

**ESTUDIO INTERDISCIPLINARIO DE LA INCIDENCIA DE LOS VERTIDOS PRO-  
CEDENTES DE LA DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE  
BARCELONA EN EL AMBITO MARINO**

ESTUDIO INTERDISCIPLINARIO DE LA INCIDENCIA DE LOS VERTIDOS PROCE-  
DENTES DE LA DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE BARCE-  
LONA EN EL AMBITO MARINO.

	Pag
<u>PLANTEAMIENTO GENERAL</u>	1
<u>HIDROGRAFIA</u>	4
INTRODUCCION	4
MATERIAL Y METODOS	12
RESULTADOS Y DISCUSION	13
<u>CORRIENTES</u>	29
INTRODUCCION	29
MATERIAL Y METODOS	29
RESULTADOS Y DISCUSION	31
CONCLUSIONES	51
<u>SEDIMENTOLOGIA</u>	60
INTRODUCCION	60
MATERIAL Y METODOS	60
RESULTADOS Y DISCUSION	60
CONCLUSIONES PRELIMINARES	63
<u>ANALISIS DE LA COMUNIDAD MACROFAUNISTICA</u>	64
INTRODUCCION	64
MATERIAL Y METODOS	64
RESULTADOS Y DISCUSION	65
<u>ZOOPLANCTOLOGIA</u>	67
INTRODUCCION	67
MATERIAL Y METODOS	67

RESULTADOS Y DISCUSION	70
<u>BACTERIOLOGIA</u>	86
INTRODUCCION	86
MATERIAL Y METODOS	88
RESULTADOS Y DISCUSION	93
<u>CONCLUSIONES</u>	102
<u>ANEXOS</u>	
A) EVOLUCION Y DISTRIBUCION VERTICAL DE LA BIOMASA DE ZOOPLANCTON por M. ALCARAZ	1 - 10
B) FOTOPLANCTON MARINO EN UNA ZONA PROXIMA A LA DESEMBOCADURA DEL RIO BESOS por M. ESTRADA	1 - 13

## PLANTEAMIENTO GENERAL

Como parte del "Plan de Saneamiento y Reutilización de los vertidos de aguas de Barcelona" se han emprendido una serie de acciones tendientes a instalar, en una primera fase del proyecto, una Planta de Depuración de las aguas residuales que descargan al mar por el emisario Prim. El planteamiento de una serie de problemas derivados de la próxima puesta en marcha de dicha Planta, especialmente de aquellos que inevitablemente habrán de producirse en el ambiente marino, dió paso a una fuerte preocupación de los responsables del Plan por la falta de estudio básico de la zona marítima afectada, desde todos los aspectos fundamentales, que permitiera conocer el estado actual del ecosistema litoral próximo y su posible evolución.

Previsto, en un principio, el inicio de los trabajos de depuración para Julio de 1978 se consideró la utilidad de emprender los estudios previos inmediatamente después de haber sido establecido un acuerdo entre el Instituto de Investigaciones Pesqueras de Barcelona (CSIC) y la Unidad de Saneamiento y Alcantarillado del Ayuntamiento de Barcelona (Enero de 1978). Estos estudio debían ser continuados hasta completar un ciclo anual.

Problemas de tipo administrativo retrasaron el inicio del Proyecto de Investigación hasta Mayo de 1978. Otro tipo de problemas obligó a aplazar también la puesta en marcha del Plan tal como estaba concebido inicialmente. Para completar la serie de obstáculos con los que ha tropezado la realización de este estudio (entre los que no ocupa el último lugar precisamente la profunda transformación que están sufriendo las estructuras del Consejo Superior de Investigaciones Científicas con la reestructuración de sus Institutos) el acuerdo IIP-AYUNTAMIENTO fue suspendido antes de completar su periodo de vigencia. No obstante, hay que hacer resaltar dos aspectos fundamentales del problema que encaramos. En primer lugar, como se verá a lo largo de este trabajo, existen una considerable cantidad de trabajos preliminares (realizados en gran parte por el Instituto de Investigaciones Pesqueras de Barcelona) que contribuyen decisivamente a que la realización del presente estudio sea posible; dicho más claramente, es imposible pensar en partir de un punto cero sin conexión alguna con hechos intelectuales anteriores.

En segundo lugar, por encima de los mecanismos puramente administra-

tivos (por otra parte inevitables tal como están las cosas en nuestro país), existe una motivación fundamental para el científico que considera la posibilidad de realización de un Proyecto: la trascendencia que pueda tener para la sociedad a la que sirve, su interés intrínseco, intelectualmente hablando, y el nivel de congruencia que presenta con sus líneas de investigación. Dado que en el presente caso se obtenían respuestas positivas a tales condiciones, el Proyecto de Investigación en sus aspectos oceanográficos continúa y continuará por encima de las circunstancias administrativas antes aludidas. Sobre todo, porque siendo el problema de la depuración y eventual reutilización de las aguas residuales de Barcelona tan inevitable como trascendental, tenemos la firme convicción de que no habrá de tardar el día en que se replantee en su totalidad el relanzamiento del Plan inicial y todo ello dentro de un marco más amplio, con ideas de partida perfeccionadas por el tiempo de reflexión y por nuevas circunstancias que inciden sobre el problema en su conjunto. Entonces será necesario manejar toda la información disponible y, a nuestro entender, una interrupción en estos momentos de los estudios iniciados, sería un error difícilmente reparable. Nuestro objetivo es que, a través de los trabajos que podríamos denominar "históricos", de los que se han realizado en el periodo 1978-1979 y de los que seguiremos llevando a cabo, seamos capaces de proporcionar información adecuada y suficiente a los responsables de las acciones decisorias en el momento oportuno.

Es necesario prestar especial atención al hecho de que, para la realización de este trabajo, ha sido necesario poner a punto técnicas avanzadas de observación como son: fotografía aérea, teledetección desde satélites de recursos (LANDSAT C NIMBUS G) y la instalación de correntómetros de registro automático fondeados en distintos puntos y a distintas profundidades. Así han quedado establecidas las condiciones básicas para realizar una supervisión permanente y eficaz de la fenomenología en las aguas litorales que nos interesan en esta ocasión (así como en las áreas contiguas y remotas relacionadas con el problema general de la circulación costera) y la elaboración de modelos de difusión imprescindibles para la adecuada ordenación del litoral.

Finalmente hay que mencionar que, por tratarse de un estudio multidisciplinario, han participado en él varios equipos o grupos de trabajo del Instituto de Investigaciones Pesqueras y uno del Instituto Jaime Almera ambos del Consejo Superior de Investigaciones Científicas que han conjuntado sus esfuerzos en el logro de un objetivo común, trascendente y actual.

HIDROGRAFIA

Los principales integrantes de este equipo multidisciplinario han sido:

Grupo de Planctología, dirigido por el Dr Francisco Vives

Grupo de Bacteriología, dirigido por el Dr Ferràn Vallespinós

Estudios de Macrofauna, realizados por el Sr Jordi Camp

Grupo de Hidrografía, dirigido por el Dr Antoni Ballester

Grupo de Geología Marina, dirigido por el Dr Andrés Maldonado

Hay que agradecer las colaboraciones siguientes:

De la Dra Josefina Castellví que ha asumido la difícil tarea de revisar todos los textos sugiriendo correcciones, supresiones o ampliaciones de los mismos.

Del Sr Agustín Juliá por el análisis de datos de corrientes que ha realizado.

Del Sr José Martínez, gracias a cuyos esfuerzos y capacidad técnica se han podido resolver multitud de problemas técnicos.

Del Sr José M<sup>o</sup> Sousa que ha realizado la mayor parte de los análisis químicos.

De las Srtas Pilar Sacristán, M<sup>o</sup> Rosa Vitriá y del Sr Alberto Pinar que han realizado los trabajos de mecanografía, dibujo y fotografía, respectivamente.

Tanto en el desarrollo del presente estudio como en la elaboración final de los datos, han participado activamente los Srs. Juan Garcia y Manuel Gonzalez de la Unidad de Saneamiento y Alcantarillado del Ayuntamiento de Barcelona.

## INTRODUCCION

Situados en las proximidades de la desembocadura del emisario Prim, el gran colector que conduce al mar la mayoría de las aguas de Barcelona ciudad, se han establecido diversos puntos de observación (Fig.1) que han sido visitados sistemáticamente durante el periodo comprendido entre Abril de 1978 y Marzo de 1979.

Las características de las aguas de este punto del litoral catalán dependen, en primer lugar, del tipo de corrientes reinante que, como veremos en otro capítulo de este trabajo, son muy variables dentro de una dirección predominante con frecuentes cambios de sentido. Las persistencias son menores de 30 minutos en el 54 % de los casos. Así la influencia del río Besós, que desemboca con un caudal (en día medio de tiempo seco) de  $230.000 \text{ m}^3$  muy cerca del emisario Prim, varía considerablemente. Hay que consignar que el caudal de vertido está estimado en  $440.000 \text{ m}^3$  en las mismas condiciones, pero su contenido en materias contaminantes y, por tanto, su influencia sobre el sistema marino es muy superior al del río y por esta razón ha de estudiarse independientemente.

### Características de los emisarios de Barcelona

Tanto los efluentes urbanos como los ríos Besós y Llobregat presentan una fuerte estacionalidad que afecta tanto al volumen del vertido como a sus características. Según datos que figuran en el Informe elaborado por AQUAPLAN con la colaboración de NETAIGUA ("Plan de saneamiento y reutilización de los vertidos de aguas de Barcelona") los caudales en día medio y tiempo seco son:

vertido Bogatell	90.000 $\text{m}^3/\text{día}$
vertidos zona Besós	440.000 "
vertidos zona Llobregat	225.000 "
aporte del río Llobregat	1.800.000 "
aporte del río Besós	230.000 "
aporte del río Ebro	20.000.000 " (citado como referencia)

En cuanto a la calidad de las aguas respectivas consideraremos como indicativos, amonio, detergentes (aniónicos), cloruros y o-fosfatos



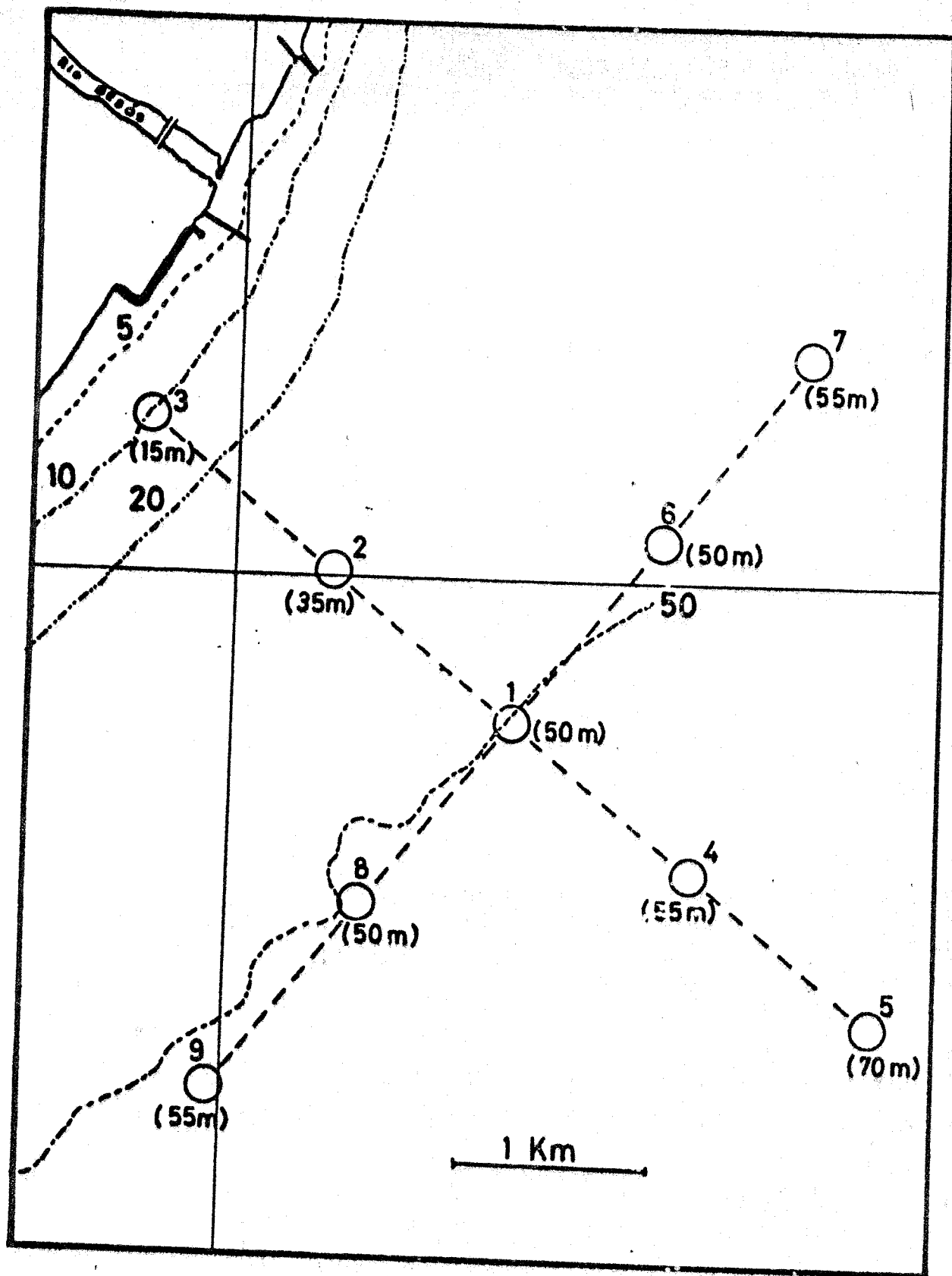


Fig. 1 : Situación de las estaciones estudiadas. La cifra entre paréntesis corresponde a la profundidad.

	BOGATELL	LLOBREGAT	BESOS	VERT.URB.	EBRO
Amonio (N-NH <sub>4</sub> , ppm)	20,7	3,73	44,0	300	-
DB05 (O <sub>2</sub> mg/l)	18,6	18,60	138,7	-	~2,0
Detergentes aniónicos (ppm)	4,6	1,23	12,8	-	-
Cloruros (ppm)	565,3	781,80	667,5	650	38,0
Ortofosfatos	-	-	-	88	0,3

Los valores que se consignan como vertidos urbanos corresponden a los promedios de los resultados obtenidos en los colectores de la zona de San Andrés y del Poble Nou antes de su vertido al mar. Destacan por su elevada concentración los valores de nitrógeno amoniacal y los de ortofosfatos. Estos valores contrastan con los hallados en la zona estudiada (en el orden de  $\mu\text{mols/litro}$ ) y para explicar esta fuerte reducción sólo se puede pensar en los fenómenos siguientes:

- a) dilución debido a la mezcla de las aguas de los emisarios en el mar. Nuestras estimaciones son de que el factor dilución está comprendido entre  $10^3$  y  $10^4$ .
- b) utilización de estas substancias, junto con los otros nutrientes disponibles, en los procesos que condicionan la productividad primaria. Más adelante veremos como en la zona marítima afectada por las descargas de los efluentes, tiene un alto contenido en clorofilas y, por tanto, un alto potencial de productividad primaria.

La configuración general de los vertidos existentes en la zona, puede observarse en las fotografías aéreas que se presentan en las figuras 2,3,4,5 y 6. En la fig. 2 se puede observar la zona de descarga del emisario Prim del que se deriva un penacho de aguas residuales (más turbias que las del mar) que se dirige hacia el NE, paralelamente a la costa. Las instalaciones de la futura estación depuradora se perciben claramente. En la fotografía de la fig. 3 se puede observar la descarga del río Besós. En la de la fig. 4 se ven las tomas y descarga de la Central Térmica del Besós y otros emisarios, más al Norte, con plumas de agua dirigiéndose también hacia el NE. En el capítulo dedicado a las corrientes veremos como en la época que fueron realizadas estas observaciones aéreas las corrientes marinas litorales en superficie, me-



1 6 1 UAG 1080 152,99  
Fig. 2. Fotografía obtenida en Julio de 1978 desde un avión del Ejército del Aire dotado con cámara métrica. Corresponde a la zona de descarga del emisario Prim.



2 5 5 2

UAG 1080 152.99

Fig. 3. Visión del Delta del río Besós y aguas adyacentes. Julio de 1978.



Fig. 4. Instalaciones de toma y descarga de la Central Térmica del Besós.

