

ESTUDIO INTEGRAL DE MEDIDAS CONTRA LA PESCA DE ARRASTRE: CALADERO CONIL-BARBATE (CADIZ)

Juan José Muñoz Pérez.

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Dr. en Ciencias Físicas.
*Ingeniero Jefe del Servicio de Proyectos y Obras de la Demarcación
de Costas de Andalucía-Atlántico.*

José María Naranjo Márquez.

Licenciado en Ciencias Biológicas.
Director del Centro de Investigación y Cultivos de Especies Marinas "El Toruño".

José Manuel Gutiérrez Mas.

Licenciado en Geología. Dr. en Ciencias del Mar.
Profesor Titular de la Universidad de Cádiz.

RESUMEN

Tras una somera revisión a la problemática de la pesca, se presenta una metodología para el estudio de los fondos y de la riqueza medio-ambiental y de recursos pesqueros de una zona con su aplicación al caso concreto de los caladeros de Conil-Barbate (Cádiz). Como protección frente a la acción de las artes de arrastre, se diseña la construcción y colocación de 611 módulos disuasorios agrupados en 11 barreras que impiden de manera absoluta el que faenen ese tipo de buques. La actuación, que se completa con la suelta de alevines, es abordada conjuntamente por los Ministerios de Medio Ambiente y de Agricultura, Pesca y Alimentación con la colaboración del Servicio de Pesca de la Junta de Andalucía y de las Cofradías de Pescadores.

ABSTRACT

An outline of some of the difficulties facing the fishing industry is followed by a methodology for study of the sea-bed and the environmental wealth and fishery resources of Conil-Barbate, an appropriate area for this study. As a measure of protection against trawling gear, 611 obstacles arranged in 11 cordons were designed and situated to the rule out any trawling activity in the zone. Fingerlings were released at the same time, the whole operation being controlled the Ministries of the Environment, and of Agriculture and Fishing, in collaboration with the Fishery Department of the Administration of Andalucía and the Fishing Unions.

Se solicitan
comentarios a este
artículo, que deberán
ser remitidos a la
Redacción de la ROP
antes del 30 de
febrero de 1999.

Recibido en ROP:
noviembre de 1998

INTRODUCCION GENERAL AL PROBLEMA DE LA PESCA

En los últimos 30 años, el sector pesquero mundial ha sido testigo de una transformación tecnológica sin precedentes, acompañada de importantes cambios político-económicos. Ambos aspectos han conducido a una situación de estancamiento por falta de recursos y a la aparición de una postura conservacionista, basada en el "Principio de Precaución", que hace tan sólo 15 ó 20 años parecía impensable. Han contribuido, además, al estado actual de las pesquerías y a la consiguiente búsqueda de alternativas más acordes con el Medio Ambiente y el respeto de los recursos naturales de los océanos.

Recordemos entre las transformaciones tecnológicas las experimentadas por las flotas (nuevos sistemas de navegación, de construcción naval, de pesca y de localización de pesquerías) y por los sistemas de conservación del producto (aparición de congelados y de métodos de transformación y preparación a bordo). El resultado ha sido un aumento espectacular del esfuerzo pesquero (Ver Tabla I). En los años 60, expertos mundiales y la FAO dieron la voz de alarma sobre las pesquerías y calcularon el máximo extraíble de los mares entre 100 y 120 millones de Tn (ODUM, 1972). En los años 90 (Período 90-95) se ha llegado ya a este límite, pues a los 80-85 millones de Tn de desembarco de flotas habría que añadir los 20 o 25 millones de Tn que la FAO calcula como descartes a nivel mundial (Informe FAO, 1997).

Los cambios político-económicos se reflejaron en el logro de la independencia de gran número de países y del consiguiente control de los recursos pesqueros de sus costas. A partir de los años 60, los países ribereños con recursos pesqueros aumentan el control de su Zona Económica Exclusiva (ZEE). Pero a partir de 1977, con la ampliación por parte de EE.UU. de su ZEE a 200 millas y la consiguiente aceptación de la misma por el resto de los países, es cuando más del 90% de los recursos pesqueros mundiales (plataformas continentales y zonas costeras de afloramientos) queda bajo la soberanía de los países ribereños. El resto de la superficie oceánica libre tiene una escasa productividad natural semejante a la de los desiertos terrestres (<50g de c/m² año, Margalef, 1974).

