

En cambio las masas de agua superficiales sufren cambios térmicos estacionales coincidentes con la presencia o desaparición de la termoclina. En primavera-verano la termoclina es estable y comienza a dispersarse a finales de agosto, de tal forma que en otoño-invierno el perfil de temperaturas es homogéneo (aproximadamente de 13°C) en toda la columna de agua (Flos, 1985).

Los fondos, a partir de 1000 m de profundidad, son de fangos muy finos y compactados (fangos batiales profundos). A partir de los 1400 m, donde la pendiente es más suave, aumenta la acumulación de material sedimentado, se acumulan restos de animales hemipelágicos (pterópodos y foraminíferos planctónicos), que aparecen en el presente muestreo sobre todo a partir de los 1700-1800 m (Cartes, 1991).

## 2.- Características del muestreo

El material íctico ha sido recogido por debajo de los 1000 m de profundidad.

Las pescas se efectuaron en su gran mayoría dentro de las campañas oceanográficas BATHOS II-V (Proyecto BATIMAR: 1986-1988; Programa Nacional I+D 821). En menor cantidad, y para especies con escasos ejemplares, se han completado con individuos recogidos en las campañas SPERMA 89 (Proyecto ABISMAR:1989, Financiación Puente del CSIC) y RETRO I-II (Proyecto: "Estacionalidad y posición trófica del recurso de crustáceos demersales del talud catalán": CICYT MAR90-757). Estos proyectos representan la continuación y ampliación de los estudios iniciados en el año 1982 (Proyecto MARCA) sobre la fauna demersal de las aguas profundas del mar catalán. En la tabla 2-1 se da una relación de los datos de las pescas efectuadas.

Las campañas se efectuaron a bordo del B/O "García del Cid". El muestreo se realizó con una red de arrastre de tipo OTSB (Marinovich Trawl Company) según especificaciones de Merret y Marshall (1981), dotada de dos puertas y un único cable de tracción. La longitud de la relinga superior es de 13.7 m, comprobando que la abertura horizontal de la boca de la red, a una velocidad de arrastre de 2.5 nudos, es de 6.7 m y la abertura vertical es de 1.5 m. El final de la red (copo) está formado por dos mallas, la externa de 37.5 mm y la interna (trampa o sobrecopo) de 6 mm.

Este tipo de red es el aparato de muestreo más extendido en los estudios de evaluación de la ictiofauna megabentónica profunda (Haedrich et al., 1980; Merret y Marshall, 1981; Sulak, 1984; Gordon y Duncan, 1985). La captura de especies bentopelágicas con este arte es prácticamente nula.

Tabla 2-1. Datos de las pescas efectuadas en los muestreos de los proyectos BATIMAR (B II-V), SPERMA (SP) y RETRO (R1 y R2). I(N) = Latitud Norte, L(E) = Longitud Este.