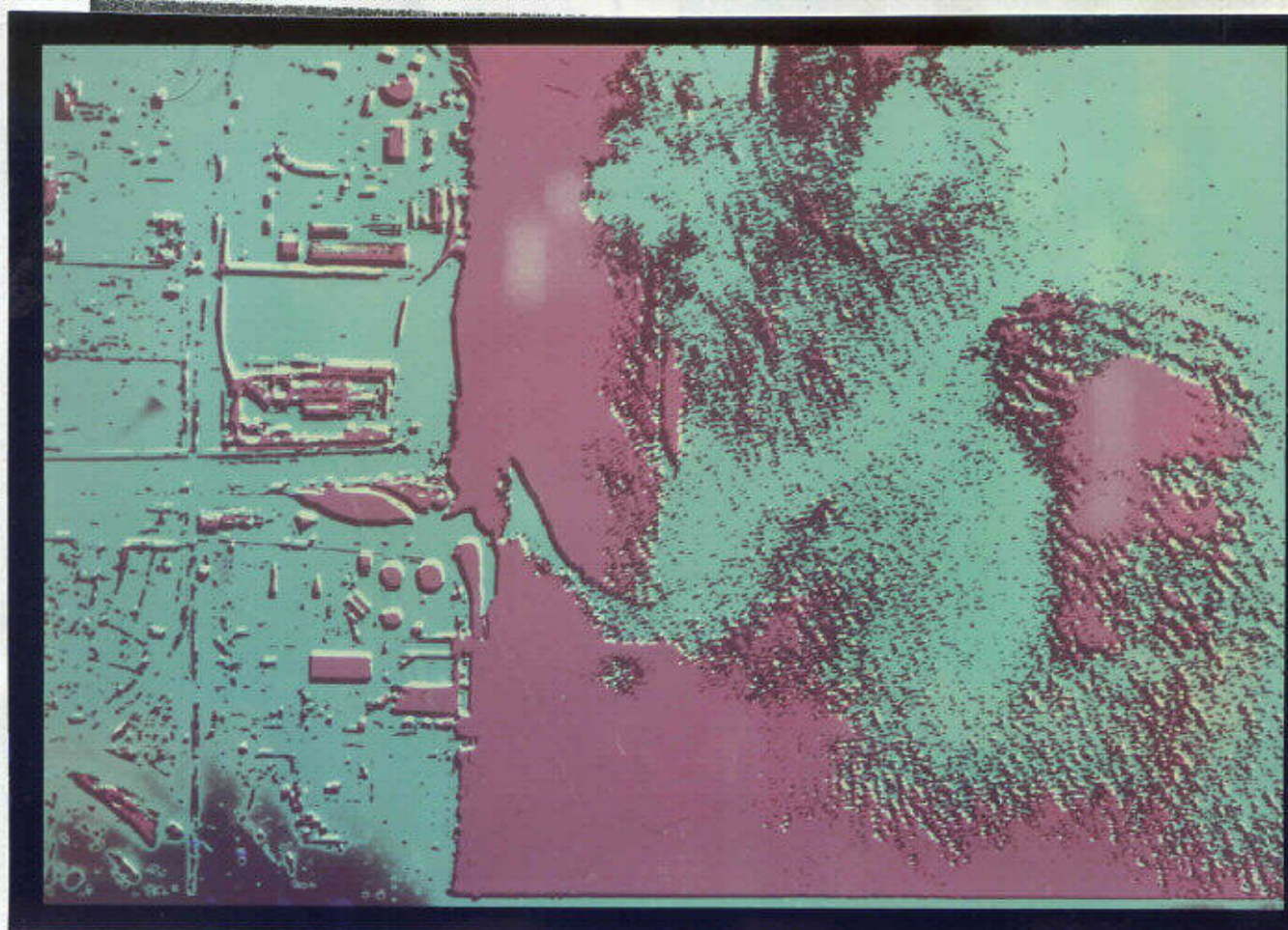
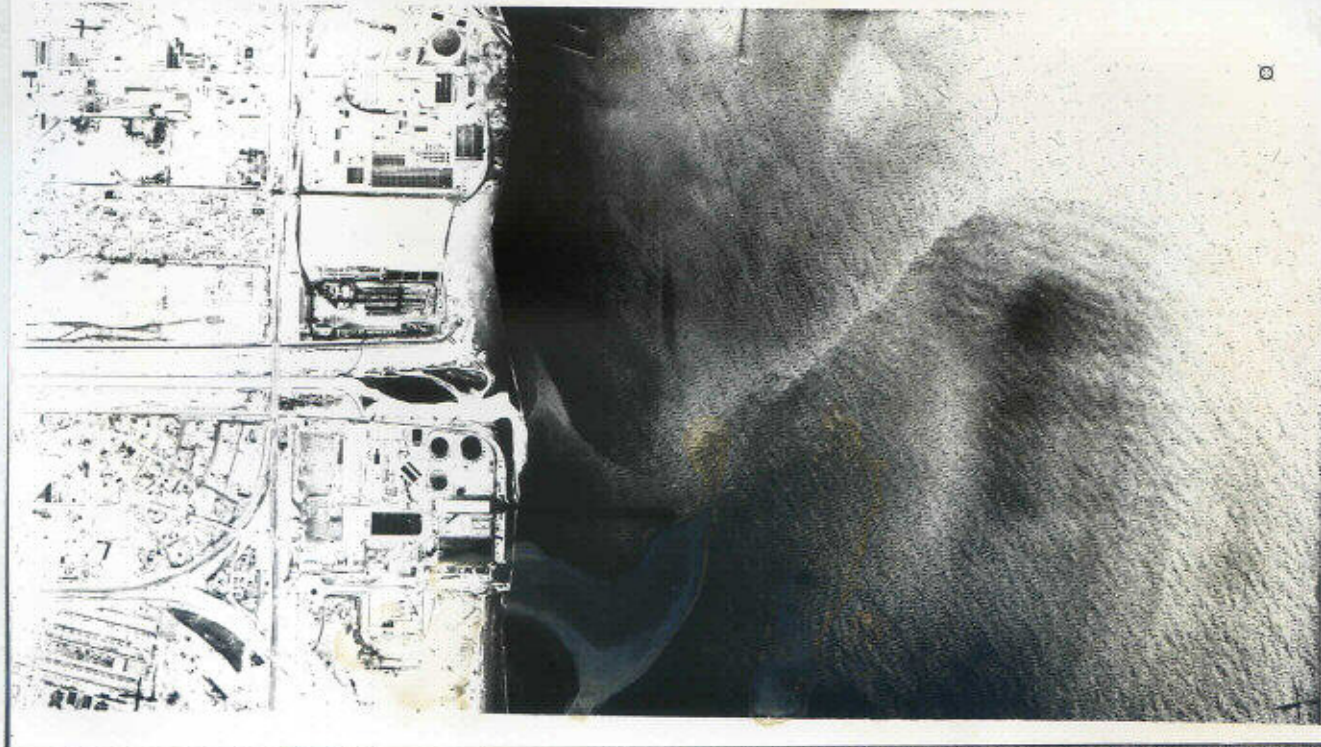


Fig. 5. Pluma del emisario de la Central Térmica del Besós puesta de manifiesto por medio de la técnica de alto contraste (arriba) y del color convencional por el procedimiento Agfa Contour (abajo).

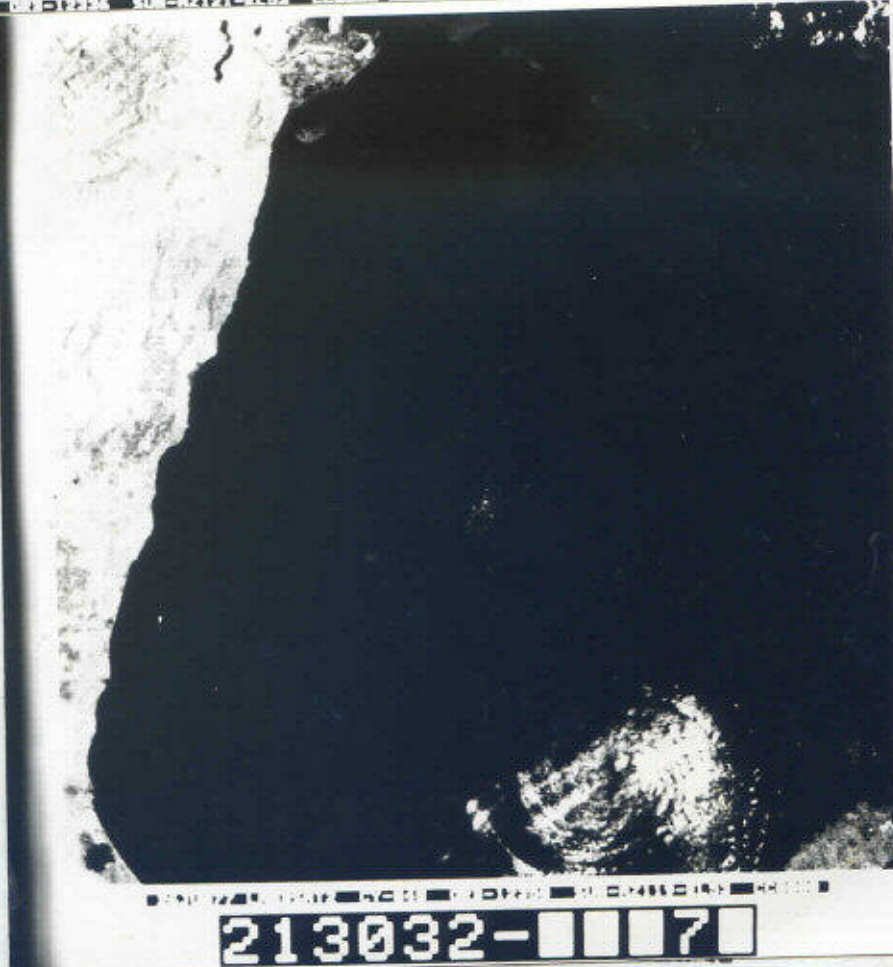
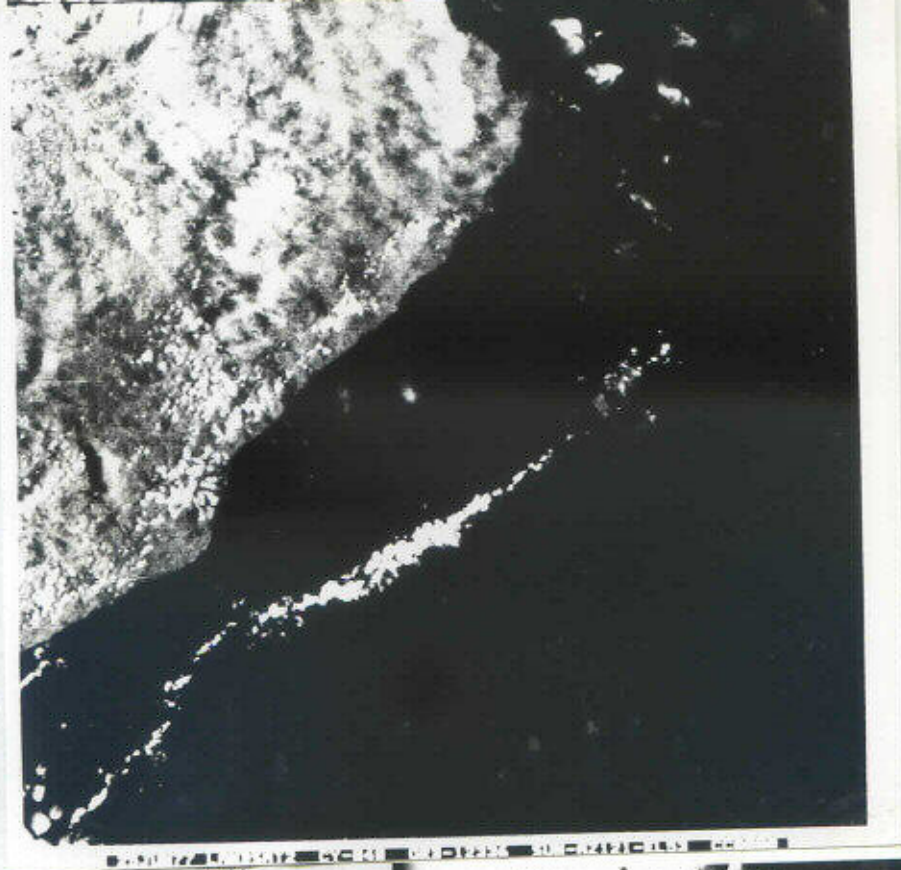


Fig. 6. Visión sinóptica (Quick Look), procedente del satélite LANDSAT C, de la costa catalana desde el Delta del Ebro al Golfo de Rosas. La información contenida en los CCT correspondientes permite realizar un seguimiento de las aguas litorales de alta frecuencia y poco costo.

didadas directamente tenían la misma dirección que la observada fotográficamente. Es notable que el vertido de agua de refrigeración de la Central Térmica que está dirigido hacia el Sur, después de un recorrido de aproximadamente un Km en esta dirección, cambia su rumbo hacia el N como los demás emisarios. El cambio de textura de la superficie del mar, debido al contenido de sustancias diversas en estas agua (detergentes, productos derivados de la cloración a la que es sometida etc) y, sobre todo, al calentamiento que han sufrido durante el proceso de refrigeración, es observable fácilmente así como la magnitud de la zona sobre la que influyen.

En la actualidad es imposible realizar ningún estudio consistente sobre el mar (especialmente en relación con la contaminación litoral) sin utilizar, hasta donde sea posible, los recursos de la teledetección. La rentabilidad de este tipo de observaciones es muy elevada si se considera la relación información/costo.

## MATERIAL Y METODOS

Los parámetros medidos durante la realización de las estaciones, han sido los considerados fundamentales en oceanografía; es decir, temperatura, salinidad y oxígeno disuelto. Para la toma de muestras se han utilizado botellas NISKYN de material plástico con termómetros reversibles de alta precisión. Sobre las mismas muestras destinadas a la valoración de la salinidad se ha determinado el oxígeno disuelto (WINKLER) y los nutrientes principales (nitratos, fosfatos y silicatos) mediante las técnicas analíticas de STRICKLAND y PARSONS (1960).

Los detergentes aniónicos se han medido por el método fotocolorimétrico azul de metileno-cloroformo descrito en el Standard Methods modificación de LONGWELL y MANIECE (1955).

Los pigmentos fotosintetizadores se han determinado sobre los extractos acetónicos o metanólicos de los filtrados de volúmenes conocidos de agua de mar sobre filtros de fibra de vidrio. La cuantificación se realizó midiendo las absorbancias de los extractos, en longitudes de onda fijas (430, 630, 645 y 666 nm) y aplicando factores de conversión lineal (RICHARDS y THOMPSON, 1952 o STRICKLAND y PARSONS, 1960).



## RESULTADOS Y DISCUSION

Todos los resultados analíticos han sido agrupados para presentarlos de forma general en el Cuadro 1. Hay que aclarar que las unidades no se consignan por ser las comunmente aceptadas en los trabajos de oceanografía, pero conviene confirmar que las profundidades vienen dadas en metros, la temperatura en grados centígrados, la salinidad en partes por mil, sigma-t con un número que se obtiene de realizar la operación  $(\sigma_t - 1.000) 1.000$ , la concentración de oxígeno en ml/l, los nutrientes ( $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{SiO}_4^{2-}$ , y  $\text{PO}_4^{3-}$ ) en  $\mu\text{mols} / \text{l}$ , la Clorofila A en  $\mu\text{g} / \text{l}$  y los detergentes aniónicos en partes por billón (ppb).

### Salinidad, Nutrientes minerales y Clorofila A

Considerando en su conjunto los resultados de los análisis de los parámetros fundamentales, se observa una notable dispersión en los valores de salinidad que varían entre un máximo de 38,000 ‰ en la estación 4 (17.01.79) en superficie y un mínimo de 34,727 ‰, también en superficie, de la estación 3 (17.01.79).

El nivel de contenido en silicatos, nitratos y fosfatos, es muy alto y está fuertemente relacionado con los bajos valores de salinidad (Figuras 7 y 8). Por esta razón los nutrientes y también los detergentes pueden considerarse como indicadores de la influencia del vertido urbano.

Los altos valores de Clorofila A y la rápida depleción de los nutrientes, observada a medida que nos alejamos del punto de vertido, son indicios de que la contaminación implica, en una cierta medida, una eutroficación de la zona afectada por las aguas residuales. Pero este proceso no alcanza, en ningún caso, a perturbar el equilibrio ecológico del sistema visto desde un punto de vista químico, dado que los valores de saturación de oxígeno oscilan entre un mínimo del 77 % y un máximo superior al 100 % con un promedio de 99,8 %. Los siguientes datos correspondientes todos ellos a la estación 3 y que resumimos en el Cuadro 2, confirman esta observación. Se ve que existe una clara asociación entre salinidades bajas, valores de oxígeno inferiores a un equivalente del 90 % de saturación y altos valores de nitratos y fosfatos.