TABLA I

AÑO	Volumen desembarcado (mill. Tm.)
51	18
61	36
71	60
81	68
91	80

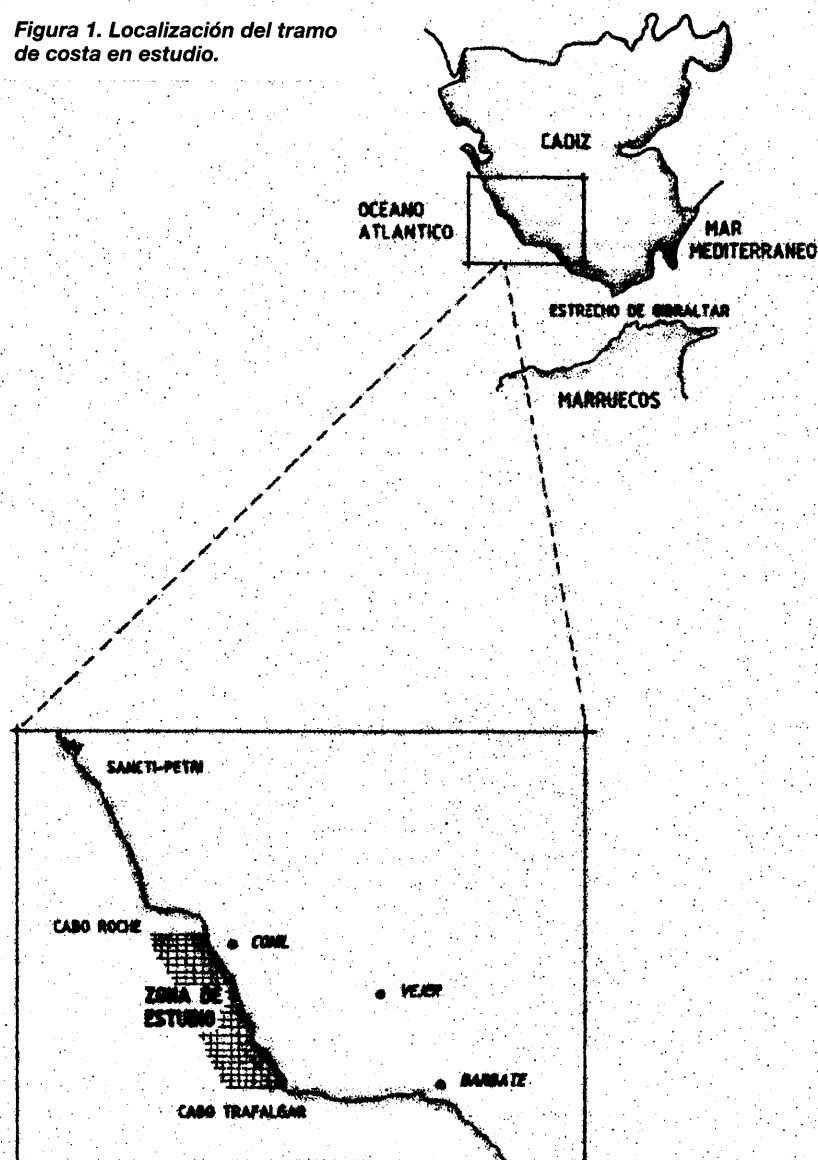
Datos tomados del informe FAO (1997)

Como resultado de lo antes expuesto, nos encontramos con que las flotas pesqueras mundiales han llegado al límite de explotación de los recursos naturales y más del 90% de estos recursos pesqueros "tienen dueño". De aquí las "Guerras de la pesca" y las interminables negociaciones de convenios y acuerdos de los últimos años (bacalao, fletán, etc.) entre los países con grandes flotas, como España, y los países ribereños propietarios de los recursos.

LOS ARRECIFES ARTIFICIALES COMO UNA ALTERNATIVA

Ante la evidencia de que "el Océano NO es una fuente inagotable de alimentos", los países consumidores de pescado y con grandes flotas comienzan a plantearse posibles alternativas: La acuicultura, los TAC (Total de Capturas Admisibles), tallas mínimas, regularización de las mallas y los artes, prohibición de zonas de pesca, etc. Igualmente, se abordan intentos de aumentar la productividad natural de los océanos, lo que se ha dado en llamar el "Cultivo del Mar", mediante la protección y potenciación de sus propios recursos. En este contexto se halla la instalación de arrecifes artificiales tanto de protección como de producción. Si bien hay experiencias anteriores en EE.UU. y Japón, es en este último país donde, en la década de los 80, comienza un ambicioso plan de instalación de arrecifes artificiales de protección y producción acompañado de repoblaciones masivas de especies comerciales. El primer Plan Septenal (82-88), conocido como MARINOVATION, supuso la instalación de campos arrecifales en la costa japonesa con un volumen total de 14 millones de m³ (Kakimoto, 1985; Simard, 1985), acompañado de repoblaciones masivas de dorada japonesa, langostino, etc. Durante el "Cuarto Coloquio Pluridisciplinar Franco-japonés de Oceanografía" (Marsella, 1985) se puso de manifiesto el interés de diversos países mediterráneos por estos temas (Bregliano, 1985; Lefebvre et al, 1984; etc) y se presentó el "Programa Regional de Intervención para el Manejo y Gestión de los Recursos del Litoral provençal-Alpes-Côte-d'Azur" que supuso la inmersión de 10.000 m³ de arrecifes en la costa mediterránea francesa (Lamare et Siree, 1985) o los arrecifes fondeados frente a Marsella en 1983 que arrojaban densidades de peces de 15 a 40 veces superiores a las zonas próximas (Bregliano et Ody, 1985). En España, estas actuaciones se inician en Cataluña en el año 1980 con el proyecto ESCORPORA del que desconocemos si ha existido un programa de seguimiento. Durante los años 80 y 90 se han sumergido arrecifes en la costa mediterránea y en el golfo de Cádiz (Conil I y II, Zona de Cría y engorde en la desembocadura del Guadalquivir, Barbate, etc). La misma Cofradía de Pescadores de Conil fue de las pioneras, en su momento, con el vertido de arrecifes antiarrastreros de fabricación casera. También, por parte de Portugal, en la costa del Algarve (Santos y Monteiro, 1996; Moreno et al, 1994; etc), existiendo en la actualidad un ambicioso programa en la mayoría de las Comunidades Autónomas ribereñas de España.

