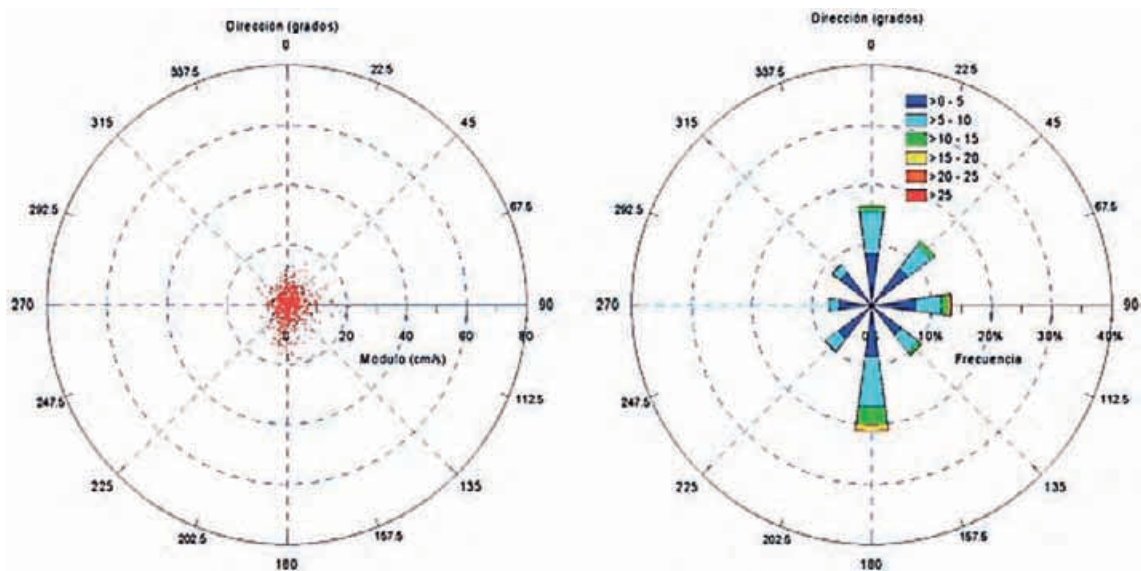


Figura 4.15-12 Diagrama polar y rosa de corrientes debidas al viento obtenida a partir de los datos del correntímetro fondeado en la zona.

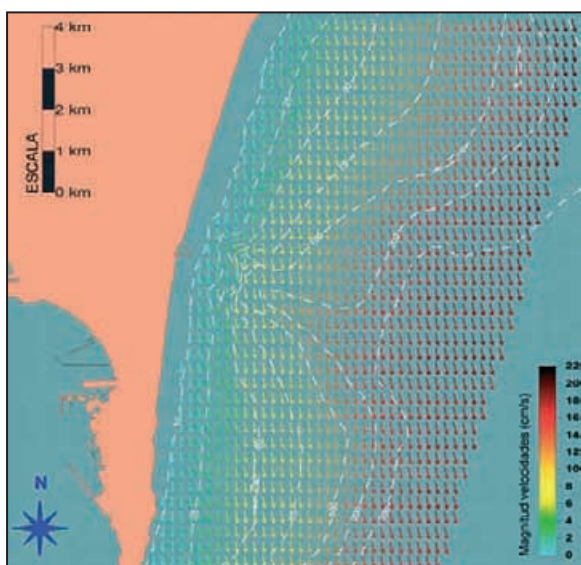


Figura 4.15-13 Velocidades de corriente en $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ con viento del Norte-Noroeste de $20 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a 10 m de profundidad.

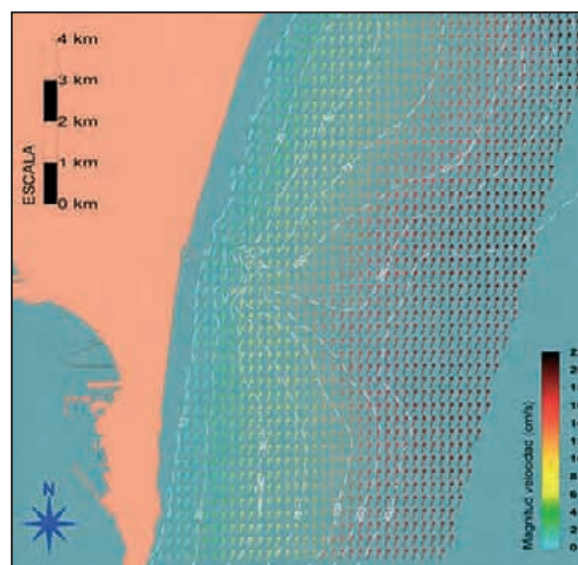


Figura 4.15-14 Velocidades de corriente en $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ con viento del Sur-suroeste de $20 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a 10 m de profundidad.

En el caso de la corriente producida por el viento del Norte-Noroeste (Figura 4.15-13), el valor medio de la velocidad obtenido con la simulación numérica, en el punto donde estuvo fondeado el correntímetro, es de $7,05 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$, que se corresponde a las medidas que indican un valor de la corriente de viento, para la dirección S (dirección media 165°), de $6,72 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$.

El valor de la dirección de la corriente debida a viento obtenido por la simulación numérica a 10 metros de profundidad, es de $164,6^\circ$, que coincide con el facilitado por los datos registrados por el correntímetro una vez se ha eliminado el efecto de la marea ($164,8^\circ$).

La corriente en el punto donde se ha situado el correntímetro es máxima en superficie, con un valor de velocidad de $20,75 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$, el cual disminuye con la profundidad, siendo de $1,5 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ en el fondo (a 27,8 metros). La dirección de la corriente pasa de tener un valor en superficie de 165° a ser de 136° en el fondo.

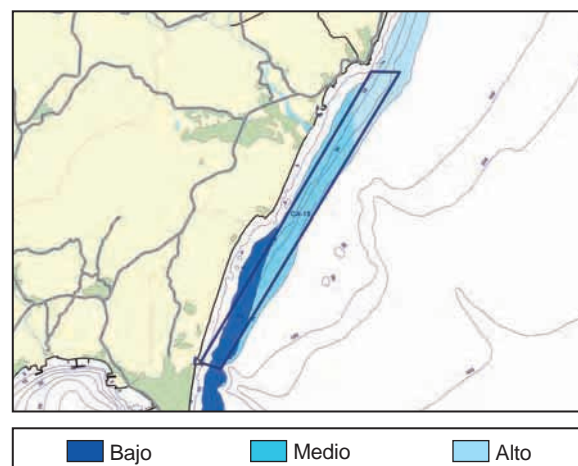


Figura 4.15-15 Valoración del interés de la zona CA-15 en función de las corrientes dominantes a 10 m de profundidad.

Para el viento del Sur-Suroeste (Figura 4.15-14), el valor medio de la velocidad obtenido con la simulación numérica en el punto donde estuvo fondeado el correntímetro, es de $5,6 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$, que se corresponde a las medidas que indican un valor de la corriente de viento (para la dirección Norte-Nordeste) de $5 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$, (haciendo la media ponderada de las direcciones N y NE, ya que ambos tienen una dirección media cercana al NNE.)

El valor de la dirección de la corriente debida al viento, obtenido por la simulación numérica a 10 metros de profundidad, es de $14,4^\circ$, que se corresponde con el derivado de los datos registrados por el correntímetro una vez se ha eliminado el efecto de la marea (15° , haciendo la media ponderada entre los valores de las direcciones N y NE).

La corriente en el punto donde se ha situado el correntímetro es máxima en superficie, con un valor de velocidad de $17,3 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$, el cual disminuye con la profundidad, siendo de aproximadamente $0,72 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ en el fondo (a 27,8 metros). Estos valores son ligeramente inferiores a los obtenidos para el caso de viento del Norte-Noroeste. La dirección de la corriente pasa de tener un valor en superficie de $17,20^\circ$ a ser de $13,7^\circ$ a unos 15 m de profundidad para volver a aumentar su componente E hasta llegar a los $20,5^\circ$ en el fondo. Con los resultados obtenidos en el modelo de simulación de corrientes, la valoración de la zona CA-15 en función de las corrientes dominantes a 10 m de profundidad es la representada en la Figura 4.15-15.

4.15.3.2.4 Dispersión de posibles partículas contaminantes.

En la zona CA-15 no se localizan praderas de fanerógamas, espacios protegidos ni lugares de interés comunitario, por lo que la dispersión de posibles partículas contaminantes no afectarían en principio a zonas de interés ambiental. Por tanto la zona se considera que posee un grado de interés alto desde el punto de vista de este parámetro.

4.15.3.2.5 Régimen de oleaje.

El régimen de oleaje, se ha caracterizado partiendo de los datos procedentes de la boya de Alborán (Figura 4.15-16), cuyos registros han dado los resultados que se incluyen en la Tabla 4.15-4 junto con la valoración obtenida para el área que abarca dicha boya.

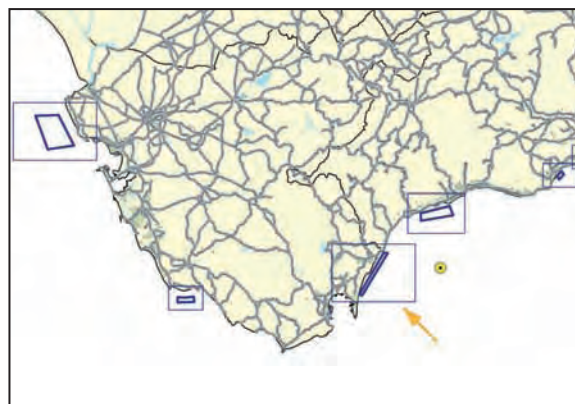


Figura 4.15-16 Situación de la Boya de Alborán respecto a la zona CA-15 (flecha naranja).

Parámetro	Descripción del parámetro	Valor registrado	Valoración
PNE1.2m	Probabilidad de No Excedencia para una altura de ola significativa de 1.2 metros (2 m. de altura máxima)	0.87	2
TROE1	Oleaje que produzca daños o deformaciones en las jaulas, hasta el extremo de no garantizar la permanencia de los peces en el interior de la misma. $H_{\max} = 6 \text{ m}$.	$2 < TR < 5$	2
TROE2	Oleaje que produzca graves daños (reparables o no) en la estructura o elementos de fondeo. $H_{\max} = 10 \text{ m}$.	50	2
Valoración Final			2

Tabla 4.15-4 Régimen de oleaje de la zona CA-15.

La valoración final de la zona desde el punto de vista del régimen de oleaje, es de 2, es decir, que para este parámetro, el área CA-15 posee un grado de interés medio.

4.15.3.3 Descripción del sustrato.

El tipo de sedimento predominante es arenoso, con excepción del sector NE que tiene una composición más arenoso-gravosa. El tamaño medio de grano oscila entre los 0.1 y 0.3 mm en los fondos arenosos (Figura 4.15-17).

En la zona NE y en algunos puntos aislados, aumenta el tamaño medio de grano, llegando a alcanzar 1 y hasta 2 mm. Por el contrario, hacia el Sur el tamaño de grano disminuye, llegando hasta los 0.12 mm decreciendo el contenido de arena a favor del de limo.

En la zona predominan principalmente las arenas en toda la zona, con contenidos entre el 80 y el 90%. La fracción

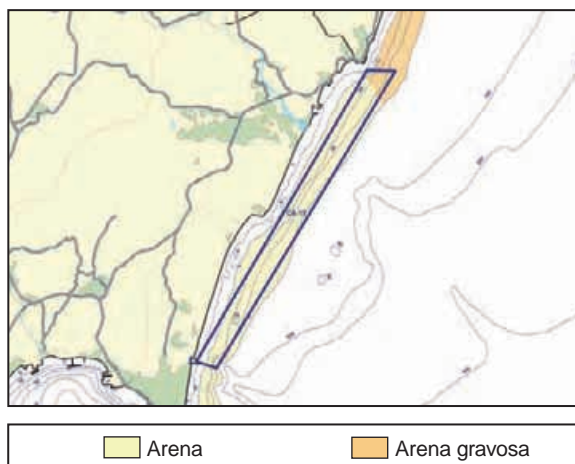


Figura 4.15-17 Tipo de sedimento existente en la zona de estudio.

grava aumenta su proporción en la zona NE, mientras que hacia el SW se aprecia un sensible aumento del contenido en finos, llegando hasta el 15% apreciablemente de la fracción limo.

Bajo un punto de vista deposicional, estos fondos se caracterizan por una muy baja tasa de aportes de origen continental, estando controlados esencialmente por la acomodación. La dinámica sedimentaria está caracterizada por la continua removilización de los sedimentos arenosos que ocupan los sectores menos profundos y próximos a la costa, los cuales son erosionados y transportados mar adentro por la acción de las corrientes generadas durante los temporales.

La valoración final de la zona en función del tipo de sedimento es la que se representa en la Figura 4.15-18.

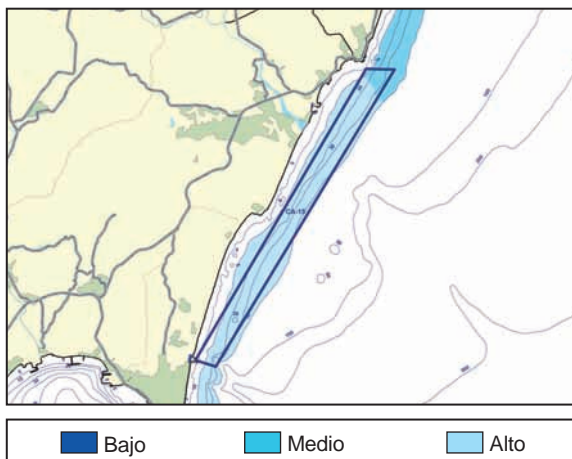


Figura 4.15-18 Valoración de la zona MA-14 en función del tipo de sustrato existente.

4.15.3.4 Calidad de aguas.

4.15.3.4.1 Condiciones físico químicas.

– Temperatura

Los valores para la temperatura superficial en los dos muestreos realizados se muestran en la Figura 2. Se comprueba como en marzo la temperatura superficial se encuentra entre los 15 y los 16 °C, manteniéndose constante a lo largo de toda la zona de estudio. En agosto los valores suben hasta máximos en superficie de 25 °C (Figuras 4.15-19 y 4.15-20).

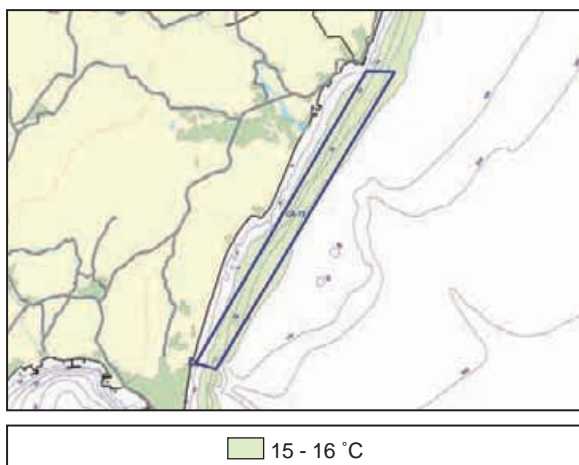


Figura 4.15-19 Temperatura superficial para la zona CA-15 en el muestreo de marzo de 2003.

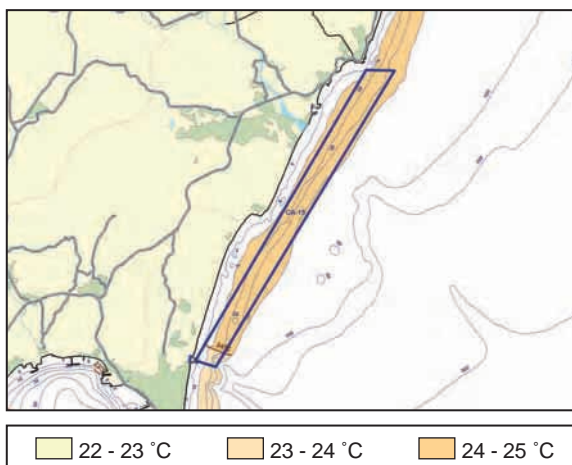


Figura 4.15-20 Temperatura superficial para la zona CA-15 en el muestreo de agosto de 2003.

Los datos de temperatura superficial obtenidos mediante el muestreo en continuo, se asemejan bastante a la tendencia térmica de la zona calculada a partir de los datos de satélite (Figura 4.15-21). En estos gráficos se observa una disminución de los valores de temperatura en verano con respecto a las zonas de Málaga. La temperatura más alta registrada se da en agosto y alcanza un valor medio de 20 °C. Los promedios más bajos se detectan en los meses comprendidos entre enero y marzo, donde se alcanzan valores de aproximadamente 15 °C.

En los puntos muestreados de forma discreta se han obtenido valores de temperatura para toda la columna de agua (Figura 4.15-22). Estos perfiles verticales muestran temperaturas en superficie para el mes de marzo entorno a los 15 °C, manteniéndose constante a lo largo de toda la vertical. En agosto los valores registrados en superficie

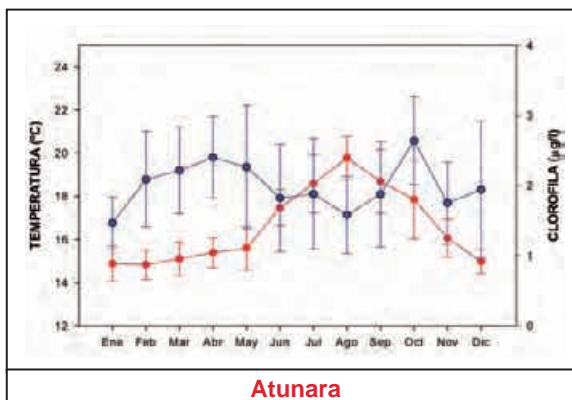


Figura 4.15-21 Promedio mensual de temperatura (rojo) y clorofila (azul) para la zona CA-15 durante los años del 94 al 03 para temperatura y entre el 98 y el 02 para la clorofila. Datos de los sensores AVHRR y SeaWiFS. Las barras representan \pm error estándar.

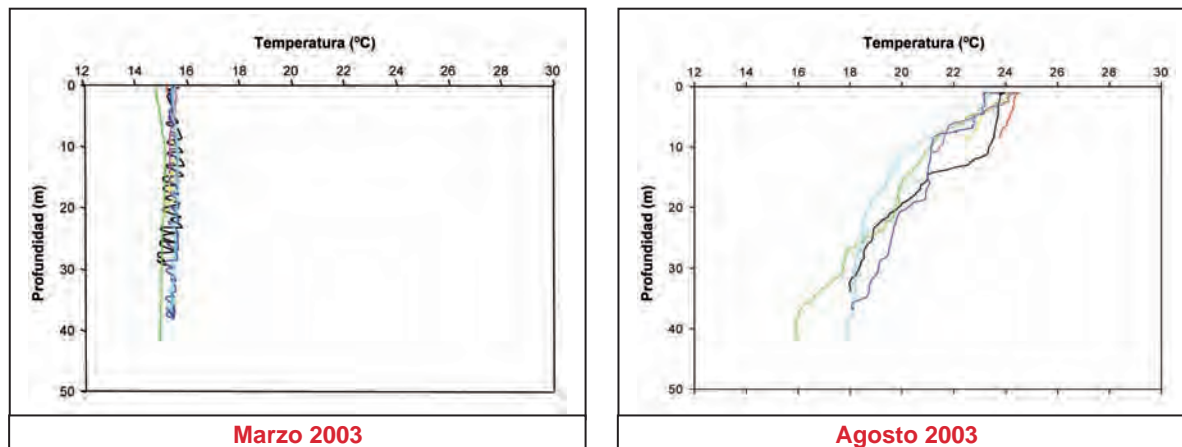


Figura 4.15-22 Perfiles de temperatura en las estaciones muestreadas en la zona MA-14.

rondan los 24°C, en esta época y dada la estratificación producida estos valores van disminuyendo en profundidad hasta alcanzar en las zonas más profundas 16°C. La variación de la temperatura con la profundidad se hace de manera gradual de forma que la termoclina originada al alcanzar mayores profundidades goza de una mayor estabilidad.

– Salinidad

Los valores de salinidad detectados de forma continua en los dos muestreos realizados no presentan diferencias significativas entre ellos (Figura 4.15-23). Los valores se encuentran en ambos casos entre 36 y 37 ups. Los perfiles verticales para esta variable (Figura 4.15-24) muestran de igual modo unos valores de salinidad similares en superficie.

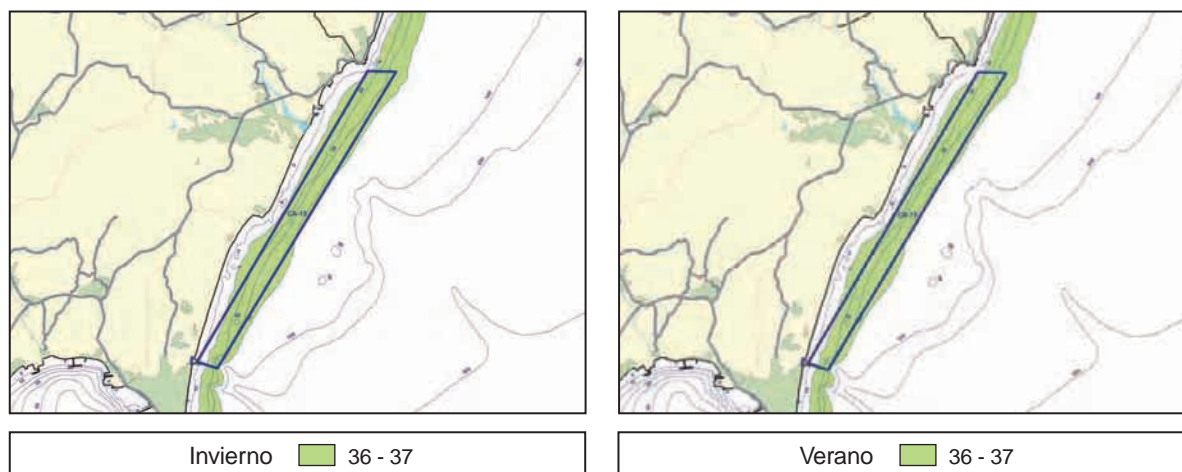


Figura 4.15-23 Salinidad superficial detectada en los muestreos de marzo y agosto en la zona CA-15.

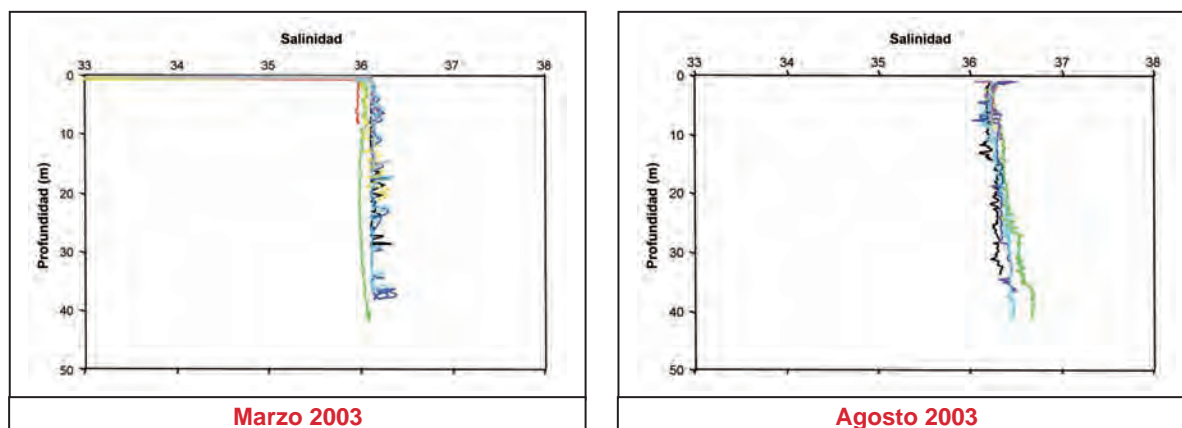


Figura 4.15-24 Perfiles de salinidad obtenidos en las estaciones de muestreo de la zona CA-15.

En el mes de marzo los valores permanecen constantes a lo largo de toda la columna de agua. En agosto, aunque hay una pequeña variación en profundidad, ésta no es muy acusada, obteniéndose valores que en las estaciones más profundas llegan a registrar un aumento como máximo de medio punto dando así valores de salinidad en profundidad de 36,5 ups.

– Clorofila

Los valores de fluorescencia en superficie se muestran en las Figuras 4.15-25 y 4.15-26. Existe una diferencia considerable entre los datos obtenidos para el muestreo de marzo y los obtenidos para agosto. En marzo se registran valores que van desde 2 hasta cerca de 4 u.a., por el contrario en agosto los valores no sobrepasan las 0,8 u.a. En verano se registra el aumento de concentración en las cercanías de la desembocadura del río Guadiaro, mientras que en marzo las concentraciones aumentan a medida que nos acercamos al estrecho de Gibraltar.

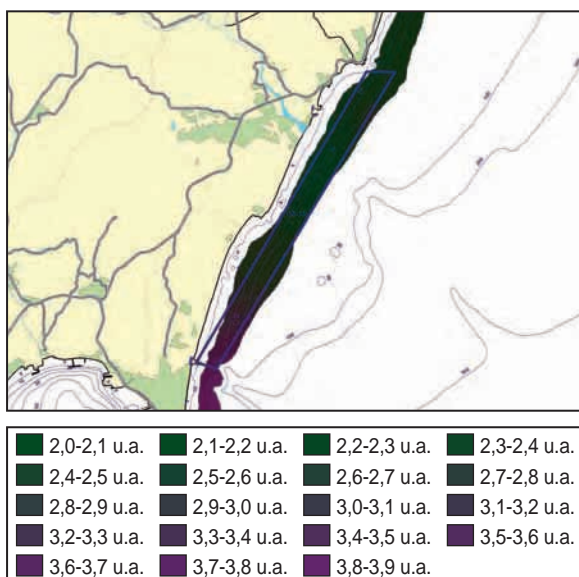


Figura 4.15-25 Fluorescencia superficial detectada en la zona CA-15 en el mes de marzo de 2003.

Los datos de clorofila obtenidos mediante satélite (Figura 4.15-21) (ver página 380) muestran concentraciones máximas en el mes de octubre donde se llega a alcanzar valores cercanos a 3 mg/m³, en los meses de marzo y abril los niveles son igualmente altos con valores entorno a 2 mg/m³. En agosto se detectan el valor más bajo con aproximadamente 1,5 mg/m³. Se comprueba, por tanto, que los valores más altos se registran en épocas invernales.

Los valores encontrados en los perfiles verticales realizados en las estaciones muestreadas en agosto, registran cerca de superficie valores del orden de 1 a 2 u.a. (Figura 4.15-27). Estos datos se corresponden con los obtenidos de forma continua.

Existe un aumento de las concentraciones con la profundidad, dándose en una de las estaciones un aumento hasta valores realmente altos y superiores a 30 u.a. La estación en lo que esto ocurre es la más cercana al estrecho de Gibraltar, localizándose este máximo a unos 25 m de profundidad. En el resto de estaciones el máximo no supera las 7 u.a.

Las concentraciones obtenidas en las estaciones muestreadas de forma discreta se muestran en la Figura 4.15-28. En ella se observa como la clorofila fraccionada adquiere valores más altos en el mes de marzo. En agosto se registra un aumento en las cercanías de la desembocadura del río Guadiaro. Siendo también superior las concentraciones encontradas en fondo que las que se registraron en superficie. Los valores más altos detectados en esta zona no superan los 4 mg/m³.

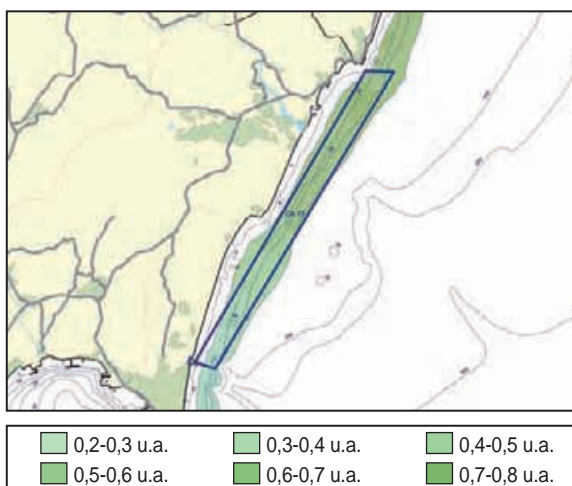


Figura 4.15-26 Fluorescencia superficial detectada en la zona MA-14 en el mes de agosto de 2003.

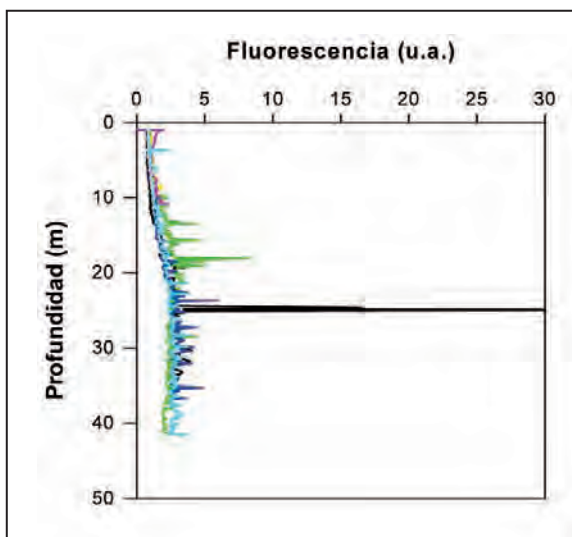


Figura 4.15-27 Perfiles de fluorescencia para las estaciones muestreadas en la zona CA-15.

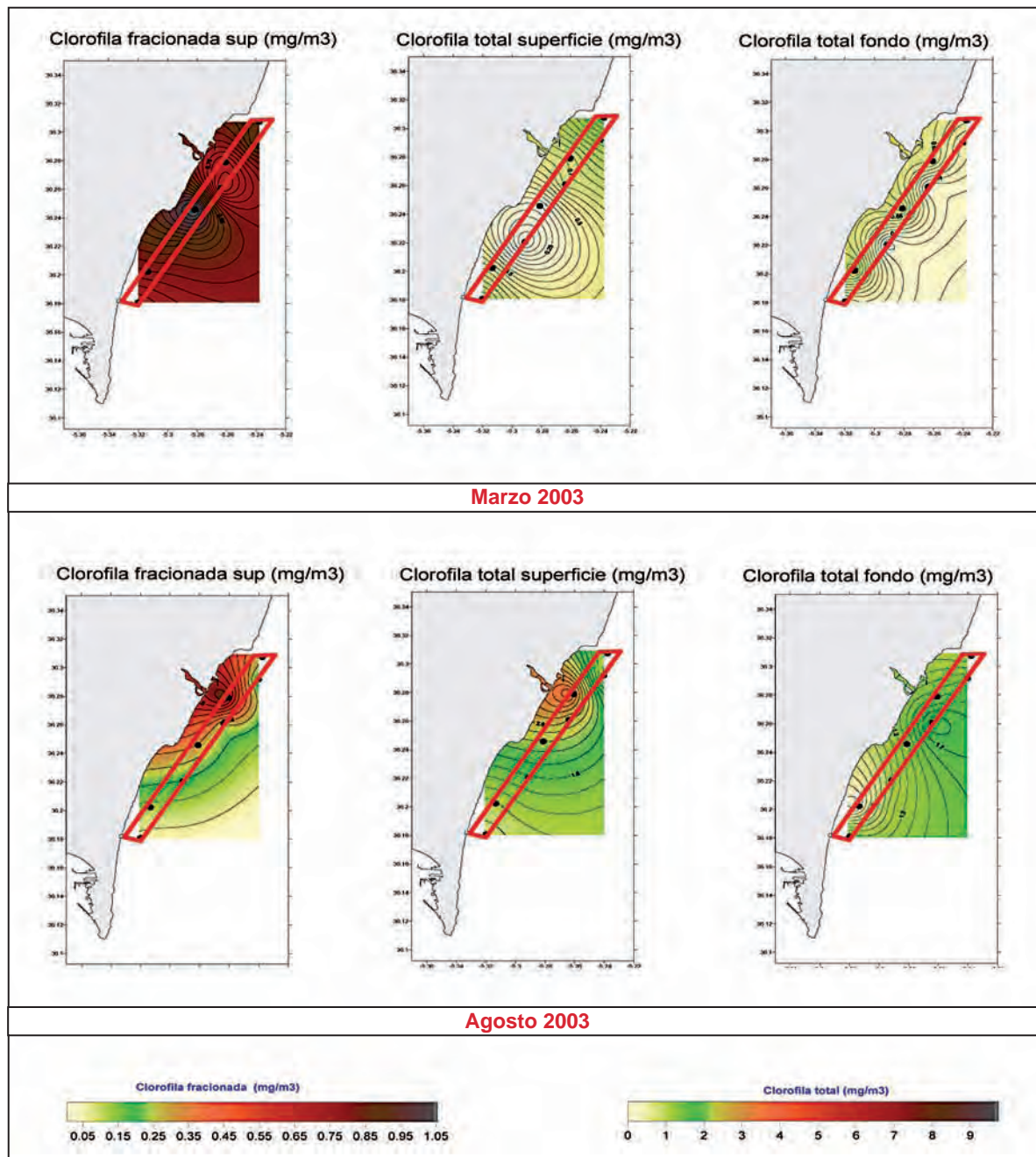


Figura 4.15-28 Concentraciones de clorofila, obtenidas tanto es superficie como en fondo en las estaciones muestreadas en la zona de estudio CA-15.

– Sólidos en suspensión

El coeficiente de atenuación de la luz se muestran en las Figuras 4.15-29 y 4.15-30. Se detectan valores similares tanto en invierno como en verano. Quizás los niveles son algo superiores en el mes de marzo que en agosto.

Los rangos detectados para esta variable en ambos muestreos se encuentran entre 1 y 5 m^{-1} . En agosto se produce un incremento de las concentraciones en la bahía de Algeciras donde se registra hasta 12 m^{-1} .

El muestreo discreto de cada una de las estaciones de la zona de estudio (FiguraS 4.15-31 Y 4.15-32) arroja valores para los sólidos en suspensión como máximo de 45 mg/l.

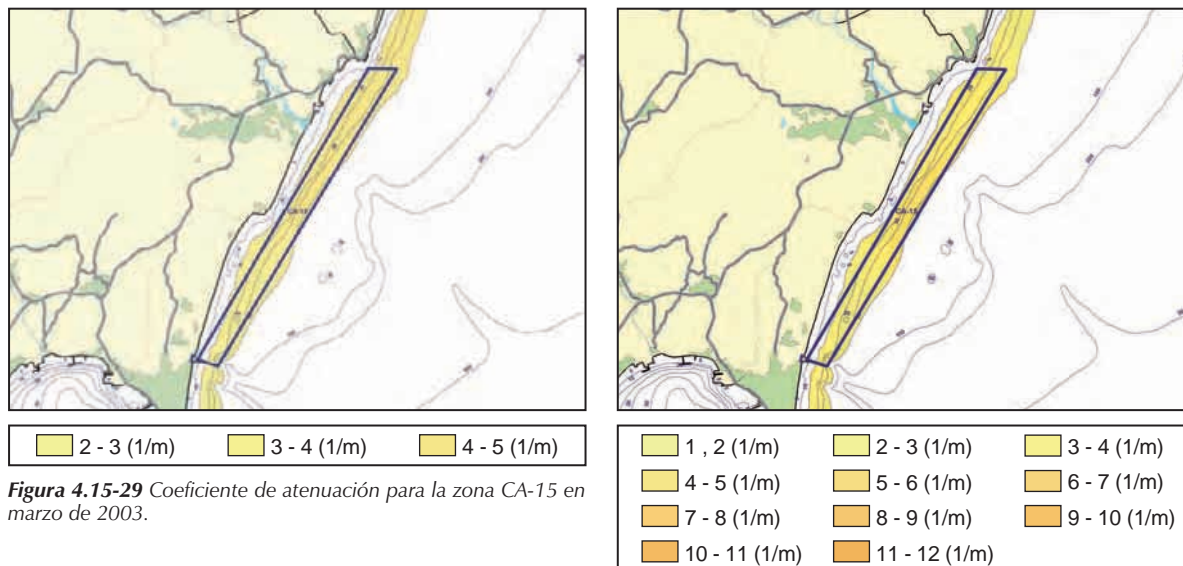


Figura 4.15-29 Coeficiente de atenuación para la zona CA-15 en marzo de 2003.

Figura 4.15-30 Coeficiente de atenuación para la zona CA-15 en agosto de 2003.

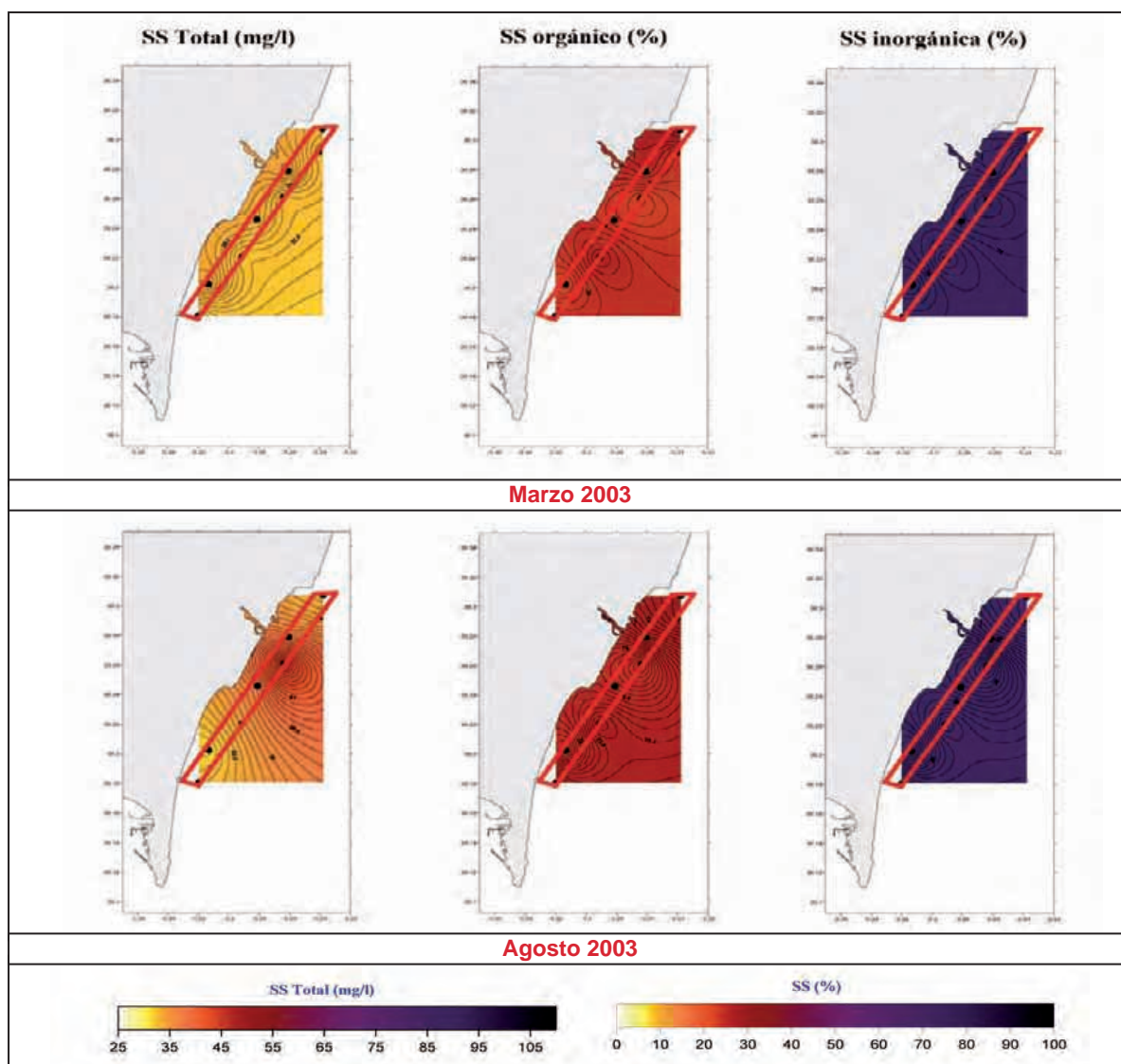


Figura 4.15-31 Sólidos en suspensión en superficie y fondo para las estaciones muestreadas en marzo de 2003 en la zona CA-15.

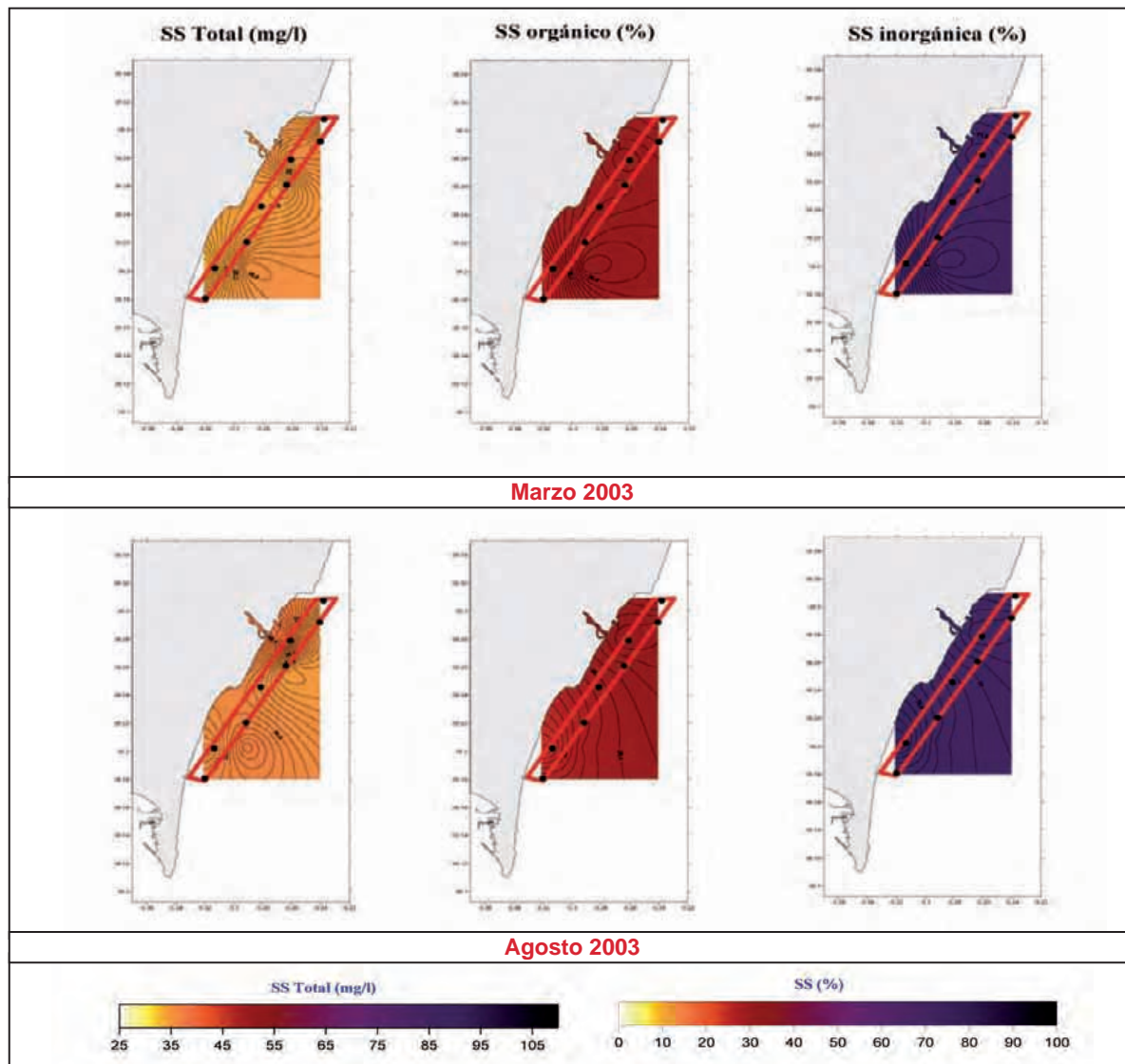


Figura 4.15-32 Sólidos en suspensión en superficie y fondo para las estaciones muestreadas en marzo y agosto de 2003 en la zona CA-15.

– Oxígeno

Los perfiles de oxígeno para las estaciones muestreadas en agosto se muestran en la Figura 4.15.33

Las concentraciones obtenidas en superficie son de 6 mg/l, aumentando en profundidad hasta alcanzar valores máximos cercanos a los 7,5 mg/l.

Estos máximos están comprendidos en profundidades de entre 10 y 30 m, decreciendo posteriormente hasta alcanzar los 6,5 mg/l a 40 m de profundidad.

Con los resultados obtenidos en referencia a las condiciones físico-químicas del agua en el área de la Línea de la Concepción (Zona CA-15), se pueden realizar las siguientes consideraciones:

1. Los rangos de temperatura detectados para esta zona muestran una temperatura cuyos valores no van a estar por debajo de los 14°C, no representando por tanto ningún factor de riesgo para la actividad acuícola en sí.
2. La salinidad no experimenta alteraciones en sus valores normales para un agua de mar.

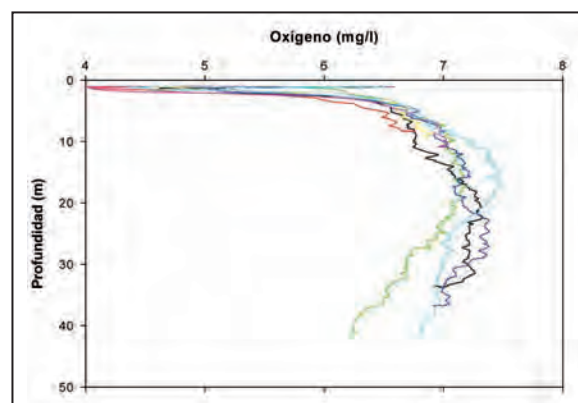


Figura 4.15-33 Perfil vertical de oxígeno en las estaciones muestreado en la zona CA-15.

3. La clorofila no se encuentra a concentraciones que se puedan considerar perjudiciales para la acuicultura.
4. Los sólidos en suspensión no adquieren concentraciones que se puedan considerar elevadas en esta zona.
5. Las concentraciones de oxígeno están dentro de los niveles que se pueden considerar adecuados para las especies acuícolas.

La integración de todos los resultados descritos anteriormente en un índice de calidad de agua, y su representación cartográfica, da como resultado la imagen representada en la Figura 4.15-34

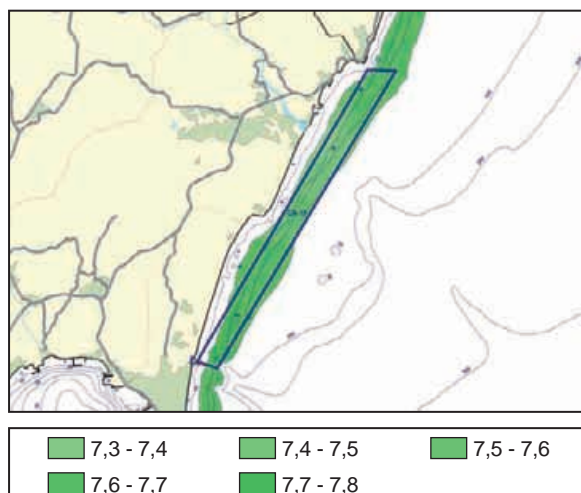


Figura 4.15-34 Índice de calidad de agua para la zona de estudio.

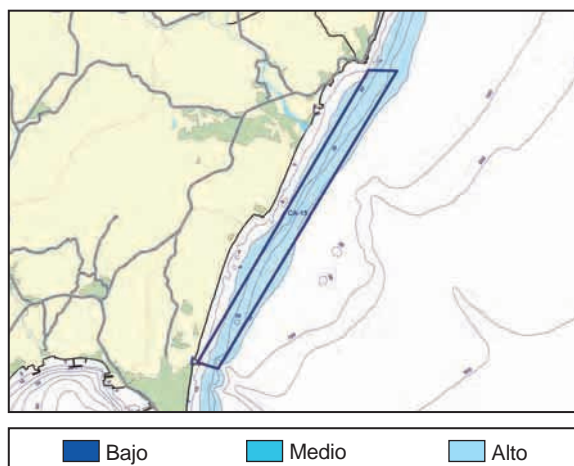


Figura 4.15-35 valoración de la zona CA-15 en función de la calidad del agua.

El índice de calidad para la zona CA-15 alcanza valores comprendido entre 7,3 y 7,8 en una escala de 0 a 10. Se produce una graduación del índice de calidad de mayor a menor en las proximidades de pueblo nuevo, área que coincide con la desembocadura del río Guadiaro. Finalmente la clasificación de la zona en función de su grado de interés desde el punto de vista de la calidad de agua da como resultado que la totalidad de la zona posee un grado de interés alto desde el punto de vista de la calidad del agua (Figura 4.15-35).

4.15.3.4.2 Condiciones sanitarias.

El área estudiada abarca parte de las zonas de producción de moluscos bivalvos y gasterópodos AND 1-24, AND 1-26 en el centro y AND 1-27 al N (Figura 4.15-36). Los resultados obtenidos de los análisis realizados en el control sanitario de esta zona durante los años 2000 a 2002 son los siguientes:

- Contaminación bacteriana:

Los resultados microbiológicos obtenidos en el control sanitario en las zonas de producción coincidentes con el área de estudio durante los años 2000, 2001 y 2002 (Tabla 4.15-5), han presentado varios meses en los que la contaminación por coliformes fecales y *E. coli* estaba por encima de los valores permitidos sobre todo en la zona AND 1-24, en la cual se ha detectado también presencia de *Salmonella* en diciembre del año 2002.

Sin embargo estas situaciones se han producido puntualmente en el caso de las zonas AND 1-26 y AND 1-27.

- Contaminación por toxinas:

Como se puede comprobar en la Tabla 4.15-6 (ver página 387), la contaminación por toxinas, especialmente por ASP (toxina amnésica) y PSP (toxina paralizante), ha sido habitual en las zonas AND 1-24 y AND 1-27, a lo largo de prácticamente todo el año durante el periodo 2000 a 2003.

Ocasionalmente se han detectado también valores de DSP (toxina diarreaica) superiores a los permitidos en estas zonas. En el caso de la zona AND 1-27, cuya especie analizada era el erizo de mar, la presencia de toxinas se ha limitado a la toxina DSP, detectada únicamente en el año 2000.



Figura 4.15-36 Zonas de producción de moluscos bivalvos, gasterópodos y equinodermos coincidentes con el área estudiada.

Resultados: Zona CA-15 (La Línea de la Concepción-San Roque)

387

Zona AND 1-24 (concha fina/mejillón)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000												
2001												
2002												

Zona AND 1-26 (erizo)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000												
2001												
2002												

Zona AND 1-27 (concha fina)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000												
2001												
2002												

■ Coliformes fecales y *E. Coli* por encima del límite ■ Presencia de *Salmonella*

Tabla 4.15-5 Meses en los que los análisis del control sanitario han dado valores de contaminación bacteriana superiores a los permitidos en los años 2000 a 2002.

Zona AND 1-24 (concha fina/corruco/vieira/mejillón)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000												
2001												
2002												

Zona AND 1-26 (erizo)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000												
2001												
2002												

Zona AND 1-27 (corruco/concha fina/vieira)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000												
2001												
2002												

■ DSP ■ PSP ■ ASP

Tabla 4.15-6 Meses en los que los análisis del control sanitario han dado valores de contaminación por toxinas superiores a los permitidos en los años 2000 a 2002.

Estos resultados sugieren que la zona CA-15 no resulte especialmente apropiada para el cultivo de moluscos bivalvos ya que, la aparición de toxinas en una zona de producción en concentraciones superiores a las permitidas, supone la prohibición de extracción y comercialización de moluscos hasta que no se alcancen los valores normales.

4.15.4 Caracterización bionómica.

La zona se caracteriza por presentar una pendiente media superior al 3%, por lo que en una estrecha franja (0.62 millas) abarca profundidades de 6 a 55 metros. El fondo marino en esta zona está constituido casi en su totalidad por lechos arenosos y arenoso-fangoso, excepto en el extremo nororiental, donde surgen afloramientos rocosos como continuación del cabo de Punta Chullera. Las comunidades detectadas son las siguientes (Figura 4.15-37).

- **Sustratos rocosos con comunidades degradadas y parcialmente cubiertas de sedimentos (RDS):** Las rocas aparecen irregularmente cubiertas por acúmulos de sedimentos. La biota característica de estos fondos rocosos se encuentra parcialmente degradada por las huellas, e incluso la presencia, de artes de pesca de arrastre. Valores medio-altos de diversidad y abundancia. Ausencia de bivalvos en las muestras. Es destacable la presencia de gorgonáceos, poliquetos, briozoos y caprélidos.

- **Arenas Finas Calibradas (AFC):** En las zonas más someras, mostrando un gradiente con tendencia a granulometrías peor clasificadas (**Fondos Detríticos Costeros; FDC**) al ganar profundidad y más finas (**Fondos Detríticos Enfangados; FDE**) hacia el S del área. En conjunto, los tres constituyen biotopos adecuados para el desarrollo de bancos de diversas especies de moluscos bivalvos, como *Acanthocardia sp.*, *Callista chione*, *Corbula gibba*, *Tellina sp.*, *Macra coralina*, *Nucula sp.*, *Donax sp.* y *Chamalea gallina*, variando su abundancia en función de la profundidad y la granulometría, llegándose a alcanzar valores de biomasa (peso fresco) superiores a 1 Kg/m².

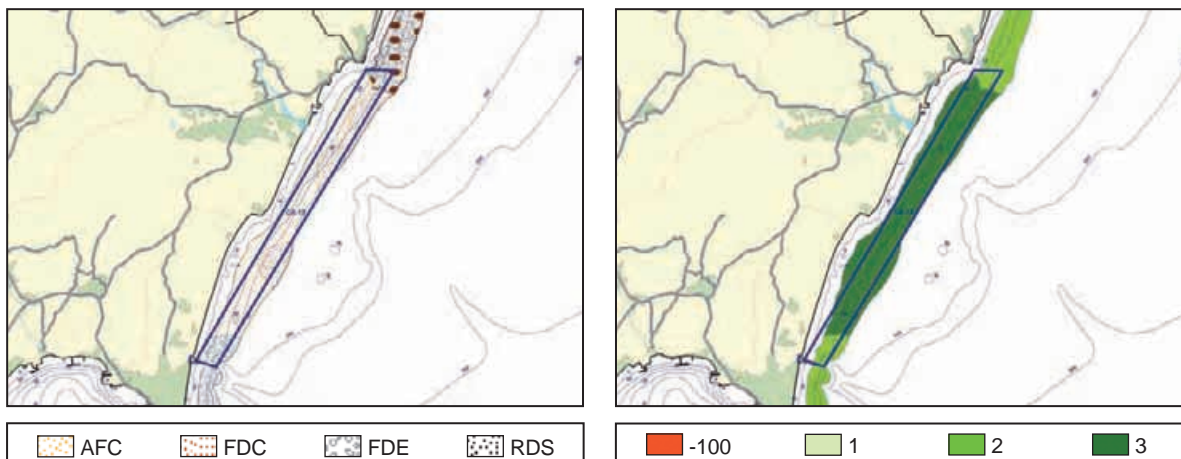


Figura 4.15-37 Tipo de comunidades detectadas en la zona. Los puntos señalan las estaciones de muestreo. RDS = Sustratos rocosos con comunidades degradadas y parcialmente cubiertas de sedimentos finos; FDC = Biocenosis de fondos detríticos costeros; FDE = Biocenosis de fondos detríticos enfangados; AFC = Biocenosis de Arenas Finas Calibradas.

Figura 4.15-38 Valoración de la zona CA-15 en función del tipo de comunidad.