El contenido de clorofilas del agua, exponente de la abundancia de organismos fitoplanctónicos que en ella se desarrollan, es muy elevado,

Cuadro 1. Resumen de los resultados analíticos obtenidos a lo largo del estudio. Las unidades en que se expresan los distintos parámetros son: profundidad en metros, temperatura en grados centígrados, salinidad en partes por mil, sigma-t es el resultado de la operación  $(\sigma_t - 1.000) 1.000$ , oxígeno en ml/l, los nutrientes en  $\mu\text{mols/l}$ , la clorofila A en  $\mu\text{g/l}$  y los detergentes aniónicos en ppb

ESTACION	FECHA	PROF	NIVEL	TEMP	SALN	SG-T	OXIG	pH	NH4	NO2	NO3	SI04	PO4	CL-A	SAT OX	DET AN	
5	24.04.78	55	0	14,60	37,456	-	6,54	7,92	4,85	0,49	1,80	0,87	1,14	-	112	-	
			5	13,95	37,510	-	-	8,04	4,52	0,23	-	0,70	0,44	-	-	-	-
			10	13,20	37,618	-	-	8,04	3,88	0,23	-	0,52	0,06	-	-	-	-
			20	12,90	37,658	-	-	8,03	1,94	0,15	-	0,70	0,06	-	-	-	-
			30	12,65	37,717	-	-	8,01	0,02	0,65	0,10	1,21	0,13	-	-	-	-
			40	12,70	37,720	-	-	8,00	-	0,87	0,53	1,73	0,13	-	-	-	-
			50	12,70	37,785	-	-	7,98	-	0,65	1,31	2,26	0,16	-	-	-	-
3	18.07.78	10	0	-	-	-	3,35	-	-	-	14,52	60,00	3,14	0,91	-	110,00	
			2,5	20,32	37,601	-	2,39	-	-	-	0,24	123,60	1,52	0,71	-	60,00	
			7,5	20,08	37,678	-	0,06	-	-	-	0,22	29,30	4,64	0,67	-	-	
1	19.07.78	52	0	22,78	37,324	-	4,57	-	-	-	0,89	55,78	1,69	0,72	-	110,10	
			5	19,90	37,454	-	4,92	-	-	-	0,25	61,10	0,26	0,77	-	80,00	
			10	19,42	37,640	-	5,07	-	-	-	0,10	60,90	0,21	-	-	-	
			20	19,18	37,860	-	4,93	-	-	-	0,95	164,00	0,23	-	-	-	
			30	17,90	37,689	-	5,02	-	-	-	0,13	68,90	0,14	-	-	-	
			40	17,05	37,994	-	4,71	-	-	-	0,00	65,40	0,14	-	-	-	
			45	16,23	37,927	-	5,07	-	-	-	0,00	59,60	0,14	-	-	-	
4	19.07.78	60	0	23,08	37,480	-	4,91	-	-	-	0,25	48,66	0,16	0,42	-	70,00	
			5	22,62	37,483	-	4,93	-	-	-	0,25	16,00	0,15	0,22	-	90,00	
			10	20,60	37,888	-	4,77	-	-	-	0,10	-	0,14	-	-	-	
			20	19,30	37,835	-	4,91	-	-	-	0,01	-	0,10	-	-	-	
			30	18,13	37,750	-	4,95	-	-	-	0,01	-	0,08	-	-	-	
			40	17,22	37,776	-	5,04	-	-	-	0,13	-	0,08	-	-	-	
			50	16,00	37,937	-	4,94	-	-	-	0,10	-	0,08	-	-	-	

(Continuación)

ESTACION	FECHA	PROF	NIVEL	TEMP	SALN	SG-T	OXIG	NO2	NO3	SI04	P04	CL-A	SAT OX
1.	10.10.78	55	0	21,01	37,623	26,509	5,07	-	0,46	1,06	2,45	31,28	98,0
			5	21,02	-	-	5,58	-	0,39	0,56	1,93	18,35	-
			10	20,62	37,829	26,773	5,44	-	0,26	0,98	0,35	0,99	104,6
			20	20,00	37,821	26,933	5,21	-	0,24	0,64	0,29	2,31	99,2
			30	18,67	37,909	27,349	5,67	-	0,13	0,73	0,00	-	105,6
			40	17,71	37,848	27,545	5,61	-	0,13	-	0,00	-	102,8
			50	17,24	37,912	27,710	5,35	-	0,20	-	0,00	-	97,3
2	10.10.78	35	0	21,53	37,420	26,209	5,86	-	0,40	2,11	2,19	20,36	114,1
			5	21,02	37,535	26,439	5,43	-	0,33	1,40	2,22	23,31	104,9
			10	20,82	37,838	26,724	5,21	-	0,13	-	0,53	1,62	100,5
			20	18,56	37,794	27,289	5,52	-	0,13	-	0,00	-	102,5
			30	17,97	-	-	5,29	-	-	-	-	-	-
3	10.10.78	15	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			5	20,71	37,592	26,567	5,72	-	0,20	0,48	1,46	10,70	110,0
			10	20,46	37,747	26,753	4,66	-	0,00	-	1,17	4,02	89,3
2	10.10.78	35	0	21,22	37,376	26,261	6,62	-	0,26	0,48	1,38	19,77	128,2
			5	21,62	37,690	26,389	5,98	-	0,24	0,89	0,56	8,32	116,8
			10	19,02	37,841	27,207	5,18	-	0,13	-	0,00	-	97,0
			20	-	37,885	-	5,40	-	0,16	-	0,00	-	-
			30	17,91	37,856	27,502	5,32	-	0,18	-	-	-	97,8
4	10.10.78	60	0	21,93	37,905	26,466	5,24	-	0,13	-	0,00	-	103,0
			5	21,82	-	-	5,05	-	0,16	-	0,00	1,07	-
			10	21,61	37,912	26,562	5,11	-	0,13	-	0,00	0,17	99,9
			20	21,46	37,936	26,622	5,28	-	0,24	-	0,00	0,56	103,0
			30	18,32	37,839	27,384	5,50	-	0,24	-	0,00	-	101,8
			40	17,62	37,847	27,566	5,46	-	0,24	-	0,00	-	99,9
			50	16,91	37,938	27,810	5,40	-	0,24	-	0,00	-	97,7
3	10.10.78	15	0	21,33	37,644	26,436	7,00	-	0,17	0,48	1,31	10,34	136,0
			5	-	-	-	7,00	-	0,13	0,40	1,31	-	-
			10	21,21	37,772	26,566	5,74	-	0,24	0,80	0,64	4,58	111,4

(Continuación)

ESTACION	FECHA	PROF	NIVEL	TEMP	SALN	SG-T	OXIG	N02	N03	SI04	P04	CL-A	SAT OX
3	17.10.78	15	0	22,45	37,045	25,663	0,93	-	7,70	3,34	3,79	1,91	18,3
			5	21,43	37,721	26,468	6,30	-	0,00	0,00	1,17	2,14	122,7
			10	21,30	37,726	26,507	5,81	-	0,00	0,00	1,17	2,07	112,9
9	17.10.78	60	0	21,09	37,348	26,276	4,64	-	2,28	2,19	2,93	-	89,6
			5	21,27	37,432	26,291	5,18	-	1,93	1,83	1,84	1,38	100,4
			10	21,10	37,755	26,582	5,03	-	0,12	0,55	0,25	1,92	97,4
			30	16,29	38,086	28,074	5,68	-	0,10	0,69	0,00	-	101,7
			50	15,16	37,991	28,261	5,54	-	0,50	0,98	0,00	-	97,2
2	27.10.78	35	0	19,20	37,704	27,055	4,26	-	1,00	1,84	1,29	1,13	79,9
			5	18,60	-	-	5,48	-	0,33	0,43	0,16	0,69	-
			10	17,85	37,772	27,452	4,60	-	0,41	1,32	0,62	0,20	84,4
			20	16,80	37,854	27,772	5,21	-	0,39	0,69	0,17	0,04	94,0
			30	16,60	37,867	27,830	5,25	-	0,61	1,28	0,47	0,01	94,4
3	27.10.78	15	0	18,80	37,716	27,168	4,29	-	1,49	5,97	14,51	0,28	80,0
			5	17,85	-	-	4,55	-	0,67	1,89	1,00	0,38	-
			10	17,45	37,800	27,573	4,86	-	0,36	1,30	0,36	0,09	88,6
4	27.10.78	60	0	18,90	37,745	27,164	5,36	-	0,31	0,35	0,13	0,08	100,1
			5	18,70	37,750	27,220	5,45	-	0,00	0,12	0,13	0,08	101,4
			10	18,60	37,723	27,225	5,37	-	0,00	0,25	0,13	0,10	99,8
			20	18,10	37,764	27,384	5,48	-	0,00	0,16	0,13	0,13	101,0
			30	17,00	37,837	27,711	5,55	-	0,17	0,35	0,10	0,11	100,5
			40	16,20	37,910	27,959	5,31	-	0,53	0,70	0,00	0,03	94,8
3	14.11.78	15	0	19,47	37,246	26,636	4,08	-	5,35	3,85	7,00	0,96	76,7
			5	17,90	37,619	27,321	4,94	-	1,58	1,17	2,41	0,93	90,7
			10	17,92	37,753	27,419	4,99	-	0,30	0,47	1,33	0,70	91,7
4	14.11.78	60	0	17,83	37,596	27,321	5,10	-	1,70	0,64	1,95	0,24	93,5
			5	17,80	37,713	27,419	5,28	-	0,61	0,32	0,82	0,30	96,8
			10	17,81	37,719	27,421	5,46	-	0,30	0,15	0,00	0,16	100,1
			20	17,82	37,758	27,450	5,50	-	0,00	0,10	0,82	0,26	100,9

(Continuación)

ESTACION	FECHA	PROF	NIVEL	TEMP	SALN	SG-T	OXIG	NO2	NO3	SI04	P04	CL-A	SAT OX
			30	17,83	37,760	27,449	5,52	-	0,00	0,10	0,00	0,16	101,3
			40	16,40	37,926	27,923	5,47	-	0,00	0,10	1,77	0,03	98,1
			50	15,40	37,993	28,207	5,12	-	0,00	0,10	0,49	0,12	90,2
3	17.01.79	15	0	12,87	34,727	26,225	5,52	2,44	52,34	25,85	18,65	-	90,9
			5	12,86	37,986	28,754	5,87	0,00	1,65	1,42	0,32	0,63	98,9
			10	14,84	37,975	28,320	6,04	0,00	1,65	1,42	0,28	0,61	105,4
4	17.01.79	60	0	12,84	38,000	28,771	5,86	0,00	1,58	1,42	0,34	0,50	98,7
			5	12,82	37,978	28,758	5,85	0,00	1,58	1,77	0,34	0,46	98,4
			10	12,57	37,935	28,775	5,84	0,00	2,10	1,42	0,34	0,62	97,8
			20	12,77	37,953	28,749	5,92	0,00	1,93	1,42	0,32	0,56	99,5
			30	12,77	37,951	28,746	5,91	0,00	2,20	1,42	0,43	0,56	99,3
			40	12,80	37,977	28,762	5,72	0,00	1,72	1,22	0,34	0,60	96,2
			50	12,80	37,991	28,772	5,91	0,00	1,75	1,31	0,28	0,55	99,4
4	19.02.79	60	0	12,35	37,845	28,750	6,05	0,23	0,95	-	1,59	1,93	100,8
			5	12,33	37,845	28,753	5,95	0,14	0,38	-	0,34	1,53	99,1
			10	12,31	37,841	28,754	5,93	0,14	0,57	-	0,64	1,33	98,8
			20	12,34	37,849	28,755	5,89	0,09	0,33	-	0,24	1,99	98,1
			30	12,34	37,834	28,744	5,84	0,09	0,28	-	0,21	1,84	97,3
			40	12,37	37,869	28,765	5,93	0,05	0,24	-	0,12	1,76	98,9
			50	12,38	37,865	28,759	5,94	0,09	-	-	0,12	1,73	99,1
3	08.03.79	15	0	13,78	36,505	27,414	3,78	1,70	8,58	1,53	-	-	64,1
			5	11,85	37,868	28,867	5,84	0,18	1,06	0,03	0,21	1,00	96,4
			10	11,81	37,870	28,876	5,49	0,27	1,32	0,07	0,21	1,04	90,6
4	08.03.79	60	0	12,41	37,818	28,717	5,77	0,18	1,37	0,08	0,27	0,61	96,2
			5	12,30	37,872	28,780	5,78	0,45	1,48	0,12	0,25	0,77	96,3
			10	12,98	37,908	28,671	5,88	0,18	1,27	0,10	0,18	0,64	99,2
			20	12,17	37,934	28,854	5,77	0,18	1,37	0,10	0,13	0,61	95,9
			30	12,11	37,941	28,872	5,67	0,27	1,69	0,12	0,09	0,70	94,1
			40	11,77	37,950	28,946	5,68	0,27	1,90	0,14	0,13	0,41	93,7
			50	12,11	37,919	28,854	5,65	0,27	1,90	0,14	0,13	0,39	93,8

FECHA	NIVEL	OXIG	SALN	N03	P04	SAT-OX
18.07.78	0	3,35	-	14,52	3,14	-
	2,5	2,39	37,6	0,24	1,52	-
	7,5	0,06	37,7	0,22	4,64	-
17.10.78	0	0,93	37,0	7,70	3,79	18,3
14.11.78	0	4,08	37,2	5,35	7,00	76,7
17.01.79	0	5,52	34,7	52,34	18,65	90,9
08.03.79	0	3,78	36,5	8,58	..	64,1

Cuadro 2. Resumen de los datos de la estación 3 en los momentos en que se detectaron valores bajos de oxígeno disuelto.

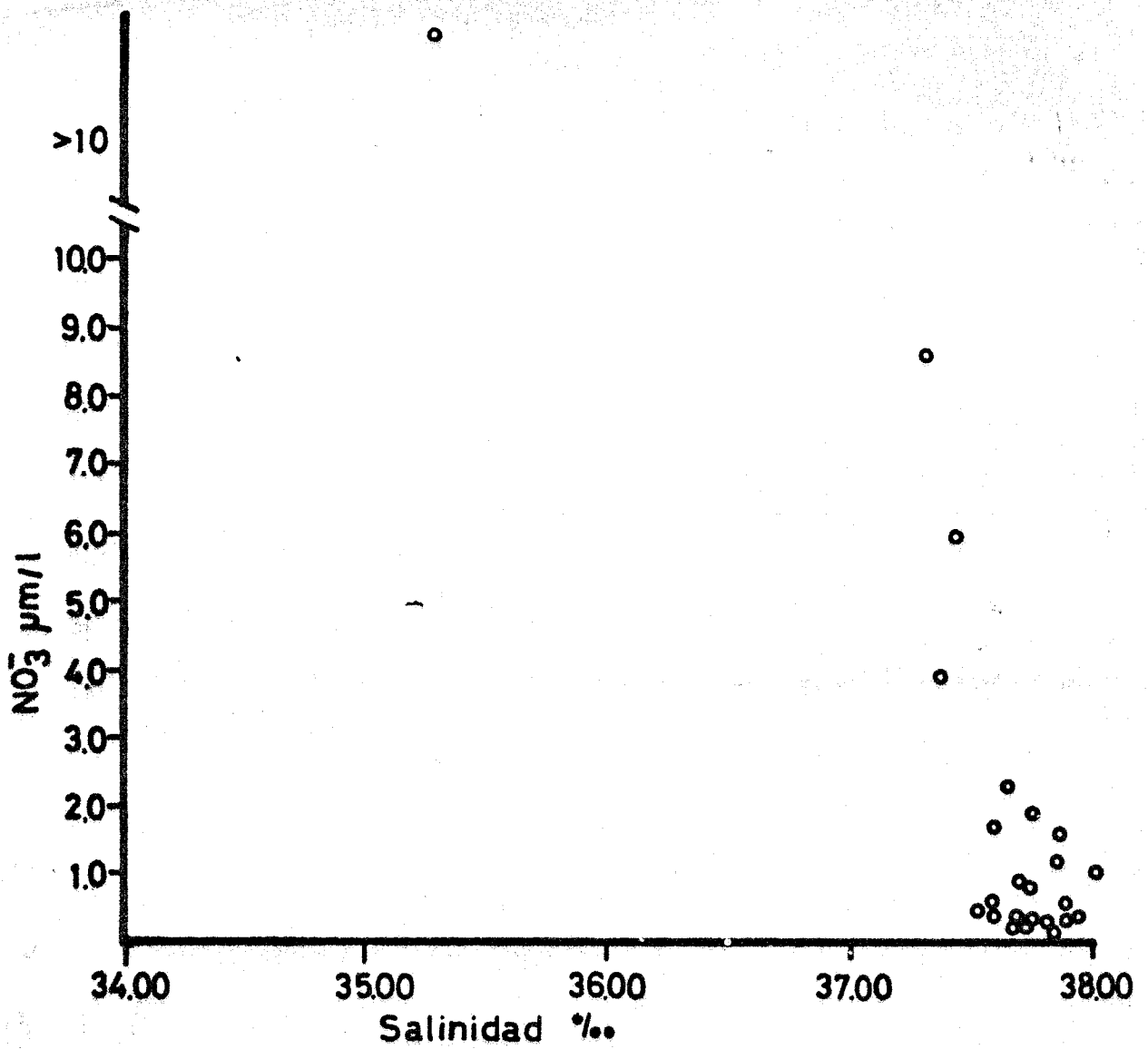


Fig. 7. Distribución de los valores de nitratos en función de la salinidad.