| Pesca<br>nº | Fecha    | Hora        | Profundidad<br>(inicial-final) | Situación inicial<br>I(N) | Situación final<br>I(N) | Situación final<br>L(E) |
|-------------|----------|-------------|--------------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|
|             |          |             |                                | L(E)                      |                         |                         |
| BII-4       | 29/7/87  | 11.04/13.00 | 1432-1419                      | 40 43,5                   | 1 46,4                  | 40 44,7 1 52,6          |
| BII-5       | 30/7/87  | 16.11/18.12 | 1753-1715                      | 40 20,9                   | 1 53,3                  | 40 25,4 1 56,9          |
| BII-6       | 31/7/87  | 8.30/11.40  | 1287-1329                      | 40 53,1                   | 2 02,0                  | 40 54,7 2 11,5          |
| BII-8       | 1/8/87   | 8.43/11.25  | 1295-1357                      | 41 07,3                   | 2 35,2                  | 41 02,6 2 27,8          |
| BIII-3      | 25/06/88 | 16.04/19.27 | 1774-1783                      | 40 26,7                   | 2 00,4                  | 40 18,5 1 57,2          |
| BIII-4      | 26/06/88 | 7.03/10.13  | 2163-2039                      | 40 45,4                   | 3 09,7                  | 40 37,7 3 06,2          |
| BIII-5      | 26/06/88 | 17.43/20.53 | 2256-2239                      | 40 37,2                   | 3 38,0                  | 40 32,3 3 44,7          |
| BIII-6      | 27/06/88 | 7.00/10.15  | 1857-1855                      | 40 28,9                   | 2 42,0                  | 40 32,9 2 51,4          |
| BIII-7      | 27/06/88 | 17.02/20.23 | 1539-1611                      | 40 06,1                   | 2 51,2                  | 40 09,2 3 01,0          |
| BIII-8      | 28/06/88 | 6.49/8.34   | 1737-1729                      | 40 18,2                   | 2 59,9                  | 40 16,7 2 54,8          |
| BIII-9      | 30/06/88 | 7.02/10.15  | 2193-2198                      | 40 35,8                   | 3 32,3                  | 40 38,7 3 23,1          |
| BIII-11     | 02/07/88 | 10.51/11.24 | 1520-1429                      | 40 58,4                   | 2 24,2                  | 40 57,6 2 23,3          |
| BIII-12     | 02/07/88 | 14.03/17.06 | 1617-1574                      | 40 52,6                   | 2 23,9                  | 40 57,3 2 32,3          |
| BIII-15     | 03/07/88 | 15.26/19.02 | 1015-996                       | 40 48,9                   | 1 35,7                  | 40 55,3 1 44,4          |
| BIII-16     | 04/07/88 | 6.46/10.03  | 1235-1214                      | 40 49,2                   | 1 50,9                  | 40 45,2 1 38,8          |
| BIII-17     | 04/07/88 | 12.45/16.14 | 1393-1434                      | 40 43,2                   | 1 44,6                  | 40 45,8 1 55,4          |
| BIII-18     | 04/07/88 | 19.02/22.15 | 1753-1771                      | 40 38,6                   | 2 06,0                  | 40 31,5 2 01,6          |
| BIII-28     | 11/07/88 | 15.38/19.27 | 1820-1927                      | 40 20,2                   | 2 43,6                  | 40 26,4 2 37,7          |
| BIV-1       | 26/07/88 | 10.44/12.59 | 970-1029                       | 41 22,4                   | 3 11,6                  | 41 21,5 3 18,6          |
| BIV-2       | 26/07/88 | 16.50/20.08 | 2017-2083                      | 41 13,5                   | 3 23,4                  | 41 16,7 3 28,4          |
| BIV-3       | 27/07/88 | 6.57/10.16  | 2158-2188                      | 41 05,3                   | 3 21,2                  | 41 08,5 3 32,4          |
| BIV-4       | 28/07/88 | 6.59/10.09  | 2071-1880                      | 41 56,7                   | 3 00,7                  | 41 05,0 3 06,7          |
| BIV-5       | 28/07/88 | 13.50/16.47 | 1986-1886                      | 41 04,2                   | 2 55,6                  | 41 08,4 3 02,2          |
| BIV-6       | 28/07/88 | 19.21/22.42 | 1837-1880                      | 41 12,6                   | 3 07,5                  | 41 14,2 3 17,3          |
| BIV-7       | 29/07/88 | 7.49/11.06  | 2198-2221                      | 41 11,2                   | 3 36,9                  | 41 05,1 3 29,4          |
| BIV-8       | 29/07/88 | 15.06/20.17 | 1784-1765                      | 41 06,5                   | 2 59,4                  | 41 07,1 2 46,6          |
| BIV-9       | 30/07/88 | 7.04/10.16  | 1823-1796                      | 41 49,6                   | 2 32,5                  | 41 44,0 2 28,6          |
| BIV-10      | 30/07/88 | 14.44/19.29 | 1284-1286                      | 41 52,6                   | 2 03,1                  | 41 56,5 2 12,5          |
| BIV-11      | 31/07/88 | 6.14/9.30   | 1531-1471                      | 41 59,3                   | 2 26,4                  | 41 03,5 2 37,2          |
| BIV-12      | 31/07/88 | 11.32/14.47 | 1317-1329                      | 41 06,0                   | 2 32,6                  | 41 02,6 2 24,1          |