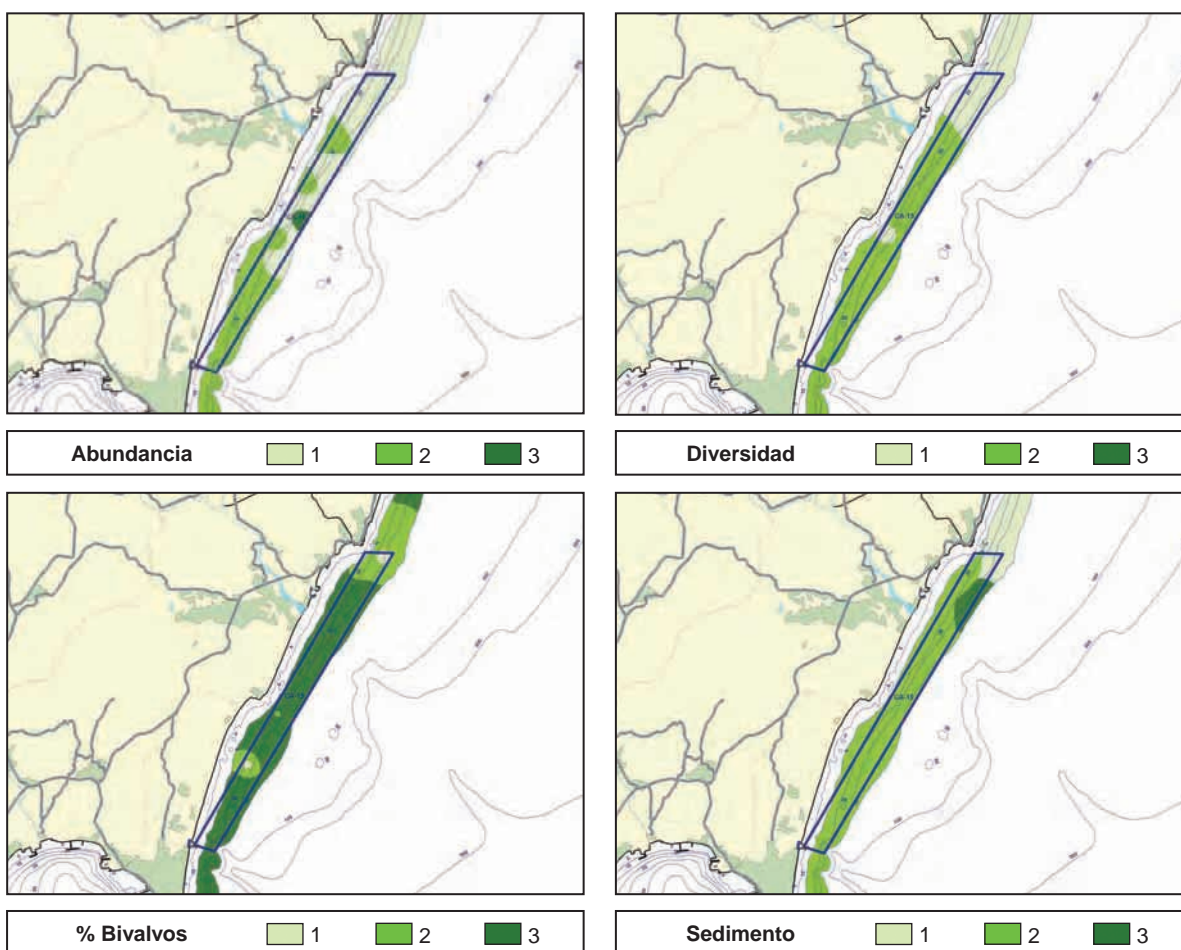


Figura 4.15-39 Valores obtenidos para los restantes factores considerados en la valoración de la zona según sus características bionómicas.

En las muestras se identificaron también varias especies de ofiuras, briozoos, decápodos, gammaridos, coralimorfarios, gasterópodos, escafópodos y paguridae.

Los valores obtenidos para su inclusión en el índice final, por lo que respecta a los tipos de comunidad existentes son los que se representan en la Figura 4.15-38, la mayor parte de la zona central presenta un valor alto para este parámetro. Asimismo, en la Figura 4.15-39 se incluyen las valoraciones obtenidas para cada una de las características restantes asociadas a la bionomía según el índice de calidad descrito en el apartado de metodología.

Finalmente, integrando estas valoraciones obtenidas, aplicando la ecuación descrita en la metodología, se obtiene el resultado del índice definido para la valoración de la bionomía, que se representa en la Figura 4.15-40.

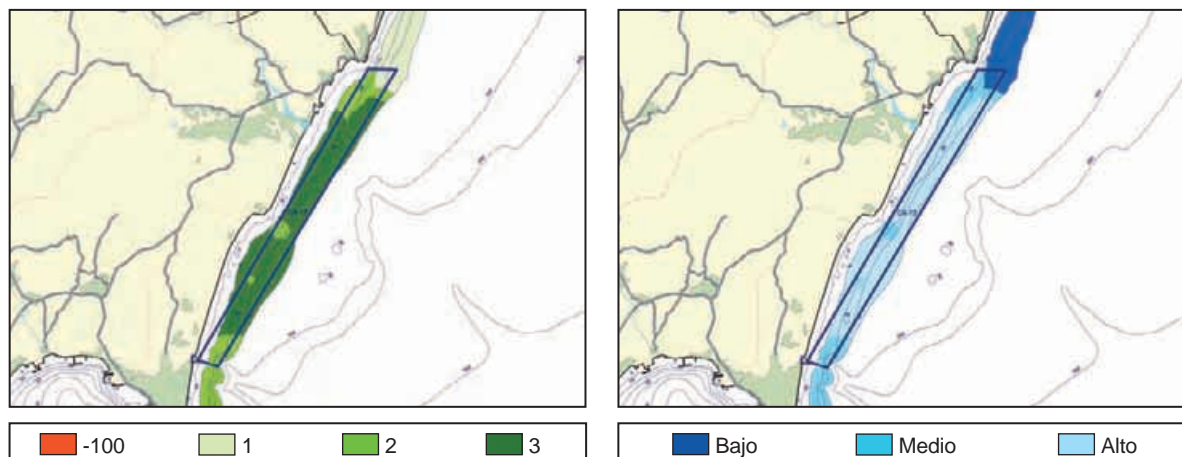


Figura 4.15-40 Índice bionómico obtenido para la zona CA-15.

Figura 4.15-41 Grado de interés de la zona CA-15 en función de las características bionómicas de la misma.

La mayor parte de la zona central del área obtiene una valoración media-alta como consecuencia fundamentalmente de la valoración obtenida a partir del tipo de comunidad y la abundancia de moluscos bivalvos. La zona N se considera una zona de interés bajo.

La reclasificación de los valores del índice da como resultado la valoración del grado de interés de la zona atendiendo a sus características bionómicas que se representa en la Figura 4.15-41.

4.15.5 Caracterización del sector pesquero.

En la zona se encuentran seis caladeros tradicionales (Figura 4.15-42) cuyas denominaciones y características se incluyen en la Tabla 4.15-7.

Nombre del caladero	Distancia al centro del área de estudio	Especies más representativas capturadas	Artes de pesca utilizadas
- Atunara - Torrenueva	Contiene la zona S del polígono estudiado	- Peces: Breca, besugo, salmonete y pargo. - Moluscos: Chirla, concha fina, coquina y jibia.	Boliche, solta, trasmallo, red de pez espada, sardinal, rastro y palangre
- Carbonera	Contiene parte de la zona central del polígono estudiado	- Peces: Breca, besugo, salmonete y pargo. - Moluscos: Chirla, peregrina y jibia.	Solta, palangre, ranchera, trasmallo y rastro
- Sotogrande,	Contiene parte de la zona central del polígono estudiado	- Moluscos: Chirla, concha fina, coquina y peregrina	Rastro
- Guadiaro,	Contiene parte de la zona N del polígono estudiado	- Moluscos: Chirla, concha fina, coquina y peregrina	Rastro
- Cala Sardina - Chullera	5,5 Km al Norte	- Peces: Besugo. - Moluscos: Pulpo y jibia.	Solta, palangre y trasmallo.
- Puerto Duquesa-El Castillo	12 Km al Norte	- Peces: Besugo. - Moluscos: Concha fina, chirla y busano.	trasmallo y el rastro.

Tabla 4.15-7 Caladeros cercanos al área de estudio.

El puerto pesquero más cercano es el Puerto de La Atunara, situado en la barriada del mismo nombre de la localidad de la Línea de la Concepción. Pertenece al distrito marítimo de La Línea, siendo gestionado directamente por la EPPA. Este puerto se encuentra a unos 8,5 km del centro de la zona CA-15 y sus características son las siguientes;

PUERTO PESQUERO DE LA ATUNARA		
Latitud	36° 10' N	Servicios al sector pesquero: - Fabrica de hielo - Cámaras frigoríficas - Locales de armadores - Astilleros
Longitud	5° 20' W	
Calado en la bocana (B.M.V.E.)	3 m	
Calado medio del muelle	3 m	
Longitud del muelle	409 m	
Superficie total de la lonja	383 m ²	

Tabla 4.15-8 Características técnicas del puerto pesquero de La Atunara.

La flota con base en el puerto es de 104 embarcaciones, que desplazan 263 TRB, de éstas 101 se dedican a artes menores, 1 a arte de cerco y 2 a palangre de fondo.

Las especies desembarcadas en la lonja del puerto de la Atunara más representativas, son los moluscos bivalvos tales como la concha fina, la almeja chocha, chirla, vieras, y sobre todo, el corruco con destino a las empresas conserveras de la zona.

El volumen de pesca desembarcado es de unas 1.148 Tm, de las cuales 259 Tm son peces, 888 Tm moluscos y 0,6 Tm crustáceos.

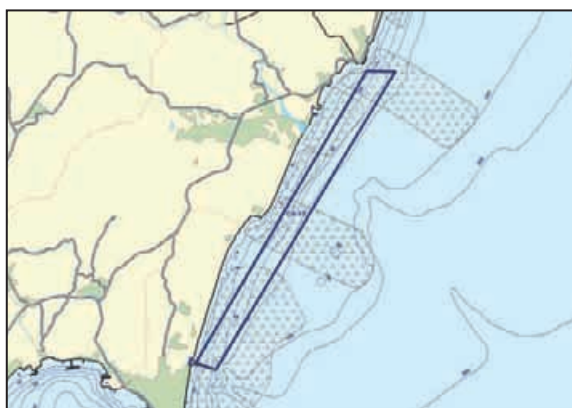


Figura 4.15-42 Localización de caladeros y puertos pesqueros cercanos a la zona de estudio.

4.15.6 Valoración final.

4.15.6.1 Estudio del medio físico.

Tras el análisis de los resultados se puede concluir que la zona CA-15 (La Línea de la concepción – San Roque) presenta unas buenas condiciones climáticas por cuanto la intensidad de los vientos es baja casi todo el año y no presenta una alta frecuencia de temporales.

La batimetría existente en la zona, presenta una pendiente moderada que no impide la ubicación de nuevas instalaciones acuícolas. Prácticamente la totalidad del polígono considerado se encuentra dentro de la franja batimétrica de 20 a 50 m considerada como la más adecuada para la ubicación de instalaciones acuícolas.

Las corrientes dominantes a 10 m de profundidad en el área son de intensidad baja en el sur del polígono, aumentando de sur a norte, hasta alcanzar velocidades adecuadas para los cultivos. De la mitad sur, hacia el norte, las velocidades de corriente se pueden considerar adecuadas para el cultivo acuícola aunque serían deseables intensidades ligeramente mayores en toda la zona.

No existen en la zona áreas de interés ambiental que puedan verse afectadas por la ubicación de nuevas instalaciones cercanas.

El oleaje determinado para la zona no es elevado aunque frecuencia de fenómenos de oleaje que puedan suponer riesgo para las instalaciones es mayor de lo deseable debiéndose valorar adecuadamente esta situación a la hora de elegir el cultivo a desarrollar y el tipo de instalaciones que se deseen situar en la zona.

El sustrato existente, resulta en general adecuado para el fondeo de instalaciones acuícolas. Sobre el fondo se detectan zonas con presencia de biocenosis de interés medio-alto que habrán de ser tenidas en cuenta a la hora de proyectar la ubicación de nuevas instalaciones.

La calidad físico-química del agua es buena. Sin embargo, desde el punto de vista sanitario, es habitual a lo largo del año la presencia de toxinas en los análisis realizados a los moluscos. Este hecho, que incide negativamente en la comercialización de este producto, hace que se deba plantear la rentabilidad de posibles cultivos de moluscos en la zona.

El sector pesquero de la zona tiene su puerto base en el puerto de la Atunara y está constituido por un total de 104 embarcaciones de las cuales 101 se dedican a la pesca artesanal en los caladeros cercanos, dos de los cuales se encuentra en la zona estudiada. La lonja de la atunara registra un volumen de captura anual de unas 1.148 toneladas. A la hora de ubicar nuevas instalaciones sería conveniente estudiar la forma de no interferir con este sector.

Con los resultados obtenidos hasta la fecha, se ha realizado una valoración de la zona CA-15 cuyos resultados son los representados en el Figura 4.15-43.

4.15.6.2 Integración entre la valoración del medio físico y la valoración del ámbito administrativo.

La integración de los resultados obtenidos en la valoración del ámbito administrativo con la valoración del medio físico (Plano 15) permite apreciar que prácticamente la totalidad del polígono estudiado (80%) presenta un grado de interés alto, correspondiéndose el resto de la zona a un 15% de interés medio en la zona sur del polígono, consecuencia fundamentalmente de la presencia cercana de las instalaciones pertenecientes a Pescados y Mariscos Mar de la Línea S.L. El 5% restante se corresponde con una zona de interés bajo debido a una batimetría inadecuada.

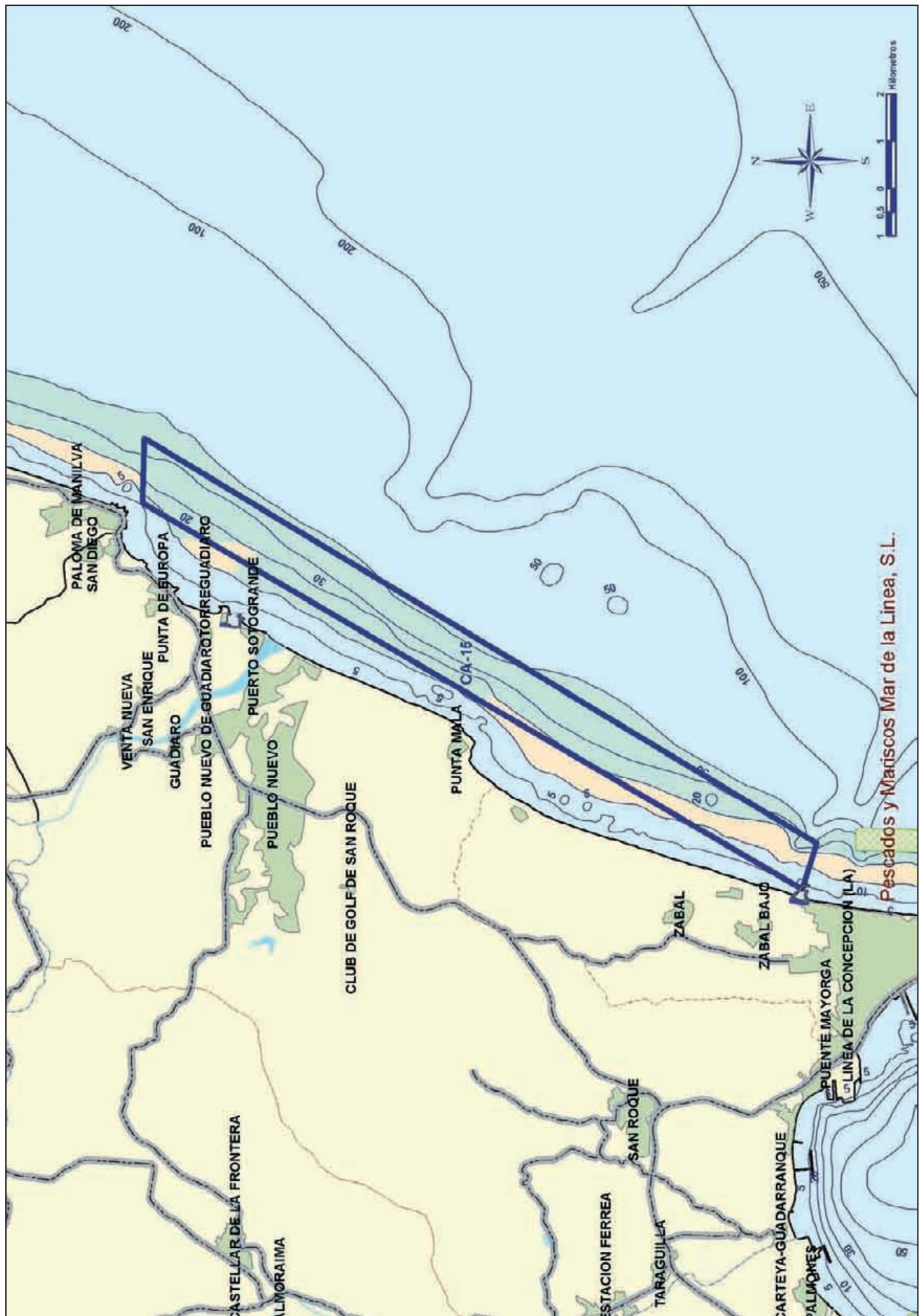
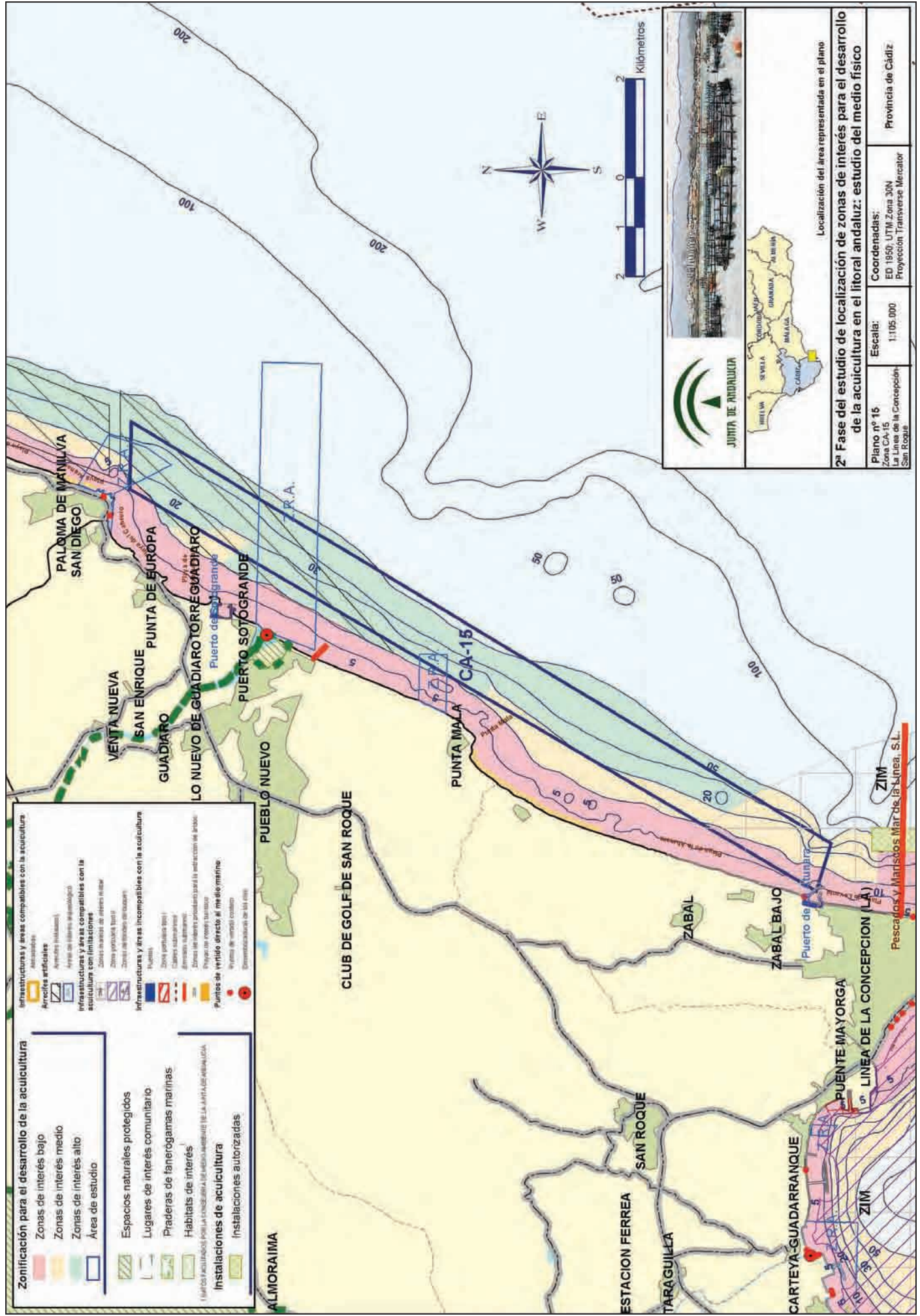


Figura 4.15-43 Valoración final en función de los resultados de la 2ª fase.

Grado de interés Bajo Medio Alto



Zonificación para el desarrollo de la acuicultura

- Zonas de interés bajo
- Zonas de interés medio
- Zonas de interés alto
- Área de estudio

Espacios naturales protegidos

- Lugares de interés comunitario
- Praderas de fanerógamas marinas
- Habitats de interés

Instalaciones de acuicultura

- Instalaciones autorizadas

Infraestructuras y áreas compatibles con la acuicultura

- Arrecifes artificiales
- Arrecifes naturales
- Áreas de interés arqueológico
- Infraestructuras y áreas compatibles con la acuicultura con limitaciones
- Zonas de interés de interés público
- Zonas de interés de interés privado
- Zonas de interés de interés público
- Zonas de interés de interés privado
- Infraestructuras y áreas incompatibles con la acuicultura
- Urbanizaciones
- Zonas protegidas tipo I
- Clasificación urbanística
- Áreas de interés público para la explotación de recursos
- Playas de interés turístico
- Puntos de vertido directo al medio marino
- Reserva de interés científico
- Demarcaciones de los ríos

Localización del área representada en el plano

Junta de Andalucía

Localización del área representada en el plano

2ª Fase del estudio de localización de zonas de interés para el desarrollo de la acuicultura en el litoral andaluz: estudio del medio físico

Plano nº 16
Zona CA-15
La Línea de la Concepción
San Roque

Coordenadas:
ED 1985; UTM; Zona 30N
Proyección Transversa Mercator

Escala:
1:105.000

Provincia de Cádiz



4.16

ZONA CA-16 (BARBATE)



El área CA-16 se corresponde con el término municipal de Barbate y abarca el tramo de costa comprendido entre Trafalgar la playa del Carmen.

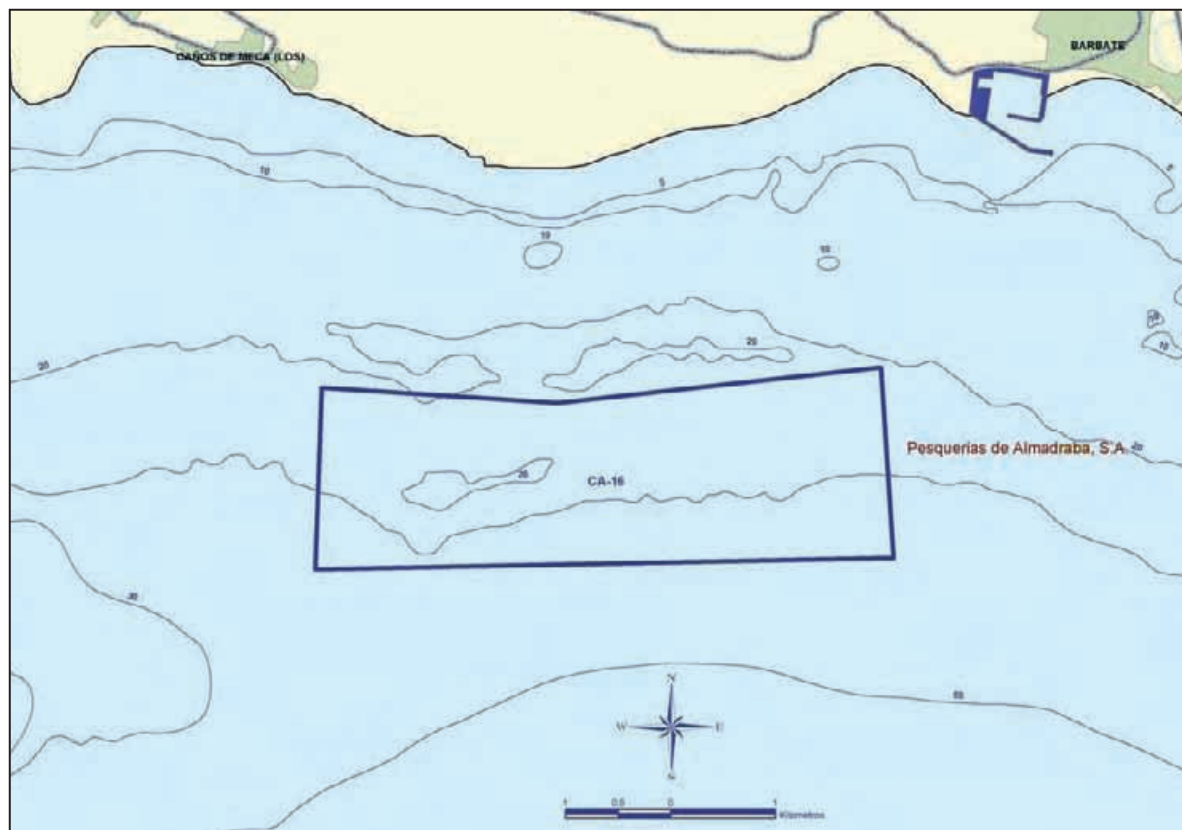


Figura 4.16-1 Zona CA-16 (Barbate) y polígono estudiado.

Los trabajos en esta zona se centraron sobre el polígono situado frente al acantilado de Barbate, con profundidades comprendidas entre los 20 y los 45 m y una superficie total aproximada de 897 hectáreas (Figura 4.16-1).

4.16.1 Compatibilidad administrativa de la zona.

La compatibilidad administrativa de la zona se ve marcada por la existencia de dos áreas de extracción de áridos (Figura 4.16-3) (ver página 399), una de las cuales ocupa parte del polígono de estudio, así como por la ubicación de las instalaciones de la Almadraba de Barbate con las jaulas de engorde de atún adyacentes a ella y el límite marítimo del Parque Natural Acantilado de la Breña y Marismas del Barbate.

En la zona existen además tres playas de interés turístico (Caños de Meca, La Hierbabuena y Nuestra Señora del Carmen).

Finalmente, aunque algo alejados ya del polígono estudiado, los fondos de la Punta de Trafalgar son considerados como de interés comunitario, considerándose la zona también como de interés arqueológico.

En la zona se localiza también, un arrecife artificial instalado por la Consejería de Agricultura y Pesca.

La valoración del grado de interés de la zona en función de los usos administrativos de la misma es la que se representa en la Figura 4.16-2.

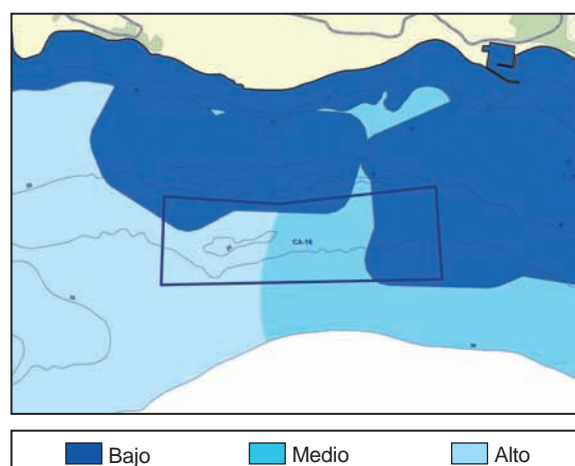


Figura 4.16-2 Grado de interés de la zona CA-16 en función de la compatibilidad administrativa.

4.16.2 Caracterización climatológica.

Según los datos obtenidos de la estación agroclimática de Conil pertenecientes a la red de estaciones Agroclimáticas de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, el clima en la zona se corresponde con un clima tipo **Bsk** según la clasificación de Köppen. Se caracteriza por ser un clima seco y frío con escasa pluviosidad concentrada en invierno, en verano se detecta una estación seca frente al resto del año.

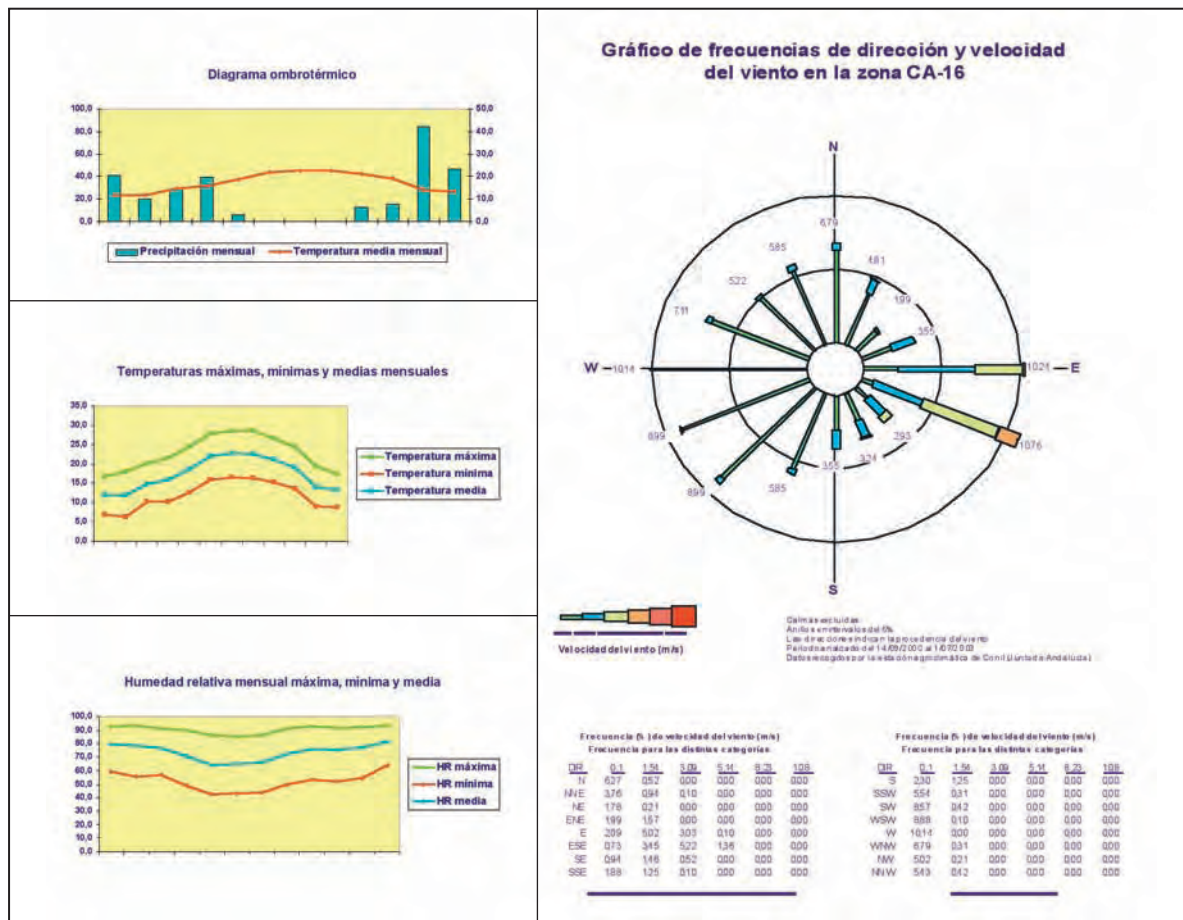


Figura 4.16-4 Características climatológicas de la zona CA-16.

La temperatura media mensual oscila entre los 11,8°C del mes de enero y los 22,8°C del mes julio. La temperatura mínima mensual es de 6,2°C en el mes de febrero. La temperatura máxima mensual es de 28,7°C en agosto. La precipitación anual es de unos 294,4 mm, concentrándose ésta prácticamente en los seis meses más fríos (260,5 mm) frente a la precipitación recogida en los seis meses más cálidos (33,9 mm). Los valores de humedad relativa mensuales, mínima, máxima y media, son elevados y se mantienen bastante constantes a lo largo del año, oscilando en torno al 52,0%, 90,4% y 73,6% respectivamente. No obstante, se detecta un claro descenso de la humedad relativa en los meses de verano.

El régimen de vientos se corresponde con un predominio de vientos moderados a fuertes procedentes del Este y Este-Sureste, y vientos flojos del Oeste.

4.16.3 Caracterización física.

4.16.3.1 Batimetría.

La batimetría en la zona presenta una pendiente suave a partir de los 10 m de profundidad. La totalidad del polígono se encuentra en la franja batimétrica comprendida entre 20 y 40m.

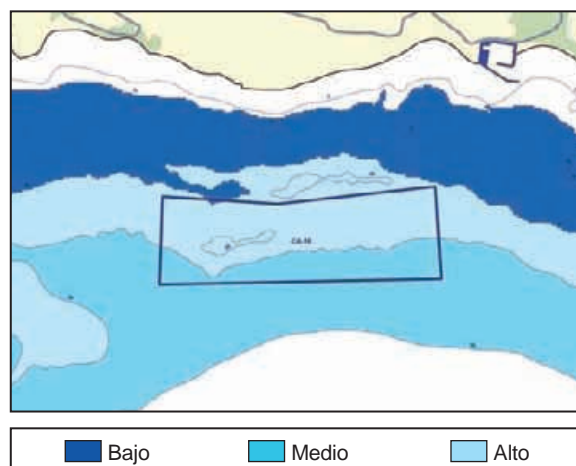


Figura 4.16-5 Valoración del interés de la zona CA-16 en función de la profundidad.

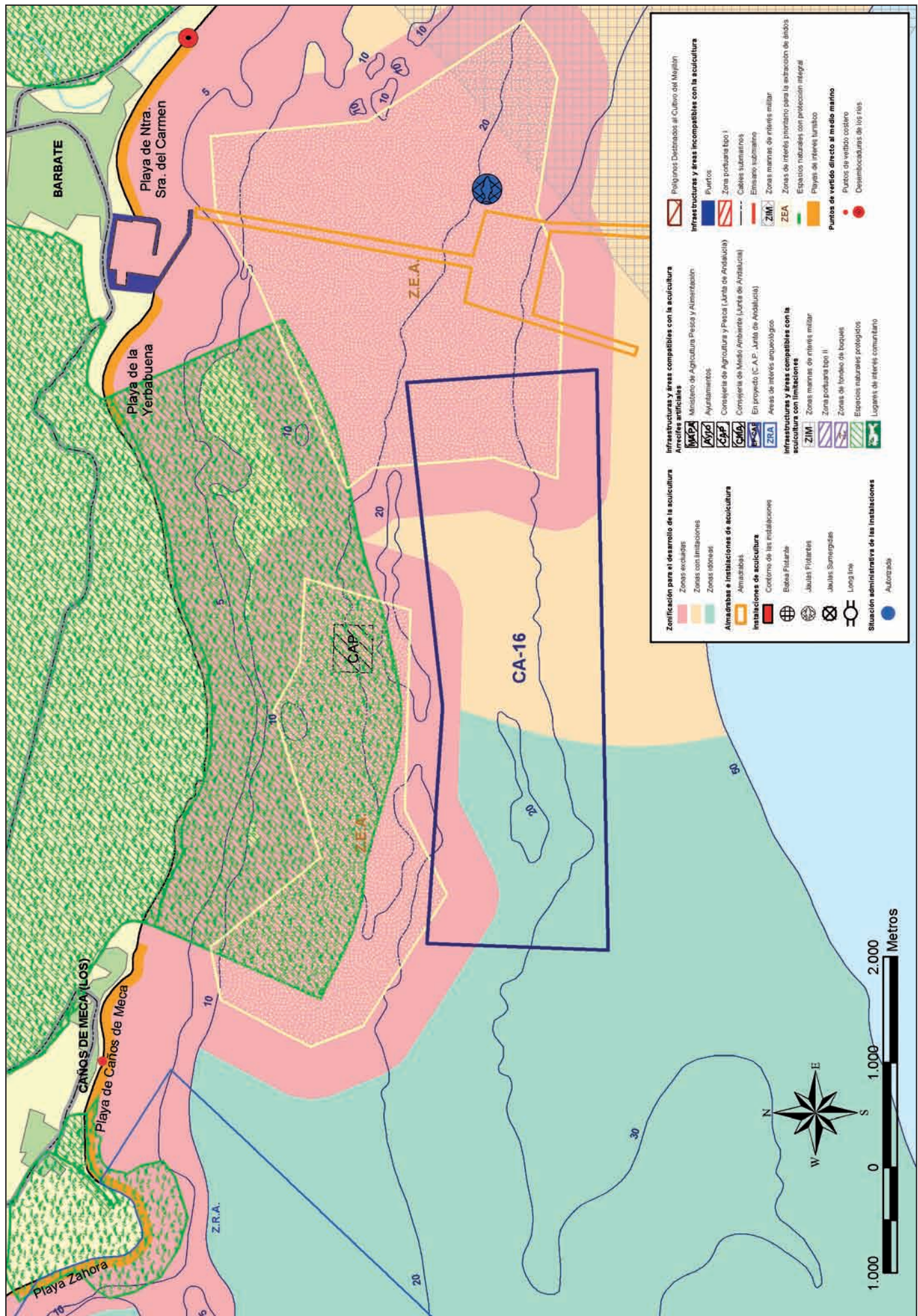


Figura 4.16-3.

El análisis batimétrico de la zona genera la valoración de la zona en función de este parámetro que es la que se representa en la Figura 4.16-5 (ver página 398).

4.16.3.2 Condiciones oceanográficas.

4.16.3.2.1 Régimen hidrodinámico.

Para conocer el régimen hidrodinámico de la zona en el entorno costero de Barbate (Cádiz), se realizó el fondeo de un correntímetro del tipo RCM9 MKII (Figura 4.16-6) en la posición de latitud y longitud igual a $36^{\circ} 10,017' N$ y $5^{\circ} 58,127' W$, cuyas coordenadas UTM vienen dadas por $x=772.671 m$ e $y= 4.006.788 m$. La fecha del fondeo del correntímetro, llevado a cabo por el C.I.C.E.M. El Toruño (Centro de Investigación y Cultivo de Especies Marinas), fue el 20 de marzo de 2003, empezando a registrar datos válidos a partir de las 10:27 horas GMT. El desfondeo del aparato se realizó el 29 de mayo, siendo el último dato válido el registrado a las 18:07 horas GMT.

Las corrientes predominantes obtenidas por el correntímetro son hacia los sectores Oeste y Este, lo cual puede visualizarse de forma clara en la rosa de corrientes de la Figura 4.16-7. Estas direcciones representan un porcentaje con respecto al total de 78,13%, correspondiendo el 21,87% al resto de direcciones. Las velocidades máximas han sido de 63,94 y 49,57 $cm \cdot s^{-1}$ con direcciones asociadas de 266° y 97° ; mientras que las velocidades medias han sido de 24,46 y 17,87 $cm \cdot s^{-1}$.

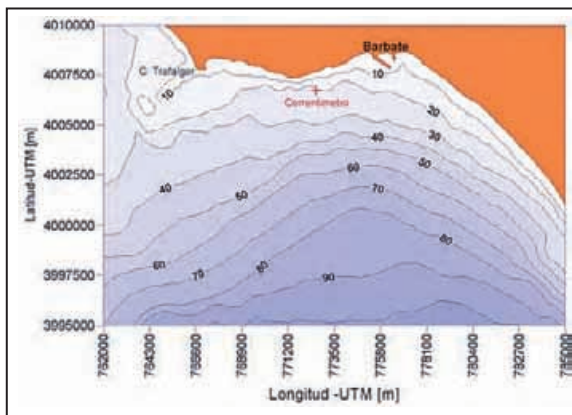


Figura 4.16-6 Batimetría de la zona de estudio y ubicación del correntímetro utilizado para el registro de corrientes (coordenadas UTM: $x=772.671 m$ e $y= 4.006.788 m$).

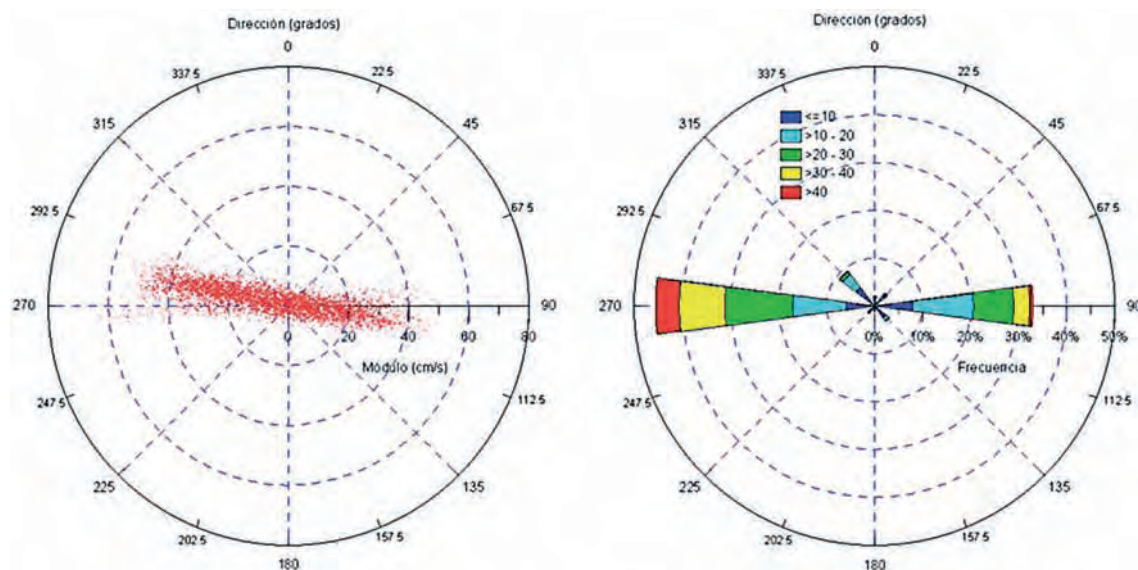


Figura 4.16-7 Diagrama polar y rosa de corrientes obtenidos a partir de los datos registrados por el correntímetro.

La marea astronómica es uno de los términos impulsores más importantes de la corriente en muchos enclaves costeros. La alteración de la superficie libre, debida al gradiente de la fuerza gravitatoria con que la Luna y el Sol atraen los cuerpos que se encuentran en la superficie terrestre, induce corrientes marinas que pueden llegar a superar velocidades del orden del metro por segundo. Asimismo, las fluctuaciones del nivel del mar pueden superar, en casos en los que tengan lugar fenómenos de resonancia, los 10 metros. Por consiguiente, su análisis resulta vital para una adecuada descripción de las corrientes marinas en la zona costera.

Para conocer la importancia de la marea en el área de estudio, se ha realizado un análisis armónico de la serie de corrientes obtenida por el correntímetro, a fin de determinar que porción de la corriente corresponde a la marea astronómica, y que parte a otros términos impulsores (viento, gradientes de densidad, movimientos inerciales, etc.). Para ello, se ha utilizado un programa de análisis armónico (Foreman, 1.978) que aprovecha el hecho que las frecuencias de oscilación de la marea son conocidas a priori, de modo que es posible efectuar un ajuste por mínimos cuadrados, donde los parámetros libres del análisis son las componentes de las elipses de marea: eje mayor, eje menor, fase e inclinación.

En la Tabla 4.16-1, se resume la clasificación de las componentes mareales en función del nombre, del período, de la velocidad angular y de la amplitud relativa. Ésta última, se introduce de forma arbitraria asignando un coeficiente 100 a la mayor componente, M2. Las ondas en las que aparece el sufijo “2” (M2, S2, N2, etc.), tienen un período del orden de las 12 horas, por lo que se denominan semidiurnas. En las que aparece el sufijo “1”, el período es del orden de las 24 horas y se denominan diurnas. La predominancia de unas ondas sobre otras permite clasificar la marea como diurna o semidiurna.

Grupo	Símbolo	Período (horas)	Velocidad Angular (grados/hora)	Amplitud Relativa	Tipo
I	M2	12,42	28,9841	100	Lunar principal / semi-diurna
	S2	12,00	30,0000	46,6	Solar principal / semi-diurna
	K1	23,94	15,0411	58,4	Lunar – solar / diurna
	O1	23,80	13,9430	41,5	Lunar principal / diurna
II	K2	11,97	30,0821	12,7	Lunar – solar / semi-diurna
	N2	12,66	28,0821	19,2	Elíptico lunar / semi - diurna
	P1	24,07	14,9589	19,4	Solar / diurna

Tabla 4.16-1 Descripción de los constituyentes principales de la marea.

El filtro que se ha utilizado para el análisis armónico, a partir del cual se han obtenido las corrientes de viento y de marea, ha sido el propuesto por Foreman (1978). Éste consiste en promediar la serie temporal de corrientes bruta registrada inicialmente para obtener una nueva serie desplazada ligeramente en el tiempo (en este caso 80 minutos) y con un intervalo temporal entre datos de 1 hora.

La información de corrientes de viento y de marea obtenida con el análisis armónico realizado es utilizada a continuación para derivar la hidrodinámica en la zona de estudio a través del uso de los códigos ECADIS y MAREAS pertenecientes al modelo TRIMODENA®.

En la Figura 4.16-8 se representa el espectro de corrientes calculado a partir de la aplicación de la FFT (Fast Fourier Transform) a la serie de corrientes registrada por el correntímetro. Al representar la densidad espectral de energía frente a la frecuencia (inversa del periodo), es posible detectar a que periodicidades están asociadas las corrientes registradas.

Se puede ver claramente en el espectro como existen picos de densidad espectral destacables para las frecuencias correspondientes a las componentes más importantes de la marea. Parte de esta densidad espectral corresponde a la corriente generada por el viento, la cual posee periodicidades que pueden ir de pocas horas a incluso días.

Con estos datos, a la hora de considerar los resultados de las corrientes se han analizado por separado las corrientes debidas al viento y las producidas por los movimientos de marea.

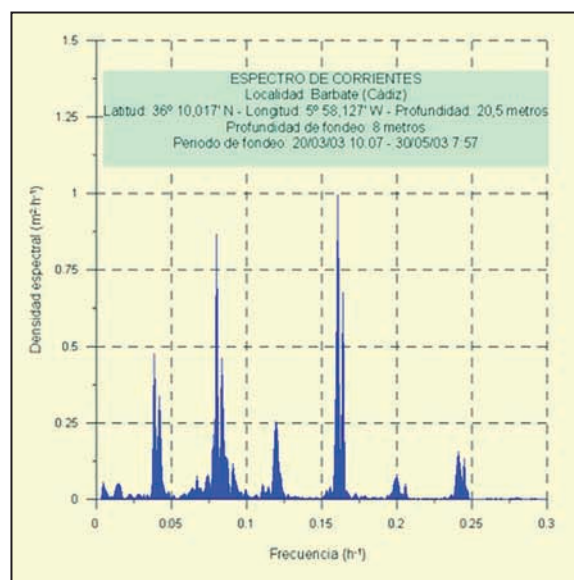


Figura 4.16-8 Densidad espectral calculada a partir de los datos de corrientes registrados por el correntímetro.

4.16.3.2.2 Corrientes debidas a la marea.

Inicialmente se ha estudiado la propagación de la marea astronómica en la zona de interés usando el modelo de simulación MAREAS dentro del software TRIMODENA®. Su cálculo permite conocer el campo de corrientes debido a la marea.

Los constituyentes de la marea astronómica considerados han sido los que tienen una mayor amplitud en la carrera de marea y los que producen mayores velocidades de la corriente mareal.

En este caso se han tenido en cuenta las ondas semidiurnas M2, S2, N2 que por sí solas representan la mayor parte de la onda de marea (aproximadamente el 80% de la onda total de alturas de marea).

Para el cálculo de la marea se han calibrado los datos predichos por el modelo para el punto de medida con los derivados del análisis armónico realizado al registro de corrientes obtenido por el correntímetro.

En la Tabla 4.16-2 se muestran las características más importantes para las componentes de marea N2, M2 y S2.

En las Figuras 4.16-9, 4.16-10 y 4.16-11 se representan para estas componentes la fase y la amplitud de la altura de la superficie libre y las velocidades y direcciones de los ejes mayores de las elipses de marea.

Componente de marea	Frecuencia (h ⁻¹)	Eje mayor (mm·s ⁻¹)	Eje menor (mm·s ⁻¹)	Inclinación (°)	Fase (°)
Registrado en el punto de medida					
N2	0.07899925	73.079	1.661	172.2	254.4
M2	0.0805114	230.277	4.795	169.1	280.7
S2	0.08333334	88.218	-1.443	169.8	302.9
Predicho por el modelo					
N2	0.07899925	62.920	1.730	186.6	291.6
M2	0.0805114	198.070	4.640	185.5	305.9
S2	0.08333334	65.970	2.250	186.5	321.8

Tabla 4.16-2 Características de las componentes de marea N2, M2 y S2 derivadas del análisis armónico del registro de marea y predichas mediante el modelo MAREAS.

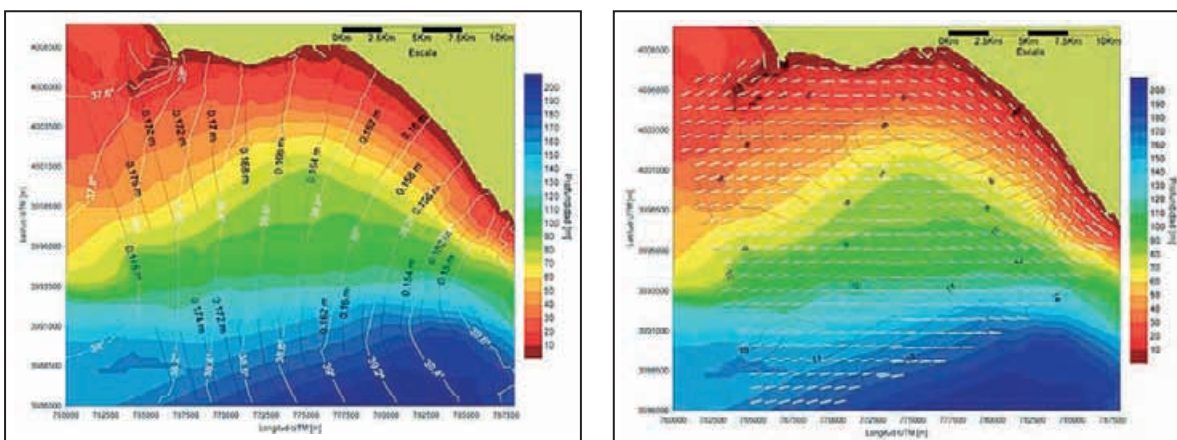


Figura 4.16-9 Resultados de la fase en grados (contornos blancos), de la amplitud en metros (contornos negros) de la altura de la superficie libre y de las velocidades (cm/s) y direcciones de los ejes mayores de la elipse para la componente de marea N2.

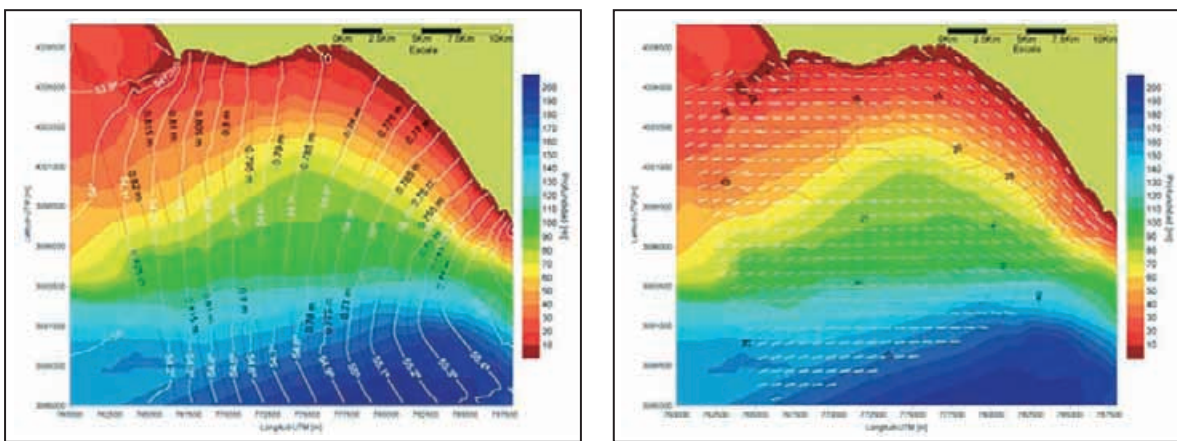


Figura 4.16-10 Resultados de la fase en grados (contornos blancos), de la amplitud en metros (contornos negros) de la altura de la superficie libre y de las velocidades (cm/s) y direcciones de los ejes mayores de la elipse para la componente de marea M2.

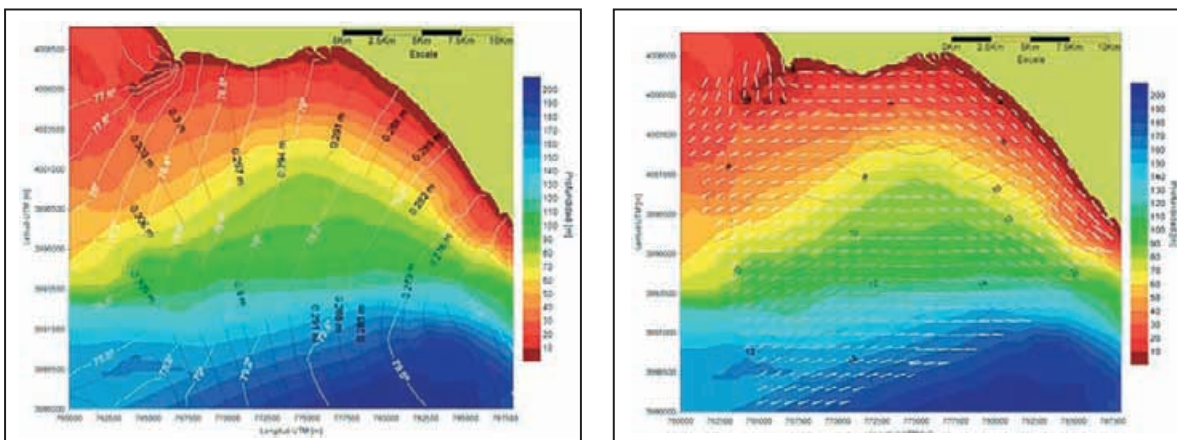


Figura 4.16-11 Resultados de la fase en grados (contornos blancos), de la amplitud en metros (contornos negros) de la altura de la superficie libre y de las velocidades (cm/s) y direcciones de los ejes mayores de la elipse para la componente de marea S2.

4.16.3.2.3 Corrientes debidas al viento.

En este caso, se estudian las corrientes generadas por el viento, usando el modelo de simulación ECADIS de TRIMODENA®. En la Tabla 4.16-3 se muestra el resumen estadístico de las corrientes debidas a viento, las cuales se han obtenido una vez se ha eliminado del registro de corrientes inicial el efecto de la marea.