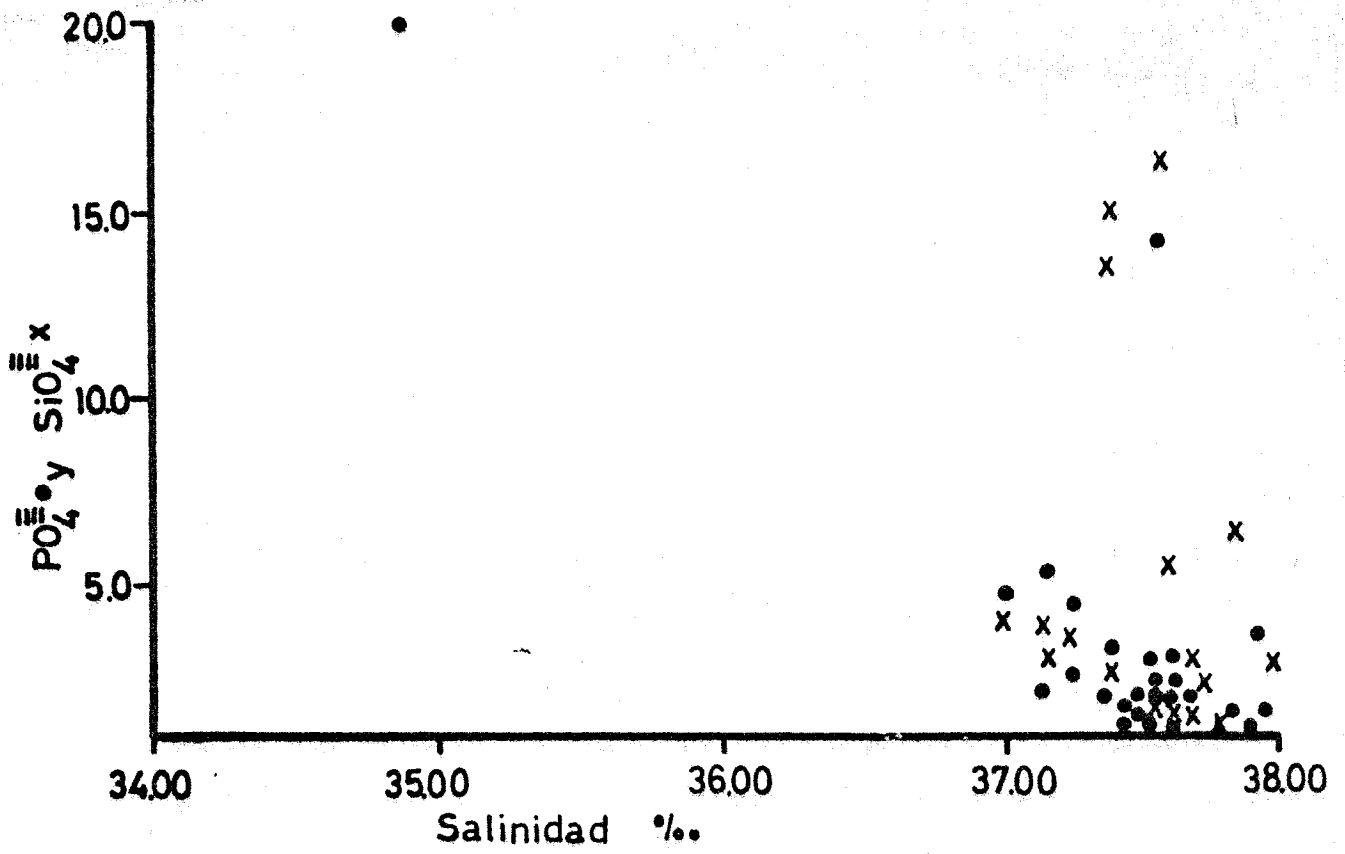


Fig. 8. Distribución de los valores de fosfatos y silicatos en función de la salinidad.



en general, con valores en superficie que llegan a superar los 30  $\mu\text{g/l}$ . No obstante, incluso en estas situaciones, los valores de oxígeno se mantienen altos como puede observarse en estos casos:

ESTACION	FECHA	PROF	TEMP	OXIG	CL-A	SAT-OX
1	10.10.78	0	21,01	5,07	31,28	98,0
2	10.10.78	0	21,22	6,62	19,77	128,2
3	10.10.78	0	21,33	7,00	10,34	136,0

Al describir las características de las aguas del vertido de Prim hemos visto los elevados valores de nitrógeno amoniacal que contienen. En la estación 5 (24.04.78) se han encontrado valores muy altos, superiores a 4  $\mu\text{mol/l}$  en superficie y 5 m de profundidad, a pesar de la intensa dilución que sufren las aguas residuales al mezclarse con el agua de mar y de los procesos de nitrificación, muy activa en esta zona.

Los valores más altos de nitritos, nitratos y fosfatos se encuentran en la estación 3 (situada muy cerca del punto de descarga del emisario) el 17.01.79 con los siguientes resultados:

TEMP	SALN	NO2	NO3	PO4	SI04
12,87	34,7	2,44	52,34	18,65	25,85

La baja salinidad observada explica el fenómeno como la consecuencia de la influencia del vertido sobre la zona de la estación 3. En este caso los silicatos son altos pero el valor máximo corresponde a la misma estación en verano (18.07.78) a la profundidad de 2,5 m. En este punto los valores fueron:

TEMP	SALN	NO2	NO3	PO4	SI04
20,32	37,6	-	0,24	1,52	123,60

Antes se ha mencionado el valor que pueden tener los nutrientes como trazadores de la zona de influencia de los emisarios pero, teniendo en cuenta su rápida utilización en los procesos fotosintetizadores en las capas superficiales, este valor queda considerablemente limitado. La distribución de salinidades, que corresponden al parámetro más conservativo, podrá proporcionarnos una clara idea de la incidencia del vertido (magnitud y evolución en el tiempo y en el espacio) que, de acuer-

do con los resultados obtenidos, puede considerarse como restringida a un área limitada por la isobata de 55 m a unos 4 Km de distancia del vertido. Los valores medios de los nutrientes principales ( $\text{NO}_3^-$  y  $\text{PO}_4^{3-}$ ) en esta zona son relativamente bajos y muy próximos a los de las aguas mediterráneas alejadas de la costa. Una serie de diez determinaciones realizadas en superficie entre abril de 1978 y marzo de 1979, frente al vertido de Prim y que se distribuyen desde la costa hasta los 55 m de profundidad, nos da unos valores medios de 0,9 y 1,0  $\mu\text{mols/l}$  para nitratos y fosfatos, respectivamente. En un área alejada de la costa (1.000 m de profundidad), frente a Vilanova y la Geltrú, obtenemos unos valores medios de 0,5 y 0,2  $\mu\text{mols/l}$ , para los mismos parámetros, sobre una serie de 27 determinaciones realizadas entre Junio de 1965 y Mayo de 1967.

### Distribución vertical de la temperatura: estratificación

El mar Mediterráneo en general presenta dos situaciones muy bien definidas que se producen al compás de la fuerte estacionalidad de su climatología. Mientras que en invierno existe lo que denominamos una señalada homotermia, es decir una temperatura constante desde la superficie a las aguas más profundas (con temperaturas ligeramente inferiores a  $13^\circ\text{C}$ ) consecuencia de una mezcla vertical activa y del bajo aporte térmico de las capas bajas de la atmósfera sometidas al frío invernal, en el verano el gradiente vertical de la temperatura es muy intenso. Las aguas superficiales constituyen un sistema definido, separado físicamente de las aguas subsuperficiales y profundas. El comportamiento de las dos masas de agua, separadas por la termoclina (y más aún por la picnoclina debido a que, en general, la salinidad aumenta con la profundidad hasta alcanzar un nivel máximo alrededor de los 500m), es muy distinto. El desplazamiento de las capas superficiales del mar puede no coincidir y aún ser opuesto al de las capas profundas situadas por debajo de la termoclina. Este desplazamiento relativo se produce como un deslizamiento sin a penas gasto de energía. Otra consecuencia del establecimiento de un régimen de fuerte estratificación en el mar consiste en una mayor dificultad de intercambio entre el mar y la atmósfera (oxigenación de las aguas profundas) convirtiendo el sistema subsuperficial en un enclave aislado en el que pueden surgir problemas adicionales en los procesos de mineralización oxidativa, especialmente en zonas litorales sometidas a un grado más o menos elevado de contaminación orgánica.

Para evaluar este problema con una perspectiva suficiente vamos a

analizar los resultados obtenidos en la zona estudiada comparándolos con los correspondientes a otras zonas del litoral catalán. Así en la zona de las islas Medas, frente al puerto de l'Estartit (Gerona) y a una profundidad de 80 m se obtuvieron los perfiles térmicos en una misma estación y con una frecuencia aproximada de 15 días (entre febrero de 1971 y febrero de 1972 figura 9 y entre enero y junio de 1979 figura 10).

De igual manera se estudió la distribución vertical de la temperatura (Figura 11) entre junio de 1965 y mayo de 1967 en una estación situada a 1.000 m de profundidad frente a la costa de Vilanova i la Geltrú (Barcelona).

Durante el curso del presente trabajo (entre abril de 1978 y marzo de 1979) se ha observado la evolución del perfil térmico frente al emisario Prim, a 60 m de profundidad, a unos 5 Km de la costa (Fig 12).

Los resultados de estas observaciones demuestran la existencia de tres estaciones muy bien definidas.

- 1) estación invernal. La característica esencial es la homotermia con una temperatura moderada, ligeramente inferior a los 13°C.
- 2) estación primaveral. Se inicia a mediados de marzo y se prolonga hasta mediados de junio que es cuando se establece una termoclina bien definida. El proceso de estratificación se realiza lentamente.
- 3) estación estival. La termoclina se consolida y a medida que el gradiente va en aumento, desciende en profundidad hasta alcanzar, en algunos casos, hasta 60 m.

El paso de la estación estival a la invernal se produce bruscamente hacia finales de octubre o principios de noviembre gracias al tremendo aporte energético de los temporales otoñales (los conocidos con el nombre sustantivado y catalanizado de "quinoccios" entre los pescadores de Tarragona). No puede hablarse, por tanto, de estación otoñal desde este peculiar punto de vista.

La estratificación de las aguas marinas debe ser tenido en cuenta en la problemática de los emisarios submarinos. Su diseño, instalación y funcionamiento están fuertemente afectadas por el fenómeno que acabamos de definir. Ya hemos visto que existe una gran diferencia entre la situación estival y la de homotermia. En todo caso debe estar prevista la posibilidad de que la pluma ascendente pueda romper la zona termo-picnoclina.

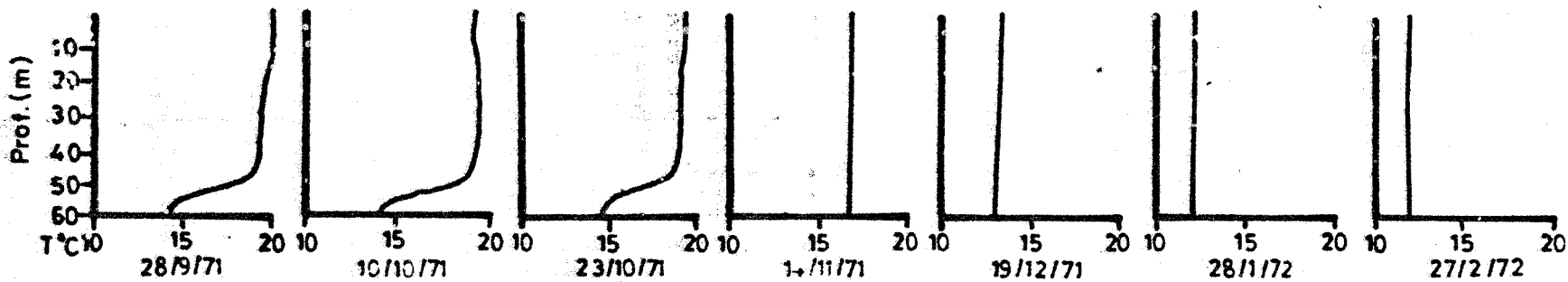
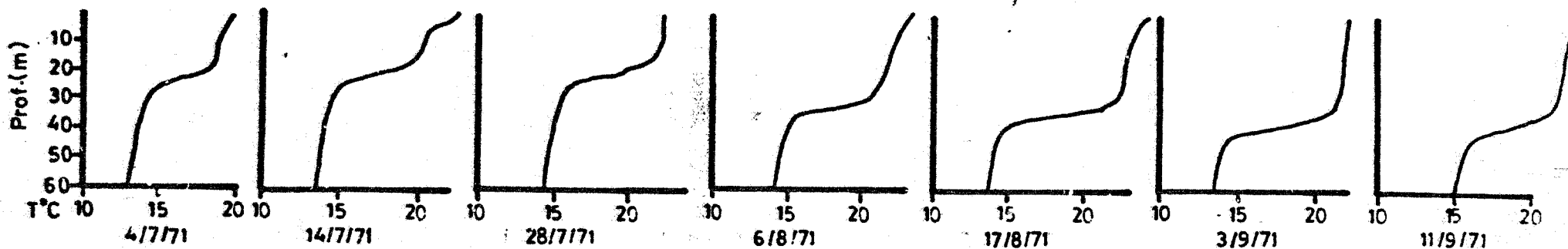
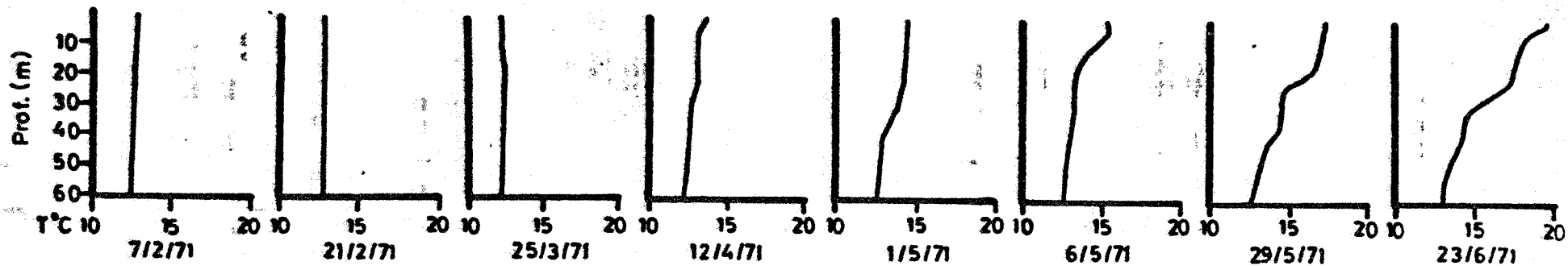


Figura 9. Perfiles térmicos obtenidos en una estación frente a l'Estartit (Gerona) entre febrero de 1971 y febrero de 1972

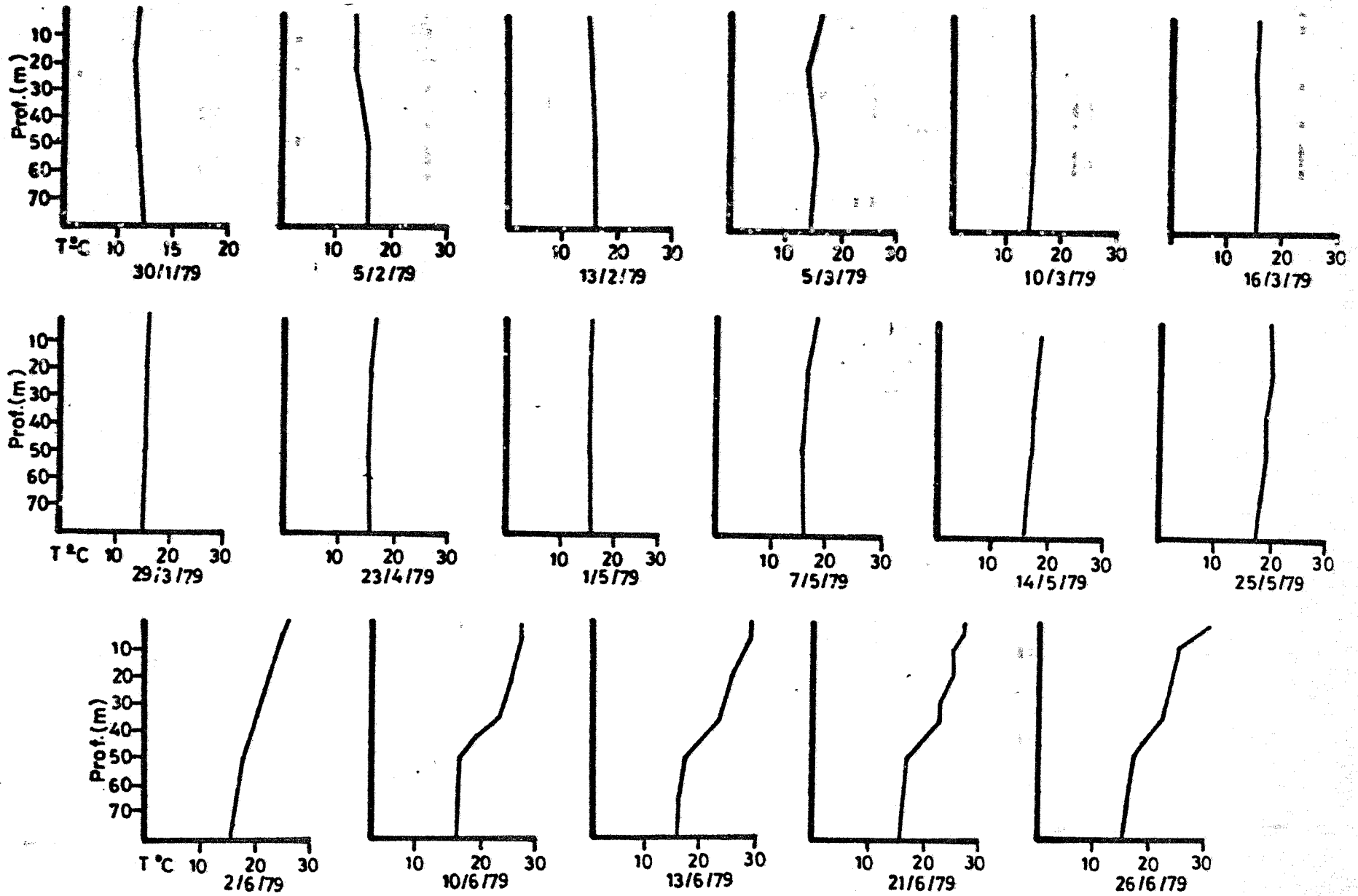


Figura 10. Perfiles térmicos obtenidos en una estación frente a l'Estartit (Gerona) entre enero y junio 1979