Tabla 2-1. (continuación).

| Pesca nº | Fecha    | Hora        | Profundidad<br>(inicial-final) | Situación inicial<br>I(N) L(E) | Situación final<br>I(N) L(E) |
|----------|----------|-------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| BV-2     | 25/7/87  | 6.50/9,59   | 1606-1608                      | 40 20,5 1 42,5                 | 40 28,0 1 47,0               |
| BV-3     | 25/7/87  | 12.40/17,58 | 1754-1758                      | 40 28,5 1 58,4                 | 40 20,7 1 54,2               |
| BV-4     | 26/7/87  | 6.31/11,32  | 1089-1084                      | 39 54,5 2 21,6                 | 39 50,5 2 07,1               |
| BV-6     | 26/10/87 | 19.35/22,46 | 1723-1694                      | 40 09,4 1 59,0                 | 40 06,8 1 49,1               |
| BV-7     | 27/10/88 | 6.44/9,45   | 1753-1742                      | 40 19,3 1 53,3                 | 40 27,3 1 54,4               |
| BV-8     | 27/10/88 | 12.06/15,05 | 1680-1575                      | 40 30,7 1 47,6                 | 40 36,9 1 49,1               |
| BV-9     | 27/10/88 | 18.15/21,06 | 1200-1220                      | 40 39,4 1 36,4                 | 40 45,9 1 39,3               |
| BV-10    | 27/10/88 | 22.43/24,10 | 1014-1004                      | 40 50,6 1 44,1                 | 40 53,9 1 54,0               |
| BV-11    | 28/10/88 | 6.26/9,31   | 1036-1026                      | 40 53,3 1 44,6                 | 40 55,6 1 52,3               |
| BV-13    | 28/10/88 | 14.22/17,18 | 961-1087                       | 40 59,5 1 58,5                 | 40 57,4 1 07,5               |
| BV-14    | 28/10/88 | 19.10/23,10 | 1158-1165                      | 40 56,2 2 06,5                 | 41 03,0 2 11,3               |
| BV-16    | 29/10/88 | 11.30/14,33 | 1008-1089                      | 41 04,2 2 20,2                 | 41 06,2 2 22,5               |
| BV-17    | 29/10/88 | 16.46/19,46 | 1086-861                       | 41 07,5 2 27,3                 | 41 12,6 2 32,4               |
| BV-18    | 29/10/88 | 22.03/23,38 | 1479-1501                      | 41 02,9 2 35,9                 | 41 00,8 2 31,2               |
| BV-19    | 30/10/88 | 16.26/20,05 | 1795-1740                      | 41 04,1 2 53,4                 | 41 05,6 2 50,3               |
| SP-3     | 17/10/89 | 8.16/10,32  | 1772-1803                      | 40 25,8 1 59,8                 | 40 22,9 2 00,5               |
| SP-5     | 18/10/89 | 15.52/18,46 | 1478-1547                      | 40 11,5 1 38,5                 | 40 04,4 1 38,8               |
| SP-6     | 19/10/89 | 15.57/17,15 | 1289-1301                      | 38 17,1 1 12,8                 | 38 15,4 1 05,9               |
| R1-7     | 26/4/91  | 9.00/10,00  | 1160-1236                      | 41 04,4 2 20,4                 | 41 04,1 2 24,2               |
| R1-9     | 26/4/91  | 14.14/15,10 | 1267-1167                      | 41 03,9 2 22,4                 | 41 93,1 2 20,3               |
| R2-4     | 8/12/91  | 13.10/14,10 | 1256-1256                      | 40 54,1 2 05,1                 | 40 54,8 2 08,9               |
| R2-5     | 8/12/91  | 17.18/18,16 | 1269-1277                      | 40 54,7 2 07,4                 | 40 53,9 2 04,8               |

### 3.- Procesamiento

Se han estudiado un total de 4692 ejemplares correspondientes a 18 especies mediterráneas, repartidas como indica la tabla 2-2.