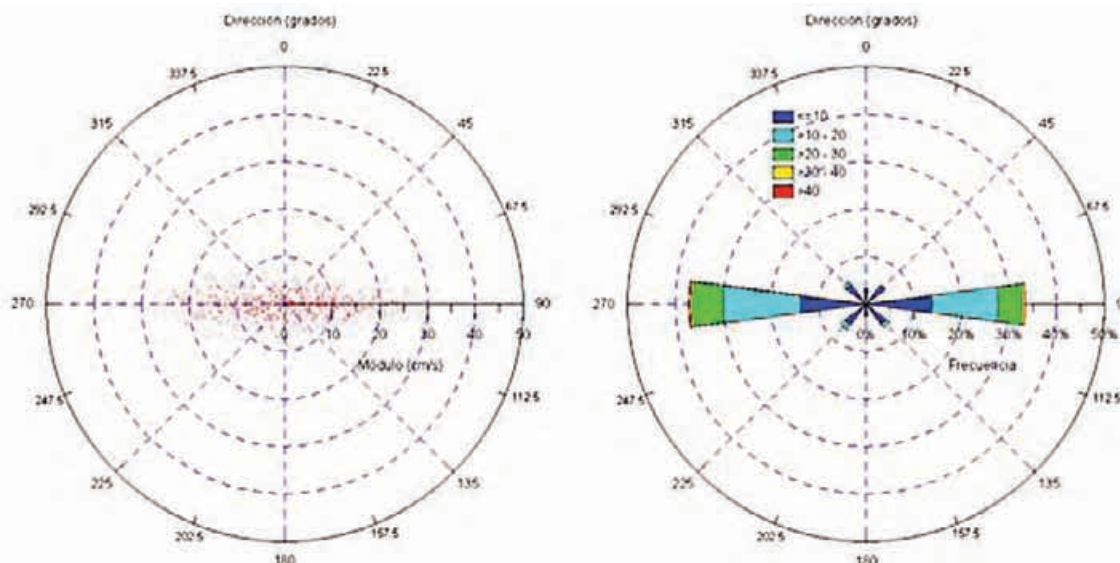


Figura 4.16-12 Diagrama polar y rosa de corrientes debidas a viento en la zona de Barbate (CA-16).

En la Figura 4.16-12 se muestra el diagrama polar y la rosa de corrientes debidas a viento. Las direcciones de las corrientes de viento simuladas con el modelo ECADIS han sido:

- Hacia la dirección Oeste (W): suponen el 37,11% de las corrientes de viento.
- Hacia la dirección Este (E): suponen el 33,39% de las corrientes de viento.

Los vientos que han generado las corrientes mencionadas anteriormente han resultado ser los siguientes:

- Viento del Este-Noreste (ENE) de 25 km·h-1 para la corriente dirigida hacia el Oeste.
- Viento del Oeste-Suroeste (WSW) de 25 km·h-1 para la corriente dirigida hacia el Este.

Los resultados obtenidos por el modelo ECADIS han sido calibrados comparándolos con los datos de corrientes de viento derivados del registro de corrientes inicial obtenido por el correntímetro, el cual ha estado fondeado a 8 metros de profundidad.

Dirección ⁽¹⁾	Nº medidas	% ⁽²⁾	Vel. Máx. ⁽³⁾	Vel. Media ⁽⁴⁾	STD ⁽⁵⁾
N (337.5°-22.5°)	54	3,24	10,42	3,59	2,14
NE (22.5°-67.5°)	85	5,10	13,45	5,13	2,99
E (67.5°-112.5°)	557	33,39	39,08	17,87	9,58
SE (112.5°-157.5°)	102	6,12	16,92	7,63	4,67
S (157.5°-202.5°)	41	2,46	11,52	3,21	1,77
SW (202.5°-247.5°)	111	6,65	17,96	4,26	2,33
W (247.5°-292.5°)	619	37,11	44,2	24,46	11,82
NW (292.5°-337.5°)	99	5,94	17,67	11,19	7,04

(1) Sector de dirección (grados)
 (2) Porcentaje de frecuencia en cada sector de dirección (respecto al norte en el sentido de las agujas del reloj)
 (3) Velocidad máxima (cm·s⁻¹) en cada sector direccional
 (4) Velocidad media (cm·s⁻¹)
 (5) Desviación estándar (cm·s⁻¹).

Tabla 4.16-3 Análisis estadístico de los datos de corriente registrados en Barbate sin tener en cuenta la marea.

En el caso de la corriente producida por el viento del Este-Noreste, el valor medio de la velocidad obtenido con la simulación numérica es de 13,11 cm·s⁻¹, que se corresponde alas medidas que indican un valor de la corriente de viento (para la dirección Oeste) de 13,42 cm·s⁻¹ (Figura 4.16-13).

El valor de la dirección de la corriente debida al viento obtenido por la simulación numérica a 8 metros de profundidad, es de 269,45°, que coincide con el facilitado por los datos registrados por el correntímetro una vez se ha eliminado el efecto de la marea (269,87°).

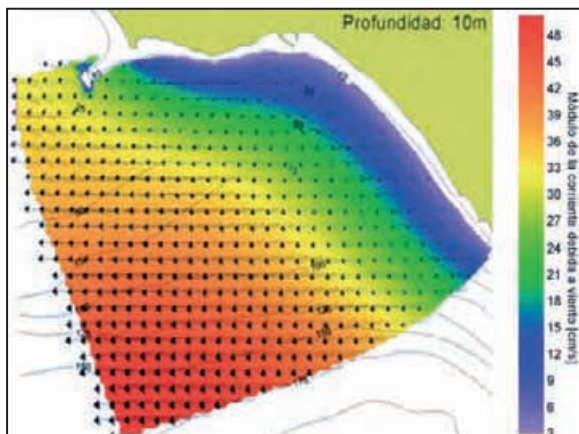


Figura 4.16-13 Velocidades de corriente en $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ con viento del Este-Noreste de $25 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a 10 m de profundidad.

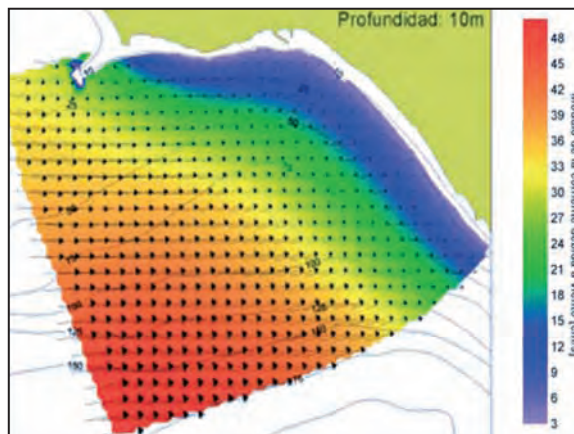


Figura 4.16-14 Velocidades de corriente en $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ con viento del Oeste-Suroeste de $20 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a 10 m de profundidad.

La corriente en el punto donde se ha situado el correntímetro es máxima en superficie, con un valor de velocidad de $19,12 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$, que disminuye con la profundidad, siendo de $10,11 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ en el fondo (a 20,5 metros). La dirección de la corriente pasa de tener un valor en superficie de 264° a ser de 276° en el fondo.

Para el viento del Oeste-Suroeste, el valor medio de la velocidad obtenido con la simulación numérica es de $12,97 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$, que se corresponde a las medidas que indican un valor de la corriente de viento (para la dirección Este) de $12,61 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ (Figura 4.16-14).

El valor de la dirección de la corriente debida a viento obtenido por la simulación numérica a 8 m de profundidad, es de $85,74^\circ$, que es prácticamente idéntico al derivado de los datos registrados por el correntímetro una vez se ha eliminado el efecto de la marea ($86,33^\circ$).

La corriente en el punto donde se ha situado el correntímetro es máxima en superficie, con un valor de velocidad de $18,93 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$, el cual disminuye con la profundidad, siendo de aproximadamente $10 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ en el fondo (a 20,5 metros). Estos valores son ligeramente inferiores a los obtenidos para el caso de viento del Este-Noreste. La dirección de la corriente pasa de tener un valor en superficie de $80,40^\circ$ a ser de $92,72^\circ$ en el fondo.

Con los resultados obtenidos en el modelo de simulación de corrientes, la valoración de la zona CA-15 en función de las corrientes dominantes a 10 m de profundidad es la representada en la Figura 4.16-15.

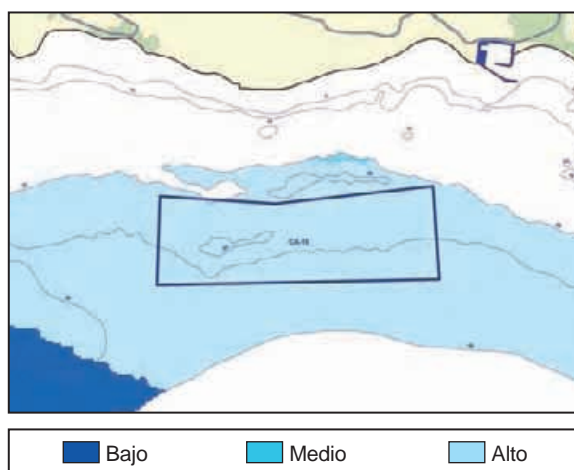


Figura 4.16-15 Valoración del interés de la zona CA-16 en función de las corrientes dominantes a 10 m de profundidad.

4.16.3.2.4 Dispersión de posibles partículas contaminantes.

En la zona CA-16 se localiza una pradera de *Zostera noltii* en la zona Este a una profundidad entre 10 y 20 m (Figura 4.6-16). En el centro del área destaca como zona de interés ambiental la zona marítima del Parque Natural de La Breña y Marismas del Barbate, finalmente en la zona Oeste se localiza una zona de interés comunitario en el área de Trafalgar. Con objeto de establecer la posible incidencia que potenciales partículas contaminantes emitidas por las instalaciones acuícolas pudieran ejercer sobre estas área se ha realizado una simulación de la dispersión que una partícula de tamaño medio sufriría en función del origen de emisión de la misma.



Figura 4.16-16 Localización de las praderas de fanerógamas, límites del parque natural y zonas de interés comunitario en el área de estudio de estudio. Los puntos indican la disposición de hipotéticas instalaciones acuícolas para la realización de los modelos de dispersión.

El resultado de este análisis indica que sólo en el caso de instalaciones cercanas al Parque Natural, el efecto producido por los potenciales contaminantes podría notarse en el ámbito del Parque, mientras que el área de interés comunitario y la pradera de *Cymodocea sp.*, quedan lo suficientemente alejadas de la zona de interés como para no verse afectadas.

Con los resultados de esta simulación la valoración de la zona es la representada en la Figura 4.16-17.

4.16.3.2.5 Régimen de oleaje.

El régimen de oleaje, se ha caracterizado partiendo de los datos procedentes de la boya del Golfo de Cádiz, cuyos registros han dado los resultados que se incluyen en la Tabla 4.16-4 junto con la valoración obtenida para el área que abarca dicha boya.

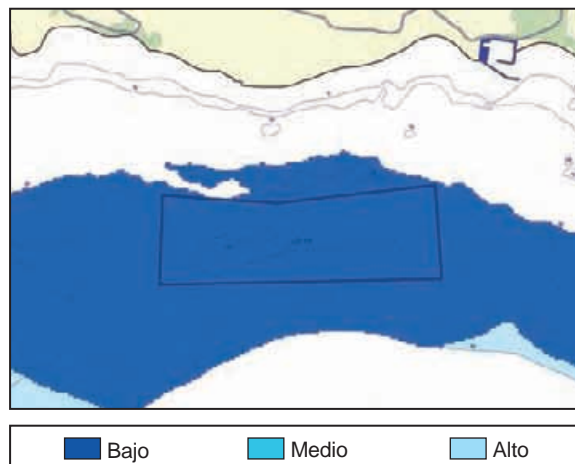


Figura 4.16-17 Valoración del interés de la zona en función de las dispersiones de posibles partículas contaminantes de tamaño medio (31 µm).

Parámetro	Descripción del parámetro	Valor registrado	Valoración
PNE1.2m	Probabilidad de No Excedencia para una altura de ola significativa de 1.2 metros (2 m. de altura máxima)	0.65	1
TROE1	Oleaje que produzca daños o deformaciones en las jaulas, hasta el extremo de no garantizar la permanencia de los peces en el interior de la misma. $H_{max} = 6$ m.	<2	1
TROE2	Oleaje que produzca graves daños (reparables o no) en la estructura o elementos de fondeo. $H_{max} = 10$ m.	<5	1
Valoración Final			1

Tabla 4.16-4 Régimen de oleaje de la zona CA-16.

La valoración final de la zona desde el punto de vista del régimen de oleaje, es de 1, es decir, que para este parámetro, el área CA-16 posee un grado de interés bajo de la alta probabilidad y bajos periodos de retorno de oleajes potencialmente peligrosos para las instalaciones.

4.16.3.3 Descripción del sustrato.

En el sector este de la zona de estudio predomina la pasando hacia el Oeste a arena-gravosa y más hacia el noroeste, a grava. El tamaño de grano medio oscila entre los 1 y 2 mm en el sector este, mientras que hacia el Oeste oscila entre 2 y 3 mm, pudiendo alcanzar localmente hasta los 6 mm (Figura 4.16-19).

El contenido en arena en el sector este es muy alto, entre un 80-90%, mientras que en el sector oeste es de 50 a 80%. Hacia el noroeste se observa un 100% de grava, mientras que en el resto del sector oeste los contenidos en grava oscilan entre el 25-50%.

El contenido en fracción finos es prácticamente nulo, tanto en limos como en arcillas, su punto máximo puede ser al SE, pero no superan el 1%. Las muestras presentan valores de la desviación típica entre 1 y 2, correspondientes a sedimentos moderadamente clasificados y mal clasificados.

Las curvas de distribución de tamaño presentan carácter unimodal o polimodal, en función del contenido en grava.

Bajo el punto de vista del régimen deposicional, estos fondos aparecen claramente dominados por la acomodación, presentando una muy baja tasa de aportes de origen continental, así como la ausencia de finos (limo y arcilla).

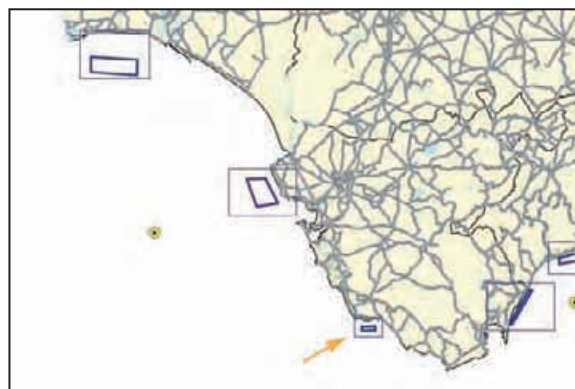


Figura 4.16-18 Situación de la Boya del Golfo de Cádiz respecto a la zona CA-16 (flecha naranja).

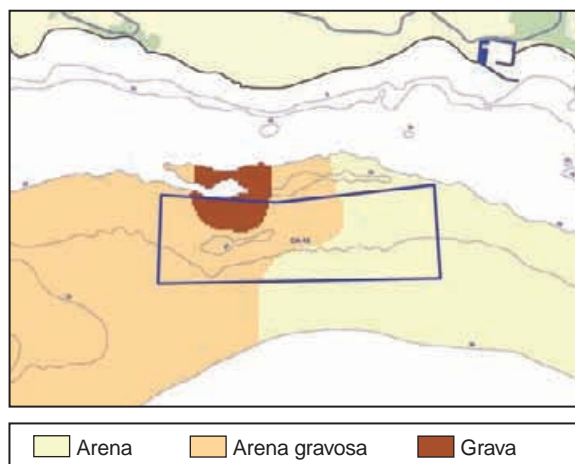


Figura 4.16-19 Tipo de sedimento existente en la zona de estudio.

La dinámica sedimentaria está controlada por la acción de las corrientes generadas durante los temporales, que remobilizan de forma constante los sedimentos arenosos y los transportan como carga de fondo (tracción y saltación) a lo largo del litoral y hacia mar adentro.

La valoración final de la zona en función del tipo de sedimento es la que se representa en la Figura 4.16-20.

4.16.3.4 Calidad de aguas.

4.16.3.4.1 Condiciones físico químicas.

– Temperatura

Los datos obtenidos para la temperatura superficial en la zona de Barbate en los dos muestreos realizados se representan en forma gráfica en las Figuras 4.16-21 y 4.16-22. En marzo se obtienen valores de entre 15 y 16 °C, aumentando en agosto hasta máximos de 23 °C.

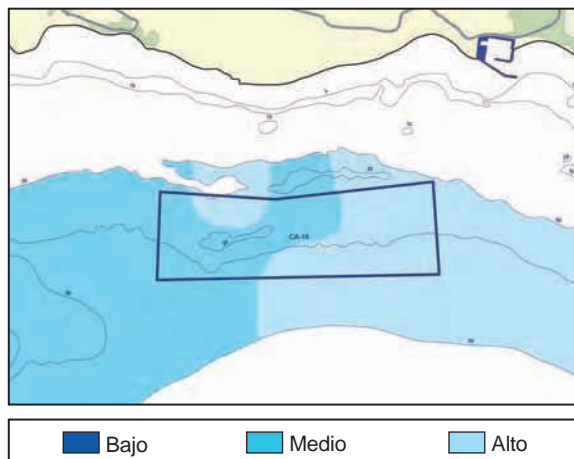


Figura 4.16-20 Valoración de la zona MA-14 en función del tipo de sustrato existente.

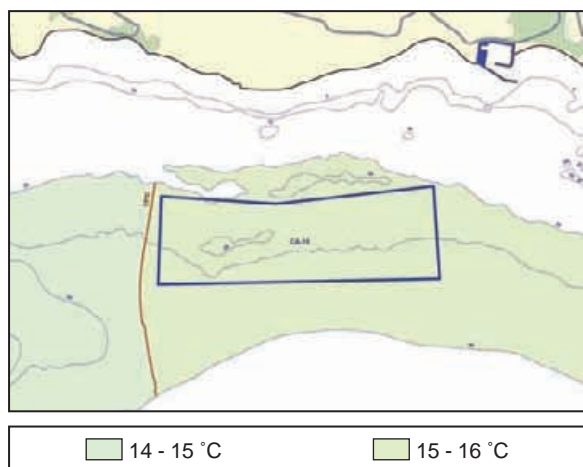


Figura 4.16-21 Temperatura superficial para la zona CA-16 en el muestreo de marzo de 2003.

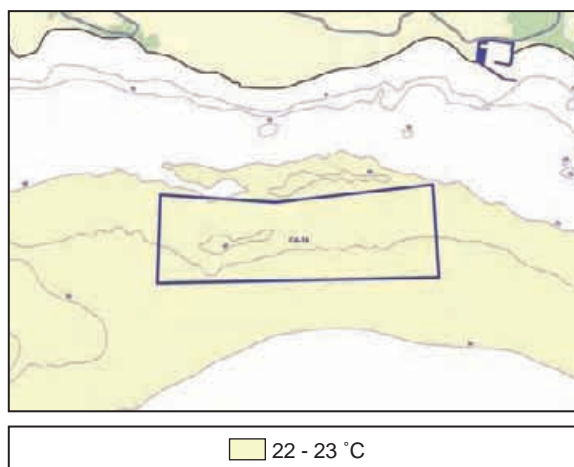


Figura 4.16-22 Temperatura superficial para la zona CA-16 en el muestreo de agosto de 2003.

Los datos de satélite (Figura 4.16-23) muestran una temperatura media en el mes de marzo de 15 °C, alcanzándose las medias más altas en el mes de agosto donde se registraron alrededor de 21 °C.

Esto concuerda con los valores obtenidos de forma continua para esta misma zona. Los promedios mensuales de los diez últimos años muestran los valores más bajos en el mes de febrero donde la temperatura superficial media registrada no estuvo por debajo de los 14 °C.

Los perfiles verticales de temperatura para las estaciones muestreadas se muestran en la Figura 4.16-24.

Los perfiles obtenidos en marzo muestran una temperatura en superficie similar a las obtenidas de los datos del muestreo en continuo y de los datos de satélite. Esta temperatura se va a mantener constante a lo largo de toda la columna de agua.

En agosto las temperaturas obtenidas también concuerdan con los datos del continuo obteniéndose valores en superficie de 22 °C. Dada la estructura de la columna de agua en esta época del año la temperatura ira disminuyendo con la profundidad hasta valores cercanos a los 17 °C en alguna de las estaciones. La termoclina se va a situar a profundidades de entre 10 y 20 m.

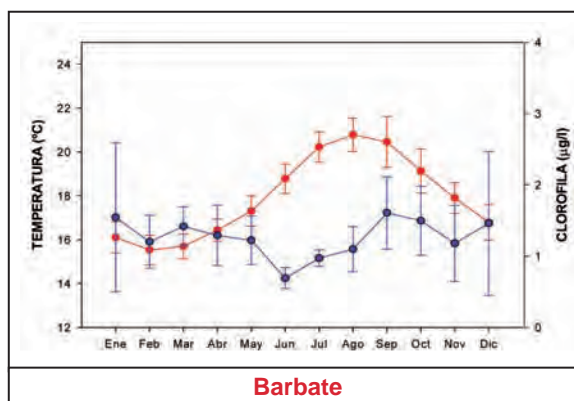


Figura 4.16-23 Promedio mensual de temperatura (rojo) y clorofila (azul) para la zona CA-16 durante los años del 94 al 03 para temperatura y entre el 98 y el 02 para la clorofila. Datos de los sensores AVHRR y SeaWiFS. Las barras representan \pm error estándar.

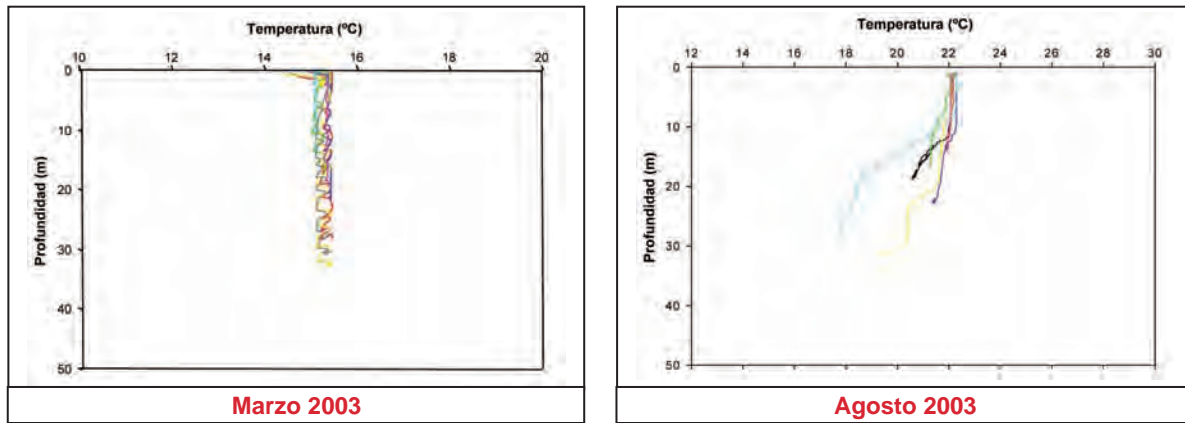


Figura 4.16-24 Perfiles de temperatura en las estaciones muestreadas en la zona CA-16.

– Salinidad

Los valores de salinidad detectados de forma continua en los dos muestreos realizados no presentan diferencias entre los resultados obtenidos en el mes de marzo y los obtenidos en agosto (Figura 4.16-25), cuyo rango estuvieron en ambos casos entre 36 y 37 ups.

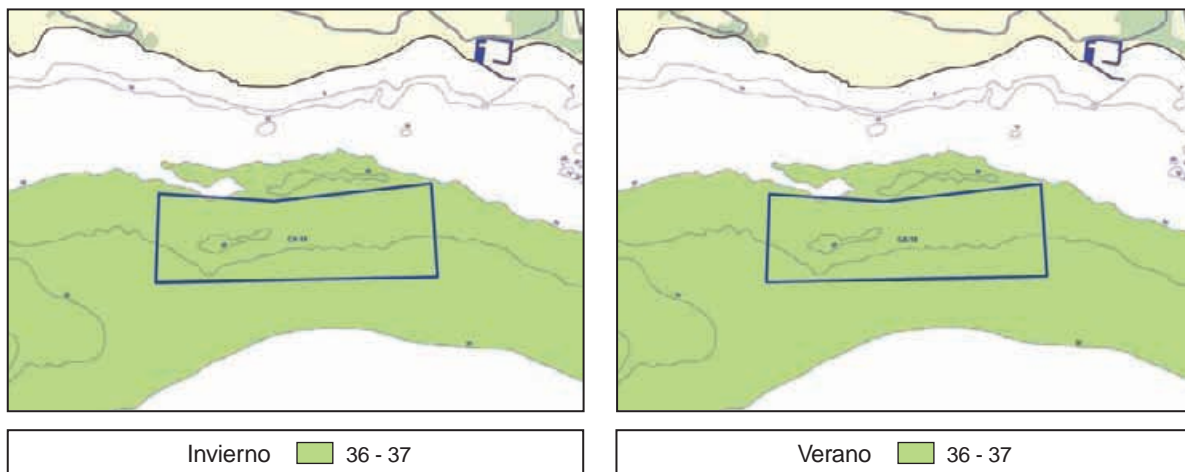


Figura 4.16-25 Salinidad superficial detectada en los muestreos de marzo y agosto en la zona Ca-16.

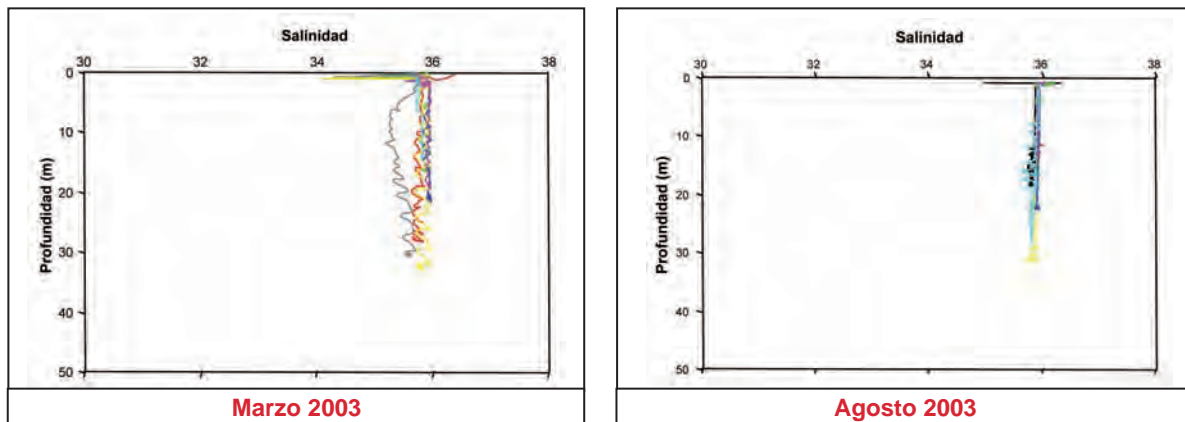


Figura 4.16-26 Perfiles de salinidad obtenidos en las estaciones de muestreo de la zona CA-16.

Los perfiles de salinidad (Figura 4.16-26) confirman lo expuesto anteriormente, la salinidad no experimenta variaciones en las dos épocas estudiadas.

En ambos casos nos encontramos con salinidades constantes en toda la columna de agua no existiendo diferencias con la profundidad.

En el mes de marzo la estación 7 presenta una ligera disminución de los valores, quizás por la influencia del río Barbate en esta estación, también acentuado por las lluvias producidas antes y durante el muestreo en esta zona.

– **Clorofila**

Los datos de fluorescencia obtenidos en los dos muestreos realizados se representan en las Figuras 4.16-27 y 4.16-28.

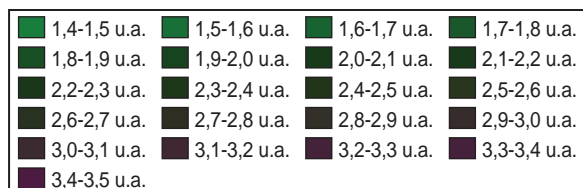
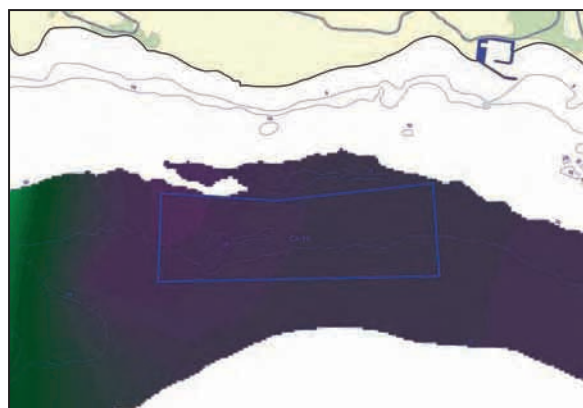


Figura 4.16-27 Fluorescencia superficial detectada en la zona CA-16 en el mes de marzo de 2003.

Los valores alcanzados difieren mucho en las dos épocas muestreadas. Así tenemos valores en marzo que van desde 1,4 a 3,5 u.a mientras que en agosto estos no sobrepasan las 0,4 u.a. Los datos de satélite muestran como en marzo los valores son también mayores que en agosto. En marzo se obtienen de media valores cercanos a 1,5 mg/m³, en agosto estos no superan 1 mg/m³.

Los rangos obtenidos en esta zona van desde los 0,5 mg/m³ obtenidos en junio a los 1,5 mg/m³ de enero. Existe una diferencia considerable entre los datos obtenidos para el muestreo de marzo y los obtenidos para agosto.

Los perfiles en la vertical para esta variable en el mes de agosto (Figura 4.16-29) muestran unos valores superficiales entorno a 1 u.a., lo que coincide con lo obtenido en el muestreo en continuo. Estos irán aumentando en profundidad hasta alcanzar los máximos en profundidades cercanas al fondo, donde se llegan a detectar valores cercanos a 8 u.a.

En la Figura 4.16-30 se observa como los valores de clorofila son mayores en marzo que en agosto. Se comprueba lo detectado en los perfiles verticales de fluorescencia para el mes de agosto, con un incremento de la concentración en fondo. Los valores máximos alcanzados para esta variable rondan los 2 mg/m³.

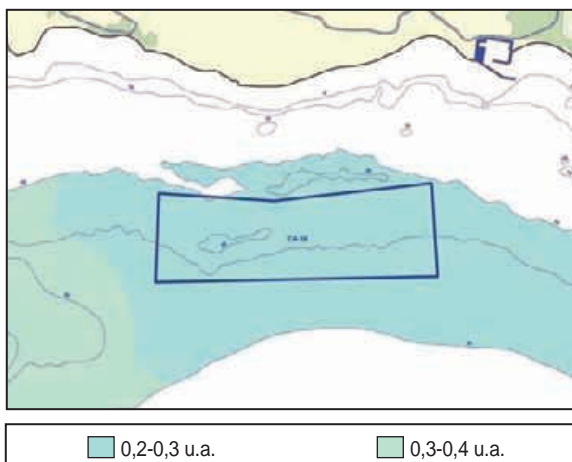


Figura 4.16-28 Fluorescencia superficial detectada en la zona CA-16 en el mes de agosto de 2003.

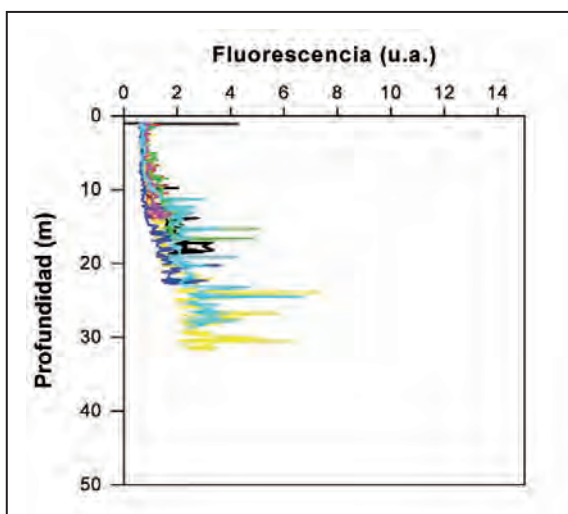


Figura 4.16-29 Perfiles de fluorescencia para las estaciones muestreadas en la zona CA-16.

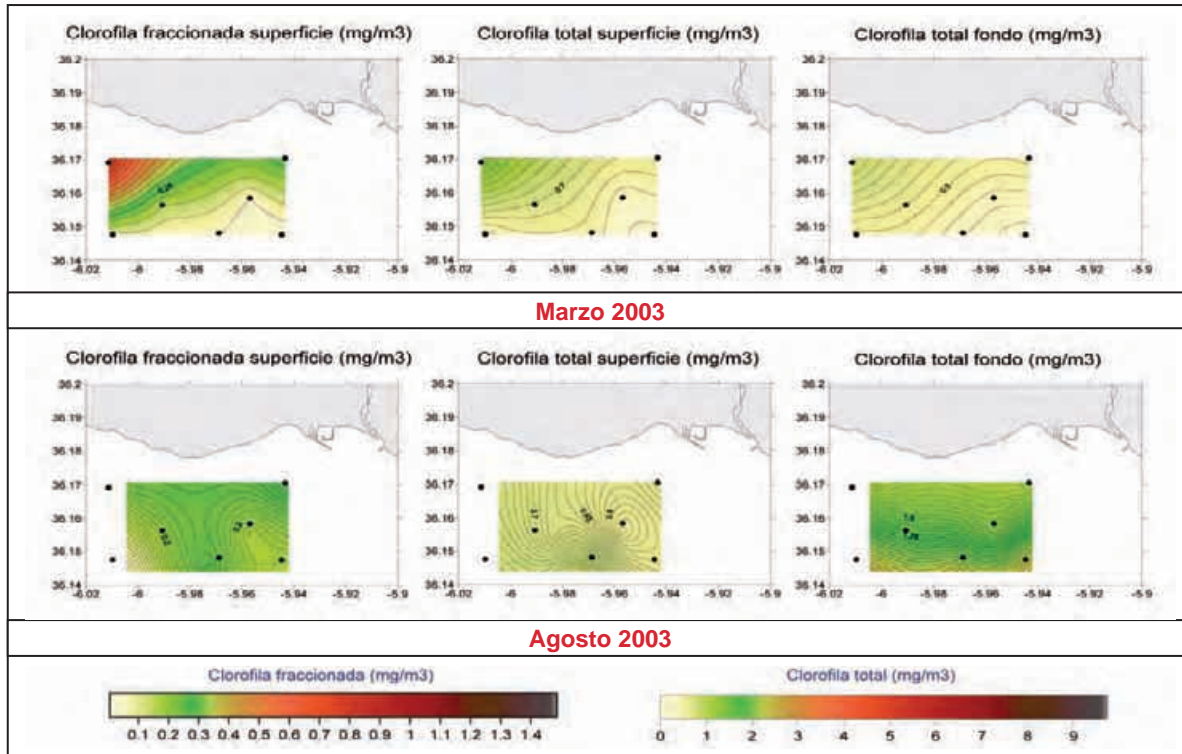


Figura 4.16-30 Concentraciones de clorofila, obtenidas tanto es superficie como en fondo en las estaciones muestreadas en la zona de estudio CA-15.

– Sólidos en suspensión

El coeficiente de atenuación (Figuras 4.16-31 y 4.16-32) muestra valores relativamente bajo para ambas épocas del año. En marzo se obtienen valores entre 0 y 1 m⁻¹, mientras que en agosto estos suben hasta 5 m⁻¹.

Las concentraciones de sólidos en suspensión detectadas en los muestreos discretos (Figuras 4.16-33 y 4.16-34) muestran una mayor concentración en marzo, siendo los valores superiores en fondo que en superficie. En agosto se detecta un mayor porcentaje de sólidos de naturaleza orgánica, lo que es consistente con los más altos valores de clorofila obtenidos en esta época del año.

Las concentraciones más altas detectadas en este muestreo no superan en ningún caso los 45 mg/l.

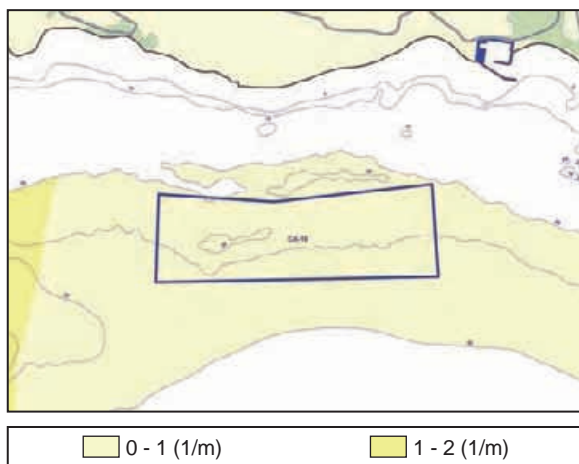


Figura 4.16-31 Coeficiente de atenuación para la zona CA-16 en marzo de 2003.

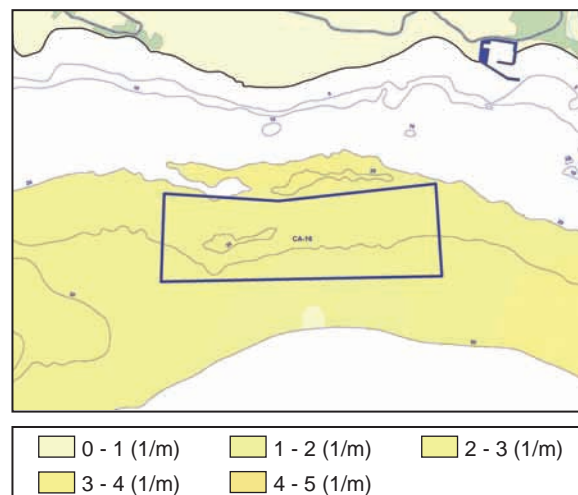


Figura 4.16-32 Coeficiente de atenuación para la zona CA-16 en agosto de 2003.

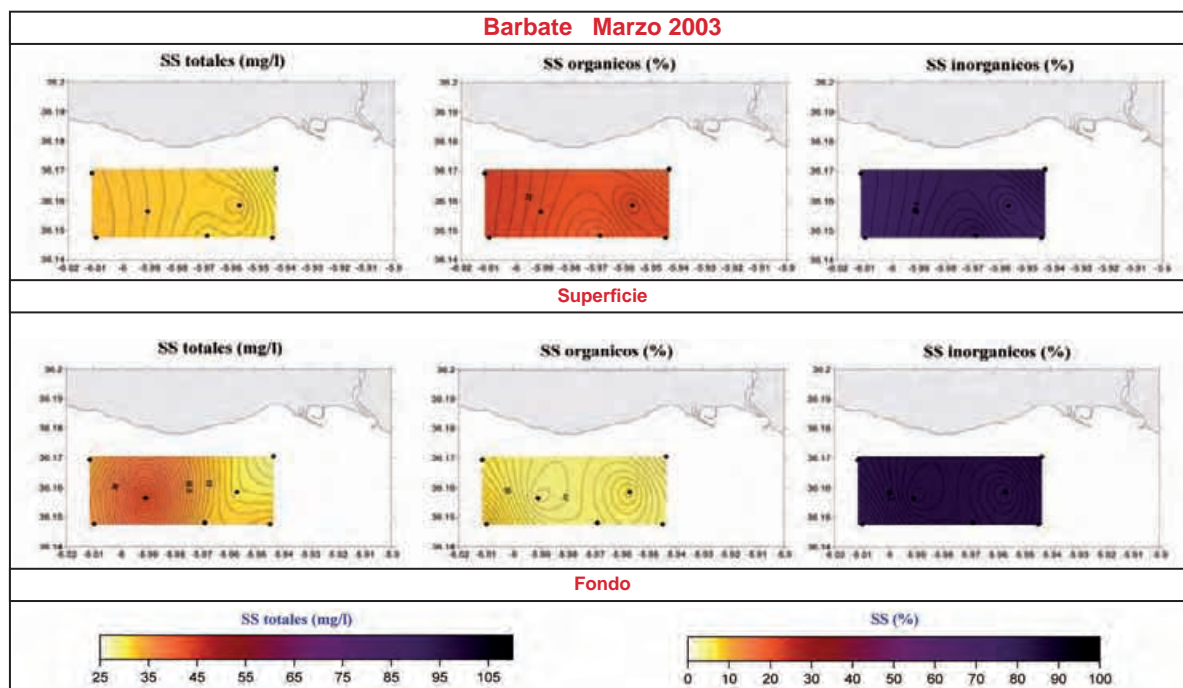


Figura 4.16-33 Sólidos en suspensión en superficie y fondo para las estaciones muestreadas en marzo de 2003 en la zona CA-16.

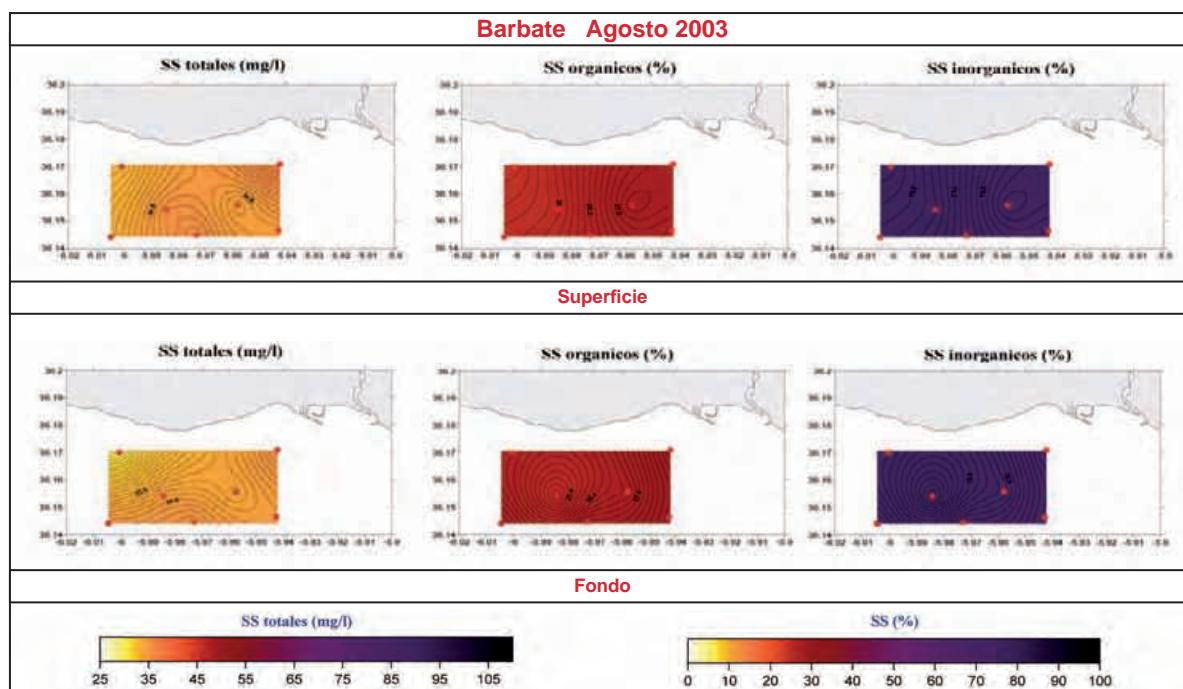


Figura 4.16-34 Sólidos en suspensión en superficie y fondo para las estaciones muestreadas en agosto de 2003 en la zona CA-16.

– Oxígeno

Las concentraciones de oxígeno detectadas en el mes de agosto (Figura 4.16-35) muestran valores superficiales de 6 mg/l.

Estos aumentan en profundidad hasta valores máximos cercanos a 7 mg/l. Estos valores altos se mantienen en profundidad que en este caso llega hasta los 30 m.

Con los resultados obtenidos en referencia a las condiciones físico-químicas del agua en el área de Barbate (Zona CA-16), se pueden realizar las siguientes consideraciones:

1. La temperatura registrada en la zona no alcanza valores inferiores a los 14 °C. Se considera que los registros de la zona de estudio no llegan a estar por debajo del umbral crítico.
2. La salinidad no experimenta variaciones y sus valores se encuentran dentro del rango óptimo para el desarrollo de las especies objetivo.
3. La clorofila no llega a valores que puedan considerarse problemáticas para las especies a cultivar.
4. Los sólidos en suspensión no alcanzan concentraciones elevadas y por lo tanto no llegan a presentar problemas.
5. Las concentraciones de oxígeno se encuentran en unos rangos óptimos para las especies que se pretenden cultivar

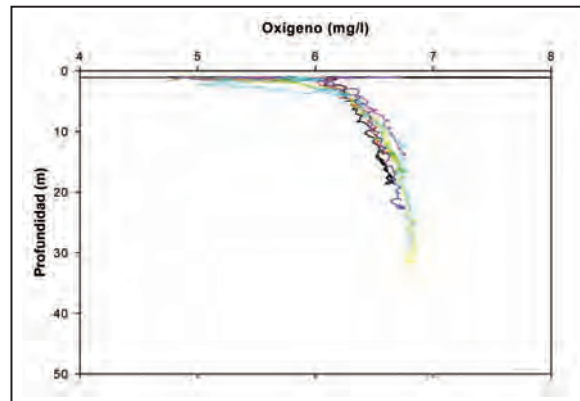


Figura 4.16-35 Perfil vertical de oxígeno en las estaciones muestreado en la zona CA-16.

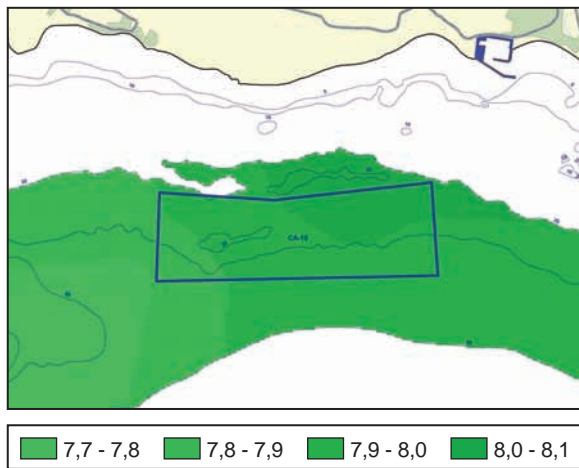


Figura 4.16-36 Índice de calidad de agua obtenido para la zona de Barbate (CA-16).

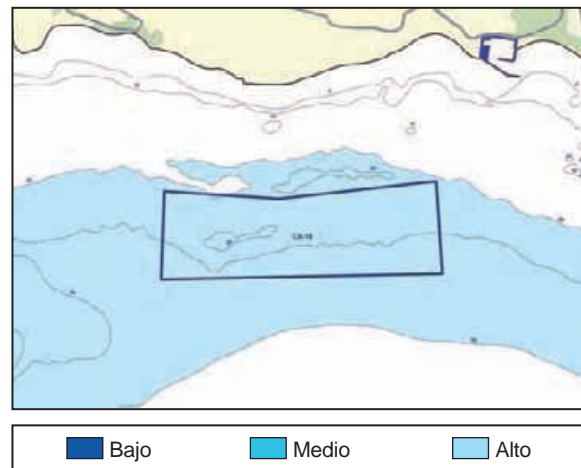


Figura 4.16-37 valoración de la zona CA-16 en función de la calidad del agua.

La integración de todos los resultados descritos anteriormente en un índice de calidad de agua, y su representación cartográfica, da como resultado la imagen representada en la Figura 4.16-36. El índice de calidad para la zona CA-16 alcanza valores comprendido entre 7,7 y 8,1 en una escala de 0 a 10. Se produce una graduación del índice de calidad de mayor a menor en las proximidades del puerto de Barbate hacia el SW. Finalmente la clasificación de la zona en función de su grado de interés desde el punto de vista de la calidad de agua da como resultado que la totalidad de la zona posee un grado de interés alto desde el punto de vista de la calidad del agua (Figura 4.16-37).

4.16.3.4.2 Condiciones sanitarias.

El área estudiada abarca parte de la zona de producción de moluscos bivalvos y gasterópodos AND 1-24, AND 1-26. Los resultados obtenidos de los análisis realizados en el control sanitario de esta zona durante los años 2000 a 2002 son los siguientes:

- Contaminación bacteriana:

Los resultados microbiológicos obtenidos en el control sanitario en las zonas de producción coincidentes con el área de estudio durante los años 2000, 2001 y 2002 han presentado valores de coliformes fecales y *E. coli* por encima de los permitidos en el mes de enero de 2001 y 2002.

Zona AND 1-26 (erizo)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000												
2001												
2002												

■ Coliformes fecales y *E. Coli* por encima del límite ■ Presencia de *Salmonella*

Tabla 4.16-5 Meses en los que los análisis del control sanitario han dado valores de contaminación bacteriana superiores a los permitidos en los años 2000 a 2002.

- Contaminación por toxinas:

Como se puede comprobar en la Tabla 4.16-16, la presencia de toxinas en la zona AND 1-26 se ha limitado a la toxina DSP, detectada únicamente en el año 2000.

Zona AND 1-26 (erizo)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000			■	■	■	■				■	■	
2001												
2002												

■ DSP ■ PSP ■ ASP

Tabla 4.16-6 Meses en los que los análisis del control sanitario han dado valores de contaminación por toxinas superiores a los permitidos en los años 2000 a 2002.

Estos resultados sugieren que la zona CA-16 no presenta en principio problemas para la actividad acuícola desde el punto de vista de la calidad sanitaria de las aguas.

4.16.4 Caracterización bionómica.

Al Sur de los Acantilados de Barbate, y en cotas desde 20 hasta 38 metros de profundidad se localiza una considerable extensión de fondos detríticos salpicada de afloramientos rocosos de pequeño tamaño pero de acusado relieve y muy profusos en cuevas, crestas, techos y extraplomos. Por este motivo, en su conjunto se considera y cartografía como Fondos Detríticos Costeros, aunque debe tenerse en cuenta la presencia los citados afloramientos con biocenosis de Lechos Rocosos, Grutas semioscuras y Extraplomos (Figura 4.16-38).

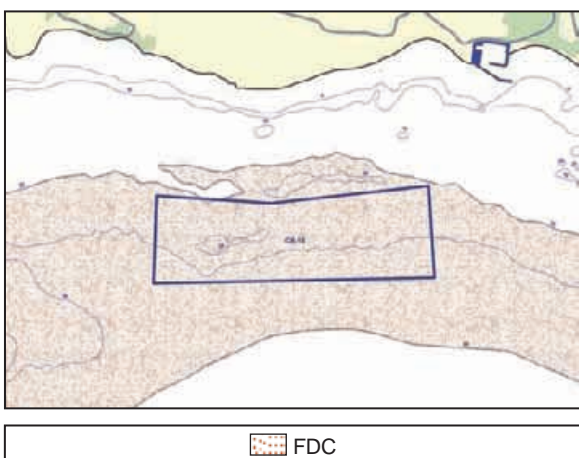


Figura 4.16-38 Tipo de comunidades detectadas en la zona. FDC = Biocenosis de fondos detríticos costeros.

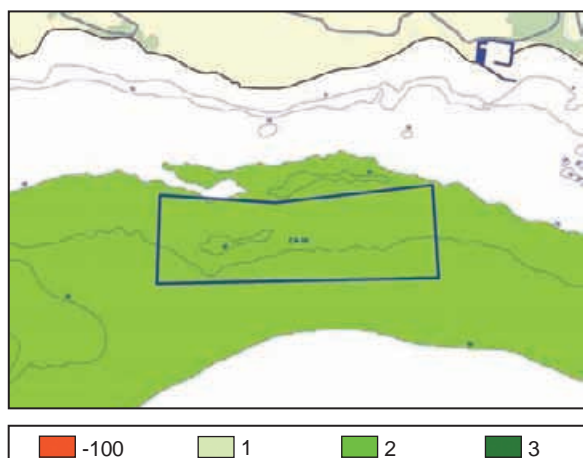


Figura 4.16-39 Valoración del tipo de comunidad existente en la zona CA-16 para su inclusión en el índice bionómico.

- **Fondos Detríticos Costeros (FDC):** Presentan una comunidad homogénea, con pocas variaciones espaciales en cuanto a presencia o densidad de especies. Los poliquetos aparecen como el grupo más numeroso (afroditidos y serpulidos) junto a los moluscos (bivalvos, gasterópodos, escafópodos y poliplacóforos), si bien se encuentran también ampliamente representados diversos filo.
- **Biocenosis de lechos rocosos, grutas semioscuras y extraplomos (RGE):** Zonas rocosas con sustrato de areniscas, relieves abruptos y complejidad de formas. Esto propicia una alta diversificación de comunidades, y una elevada variabilidad espacial de las mismas. Los índices de recubrimiento son elevadísimos en cualquiera de las orientaciones que presente el sustrato (paredes, techos, cuevas, grietas o suelos), lo que redundará en una muy alta diversidad de especies, propia de comunidades bien desarrolladas.

La dominancia de unos grupos taxonómicos sobre otros depende en gran medida de la orientación del sustrato, con los diferentes grados de exposición a la luz que ello conlleva, segregación que queda reflejada en valores muy elevados tanto de biodiversidad como de abundancia. Si además se tiene en cuenta el efecto que sobre los valores de superficie del sustrato ocasiona el relieve del mismo, se obtienen relaciones muy altas superficie real / superficie en planta, lo que si bien no afecta a los valores de diversidad, multiplica por factores considerables la abundancia.

Con esta distribución de comunidades, el valor obtenido para su inclusión en el índice final se considera como medio y se representa en la Figura 4.16-39 Asimismo, en la Figura 4.16-40 se incluyen las valoraciones obtenidas para cada una de las características restantes asociadas a la bionomía según el índice de calidad descrito en el apartado de metodología.

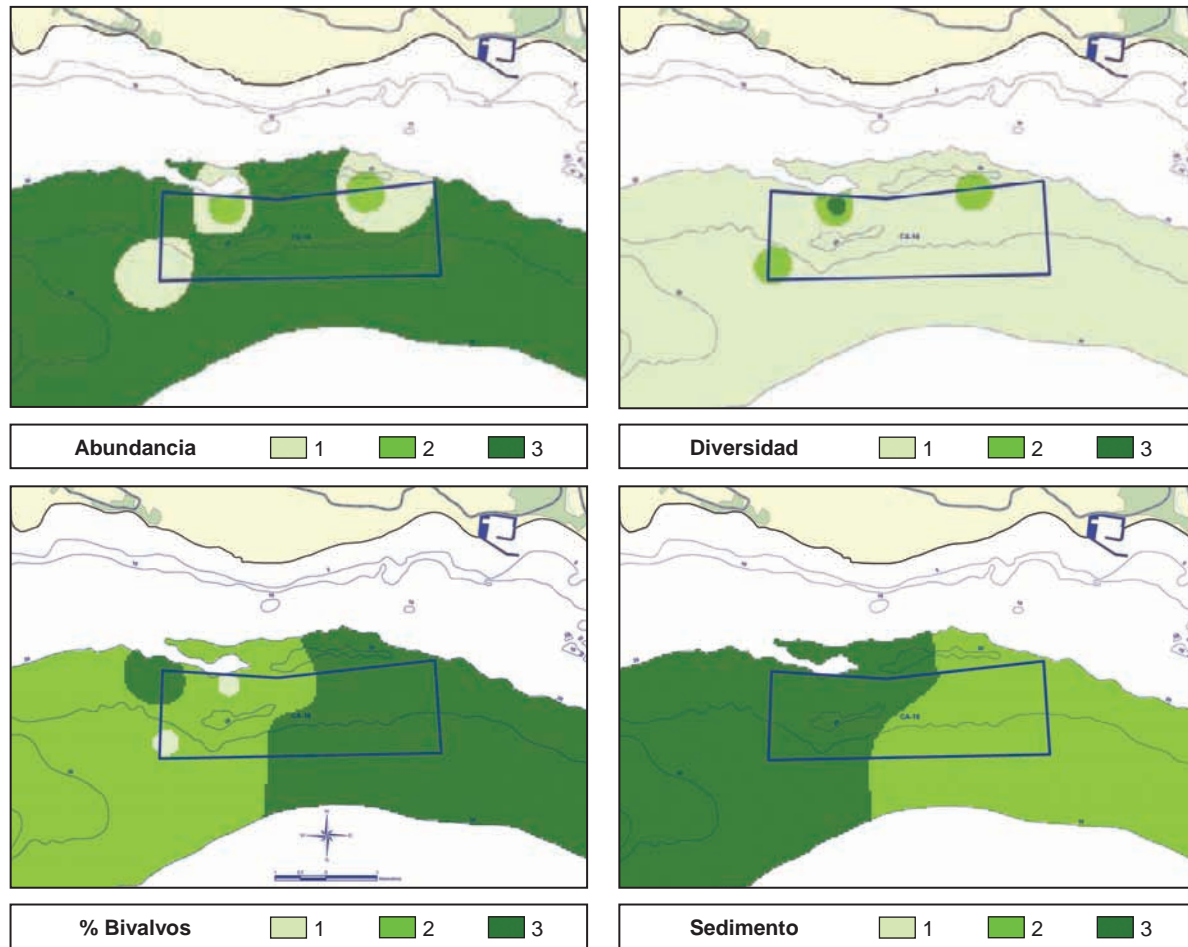


Figura 4.16-40 Valores obtenidos para los restantes factores considerados en la valoración de la zona según sus características bionómicas.