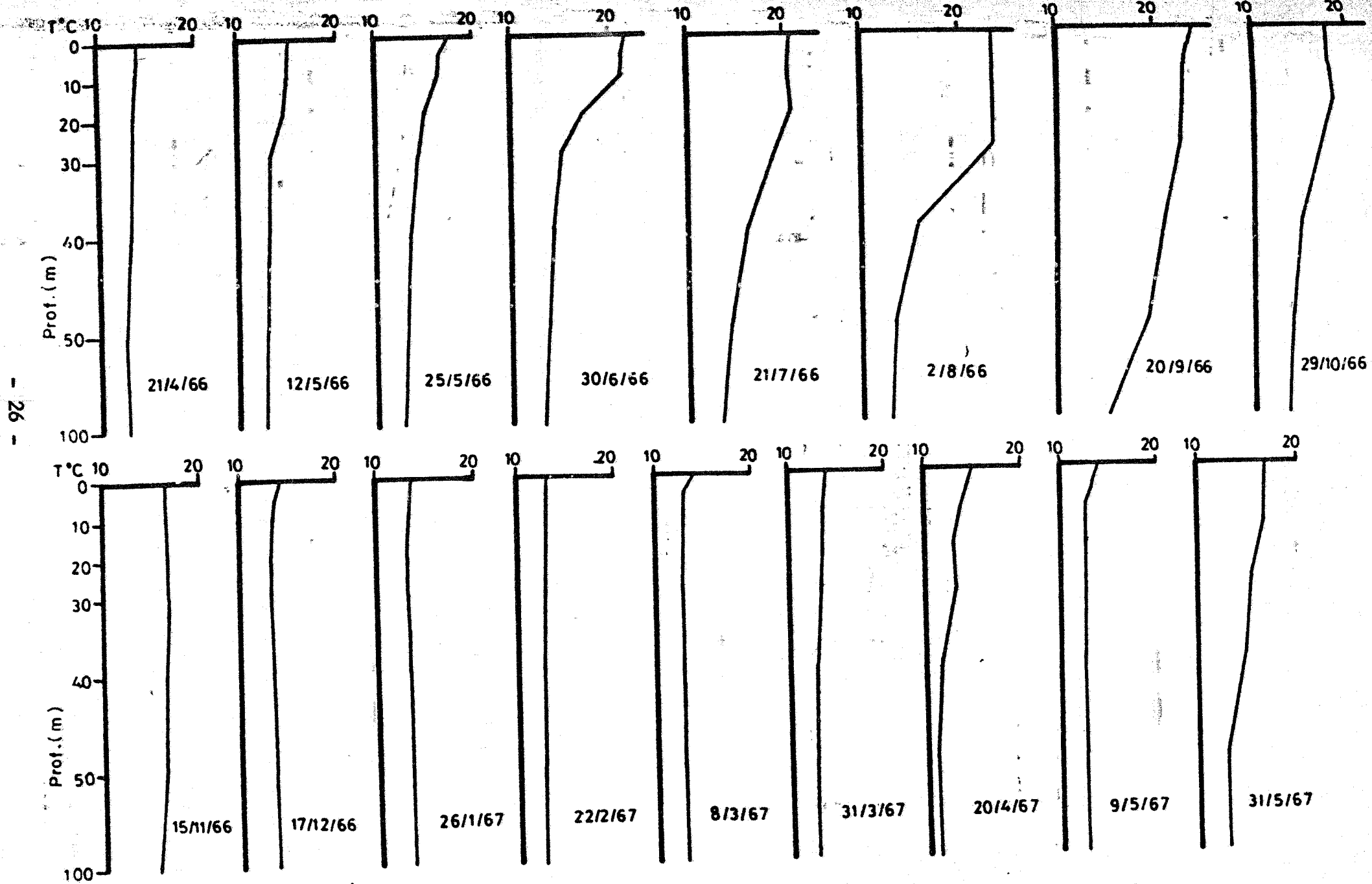


Fig. 11 (continuación)

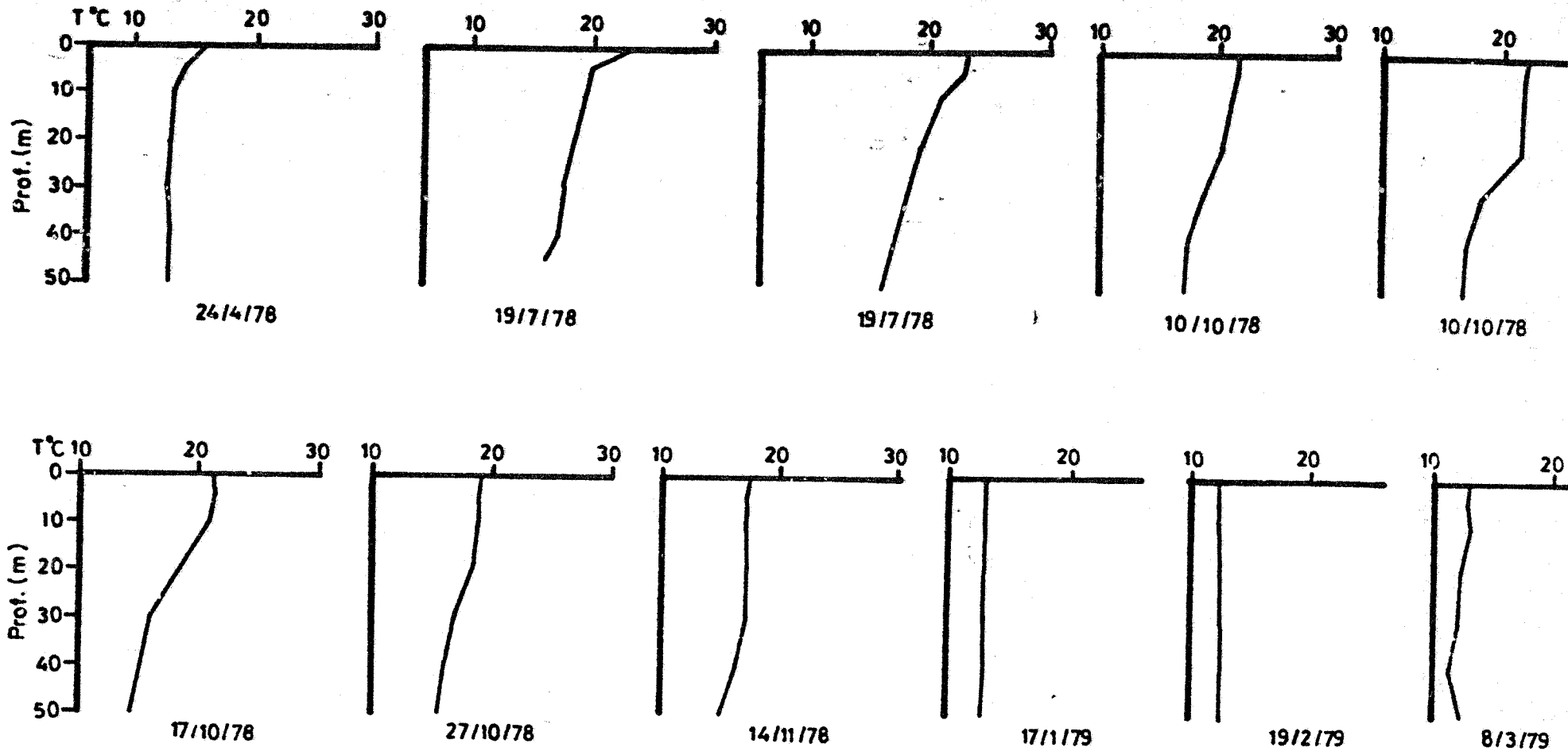


Figura 12. Perfiles térmicos correspondientes a la zona de estudio obtenidos desde abril de 1978 a marzo de 1979.

## Detergentes aniónicos

Entre las sustancias con propiedades tensioactivas que son vertidas al mar a través de los efluentes urbanos e industriales destacan por su importancia cuantitativa los llamados convencionalmente detergentes aniónicos. Nuestras valoraciones en la zona del vertido Prim, demuestran que existen mecanismos degradadores de gran eficiencia en los primeros estadios del proceso de dilución de las aguas del vertido en el mar. Probablemente estos mecanismos se producen cuando la dilución se inicia, la cantidad de materia orgánica disuelta es muy elevada y, por tanto, los procesos de oxidación bioquímica muy activos (SWISHER, R.D. 1970). En los sucesivos estadios de dilución, cuando el contenido en materia orgánica no alcanza el nivel crítico para poder soportar el gasto energético implicado en los mecanismos antes mencionados, las concentraciones de detergentes disminuyen únicamente en función del proceso físico de dilución.

Los valores encontrados en nueve puntos situados alrededor de las estaciones 4 y 3 (superficie y 2,5 m de profundidad) en el curso del presente trabajo, oscilan entre un mínimo de 40 y un máximo de 140 ppb, con un promedio de 82,5 ppb. Esto demuestra que existe una moderada dispersión de las concentraciones de detergentes en función del espacio. Estas concentraciones son coincidentes con las halladas en la zona afectada por el emisario de Marsella (ARNOUX y BELLAN-SANTINI, 1973) los cuales oscilan entre 100 y 20 ppb.

A modo de comparación mencionaremos los valores hallados en la costa cantábrica (ARIAS, 1979) comprendido entre Ondaxroa y Zumaya. A un máximo de 70 ppb se oponen unos mínimos de 2-7 ppb (prácticamente inapreciables). El promedio es de 15,8 ppb. Estos bajos valores observados son debido al régimen de circulación existente en esta costa afectada por fuertes mareas y por una dinámica y mezcla vertical más activas que las existentes en el litotal mediterráneo.



CORRIENTES

## INTRODUCCION

El estudio de las corrientes marinas en la zona litoral, motivo del presente trabajo, se enfoca bajo los siguientes objetivos:

1. Estudio del régimen local, dentro del contexto de la circulación general de la costa catalana, y el grado de influencia de la circulación del Mediterráneo.
2. Estudio de las direcciones e intensidades dominantes en la zona de la desembocadura del río Besós.
3. Estudio del grado de influencia de la meteorología sobre la dinámica local de las masas de agua superficiales. Para ello se han determinado los vientos dominantes en la zona, durante el período considerado.

## MATERIAL Y METODOS

Para llevar a cabo las determinaciones de corrientes, tanto en forma de perfiles verticales, como en forma de estación fija, se han utilizado correntímetros de registro interno fabricados por AANDERAA INSTS. en Noruega. El modelo utilizado es el RCM-4, que tiene como características más importantes las siguientes:

- Sensor de corriente. Se trata de un rotor de Savonius, de material plástico, acoplado magnéticamente al interior de la unidad de registro. Rango de medición de 2,5 a 250 cm/s. Precisión 1 cm/s.
- Dirección. Utiliza como sensor un compás magnético, cuya aguja queda retenida en cada medición sobre un potenciómetro anular que da la información eléctrica necesaria. Resolución: 0,35 °. Precisión: 5 grados, para velocidades comprendidas entre 5 y 100 cm/s.
- Presión. Sensor por tubo de Bourdon, que actúa sobre un potenciómetro eléctrico. Precisión: 1 % del fondo de escala. Resolución: 0,1 % del fondo de escala.

La información que se obtiene al final de cada período de muestreo se codifica digitalizándola en forma de palabras de 10 bits y es registrada en una cinta magnética, contenida en el mismo instrumento, con una capacidad de hasta 10.000 registros.

La frecuencia de muestreo es seleccionable internamente pudiendo elegirse períodos comprendidos entre 0,5 y 180 minutos. En nuestro caso se

utilizó un período de 2 minutos, en las estaciones fijas y 0,5 minutos durante la realización de los perfiles.

La elaboración de la información recogida se ha efectuado en el centro de cálculo del Instituto de Investigaciones Pesqueras, por medio de un ordenador IBM 1130 provisto de unidad de discos y sistema de representación gráfica por pantalla de tubo de rayos catódicos.

### Información general de la costa catalana

Se ha procedido a recopilar la información ya existente a fin de completar la obtenida a través de los perfiles de distribución vertical de la corriente a lo largo de la costa catalana. La zona que abarca el presente estudio está comprendida entre la desembocadura del río Ter y la del río Ebro.

Los perfiles verticales de corrientes se determinaron durante el mes de Julio de 1978 dentro de unas características meteorológicas muy uniformes que corresponden a la situación de tiempo estable y bueno.

Para nuestro estudio tiene especial interés el tramo de costa comprendido entre el Cabo Creus y el Delta del río Llobregat, en el que la costa presenta una estructura homogénea y diferenciada.

### Información correspondiente a la desembocadura del río Besós

En esta zona se ha dispuesto una estación de medición de corrientes (situación  $2^{\circ} 15,1'E$  y  $41^{\circ} 23,6'N$ . Profundidad 50 m) que coincide en el tiempo con las realizadas en el resto de la costa y en la que, posteriormente, se anclaron dos correntímetros durante un período continuado de cuarenta y dos días (del 1 de Enero al 12 de Febrero de 1979). Para completar la información de esta zona se realizó una radial con tres perfiles verticales en Octubre de 1978.

Los resultados obtenidos en estos perfiles verticales se incluyen en el resto de los correspondientes a toda la costa catalana.

La información conseguida mediante los correntímetros anclados en la estación se estudia aparte en forma de tablas de frecuencia y persistencia de la corriente.

Los correntímetros utilizados de forma continua, se situaron sobre una misma vertical y a profundidades de 5 y 38 metros, sobre un fondo de 42 metros.

Desafortunadamente, un fallo mecánico del sistema de arrastre del registrador magnético motivó que dejara de registrarse la información

medida por el correntímetro situado a 5 metros. El otro instrumento funcionó durante un período de cuarenta y dos días efectuando una medición cada dos minutos.

Para poder analizar la información generada por este último correntímetro, se ha confeccionado una tabla de persistencias de las corrientes en las direcciones predominantes, así como una tabla de frecuencias.

### Información meteorológica

Los datos meteorológicos obtenidos son de dos tipos. En primer lugar se han recopilado los facilitados por el INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA a través de sus boletines diarios. De ellos se han tomado solamente los referentes a vientos en la zona costera catalana, durante los meses en que se han llevado a cabo los trabajos correspondientes a este estudio, con velocidades superiores a los diez kilómetros/hora.

En segundo lugar se ha medido la intensidad y dirección del viento durante la realización de los perfiles verticales de corrientes con el fin de poder establecer una correlación entre el viento en superficie del mar y la corriente marina superficial. Para facilitar la comprensión de esta correlación, se han representado gráficamente los vectores que indican la dirección del viento y su intensidad sobre el mismo perfil vertical en el que se han representado las corrientes.

Los vectores representativos de la velocidad del viento, se han trazado en forma de vector doble, que indica la dirección a donde va el viento, contrariamente a la forma habitual de expresión, con objeto de hacerlos comparables con los correspondientes a las corrientes, representados éstas en forma de vector simple.

Las escalas utilizadas en esta representación son:

Viento: 1 mm = 10 metros/minuto.

Corriente: 1 mm = 1 centímetro/segundo.

En ambos casos la dirección Norte se ha hecho coincidir con el eje positivo de ordenadas.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En el estudio de circulación litoral y general, y con el fin de dar forma a los resultados obtenidos en los perfiles de corrientes, se ha considerado conveniente hacerlo en forma de gráficos que representan el

contorno del fondo marino correspondiente a una radial que parte de la desembocadura del río y pasa por la estación-perfil. Ello nos permite comparar los resultados de las distribuciones verticales de corriente haciendo referencia a diferencias importantes en la estructura del fondo marino.

Los valores de intensidad y dirección de la corriente que se indican en los gráficos, corresponden a valores medios registrados durante varios minutos en cada nivel. De esta forma se corrijen las oscilaciones debidas a causas incontrolables, como son el balanceo de la embarcación y los desplazamientos verticales de la misma a causa del oleaje, que inciden en los datos registrados. Durante el tiempo de realización del perfil, la embarcación permanecía fondeada.

En las figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 se presentan los gráficos correspondientes a los perfiles de corrientes en distintos puntos de la costa así como los datos numéricos correspondientes.