Figura 1. Localización del tramo de costa en estudio.



ANTECEDENTES DE NUESTRO CASO PARTICULAR

Mediante una extensa campaña geofísica, se localizó en la costa de Cádiz, frente al cabo de Trafalgar (Fig 1), un yacimiento de arena con un volumen explotable superior a los diez millones de metros cúbicos. El así denominado Placer de Meca ha sido utilizado para regenerar numerosas playas del litoral gaditano: Fuente del Gallo (T.M. de Conil) Caños de Meca (T.M. de Vejer), la Barrosa (T.M. de Chiclana) y, recientemente, Camposoto (T.M. de San Fernando).

Nunca ha habido problemas de confrontación con el sector pesquero de la zona. Antes bien, ha existido siempre una colaboración y respeto mutuo basados en la ejecución de comple-

tos estudios medioambientales y en la total transparencia y publicidad de sus contenidos. Dentro de las conversaciones celebradas con asistencia de los distintos organismos competentes (servicios provinciales de pesca de la Junta de Andalucía y del Estado conjuntamente con las cofradías de pescadores) y frente a las cuidadas medidas de cautela medioambiental llevadas a cabo en una regeneración, aparece la figura del arte de arrastre como principal enemigo del medioambiente marino y verdadero esquilador de los caladeros de pesca.

La Dirección General de Costas, dentro del Ministerio de Medio Ambiente, decide abordar la solución del problema mediante la elaboración de un estudio que permita conocer el estado actual de la zona, evaluar los recursos pesqueros y establecer propuestas de actuación que permitan la defensa del medio ambiente marino frente a los buques arrastreros. En el presente artículo se muestra un resumen de dichos estudios y actuaciones.

METODOLOGÍA DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

La zona de estudio está comprendida entre los cabos de Roche y Trafalgar y abarca hasta una profundidad de 35 metros con una extensión aproximada de 27.000 Ha (Fig 1). Dentro de la zona se ubica el Placer de Meca que, con una superficie de unas 2.000 Ha, supone un importante yacimiento de arenas que ha sido ya objeto de varios dragados con la finalidad de regenerar playas cercanas.

Tras una primera fase de recopilación de información previa se procedió a una campaña de toma de datos de campo. Los análisis de muestras e interpretación de resultados condujeron a una propuesta de actuaciones y, finalmente, a la redacción del proyecto de obra correspondiente.

Entre la información previa destaca la presencia de una campaña de estudios geofísicos (Geomytsa, 1991) y otra de estudio de la biosfera (C.I.S, 1993). Del análisis de la primera se obtuvo una primera imagen de la morfología del fondo y unas primeras características aproximadas de los sedimentos encontrados. Del estudio de Biosfera se deducía una pobreza bentónica considerable en la zona de extracción de arenas, debido a la fuerte hidrodinámica que la afecta.

LABORES DE BATIMETRÍA E IDENTIFICACIÓN DE FONDOS

La llegada del buque oceanográfico Isola Bella, al puerto de Barbate supuso el inicio de la campaña. La instalación de la

almadraba de Conil impidió el uso del puerto de Roche como base de operaciones.

El posicionamiento de la embarcación se efectuó mediante DGPS (Differential Global Position System), lo que garantizaba que el error en planimetría no superara los 2 metros de radio (una descripción más detallada en Español et al, 1997; Muñoz Pérez, 1995). Además de los datos del posicionamiento, un software integrado recibía las señales de la sonda y de un equipo de identificación de fondos. Este último sistema, el USP-Rox Ann, reconoce la textura superficial de los sedimentos del fondo.

Se realizaron transectos perpendiculares a la línea de costa con una separación de aproximadamente 50 metros (un total de 445 transectos). La comprobación se llevó a cabo mediante tres perfiles longitudinales que discurrieron por las isobatas de -15, -20 y -30 mts. de profundidad.

TOMA DE MUESTRAS

De los datos obtenidos se hizo una primera cartografía de la zona, en la que se plasmaba la batimetría y los tipos de fondo registrados, y que sirvió para la determinación de las estaciones de muestreo, de los puntos de inmersión y de las zonas donde realizar pescas experimentales. En resumen, se efectuaron 90 estaciones repartidas entre 30 transectos con tres tomas en cada uno de ellos. Las profundidades se fueron alternando para cubrir la zona de la forma más detallada posible. En 30 de esas estaciones se obtuvieron muestras de sedimentos a los que se practicaron análisis granulométricos, determinación del estado de óxido-reducción y caracterización de las comunidades biológicas. Por último, en 5 estaciones se analizó el contenido en metales pesados. La recogida de muestras se efectuó mediante una cuchara de naturalista tipo Van Veen de acero inoxidable de 20x20 cms. En el momento de la extracción de la draga se anotaba la posición, fecha y hora. El potencial redox se determinaba "in situ" en el agua intersticial de la parte superior del sedimento. Parte del sedimento era conservado para determinación de la granulometría y del contenido de materia orgánica. La otra parte del contenido era tamizada a través de una malla de luz 1 mm para separar la fracción inerte y la meiofauna de la macrofauna. La fauna y flora retenidas eran trasladadas a recipientes herméticos y fijadas con formol al 4%. Las muestras para el análisis del contenido de metales pesados fueron adecuadamente preservadas y selladas para posterior determinación en laboratorio de las fracciones presentes de mercurio, cadmio, plomo y cinc.