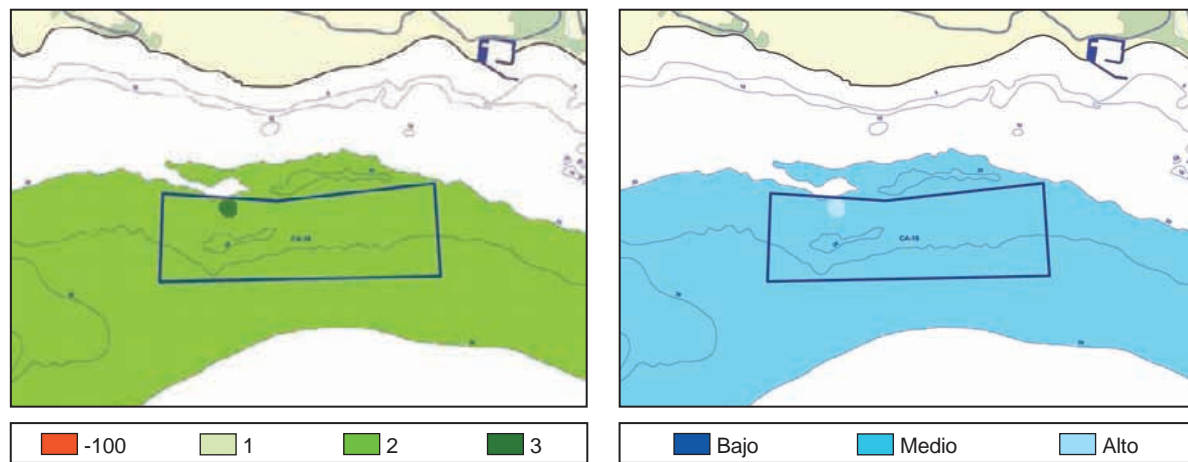


Figura 4.16-41 Grado de interés de la zona CA-16 en función de las características bionómicas de la misma.

Figura 4.16-42 Índice bionómico obtenido para la zona CA-16.

Finalmente, integrando estas valoraciones obtenidas, se obtiene el resultado del índice definido para la valoración de la bionomía, que se representa en la Figura 4.16-41.

La mayor parte de la zona obtiene una valoración media como consecuencia fundamentalmente del tipo de comunidad y la abundancia. La reclasificación de los valores del índice da como resultado la valoración del grado de interés de la zona atendiendo a sus características bionómicas que se representa en la Figura 4.16-42.

4.16.5 Caracterización del sector pesquero.

La zona de Barbate no coincide con caladeros tradicionales, el puerto pesquero más cercano es el puerto de Barbate, situado en el núcleo urbano del pueblo que le da nombre, en la costa atlántica muy cerca del Estrecho de Gibraltar y la costa africana. El puerto de Barbate está considerado como de interés local y depende de la Junta de Andalucía, siendo Gestionado por la EPPA. Se encuentra a unos 5 Km del centro del área de estudio y sus características son las incluidas en la Tabla 4.16-7

PUERTO PESQUERO DE BARBATE		
Latitud	36° 11' N	Servicios al sector pesquero: - Fabrica de hielo - Cámaras frigoríficas - Locales de armadores - 5 Varaderos
Longitud	6° 55' W	
Calado en la bocana (B.M.V.E.)	4,5 m	
Calado medio del muelle	s/d	
Longitud del muelle	971 m	
Superficie total de la lonja	1529 m ²	

Tabla 4.16-7 Características técnicas del puerto pesquero de Barbate.

Además de los pequeños pelágicos, la captura de atún rojo mediante almadrabas goza de gran tradición, realizándose en los meses de abril a junio de cada año. En el mes de abril se captura el atún de derecho y en el mes de octubre el atún de revés que anteriormente ha sido engordado en piscinas formadas por redes y que se destina al mercado japonés. Se calan en las inmediaciones tres almadrabas, una ambivalente (derecho y revés) y dos del derecho.

El volumen de pesca descargado es de una 5.548 Tm, de las que %482 Tm corresponden a peces, 64 Tm a moluscos y 2 Tm a crustáceos.

4.16.6 Valoración final.

4.16.6.1 Estudio del medio físico.

Tras el análisis de los resultados se puede concluir que la zona CA-16 (Barbate) presenta unas aceptables condiciones climáticas aunque la intensidad de los vientos de levante puede llegar a ser superior a la deseada, dificultando las tareas habituales en la instalación. Los temporales de levante resultan frecuentes en algunas épocas del año y suelen durar de 3 a 5 días.

La batimetría existente en la zona, presenta una pendiente suave. Prácticamente la totalidad del polígono considerado se encuentra dentro de la franja batimétrica de 20 a 50 m considerada como la más adecuada para la ubicación de instalaciones acuícolas.

Las corrientes dominantes a 10 m de profundidad en el área son de intensidad alta-muy alta, aumentando de hacia el SW en el área de Trafalgar. Se pueden considerar adecuadas para el cultivo acuícola aunque en ocasiones puntuales, la intensidad de las corrientes puede resultar excesiva. La influencia de las mareas desde el punto de vista de las corrientes resulta en esta zona superior a la del viento.

Como ya se ha comentado, el polígono se encuentra en las cercanías del Parque Natural del Acanalado de la Breña y Marismas del Barbate, que podría verse afectado por la potencial dispersión de partículas contaminantes. Este hecho habrá de ser tenido en cuenta a la hora de proyectar la ubicación de nuevas instalaciones acuícolas.

El oleaje determinado para la zona es elevado con periodos de recurrencia de oleajes peligrosos para las instalaciones relativamente bajos, por lo que las posibles instalaciones que se ubiquen en el área han de tener en cuenta este riesgo a la hora de elegir las estructuras a instalar.

El sustrato existente, resulta en general adecuado para el fondeo de instalaciones acuícolas. Sobre el fondo no se detectan zonas con presencia de biocenosis de interés alto que condicionen en la zona la ubicación de nuevas instalaciones. La calidad físico-química y sanitaria del agua es buena, en general, no detectándose fenómenos de contaminación en el área.

El sector pesquero de la zona tiene su puerto base en el puerto de Barbate y está constituido por un total de 81 embarcaciones de las cuales 28 se dedican a la pesca artesanal en los caladeros cercanos, ninguno de los cuales se encuentra en la zona estudiada. La lonja de Barbate registra un volumen de captura anual de unas 5.548 toneladas.

Con los resultados obtenidos hasta la fecha, se ha realizado una valoración de la zona CA-16, utilizando la metodología ya descrita, y cuyos resultados son los representados en el Figura 4.15-43.

4.16.6.2 Integración entre la valoración del medio físico y la valoración del ámbito administrativo.

La integración de los resultados obtenidos en la valoración del ámbito administrativo con la valoración del medio físico (Plano 16) permite apreciar que la presencia en las cercanías del Parque Natural de La Breña, unido a las fuertes corrientes existentes en la zona, que aumentan el grado de dispersión de posibles partículas contaminantes pudiendo causar impacto sobre éste área protegida, suponen que la totalidad del polígono se considere de interés bajo para la ubicación de nuevas instalaciones.

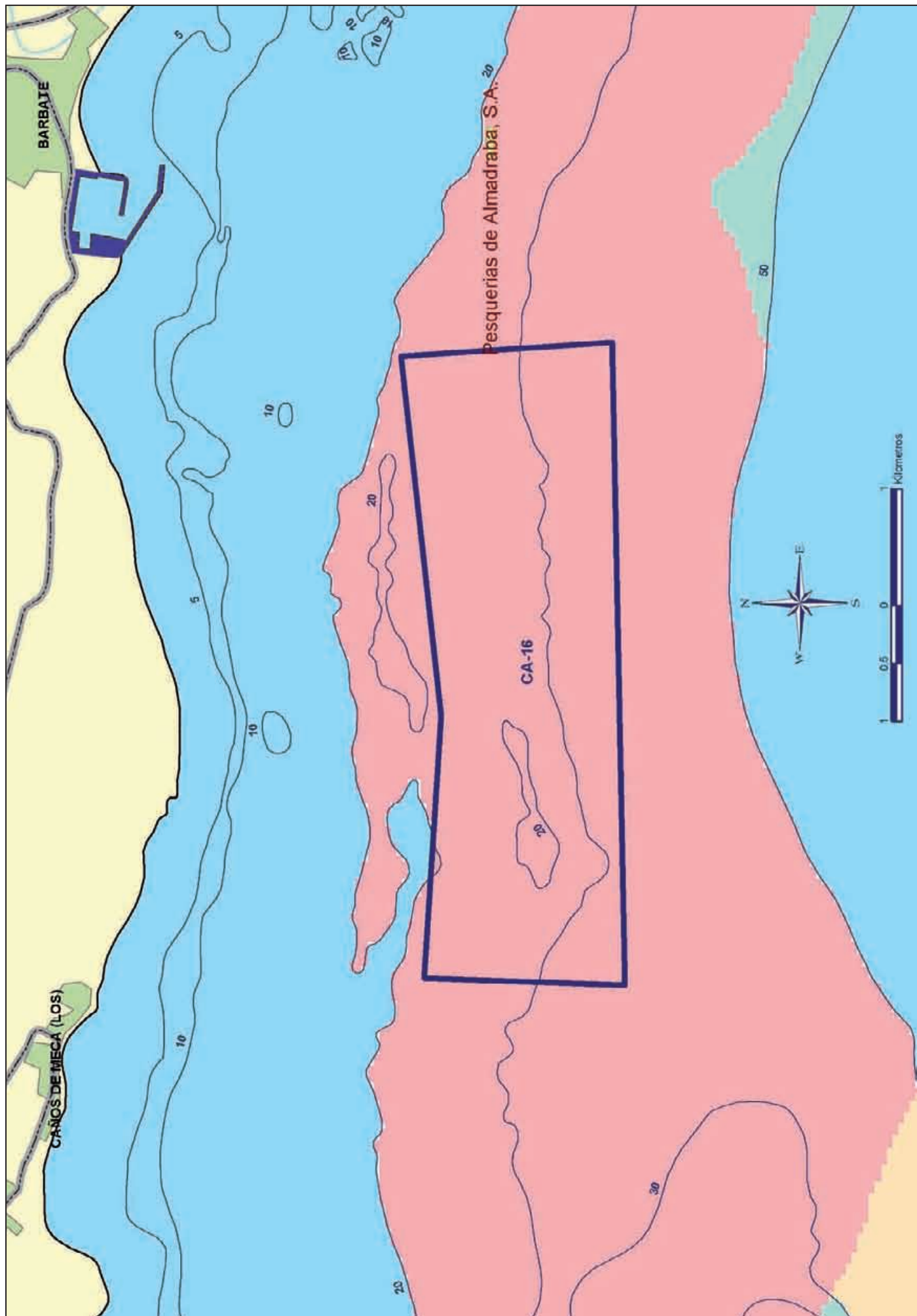
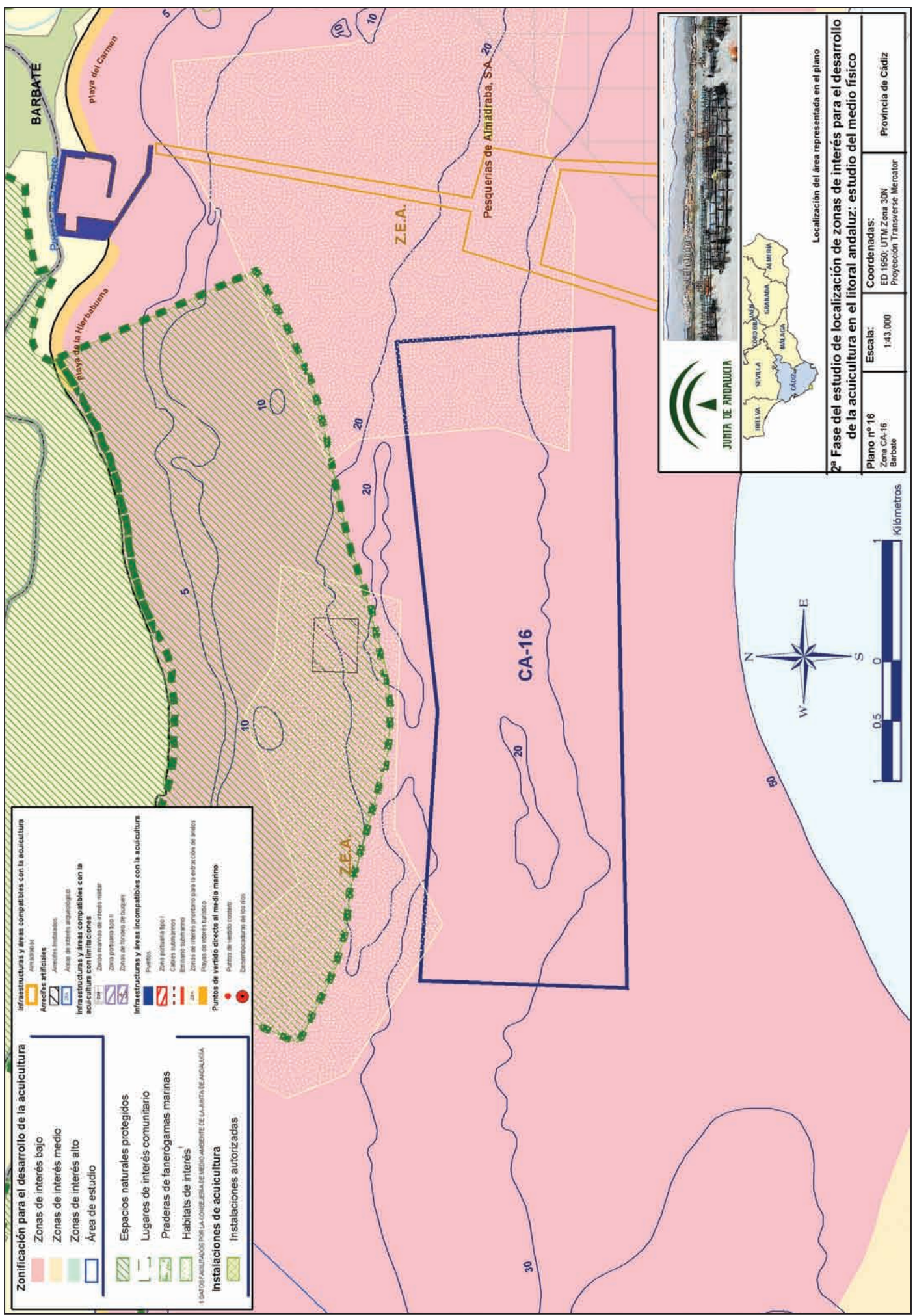


Figura 4.16-43 Valoración final en función de los resultados de la 2ª fase.

Grado de interés	Bajo	Medio	Alto
			



Zonificación para el desarrollo de la acuicultura

- Zonas de interés bajo
- Zonas de interés medio
- Zonas de interés alto
- Área de estudio

Instalaciones de acuicultura

- Instalaciones autorizadas

Infraestructuras y áreas compatibles con la acuicultura

- Arrecifes artificiales
- Arrecifes naturales
- Áreas de interés arqueológico
- Infraestructuras y áreas compatibles con la acuicultura con limitaciones
- Zonas marisqueras de interés medio
- Zona portuaria tipo II
- Zonas de fomento de buques
- Infraestructuras y áreas incompatibles con la acuicultura
- Puentes
- Zona portuaria tipo I
- Callejón subacuático
- Estriero subacuático
- Zonas de interés prioritario para la explotación de áreas
- Playas de recreo turístico
- Puntos de vertido directo al medio marino
- Puntos de vertido controlado
- Destrocamiento de los ríos

Espacios naturales protegidos

- Lugares de interés comunitario
- Praderas de fanerógamas marinas
- Habitats de interés

INSTALACIONES PARA LA CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE DEL MAR Y DEL ENTORNO

Instalaciones de acuicultura

- Instalaciones autorizadas

JUNTA DE ANDALUCÍA

2ª Fase del estudio de localización de zonas de interés para el desarrollo de la acuicultura en el litoral andaluz: estudio del medio físico

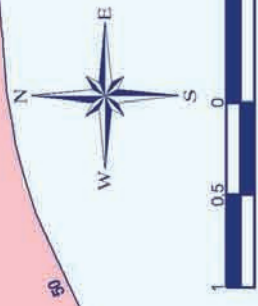
Localización del área representada en el plano

Provincia de Cádiz

Coordenadas: ED 1950; UTM Zona 30N
Proyección Transversa Mercator

Escala: 1:43.000

Plano nº 16
Zona CA-16
Barbate



4.17

ZONA CA-17 (CHIPIONA-ROTA)



El área CA-17 se corresponde con los términos municipales de Chipiona y Rota, abarcando el tramo de costa comprendido entre la Base Naval de Rota (T.M. de Rota) y la población de Chipiona.



Figura 4.17-1 Zona CA-17 (Chipiona - Rota) y polígono estudiado.

Los trabajos en esta zona se centraron sobre el polígono situado frente entre las playas de las Tres Piedras y La Costilla (Figura 4.17-1), con profundidades comprendidas entre los 15 y los 45 m y una superficie total aproximada de 9.099 hectáreas.

4.17.1 Compatibilidad administrativa de la zona.

La compatibilidad de la zona desde el punto de vista administrativo se ve condicionada principalmente por la existencia en la zona sur de áreas de interés militar que en algunos casos sólo suponen limitaciones a la hora de ubicar nuevas instalaciones acuícolas y en otros resultan incompatibles con esta actividad (Figura 4.17-3) (ver página 421).

Las entradas a la bahía de Cádiz, al puerto de Rota y a la Base Naval de Rota resultan también incompatibles con la acuicultura al ser declaradas zonas portuarias de tipo I.

El polígono estudiado se encuentra ubicado en parte sobre un área en la que el Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación tiene proyectado fondear un arrecife artificial para la protección del recurso pesquero.

A lo largo de la costa se localizan dos emisarios submarinos que no afectan al área de estudio, aunque la zona norte de la misma se encuentra atravesada por un cable submarino que limitaría la ubicación en sus cercanías de nuevas instalaciones.

La valoración del grado de interés de la zona en función de los usos administrativos de la misma es la que se representa en la Figura 4.17-2.

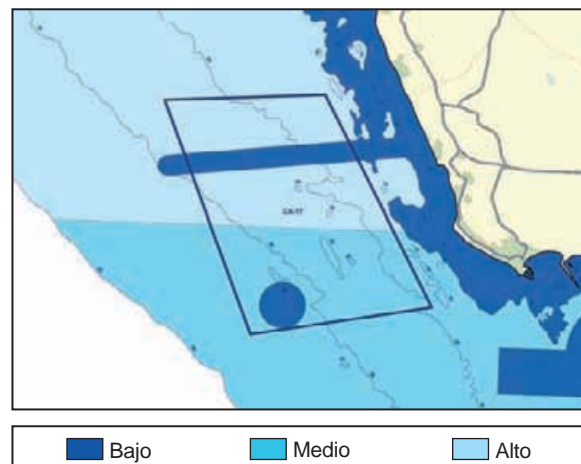


Figura 4.17-2 Grado de interés de la zona CA-17 en función de la compatibilidad administrativa.

420 4.17.2 Caracterización climatológica.

Según los datos obtenidos de la estación agroclimática del Puerto de Santa María, perteneciente a la red de estaciones Agroclimáticas de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, el clima en la zona se corresponde con un clima tipo **Csb** según la clasificación de Köppen. Se caracteriza por ser un clima húmedo y cálido con estación invernal y estival diferenciadas, en verano se detecta una estación seca frente al resto del año.

La temperatura media mensual oscila entre los 11,5°C del mes de enero y los 22,6°C de los meses de julio y agosto. La temperatura mínima mensual es de 6,1°C en el mes de febrero. La temperatura máxima mensual es de 29,1°C en julio. La precipitación anual es de unos 522,6 mm, concentrándose ésta prácticamente en los seis meses más fríos

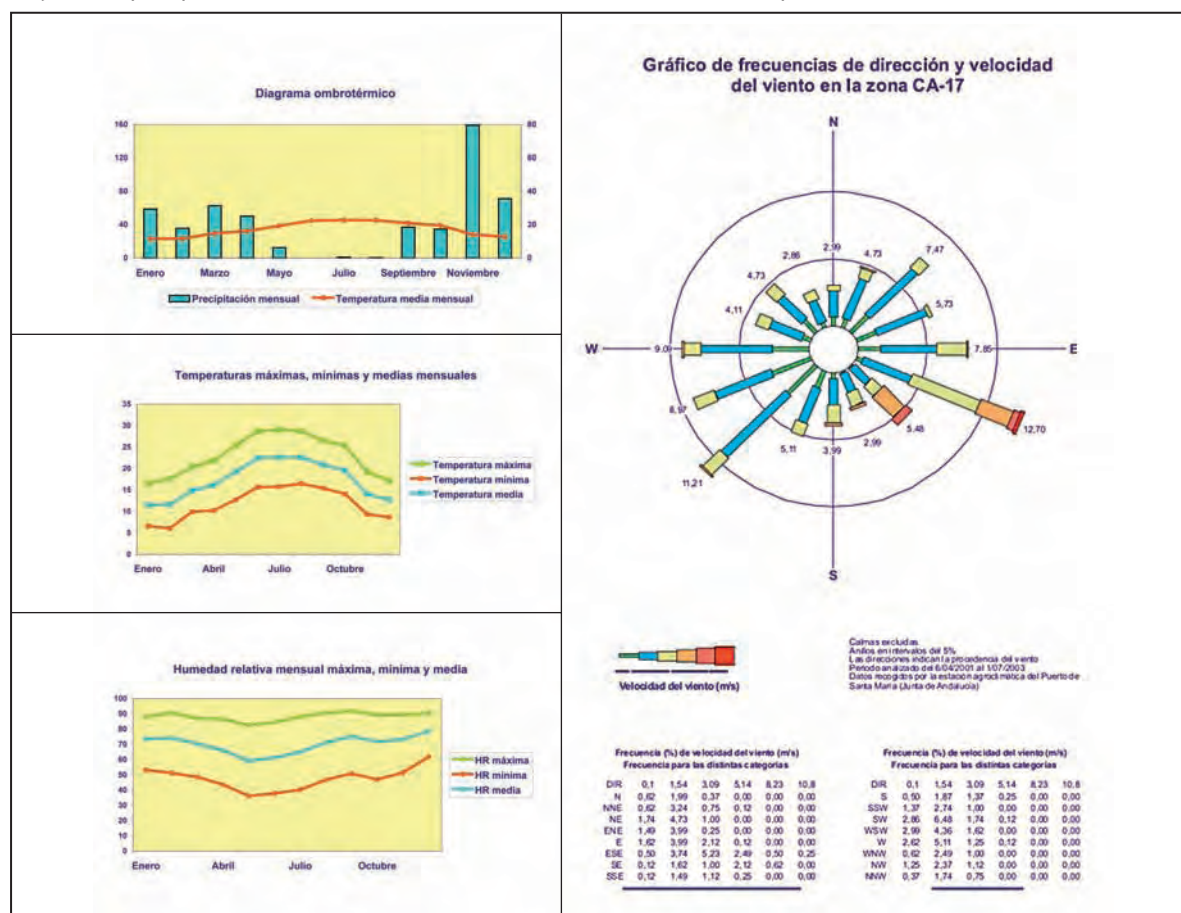


Figura 4.17-4 Características climatológicas de la zona CA-17.

(437,1 mm) frente a la precipitación recogida en los seis meses más cálidos (85,4mm).

Los valores de humedad relativa mensuales, mínima, máxima y media, son elevados y se mantienen bastante constantes a lo largo del año, oscilando en torno al 47,4%, 88,3% y 70,0% respectivamente. No obstante, se detecta un claro descenso de la humedad relativa en los meses de verano.

El régimen de vientos se corresponde con un predominio de vientos moderados a fuertes procedentes del Este y Este-Sureste, y vientos flojos a moderados del Oeste, Oeste-Suroeste y Suroeste.

4.17.3 Caracterización física.

4.17.3.1 Batimetría.

La batimetría en el área estudiada genera una pendiente suave, localizándose la mayor parte en profundidades comprendidas entre los 20 y los 40 m.

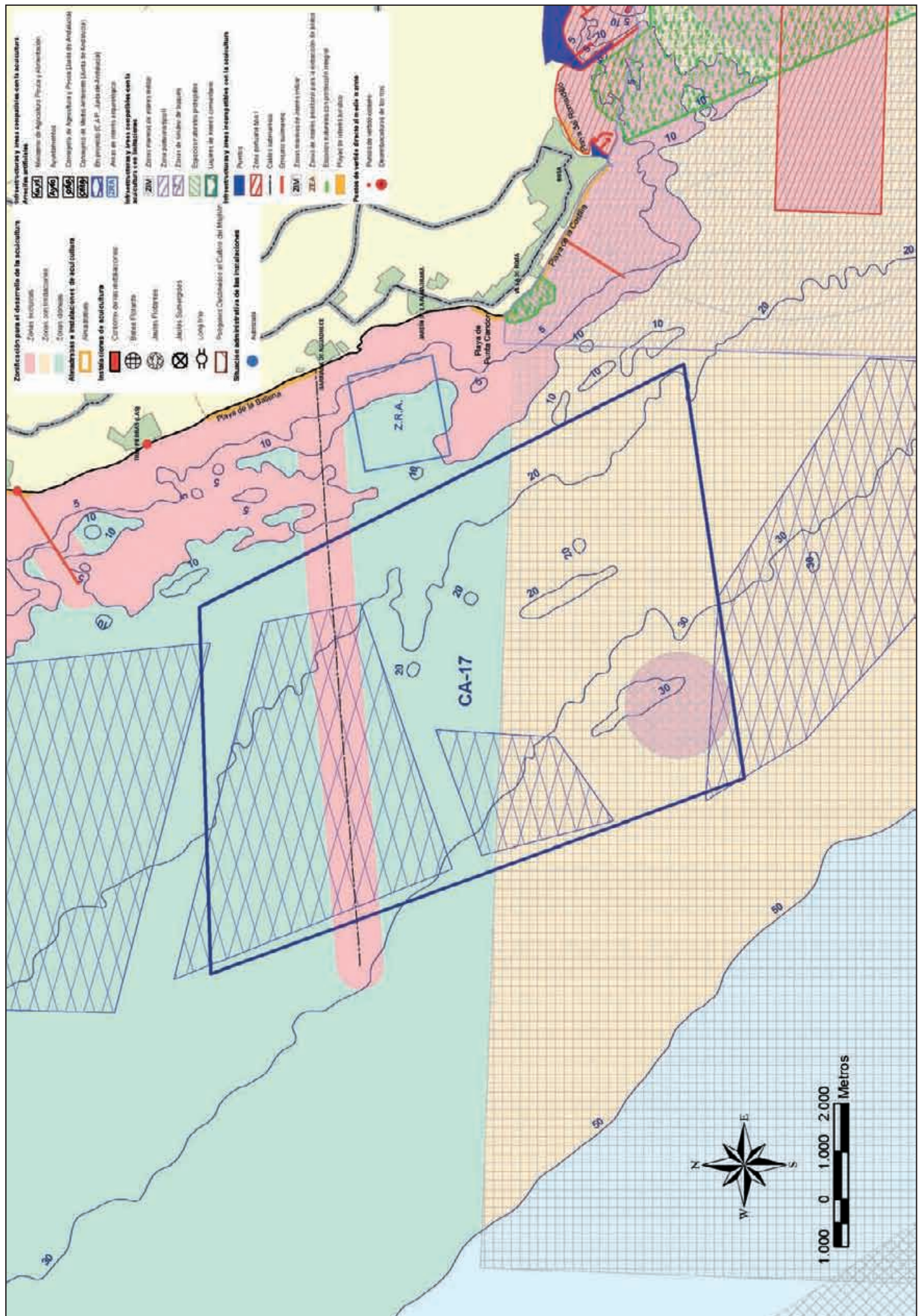


Figura 4.17-3.

El análisis batimétrico de la zona genera la valoración de la zona en función de este parámetro que es la que se representa en la Figura 4.17-5.

4.17.3.2 Condiciones oceanográficas.

4.17.3.2.1 Régimen hidrodinámico.

Para conocer el régimen hidrodinámico de la zona en las proximidades de Rota, el C.I.C.E.M. fundó un correntímetro doppler del tipo AANDERAA RCM-9 MK II.

El aparato se instaló el 26 de abril del 2002 en la posición 36° 34' 11"N y 06° 26' 12"W, las coordenadas UTM de la posición del correntímetro son: x = 729.384 m e y = 4.050.262 m. La profundidad del punto de fondeo fue de aproximadamente 30,5 metros y el correntímetro se situó a unos 15 metros por debajo de la superficie del mar. En el mapa de la Figura 4.17-6, puede verse la posición del fondeo del correntímetro RCM-9 (punto de color rojo).

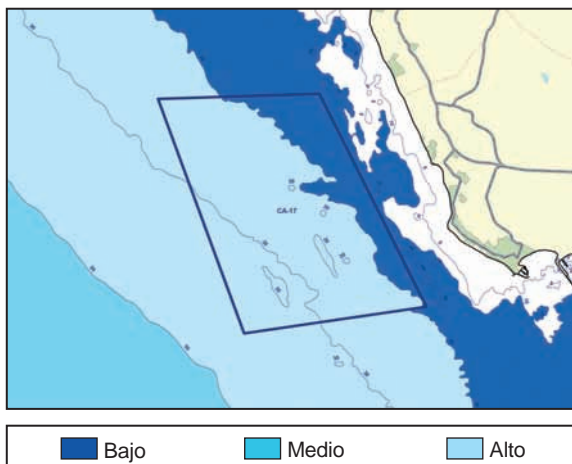


Figura 4.17-5 Valoración del interés de la zona CA-17 en función de la profundidad.

El correntímetro se configuró para medir las variables con una cadencia de 10 minutos. El inicio del registro coincide con las 00:04 horas del día 26 de abril de 2002, y el final de mismo, coincidente con su desfondeo, fue el día 23 de junio a las 23:54 horas. Se dispone de este modo, de un registro de 8.496 medidas de la corriente marina en la zona, con 2 meses de duración.

En la Tabla 4.17-1 se presentan los resultados del análisis estadístico del registro de velocidades de la corriente según las direcciones de la misma, a 15 m de profundidad. Las corrientes predominantes son hacia el Sureste y el Este, con un porcentaje conjunto del 38.55%, y hacia el Noroeste, con un porcentaje del 16.57%.

Dirección ⁽¹⁾	Nº medidas	% ⁽²⁾	Vel. Máx. ⁽³⁾	Vel. Media ⁽⁴⁾	STD ⁽⁵⁾
N (337.5°-22.5°)	826	9.72	39.01	12.34	6.31
NE (22.5°-67.5°)	591	6.96	22.29	9.78	4.63
E (67.5°-112.5°)	1500	17.66	36.96	13.72	7.06
SE (112.5°-157.5°)	1775	20.89	39.01	14.09	7.09
S (157.5°-202.5°)	1059	12.46	30.5	11.4	5.76
SW (202.5°-247.5°)	724	8.52	25.22	10.79	5.46
W (247.5°-292.5°)	613	7.22	31.09	10.32	5.45
NW (292.5°-337.5°)	1408	16.57	41.94	15.97	8.5

(1) Sector de dirección (grados)
 (2) Porcentaje de frecuencia en cada sector de dirección (respecto al norte en el sentido de las agujas del reloj)
 (3) Velocidad máxima (cm·s⁻¹) en cada sector direccional
 (4) Velocidad media (cm·s⁻¹)
 (5) Desviación estándar (cm·s⁻¹).

Tabla 4.17-1 Análisis estadístico de la corriente medida a 15 metros de profundidad, en las proximidades de Rota, en las coordenadas UTM: x = 729.384 m e y = 4.050.262 m.

La distribución por direcciones del módulo medio de las corrientes, es bastante uniforme hacia las orientaciones mencionadas, y oscila entre 13.72 y 15.97 cm·s⁻¹, y es un poco inferior en las direcciones menos frecuentes, oscilando en módulo entre 9.78 y 12.34 cm·s⁻¹. Las corrientes medias más altas, se han registrado hacia el Noroeste, con unos valores medios de 15.97 cm·s⁻¹. en esta dirección se registra también la máxima puntual con un valor de 41.94 cm·s⁻¹.

A partir de estos datos se puede afirmar que el patrón general de corrientes parece ser una corriente hacia la dirección media Sureste, que se alterna periódicamente con una corriente media hacia el Noroeste. Las situaciones intermedias de cambio de la corriente entre estas direcciones corresponden a los porcentajes de las medidas en las otras direcciones.

En la Figura 4.17-7 se presenta el diagrama polar de los datos de corrientes obtenidos, así como la representación de los mismos en forma de rosa de velocidad-dirección.

Se observa de nuevo que las corrientes más frecuentes son en dirección Sureste tanto en intensidad como en frecuencia. También puede observarse claramente en la rosa una mayor preponderancia de las componentes Sur y Este frente a las Norte y Oeste.

Para conocer la importancia de la marea en el área de estudio, se ha realizado un análisis armónico de la serie de corrientes obtenida por el correntímetro, a fin de determinar que porción de la corriente corresponde a la marea astronómica, y que parte a otros términos impulsores (viento, gradientes de densidad, movimientos inerciales, etc.).

Para ello, se ha utilizado un programa de análisis armónico (Foreman, 1.978) que aprovecha el hecho que las frecuencias de oscilación de la marea son conocidas a priori, de modo que es posible efectuar un ajuste por mínimos cuadrados, donde los parámetros libres del análisis son las componentes de las elipses de marea: eje mayor, eje menor, fase e inclinación.

Con estos datos de predicción de las velocidades de la marea, se ha podido obtener la componente de velocidad debida a los otros términos impulsores, de manera que a la hora de considerar los resultados de las corrientes se han podido analizar por separado las corrientes debidas al viento y las producidas por los movimientos de marea.

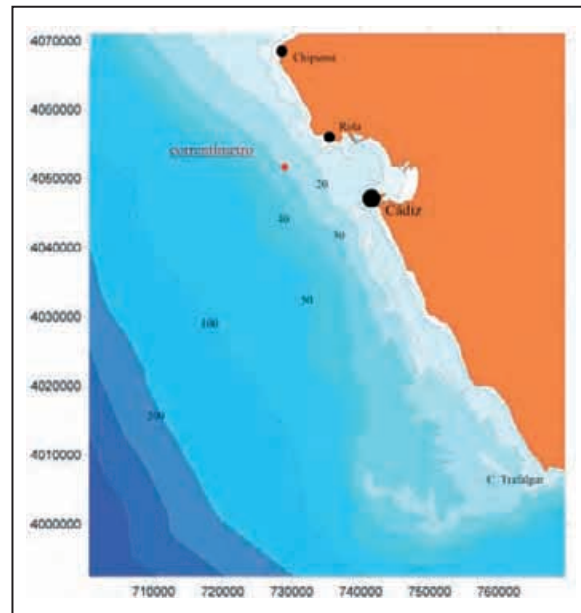


Figura 4.17-6 Posición del correntímetro (punto rojo), fondeado en las proximidades de Rota, en las coordenadas UTM: $x = 729.384m$; $y = 4.050.262 m$.

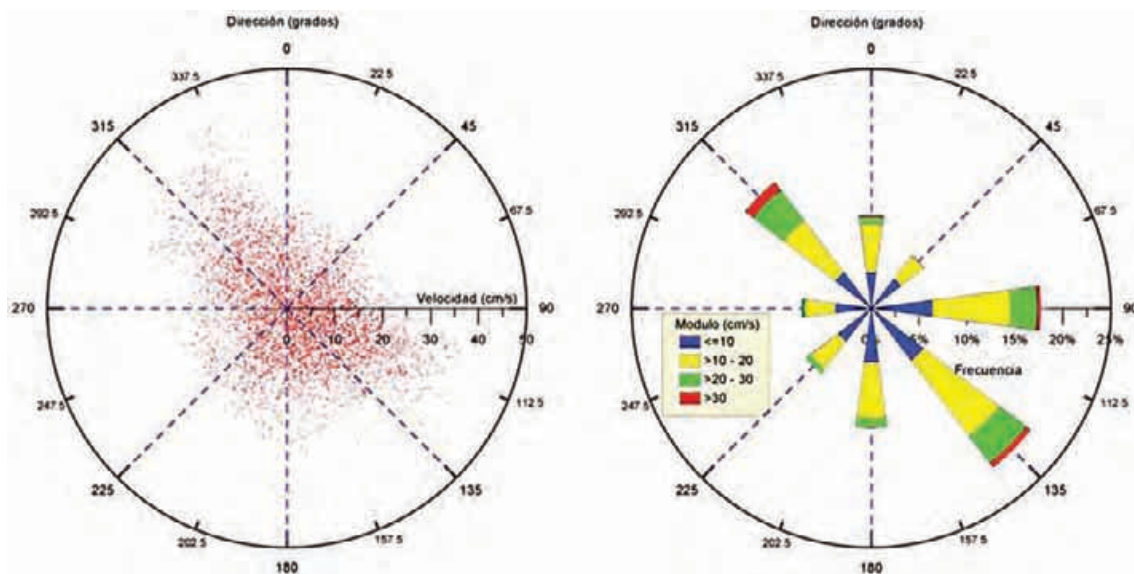


Figura 4.17-7 Diagrama polar y rosa de corrientes obtenidos a partir de los datos registrados por el correntímetro.

4.17.3.2.2 Corrientes debidas a la marea.

Inicialmente se ha estudiado la propagación de la marea astronómica en la zona de interés usando el modelo de simulación MAREAS dentro del software TRIMODENA®. Su cálculo permite conocer el campo de corrientes debido a la marea. Los constituyentes de la marea astronómica considerados han sido los que tienen una mayor amplitud en la carrera de marea y los que producen mayores velocidades de la corriente mareal. En este caso se han tenido en cuenta las ondas semidiurnas $M2$, $S2$, $N2$ que por sí solas representan la mayor parte de la onda de marea (aproximadamente el 80% de la onda total de alturas de marea).

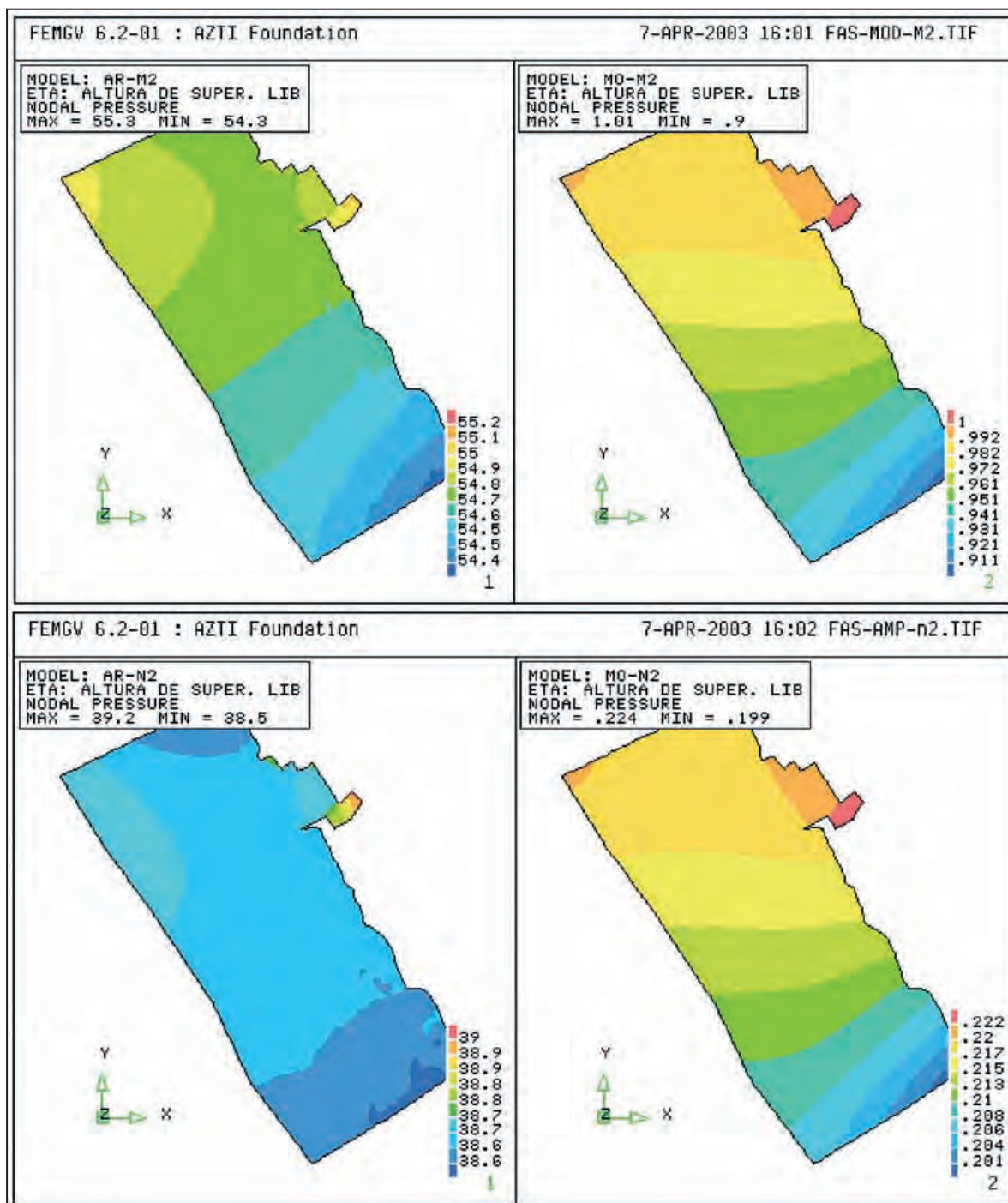


Figura 4.17-8. Resultados de fase, en grados (Figura de la izquierda) y amplitud, en metros (Figura de la derecha) para las componentes M2 y N2.

Los datos de condiciones de contorno para las alturas de superficie libre se han extraído Physical Oceanography DAAC (Distributed Active Archive Center) de la NASA. En la Figura 4.17-8 se muestran los resultados de amplitud y fase para las componentes M2 y N2. En la Figura 4.17-9 se muestran los resultados de amplitud y fase para la componente S2.

4.17.3.2.3 Corrientes debidas al viento.

En este caso, se estudian las corrientes generadas por el viento, usando el modelo de simulación ECADIS de TRIMODENA®. En la Tabla 4.17-3 se muestra el resumen estadístico de las corrientes debidas a viento, las cuales se han obtenido una vez se ha eliminado del registro de corrientes inicial el efecto de la marea en la Figura 4.17-10 (ver página 426) el diagrama polar y la rosa de vientos de las mismas.

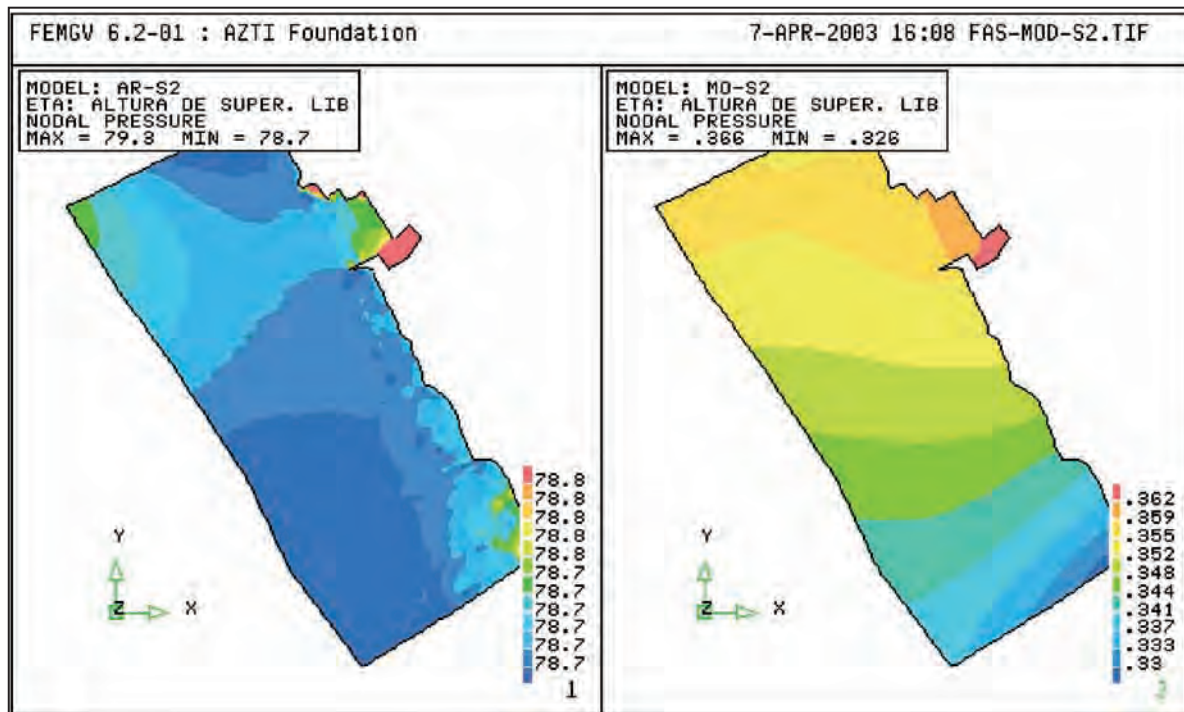


Figura 4.17-9. Resultados de fase, en grados (Figura de la izquierda) y amplitud, en metros (Figura de la derecha) para la componente S2.

Dirección ⁽¹⁾	Nº medidas	% ⁽²⁾	Vel. Máx. ⁽³⁾	Vel. Media ⁽⁴⁾	STD ⁽⁵⁾
N (337.5°-22.5°)	206	14.55	24.19	8.26	4.97
NE (22.5°-67.5°)	123	8.69	14.17	5.32	3
E (67.5°-112.5°)	164	11.58	24.82	6.81	4.19
SE (112.5°-157.5°)	238	16.81	28.06	8.68	5.34
S (157.5°-202.5°)	165	11.65	19.53	7.12	3.98
SW (202.5°-247.5°)	144	10.17	13.44	5.94	2.91
W (247.5°-292.5°)	177	12.5	21.77	6.73	4.3
NW (292.5°-337.5°)	193	13.63	23.98	8.85	5.06

(1) Sector de dirección (grados)
 (2) Porcentaje de frecuencia en cada sector de dirección (respecto al norte en el sentido de las agujas del reloj)
 (3) Velocidad máxima (cm·s⁻¹) en cada sector direccional
 (4) Velocidad media (cm·s⁻¹)
 (5) Desviación estándar (cm·s⁻¹).

Tabla 4.17-2 Análisis estadístico de los datos de corriente registrados en Chipiona - Rota sin tener en cuenta la marea.

De estos datos se puede decir que, las direcciones predominantes de las corrientes han sido hacia el segundo y cuarto cuadrante y más concretamente:

- Hacia la dirección media Sureste (SE): con un total del 16,8% de medidas en esa dirección y un 11,6% y 11,7% de medidas en las direcciones E y S respectivamente.
- Hacia la dirección media Nor-Noroeste (NNW): con un total de 14,6% y 13,6% de medidas en las direcciones N y NW respectivamente.

Los vientos que han generado las corrientes que se han mencionado anteriormente han resultado ser:

- Viento del Noroeste (326º) de 25 km·h⁻¹, para la corriente hacia el Sureste
- Viento del Sureste (135º) de 25 km·h⁻¹, para la corriente hacia el Norte-Noroeste.

Los resultados obtenidos por el modelo han sido calibrados comparándolos con los datos facilitados por el correntímetro situado a 15 m de profundidad.

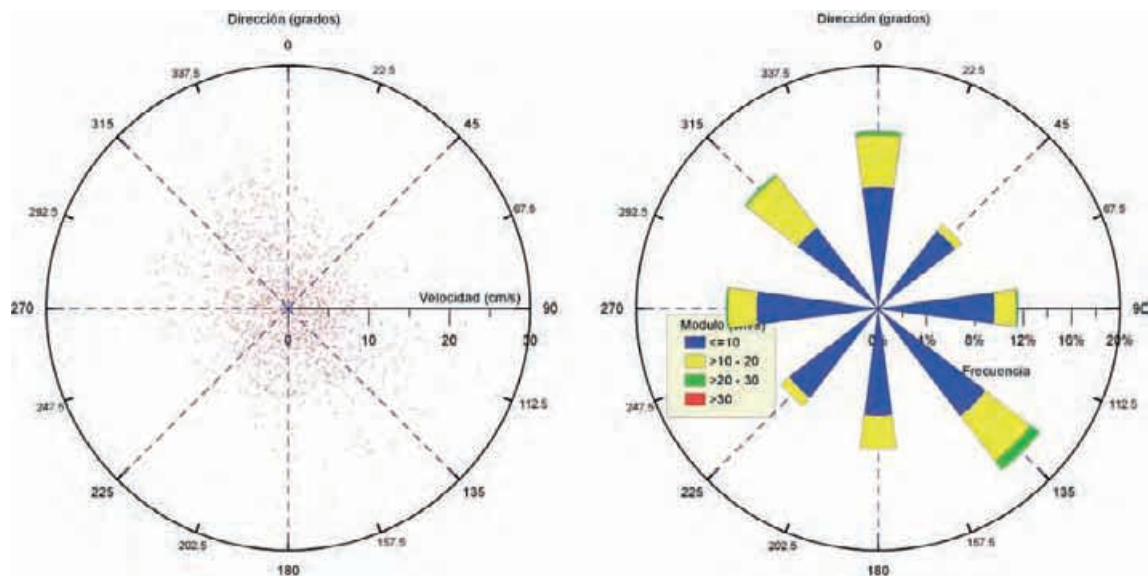


Figura 4.17-10 Diagrama polar y rosa de corrientes debidas a viento en la zona CA-17.

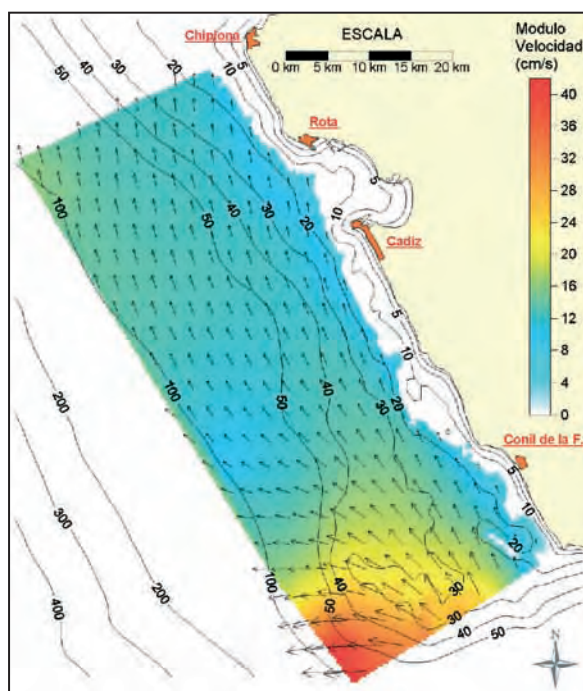


Figura 4.17-11 Velocidades en $cm \cdot s^{-1}$ con viento del Sureste de $25 km \cdot h^{-1}$ a 15 metros de profundidad.

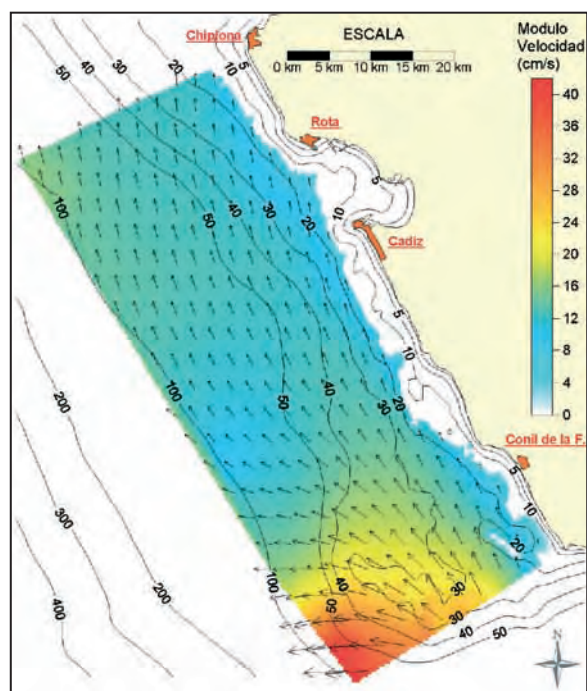


Figura 4.17-12 Velocidades en $cm \cdot s^{-1}$ con viento del Noroeste de $25 km \cdot h^{-1}$ a 15 metros de profundidad.

En el caso de la corriente producida por el viento del Sureste a 8,5 m de profundidad, es de -12° , que se corresponde apreciablemente con la dirección NNW facilitada por los datos (Figura 4.17-11).

La corriente es máxima en superficie, con un valor de aproximadamente $11 cm \cdot s^{-1}$ y su módulo disminuye con la profundidad hasta aproximadamente 15 metros, con una velocidad de $7,3 cm \cdot s^{-1}$; la dirección de la corriente al acercarnos hacia el fondo se mantiene considerablemente constante debido a la dirección de procedencia del viento (y a la batimetría) que genera una corriente sustancialmente paralela a la costa en las cercanías del punto donde se fondó el correntímetro.

Para el viento del Noroeste (Figura 4.17-12), el valor medio de la velocidad obtenido con la simulación numérica es de $9,3 cm \cdot s^{-1}$, que supera ligeramente a las medidas que indican un valor de la corriente media de $8,68 cm \cdot s^{-1}$ para la dirección SE.

El valor de la dirección de la corriente obtenido por la simulación numérica, a 15 m de profundidad, es de $136,5^\circ$ (segundo cuadrante), que se corresponde apreciablemente con la dirección SE facilitada por los datos.

La corriente es máxima en superficie, con un valor de $12 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ y su módulo disminuye con la profundidad hasta alcanzar una velocidad poco superior a $8 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ en el fondo; la dirección de la corriente al acercarnos hacia el fondo se mantiene prácticamente constante debido a la dirección de procedencia del viento que genera una corriente sustancialmente paralela a la costa en las cercanías del punto donde se fondeó el correntímetro.

El valor medio de la velocidad obtenido con la simulación numérica es de $12,97 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$, que se corresponde a las medidas que indican un valor de la corriente de viento (para la dirección Este) de $12,61 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$.

Con los resultados obtenidos en el modelo de simulación de corrientes, la valoración de la zona CA-17 en función de las corrientes dominantes a 10 m de profundidad es la representada en la Figura 4.17-13.

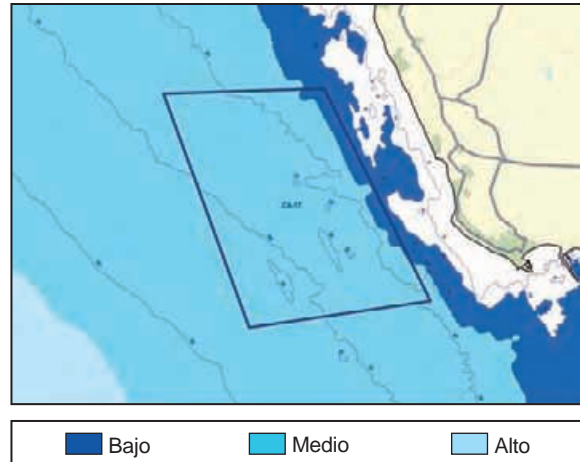


Figura 4.17-13 Valoración del interés de la zona CA-17 en función de las corrientes dominantes a 10 m de profundidad.

4.17.3.2.4 Dispersión de posibles partículas contaminantes.

En el SE de la zona CA-17 se localizan algunas manchas de *Zostera marina*. En esta zona se encuentra también la zona de interés ambiental conocida como “Fondos de la Bahía de Cádiz”, finalmente junto a la población de Rota, se encuentran unos corrales de pesca protegidos bajo la figura de Monumento Natural (Figura 4.17-14).