Los peces capturados eran fijados a bordo y una vez identificados y separados por especies, se medían y pesaban para su estudio faunístico y ecológico (Stefanescu, 1991); posteriormente eran introducidos en bolsas separadas, convenientemente etiquetadas y colocadas en bidones con formol al 10%.

Una vez en el laboratorio se abría una ficha para cada ejemplar en la que se anotaba, además de la especie y la muestra de la que provenía, todos los datos y medidas que le hacían referencia.

Tabla 2-2. Lista de especies estudiadas.

| ESPECIE                              | Nº EJEMPLARES |
|--------------------------------------|---------------|
| <i>Alepocephalus rostratus</i>       | 430           |
| <i>Bathypterois mediterraneus</i>    | 1012          |
| <i>Nettastoma melanurum</i>          | 6             |
| <i>Notacanthus bonapartei</i>        | 15            |
| <i>Polyacanthonotus rissoanus</i>    | 326           |
| <i>Chalinura mediterranea</i>        | 209           |
| <i>Coelorhynchus occa</i>            | 43            |
| <i>Coryphaenoides guentheri</i>      | 612           |
| <i>Trachyrhynchus trachyrhynchus</i> | 149           |
| <i>Phycis blennoides</i>             | 10            |
| <i>Lepidion guentheri</i>            | 13            |
| <i>Lepidion lepidion</i>             | 1252          |
| <i>Mora moro</i>                     | 20            |
| <i>Melanostigma atlanticum</i>       | 42            |
| <i>Cataetyx alleni</i>               | 415           |
| <i>Cataetyx laticeps</i>             | 8             |
| <i>Galeus melastomus</i>             | 44            |
| <i>Centroscymnus coelolepis</i>      | 86            |

Se media la longitud estándar o total según las especies. En macrúridos y notacántidos se media tanto la longitud total como la preanal. En aquellos ejemplares en los que la aleta caudal estaba rota, la longitud total se calculaba a partir de su regresión con la longitud preanal. La longitud total es muy similar en estas especies a la longitud estándar debido a que poseen aletas caudales diminutas. Posteriormente se procedía a la disección, extrayendo el tubo digestivo y, en algunos ejemplares, el primer arco branquial derecho, colocándolos en viales convenientemente etiquetados con etanol 70% hasta su posterior examen. Una vez el ejemplar desprovisto de sus visceras era pesado con precisión de 0.1 g.

### **2.1.2.- Material estudiado**

El material recogido proviene de muestreos realizados principalmente en dos épocas: - verano (junio-julio)  
- otoño (octubre).

Unicamente unos pocos ejemplares provenientes de las campañas RETRO, fueron recogidos en primavera (abril) e invierno (diciembre).

La relación del material examinado se detalla en la tabla 2-3. Para cada especie se especifica el número de ejemplares analizados, el rango de profundidades a la que ha sido estudiada, las épocas del año y la talla mínima y máxima en mm.

**Tabla 2-3. Datos generales sobre las especies capturadas.**

P= primavera, V= verano, O= otoño, I= invierno.

LS= Longitud estandar.

LT= Longitud total.