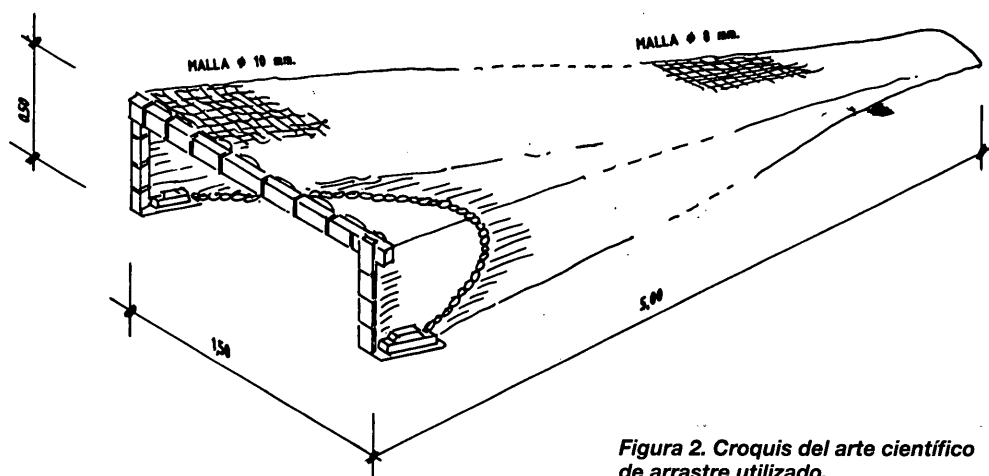


Figura 2. Croquis del arte científico de arrastre utilizado.

PESCAS EXPERIMENTALES E INSPECCION SUBMARINA

Para poder evaluar los recursos pesqueros existentes se definieron una serie de pescas con diferentes tipos de artes. Las pescas se realizaron con embarcaciones profesionales pertenecientes a la cofradía de Conil y con patrones conocedores de la zona. Las artes utilizadas eran artesanales como el palangre y de paño como los diferentes trasmallos (piguera, cazonal, etc.), con longitudes entre 1.200 y 1.500 metros.

Para conocer la fauna vágil o demersal del fondo se utilizó un arte científico de arrastre, según el modelo propuesto por Harmelin y Vivien (1990) y que se puede observar en la Fig 2. El arte dispone de una red de copo de 5 metros de longitud y paño con luz de malla de 10 mm. La abertura es de 50 cms. de altura y 150 cms. de anchura. Una cadena de acero inoxidable de 3 mts. de largo y 8 mm. de sección hace las veces de relinga inferior. Va unida por costura al paño y mediante grilletes a los patines. La disposición y rumbo de los arrastres se definió a partir de la cartografía preliminar y procurando que estuvieran representados los diferentes tipos de fondo.

Se efectuaron inmersiones para comprobar "in situ" el estado y naturaleza de los fondos, sobre todo en las zonas que habían sido objeto de extracción de muestras. Los biólogos-buceadores realizaron asimismo, fotografías y tomas de vídeo submarino.

RESULTADOS Y PROPUESTA DE ACTUACIONES

DINÁMICA DE CORRIENTES Y DESCRIPCIÓN DE LOS FONDOS

De forma general, la circulación de las masas de agua en la zona viene determinada por las condiciones dispuestas por el estrecho de Gibraltar, si bien afectadas por las condiciones de contorno particulares y los regímenes locales de marea, oleaje y vientos. El Mediterráneo presenta unas aguas con mayor densi-