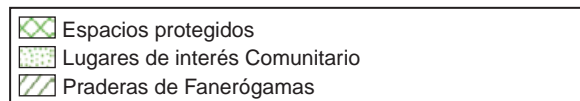
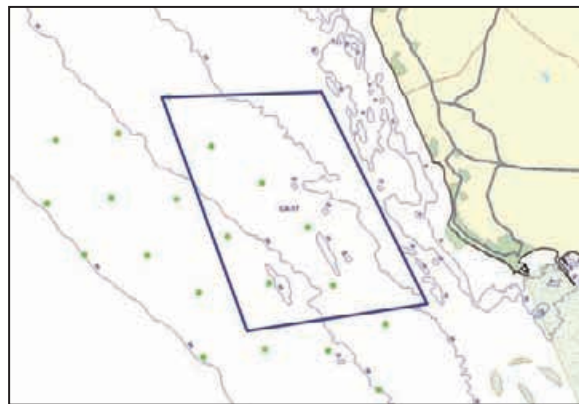


Figura 4.17-14 Localización de las praderas de fanerógamas, límites de los espacios naturales y zonas de interés comunitario en el área de estudio de estudio. Los puntos indican la disposición de hipotéticas instalaciones acuícolas para la realización de los modelos de dispersión.

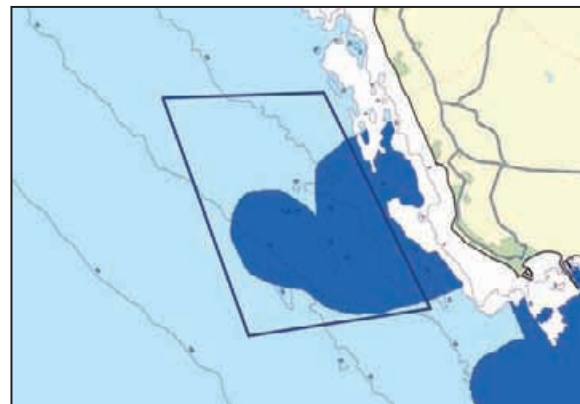


Figura 4.17-15 Valoración del interés de la zona en función de la dispersión de posibles partículas contaminantes de tamaño medio ($31 \mu\text{m}$).

Con objeto de establecer la posible incidencia que potenciales partículas contaminantes emitidas por las instalaciones acuícolas pudieran ejercer sobre esta área se ha realizado una simulación de la dispersión que una partícula de tamaño medio sufriría en función del origen de emisión de la misma.

El resultado de este análisis indica que sólo en el caso de instalaciones cercanas a las manchas de *Cymodocea*, los potenciales contaminantes podrían afectar a dichas manchas, por lo que el grado de interés resulta medio o bajo en esa zona. Con los resultados de esta simulación la valoración de la zona es la representada en la Figura 4.17-15.

4.17.3.2.5 Régimen de oleaje.

El régimen de oleaje, se ha caracterizado partiendo de los datos procedentes de la boya del Golfo de Cádiz, cuyos registros han dado los resultados que se incluyen en la Tabla 4.17-4 junto con la valoración obtenida para el área que abarca dicha boya.

Parámetro	Descripción del parámetro	Valor registrado	Valoración
PNE1.2m	Probabilidad de No Excedencia para una altura de ola significativa de 1.2 metros (2 m. de altura máxima)	0.65	1
TROE1	Oleaje que produzca daños o deformaciones en las jaulas, hasta el extremo de no garantizar la permanencia de los peces en el interior de la misma. $H_{max} = 6$ m.	<2	1
TROE2	Oleaje que produzca graves daños (reparables o no) en la estructura o elementos de fondeo. $H_{max} = 10$ m.	<5	1
Valoración Final			1

Tabla 4.17-3 Régimen de oleaje de la zona CA-16.

La valoración final de la zona desde el punto de vista del régimen de oleaje, es de 1, es decir, que para este parámetro, el área CA-17 posee un grado de interés bajo según la metodología descrita en el apartado correspondiente.

4.17.3.3 Descripción del sustrato.

En los fondos de ésta zona predominan los sedimentos fangosos, excepto en el sector SE donde aparecen fondos gravosos, gravoso-fangosos, arenoso-fangosos y fango-arenosos (Figura 4.17-17). El fango está compuesto mayoritariamente por arcilla, con contenidos que oscilan entre el 10 y el 20% y en algunos puntos pueden alcanzar hasta el 40%, y está relacionado con el prodelta fangoso que se encuentra en la plataforma continental próxima y cuyo origen se debe a los aportes del río Guadalquivir que desemboca algo más al Norte.

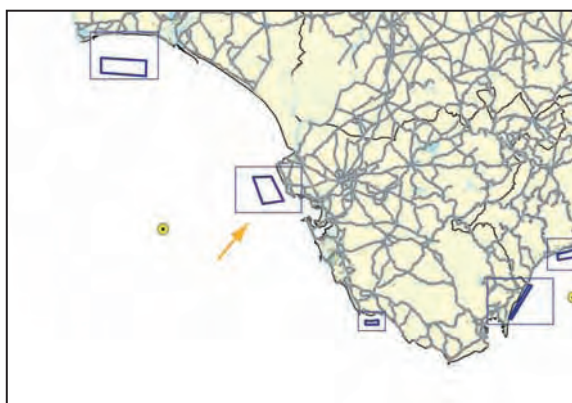


Figura 4.17-16 Situación de la Boya del Golfo de Cádiz respecto a la zona CA-17 (flecha naranja).

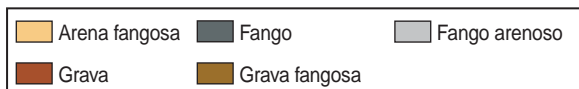
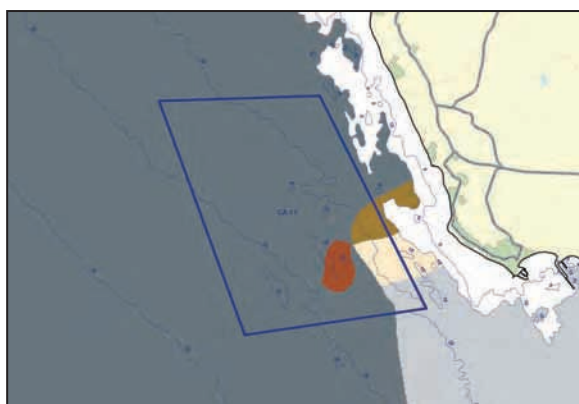


Figura 4.17-17 Tipo de sedimento existente en la zona CA-17.



Figura 4.17-18 Valoración de la zona CA-17 en función del sedimento.

El tamaño de grano oscila entre 0,01 y 0,02 mm en los sedimentos de fondos fangosos, mientras que en los fondos arenoso gravoso el tamaño de grano oscila entre los 2 y 5 mm.

El contenido en fracción gruesa en los sedimentos de éstos fondos es muy bajo, especialmente en fondos fangosos donde el contenido de éstas fracciones es prácticamente nulo. Por el contrario, en el sector SE, debido a la influencia de fondos rocosos, el contenido de ésta fracción aumenta alcanzándose valores que pueden llegar hasta el 60%. Las muestras de sedimento presentan valores de la desviación típica entre 0,01 y 2, correspondientes a sedimentos muy bien clasificados, en este caso los fango-arcillosos y los arenoso-fangosos respectivamente.

Bajo el punto de vista sedimentológico, en la zona de estudio se pueden diferenciar dos tipos de regímenes deposicionales. En el sector suroriental, frente a la localidad de Rota, el régimen deposicional está condicionado por la proximidad a la costa y la presencia de bajos rocosos, lo que favorece la acumulación de materiales gruesos, del tipo arena y

grava, que están afectados por la acción de las corrientes de retorno generadas durante los temporales. No obstante, en este mismo sector, también se reciben los aportes procedentes de grandes ríos que tienen su desembocadura al norte de la zona de estudio, como el Guadalquivir, que proporciona limo y, esencialmente arcilla, en suspensión a la zona de estudio, que llegan allí arrastrados por las corrientes litorales.

En el resto de la zona, que es la mayor parte de la misma, el régimen deposicional está controlado por los aportes de finos, especialmente arcilla en suspensión proporcionada por el río Guadalquivir. Estos materiales se depositan en forma de un prodelta submarino que programa en dirección SE a favor de las corrientes atlánticas que, en esta parte del Golfo de Cádiz discurren hacia el Estrecho de Gibraltar. La valoración final de la zona en función del tipo de sedimento es la que se representa en la Figura 4.17-18.

4.17.3.4 Calidad de aguas.

4.17.3.4.1 Condiciones físico químicas.

– Temperatura

La temperatura superficial de la zona de estudio en cada uno de los muestreos realizados se representa en las Figuras 4.17-19 y 4.17-20.

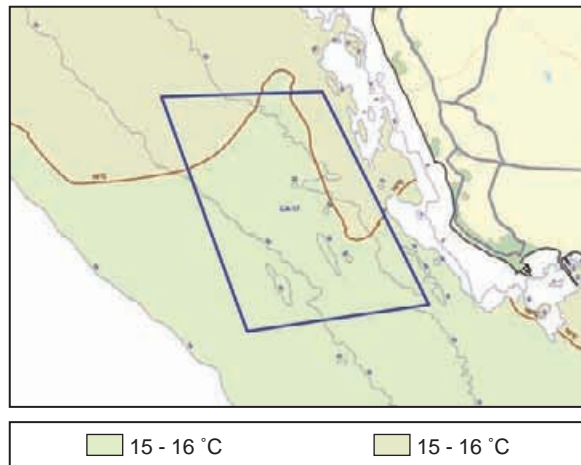


Figura 4.17-19 Temperatura superficial para la zona CA-17 en el muestreo de marzo de 2003.

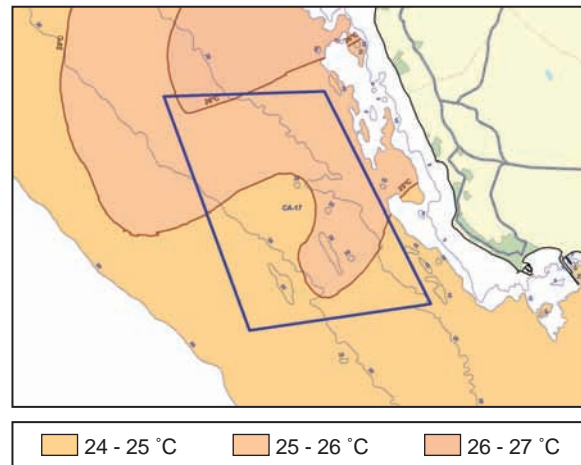


Figura 4.17-20 Temperatura superficial para la zona CA-15 en el muestreo de agosto de 2003.

En el mes de marzo los valores registrados varían entre 15°C y 17°C. Se produce un aumento de temperatura al aumentar la proximidad a la desembocadura del río Guadalquivir. De igual forma sucede en el mes de agosto donde en la zona más hacia el sur se registraron 24°C aumentando gradualmente la temperatura hasta 27°C en dirección norte. Los promedios mensuales obtenidos mediante satélite muestran rangos similares a los registrados mediante muestreo en continuo (Figura 4.17-21). En marzo se obtienen temperaturas promedio de 16°C, registrándose en agosto valores cercanos a los 24°C. La temperatura más baja registrada en esta zona corresponde a los meses de enero y febrero donde se obtienen 15°C.

Los perfiles verticales en cada una de las estaciones muestreadas se representan en la Figura 4.17-22. La estación R4 resulta ser la más cercana a la desembocadura del río se ve influenciada por éste y en ambos muestreos presenta temperaturas más elevadas que el resto de estaciones.

En marzo la temperatura en superficie es de unos 15°C y se mantiene constante a lo largo de toda la columna de agua. En esta época del año la estación R4 registra temperaturas de 17°C y debido a su poca profundidad muestra una termoclina que posiblemente sea producida por el calentamiento diario de la columna de agua, además del aporte de agua de mayor temperatura que pudiera emitir el río.

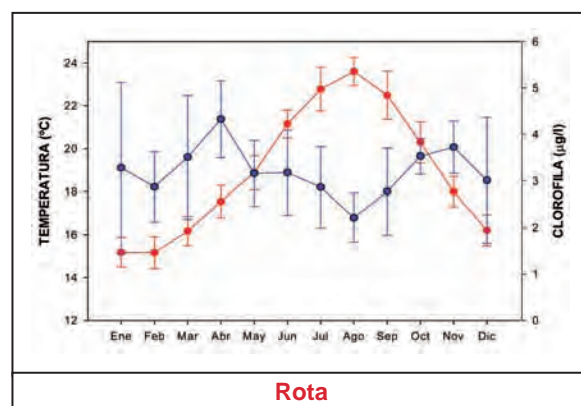


Figura 4.17-21 Promedio mensual de temperatura (rojo) y clorofila (azul) para la zona CA-17 durante los años del 94 al 03 para temperatura y entre el 98 y el 02 para la clorofila. Datos de los sensores AVHRR y SeaWiFS. Las barras representan \pm error estándar.

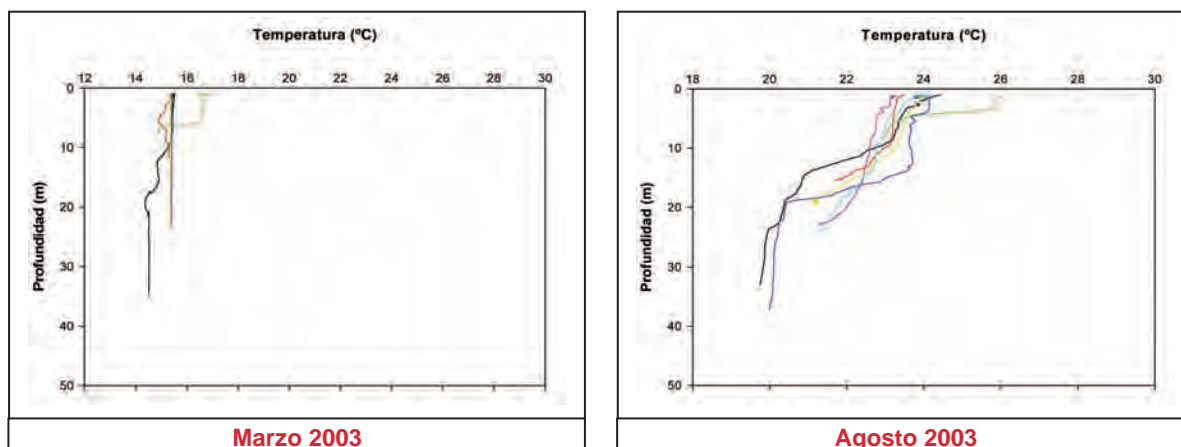


Figura 4.17-22 Perfiles verticales de temperatura obtenidos en las estaciones muestreadas en la zona CA-17.

En agosto se registran temperaturas de 24°C, salvo la estación cercana al río que vuelve a experimentar un aumento de dos grados con respecto al resto, registrándose en la misma valores de 26°C. En esta época las estaciones experimentan una clara estratificación en su columna de agua, apareciendo una termoclina estable en todas las estaciones entre los 5 y los 20 m de profundidad.

– Salinidad

En esta zona, la salinidad superficial experimenta fluctuaciones: en marzo se da una clara gradación, experimentando la zona más cercana al río Guadalquivir salinidades de hasta 33 psu y alcanzando en las zonas más alejadas 36 psu (Figura 4.17-23).

En agosto vuelve a suceder el mismo fenómeno pero de manera menos acusada variando la salinidad entre 35 psu en las proximidades de la desembocadura a 37 psu en los puntos más distantes (Figura 4.17-24).



Invierno 33 - 34 34 - 35 35 - 36



Verano 35 - 36 36 - 37

Figura 4.17-23 Salinidad superficial detectada en los muestreos de marzo de 2003 en la zona CA-17.

Figura 4.17-24 Salinidad superficial detectada en los muestreos de agosto de 2003 en la zona CA-17.

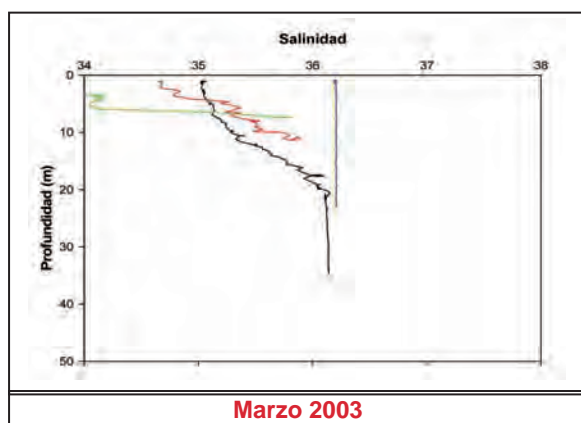
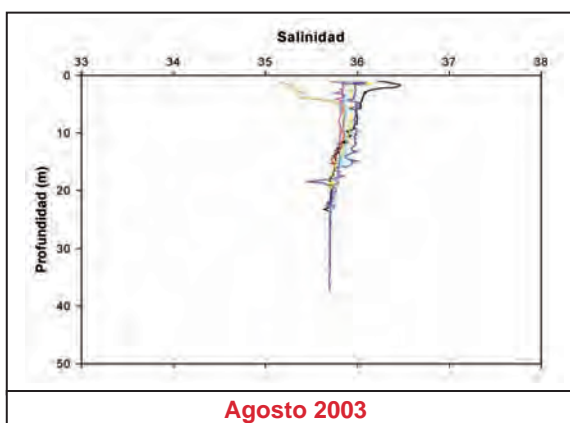


Figura 4.17-25 Perfiles de salinidad obtenidos en las estaciones de muestreo de la zona CA-17.



Los perfiles verticales realizados en el mes de marzo (Figura 4.17-25) muestran diferencias según la estación de muestreo donde nos encontremos. Se observa como la salinidad en marzo va aumentando a medida que la distancia a la desembocadura del río es mayor, presentando estas estaciones (R2, R3 y R4) una clara pincoclina resultado de la mezcla de agua dulce y salada. Una vez lejos del río (estaciones RJA1 y RJA2), la salinidad toma valores que se van a mantener constantes en toda la columna de agua. En agosto la influencia del río se deja sentir mucho menos. Es en superficie donde se dan rangos distintos, manteniéndose de forma uniforme en profundidad.

– **Clorofila**

Los valores de fluorescencia superficial (Figuras 4.17-26 y 4.17-27) muestran una concentración mucho más alta en marzo que en agosto. Los valores registrados en marzo oscilan desde los 4,2 u.a hasta 12,5 u.a., no sobrepasando en agosto 1 u.a. Este aumento se ve reflejado de igual forma en los datos obtenido de satélite (Figura 4.17-21) (ver página 429), donde se detecta un máximo en el mes de abril alcanzando valores superiores a 4 mg/m³. Registrándose en marzo concentraciones cercanas a los 4 mg/m³.

Los perfiles de fluorescencia realizados en el mes de agosto (Figura 4.17-28) confirman lo anteriormente expuesto, en agosto la fluorescencia superficial no sobrepasa el valor de 1 u.a., salvo la estación R4 donde al estar más cerca

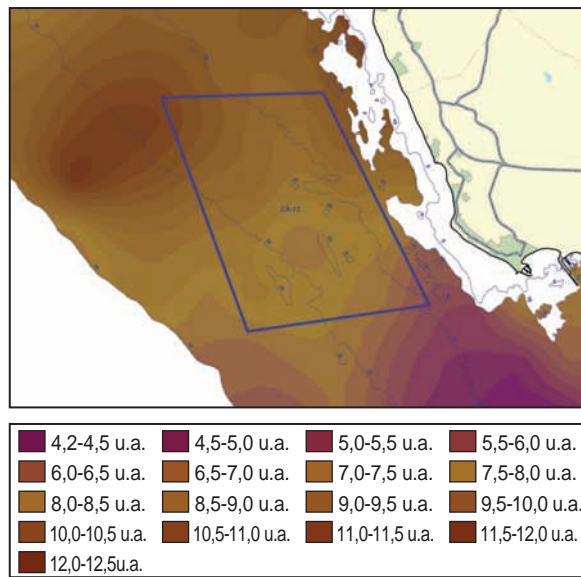


Figura 4.17-26 Fluorescencia superficial detectada en la zona CA-17 en el mes de marzo de 2003.

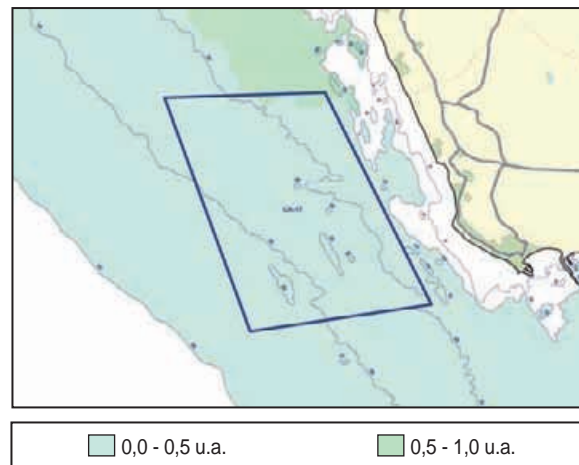


Figura 4.17-27 Fluorescencia superficial detectada en la zona CA-17 en el mes de agosto de 2003.

de la desembocadura de río recibe un mayor aporte de nutrientes y allí se registran valores cercanos a 5 u.a. La fluorescencia adquiere el máximo entorno a los 20 m de profundidad, donde se llegan a alcanzar valores de 5 u.a.

El muestreo discreto de cada una de las estaciones (Figura 4.17-29) muestra también las diferencias entre el invierno y el verano. En marzo se llegan a obtener valores de hasta 10 mg/m³ en superficie, decreciendo estos valores en fondo.

En agosto las concentraciones no sobrepasan los 3 mg/m³ en superficie, siendo igualmente las concentraciones en fondo menores.

Tanto en invierno como en verano se deja sentir el efecto del río sobre las zonas colindantes a su desembocadura. Es en esta zona donde se obtienen los máximos que serán mayores o menores dependiendo de la época del año.

– **Sólidos en suspensión**

Los valores para el coeficiente de atenuación se muestran en las Figuras 4.17-30 y 4.17-31. Los datos obtenidos

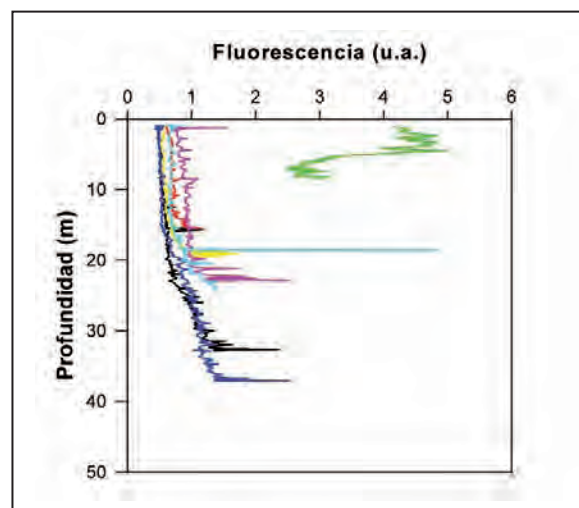


Figura 4.17-28 Perfiles de fluorescencia para las estaciones muestreadas en CA-17.

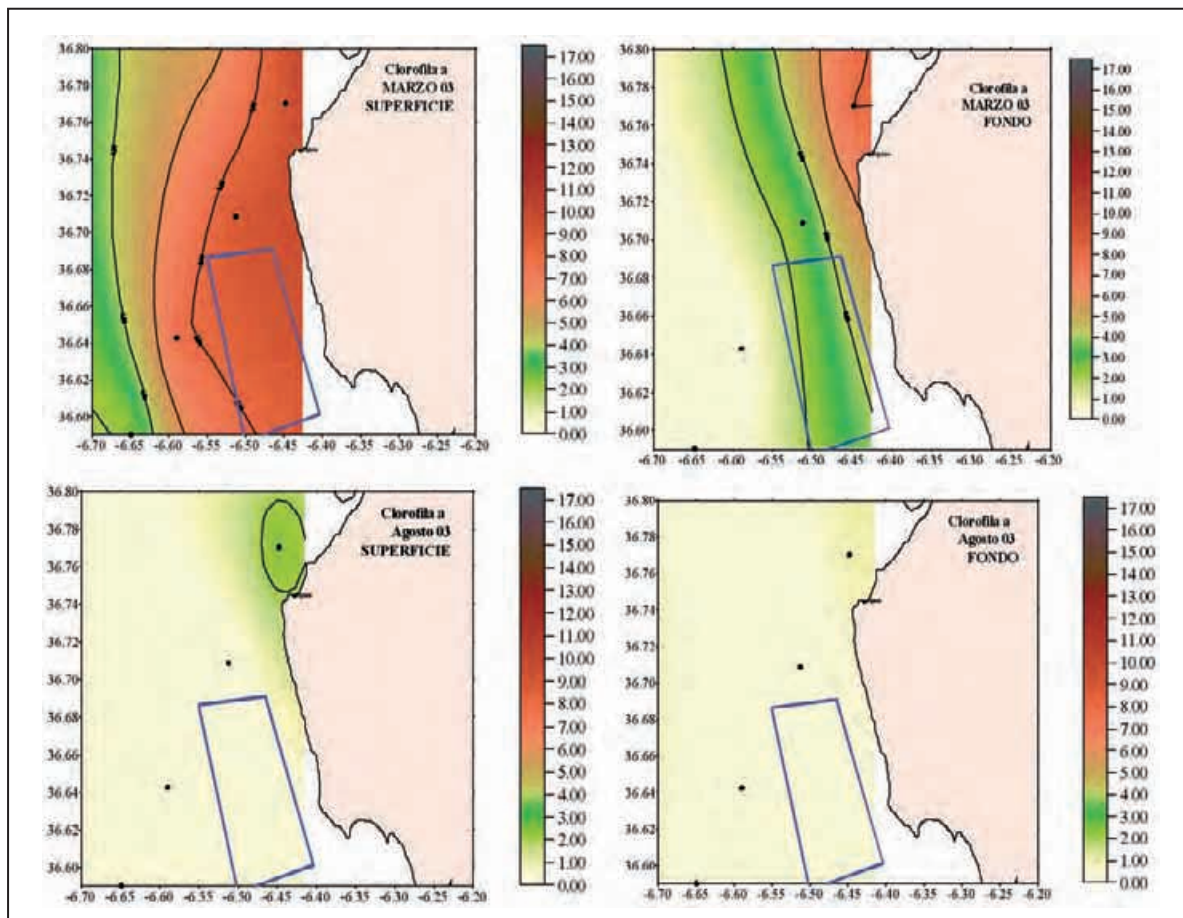


Figura 4.17-29 Clorofila total en superficie y fondo para la zona CA-17 en los dos muestreos realizados.

muestran valores similares en superficie tanto para invierno como para verano. En agosto se detecta como máximo 4 m^{-1} , mientras que en marzo este valor llega a ser como máximo 6 m^{-1} .

Las concentraciones encontradas en los muestreos discretos se representan en la Figura 4.17-32. Se comprueba como las concentraciones son mayores en el mes de marzo, encontrando gran diferencia entre superficie y fondo.

En este mes y para fondo se llegan a detectar concentraciones cercanas aunque inferiores a 80 mg/l . En agosto también hay un aumento de la concentración en fondo aunque en este caso estas no pasan de 40 mg/l .

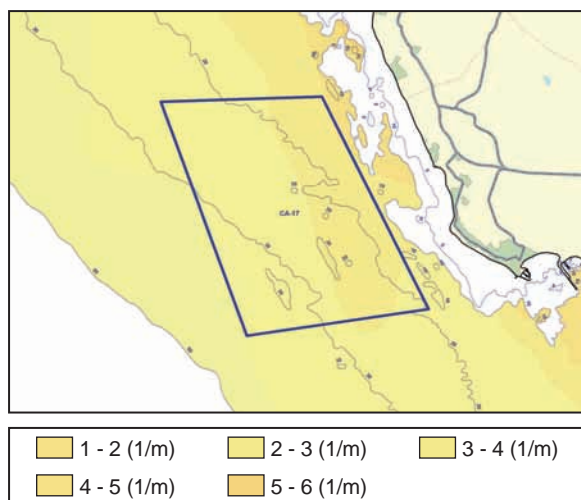


Figura 4.17-30 Coeficiente de atenuación obtenido en el muestreo de marzo de 2003 en la zona CA-17.

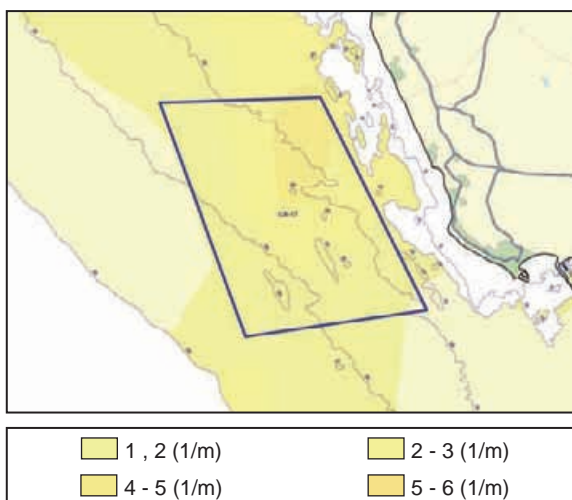


Figura 4.17-31 Coeficiente de atenuación obtenido en el muestreo de agosto de 2003 en la zona CA-17.

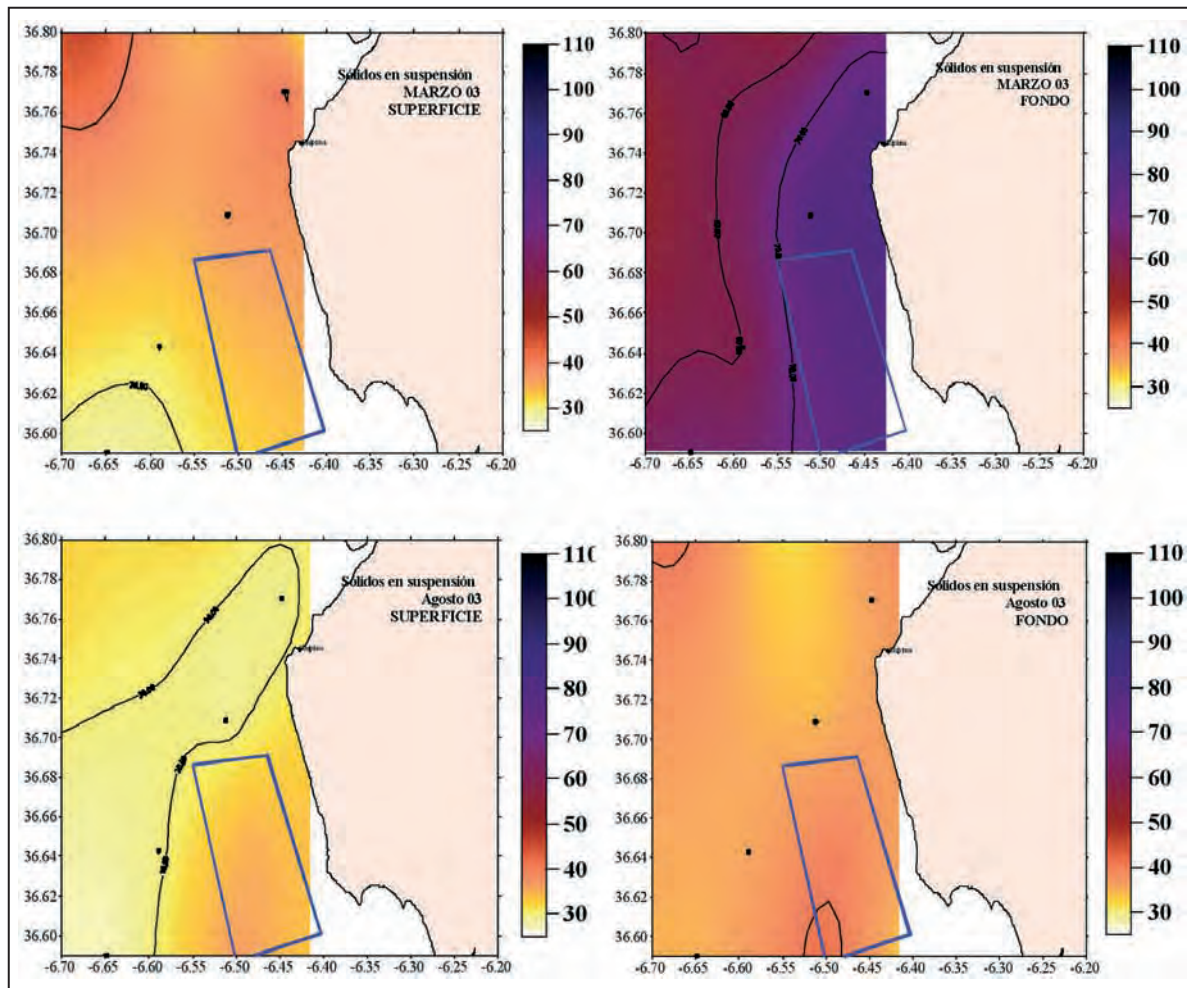


Figura 4.17-32 Sólidos en suspensión en superficie y fondo para las estaciones muestreadas en marzo y agosto de 2003 en la zona CA-17.

– Oxígeno

Los perfiles de las concentraciones de oxígeno en las estaciones muestreadas individualmente, presentan valores de oxígeno en superficie que oscilan entre 5 y 6 mg/l.

Estos valores van aumentando en profundidad hasta los 7 mg/l manteniéndose estos máximos en las estaciones más profundas hasta el fondo (Figura 4.17-33).

Con los resultados obtenidos en referencia a las condiciones físico-químicas del agua en el área de Barbate (Zona CA-16), se pueden realizar las siguientes consideraciones:

1. La temperatura más baja detectada en la zona no parece bajar de los 15°C, este valor se encuentra por encima de la temperatura que podemos considerar como limitante para el crecimiento de especies como la dorada.
2. La salinidad si experimenta fluctuaciones debido a la influencia del río. En el polígono esta influencia no es tan marcada y dado que las especies que se pretende cultivar son eurihalinas el rango de fluctuación de esta variable no tiene por que influir significativamente sobre su metabolismo.
3. La clorofila si adquiere valores relativamente altos, en ocasiones de hasta 10 mg/m³, estos están cercanos a los 15 mg/m³ a partir de los cuales se considera fuente de problema. Aunque estos valores están localizados cerca de la desembocadura del Guadalquivir puede considerarse como un factor a tener en cuenta, para el asentamiento de jaulas, antes posibles aumentos de su concentración.

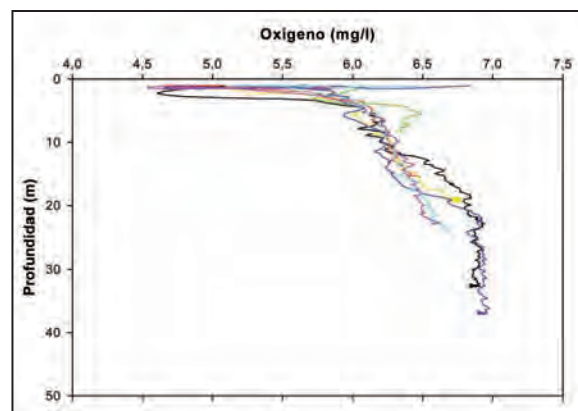


Figura 4.17-33 Perfil vertical de oxígeno para las estaciones objeto de estudio.

4. Los sólidos en suspensión aún estando a niveles superiores que los encontrados en el mediterráneo, su concentración parece no superar los 80 mg/l, cantidad que a priori no supone perjuicio para las instalaciones y sus individuos.
5. La concentración de oxígeno se encuentra en niveles que podemos considerar óptimos para las especies acuícolas.

La integración de todos los resultados descritos anteriormente en un índice de calidad de agua, y su representación cartográfica, da como resultado la imagen representada en la Figura 4.17-34. El índice de calidad para la zona CA-16 alcanza valores comprendido entre 6,5 y 7,3 en una escala de 0 a 10. Se produce una graduación del índice de calidad de menor a mayor en las proximidades de la costa de Rota y bahía de Cádiz hacia el mar abierto.

Finalmente la clasificación de la zona en función de su grado de interés desde el punto de vista de la calidad de agua da como resultado que la totalidad de la zona posee un grado de interés alto desde el punto de vista de la calidad del agua (Figura 4.17-35).

4.17.3.4.2 Condiciones sanitarias.

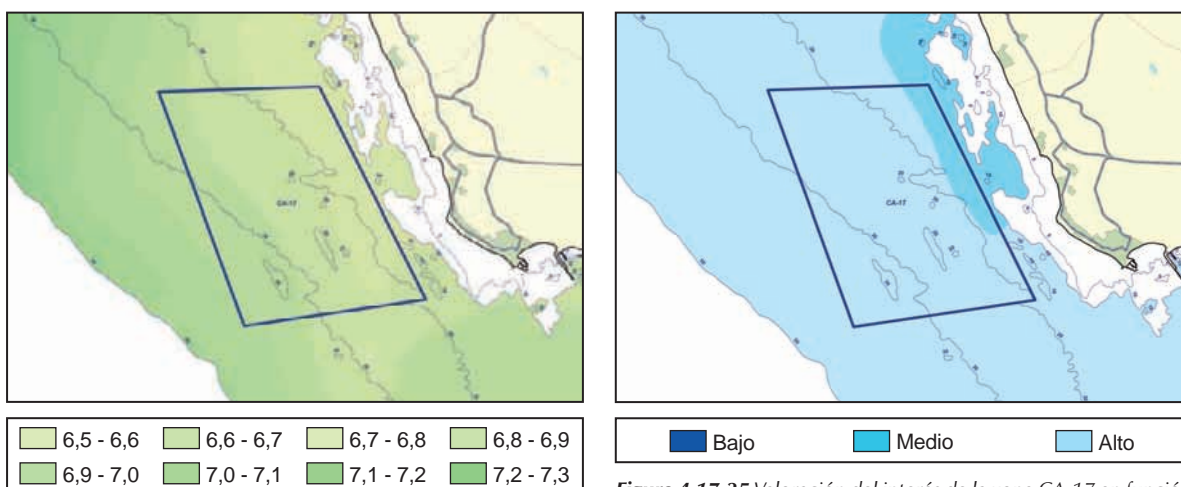


Figura 4.17-34 Índice de calidad de agua obtenido para la zona CA-17.

Figura 4.17-35 Valoración del interés de la zona CA-17 en función de la calidad del agua.

El área estudiada abarca parte de la zona de producción de moluscos bivalvos y gasterópodos AND 1-25. Los resultados obtenidos de los análisis realizados en el control sanitario de esta zona durante los años 2000 a 2002 son los siguientes:

- Contaminación bacteriana:

Los resultados microbiológicos obtenidos en el control sanitario en las zona de producción coincidente con el área de estudio durante los años 2000, 2001 y 2002 no han presentado valores de coliformes fecales y *E. coli* por encima de los permitidos.

- Contaminación por toxinas:

Zona AND 25												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000			DSP		DSP	DSP				DSP	DSP	
2001												
2002												

■ DSP ■ PSP ■ ASP

Tabla 4.17-4 Meses en los que los análisis del control sanitario han dado valores de contaminación por toxinas superiores a los permitidos en los años 2000 a 2002.

Como se puede comprobar en la Tabla 4.17-5, la presencia de toxinas en la zona AND 1-26 se ha limitado a la toxina DSP, detectada únicamente en el año 2000.

Estos resultados sugieren que la zona CA-17 no presenta en principio problemas para la actividad acuícola desde el punto de vista de la calidad sanitaria de las aguas.

4.17.4 Caracterización bionómica.

Su ubicación entre la desembocadura del Guadalquivir y la Bahía de Cádiz, y su cercanía a núcleos urbanos y zonas portuarias confieren a este extenso polígono unas peculiaridades que afectan al desarrollo de las comunidades instaladas en su lecho. La presencia de afloramientos rocosos actuando a modo de diques, el elevado hidrodinamismo y la importante tasa de aporte sedimentario modelan unos fondos en los que encontramos las siguientes comunidades (Figura 4.17-36):

- **Fondos Detríticos Enfangados (FDE):** Se asientan en las zonas donde el régimen hidrodinámico permite la sedimentación de los materiales más finos, conformando lechos de fangos bastante compactos excepto, en ocasiones, en una fina capa superficial, donde a veces se presentan acúmulos de arena o cascajo. Es destacable entre estos acúmulos la presencia de grandes cantidades de conchas de *Turritella sp.*
De las muestras tomadas en estos fondos apenas se obtuvieron especímenes, limitándose éstos a pequeños ejemplares de *Venus sp.* y poliquetos. Se trata por tanto de áreas de escasa riqueza bentónica, con índices muy bajos tanto de abundancia como de biodiversidad.
- **Sustratos rocosos con relieves pronunciados, crestas, grutas y extraplomos (RGE):** En general de escaso relieve, aunque ocasionalmente presentan formas complejas (crestas, cuevas, lajas). El recubrimiento en estos fondos varía en función de la complejidad de estas formas, siendo las más abruptas las que presentan mayor biodiversidad.
Se observan comunidades bien desarrolladas, con evidente segregación de nichos. Entre las especies observadas destacan *Veretillum cynomorium*, *Dendrophilia ramea* y *Eunicella singularis*, así como ejemplares de anfípodos, poliquetos y rodofíceas calcáreas.
- **Sustratos rocosos con comunidades degradadas y parcialmente cubiertas de sedimentos (RDS):** En su mayor parte no albergan a comunidades bien desarrolladas por la presencia acúmulos de sedimentos muy finos sobre las rocas, aunque ocasionalmente se detectan sobre estos fondos densidades importantes de *Dendrophilia ramea* y *Eunicella spp.* en aquellos puntos más batidos por la corriente
- **Fondos dominados por rodofíceas calcáreas (RCI):** Situado en la zona central del polígono, con una profundidad de entre 20 y 30 metros, el lecho rocoso carece de relieves, conformando una rasa rocosa discontinua con profusión de diversas especies de rodofíceas calcáreas.

Con esta distribución de comunidades, el valor obtenido para su inclusión en el índice final se considera como medio y se representa en la Figura 4.17-37.

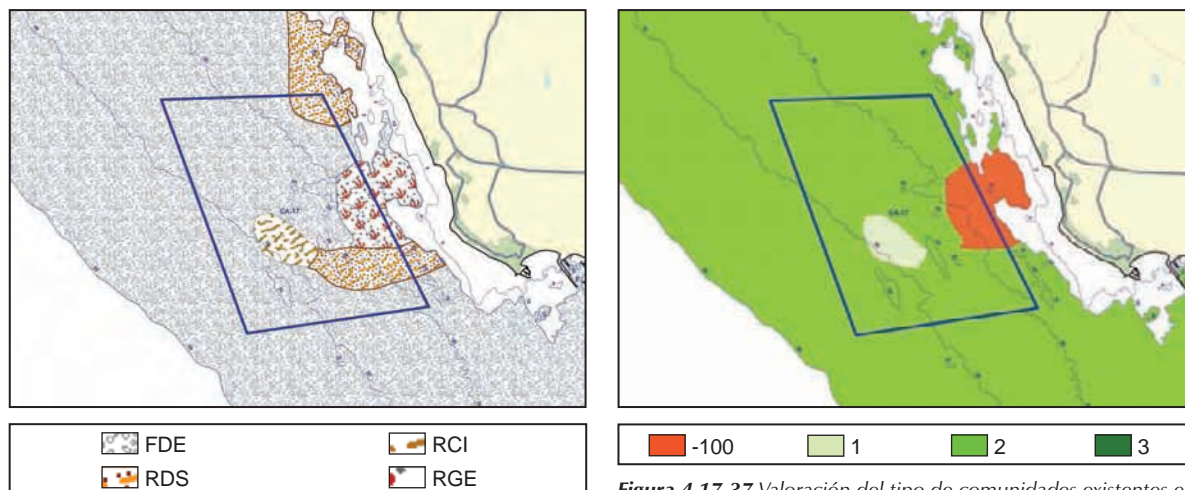


Figura 4.17-36 Tipo de comunidades detectadas en la zona. Los puntos señalan las estaciones de muestreo. FDE = Biocenosis de fondos detríticos enfangados; RCI = Biocenosis de fondos dominados por rodofíceas calcáreas; RDS = Biocenosis de fondos rocosos con comunidades degradadas y parcialmente cubiertas de sedimentos finos; RGE = Biocenosis de lechos rocosos con grutas y extraplomos.

Figura 4.17-37 Valoración del tipo de comunidades existentes en la zona CA-17 para su inclusión en el índice bionómico.

Asimismo, en la Figura 4.17-38 se incluyen las valoraciones obtenidas para cada una de las características restantes asociadas a la bionomía según el índice de calidad descrito en el apartado de metodología.

Finalmente, integrando estas valoraciones obtenidas, aplicando la ecuación descrita en la metodología, se obtiene el resultado del índice definido para la valoración de la bionomía, que se representa en la Figura 4.17-39.

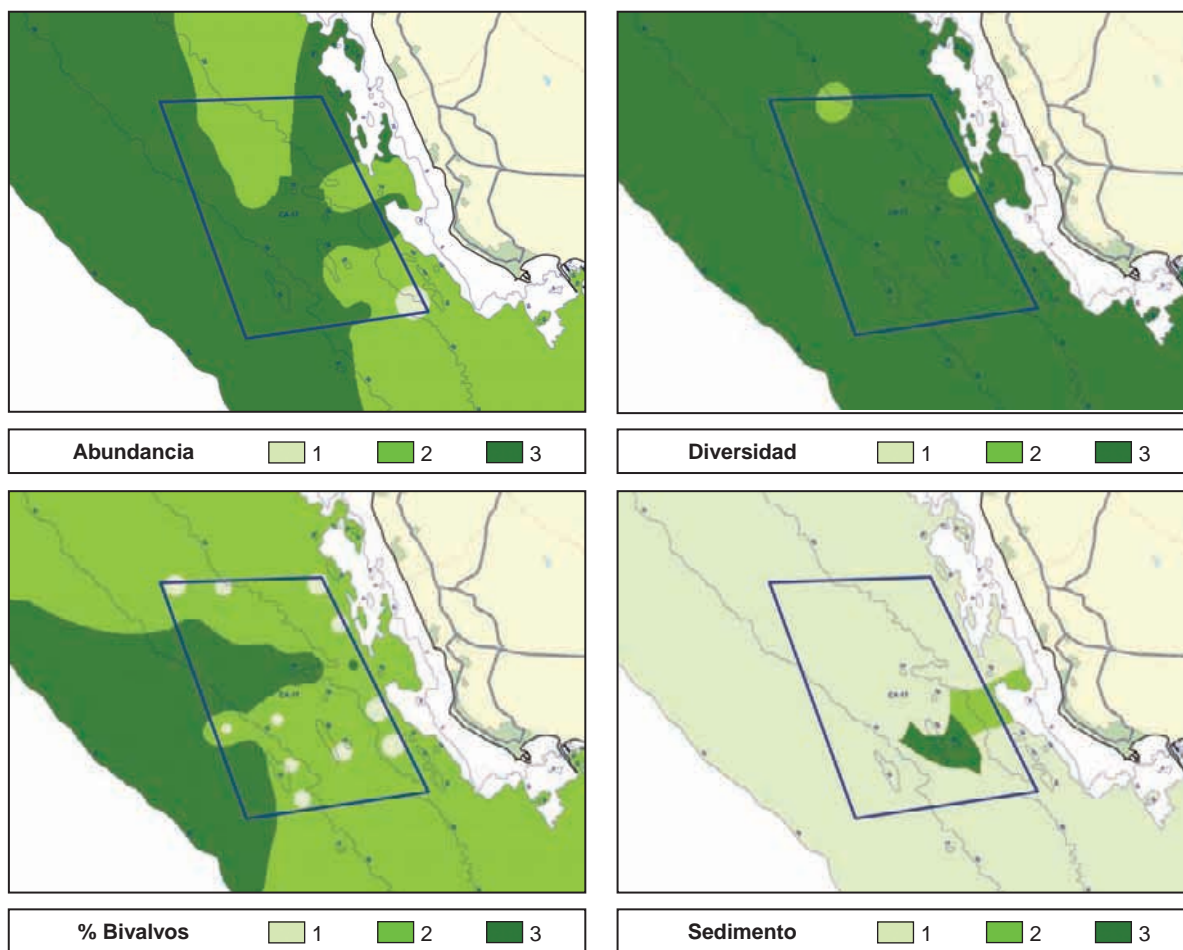


Figura 4.17-38 Valores obtenidos para los restantes factores considerados en la valoración de la zona según sus características bionómicas.

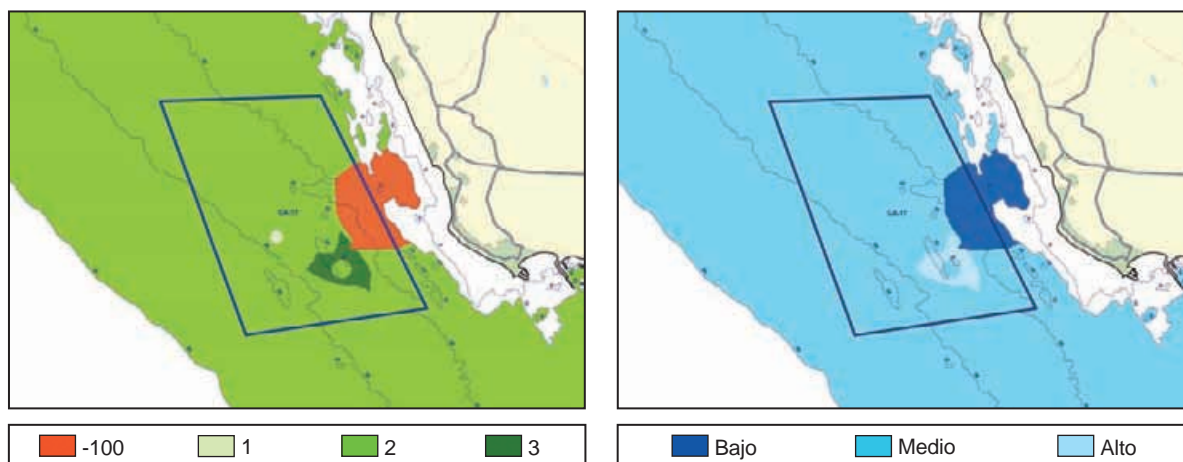


Figura 4.17-39 Índice bionómico obtenido para la zona CA-17.

Figura 4.17-40 Grado de interés de la zona CA-17 en función de las características bionómicas de la misma.

La mayor parte de la zona obtiene una valoración media como consecuencia fundamentalmente del tipo de comunidad existente y el tipo de sedimento, que compensa en parte la alta valoración obtenida para la diversidad. La reclasificación de los valores del índice da como resultado la valoración del grado de interés de la zona atendiendo a sus características bionómicas que se representa en la Figura 4.17-39.

La reclasificación de los valores del índice da como resultado la valoración del grado de interés de la zona atendiendo a sus características bionómicas que se representa en la Figura 4.17-40.

4.17.5 Caracterización del sector pesquero.

La zona de Chipiona - Rota tiene en sus cercanías un caladero tradicional conocido como "La Foraira". Este caladero se encuentra situado a una distancia de unos 15 Km del centro del polígono estudiado (Figura 4.17-41).

Las especies capturadas en este caladero son acedía, lenguado, jurel, merluza, espáridos, y herrera dentro de los peces y hirla, concha fina, coquina, jibia y japonesa entre los moluscos.

- **Puerto de Chipiona:** puerto de interés local dependiente de la Junta de Andalucía y gestionado por la EPPA. Está incluido en el distrito marítimo de Sanlúcar de Barrameda, provincia marítima de Sevilla.

Se sitúa a 13 km del centro de la zona CA-17, en la localidad de Chipiona, situada en el litoral atlántico andaluz en la margen izquierda de la desembocadura del río Guadalquivir. Sus características son las siguientes:

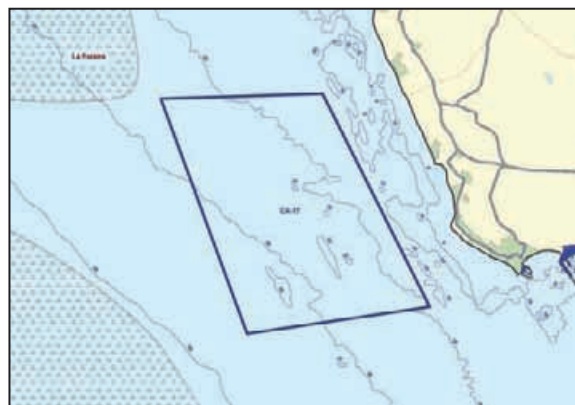


Figura 4.17-41 Localización de caladeros y puertos pesqueros cercanos a la zona de estudio.

PUERTO PESQUERO DE CHIPIONA		
Latitud	36° 45' N	Servicios al sector pesquero: - Fabrica de hielo - Cámaras frigoríficas - Locales de armadores - Varadero - Astillero
Longitud	6° 25' W	
Calado en la bocana (B.M.V.E.)	4,5 m	
Calado medio del muelle	2,5 m	
Longitud del muelle	200 m	
Superficie total de la lonja	1.020 m ²	

Tabla 4.17-5 Características técnicas del puerto pesquero de Chipiona.

En el puerto de Chipiona, la flota es de carácter artesanal, cuenta con 46 barcos censados, que desplazan 214 TRB, y que faenan en los caladeros del Golfo de Cádiz. De éstos, 44 se dedican a artes menores y 2 al arrastre.

Las especies más representativas desembarcadas en la lonja de este puerto son langostinos, acedías, corvinas, galeras, anchovas, jureles, chocos, mojarras y herreras. El volumen de pesca desembarcado es de unas 211 Tm, de las que 183 Tm son peces, 19 Tm crustáceos y 9 Tm moluscos.

- **Puerto de Rota:** está incluido en el distrito marítimo de Rota, de segunda categoría, constituye el primer distrito de la provincia marítima de Cádiz, y se extiende "desde El Puntazo a punta Huete", siendo gestionado por la EPPA. Se encuentra situado en el extremo norte de la Bahía de Cádiz y a una distancia de 11,5 km del centro de la zona CA-17.

PUERTO PESQUERO DE ROTA		
Latitud	36° 37' N	Servicios al sector pesquero: - Fabrica de hielo - Cámaras frigoríficas - Locales de armadores - Varadero
Longitud	6° 21' W	
Calado en la bocana (B.M.V.E.)	4,5 m	
Calado medio del muelle	s/d	
Longitud del muelle	75 m	
Superficie total de la lonja	310 m ²	

Tabla 4.17-6 Características técnicas del puerto pesquero de Rota.

En el puerto de Rota, la actividad pesquera es también fundamentalmente artesanal, destacando el trasmallo. La flota actual consta de 43 barcos, que desplazan 217 TRB, de los cuales 42 se dedican a artes menores y 1 al arrastre.

Las especies más representativas por volumen de pesca desembarcadas en la lonja de este puerto son, entre otras, el choco, corvina, lenguado, langostinos, brecas y merluza. También se realiza la pesca del pulpo mediante alcatruces. El volumen anual de pesca desembarcado es de 134 Tm, de las que 110 Tm son peces, 21 Tm son moluscos y 4 Tm son crustáceos.

4.17.6 Valoración final.

4.17.6.1 Estudio del medio físico.

Tras el análisis de los resultados se puede concluir que la zona CA-17 (Chipiona-Rota) presenta unas aceptables condiciones climáticas aunque la intensidad de los vientos (sobre todo los de levante) puede llegar a ser superior a la deseada, dificultando las tareas habituales en la instalación. Los temporales de levante resultan frecuentes en algunas épocas del año y suelen durar de 3 a 5 días.

La batimetría existente en la zona, presenta una pendiente suave. Prácticamente la totalidad del polígono considerado se encuentra dentro de la franja batimétrica de 20 a 50 m considerada como la más adecuada para la ubicación de instalaciones acuícolas.