#### Estación de registro continuo

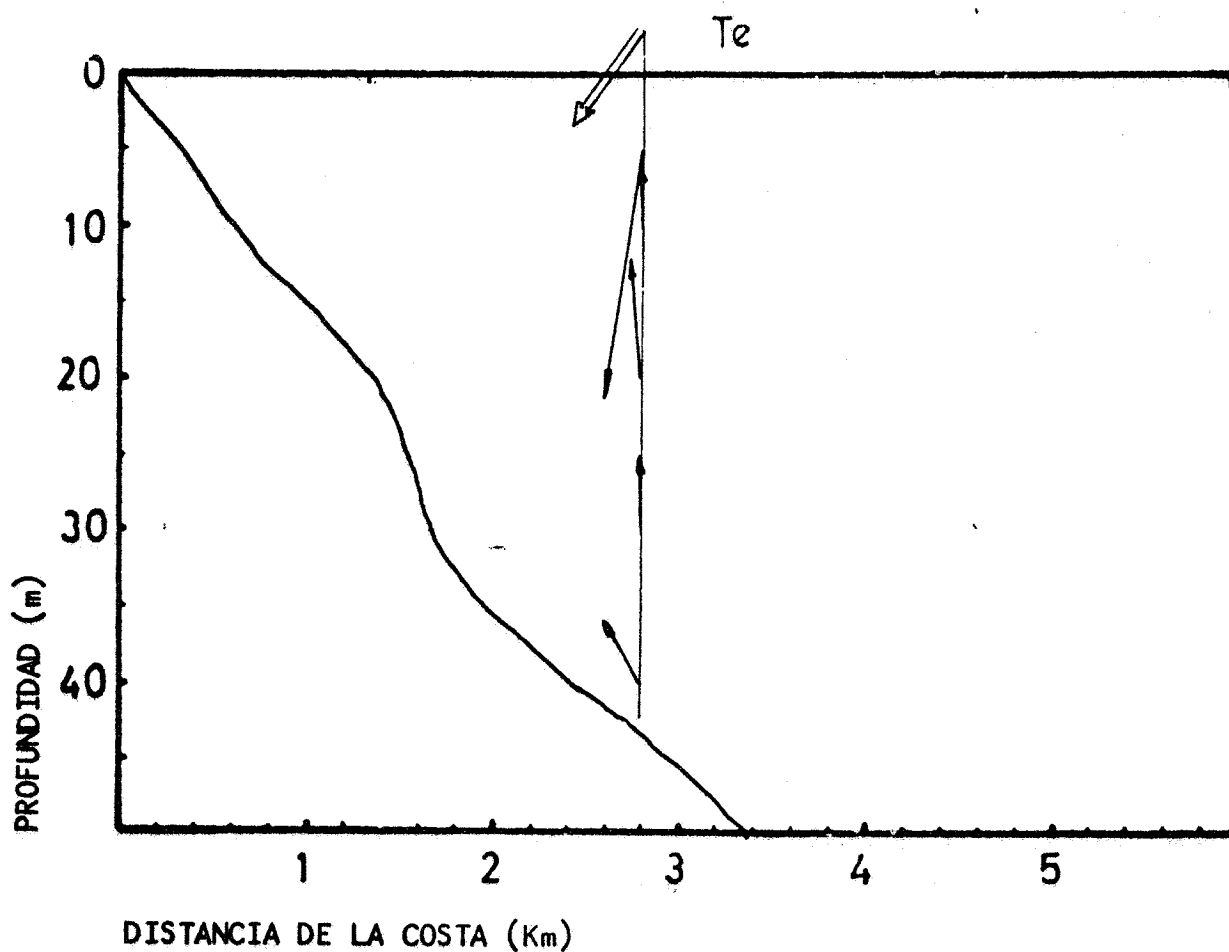
Con los datos obtenidos en la estación situada frente a la desembocadura del río Besós ( $2^{\circ} 15,1' E$  y  $41^{\circ} 23,6' N$ ) se han elaborado unos registros gráficos de las series temporales correspondientes a la intensidad y dirección de la corriente durante los 42 días de trabajo del correntímetro. De esta forma se hace evidente la presencia de fenómenos cíclicos de diversa duración que caracteriza al movimiento de las masas de agua litorales y que en esta zona concreta se manifiesta incluso a 40 m de profundidad.

Las figuras 11 y 12 corresponden a las variaciones de la intensidad o celeridad de la corriente ( $2^{\circ} 15,1' E$  y  $41^{\circ} 23,6' N$ ) respecto al tiempo en la zona del Besós y del Golfo de Sant Jordi ( $00^{\circ} 52' E$  y  $40^{\circ} 48,1' N$ ) respectivamente.

Las figuras 13 y 14 corresponden a la dirección de la corriente respecto al tiempo en los mismos puntos que en las figuras 11 y 12.

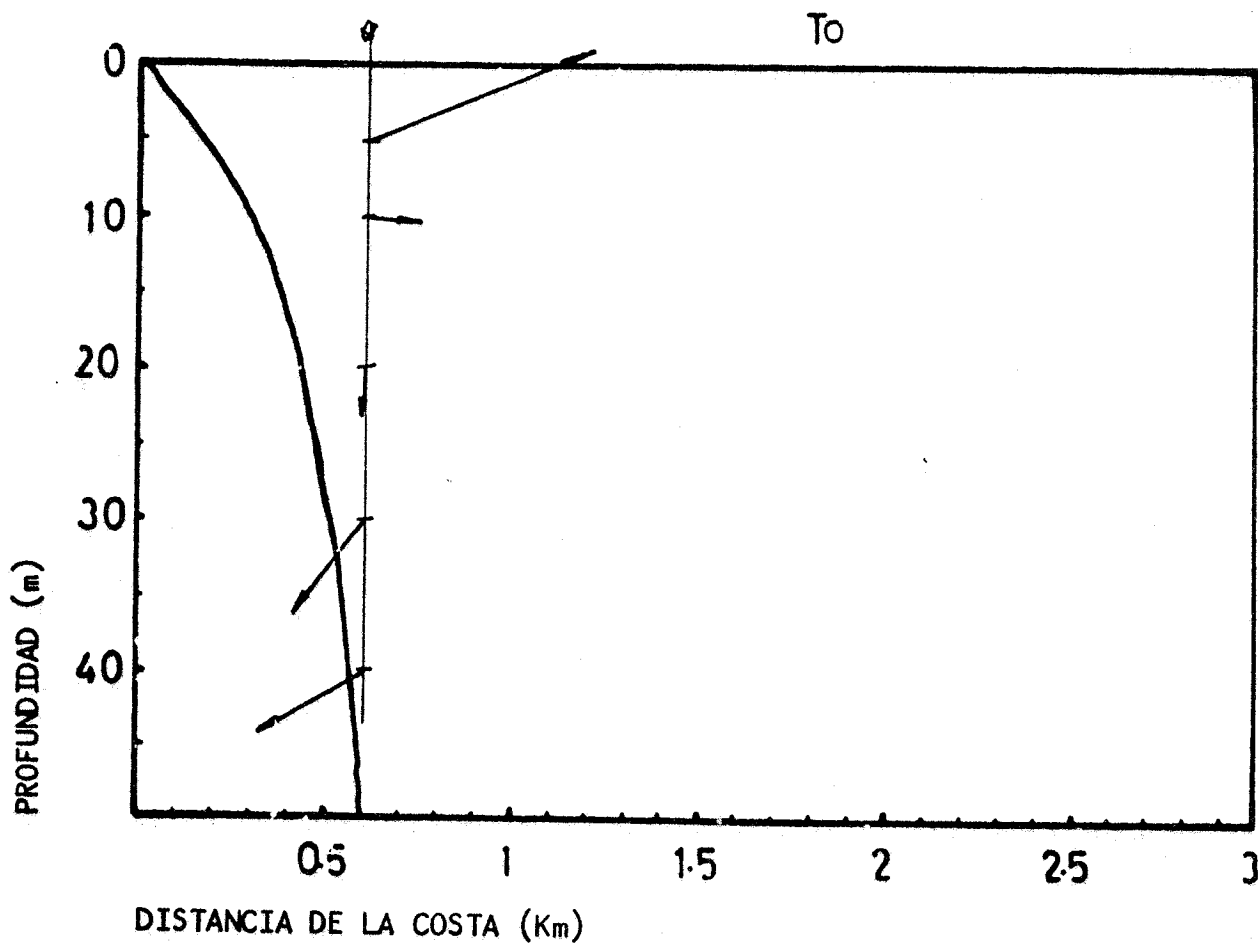
En la fig. 15 se representa una función de la energía cinética de la masa de agua, con indicación de la permanencia en una determinada dirección. La función representa el sumatorio del logaritmo de la velocidad al cuadrado, sumatorio extendido al tiempo de la persistencia. El gráfico nos indica las direcciones en que la energía cinética de la masa es mayor y más persistente.

Las figuras 16 y 17 se incluyen como información auxiliar y corresponden a la serie temporal generada por la temperatura del agua en el



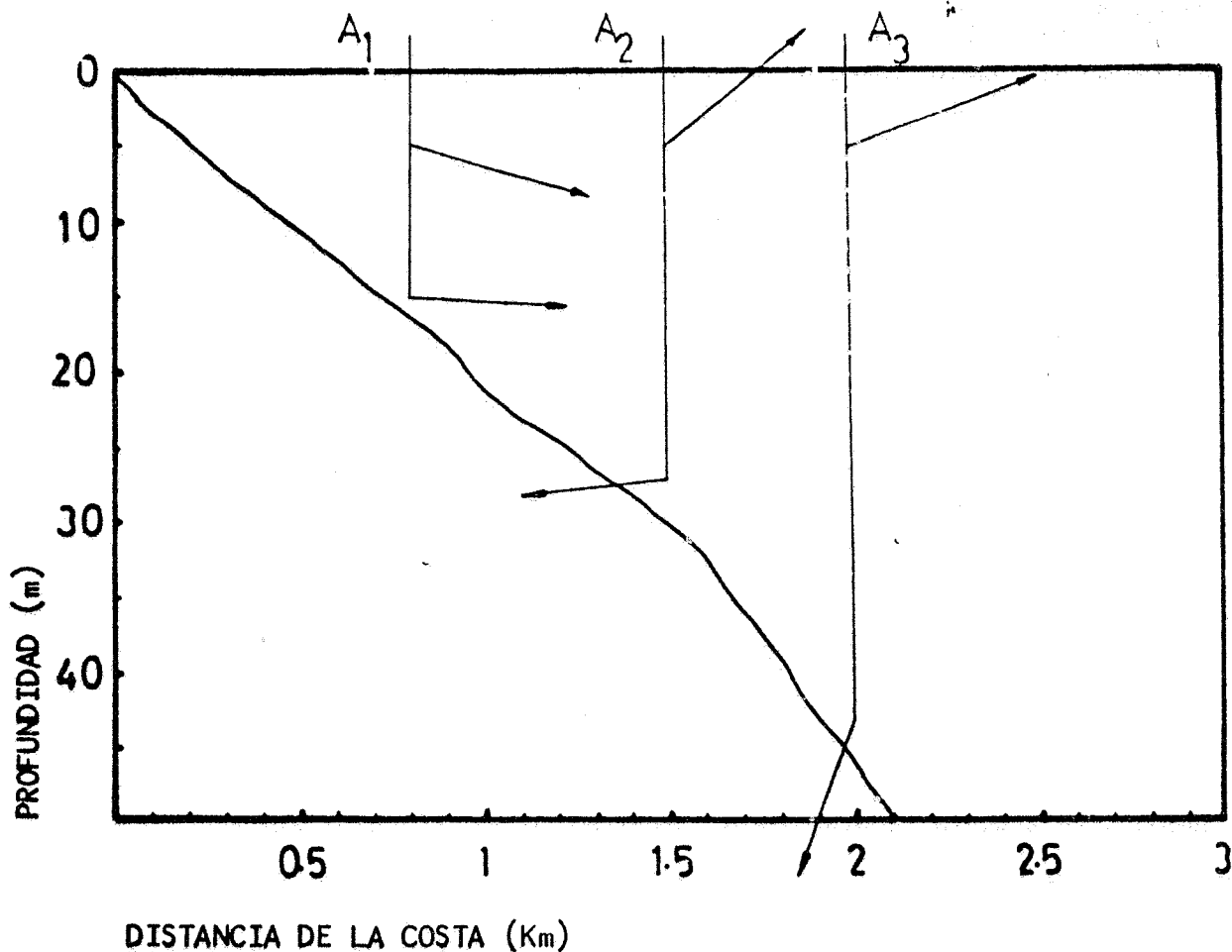
Profundidad (m)	Velocidad (cm/s)	Dirección grados
5	33,0	190
10	10,2	354
20	16,6	352
30	9,8	359
40	8,8	336

Fig. 1. Perfil de corrientes en la desembocadura del río Ter en la isobata de 45 m. 15 de julio de 1978. (03° 14' E y 42° 1,3' N).



Profundidad (m)	Velocidad (cm/s)	Dirección grados
5	32,5	62
10	7,0	102
20	5,0	186
30	15,5	215
40	15,9	239

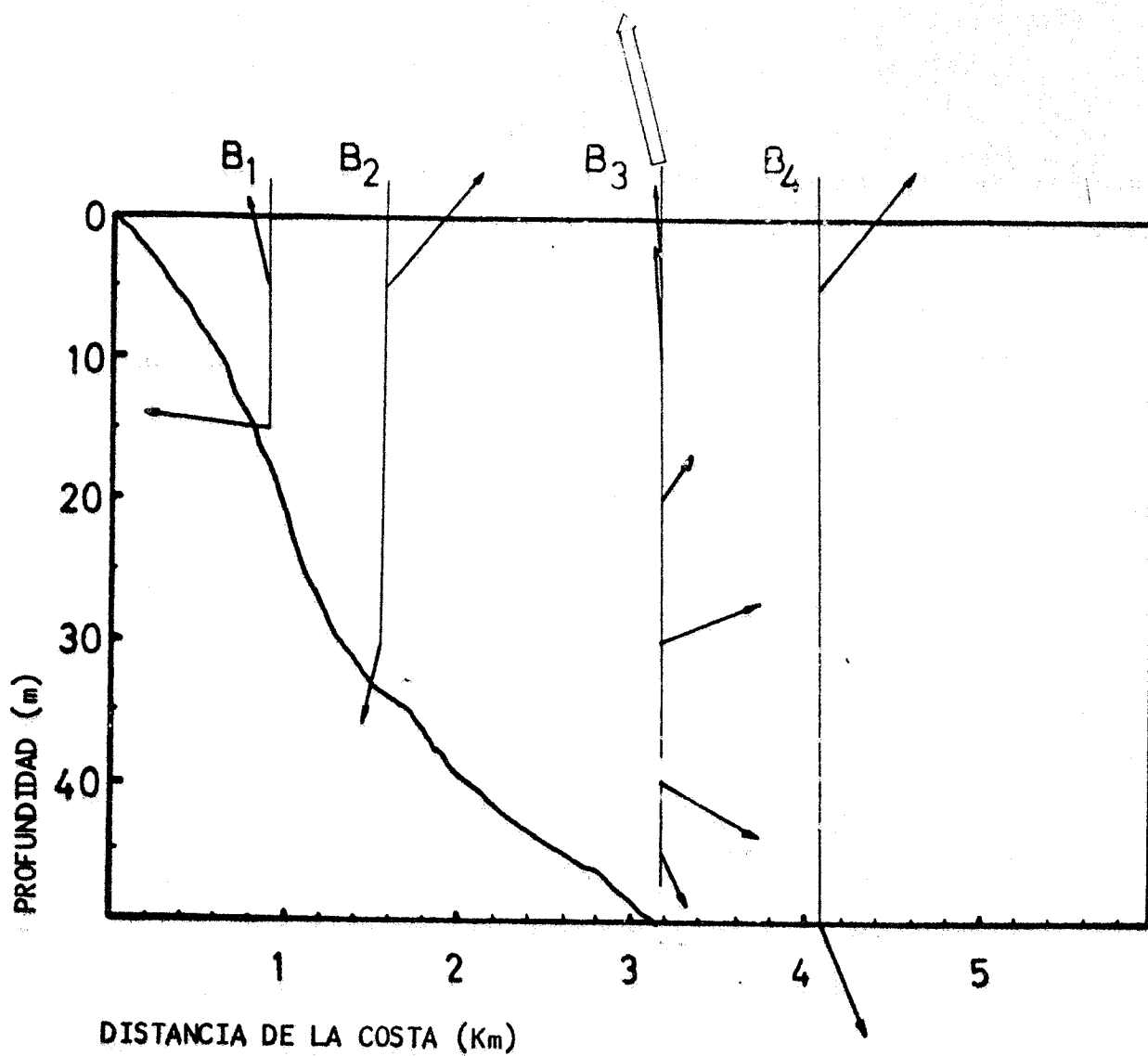
Fig. 2. Perfil de corrientes en la desembocadura del río Tordera en la isobata de 45 m. 17 de julio de 1978. ( $02^{\circ} 46,9' E$  y  $41^{\circ} 38,6' N$ ).