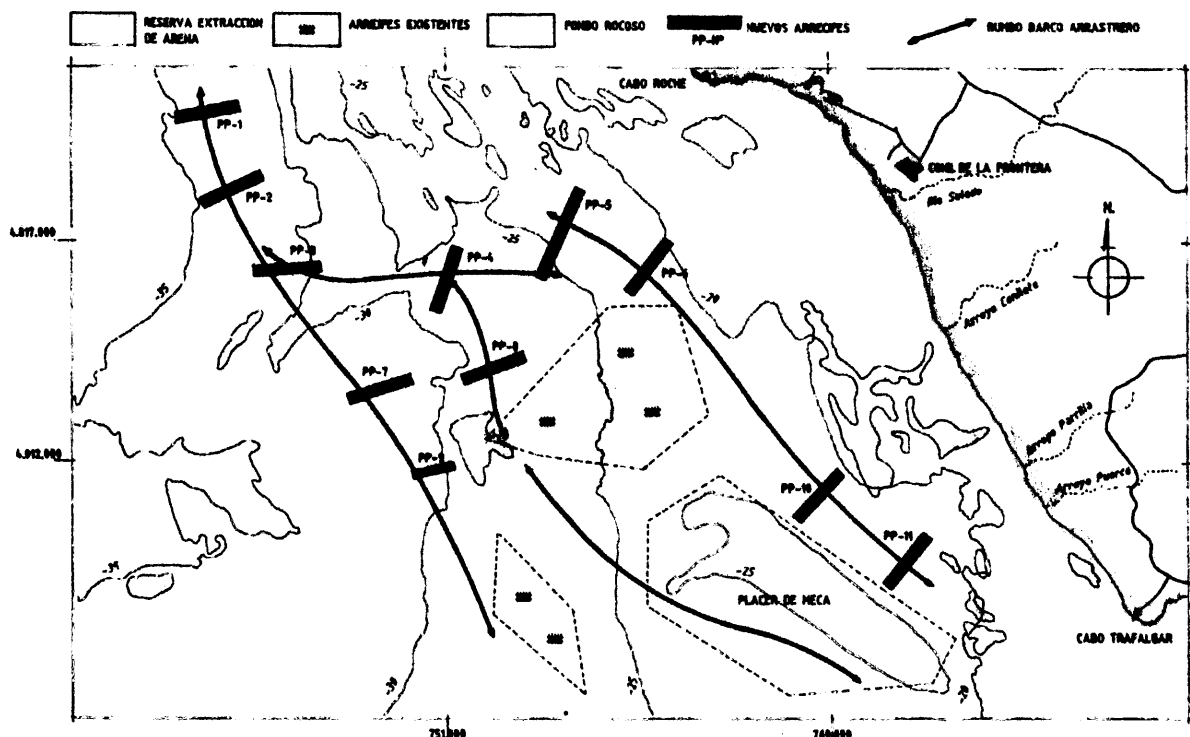


Figura 3. Rutas de buques arrastreros entre fondos rocosos y zonas de arrecifes artificiales anteriormente colocados. Ubicación de los 11 nuevos grupos de arrecifes artificiales bloqueando las rutas de los buques arrastreros.

dad que las atlánticas, de forma que penetra en el Atlántico en capas intermedias y profundas. Por el contrario, la atlántica penetra en el estrecho superficialmente.

La extensión, estructura tectónica y estratigráfica del orógeno bajo el margen continental y fondos marinos del Golfo de Cádiz no están todavía suficientemente estudiados, aunque se han establecido correlaciones con las unidades tectónicas y estratigráficas presentes en los afloramientos continentales a ambos lados del Estrecho de Gibraltar (Gutiérrez Mas, 1992). En el Cuaternario, los cambios climáticos provocaron variaciones eustáticas del nivel del mar a lo largo del último millón de años, inundando y emergiendo alternativamente las zonas adyacentes a la actual línea de costa. Los materiales sedimentarios que llegan al Golfo de Cádiz se distribuyen de distinta forma según se encuentren en la zona de influencia de la corriente mediterránea de salida o alejados de ésta. En la zona de la corriente, los depósitos detríticos son más finos a medida que la velocidad de la corriente decrece de Este a Oeste, existiendo un importante depósito de arenas terrígenas y bioclásticas al Oeste del área del Estrecho y hasta los 800 m. de profundidad (Gutiérrez Mas et al, 1991). No obstante, la tecnología actual no permite la extracción de grandes volúmenes de arena, a precios competitivos, de profundidades superiores a los 40 metros. De ahí la importancia del hallazgo del yacimiento submarino de arenas en el Placer de Meca.

Para una descripción detallada de todos los datos tomados puede acudirse al estudio efectuado por la Dirección General de Costas (Tecnología Ambiental, 1996). Para el objeto de este artículo nos basta apuntar que:

- ▼ Los fondos rocosos se alternan con fondos arenosos de granulometría fina a muy fina y de escaso espesor.
- ▼ La única zona explotable en cuanto a extracción de arenas para regeneración de playas ($D_{50} \approx 0,25$ a $0,35$ mm, con escaso porcentaje de bioclastos y de finos) es el paraje conocido como Placer de Meca (ver Fig. 3).
- ▼ En base a las recomendaciones elaboradas por el CEDEX (1994), los contenidos en metales pesados (Pb, Zn, Cd, y Hg) se encuentran por debajo del nivel de acción 1 en todas las muestras. Por consiguiente, los sedimentos analizados no se encuentran contaminados.
- ▼ La Cofradía de Pescadores de Conil se caracteriza por un interés especial en el cuidado de los caladeros de la zona con normativas internas en esa dirección.
- ▼ El principal peligro para la riqueza medioambiental de la zona lo constituyen los barcos arrastreros. Se determinan las "calles" por donde faenan dichas embarcaciones con el arte de arrastre. Un plano de síntesis con la tipología del fondo y las rutas seguidas por los arrastreros puede observarse en la fig. 3.
- ▼ Se propone la instalación de arrecifes artificiales como obstáculos que impidan el uso de dichas artes.