Las corrientes dominantes a 10 m de profundidad en el área son de intensidad media-alta, aumentando hacia el SW. Se pueden considerar adecuadas para el cultivo acuícola aunque en ocasiones puntuales, la intensidad de las corrientes puede resultar excesiva. La influencia de las mareas desde el punto de vista de las corrientes resulta en esta zona superior a la del viento.

En la zona no existen áreas cercanas de interés ambiental que se puedan ver afectadas por la generación de partículas contaminantes, las praderas de zoostera de la bahía de Cádiz se encuentran a una distancia suficiente como para no verse afectadas por este factor.

El oleaje determinado para la zona es elevado con periodos de recurrencia de oleajes peligrosos para las instalaciones relativamente bajos, por lo que las posibles instalaciones que se ubiquen en el área han de tener en cuenta este riesgo a la hora de elegir las estructuras a instalar.

El sustrato existente, resulta en general adecuado para el fondeo de instalaciones acuícolas. Sobre el fondo se detectan zonas con presencia de biocenosis de interés alto que habrán de ser tenidas en cuenta al proyectar la ubicación de nuevas instalaciones. La calidad físico-química y sanitaria del agua es buena, en general, no detectándose fenómenos de contaminación en el área.

El sector pesquero de la zona tiene su puerto base en los puertos de Chipiona y Rota y está constituido por un total de 89 embarcaciones de las cuales 86 se dedican a la pesca artesanal en los caladeros cercanos, ninguno de los cuales se encuentra en la zona estudiada. La lonja de Rota registra un volumen de captura anual de unas 211 toneladas y la de Chipiona de unas 134 Tm.

Con los resultados obtenidos, se ha realizado una valoración de la zona CA-17, utilizando la metodología ya descrita, y cuyos resultados son los representados en el Figura 4.17-42.

4.17.6.2 Integración entre la valoración del medio físico y la valoración del ámbito administrativo.

La integración de los resultados obtenidos en la valoración del ámbito administrativo con la valoración del medio físico (Plano 17) permite apreciar que aunque más de la mitad del polígono estudiado resulta interesante desde el punto de vista físico-químico, únicamente la tercera parte del mismo (32,4%) presenta finalmente un grado de interés alto, correspondiéndose el resto de la zona a un 47% de interés medio debido fundamentalmente a la presencia de áreas de interés militar. El 21% restante se corresponde con una zonas de interés bajo consecuencia de la existencia en la zona de biocenosis de interés y a la presencia de un cable submarino que atraviesa la zona.

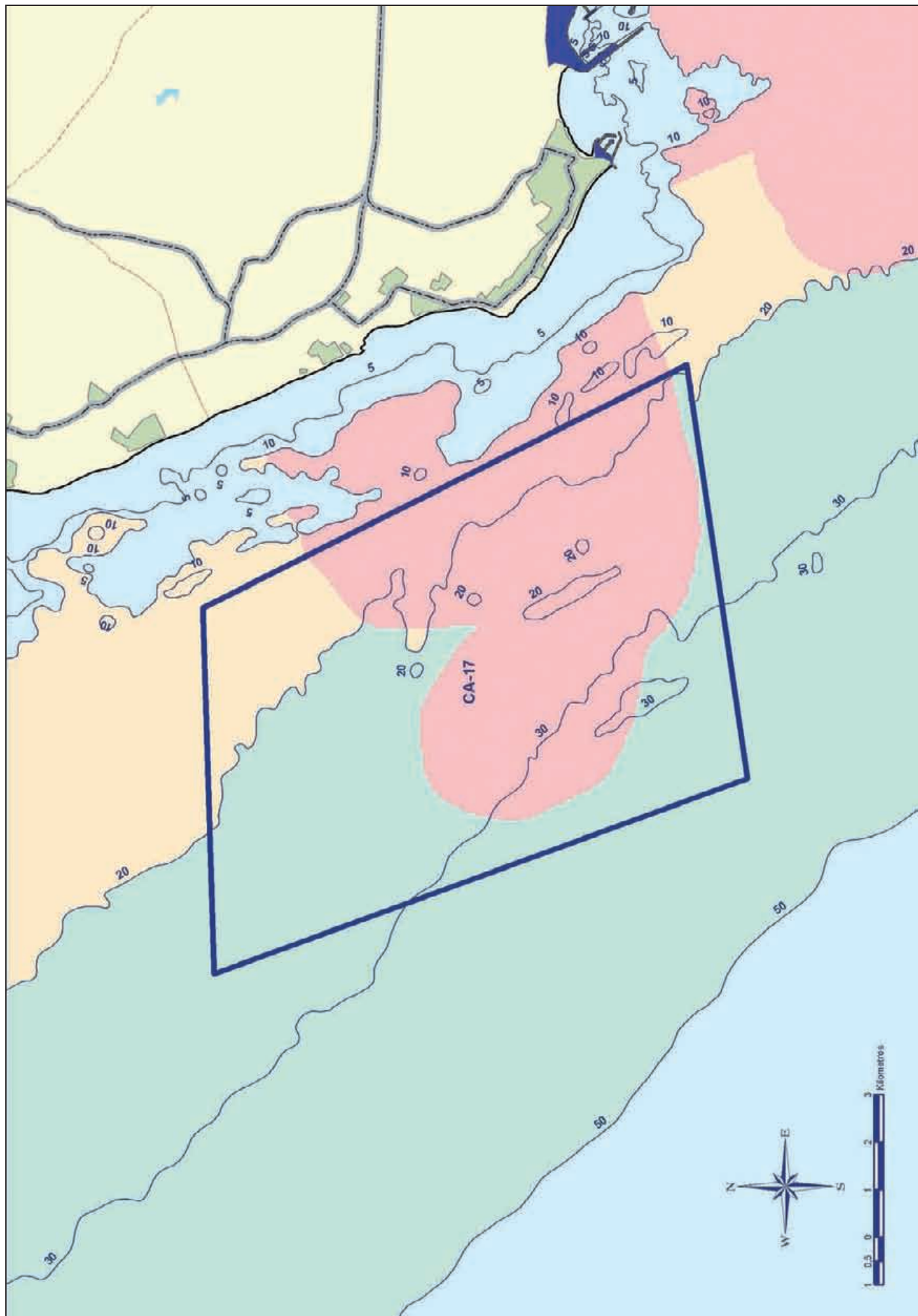


Figura 4.17-42 Valoración final en función de los resultados de la 2ª fase.

Grado de interés	Bajo	Medio	Alto
	■	■	■

Zonificación para el desarrollo de la acuicultura

- Zonas de interés bajo
- Zonas de interés medio
- Zonas de interés alto
- Área de estudio

Instalaciones de acuicultura

- Instalaciones autorizadas
- Instalaciones y áreas compatibles con la acuicultura
- Áreas de interés biológico
- Infraestructuras y áreas compatibles con la acuicultura con limitaciones
- Infraestructuras y áreas incompatibles con la acuicultura
- Puntos de vertido directo al medio marino

Legendas:

- Espacios naturales protegidos
- Lugares de interés comunitario
- Praderas de fanerógamas marinas
- Habitats de interés
- Áreas de interés biológico
- Infraestructuras y áreas compatibles con la acuicultura
- Infraestructuras y áreas incompatibles con la acuicultura
- Puntos de vertido directo al medio marino

Junta de Andalucía

Localización del área representada en el plano

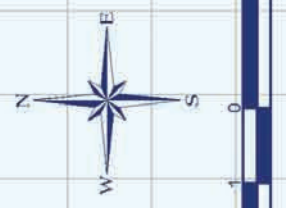
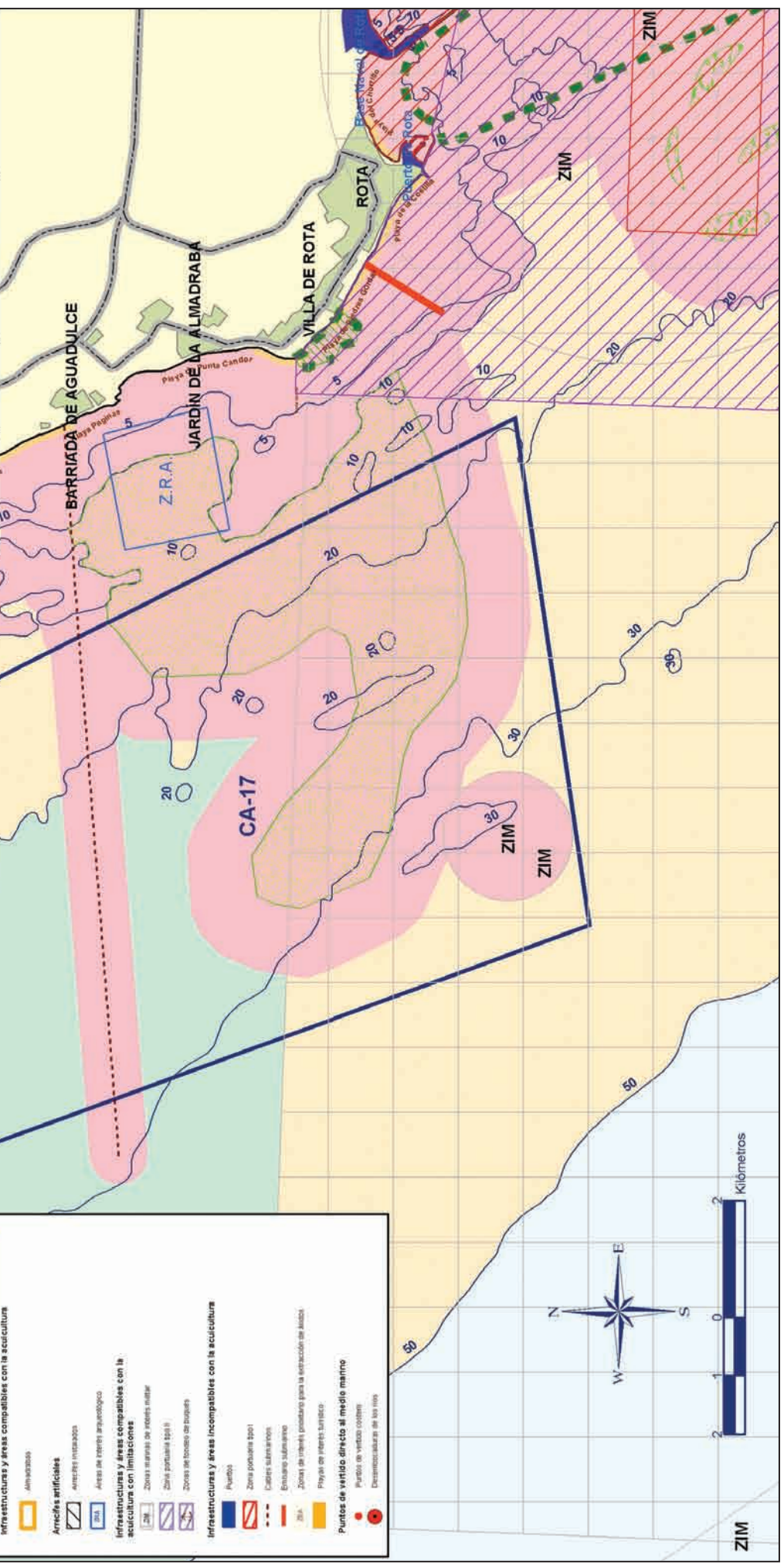
2ª Fase del estudio de localización de zonas de interés para el desarrollo de la acuicultura en el litoral andaluz: estudio del medio físico

Plano nº 17
Zona CA-17
Chipiona-Rota

Escala: 1:105.000

Coordenadas:
ED 1960; UTM Zona 30N
Proyección Transversa Mercator

Provincia de Cádiz



4.18

ZONA HU-18 (LA ANTILLA)



El área HU-18 se corresponde con los términos municipales de Ayamonte, Isla Cristina, Lepe, Cartaya y Punta Umbría y abarca el tramo de costa comprendido entre Isla Cristina y la playa del Portil (T.M. de Cartaya).

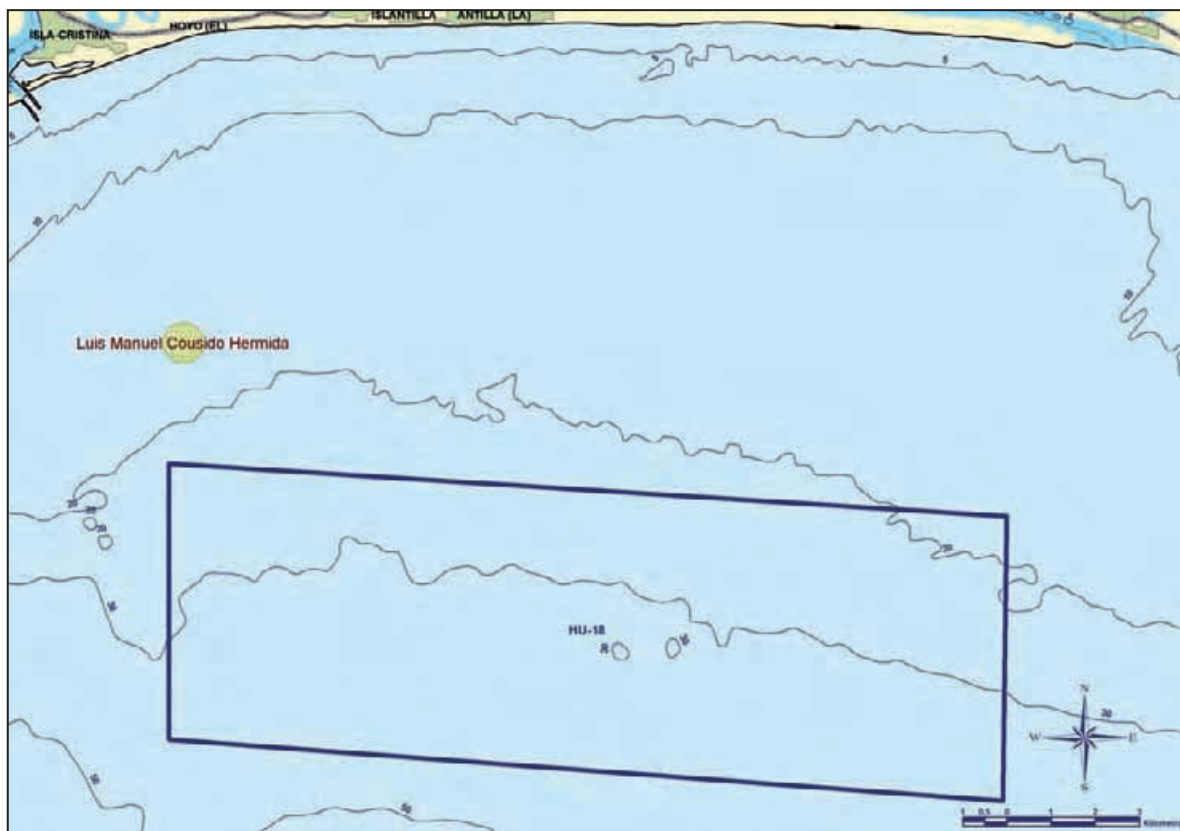


Figura 4.18-1 Zona HU-18 (La Antilla) y polígono estudiado.

Los trabajos en esta zona se centraron sobre el polígono situado entre la playa Punta del Caimán y la desembocadura del río, con profundidades comprendidas entre los 18 y los 45 m y una superficie total aproximada de 12.018 hectáreas (Figura 4.18-1).

4.18.1 Compatibilidad administrativa de la zona.

La zona donde se localiza el polígono de estudio no presenta ninguna incompatibilidad administrativa para el desarrollo de la actividad acuícola (Figura 4.18-3) (ver página 445).

En las proximidades al área estudiada ya existe una instalación acuícola autorizada para cultivo de mejillón, perteneciente a Luis Manuel Cousido Hermida.

Asimismo, también existen tres áreas arrecifales instaladas por la Consejería de Agricultura y Pesca.

El puerto más cercano a la zona de estudio es el de Isla Cristina que se encuentra ubicado a una distancia aproximada de 18 Km del centro del polígono.

La valoración del grado de interés de la zona en función de los usos administrativos de la misma es la que se representa en la Figura 4.18-2.

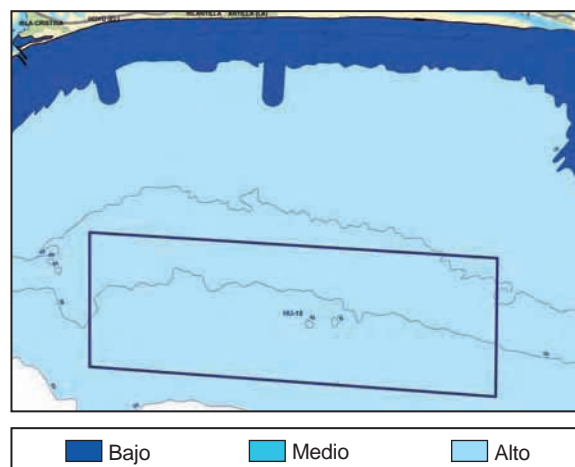
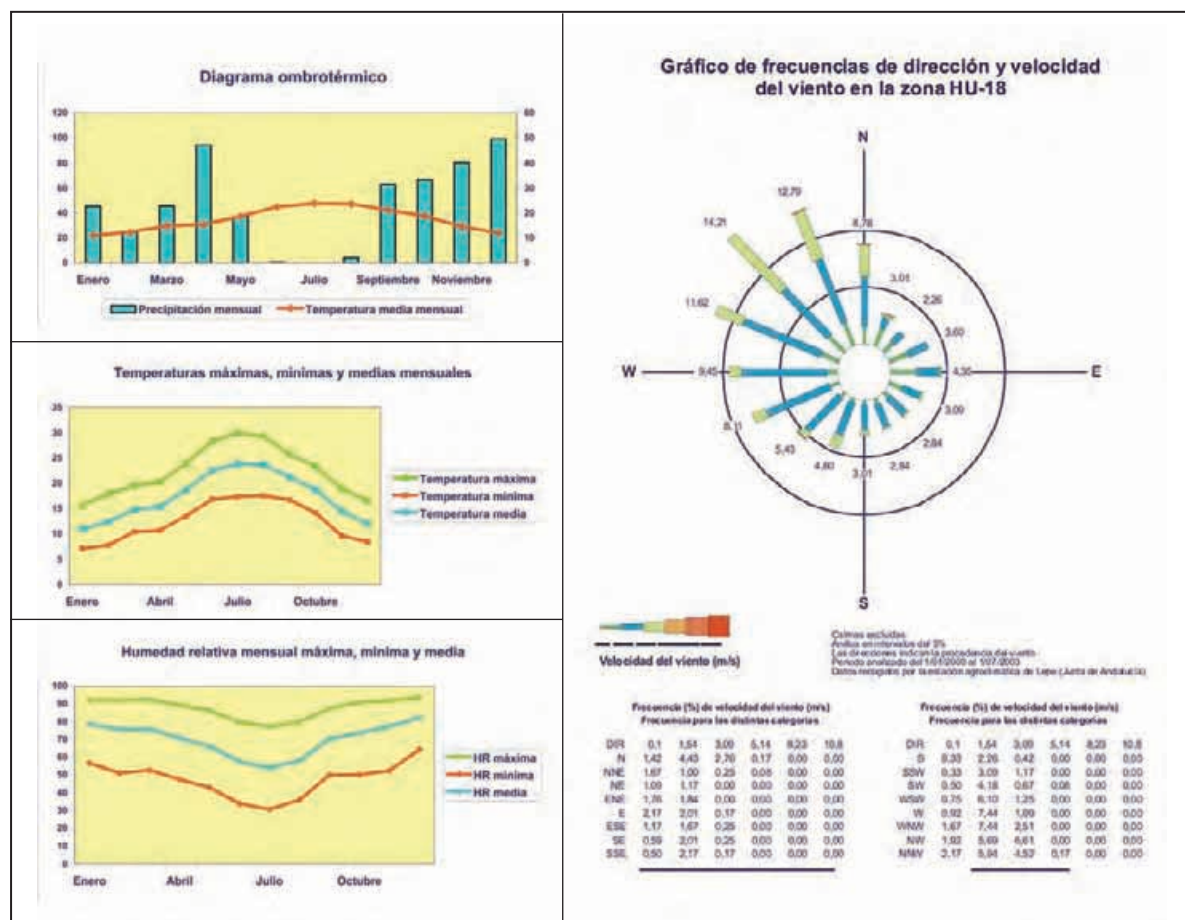


Figura 4.18-2 Grado de interés de la zona HU-18 en función de la compatibilidad administrativa.

4.18.2 Caracterización climatológica.

Según los datos obtenidos de la estación agroclimática de Lepe, perteneciente a la red de estaciones Agroclimáticas de la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, el clima en la zona se corresponde con un clima tipo **Csb** según la clasificación de Köppen. Se caracteriza por ser un clima lluvioso y cálido con estación invernal y estival diferenciadas, en verano se detecta una estación seca frente al resto del año.



La temperatura media mensual oscila entre los 11,0°C del mes de enero y los 23,9°C del mes de julio. La temperatura mínima mensual es de 7,1°C en el mes de enero.

La temperatura máxima mensual es de 29,9°C en julio. La precipitación anual es de unos 560,2 mm, concentrándose ésta prácticamente en los seis meses más fríos (389,9 mm) frente a la precipitación recogida en los seis meses más cálidos (170,2 mm).

Los valores de humedad relativa mensuales, mínima, máxima y media, son elevados y se mantienen bastante constantes a lo largo del año, oscilando en torno al 47,3%, 87,8% y 70,0% respectivamente. No obstante, se detecta un claro descenso de la humedad relativa en los meses de verano. El régimen de vientos se corresponde con un predominio de vientos flojos a moderados Norte, Norte-Noroeste, Oeste Noroeste y Oeste. Los vientos del Este suelen ser menos frecuentes y más débiles.

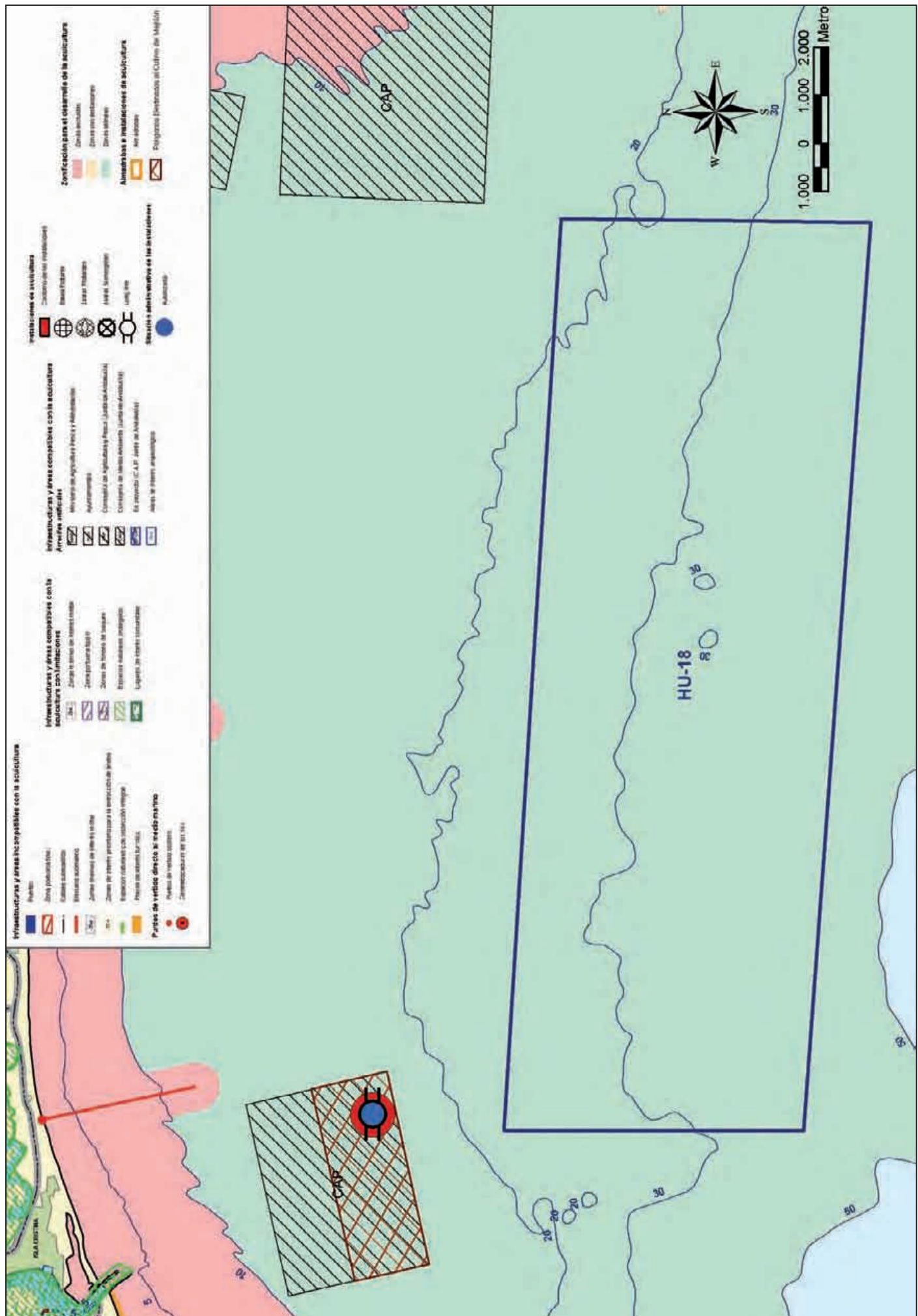


Figura 4.18-3.

4.18.3 Caracterización física.

4.18.3.1 Batimetría.

La batimetría en la zona conforma una pendiente muy suave, la totalidad del área estudiada se encuentra en la franja batimétrica comprendida entre los 20 y los 45 m. El análisis batimétrico de la zona genera la valoración de la zona en función de este parámetro que es la que se representa en la Figura 4.18-5.

4.18.3.2 Condiciones oceanográficas.

4.18.3.2.1 Régimen hidrodinámico.

Para conocer el régimen hidrodinámico de la zona en las proximidades de Huelva, el C.I.C.E.M "El Toruño". fondeó un correntímetro doppler del tipo AANDERAA RCM-9.

El aparato se instaló el 17 de enero del año 2002 en la posición 37° 01,53' N y 06° 41,19' W, las coordenadas UTM de la posición del correntímetro son: x = 705.800 m e y = 4.100.456 m. La profundidad del punto de fondeo fue de aproximadamente 14,5 metros y el correntímetro se situó a unos 8,5 metros por debajo de la superficie del mar. En el mapa de la Figura 4.18-6, puede verse la posición del fondeo del correntímetro RCM-9 (cruz de color azul claro).

El correntímetro se configuró para medir las variables con una cadencia de 10 minutos. El inicio del registro coincide con las 00:00 horas del día 17 de enero de 2002, y el final del mismo, coincidente con su desfondeo, fue el día 17 de abril a las 23:50 horas. Se dispone de este modo, de un registro de 13.104 medidas de la corriente marina en la zona, con 3 meses de duración.

En la Tabla 4.18-1 se presentan los resultados del análisis estadístico del registro de velocidades de la corriente según las direcciones de la misma, a 8,5 metros de profundidad. Las corrientes predominantes son hacia el Oeste-Sureste y el Sur-Sureste, con un valor total del 47,63%, y hacia las direcciones Oeste-Noroeste y Norte-Noroeste, con un porcentaje total del 30,87%.

Dirección ⁽¹⁾	Nº medidas	% ⁽²⁾	Vel. Máx. ⁽³⁾	Vel. Media ⁽⁴⁾	STD ⁽⁵⁾
N (337.5°-22.5°)	622	4,75	17,1	5,0	2,9
NE (22.5°-67.5°)	667	5,09	18,1	5,7	3,5
E (67.5°-112.5°)	3620	27,63	51,3	14,5	9,2
SE (112.5°-157.5°)	2621	20,00	50,8	11,1	7,2
S (157.5°-202.5°)	640	4,88	15,1	5,8	3,0
SW (202.5°-247.5°)	757	5,78	20,5	6,4	3,7
W (247.5°-292.5°)	2688	20,51	51,3	14,5	10,3
NW (292.5°-337.5°)	1489	11,36	40,6	9,1	5,9

(1) Sector de dirección (grados)

(2) Porcentaje de frecuencia en cada sector de dirección (respecto al norte en el sentido de las agujas del reloj)

(3) Velocidad máxima (cm·s⁻¹) en cada sector direccional

(4) Velocidad media (cm·s⁻¹)

(5) Desviación estándar (cm·s⁻¹).

Tabla 4.18-1 Análisis estadístico de la corriente medida en las coordenadas UTM: x = 705800 e y = 4100456, a 8,5 metros de profundidad, en las proximidades de Huelva.

La distribución por direcciones del módulo medio de las corrientes, es bastante uniforme hacia las orientaciones mencionadas, y oscila entre 9,1 cm·s⁻¹ y 14,5 cm·s⁻¹, y es inferior en las direcciones menos frecuentes, oscilando en módulo entre 5 y 6,4 cm·s⁻¹, en las direcciones más frecuentes. Las corrientes medias más altas, se han registrado hacia el Este-Sureste, con unos valores medios de 14,5 cm·s⁻¹, mientras que las máximas más altas se han registrado hacia la dirección Este-Sureste y Oeste-Noroeste, con un registro máximo de 51,3 cm·s⁻¹.

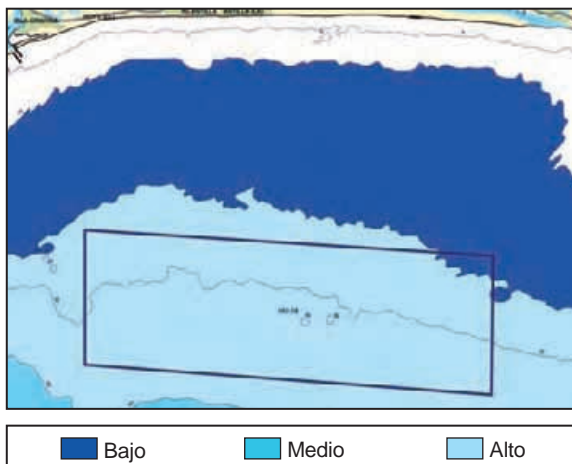


Figura 4.18-5 Valoración de la zona HU-18 en función de la profundidad.

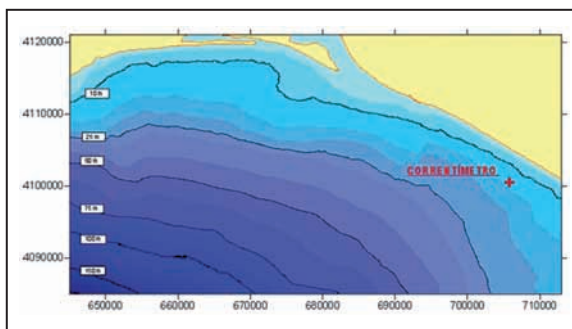


Figura 4.18-6 Posición del correntímetro, fondeado en las proximidades de Huelva, en las coordenadas UTM: x = 705.800 m e y = 4.100.456 m.

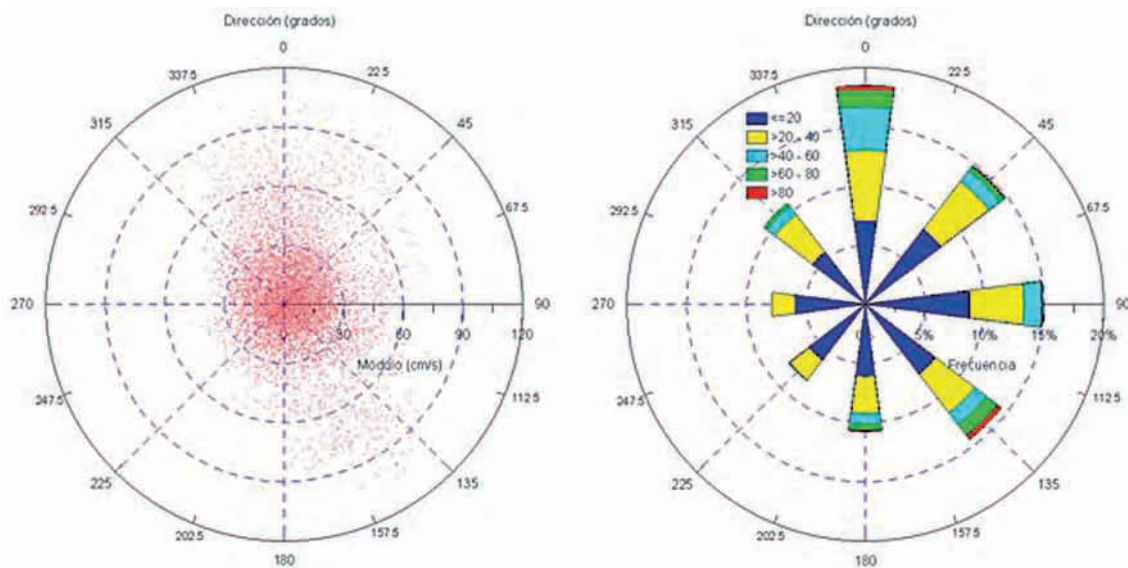


Figura 4.18-7 Diagrama polar y rosa de corrientes obtenidos a partir de los datos registrados por el correntímetro.

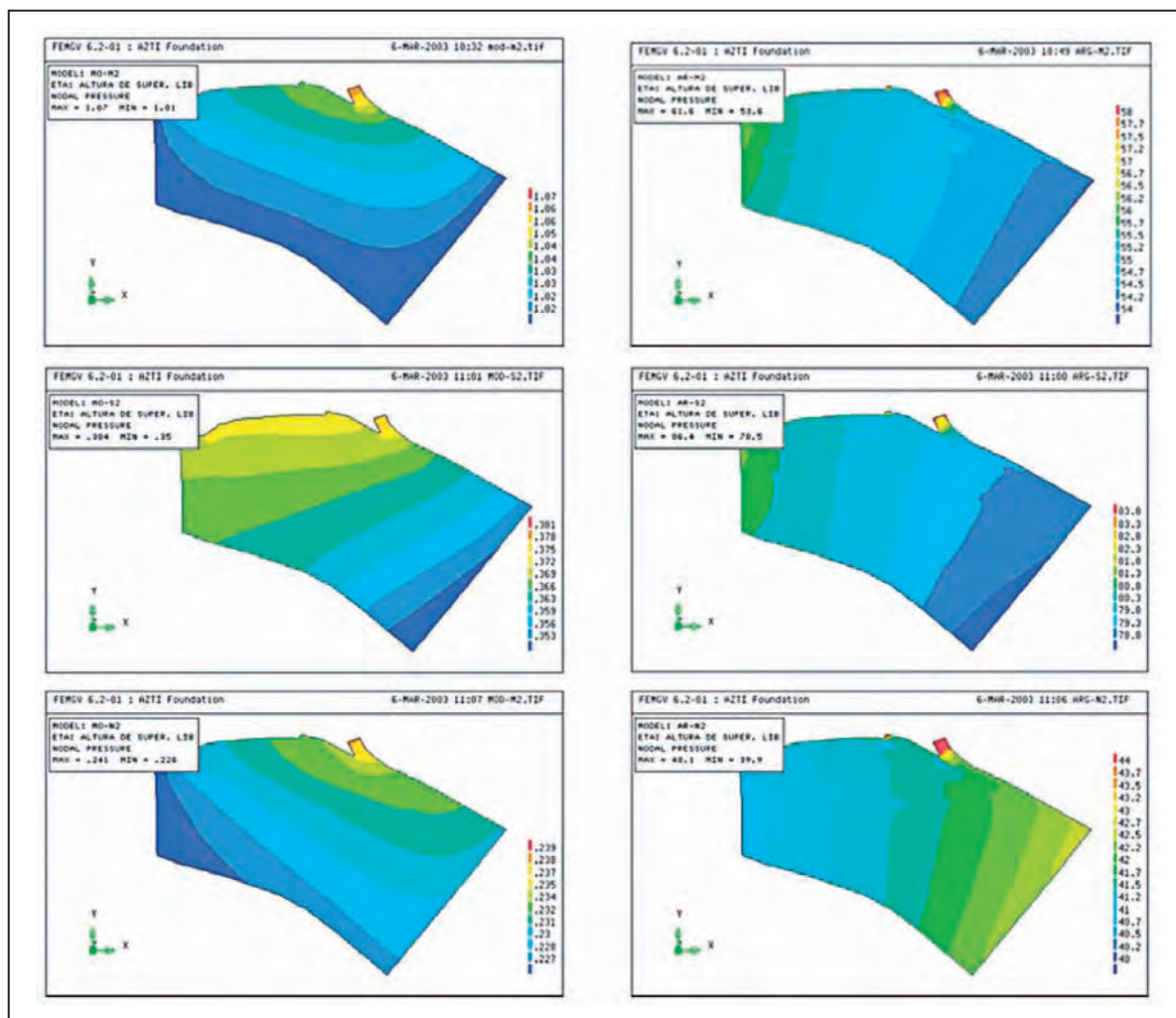


Figura 4.18-8 Resultados de fase, en grados (Figura de la izquierda) y amplitud, en metros (Figura de la derecha) para las componentes M2, S2 y N2.

A partir de estos datos se puede afirmar que el patrón general de corrientes parece ser una corriente hacia la dirección media Este (entre Este-Sureste y Sur-Sureste), que se alterna periódicamente con una corriente media hacia el Noroeste (entre Oeste-Noroeste y Norte-Noreste). Las situaciones intermedias de cambio de la corriente entre estas direcciones parecen corresponder a los pequeños porcentajes de las medidas en las otras direcciones.

En la Figura 4.18-7 (ver página 447) se presenta el diagrama polar de los datos de corrientes obtenidos, así como la representación de los mismos en forma de rosa de velocidad-dirección.

Para conocer la importancia de la marea en el área de estudio, se ha realizado un análisis armónico de la serie de corrientes obtenida por el correntímetro, a fin de determinar que porción de la corriente corresponde a la marea astronómica, y que parte a otros términos impulsores (viento, gradientes de densidad, movimientos inerciales, etc.).

Para ello, se ha utilizado un programa de análisis armónico (Foreman, 1.978) que aprovecha el hecho que las frecuencias de oscilación de la marea son conocidas a priori, de modo que es posible efectuar un ajuste por mínimos cuadrados, donde los parámetros libres del análisis son las componentes de las elipses de marea: eje mayor, eje menor, fase e inclinación. Con estos datos de predicción de las velocidades de la marea, se ha podido obtener la componente de velocidad debida a los otros términos impulsores, de manera que a la hora de considerar los resultados de las corrientes se han podido analizar por separado las corrientes debidas al viento y las producidas por los movimientos de marea.

4.18.3.2.2 Corrientes debidas a la marea.

Inicialmente se ha estudiado la propagación de la marea astronómica en la zona de interés usando el modelo de simulación MAREAS dentro del software TRIMODENA®. Su cálculo permite conocer el campo de corrientes debido a la marea.

Los constituyentes de la marea astronómica considerados han sido los que tienen una mayor amplitud en la carrera de marea y los que producen mayores velocidades de la corriente mareal. En este caso se han tenido en cuenta las ondas semidiurnas M2, S2, N2 que por sí solas representan la mayor parte de la onda de marea (aproximadamente el 80% de la onda total de alturas de marea). Los datos de condiciones de contorno para las alturas de superficie libre se han extraído Physical Oceanography DAAC (Distributed Active Archive Center) de la NASA.

En la Figura 4.18-8 (ver página 447) se muestran los resultados de amplitud y fase para las componentes M2 S2 y N2.

4.18.3.2.3 Corrientes debidas al viento.

En este caso, se estudian las corrientes generadas por el viento, usando el modelo de simulación ECADIS de TRIMODENA®. En la Tabla 4.18-2 se muestra el resumen estadístico de las corrientes debidas a viento, las cuales se han obtenido una vez se ha eliminado del registro de corrientes inicial el efecto de la marea.

Dirección ⁽¹⁾	Nº medidas	% ⁽²⁾	Vel. Máx. ⁽³⁾	Vel. Media ⁽⁴⁾	STD ⁽⁵⁾
N (337.5°-22.5°)	151	7,1	13,1	4,0	2,4
NE (22.5°-67.5°)	134	6,3	16,5	4,9	3,3
E (67.5°-112.5°)	207	9,7	35,4	8,1	6,5
SE (112.5°-157.5°)	416	19,4	42,8	11,4	9,8
S (157.5°-202.5°)	223	10,4	22,5	5,3	3,4
SW (202.5°-247.5°)	136	6,4	12,6	4,1	2,4
W (247.5°-292.5°)	400	18,7	34,6	8,8	6,6
NW (292.5°-337.5°)	473	22,1	45,9	12,6	8,9

(1) Sector de dirección (grados)
 (2) Porcentaje de frecuencia en cada sector de dirección (respecto al norte en el sentido de las agujas del reloj)
 (3) Velocidad máxima (cm·s⁻¹) en cada sector direccional
 (4) Velocidad media (cm·s⁻¹)
 (5) Desviación estándar (cm·s⁻¹).

Tabla 4.18-2 Análisis estadístico de los datos de corriente registrados en la zona HU-18 sin tener en cuenta la marea.

De estos datos se puede decir que, las direcciones predominantes de las corrientes han sido:

- a) Hacia la dirección Sur-Sureste (SSE): total del 19,4%.
- b) Hacia la dirección media Norte-Noroeste (NNW): total del 22,1%.

Conviene resaltar que el número de medidas resultantes resulta ser inferior al número de medidas registradas por el correntímetro, debido a un proceso de filtrado de los datos efectuado durante el análisis armónico.

Los vientos que han generado las corrientes que se han mencionado anteriormente han resultado ser:

- Viento del Noroeste para la corriente hacia el Sur-Sureste de 20 km·h⁻¹.
- Viento del Este-Sureste para la corriente hacia el Norte-Noroeste de 25 km·h⁻¹.

Los resultados obtenidos por el modelo han sido calibrados comparándolos con los datos facilitados por el correntímetro fondeado a 14,5 metros de profundidad en la posición indicada en la Figura 4.18-8 (ver página 447).

En el caso de la corriente producida por el viento del Noroeste (Figura 4.18-9), el valor de la velocidad obtenido con la simulación numérica es de 11,3 cm·s⁻¹, que es ligeramente inferior a las medidas que indican un valor medio de la corriente para la dirección SSE de 11,4 cm·s⁻¹.

El valor de la dirección de la corriente obtenido por el modelo a 8,5 metros de profundidad, es de 160°, que se corresponde apreciablemente con la dirección SSE facilitada por los datos.

La corriente es máxima en superficie, con un valor de aproximadamente 12,2 cm·s⁻¹ y su módulo disminuye con

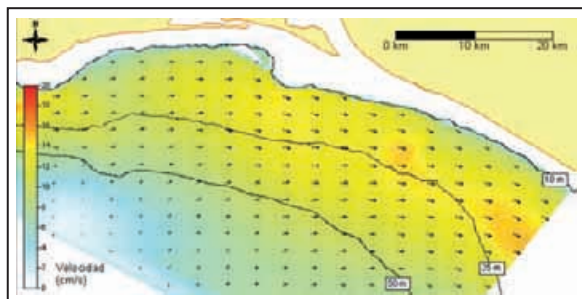


Figura 4.18-9 Velocidades en cm·s⁻¹ con viento del Noroeste de 20 km·h⁻¹ a 10 metros de profundidad.

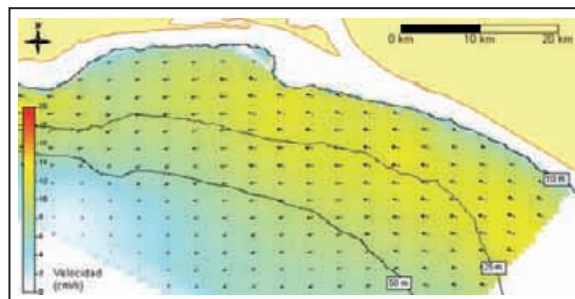


Figura 4.18-10 Velocidades en cm·s⁻¹ con viento del Este-Sureste de 25 km·h⁻¹ a 10 metros de profundidad.

la profundidad hasta aproximadamente 15 metros, con una velocidad de 11 cm·s⁻¹. La dirección de la corriente al acercarnos hacia el fondo se mantiene considerablemente constante debido a la dirección de procedencia del viento que genera una corriente sustancialmente paralela a la costa en las cercanías del punto donde se fondeó el correntímetro. En la Figura 4.18-10 se presentan los resultados obtenidos en la simulación tridimensional de la corriente producida por el viento, a 10 m.

Para el viento del Suroeste, el valor de la velocidad obtenido con la simulación numérica es de 21 cm·s⁻¹, que se corresponde a las medidas que indican un valor de la corriente media de 21 cm·s⁻¹ para las direcciones NNE y ENE. El valor de la dirección de la corriente obtenido por el modelo a 15 metros de profundidad, es de 75° (primer cuadrante).

La corriente es máxima en superficie, con un valor de aproximadamente 38 cm·s⁻¹ y su módulo disminuye con la profundidad hasta alcanzar una velocidad de 6 cm·s⁻¹ en el fondo; simultáneamente, la dirección de la corriente al acercarnos hacia el fondo gira en sentido horario por efecto de la batimetría y para la conservación de la masa de fluido.

Con los resultados obtenidos en el modelo de simulación de corrientes, la valoración de la zona HU-18 en función de las corrientes dominantes a 10 m de profundidad es la representada en la Figura 4.18-11.

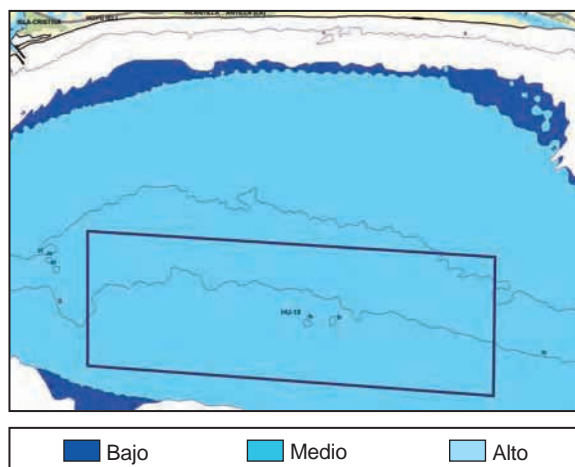


Figura 4.18-11 Valoración del interés de la zona HU-18 en función de las corrientes dominantes a 10 m de profundidad.

4.18.3.2.4 Dispersión de posibles partículas contaminantes.

En la zona HU-18 se localizan varias manchas de praderas de *Zostera marina*, en profundidades comprendidas entre 5 y 10 m. La presencia de estas praderas resulta el único condicionante para la ubicación de instalaciones acuícolas desde el punto de vista de la dispersión de posibles partículas contaminantes.

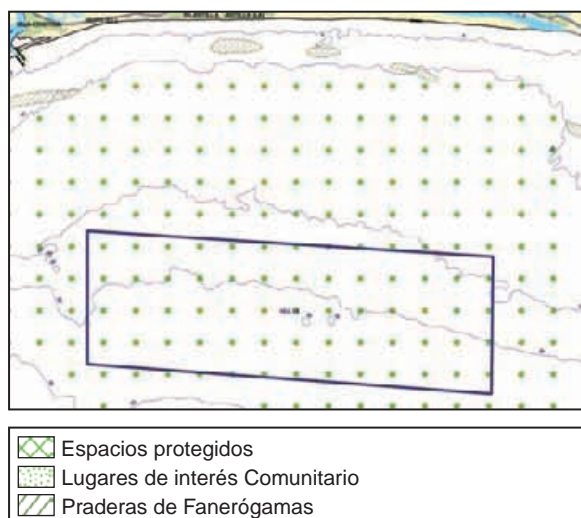


Figura 4.18-12 Localización de las praderas de fanerógamas, límites del espacios naturales y zonas de interés comunitario en el área de estudio de estudio. Los puntos indican la disposición de hipotéticas instalaciones acuícolas para la realización de los modelos de dispersión.

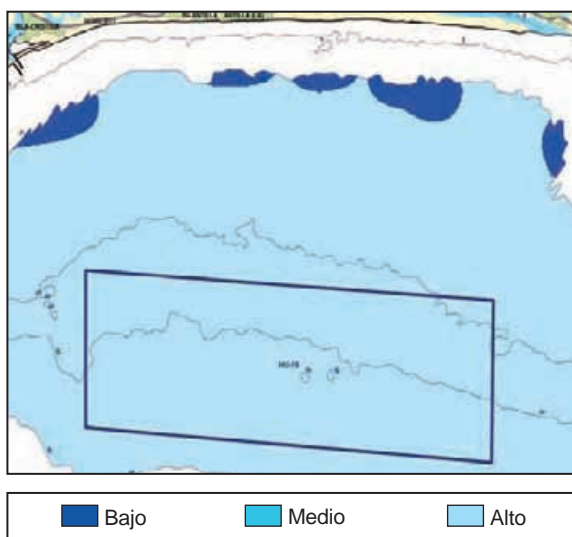


Figura 4.18-13 Valoración del interés de la zona en función de las dispersión de posibles partículas contaminantes de tamaño medio (31 µm).

Con objeto de establecer la posible incidencia que estas potenciales partículas contaminantes emitidas por las instalaciones acuícolas, pudieran ejercer sobre estas áreas, se ha realizado una simulación de la dispersión que una partícula de tamaño medio sufriría en función del origen de emisión de la misma (Figura 4.18-12). El resultado de este análisis indica que sólo en el caso de instalaciones cercanas a las manchas de *Zostera marina*, los potenciales contaminantes podrían afectar a dichas manchas, por lo que el grado de interés resulta medio o bajo en esa zona (Figura 4.18-13).

4.18.3.2.5 Régimen de oleaje.

El régimen de oleaje, se ha caracterizado partiendo de los datos procedentes de la boya del Golfo de Cádiz, cuyos registros han dado los resultados que se incluyen en la Tabla 4.18-3 junto con la valoración obtenida para el área que abarca dicha boya.

Parámetro	Descripción del parámetro	Valor registrado	Valoración
PNE1.2m	Probabilidad de No Excedencia para una altura de ola significativa de 1.2 metros (2 m. de altura máxima)	0.65	1
TROE1	Oleaje que produzca daños o deformaciones en las jaulas, hasta el extremo de no garantizar la permanencia de los peces en el interior de la misma. $H_{max} = 6$ m.	<2	1
TROE2	Oleaje que produzca graves daños (reparables o no) en la estructura o elementos de fondeo. $H_{max} = 10$ m.	<5	1
Valoración Final			1

Tabla 4.18-3 Régimen de oleaje de la zona HU-18.

La valoración final de la zona desde el punto de vista del régimen de oleaje, es de 1, es decir, que para este parámetro, el área HU-18 posee un grado de interés bajo como consecuencia de la probabilidad y bajos periodos de retorno de los oleajes que pueden resultar negativos para las instalaciones acuícolas.

4.18.3.3 Descripción del sustrato.

Los fondos son mayoritariamente fangosos, especialmente en el sector sur de la zona de estudio. Lateralmente el fango pasa a fango-arenoso, arena-fangosa, fango-arenoso-gravoso y en algunos sectores, arena y grava. La calidad del fango varía de un sector a otro, aunque se observa un

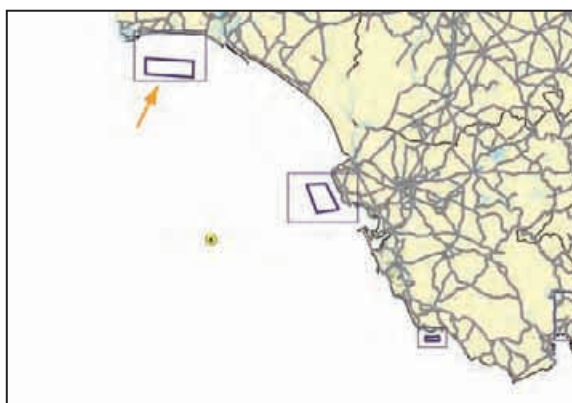


Figura 4.18-14 Situación de la Boya del Golfo de Cádiz respecto a la zona HU-18 (flecha naranja).

ligero predominio de la fracción arcilla sobre el limo. El contenido en fracción gruesa es relativamente importante en el sector norte, alcanzándose valores de contenido en grava de hasta 53% en algunos puntos. En cuanto a la fracción arena, alcanza contenidos de hasta el 65% en el sector nororiental de la zona, disminuyendo notoriamente el contenido hacia el sur, a favor del fango (Figura 4.18-15).

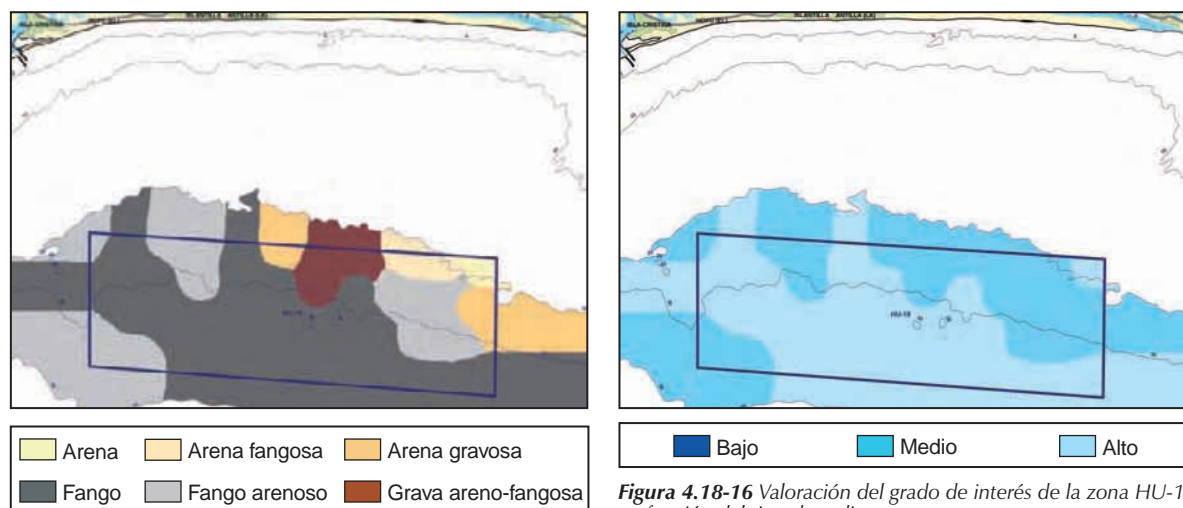


Figura 4.18-15 Tipo de sedimento existente en la zona HU-18.

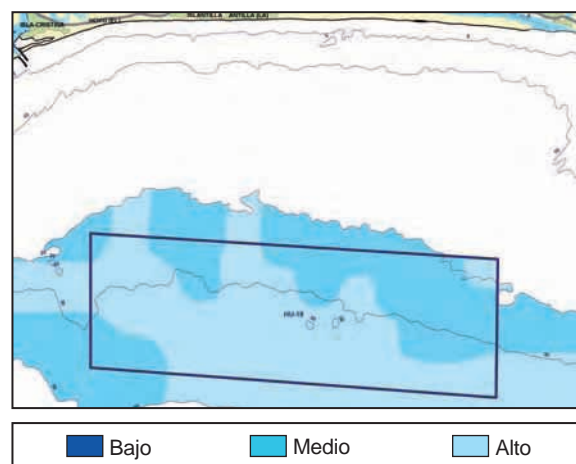


Figura 4.18-16 Valoración del grado de interés de la zona HU-18 en función del tipo de sedimento.

Las muestras presentan valores de la desviación típica entre 0,01 y 2,26, correspondientes a sedimentos muy bien clasificados y mal clasificados respectivamente. En el primer caso se trata de muestras limosas muy bien clasificadas y con poca fracción gruesa, mientras que los segundos se relacionan con muestras de sedimentos de tipo fango-arenoso-gravoso o similares, donde coexisten muchas fracciones de tamaño en proporciones importantes, como las que se dan en el sector norte de la zona de estudio.

Bajo el punto de vista sedimentológico, en la zona de estudio se pueden diferenciar diversos ambientes de depósito, controlados, a su vez, por regímenes deposicionales distintos. Así, en el sector norte, donde predominan los sedimentos más fango-arenoso-gravosos mal clasificados, se aprecia un régimen deposicional mixto, controlado tanto por los aportes procedentes de grandes ríos cercanos, que proporcionan finos (limo y arcilla) en suspensión, como por la acción de flujos y corrientes generadas durante los temporales, con capacidad energética suficiente como para transportar materiales gruesos (arena y grava) como carga de fondo (tracción y saltación) desde la orilla hasta los ambientes de depósito.