	Profundidad (m)	Velocidad (cm/s)	Dirección grados
Estación A <sub>1</sub>	5	25,0	108
	16	21,8	92
Estación A <sub>2</sub>	5	25,3	43
	27	19,7	268
Estación A <sub>3</sub>	5	27,7	60
	45	21,6	192

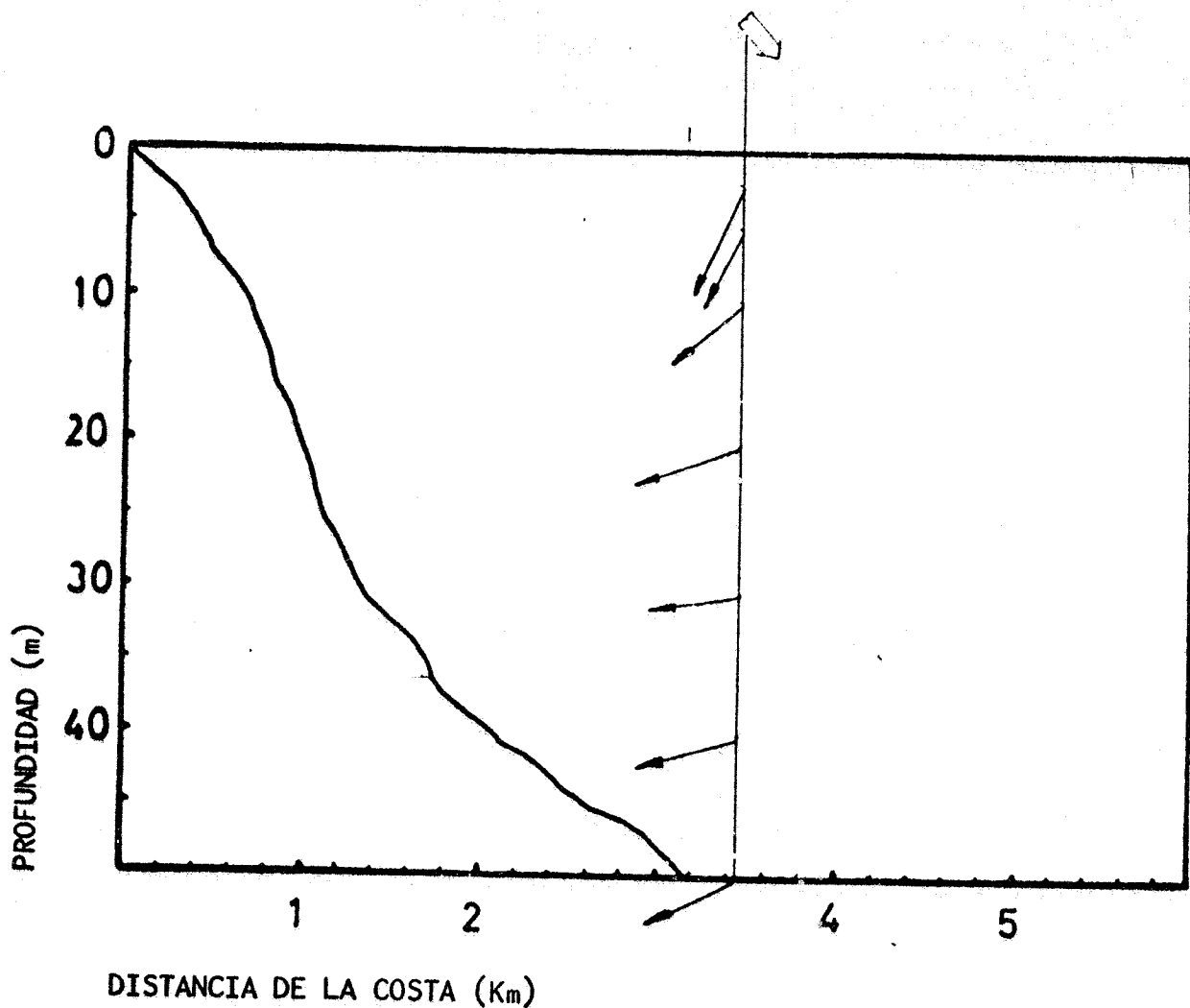
Fig. 3. Perfiles de corrientes frente a la riera de Argentina. Estación A<sub>1</sub>: profundidad 18 m, distancia de la costa 800 m. Estación A<sub>2</sub>: profundidad 30 m, distancia de la costa 1.500 m. Estación A<sub>3</sub>: profundidad 48 m, distancia de la costa 2.000 m. 26 de octubre de 1978. (02° 28,3' E y 41° 30' N).





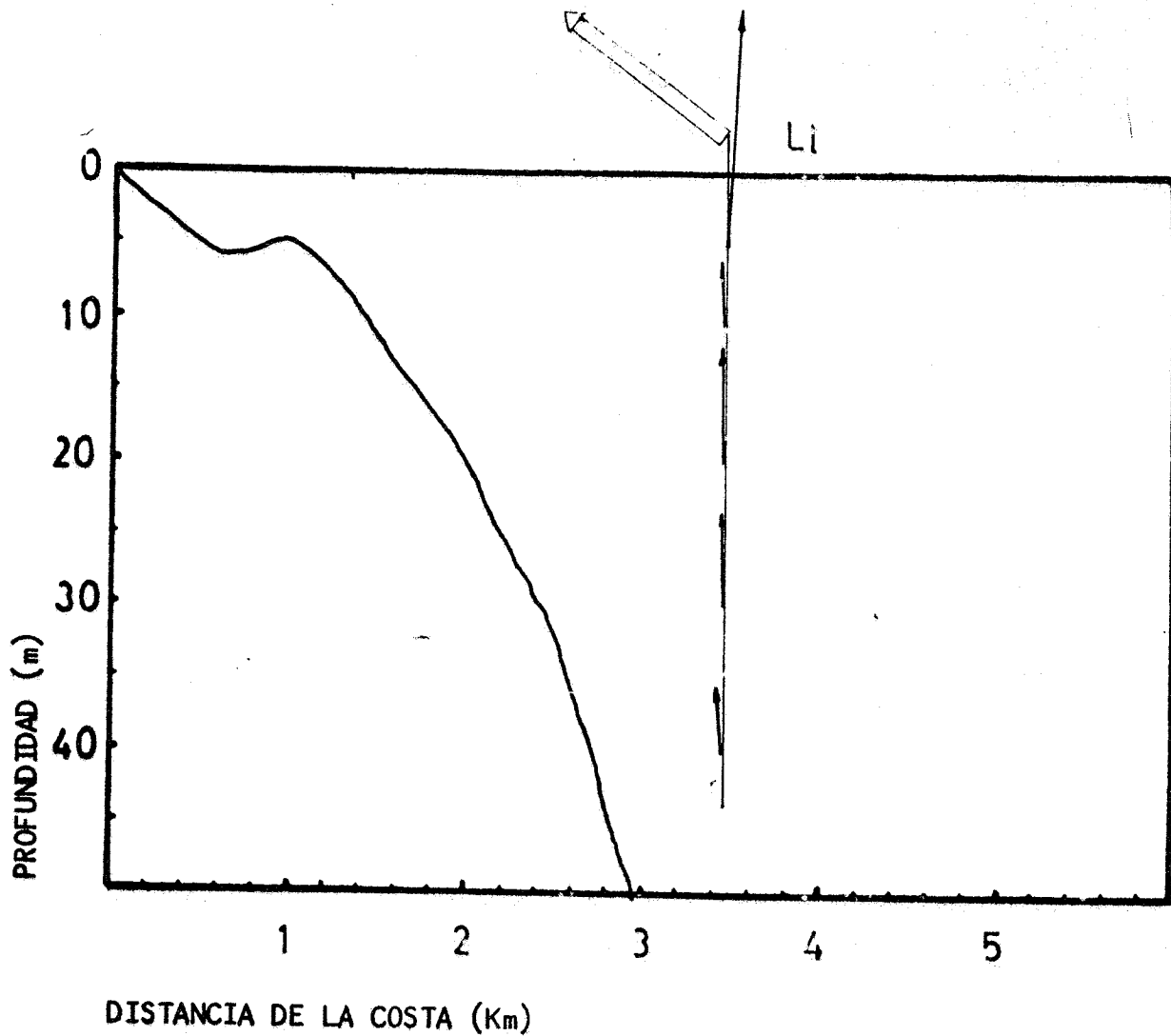
	Profundidad (m)	Velocidad (cm/s)	Dirección grados
Estación B <sub>1</sub>	5	13,1	352
	15	18,3	290
Estación B <sub>2</sub>	5	21,4	46
	30	11,5	204
Estación B <sub>3</sub>	5	14,6	355
	10	16,9	355
	20	7,1	36
	30	14,8	66
	40	-	141
Estación B <sub>4</sub>	5	22,0	44
	50	16,6	153

Fig. 4a. Perfiles de corrientes frente a la desembocadura del río Besós en las isobatas de: B<sub>1</sub> 18 m, B<sub>2</sub> 33 m, B<sub>3</sub> 50 m, B<sub>4</sub> 53 m. Las estaciones B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> y B<sub>4</sub> se realizaron el 27 de octubre de 1978 y la B<sub>3</sub> el 18 de julio de 1978. (Posición de la B<sub>3</sub> 02º 15,1 E y 41º 23,6' N).



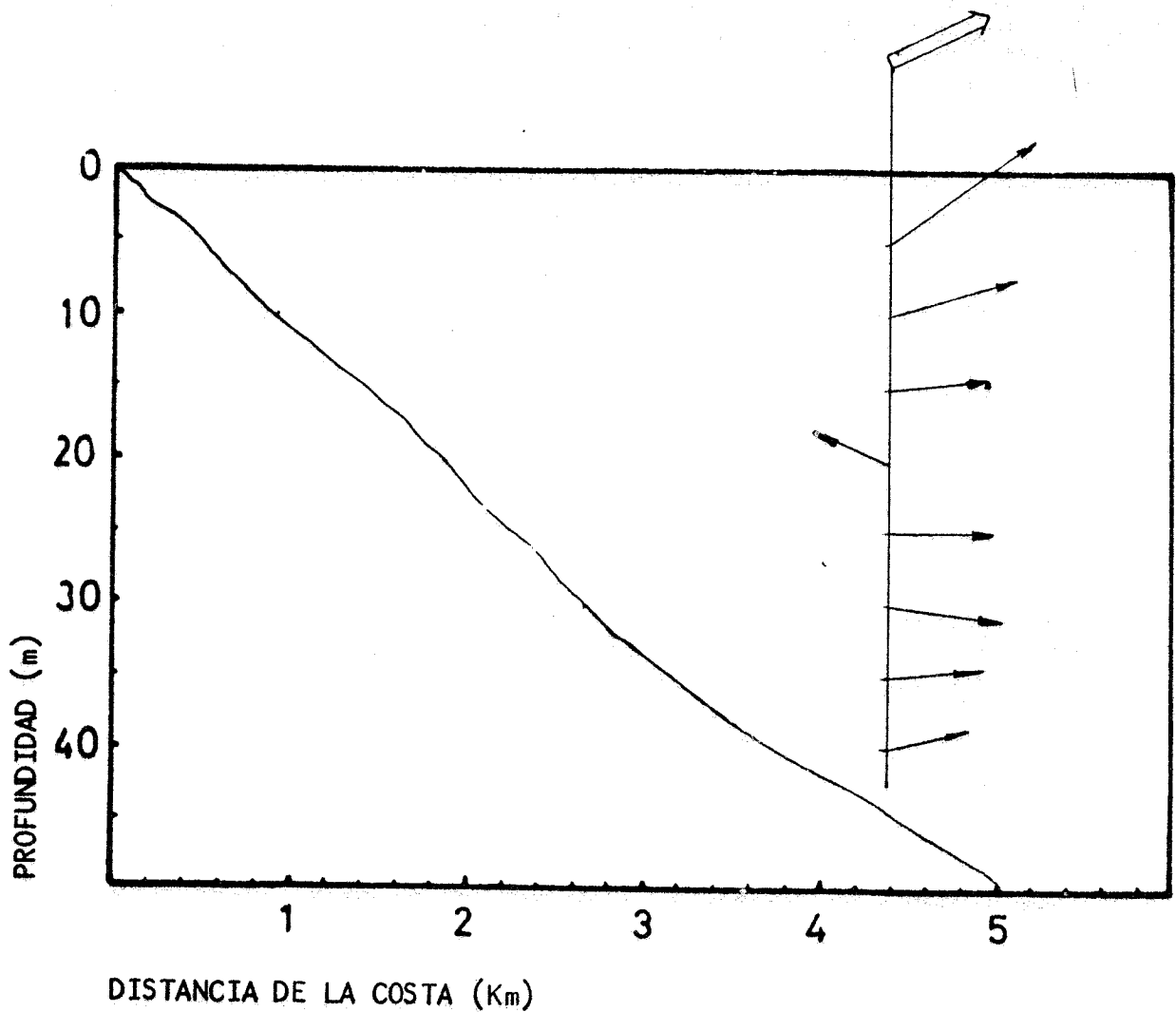
Profundidad (m)	Velocidad (cm/s)	Dirección grados
2	16,1	210
5	12,7	220
10	12,7	244
20	15,5	265
30	12,9	269
40	14,8	252
50	14,3	246

Fig. 4b. Perfil de corrientes frente a la desembocadura del río Besós en la misma radial que los representados en la fig 4a. Profundidad 55m. 23 de abril 1978.



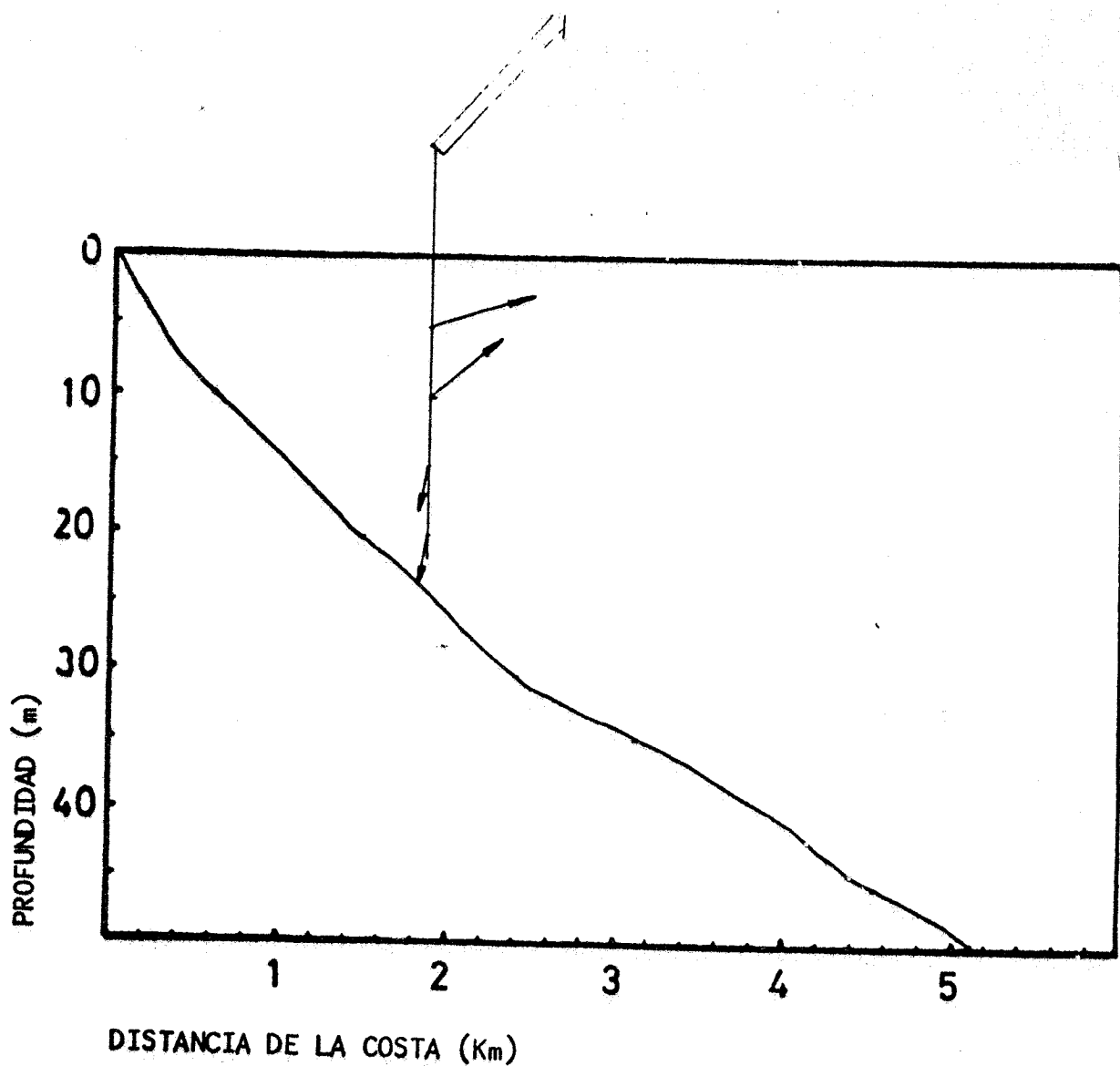
Profundidad (m)	Velocidad (cm/s)	Dirección grados
5	33,1	1,5
10	9,7	354
20	16,6	355
30	13,5	357
40	9,0	350

Fig. 5. Perfil de corrientes en la desembocadura del río Llobregat en la isobata de 45 m. 19 de julio de 1978. (02° 8' E y 41° 18,3' N).