| ESPECIE                    | Nº EJEM | PROFUNDIDAD<br>(m)     | EPOCA<br>AÑO | TALLA<br>MIN (mm) | TALLA<br>MAX (mm) |
|----------------------------|---------|------------------------|--------------|-------------------|-------------------|
| Alepocephalus rostratus    | 430     | 1000-2200              | P/V          | 95 LS             | 385 LS            |
| Bathypterois mediterraneus | 1012    | 1000-2200              | V/O          | 44 LS             | 181 LS            |
| Nettastoma melanurum       | 6       | 1000-1200              | O            | 452 LT            | 740 LT            |
| Notacanthus bonapartei     | 15      | 1000-1200<br>1600-1800 | O            | 136 LT            | 240 LT            |
| Polyacanthonotus rissoanus | 326     | 1000-2200              | V/O          | 110 LT            | 210 LT            |
| Chalinura mediterranea     | 209     | 1400-2000              | V            | 80 LT             | 340 LT            |
| Coelorhynchus occa         | 43      | 1000-1600              | P/V          | 99 LT             | 216 LT            |
| Coryphaenoides guentheri   | 612     | 1400-2200              | V/O          | 47 LT             | 217 LT            |
| T. trachyrhynchus          | 149     | 1000-1400              | V/O          | 122 LT            | 430 LT            |
| Phycis blennoides          | 10      | 1000-1200              | V            | 229 LS            | 545 LS            |
| Lepidion guentheri         | 13      | 1600-2239              | V/O          | 196 LS            | 525 LS            |
| Lepidion lepidion          | 1252    | 1000-2200              | V            | 40 LS             | 315 LS            |
| Mora moro                  | 20      | 1200-1400              | V            | 264 LS            | 361 LS            |
| Melanostigma atlanticum    | 42      | 1000-1200              | O            | 71 LS             | 131 LS            |
| Cataetyx allenii           | 415     | 1000-1800              | V/O          | 33 LS             | 128 LS            |
| Cataetyx laticeps          | 8       | 1800-2200              | V/O          | 60 LS             | 495 LS            |
| Galeus melastomus          | 44      | 1000-1600              | P/V/O        | 102 LT            | 610 LT            |
| Centroscymnus coelolepis   | 86      | 1400-2200              | V/O          | 194 LT            | 614 LT            |

## 2.2.- MÉTODOS

### 2.2.1.- Estudio de los regímenes alimentarios

#### 1.- Análisis del contenido estomacal

Para el examen del contenido estomacal se abría cada estómago y se vaciaba su contenido en una placa de Petri con etanol al 70%. En *Bathypterois mediterraneus*, y debido a que presenta un estómago lineal pequeño, con muy poca capacidad, y que prácticamente siempre estaba vacío, se ha analizado el contenido de todo el tubo digestivo.

El contenido estomacal era examinado bajo el estereomicroscopio para poder separar los especímenes y determinarlos. Para algunos grupos de animales de reducido tamaño fue necesario el uso de un microscopio.

Las presas se identificaban hasta el nivel taxonómico más bajo posible. Normalmente la causa de no poder llegar hasta especie era el estado de los especímenes que se encontraban muy digeridos y troceados, lo que dificultaba su correcta determinación.

La cuantificación de las presas se ha llevado a cabo en base a diferentes criterios según el grado de digestión del alimento. Los individuos de cada taxón identificado eran contados y cuando aparecían fragmentos, se tomaba como número de individuos el más bajo posible que podía haber originado esos fragmentos.

En general, las unidades se podían contar gracias a los restos que se encontraban en los estómagos. Los restos duros muy calcificados (moluscos, foraminíferos) persisten más en el estómago que las presas blandas (poliquetos sin piezas bucales) y por esto suelen ser sobreestimadas sobre las segundas que probablemente son infravaloradas.

Se contaban las estructuras que son más resistentes a la digestión, tales como pereón o pleón de decápodos, misidáceos y cumáceos ... Si estaban más digeridos se contaba el número de ojos (dividiendo por dos si pertenecían al mismo individuo), o el número de mandíbulas si persistían. En ciertos grupos de poliquetos se presentan en grupos de 4 (Aphroditidae, Glyceridae) o de 2 (Nereidae, ...). En crustáceos, en número de 2, pueden identificarse y contabilizarse el número de presas

atendiendo al tamaño y al lado a que corresponden las mandíbulas. La morfología de las mandíbulas ha sido suficiente para identificar crustáceos como: *Ilyarachna* sp., *Pasiphaea* sp., *Cirolana borealis*, *Acantephyra pelagica*, *Calocaris macandreae*, ...