En cuanto al sector sur, donde predomina el fango, el régimen deposicional está claramente dominado por los aportes de materiales finos, proporcionados por grandes ríos cercanos a la zona, que son transportados en suspensión por acción de las corrientes litorales.

La valoración final de la zona en función del tipo de sedimento es la que se representa en la Figura 4.18-16.

4.18.3.4 Calidad de aguas.

4.18.3.4.1 Condiciones físico químicas.

– Temperatura

Los valores de temperatura superficial para la zona objeto de estudio se muestran en las Figuras 4.18-17 y 4.18-18. Se comprueba como en el mes de marzo se alcanzan valores de entre 15 y 16°C en toda la zona de estudio.

En agosto estos rangos aumentan hasta valores de 23 y 26°C. Destaca en este mes la gradación térmica que se experimenta en la zona donde la temperatura va aumentando al disminuir la profundidad. Todos estos datos obtenidos mediante muestreo continuo son apoyados por los promedios mensuales de los últimos diez años obtenidos mediante satélite (Figura 4.18-19).

La temperatura más baja detectada en la zona corresponde a febrero donde se registraron valores de 15°C, en marzo la temperatura media fue de 16°C, alcanzándose el máximo en agosto donde se llegó a registrar hasta 23°C. Esto da idea del rango térmico al que la zona está sometida que abarca desde los 15°C en invierno a los 23°C en verano.

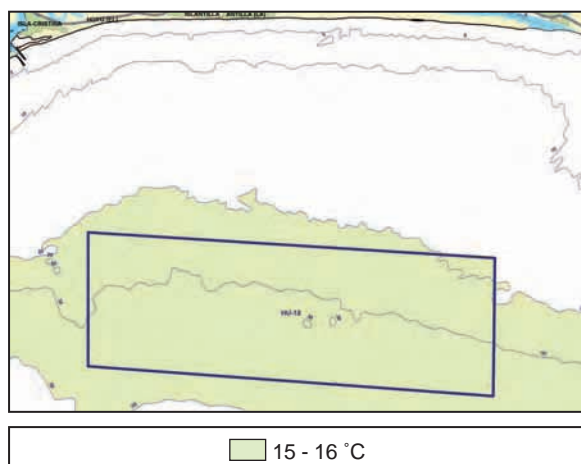


Figura 4.18-17 Temperatura superficial para la zona HU-18 en el muestreo de marzo de 2003.

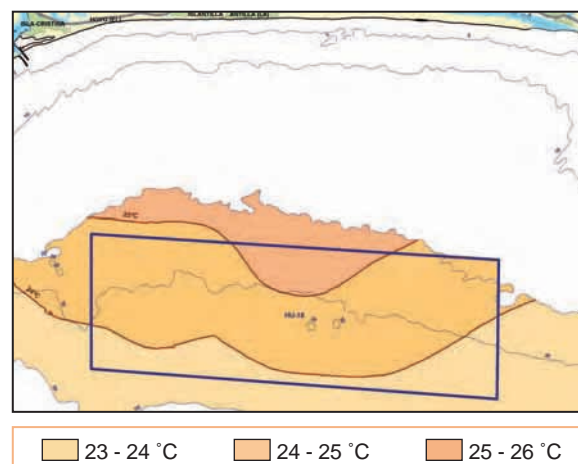


Figura 4.18-18 Temperatura superficial para la zona HU-18 en el muestreo de agosto de 2003.

Los perfiles verticales de las estaciones muestreadas (Figura 4.18-20) muestran en el mes de marzo una temperatura superficial de aproximadamente 15°C en cada una de las estaciones. Esta temperatura se va a mantener más o menos constante con la profundidad.

En el mes de agosto se nota una clara diferencia entre las estaciones muestreadas, dependiendo de la estación encontramos temperaturas en superficie que van desde 17°C a 26°C, estando las temperaturas más elevadas en las estaciones más hacia el este de la zona de estudio. En esta época si se produce un descenso de la temperatura con la profundidad hasta valores mínimos cercanos a los detectados en marzo.

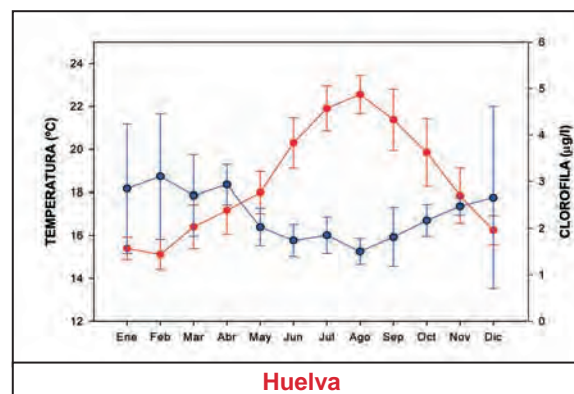


Figura 4.18-19 Promedio mensual de temperatura (rojo) y clorofila (azul) para la zona HU-18 durante los años del 94 al 03 para temperatura y entre el 98 y el 02 para la clorofila. Datos de los sensores AVHRR y SeaWiFS. Las barras representan \pm error estándar.

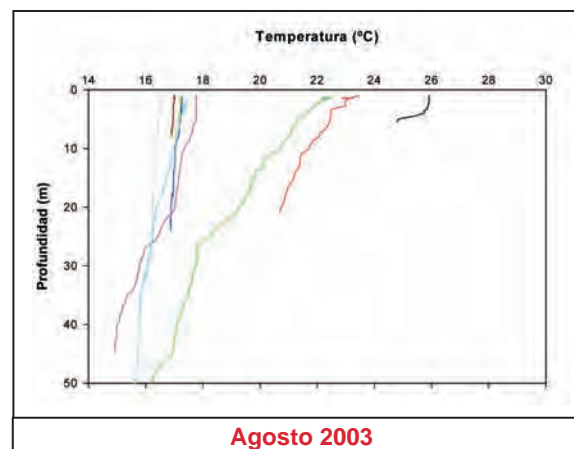
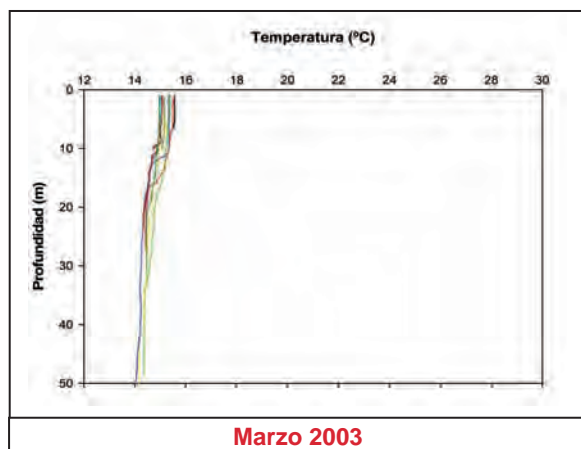


Figura 4.18-20 Perfiles verticales de temperatura obtenidos en las estaciones muestreadas en la zona HU-18.

– Salinidad

El registro de datos realizado de forma continua arroja valores de salinidad en superficie que muestran ligeras variaciones entre los dos épocas muestreadas (Figura 4.18-21). En el mes de marzo se ha registrado una salinidad homogénea en toda la zona con valores entorno a 35 y 36 psu.

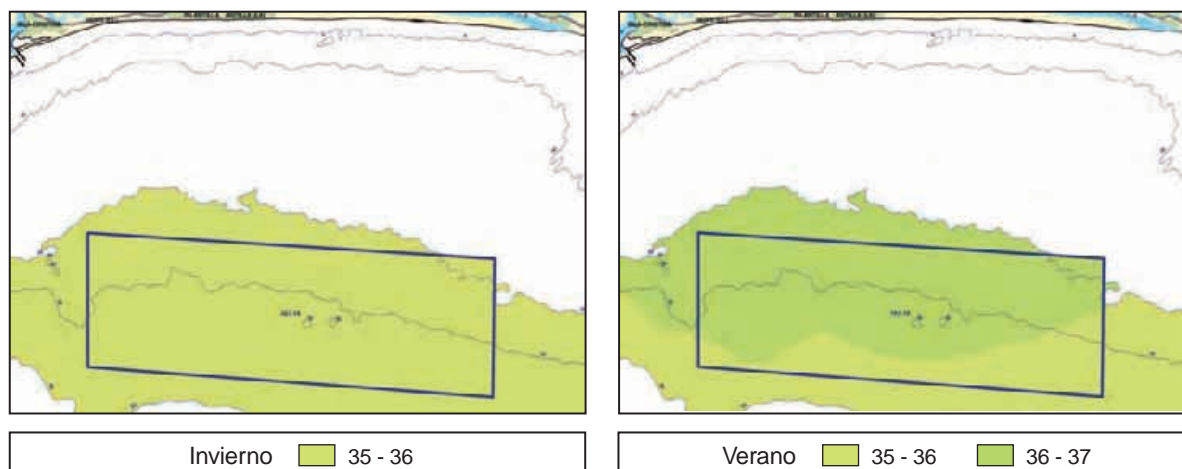


Figura 4.18-21 Salinidad detectada en los muestreos de marzo y agosto en la zona HU-18.

En agosto aparecen valores distintos dependiendo de la zona, registrándose en batimetrías mayores, valores de 35 a 36 psu, que aumentan a medida disminuye la profundidad hasta alcanzar los 37 psu.

Los perfiles de salinidad se muestran en la Figura 4.18-22. Estos perfiles muestran en marzo una salinidad de 36,5 en la mayoría de las estaciones aumentando con la profundidad. En agosto los valores alcanzados son similares aunque denotan un pequeño aumento poco significativo.

Es de destacar la estación A en el muestreo de agosto que toma valores relativamente bajos, quizás explicado este hecho por la proximidad de un emisario submarino que vierte en la zona.

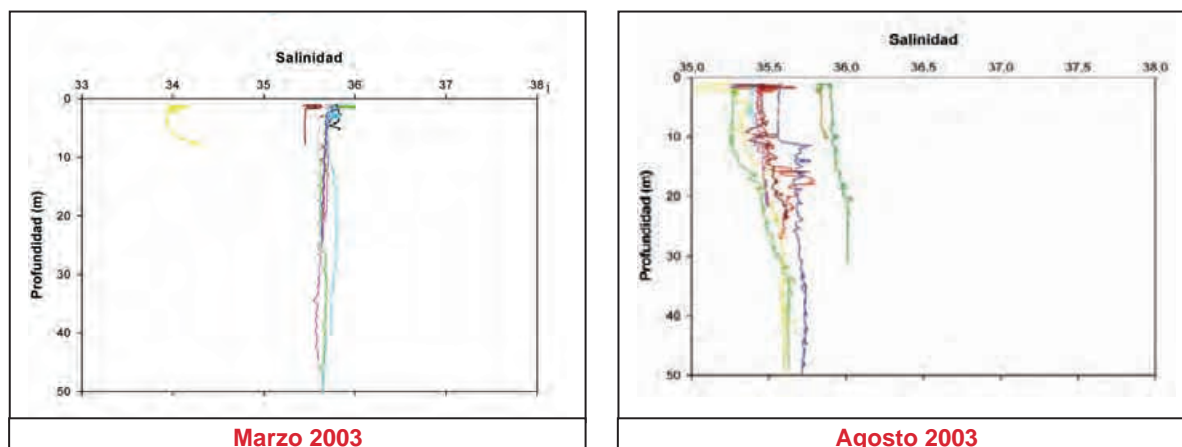


Figura 4.18-22 Perfiles de salinidad obtenidos en las estaciones de muestreo de la zona Hu-18.

– Clorofila

Los valores de fluorescencia superficial para la zona de estudio se representan en las Figuras 4.18-23 y 4.18-24. Destaca la diferencia de concentración entre los meses de marzo y agosto. En marzo se llegan a detectar valores que van desde 1 a 4 u.a., registrándose en agosto como máximo 0,5 u.a. En este mes se aprecia una zonación aumentando la fluorescencia al disminuir la profundidad.

Estos valores obtenidos de forma continua son corroborados por los datos obtenidos mediante satélite (Figura 4.18-19) donde los valores más altos se dan en febrero alcanzándose los 3 mg/m³, con mínimos detectados en agosto donde el promedio es de 1,5 mg/m³.

Los datos recogidos mediante muestreo discreto se representan en la Figura 4.18-25. Se aprecia un aumento de la concentración en el mes de marzo donde los máximos valores se obtienen en las cercanías de la desembocadura de los ríos Tinto y Odiel, registrándose como máximo hasta 8 mg/m³.

Por el contrario la zona definida por el polígono de estudio no sobrepasa en esta época los 2 mg/m³. En agosto las concentraciones son mucho más bajas estando los valores por debajo de 1 mg/m³ en todos los casos.

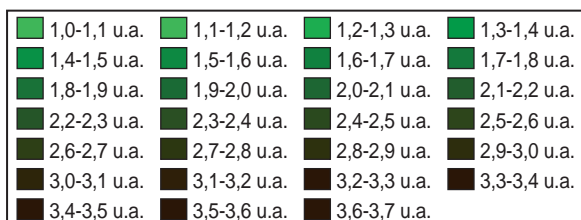
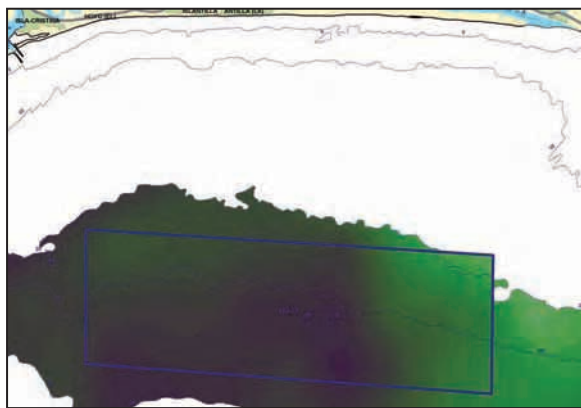


Figura 4.18-23 Fluorescencia superficial detectada en la zona HU-18 en el mes de marzo de 2003.

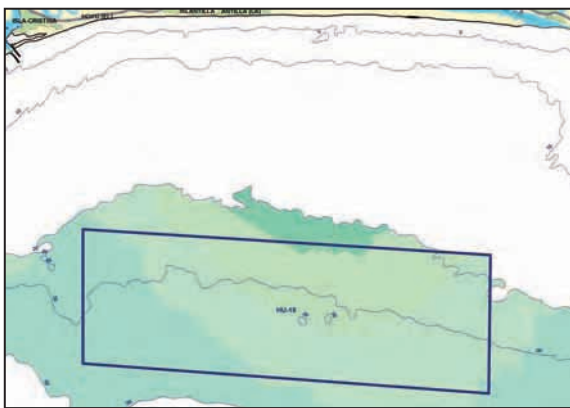


Figura 4.18-24 Fluorescencia superficial detectada en la zona HU-18 en el mes de agosto de 2003.

– Sólidos en suspensión

Los valores del coeficiente de atenuación (Figuras 4.18-26 y 4.18-27) muestran similitud entre las concentraciones detectadas tanto en marzo como en agosto. En ambos casos los datos recogidos muestras niveles de entre 0 y 2 m⁻¹. Los datos obtenidos mediante muestreo discreto (Figura

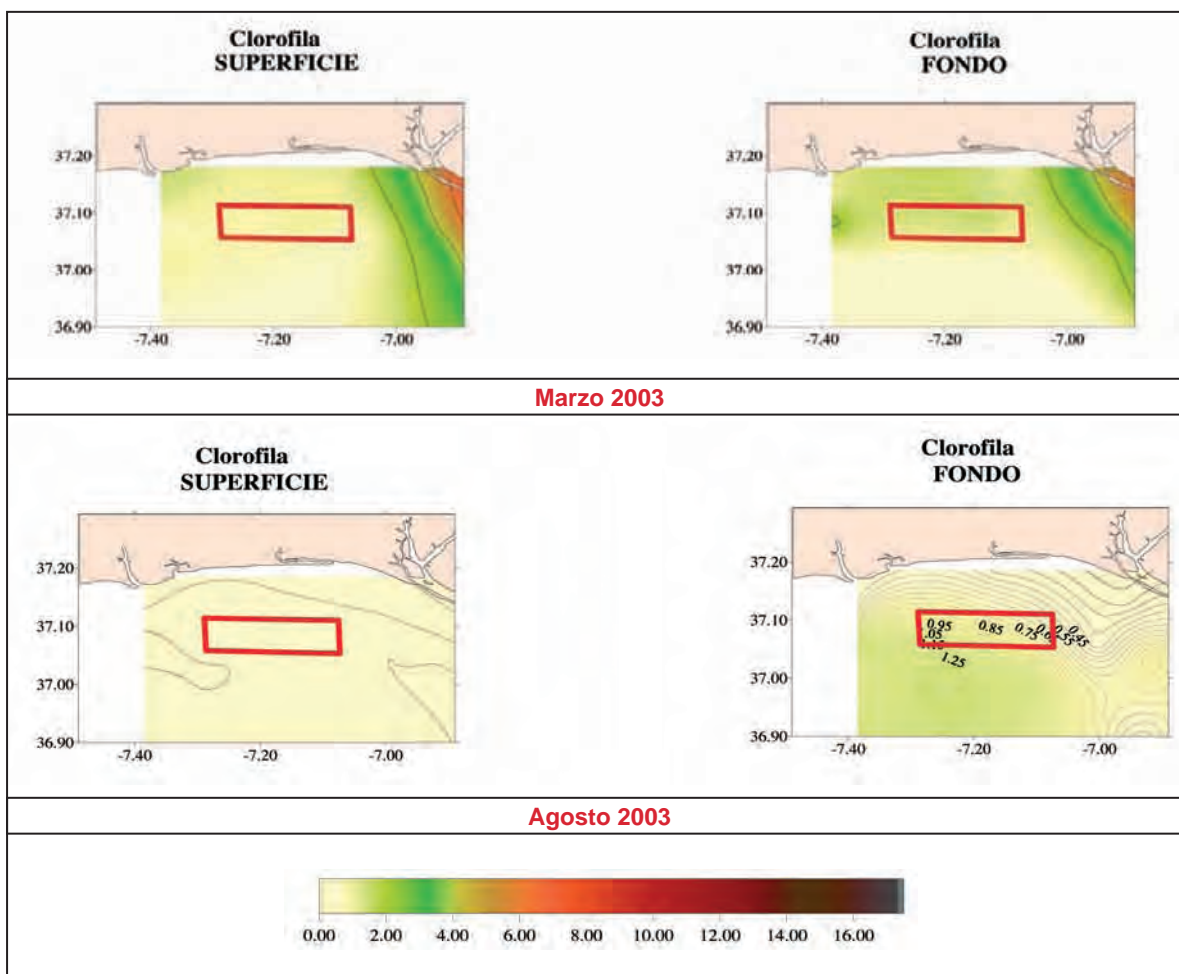


Figura 4.18-25 Concentración de clorofila (mg/m³) en superficie y fondo para las estaciones muestreadas en la zona HU-18.

4.18-28) muestran en marzo una mayor concentración en fondo que en superficie, llegando a registrarse en fondo hasta 70 mg/l. En el mes de agosto en la zona que delimita el polígono, para los datos en superficie, se detecta una concentración en aumento a medida que nos acercamos a la desembocadura de los ríos Tinto y Odiel.

Se han registrado durante este muestreo en la propia desembocadura valores de 300 mg/l, disminuyendo a medida que nos acercamos al polígono de estudio hasta alcanzarse en la parte del polígono más cercana al río alrededor de 70 mg/l mientras que en la parte más alejada no se sobrepasan los 30 mg/l.

– Oxígeno

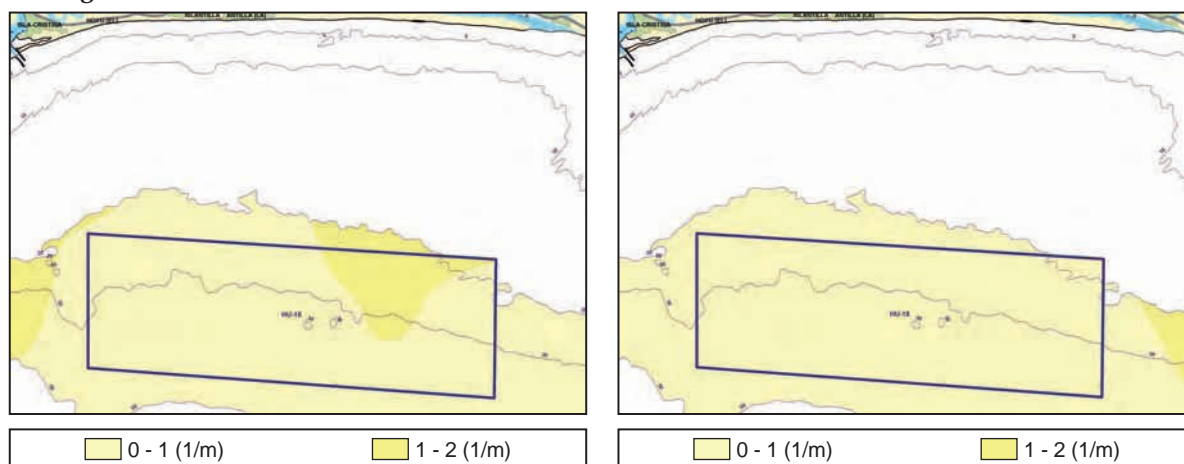


Figura 4.18-26 Coeficiente de atenuación obtenido en el muestreo de marzo de 2003 en la zona HU-18.

Figura 4.18-27 Coeficiente de atenuación obtenido en el muestreo de agosto de 2003 en la zona HU-18.

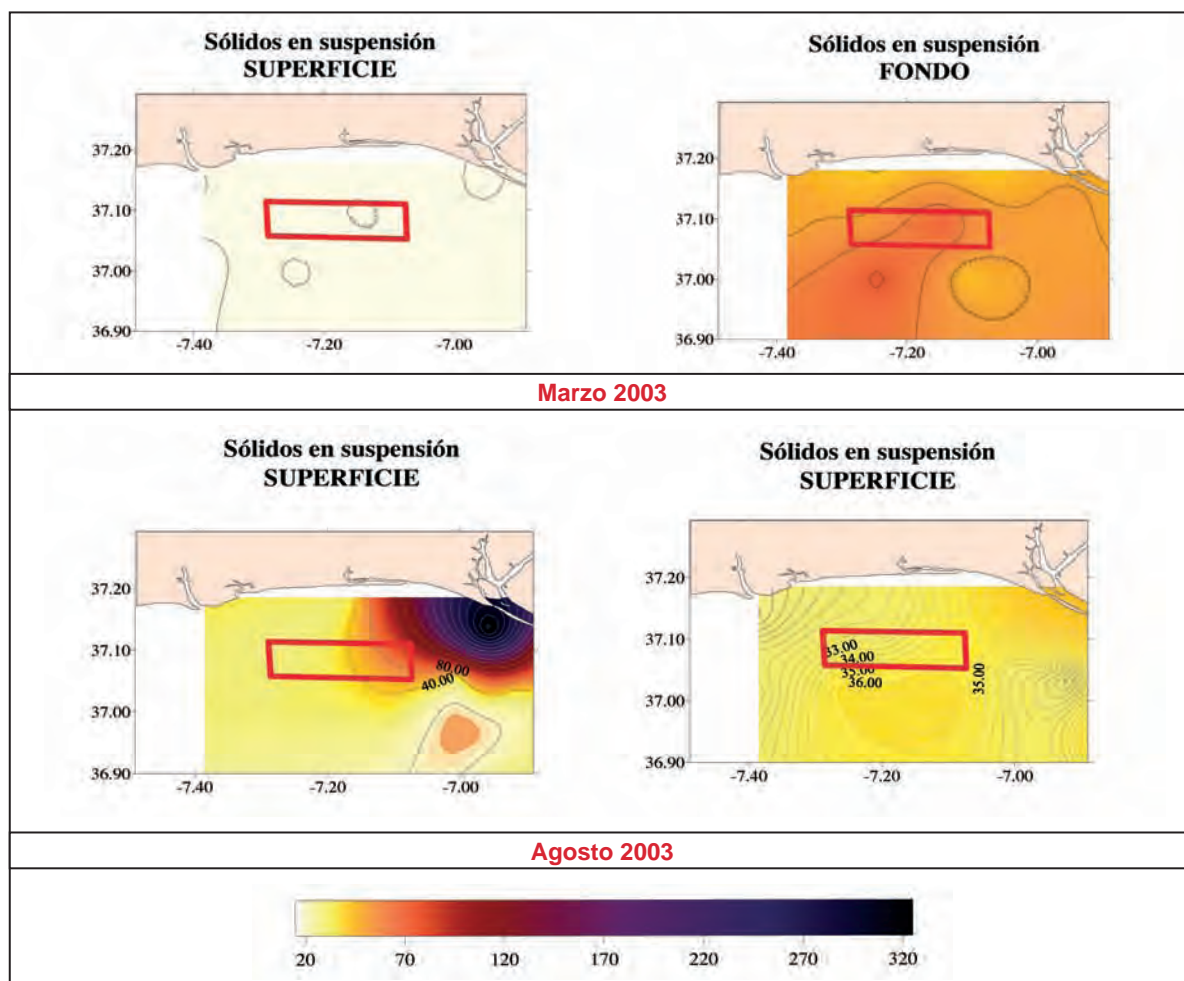


Figura 4.18-28 Concentraciones de sólidos en suspensión para las estaciones muestreadas en la zona HU-18.

Los valores de oxígeno detectados en agosto (Figura 4.18-29) muestran diferencias entre estaciones. Las más orientales registran valores más bajos con respecto al resto. Estos valores superficiales se encuentran entre los 5 y 6 mg/l aumentando en profundidad hasta valores máximos de 7 mg/l alcanzados entre los 20 y 30 m. En el resto de estaciones los valores de oxígeno en superficie se acercan a 8 mg/l permaneciendo más o menos constantes a lo largo de toda la columna.

Con los resultados obtenidos en referencia a las condiciones físico-químicas del agua en el área de La Antilla (Zona HU-18), se pueden realizar las siguientes consideraciones:

1. Los valores de temperatura obtenidos en la zona no son inferiores a 15°C. Esta temperatura no supone problema para las especies objeto del estudio.
2. La salinidad solo experimenta modificaciones significativas en las zonas cercanas a la desembocadura del río y en el entorno de la estación A, esto no influye en demasía a la zona de estudio, y es previsible que la influencia sobre las especies que se pretende cultivar sea moderada.
3. La clorofila no adquiere concentraciones superiores a 3 mg/m³ en la zona de estudio, aunque en las cercanías de la desembocadura del río si puede llegar a obtenerse hasta 8 mg/m³. Estos valores están por debajo de los 15 mg/m³ que se consideran problemático para los cultivos marinos.
4. Los sólidos en suspensión en el polígono de estudio no presenta valores excesivamente alto, alcanzándose valores altos cerca del río que si afectaran al polígono por el efecto de las corrientes, sí podrían suponer un deterioro de las condiciones de cultivo.
5. Los valores de oxígeno se encuentran en niveles óptimos para la acuicultura.

La integración de todos los resultados descritos anteriormente en un índice de calidad de agua, y su representación cartográfica, da como resultado la imagen representada en la Figura 4.18-30.

El índice de calidad para la zona HU-18 alcanza valores comprendido entre 7,5 y 8,1 en una escala de 0 a 10. Finalmente la clasificación de la zona en función de su grado de interés desde el punto de vista de la calidad de agua da

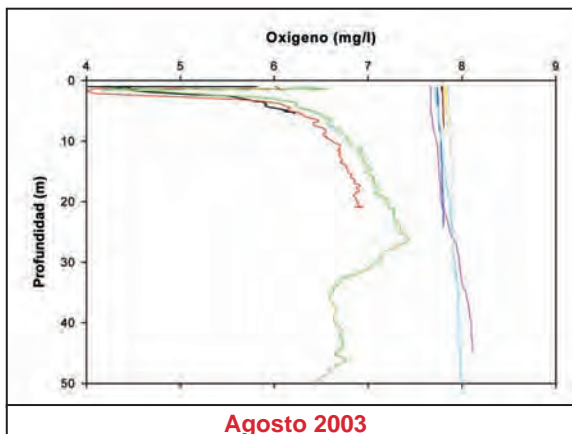


Figura 4.18-29 Perfil vertical de oxígeno para las estaciones objeto de estudio.

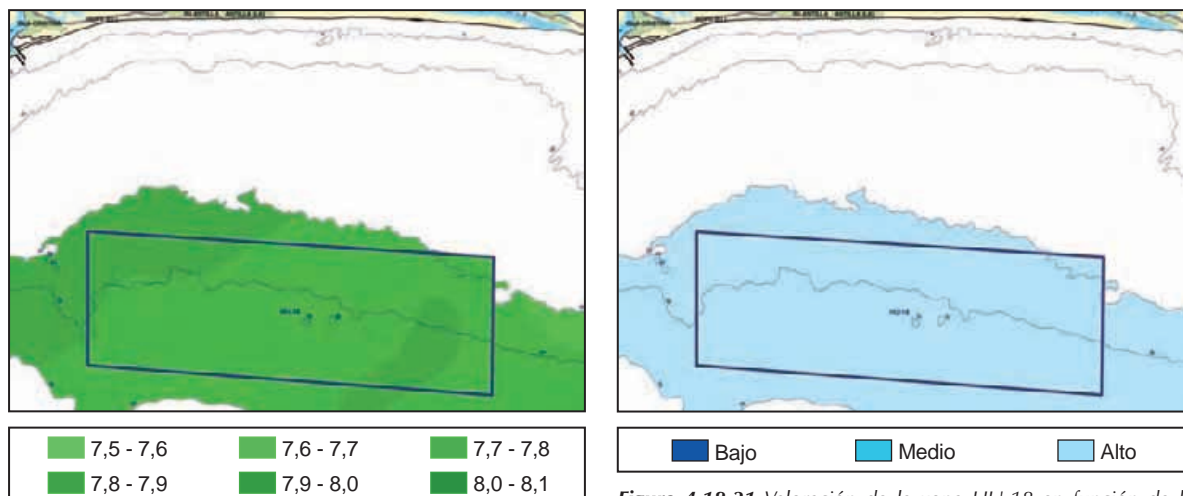


Figura 4.18-30 Índice de calidad de agua obtenido para la zona HU-18.

Figura 4.18-31 Valoración de la zona HU-18 en función de la calidad del agua.

como resultado que la totalidad de la zona posee un grado de interés alto (Figura 4.18-31).

4.18.3.4.2 Condiciones sanitarias.

El área estudiada abarca parte de las zonas de producción de moluscos bivalvos y gasterópodos AND 1-04, AND 1-05, AND 1-07 y AND 1-08. Los resultados obtenidos de los análisis realizados en el control sanitario de esta zona durante los años 2000 a 2002 son los siguientes:

- Contaminación bacteriana:

Los resultados microbiológicos obtenidos en el control sanitario en las zonas de producción coincidente con el área de estudio durante los años 2000, 2001 y 2002 son los incluidos en la Tabla 4.18-5. Se puede observar que en las 4 zonas se han detectado en los años estudiados valores de coliformes fecales y *E. coli*, superiores a los permitidos. No obstante, estas situaciones no han sido mantenidas en el tiempo, ni parecen presentar un patrón cíclico, como lo que se pueden considerar como casos puntuales que no deben presentar relevancia para los cultivos marinos.

Zona AND 1-04 (coquina)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000					■		■				■	■
2001												
2002												
Zona AND 1-05 (chirla)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000												
2001					■		■					
2002						■						
Zona AND 1-07 (coquina)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000												
2001			■									
2002		■		■			■				■	
Zona AND 1-08 (chirla)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000											■	
2001						■						
2002		■				■						

■ Coliformes fecales y *E. Coli* por encima del límite ■ Presencia de *Salmonella*

Tabla 4.18-4 Meses en los que los análisis del control sanitario han dado valores de contaminación por coliformes fecales y *E. coli* superiores a los permitidos en los años 2000 a 2002.

- Contaminación por toxinas:

Zona AND 1-04 (coquina)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000		■			■	■						
2001			■			■	■	■	■			■
2002							■	■	■	■	■	■
Zona AND 1-05 (coquina)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000						■						
2001						■						
2002							■	■	■	■	■	
Zona AND 1-07 (coquina)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000					■	■	■	■				
2001			■	■		■	■	■				
2002				■					■	■	■	
Zona AND 1-08 (coquina)												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2000												
2001				■		■	■					
2002							■	■	■			

■ DSP ■ PSP ■ ASP

Tabla 4.18-5 Meses en los que los análisis del control sanitario han dado valores de contaminación por toxinas superiores a los permitidos en los años 2000 a 2002.

Por lo que respecta a la contaminación por toxinas, en las cuatro zonas se han detectado valores de toxina diarreaica (DSP) superiores a los permitidos, en los diferentes años considerados.

En el caso de las zonas AND 1-04 y 1-05 esta situación se ha prolongado durante varios meses en la segunda mitad de 2002, mientras que para las zonas AND 1-07 y AND 1-08, los meses en los que se ha detectado contaminación por DSP, no parecen guardar relación de un año para otro, sobre todo en el caso de la zona AND 1-08.

458 4.18.4 Caracterización bionómica.

La reducida pendiente de esta zona, de apenas 0.25%, hace que no se alcance la profundidad mínima requerida hasta situarnos a unas 3.5 millas al Sur de la costa arenosa situada entre las poblaciones de Isla Cristina y Punta Umbría, en el extremo occidental del litoral onubense, influenciado por la presencia de los ríos Guadiana, Guadalquivir, Tinto y Odiel. Aunque dominan los fondos fangosos, el muestreo evidenció otras unidades:

- **Sustratos rocosos con comunidades degradadas y parcialmente cubiertas de sedimentos (RDS):** En la zona central y occidental del polígono, en su banda más somera, afloran lajas rocosas de escaso porte, cubiertas por una película de sedimentos finos. Este recubrimiento se hace más patente en las zonas más bajas de estas rocas, mientras que las crestas aparecen descubiertas. Los valores de diversidad, abundancia y porcentaje de bivalvos son bajos.
- **Fondos dominados por rodofíceas calcáreas (RCI):** Situado en la Este del área, con una profundidad de entre 20 y 30 metros, aparece un lecho rocoso con escasa altura, que supone un área rocosa discontinua con profusión de diversas especies de rodofíceas calcáreas, gorgonias y esponjas.
- **Fondos Detríticos Costeros (FDC):** Presentes en dos zonas que en su conjunto no superan el 10% del total de la superficie del polígono. Se ubican en las zonas central y oriental más cercanas a la costa. En el sector oriental los valores de diversidad y abundancia son altos en el sector oriental, arrojando valores medios en el central. Al contrario sucede con el porcentaje de bivalvos, si bien no hay tanta diferencia entre los valores en una y otra zona.
- **Fondos Detríticos Enfangados (FDE):** Ocupando aproximadamente el 80% de la superficie muestreada, los lechos fangosos de este polígono se caracterizan por sus bajos valores de abundancia y diversidad, aunque excepcionalmente arroja valores medios en el vértice SW y entre las zonas de fondos detríticos costeros. Algo similar ocurre con la proporción de bivalvos, con valores muy bajos, excepto en una zona cercana al vértice NW que presenta valores elevados de este parámetro.

Con esta distribución de comunidades, el valor obtenido para su inclusión en el índice final se considera como medio y se representa en la Figura 4.18-33. Asimismo, en la Figura 4.18-34 se incluyen las valoraciones obtenidas para cada una de las características restantes asociadas a la bionomía según el índice de calidad descrito en el apartado de metodología.

Finalmente, integrando estas valoraciones obtenidas, aplicando la ecuación descrita en la metodología, se obtiene el

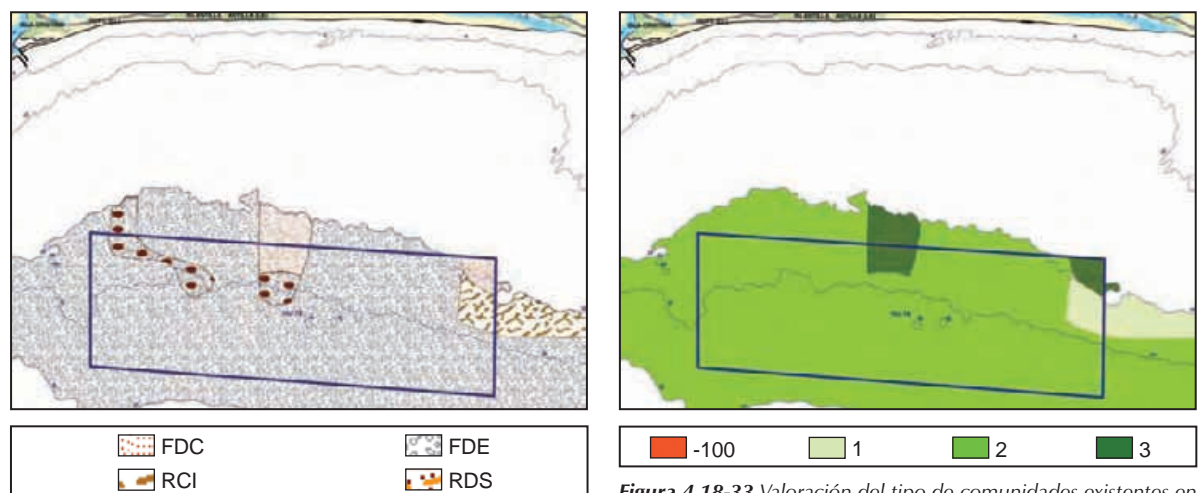


Figura 4.18-32 Tipo de comunidades detectadas en la zona. Los puntos señalan las estaciones de muestreo.

Figura 4.18-33 Valoración del tipo de comunidades existentes en la zona HU-18 para su inclusión en el índice bionómico.

resultado del índice definido para la valoración de la bionomía, que se representa en la Figura 4.18-35.

La mayor parte de la zona obtiene una valoración media como consecuencia fundamentalmente del tipo de comunidad existente y el tipo de sedimento, que compensa en parte las altas valoraciones obtenidas en algunas áreas para la abundancia y la diversidad.

La reclasificación de los valores del índice da como resultado la valoración del grado de interés de la zona atendiendo a sus características bionómicas que se representa en la Figura 4.18-36.

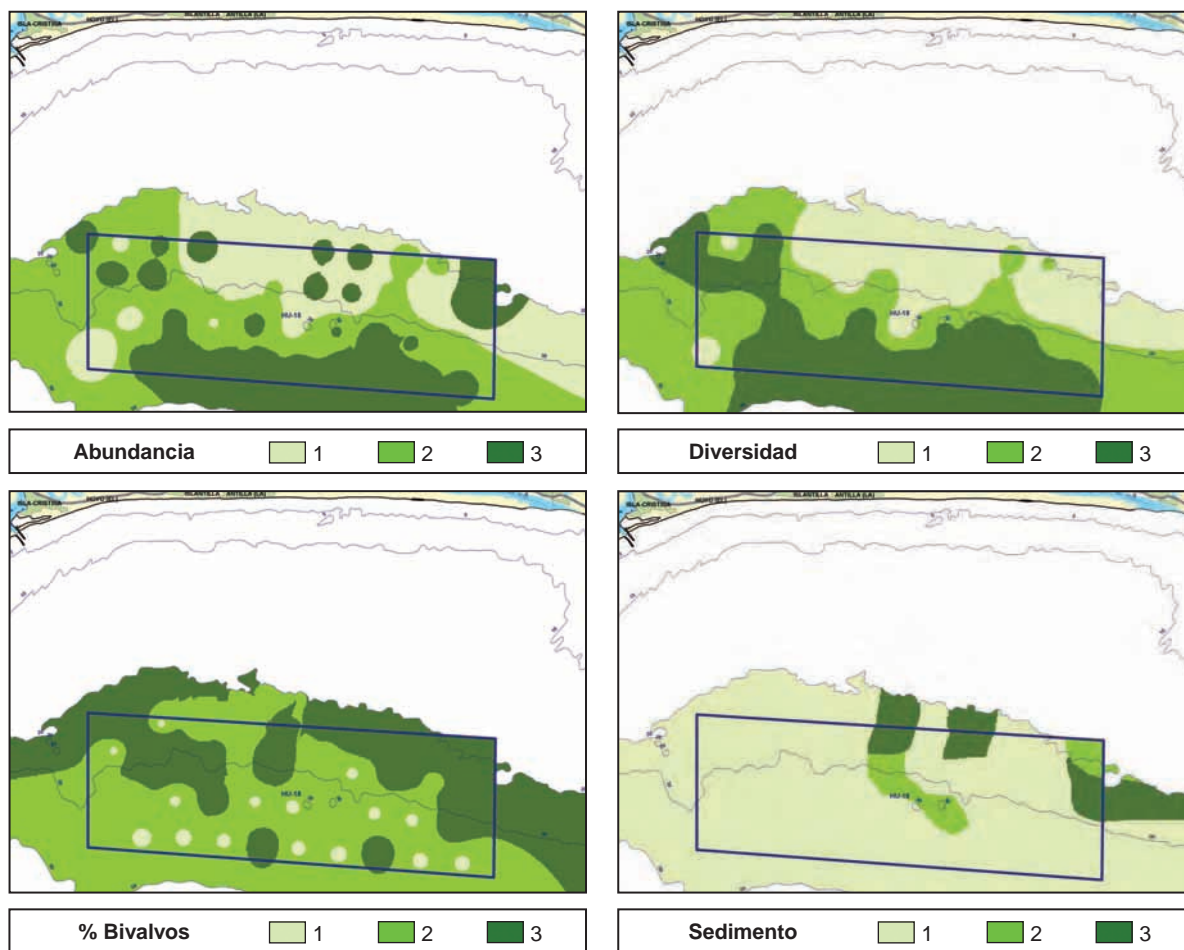


Figura 4.18-34 Valores obtenidos para los restantes factores considerados en la valoración de la zona según sus características bionómicas.

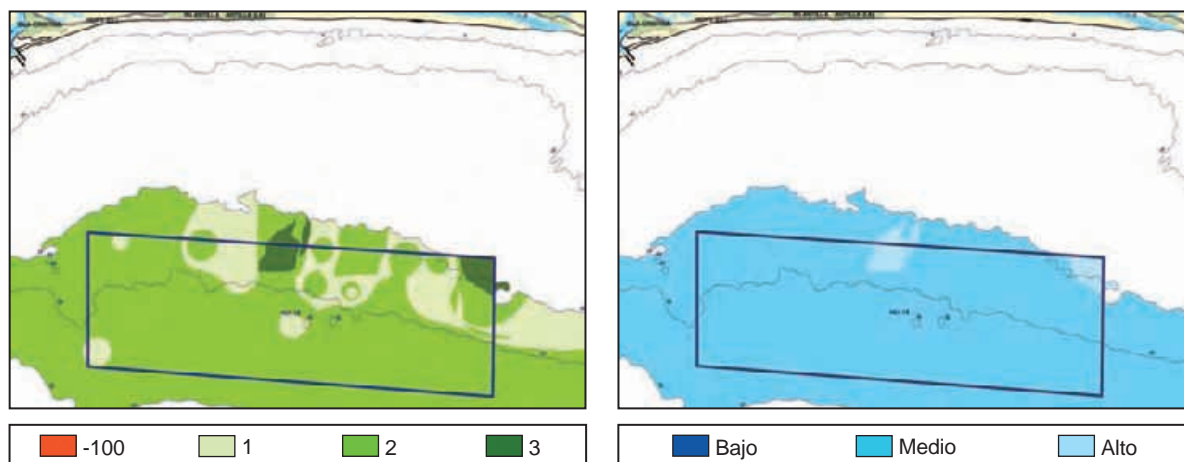


Figura 4.18-35 Índice bionómico obtenido para la zona HU-18.

Figura 4.18-36 Grado de interés de la zona HU-18 en función de las características bionómicas de la misma.

4.18.5 Caracterización del sector pesquero.

La zona HU-18 (La Antilla) tiene en sus cercanías cuatro caladeros tradicionales cuyas denominaciones y características son las que se incluyen en la Tabla 4.18-6.

Nombre del caladero	Distancia al centro del área de estudio	Especies más representativas capturadas	Artes de pesca utilizadas
- La Escama	17 Km al Oeste	- Peces: Acedía, lenguado, jurel, boquerón y espáridos. - Moluscos: Puntillitas, choco, pulpo y japonesa.	Clásico, breca o raspita, cadenero y boquerón.
- Área La Antilla – Punta Umbría	Contiene parte de la zona SO del polígono estudiado	- Peces: Acedía, lenguado, jurel, boquerón, merluza y espáridos. - Moluscos: Puntillitas, choco, pulpo.	Clásico, breca o raspita, cadenero y boquerón.
- El Labra	Incluido en el polígono estudiado	- Peces: Acedía, lenguado, espáridos y herrera. - Moluscos: Choco y pulpo. - Crustáceos: Langostino.	Clásico, breca o raspita, cadenero y boquerón
- Los Toreros – La Abierta	Contiene parte de la zona E del polígono estudiado	- Peces: Acedía, lenguado, espáridos y herrera. - Moluscos: Choco y pulpo. - Crustáceos: Langostino.	Clásico, breca o raspita, cadenero y boquerón

Tabla 4.18-6 Caladeros tradicionales cercanos a la zona de estudio.

El puerto pesquero más cercano a la zona de estudio es el Puerto de Isla Cristina, gestionado por la EPPA. Este puerto se encuentra a unos 18 Km del centro del área estudiada. Sus características técnicas son las incluidas en la Tabla 4.18-7:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PUERTO PESQUERO DE ISLA CRISTINA		
Latitud	37° 10' 55,8" N	Servicios al sector pesquero: - Fabrica de hielo - Varadero
Longitud	7° 29' 34,2" W	
Calado en la bocana (B.M.V.E.)	3 m	
Longitud del muelle	582 m	
Superficie total de la lonja	1.262 m ²	

Tabla 4.18-7 Características técnicas del puerto pesquero de Isla Cristina.

La flota pesquera que opera en la zona está compuesta por 170 barcos, que desplazan 3494 TRB, de los cuales 78 se dedican a artes menores, 74 al arrastre, 17 al cerco y 1 al palangre de superficie. Las especies más abundantes desembarcadas en la lonja son las gambas, caballas, sardinas, boquerón, bacaladillas, langostinos, acedías, chirilas y chocos. El total de las capturas asciende a unas 6355 Tm, correspondiendo 4.277 Tm a peces, 1.368 Tm a moluscos y 711 Tm a crustáceos.

4.18.6 Valoración final.

4.18.6.1 Estudio del medio físico.

Tras el análisis de los resultados se puede concluir que la zona Hu-18 (La Antilla) presenta unas aceptables condiciones climáticas aunque la intensidad de los vientos (sobre todo los del Noroeste) puede llegar a ser superior a la deseada, dificultando las tareas habituales en la instalación.

La batimetría existente en la zona, presenta una pendiente suave, encontrándose la totalidad del polígono estudiado dentro de la franja batimétrica de 20 a 50 m considerada como la más adecuada para la ubicación de instalaciones acuícolas.

Las corrientes dominantes a 10 m de profundidad en el área son de intensidad media. Se pueden considerar adecuadas para el cultivo acuícola aunque serían deseables intensidades de corriente ligeramente superiores. La influencia de las mareas desde el punto de vista de las corrientes resulta en esta zona superior a la del viento.

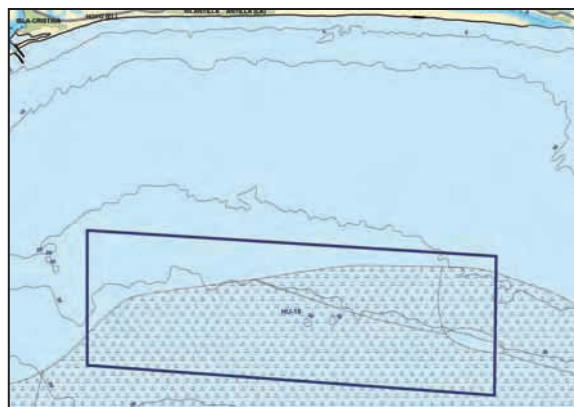


Figura 4.18-37 Localización de caladeros y puertos pesqueros cercanos a la zona de estudio.

En la zona no existen áreas cercanas de interés ambiental que se puedan ver afectadas por la generación de partículas contaminantes, las praderas de *Zostera marina* cercanas a la costa están a una distancia suficiente como para no verse afectadas por este factor.

El oleaje determinado para la zona es elevado con periodos de recurrencia de oleajes peligrosos para las instalaciones relativamente bajos, por lo que las posibles instalaciones que se ubiquen en el área han de tener en cuenta este riesgo a la hora de elegir las estructuras a instalar.

El sustrato existente, resulta en general adecuado para el fondeo de instalaciones acuícolas. Sobre el fondo se detectan algunas zonas con presencia de biocenosis de interés alto que habrán de ser tenidas en cuenta al proyectar la ubicación de nuevas instalaciones.

La calidad físico-química es buena en general pero, por lo que respecta a la calidad sanitaria, en la zona se detectan fenómenos puntuales de contaminación microbiológica que no siguen un patrón estacional determinado, lo mismo ocurre con la contaminación por la toxina DSP.

El sector pesquero de la zona tiene su puerto base en Isla Cristina y está constituido por un total de 170 embarcaciones de las cuales 78 se dedican a la pesca artesanal en los caladeros cercanos, algunos de los cuales se encuentran en la zona estudiada. La lonja de Isla Cristina registra un volumen de captura anual de unas 6.355 toneladas. A la hora de proyectar la ubicación de nuevas instalaciones será conveniente no interferir con este sector.

Con los resultados obtenidos, se ha realizado una valoración de la zona HU-18, utilizando la metodología ya descrita, y cuyos resultados son los representados en el Figura 4.18-38.

4.18.6.2 Integración entre la valoración del medio físico y la valoración del ámbito administrativo.

La integración de los resultados obtenidos en la valoración del ámbito administrativo con la valoración del medio físico (Plano 18) permite apreciar que prácticamente la totalidad del polígono (88%) presenta finalmente un grado de interés alto, correspondiéndose el 12% restante con un grado de interés medio debido fundamentalmente a las características bionómicas del fondo.

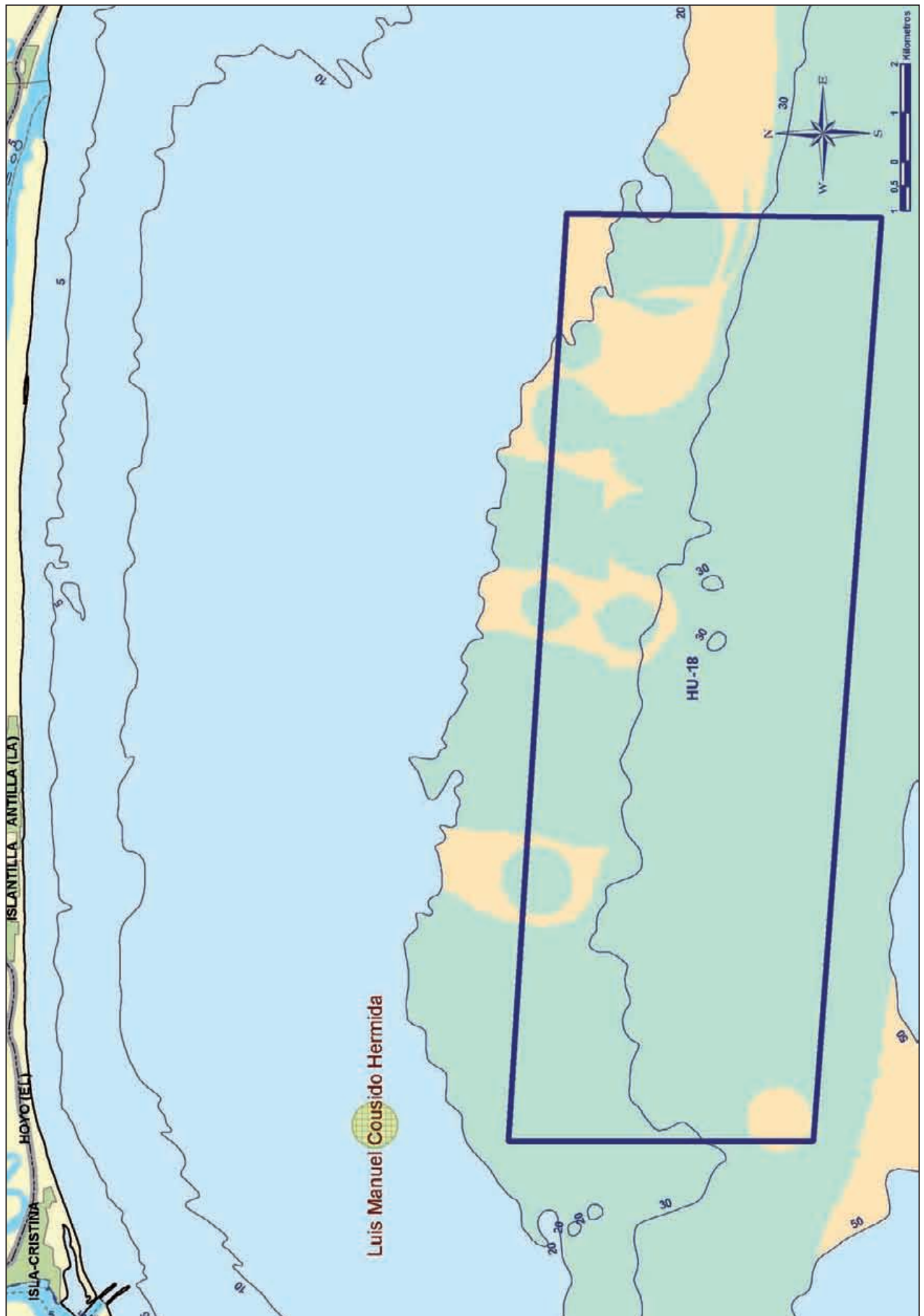


Figura 4.18-38 Valoración final en función de los resultados de la 2ª fase.