NATURALEZA DE LOS ARRECIFES ARTIFICIALES

Existen dos tipos principales de arrecifes artificiales según el objetivo que se busque. El arrecife de producción es el que per-

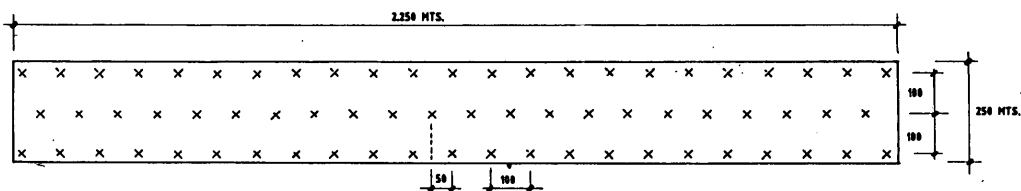
sigue crear un biotopo o ecosistema más productivo en una zona que no lo sea. Funciona por el principio ecológico de que una estructura sumergida crea un obstáculo a la corriente y como consecuencia remolinos y zonas de abrigo. Los microorganismos que circulan con la corriente encuentran una superficie donde fijarse y desarrollarse. El arrecife será colonizado por algas e invertebrados fijos; después vendrán a vivir equinodermos, crustáceos y los peces de roca. Otros organismos (pulpos,...) efectuarán su puesta en él. Por último, los grandes peces encontrarán un lugar de reposo y alimento. De este modo, el arrecife puede crear un ecosistema con toda su cadena alimenticia sobre una zona casi desértica (Simard, 1989).

Por contra, los arrecifes de protección tienen como objetivo salvaguardar aquellas zonas del fondo marino que son naturalmente productivas de su destrucción por las artes de arrastre. Sus características y distribución (diseño, peso, distancia entre ellos) serán en función de este objetivo. Desde el punto de vista económico resulta mucho más rentable y prioritario proteger las zonas productivas antes de crear otras nuevas. En este sentido, las Jornadas sobre Arrecifes Artificiales y Reservas Marinas celebradas en Alicante (noviembre, 1992) concluían dando prioridad a los arrecifes de protección. Resaltamos, entre otras recomendaciones:

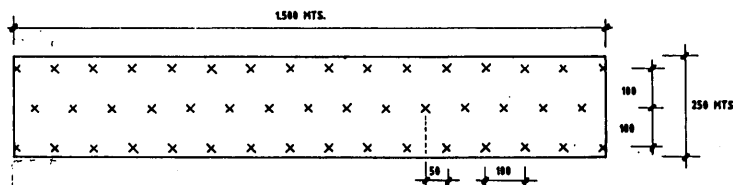
- ▼ El material de construcción utilizado será, preferentemente, el hormigón para evitar posibles contaminaciones.
- ▼ Se incluirán elementos metálicos disuasorios frente a las artes de arrastre.
- ▼ Se dejará una superficie rugosa que facilite la fijación de animales sésiles.
- ▼ El peso por módulo oscilará entre las 3 y las 8 tn. Dependiendo de la potencia de los barcos que usan el caladero.
- ▼ La distribución de los módulos se realizará según las dimensiones y las "largadas" de los artes utilizados en la zona.

Como se deduce de los párrafos anteriores, la instalación de arrecifes artificiales no es una novedad. En esta misma revista ya han sido publicados artículos sobre el tema (Medina y Serra, 1987) y (Serra y Medina, 1988). Lo novedoso de este ca-

PP5 CON 68 MODULOS ARRECIFALES



PP1, PP2, PP3, PP4, PP6, PP7, PP8, PP10, PP11, CADA UNO CON 47 MODULOS ARRECIFALES



PP9, CON 20 MODULOS ARRECIFALES

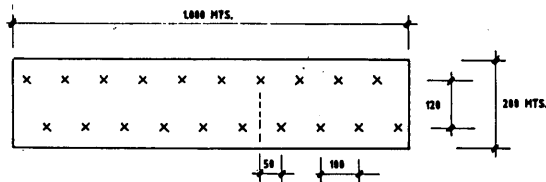


Figura 4. Disposición de los módulos de arrecifes artificiales dentro de cada grupo.

ESCALA 1 : 10.000

so es que, al conocer de forma exhaustiva la localización de las calles de arrastre, puede definirse el número y la colocación de todos los grupos de arrecifes precisos para garantizar el que se acabe con el uso de ese tipo de artes en la zona. Los arrecifes artificiales arrojados sin un completo conocimiento de todas las posibilidades de la zona permiten que, una vez posicionados mediante GPS, los pescadores sin escrúpulos puedan sortearlos como si de un slalom se tratase.

En la hipótesis presentada en este artículo se plantea que, dado el tiempo que tarda un buque arrastrero en soltar el carro del arte y volver a recogerlo, no se puede faenar con resultados rentables económicamente en longitudes inferiores a los 1.500 metros sin riesgo de que la red quede enganchada en los módulos de protección y caiga al fondo. Puesto que, mediante el estudio previo, se conocen las trayectorias que deben seguir las embarcaciones para faenar (ver Fig. 3), ubicaremos nuestros arrecifes artificiales en todo lo ancho de esas calles y separados entre sí distancias no superiores a los 1500 metros.