Para la identificación de algunos grupos de poliquetos (*Hyalinoecia*, Aphroditidae, Pectinaridae, ...) también se utilizaban las sedas.

En los crustáceos de gran tamaño (decápodos, eufausiaceos) se usaba la morfología de los quelípedos, urópodos, rostro, extremo apical del telsón o pereiópodos (*Munida tenuimana*, *Pasiphaea multidentata*, *Gennadas elegans*, *Sergia robusta*, *Aristeus antennatus*).

En los peracáridos fragmentados han sido útiles los urópodos (cumáceos), telson (*Rhachotropis* sp., *Bruzelia* sp.), gnatopodios (gammaridea, *Phrosina* sp., ...) o cualquier otro carácter de interés sistemático identificativo de cada grupo.

Los moluscos fueron identificados gracias a las charnelas quitinoides (Bivalvos), estructuras bucales (Cefalópodos), ...

Los pirosómidos pertenecen todos al género *Pyrosoma*, y probablemente a la especie *P. atlanticum*.

Las larvas que eran capturadas con su madre no se computabilizaban como presas (por ej.: Misidáceos).

Los parásitos gástricos como trematodos y nematodos no se tenían en cuenta. Las conchas vacías de foraminíferos y los restos de gasterópodos pterópodos que aparecían en un estómago se consideraban como un individuo debido a que probablemente eran capturadas en el sustrato de una vez, ya que el fango de estos fondos está formado por pequeños agregados que aglutan foraminíferos y restos de concha de gasterópodos pelágicos (pterópodos).

La sola presencia de restos de escamas (sin ningún otro resto de pez) se considera como ingestión fuera de una actividad cazadora y por esto se consideran aparte como una unidad.

En "Restos varios" se han incluido todos los restos de origen humano (carbón, plástico, ...) que debían de ingerirse del sedimento con otras presas.

En "Tejido indetectable" se incluyen todos los restos de origen animal que por su estado de digestión no se podían identificar con los grupos establecidos.

Una vez completado el análisis, los contenidos estomacales eran exprimidos entre dos papeles de filtro para eliminar la mayor parte del

líquido intersticial, y se pesaban en una balanza analítica con precisión de 0.0001 g.

## 2.- Tratamiento de los datos

### a) Indices utilizados

Se parte de las medidas individuales (por estómago) de número y peso de cada categoría de alimento.

Los índices utilizados están ampliamente descritos en multitud de trabajos científicos por lo que no se considera oportuno insistir en los mismos.

#### Valores globales:

- NT- Número de estómagos analizados.
- NV- Número de estómagos vacíos.
- N- Número de estómagos analizados con alimento.
- V- Coeficiente de Vacuidad= Porcentaje del número de estómagos vacíos respecto al total analizados.

$$V = (NV/NT) \cdot 100$$

- Kim- Indice de intensidad alimentaria medio= media de los porcentajes del peso del contenido estomacal en relación al peso del pez eviscerado de todos los individuos analizados:

$Kim = (\sum Ki)/N$ , donde:  $Ki =$  Intensidad alimentaria (Yasuda, 1960):  $Ki = (Pest/Ppez) \cdot 100$  y  $N =$  Número de estómagos con alimento.

- H- Diversidad alimentaria= Indice de diversidad alimentaria de Shannon-Weaver (1963), utilizado para medir la amplitud de la dieta de una especie determinada.

$$H = -\sum(p_i \cdot \log_2(p_i)), \text{ donde:}$$

$n = n^o$  categorías alimento

$i =$  categoría de alimento

$p_i = \% \text{ de la categoría } i.$

- np- Número total de presas en todos los estómagos analizados.
- P- Peso total de presas en todos los estómagos analizados.
- Np- Número medio de presas por estómago:  $Np = np/N$ .
- Pp- Peso medio de presas por estómago:  $Pp = P/N$ .
- Pm- Peso medio de presas por individuo:  $Pm = P/np$ .