Grado de interés Bajo Medio Alto

Zonificación para el desarrollo de la acuicultura

- Zonas de interés bajo
- Zonas de interés medio
- Zonas de interés alto
- Área de estudio

Instalaciones de acuicultura

- Instalaciones autorizadas

Infraestructuras y áreas compatibles con la acuicultura

- Infraestructuras y áreas compatibles con la acuicultura
- Áreas de interés arqueológico
- Zonas de interés científico
- Zonas de interés histórico
- Zonas de interés paisajístico
- Zonas de interés patrimonial
- Zonas de interés científico
- Zonas de interés histórico
- Zonas de interés paisajístico
- Zonas de interés patrimonial
- Zonas de interés científico
- Zonas de interés histórico
- Zonas de interés paisajístico
- Zonas de interés patrimonial


Zonificación para el desarrollo de la acuicultura

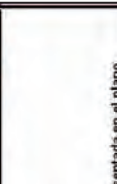
- Espacios naturales protegidos
- Lugares de interés comunitario
- Praderas de fanerógamas marinas
- Habitats de interés
- Instalaciones autorizadas

COORDINADOS POR LA COMISIÓN DE MEDIO AMBIENTE DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

Infraestructuras y áreas incompatibles con la acuicultura

- Áreas de interés arqueológico
- Zonas de interés científico
- Zonas de interés histórico
- Zonas de interés paisajístico
- Zonas de interés patrimonial
- Zonas de interés científico
- Zonas de interés histórico
- Zonas de interés paisajístico
- Zonas de interés patrimonial
- Zonas de interés científico
- Zonas de interés histórico
- Zonas de interés paisajístico
- Zonas de interés patrimonial





Localización del área representada en el plano

2ª Fase del estudio de localización de zonas de interés para el desarrollo de la acuicultura en el litoral andaluz: estudio del medio físico

Plano nº 18	Escala: 1:105.528	Coordenadas: ED 1950, UTM Zona 30N	Provincia de Huelva
Zona HU-18		Proyección Transversa Mercator	
La Artilla			





5

**SÍNTESIS DE LOS RESULTADOS
Y CONCLUSIONES FINALES**



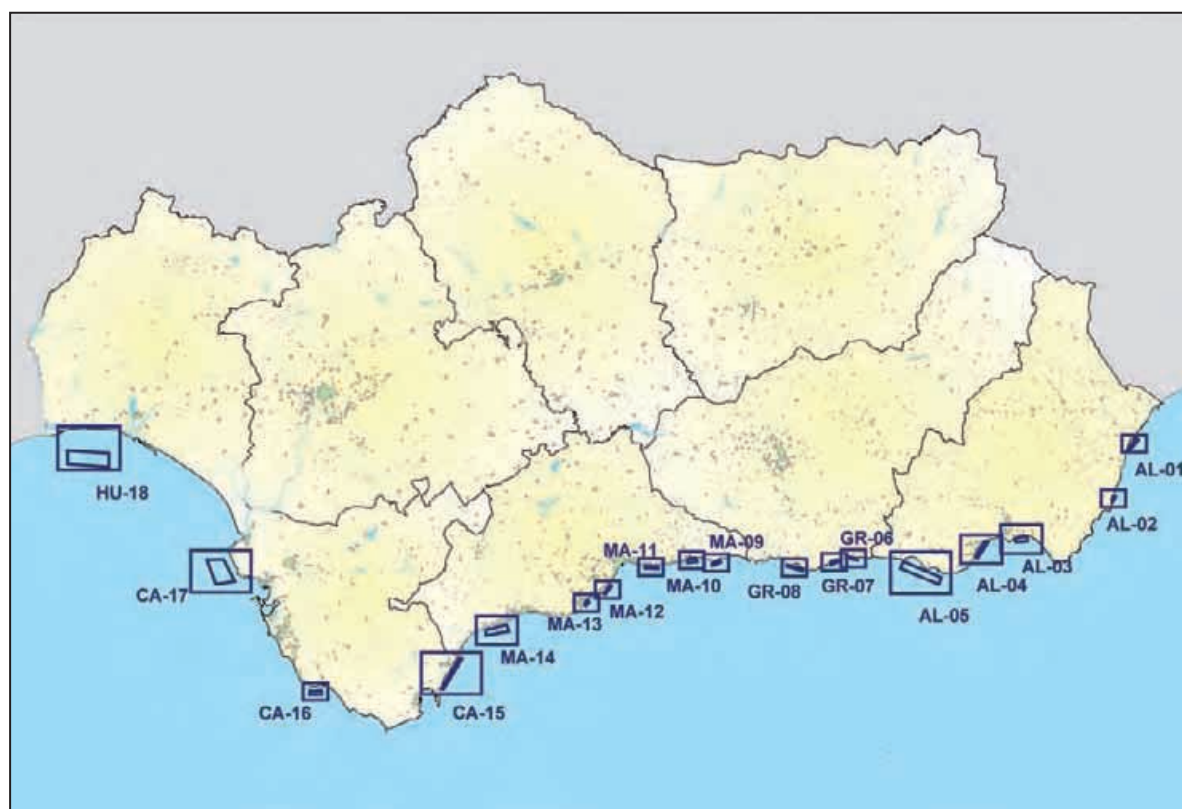
El trabajo aquí presentado, titulado “2ª Fase del estudio de localización de zonas de interés para el desarrollo de la acuicultura en el litoral andaluz: estudio del medio físico”, se planteó con el objetivo de obtener una caracterización física de las zonas de mar abierto potencialmente aprovechables para el desarrollo de los cultivos marinos.

En su fase inicial, se partió de los datos obtenidos en la fase de estudio del ámbito técnico administrativo, donde se analizó a lo largo de toda la costa andaluza, la compatibilidad administrativa entre la acuicultura y el resto de usos, actividades y ocupaciones encontradas. A partir de los resultados de esta primera fase, se seleccionaron 18 zonas de estudio a lo largo de todo el litoral de Andalucía, donde a priori existían menos problemas para la ocupación del espacio y por tanto para el desarrollo de la actividad.

Esta selección de estas zonas no implicaba en ningún caso que no existieran otras muchas zonas de interés que podrían ser objeto de estudio en otras fases del proyecto global de localización de zonas para la acuicultura en Andalucía.

Los parámetros estudiados han estado agrupados en cinco bloques, partiendo del análisis de datos climatológicos como la temperatura, la velocidad y dirección del viento, etc; el estudio de los fondos marinos analizando parámetros como la batimetría, bionomía, abundancia y diversidad, granulometría, etc; el estudio de la calidad del agua analizando oxígeno disuelto, temperaturas, salinidad, sólidos en suspensión, etc; el estudio de las condiciones oceanográficas como corrientes, oleaje y dinámica litoral, etc; y por último la caracterización del sector pesquero.

Provincia de Almería	
AL-01	Garrucha
AL-02	Carboneras
AL-03	Punta del Río
AL-04	Roquetas-Aguadulce
AL-05	Adra-Almerimar
Provincia de Granada	
GR-06	Punta Cabriles-Punta Huarca
GR-07	Zocatín-Punta de Baños
GR-08	Salobreña-Torre Nueva
Provincia de Málaga	
MA-09	Torrox (Peñoncillo)
MA-10	La Caleta (Vélez-Málaga)
MA-11	Rincón de la Victoria
MA-12	Torremolinos
MA-13	Fuengirola
MA-14	Estepona-Marbella
Provincia de Cádiz	
CA-15	Atunara
CA-16	Barbate
CA-17	Chipiona-Rota
Provincia de Huelva	
HU-18	La Antilla



Los trabajos se desarrollaron fundamentalmente a partir de dos campañas oceanográficas realizadas, una en verano y otra en invierno, y posteriormente complementado por la revisión y análisis de datos obtenidos en otros estudios de la Consejería de Agricultura y Pesca, así como otras fuentes bibliográficas y el procesado de imágenes de satélite. Posteriormente, toda la información, debidamente tratada e integrada, se ha representado cartográficamente a partir de los criterios establecidos para evaluar el grado de interés de cada zona respecto la acuicultura.

Una vez presentados los resultados de la caracterización física, química y biológica de las zonas elegidas, es importante destacar la finalidad de la información que se presenta en este documento, que no es otra que la de complementar, apoyar y ampliar en lo posible la información técnica disponible sobre las zonas situadas en mar abierto y potencialmente aprovechables para la acuicultura. Así pues, esta información puede ser interesante, por un lado para las administraciones implicadas en el proceso de tramitación de nuevas autorizaciones de cultivos marinos y por otro lado para promotores interesados en desarrollar su actividad en nuestras costas.

Los gestores pueden encontrar en estos resultados un información que le ayudará a analizar la viabilidad de la ubicación geográfica seleccionada por el promotor, y además dispondrá de datos para los posteriores planes de vigilancia medioambiental que pudieran establecerse para dichas instalaciones.

Los promotores, obtienen una información complementaria para el análisis de la viabilidad técnica de la ubicación seleccionada y conocer con mayor profundidad las características físico-químicas y biológicas de las zonas de cultivo. Pero esta información debe ser tomada con las debidas cautelas y debe servir de base o referencia para posteriores comprobaciones.

La zonificación empleada en esta fase del estudio ha sido establecida en función del grado de interés que una determinada zona puede presentar para su aprovechamiento acuícola, y esto se ha clasificado en tres grados: alto, medio y bajo. Una zona de alto interés para la acuicultura es aquella donde no existen incompatibilidades de índole administrativa y además se dan unas condiciones ambientales que permiten hacer cultivos marinos. Y así, conforme las condiciones ambientales pierden valor o surgen incompatibilidades, el grado de interés disminuye. Es obvio que dentro de estas condiciones existen parámetros más importantes que otros a la hora de hacer esta valoración, los cuales se han intentado tener en cuenta, cada uno con su importancia relativa.

El esquema desarrollado en los resultados muestra para cada zona, primero un apartado descriptivo de los datos obtenidos, segundo una zonificación según el grado de interés desde el punto de vista de las características del medio una vez integrados todos los parámetros estudiados, y finalmente una zonificación según el grado de interés final, resultado de integrar el ámbito técnico-administrativo y el ámbito técnico-ambiental.

Es importante destacar que la implementación de métodos de integración de datos objetivos para clasificar o catalogar zonas potenciales, implica una pérdida de información puntual de manera que, si bien obtenemos una visión general de la zona, a veces se pierde de vista la información cualitativa origen de tales resultados.

Por ello, resulta conveniente resaltar, que los mapas de zonificación sobre el grado de interés para la acuicultura presentados en este trabajo, deben tomarse como orientativos ya que, para conocer realmente las características de una zona, se deben realizar los análisis necesarios para determinar, en dicha zona, si se cubren las necesidades de una nueva instalación; así como predecir, en la medida de lo posible, las posibles repercusiones que el cultivo tenga sobre el medio.

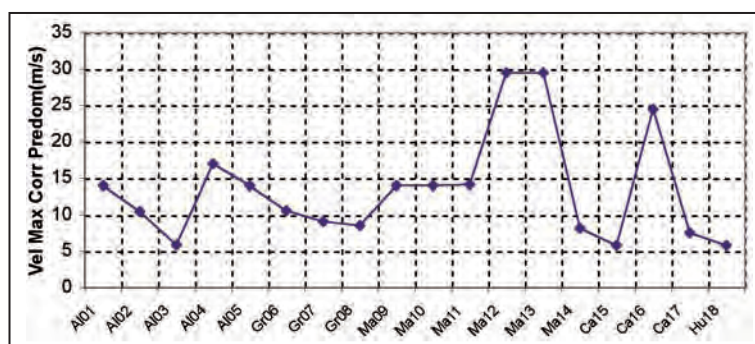
A continuación se analizan desde un punto de vista cuantitativo y cualitativo, a nivel provincial, las principales conclusiones obtenidas para las zonas estudiadas y su grado de interés para el desarrollo de los cultivos marinos, teniendo en cuenta que los resultados comentados son la integración de la información sobre la caracterización físico-química y biológica de las zonas, y posteriormente relacionado con la compatibilidad administrativa de las mismas.

Finalmente, es preciso remarcar que, el hecho de que una zona presente un grado de interés bajo, no implica que sea una zona no apta para cultivos marinos sino que, o bien por la presencia de alguna incompatibilidad administrativa o bien por que alguna de las condiciones medioambientales no son las mejores, no hacen recomendable el uso de dichas zonas para el desarrollo de la actividad.

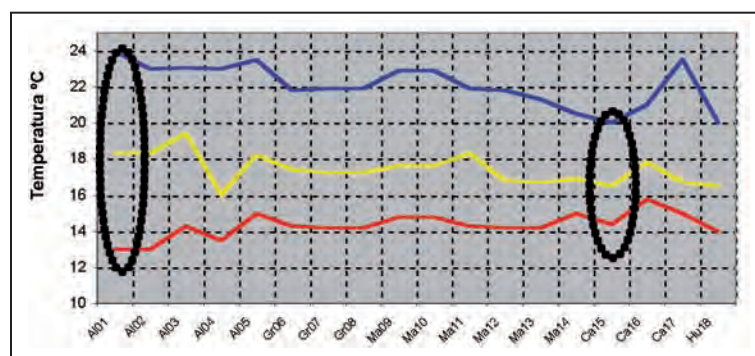
5.1. RESULTADOS OCEANOGRÁFICOS Y AMBIENTALES

Si analizamos los datos oceanográficos y ambientales obtenidos en un contexto geográfico regional (desde Almería hasta Huelva), podríamos extraer las siguientes consideraciones:

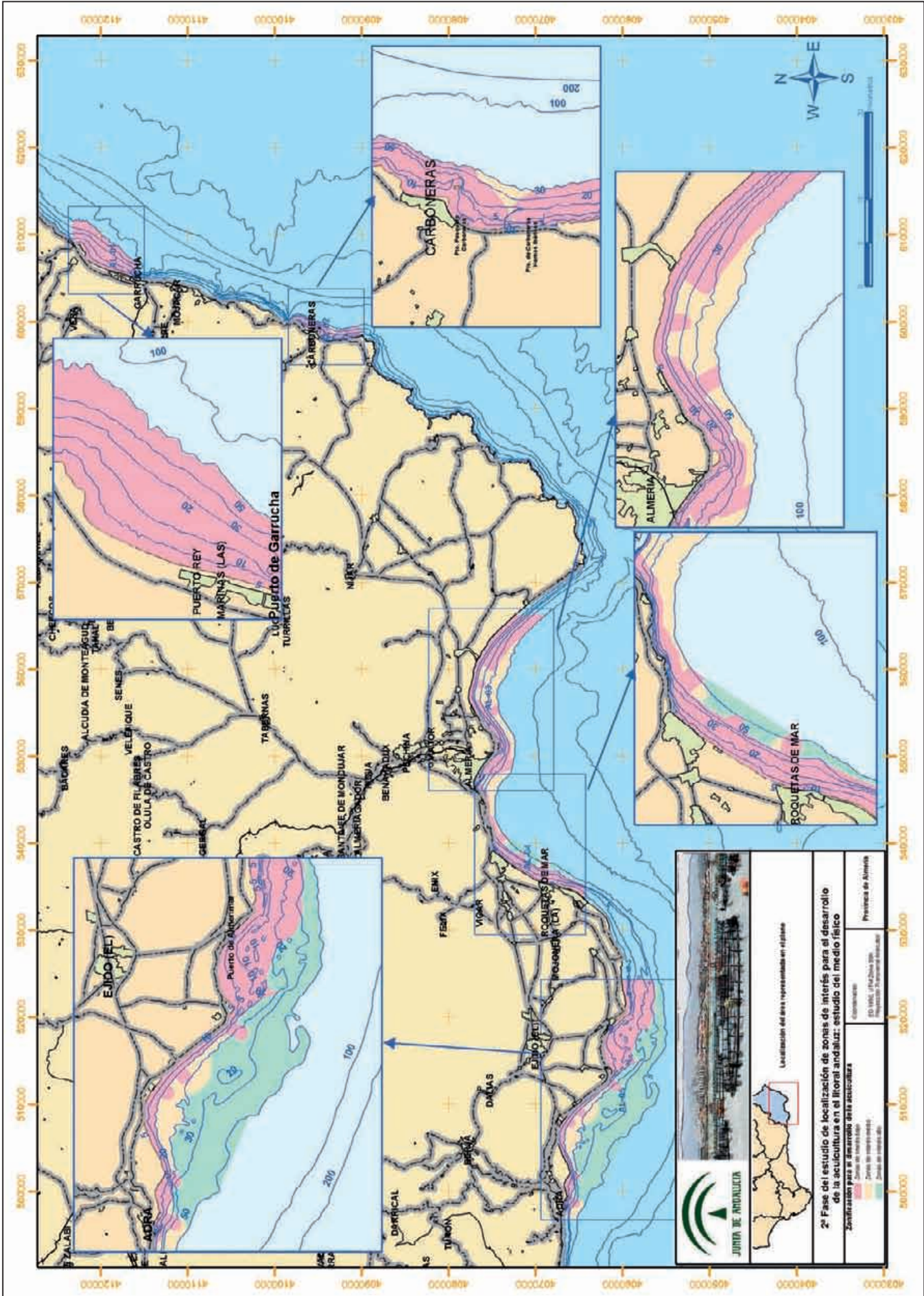
- La climatología presenta un patrón similar en toda la costa a excepción de la provincia de Almería donde el clima desértico influye sobre el resto de las condiciones meteorológicas. Los vientos son más fuertes cuanto más nos acercamos al estrecho de Gibraltar desde ambos lados, el sur mediterráneo y el suratlántico.
- Atendiendo a la batimetría se observan dos grandes zonas. La primera abarca toda la zona suratlántica hasta las proximidades del Estrecho de Gibraltar donde la plataforma continental presenta una pendiente muy suave, lo que hace que para alcanzar profundidades superiores a los 30 metros sea necesario alejarse bastante de la costa. Por el contrario, desde la Bahía de Algeciras hasta la provincia de Almería estas profundidades se encuentran relativamente cerca de la costa.
- Analizando los valores máximos de la velocidad de corriente obtenidos en las diferentes zonas podemos observar como los más bajos se dan en zonas de Almería y Granada, mientras que las corrientes más fuertes aparecen en las zonas de Málaga, y en la zona de Barbate en Cádiz.




- Respecto al oleaje, las peores condiciones se dan en las provincias de Cádiz y Huelva, donde el período de retorno para olas de $H_{max} > 6$ m es menor de dos años y para olas de $H_{max} > 10$ es de 5 años, valores que deben tenerse en cuenta a la hora de realizar los correspondientes cálculos de resistencia, estabilidad y fondeo de los sistemas de cultivo.
- En cuanto al sustrato dominante en el fondo marino, en casi todas las zonas analizadas encontramos arenas, o arenas y fangos, por lo que éste no es un aspecto relevante dado que sobre ambos tipos se pueden fondear las instalaciones sin problemas.
- Respecto a las variables analizadas para establecer el índice de calidad de aguas, no se han observado valores anormalmente raros para el cultivo de peces, ni por defecto ni por exceso, ya que tanto la salinidad como el oxígeno, como los sólidos en suspensión y otros, se mantienen en rangos adecuados. No obstante, cabe resaltar el efecto de la temperatura, ya que los promedios obtenidos para el período 1993-2003, muestran que hacia el mediterráneo aumentan el rango de temperaturas máximas y mínimas de manera que los cambios estacionales son más acusados, mientras que hacia el atlántico aunque la máxima es más baja, la temperatura media se mantiene más constante debido principalmente a las propias condiciones oceanográficas que favorecen los procesos de mezcla.




- Respecto a las comunidades bentónicas, se han identificado algunas a lo largo de toda la costa, desde las praderas de fanerógamas que aparecen en Almería hasta los fondos dominados por rodófitas calcáreas. Todas estas zonas se han clasificado de acuerdo a la normativa ambiental en vigor y se han aplicado las correspondientes medidas de protección.





JUNTA DE ANDALUCÍA



Localización del área representada en el plano

2ª Fase del estudio de localización de zonas de interés para el desarrollo de la acuicultura en el litoral andaluz: estudio del medio físico

Zonificación para el desarrollo de la acuicultura

<p>Colorimetría:</p> <ul style="list-style-type: none"> Zona de interés medio Zona de interés alto Zona de interés alto 	<p>Coordenación:</p> <p>ED 1065 / FOLIO 20 de 20 Resolución: 17 de mayo de 2011</p> <p>Provincia de Almería</p>
--	--

5.2. RESULTADOS RESPECTO A LA CLASIFICACIÓN O ZONIFICACIÓN.

471

La provincia de Almería, desde el punto de vista cuantitativo presenta un interés medio-bajo, ya que de las cinco zonas estudiadas, solo dos podríamos considerar que presentan zonas de alto interés y son la zona de Adra-Almerimar con más del 90% de alto interés y la zona de Roquetas- Aguadulce con más del 50% de alto interés. El resto, va perdiendo interés conforme avanzamos desde la zona de Costacabana hacia Carboneras y Garrucha, la cual casi el 60% de la zona presenta un interés bajo.

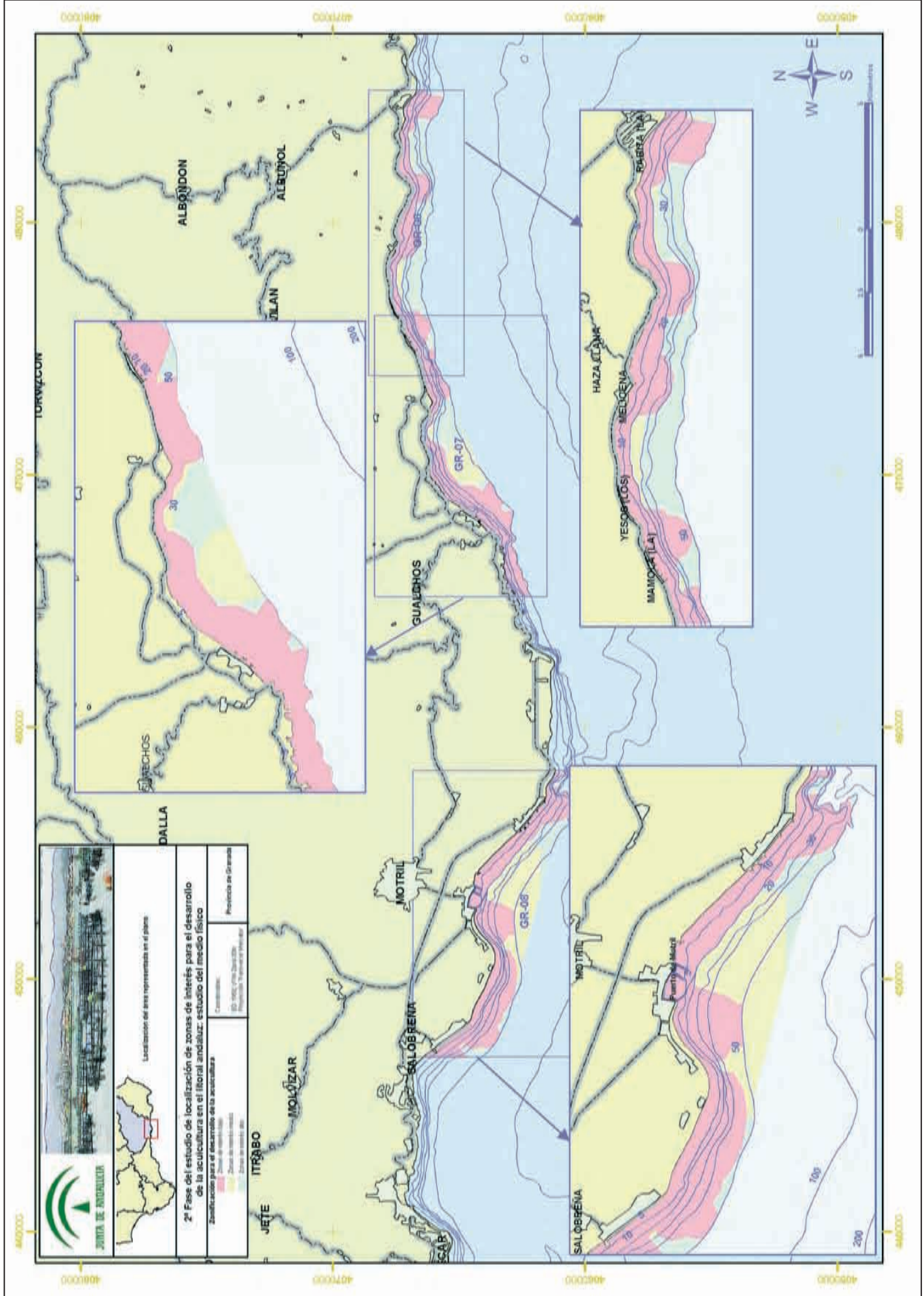
Desde el punto de vista cualitativo, el litoral almeriense presenta unas condiciones ambientales interesantes para los cultivos marinos, principalmente por la calidad del agua, el tipo de fondo y las profundidades disponibles, pero por el contrario, se detectan otros factores que pueden ser limitantes como el oleaje o las corrientes en determinadas zonas expuestas como Adra, o Garrucha. Sin embargo éstos son extremos que deben ser contrastados a partir del análisis de una mayor cantidad de datos. Otro factor limitante en todo el litoral, pero especialmente desde Cabo de Gata hacia Garrucha es la presencia de hábitat de interés medioambiental y especialmente praderas de fanerógamas marinas. No obstante, este tipo de hábitat se ubican a profundidades menores de 30 metros, línea batimétrica a partir de la cual es más interesante la instalación de sistemas de cultivo debido a que amortigua mucho más las condiciones ambientales, por lo que no deben descartarse estas zonas sin hacer las oportunas comprobaciones.

La zona de Carboneras, es una zona pequeña entre el puerto y el Islote de San Andrés donde existe una zona con cierto interés a partir de los 30 m de profundidad, que aunque está algo expuesta ofrece buenas condiciones de calidad de agua y fondo marino y sobre todo buenos accesos a costa. La zona de Costacabana presenta más o menos las mismas condiciones a excepción de la distancia a puerto.

La zona de Roquetas-Aguadulce podría ser la zona más interesante en conjunto de las estudiadas en Almería pues ofrece buenas condiciones ambientales, existen varios accesos portuarios pero existen multitud de afecciones de índole administrativo que habría que valorar.

El factor limitante en las zonas estudiadas en Almería podría ser la continua presencia de zonas protegidas medioambientalmente ya que las condiciones físico- químicas son adecuadas para el desarrollo de la acuicultura.

Zona de estudio	Área estudiada		Grado de Interés	
	(m ²)	Hectáreas	%	Calificación
Al-01 Garrucha	4.748.916	474,89	57,98	Bajo
	3.441.513	344,15	42,02	Medio
Al-02 Carboneras	1.059.027	105,90	52,87	Bajo
	944.072	94,40	47,13	Medio
Al-03 Punta del Río	3.124.002	312,40	28,19	Bajo
	7.957.161	795,71	71,81	Medio
Al-04 Roquetas-Aguadulce	3.937.785	393,77	32,20	Bajo
	2.010.128	201,01	16,44	Medio
Al-05 Adra-Almerimar	6.280.692	628,06	51,36	Alto
	4.624.822	462,48	7,20	Bajo
	1.747.136	174,71	2,72	Medio
	57.855.526	5.785,55	90,08	Alto



Logo: JUNTA DE ANDALUCÍA

Location: Localización de áreas representadas en el plano

Title: 2ª Fase del estudio de localización de zonas de interés para el desarrollo de la acuicultura en el litoral andaluz: estudio del medio físico.

Sub-title: Zonificación para el desarrollo de la acuicultura

Contributors: ID 1052, 076, 046, 028; Repoblación y Tratamiento de Aguas

Project: Proyecto de Granada

La provincia de Granada, desde el punto de vista cuantitativo podríamos decir que presenta un interés medio alto, con zonas como la 06 donde más de 80% es de alto interés y en las otras dos más 50% presenta un interés medio.

Desde el punto de vista cualitativo, la provincia de Granada tiene buenas condiciones ambientales para el desarrollo de la acuicultura si bien son áreas con una pendiente acusada, poco abrigadas y suelen estar alejadas de infraestructuras portuarias que es quizás el handicap más importante. En cuanto a la calidad del agua es muy similar a la encontrada en Almería, si bien el tipo de fondo encontrado suele tender más hacia fangos y arenas gruesas, y también aparecen algunas biocenosis de cierto interés ecológico pero no son praderas de fanerógamas.

La zona de la Mamola y La Rábida es una zona bastante interesante desde el punto de vista administrativo y ambiental, siendo el factor limitante por un lado la elevada pendiente del fondo de cara al fondeo de la instalación y por otro lado su lejanía respecto a puertos, aunque también es cierto que existen muchos núcleos de varada en las playas próximas que quizás pudieran adaptarse mínimamente para estos efectos.

La zona de Castell de Ferro, parece una zona más abrigada, donde se identifican mayores problemas de índole administrativo consecuencia de exceptuando la presencia de hábitat de interés, pero con buenas condiciones ambientales.

La zona de Motril, está directamente influenciada por la presencia de una gran área de dominio público portuario, y la presencia de importantes focos de emisión (vertidos y emisarios). Desde el punto de vista de las condiciones de medio es una zona interesante y la proximidad del puerto debe considerarse como un factor positivo como apoyo con sus infraestructuras. En alguna zona puntual hay que tener en cuenta biocenosis de interés ecológico y además existen zonas de pesca próximas.

En definitiva, las condiciones ambientales son interesantes para hacer acuicultura, sin embargo existen factores limitantes de índole administrativo que habrá que tener en cuenta.

Zona de estudio	Área estudiada		Grado de Interés	
	(m ²)	Hectáreas	%	Calificación
Gr-06 La Mamola- La Rábida	375.558	37,6	14,14	Bajo
	148.217	14,8	5,58	Medio
	2.133.096	213,3	80,29	Alto
Gr-07 Castell de Ferro	121.979	12,2	3,89	Bajo
	2.521.543	252,2	80,49	Medio
	489.249	48,9	15,62	Alto
GR-08 Salobreña-Torre Nueva	1.538.610	153,9	25,93	Bajo
	3.557.784	355,8	59,96	Medio
	837.318	83,7	14,11	Alto



Localización del área representada en el plano

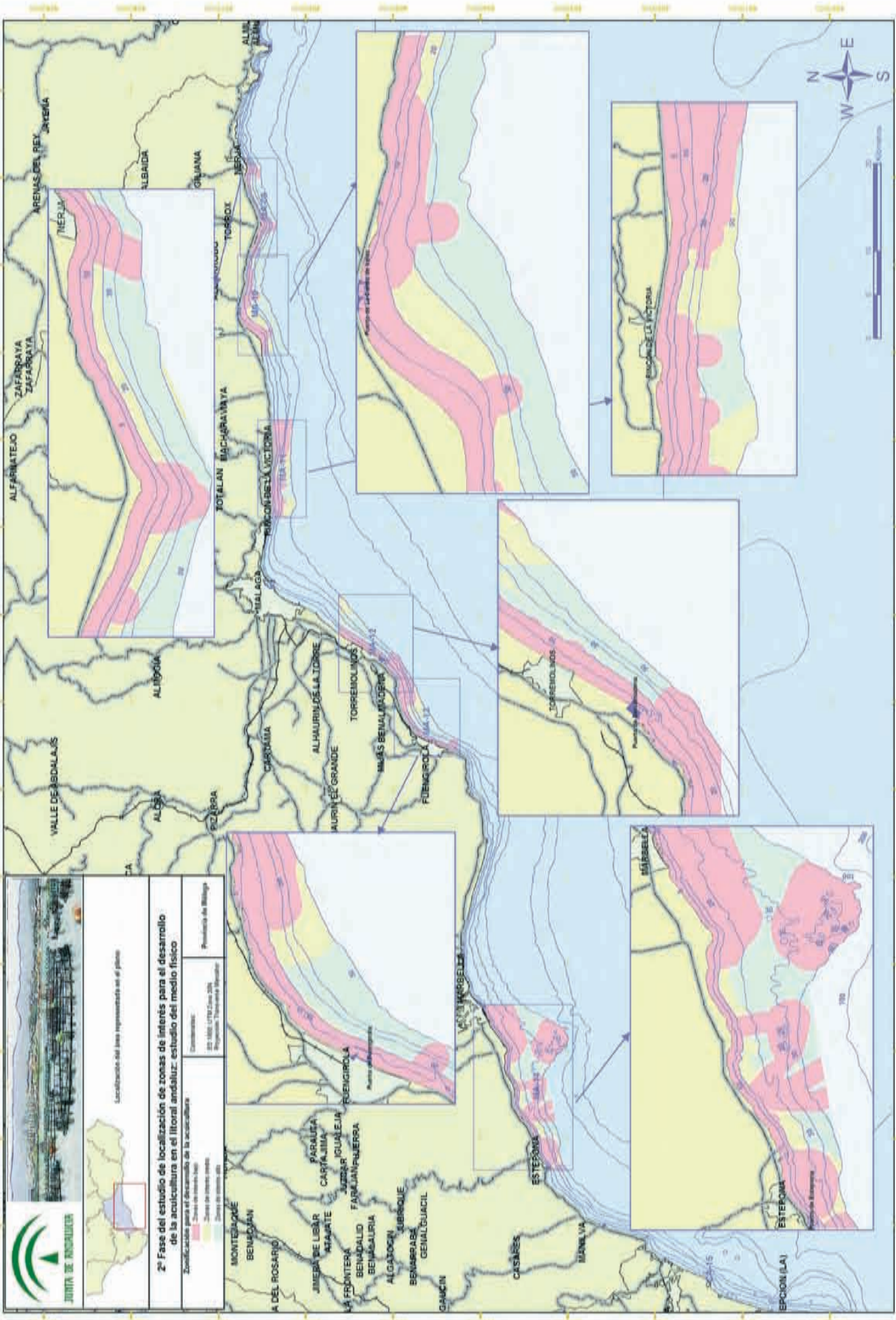
2ª Fase del estudio de localización de zonas de interés para el desarrollo de la acuicultura en el litoral andaluz: estudio del medio físico

Zonificación de las áreas de localización de la acuicultura

- Zona de interés alto
- Zona de interés medio
- Zona de interés bajo

Coordenadas:
Eje X: UTM (Escala 1:50.000)
Eje Y: UTM (Escala 1:50.000)

Provincia de Málaga
Málaga, Torremolinos y Fuengirola



En la provincia de Málaga, por la extensión de su frente costero se estudiaron seis zonas y desde el punto de vista cuantitativo es un litoral muy interesante para el desarrollo de los cultivos marinos. Algunas zonas como la de Torremolinos o la de Fuengirola superan el 90% en el grado de interés alto, y el resto exceptuando el Rincón de la Victoria, superan el 50 % en el grado de interés medio. La zona más interesante es pues la de Torremolinos, cuyo grado de interés es del 100% alto.

Desde el punto de vista cualitativo, la zona del Torrox(El Peñoncillo), es una zona con buenas condiciones ambientales para el cultivo de peces y moluscos, a excepción para este último grupo las incidencias sanitarias detectadas(biotoxinas). Físicamente parece una zona expuesta pero los datos meteorológicos obtenidos no reflejan la presencia recurrente de grandes temporales. Otros factores a tener en cuenta serán por una lado la distancia a puerto ya que el más cercano es el de Caleta- Vélez y está a más de 6-7 millas; y por otro lado la presencia de zonas de pesca tradicionales. Idénticas condiciones se dan en la zona de La Caleta, a excepción de la proximidad de infraestructuras portuarias.

En la zona del Rincón de la Victoria, los factores limitantes están directamente relacionados con el ámbito administrativo, por la presencia de usos, ocupaciones o actividades que pueden causar interferencias con la actividad acuícola como son los emisarios submarinos y las zonas de extracción de áridos fundamentalmente. Por lo demás, las condiciones ambientales son adecuadas para realizar cultivos marinos, exceptuando la aparición de episodios de biotoxinas y la presencia de áreas de pesca en las zonas próximas.

La zona de Benalmádena Costa – Torremolinos y la zona de Fuengirola son dos zonas de características similares por la situación y orientación del polígono. Las condiciones ambientales son muy buenas, exceptuando la incidencia de episodios de biotoxinas, y solo encontramos limitaciones de origen administrativo o competencias por el espacio, debido fundamentalmente a la presencia de núcleos turísticos y por otro lado emisarios submarinos. La presencia generalizada de arrecifes artificiales en las proximidades de las áreas de estudio, se entiende que no debe suponer una limitación para la instalación de nuevas granjas marinas.

En general en todas las zonas de Málaga se identifica un sector pesquero de cierta importancia y que normalmente opera en las proximidades de las zonas de estudio.

Finalmente la zona de Estepona, presenta algunas singularidades especialmente por la presencia de hábitats protegidos y otras biocenosis de interés ecológico en los alrededores del área de estudio. Por otro lado la calidad de agua, aunque presenta algunas oscilaciones a lo largo del polígono pero en general se podría considerar adecuada para el cultivo, teniendo en cuenta que aquí el promedio mensual de temperaturas indica que el rango es mucho más estrecho y las valores más bajos. Si en la zona de Garrucha en Almería, en el promedio mensual de 10 años las temperaturas máximas alcanzadas fueron de 24 °C, en Estepona esta temperatura ronda los 20 °C.

Otro factor limitante, ya común en casi todas las zonas de Málaga es la frecuente aparición de episodios de biotoxinas. La presencia de áreas de pesca también es importante y como tal debe ser tomada en cuenta, además compatibilizar la acuicultura con la presencia de importantes zonas de interés turístico.

Zona de estudio	Área estudiada		Grado de Interés	
	(m ²)	Hectáreas	%	Calificación
Ma-09 Torrox (Peñoncillo)	383.780	15,9	7,88	Bajo
	1.157.220	138,2	23,77	Medio
	3.328.103	312,8	68,35	Alto
Ma-10 La Caleta (Vélez-Málaga)	1.854.994	185,5	26,73	Bajo
	1.015.158	101,5	14,63	Medio
	4.069.844	407,0	58,64	Alto
Ma-11 Rincón de la Victoria	3.491.053	349,1	53,76	Bajo
	2.516.734	251,7	38,75	Medio
	486.542	48,7	7,49	Alto
Ma-12 Torremolinos	259.676	26,0	6,13	Bajo
	3.979.636	398,0	93,87	Alto
MA-13 Fuengirola	2.855.792	285,6	100,00	Alto
Ma-14 Estepona-Marbella	8.749.139	874,9	29,55	Bajo
	373.798	37,4	1,26	Medio
	20.481.623	2.048,2	69,18	Alto

En la provincia de Cádiz, desde el punto de vista cuantitativo podemos extraer a partir de los resultados obtenidos que la zona más interesante es la de La Atunará en la Línea de la Concepción, seguida a bastante distancia por la zona de Chipiona- Rota y finalmente Barbate cuyo interés es escaso dado que solo un 28% de la zona resulta con interés alto.

Desde el punto de vista cualitativo, la zona de La Atunara, presenta buenas condiciones de calidad de aguas, con rango de temperaturas estrecho lo que favorece la estabilidad en el crecimiento, sin embargo la condiciones relativas a las corrientes y el oleaje son menos interesantes, presentando valores que pueden resultar condicionantes para la evolución del cultivo fundamentalmente por las cercanías al Estrecho de Gibraltar y la disposición del área de estudio en condiciones altamente expuestas. Por otro lado, al igual que ocurre en todas las zonas estudiadas de la provincia de Málaga, habrá que tener en cuenta la presencia de frecuentes episodios de contaminación por biotoxinas.

El sector pesquero en la zona es también importante, pudiendo a veces coincidir las zonas identificadas como áreas de pesca tradicionales, por lo que habrá que tener en cuenta este factor.

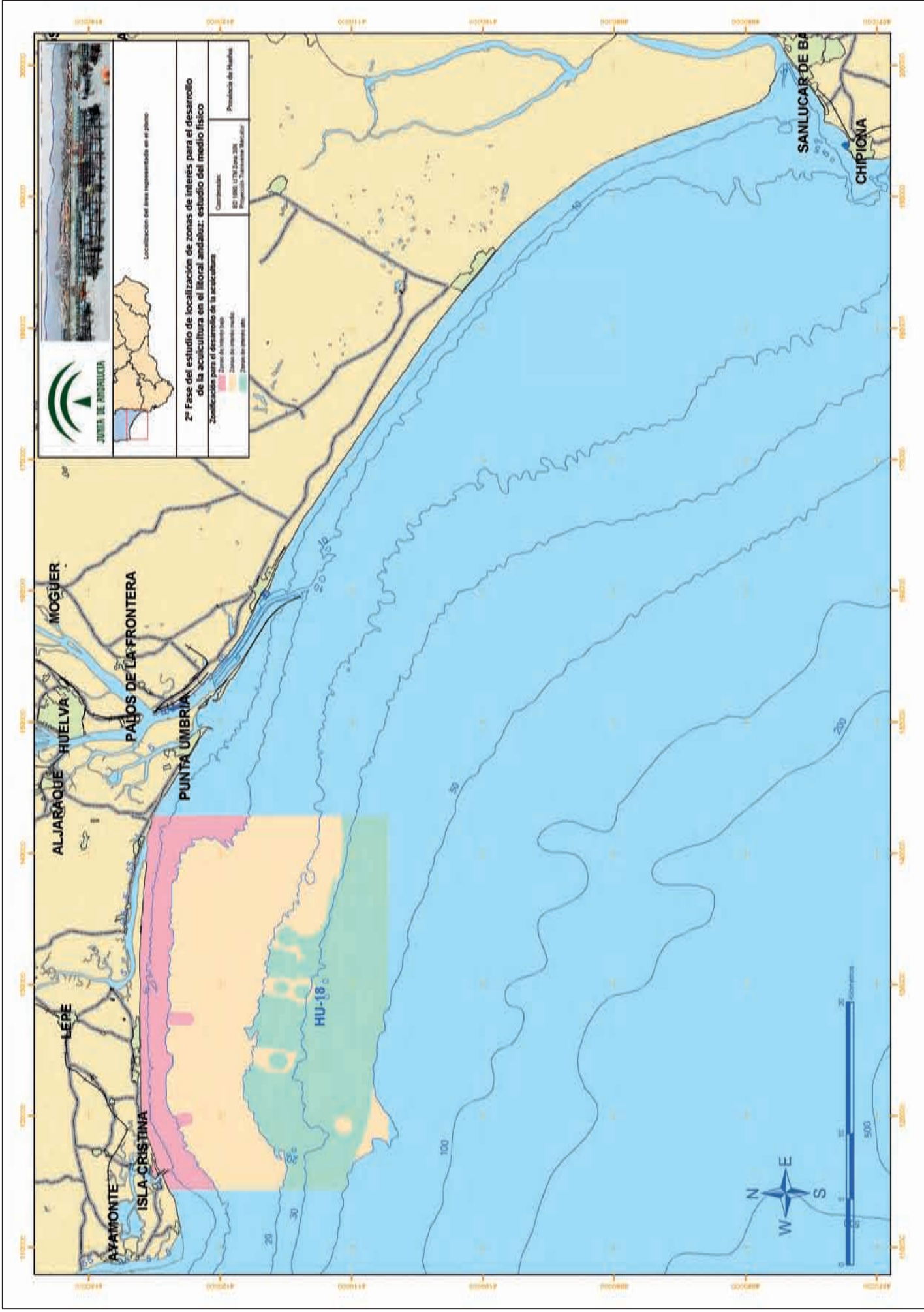
La zona de Barbate, presenta un grado de interés medio bajo principalmente por la presencia de factores de ámbito administrativo que condicionan la utilización del espacio, principalmente zonas de extracción de áridos y espacios protegidos. También hay que tener en cuenta la almadraba de la zona ya que existe una distancia de precaución establecida por una norma que prohíbe cualquier instalación en un radio de 3 millas.

Respecto a las condiciones ambientales, el factor limitante es la oceanografía y fundamentalmente las corrientes, aunque también la calidad de agua disminuye gradualmente en alguno puntos del entorno. Esto hace que, de todo el polígono estudiado, solo una parte pequeño pueda ser interesante para el desarrollo de cultivos marinos.

Por último, la zona de Chipiona – Rota, a priori parece una zona altamente expuesta a condiciones oceanográficas adversas que, como consecuencia de las condiciones meteorológicas, se presentan regularmente, principalmente fuertes corrientes y oleajes. La calidad del agua se ve condicionada de forma puntual por las concentraciones de sólidos en suspensión y clorofila, probablemente asociado a la presencia de las desembocaduras de ríos y sus descargas, pero en general se puede decir que las condiciones son aptas para realizar cultivos marinos.

Es una zona fuertemente ocupada y por tanto, a la hora de seleccionar un ubicación habrá que analizar la compatibilidad de usos, sobre todo con la presencia de zonas portuarias y militares.

Zona de estudio	Área estudiada		Grado de Interés	
	(m ²)	Hectáreas	%	Calificación
Ca-15 La Atunara	733.694	73,4	4,24	Bajo
	2.660.924	266,1	15,37	Medio
	13.919.534	1.392,0	80,39	Alto
Ca-16 Barbate	3.570.349	357,0	39,78	Bajo
	2.854.596	285,5	31,81	Medio
	2.549.246	254,9	28,41	Alto
Ca-17 Chipiona-Rota	18.659.891	1.866,0	20,51	Bajo
	42.998.067	4.299,8	47,25	Medio
	29.334.018	2.933,4	32,24	Alto



Junta de Andalucía

Localización del área representada en el plano

2ª Fase del estudio de localización de zonas de interés para el desarrollo de la acuicultura en el litoral andaluz: estudio del medio físico

Clasificación para el desarrollo de la acuicultura

<ul style="list-style-type: none"> Zonas de interés alto Zonas de interés medio Zonas de interés bajo 	<ul style="list-style-type: none"> Compatibilidad SO 1000 (L 179) Zona 2004 Programa de Tratamiento Marítimo Prohibición de Pesca
--	---



La provincia de Huelva, desde el punto de vista cuantitativo presenta un interés alto ya que cerca del 90% de la superficie estudiada resulta con este grado de interés.

Cualitativamente, la zona de la Antilla, tiene como handicap más importante su distancia a puerto, algo que sin duda influye sobre la gestión de una instalación acuícola, de peces sobre todos por su mantenimiento. Respecto a la calidad de agua, es una zona abierta que ofrece buenas condiciones de temperatura, oxígeno y salinidad, sin embargo desde el punto de vista oceanográfico es una zona altamente expuesta con fuerte oleaje. Hay que tener en cuenta la presencia de ríos que descargan en las zonas próximas, así como las posibles interferencias que se puedan generar con el sector pesquero de la zona.

Es posible que el desarrollo en esta zona de algún proyecto de cultivo experimental ayude a obtener una información complementaria sobre su viabilidad técnica para la instalación de granjas marinas.

Zona de estudio	Área estudiada		Grado de Interés	
	(m ²)	Hectáreas	%	Calificación
Hu-18 La Antilla	13.933.110	1.393,3	11,59	Medio
	106.246.960	10.624,7	88,41	Alto

Como **conclusiones finales** se puede comentar que los resultados obtenidos muestran que en general para todas las zonas estudiadas, desde el punto de vista del medio son susceptibles o interesantes para el desarrollo de algún tipo de acuicultura por cuanto los datos de los parámetros físico-químicos y biológicos se encuentran en unos rangos que así lo permiten. Ahora bien, el tipo de acuicultura desarrollado en Andalucía en la actualidad debe ser lo suficientemente competitivo como para subsistir en el sector, y para ello deben buscarse las zonas donde las condiciones ambientales sean no solo interesantes sino idóneas para cada cultivo.

A partir de los planos resultantes de la valoración final, cabe destacar la influencia que tienen los resultados obtenidos para el estudio del ámbito técnico administrativo sobre el resultado final de la zonificación, lo cual puede interpretarse como la influencia que va a tener la búsqueda de espacios disponibles sobre las propias características de las masas de agua. Parecería lógico pensar que lo más importante para realizar un cultivo debería ser contar con unas condiciones medioambientales óptimas, sin embargo en la práctica, la situación de las granjas va a depender siempre de la compatibilidad de usos y disponibilidad de espacios.

Así pues, con toda la información analizada e interpretada en las 18 zonas de estudio, parece claro que, salvando las interferencias por el uso del espacio (alejándonos de la línea de costa hasta profundidades superiores de 30-40 metros), no existiendo en las proximidades hábitat protegidos (praderas de fanerógamas), y no coincidiendo exactamente con zonas habituales y autorizadas de pesca, las condiciones físico-químicas sobre todo la calidad de agua (teniendo en cuenta las variaciones estacionales) permiten desarrollar cultivos marinos con mayor o menor fiabilidad técnica en todas las zonas. No obstante, el estudio de viabilidad técnica de una zona en concreto para ubicar una granja marina precisa de un análisis más profundo para lo cual, la información que se aporta en este documento puede ser de ayuda y complemento.

A partir de aquí, y dentro de la línea de trabajo emprendida en el año 2001 por la Consejería de Agricultura y Pesca, para la localización de zonas de interés para cultivos marinos en Andalucía, una vez desarrolladas las fases de estudio del ámbito técnico administrativo y ambiental en la zona de mar abierto, los trabajos deberían proseguir de la siguiente forma:

- a. Seleccionar alguna de las estudiadas por su grado de interés y elaborar una Propuesta de Declaración de Zonas de Interés para cultivos marinos.
- b. Elaborar Planes de desarrollo acuícola para las zonas de interés declaradas, teniendo en cuenta al menos los siguientes aspectos:
 - Situación geográfica y condiciones ambientales.
 - Características Técnicas, respecto al tipo de proyectos a autorizar en el polígono:
 - i. Instalaciones(jaulas, bateas, etc)
 - ii. Especies
 - iii. Capacidad de producción
 - Programa de Vigilancia Ambiental del polígono.
 - Gestión administrativa de la zona: tramitación de autorizaciones, balizamiento, etc.
 - Seguimiento científico- técnico del desarrollo acuícola previsto.
 - i. Organismo encargado
 - ii. Alcance de los trabajos.

De todo lo anterior, podemos extraer fácilmente, que la localización de zonas de interés para la acuicultura debe continuar para mejorar el conocimiento del entorno natural y su interrelación con los procesos productivos derivados de los cultivos en mar abierto. Todo ello teniendo en cuenta tres factores, un contexto geográfico local altamente cambiante y dinámico como es la franja costera, una actividad productiva emergente que necesita espacios para su consolidación y desarrollo, y un entorno natural que precisa de su protección y sostenibilidad.

6

BIBLIOGRAFÍA



1. Borja A, Uriarte A.D., Castro, R., Bald, J. (2000) **Protocolo a utilizar para el establecimiento y seguimiento medioambiental de jaulas de cultivo en mar en España.** Junta Asesora Nacional de Cultivos Marinos (JACUMAR). Aprobado con carácter definitivo por la 49ª JACUMAR de 6 de noviembre de 2000.
2. Del Castillo y Rey, F.; Daza Cordero, J.L. y Márquez Pascual, I. (2001) **Estudio integral de la pesquería del erizo y la anémona de mar en las Provincias de Cádiz y Málaga.** Dirección General de Pesca y Acuicultura, Consejería de Agricultura y pesca. Junta de Andalucía
3. Del Castillo y Rey, F.; Daza Cordero, J.L. y Márquez Pascual, I. (2002) **Estudio integral de la pesquería del erizo y la anémona de mar en las Provincias de Granada y Almería.** Dirección General de Pesca y Acuicultura, Consejería de Agricultura y pesca. Junta de Andalucía
4. Espino, M. (1994). **Estabilización de la superficie libre en la solución de ecuaciones de Shallow-Water por Elementos Finitos.** Aplicaciones oceanográficas. Barcelona.
5. Espino, M., González, M., Hermosilla, F., Uriarte, A., Chumbe, S., García, M.A., Borja, A. y S.-Arcilla, A., (1997). **HPC simulations of pollution events at the San Sebastian Coast (N. Spain).** Measurements and Modelling. Environmental Pollution Computational Mechanics Publications, 3-12.
6. **Estudio previo para la instalación de un arrecife artificial en la costa de Motril (Granada).** Dirección General de Pesca y Acuicultura, Consejería de Agricultura y pesca. Junta de Andalucía (2002)
7. González, M. (1994). **Un modelo numérico en Elementos Finitos para la corriente inducida por la marea.** Aplicaciones al Estrecho de Gibraltar. Tesina de especialidad UPC, Barcelona.
8. González, M., García, M.A., Espino, M. Y S.- Arcilla, A. (1994). **Un modelo armónico en Elementos Finitos para la corriente inducida por la marea.** Modelado de Sistemas en Oceanografía, Climatografía y Ciencias Medioambientales: aspectos matemáticos y numéricos. Editores A. Valle y C. Parés, 199-204 (1994, España).
9. González, M., García, M.A., Espino, M. Y S.- Arcilla, A. (1995). **Un modelo numérico en Elementos Finitos para la corriente inducida por la marea.** Aplicaciones al Estrecho de Gibraltar. Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería. Vol. 11, no 3, 1995, 383-400
10. González, M., García, M.A., Espino, M. Y S.- Arcilla, A. (1995). **Finite Element modelling of the tide-current interactions in the Strait of Gibraltar.** Rapp. Comm. Int. Mer Medit. , 34, 180 (1995, Malta).
11. González, M., García, M.A., Espino, M. Y S.- Arcilla, A. (1995). **FEM analysis of the vertical structure of tidal currents.** Finite elements in fluids: new trends and applications. Eds. M. Morandi Cecci, K. Morgan, J. Periaux, B.A. Scherfler y O.C. Zienkiewicz, parte II, 1451-1460 (1995, Italia)
12. González, M., Espino M., Chumbe, S. M., García, M. Y S.- Arcilla, A. (1998). **Performance of Iterative Algorithms for the solution of the shallow-water equation.** Thenth International Conference on Finite elements in fluids. Eds. M. Hafez, J.C. Heinrich, 381-386 (1998, USA)
13. González, M.; Uriarte, Ad.; Motos, L.; Borja, A.; Uriarte, A. (1998) **Validation of a numerical model for the study of anchovy recruitment in the bay of Biscay.** OCEANS '98 (IEEE Conference & Exhibition), Niza (Francia).
14. Gowen, J.R., And Bradbury, N.B. (1987). **The ecological impact of salmonid farming coastal waters: a review.** Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 1987, 25, 563-575.
15. Hermosilla, F. (1996) **Estudio de la dispersión de contaminantes en el mar mediante el M.E.F.** Tesina de especialidad UPC. Barcelona.
16. Hermosilla, F., Espino, M., González, M., García, M., Chumbe, S. y Arcilla, A. (1997). **Simulación Numérica de la contaminación por vertidos hipotéticos de hidrocarburos en la plataforma catalana.** I Congreso Nacional de Investigaciones y de Innovaciones Tecnológicas en el Ámbito Marítimo, 121- 131.
17. Hogben, N., Lumb, F. (1997). **Ocean wave statistics.** National Phys. Laboratory.
18. **Inventario, Evaluación y Programa de Conservación de hábitats de interés prioritario del litoral de Almería.** Sistema de Información Ambiental de Andalucía (SIMA).Consejería de Medio Ambiente Junta de Andalucía (1998)
19. Jardine, T.P. (1979). **The reliability of visual wave heights.** Coastal Eng., Elsevier. N° 3, pp 33-39.
20. Luque A.A. y Templado, J.C., (2004) **Praderas y bosques marinos de Andalucía.** Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 336 p.p.
21. Macías Rivero, J.C.; Del Castillo y Rey, F. y Álamo Zurita, C. (2002) **Zonas idóneas para el desarrollo de la acuicultura en el litoral andaluz.** Dirección General de Pesca y Acuicultura, Consejería de Agricultura y pesca. Junta de Andalucía
22. Malczewski, J. (1999) **GIS and multicriteria decisión análisis.** John Wiley & Sons, INC.

23. Manzano Harriero J.C., Naranjo Márquez J.M., Aguilar Perea M., Sánchez-Lamadrid A., Jiménez Peral T., Ruiz Segura J., Gutiérrez Mas J.M., Muñoz Pérez J.L., Saavedra Martín M., Juárez Dávila A., Pérez Pastor A., Romero Romero Z., (2002). **Bahía de Cádiz: Protección de los recursos naturales pesqueros y aplicaciones para instalaciones acuícolas.** Dirección General de Pesca y Acuicultura, Consejería de Agricultura y pesca. Junta de Andalucía
24. Meaden, G.J. y Kapetsky, J.M. (1992) **Los sistemas de información geográfica y la telepercepción en la pesca continental y la acuicultura.** FAO Documento Técnico de Pesca. N° 318. Roma. 266 pp.
25. Millot, C., (1987) **Circulation in the western Mediterranean Sea.** *Oceanol. Acta*, 10(2): 143-149.
26. Moreno, D. y Guirado, J., (2003) **Nuevos datos sobre la distribución de las fanerógamas marinas en las provincias de Almería y Granada.** *Acta Botanica Malacitana*. N° 18: 105-120
27. **Propuesta de Lugares de Interés Comunitario de Andalucía.** Dirección General de Planificación, Consejería de medio Ambiente. Junta de Andalucía (2001)
28. Programa de clima marítimo (1991). **Atlas de análisis extremal sobre datos visuales de barcos en ruta.** Publicación n° 41.
29. Rigaux, P; Scholl, M. & Voisard,A. (2002) **Spatial databases with application to GIS.** Morgan Kaufmann Publishers
30. Rosas, G., Ramos, M.A. y García Valdecasas A. (1992). **Invertebrados españoles protegidos por convenios Internacionales.** ICONA-CSIC, Serie Técnica, 250 pp.
31. Sánchez de Lamadrid A., Ruiz J., García E., Juárez A., Jiménez T., Sobrino I., Romero Z., Blanco E., Macías D., Martínez-Aragón J.F., Jiménez P., Bruno M., Navarro G. (en prensa). **Estudio de los recursos pesqueros del Golfo de Cádiz.** Consejería de Agricultura y Pesca (Junta de Andalucía).
32. Templado, J. y col. (2004). **Guía de invertebrados y peces marinos protegidos por la legislación nacional e internacional.** Ministerio de Medio Ambiente. Museo nacional de Ciencias Naturales-CSIC, 214 p.p.
33. Varios Autores.(2002) **Marine Geography. GIS for the oceans an seas.** Joe Breman, Editor. ESRI Press.