Se han diseñado 11 grupos, cuya ubicación puede apreciarse en la Fig. 3. Cada grupo consta de tres hileras de módulos situados al tresbolillo y con una separación de 100 metros entre cada fila y entre sí. (ver fig. 4). El ancho de estos grupos oscila entre 1.500 y 2.250 metros. En total deberán colocarse 610 módulos. Cada uno de estos módulos está formado por dos tubos de saneamiento de hormigón vibropresado de 1,20 metros de diámetro exterior y una altura de 2,20 m. En su interior van rellenos de hormigón de 200 kg/cm² de resistencia característica preparado con cemento resistente al

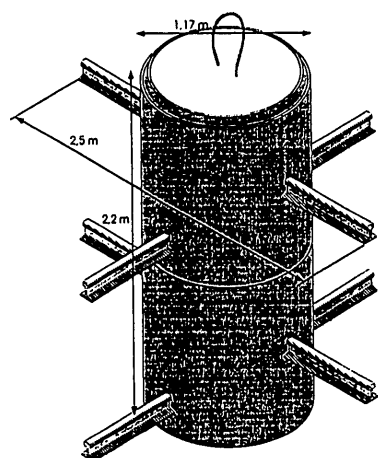
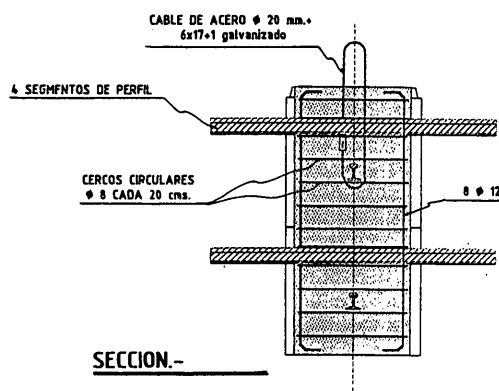


Figura 5. Perspectiva y sección del módulo unitario de arrecife artificial.

PERSPECTIVA.-



SECCION.-

▼ Permite aumentar la longitud de los elementos disuasorios en relación al diámetro del núcleo central.

▼ La morfología y tipología de la estructura presenta unas características mecánicas y de resistencia superiores a la de la viga de hormigón armado tanto a corto como a largo plazo.

▼ El material básico empleado, el hormigón, posee una textura similar a la de la roca, idónea para la fijación de organismos sésiles.

▼ Su diseño, tendiendo a la simetría, hace que cumpla eficazmente su misión para cualquier posición que adopte en el fondo.

▼ Los segmentos metálicos sobresalientes, dada su distribución, actúan como elementos de anclaje en el sedimento impidiendo su desplazamiento en caso de enganche.

La ubicación de los módulos se efectuó en dos fases. La primera, de tipo experimental, constó de 100 unidades dispuestas en dos grupos y fue llevada a cabo por la Dirección General de Costas (Ministerio de Medio Ambiente). La segunda, con un total de 511 módulos, estaba contemplada en un proyecto elaborado conjuntamente por técnicos de los Ministerios de Medio Ambiente y de Agricultura, Pesca y Alimentación. Este último organismo es el que ha abordado la ejecución del resto de los módulos con financiación de fondo europeos.

La actuación medioambiental se completó mediante una repoblación a base de alevines de dorada, lenguado y lubina con más de 30.000 unidades de cada especie. Un cierto porcentaje de ellas fue marcado para posteriores labores de identificación y seguimiento (Fig. 6).

Figura 6. Marcado de alevines para posterior seguimiento e identificación (Servicio de Pesca de la Junta de Andalucía).



agua de mar y con una armadura perimetral embebida a base de redondos de 12 mm, que están recogidos por cercos circulares de 8 mm. Están atravesados por cuatro largueros metálicos (tipo IPE 160 o carril de ferrocarril de 45 kg/ml formando 2 aspas que facilitan el anclaje al fondo y el enganche de las redes prohibidas. El peso de cada unidad es de aproximadamente 6 toneladas (Fig 5).

Cada módulo va provisto además de un anillo de 3 mts. de desarrollo total de cable de acero galvanizado de 20 mm de ϕ y 180 kg/mm² de resistencia, lo que proporciona un coeficiente de seguridad superior a 7. Este anillo pasa por debajo de los perfiles de acero y queda embutido en el hormigón. Deja libre una gaza de 40 cms. de altura que permite su manipulación, instalación y, en su caso, la reflotación.

Entre las ventajas de este diseño cabe enumerar:

▼ Se trata de un diseño simplificado que permite obtener un alto rendimiento en cuanto a número de unidades instaladas, lo que desemboca en una minimización de tiempos de construcción.

CONCLUSIONES

La extracción de arenas del fondo del mar con vistas a la regeneración de playas no tiene por qué tener un impacto negativo. La elaboración de un estudio previo completo e integrado permitirá la identificación de las zonas propicias para la extracción y de aquellas zonas que por su riqueza medioambiental deban protegerse de una manera especial.

El conocimiento preciso y exhaustivo de las rutas a seguir por los buques arrastreros permite el establecer "a priori" la ubicación de barreras que, con el mínimo número de arrecifes disuasorios, imposibiliten el trabajo de dichas embarcaciones.

El diseño de módulo disuasorio, presentado en este artículo, a base de encofrado perdido de hormigón vibropresado relleno de hormigón y atravesado por cuatro largueros de perfil de acero formando dos aspas, resulta económico tanto en su construcción como colocación, y goza de un comportamiento excelente frente a los arrastres.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer y reconocer la colaboración prestada tanto por la Dirección General de Costas (Ministerio de Medio Ambiente) como por los Servicios Provinciales de Pesca de la Junta de Andalucía y del Estado, y las Cofradías de Pescadores de Conil y Barbate. Este estudio ha sido parcialmente financiado con cargo al proyecto MAR98-0796 dentro del Plan Nacional I+D dependiente de la Dirección General de Enseñanza Superior e Investigación Científica.

REFERENCIAS

- Bregliano P. y Ody D., 1985. "Suivi des récifs artificiels". Rapport final au Conseil régional P.A.C.A.
- Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), 1994. "Recomendaciones para la gestión del material dragado en los puertos españoles". Puertos del Estado. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente.
- Centro de Investigaciones Submarinas (C.I.S.), 1993. "Estudio de la biosfera marina para la realimentación de las playas de la provincia de Cádiz: Caños de Meca y Fuente del Gallo". Asistencia técnica realizada para la Dirección General de Costas del antiguo Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente.
- Español, L.; Muñoz Pérez, J.J.; Bravo, J.A.; 1997. "Control informatizado en tiempo real del posicionamiento de dragas y otras variables en la regeneración de playas". IV Jornadas de Ingeniería de Costas y Puertos (Cádiz). Servicio de publicaciones Univ. Valencia; pp 855-860.
- F.A.O. Anuario Estadístico de Pesca. Vol.80. Roma. 709 pp. 1997.
- Geomytsa, 1991. "Estudio Geofísico marino entre Cabo Trafalgar y Torre del Puerco.- (Cádiz)". Asistencia técnica realizada para la Dirección General de Costas del antiguo Ministerio de Obras Públicas y Transportes.
- Gutiérrez Mas, J.M., Martín A., Domínguez S. y Moral J.P., 1991. "Introducción a la Geología de la provincia de Cádiz". Servicio de Publicaciones Universidad de Cádiz.
- Gutiérrez Mas, J.M.; 1992. "Estudio de los sedimentos recientes de la plataforma continental y bahía de Cádiz". Tesis doctoral. Departamento de Estructura y Propiedades de los Materiales. Universidad de Cádiz.
- Harmelin J. y Vivien, M., 1990. "Guide des Poissons de la Méditerranée". Ed. Delachaux et Niestlé.
- Kakimoto, H., 1985. "Distribution et comportement des poissons dans les récifs artificiels". Coll. Franco. Japonais D'océanographie. Marsella: 123-133.
- Lamare J.P. et Sire A., 1985. "Intérêt d'une gestion halieutique du milieu littoral marin par l'implantation de récifs artificiels". Aqua Revue 4: 10-15.
- Lefebvre J.R., Dural C., Ragazzi M., Ducler J. 1984. "Récifs artificiels". Rapport INFREMER 1: 245 p.
- Margalef, R. ECOLOGIA. Omega S.A. Barcelona. Barcelona. 951 pp. 1974.
- Medina, J.R. y Serra, J.; 1987. "Arrecifes artificiales (I). Problemas pesqueros y de protección de costas". Revista de Obras Públicas, noviembre, pp 725-735
- Moreno I., Roca I., Reñones O., Coll J. and Salamanca M., 1994. "Artificial reef. program in Balearic Waters". Bull. Mar. Sci. 55 (2-3) 667-671.
- Muñoz Pérez, J.J., 1995. "Fiabilidad de las batimetrías y granulometrías: su aplicación a la cubicación de la playa de la Victoria (Cádiz)". III Jornadas de Ingeniería de Costas y Puertos (Valencia). Servicio de publicaciones Univ. Valencia; pp 639-651.
- Odum E.P. "Ecología". Edit. Interamericana Mexico D.F. 639 pp. 1972.
- Santos M.N. Monteiro C. 1996. "The Colhão artificial reef. system (south Portugal): Fish assemblages and fishing yield". Fisheries Research 30: 33-41.
- Serra, J. y Medina, J.R.; 1988. "Arrecifes artificiales (II). Arrecifes artificiales en el litoral español. Experiencia Valenciana". Revista de Obras Públicas, marzo, pp 211-220.
- Simard, F. 1989. Japon: "La pêche côtière". Equinoxe 27: 25-33.
- Simard, F. "Les récifs artificiels: Théorie et pratique" (deux tomes) Publications ADA 1985.
- Tecnología Ambiental, 1996. "Tratamiento de los Caladeros entre Cabo Roche y Cabo Trafalgar". Asistencia técnica realizada para la Dirección General de Costas del Ministerio de Medio Ambiente. ●