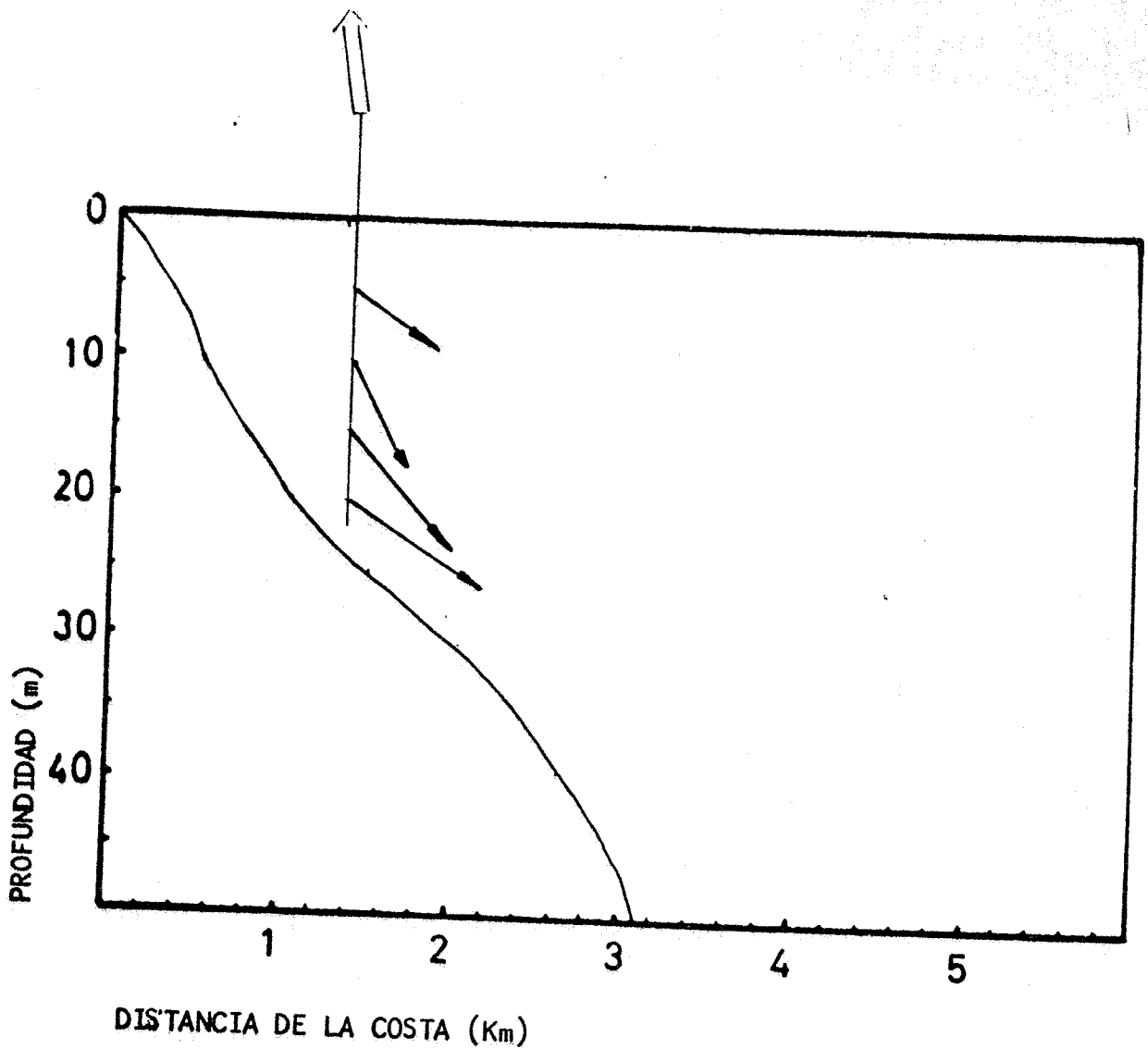
Profundidad (m)	Velocidad (cm/s)	Dirección grados
5	24,7	37
10	18,6	59
15	13,9	75
20	11,2	305
25	14,9	86
30	15,3	107
35	13,0	58

Fig. 6. Perfil de corrientes en la desembocadura del río Francolí en la isobata de 38 m. (01º 13,3' E y 41º 3,4' N).



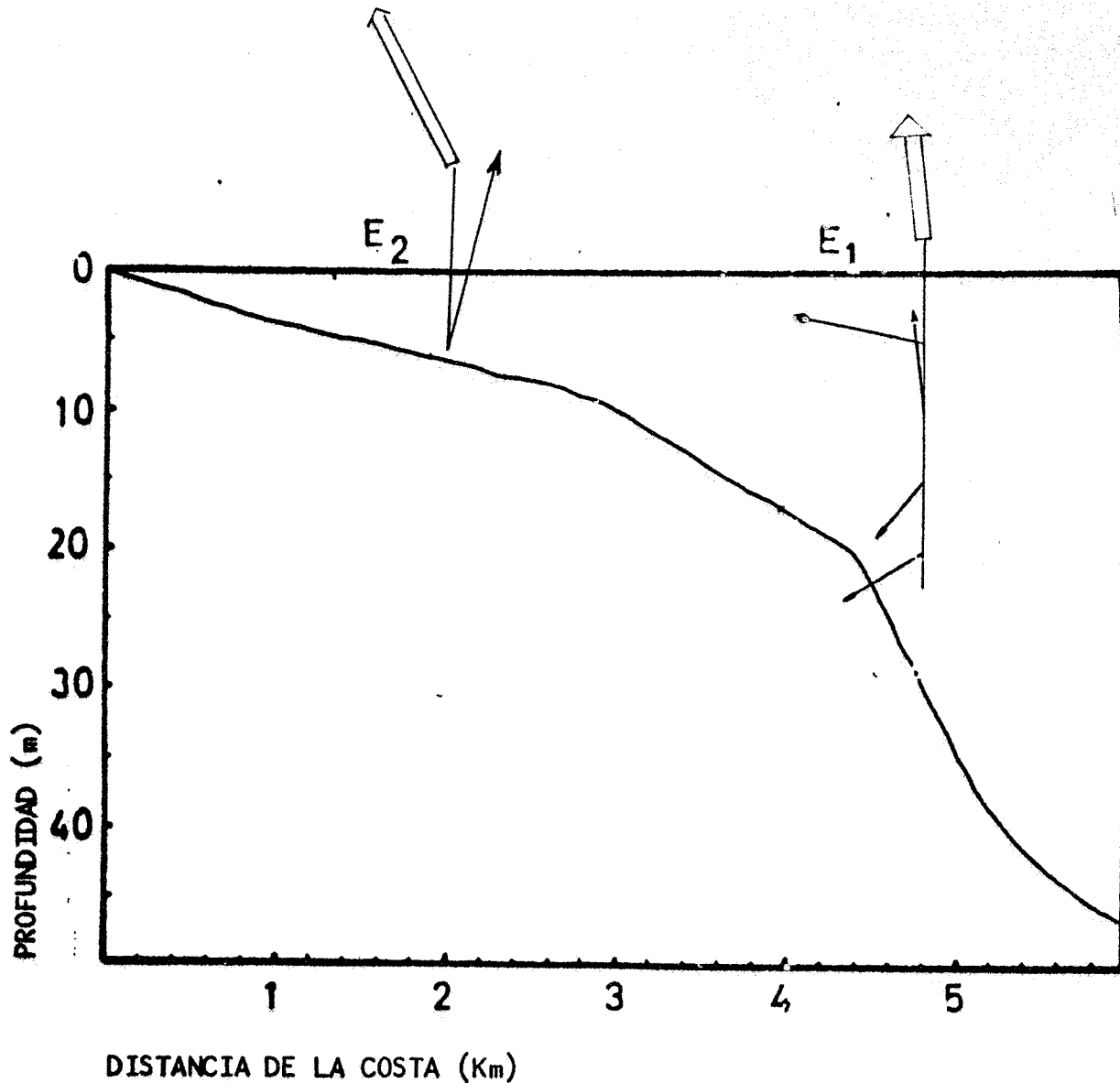
Profundidad (m)	Velocidad (cm/s)	Dirección grados
5	15,8	69
10	13,9	48
15	6,6	207
20	7,3	203

Fig. 7. Perfil de corrientes frente a Cambrils (Tarragona) en la isobata de 23 m. (01º 3,8' E y 41º 2,9' N).



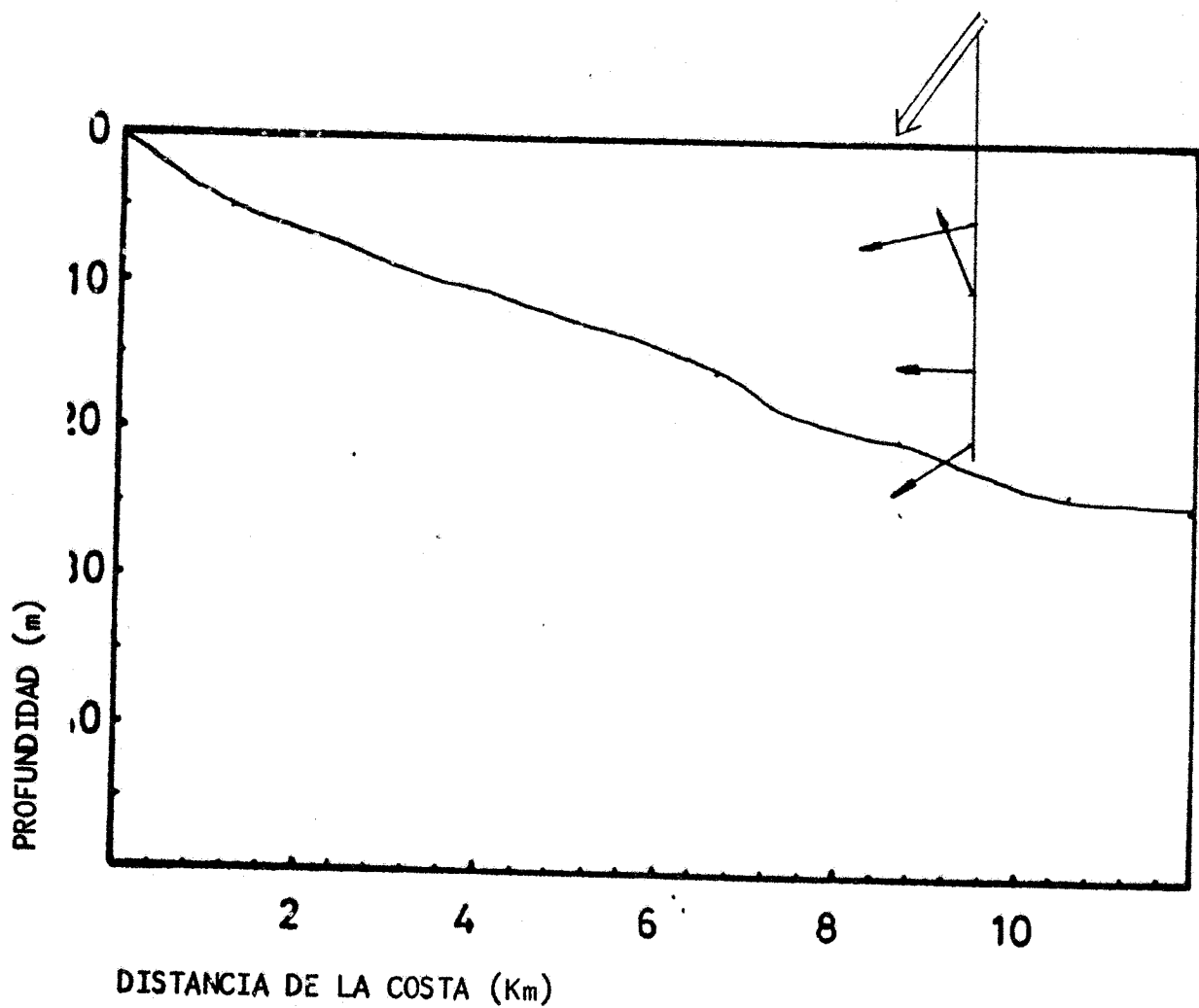
Profundidad (m)	Velocidad (cm/s)	Dirección grados
5	14,9	136
10	16,7	151
15	22,9	145
20	23,3	121

Fig. 8. Perfil de corrientes frente a Ampolla (Tarragona) en la isobata de 22 m. (00° 52' E y 40° 48,1'N).



	Profundidad (m)	Velocidad (m/s)	Dirección grados
Estación E <sub>1</sub>	5	19,4	282
	10	14,5	353
	15	10,9	228
	20	13,5	234
Estación E <sub>2</sub>	5	26,5	250

Fig. 9. Perfiles de corrientes frente a la desembocadura de río Ebro (Cabo Tortosa) en las isobatas de: E<sub>1</sub> 22m y E<sub>2</sub> 7 m. (Posición E<sub>1</sub> 00° 56,3'E y 40° 42' N).



Profundidad (m)	Velocidad (cm/s)	Dirección grados
5	16,4	259
10	12,9	341
15	10,4	278
20	13,5	235

Fig. 10. Perfil de corrientes al S de Cabo Tortosa en la isobata de 23m. (00° 51,3 E y 40° 34,7 N).



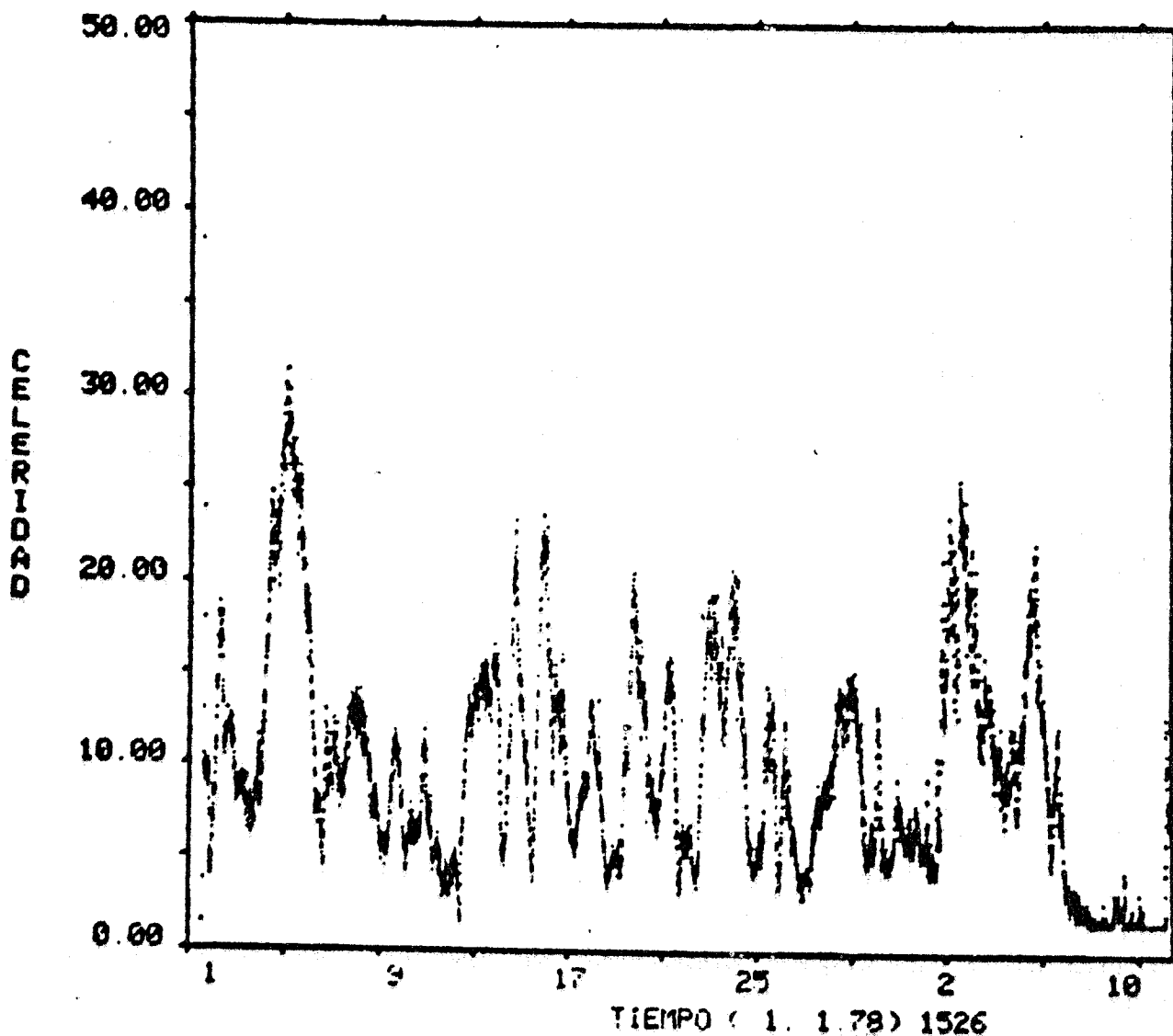


Fig. 11. Representación de la celeridad de la corriente respecto al tiempo en la desembocadura del río Besós (02° 15,1' E y 41° 23,6'N).

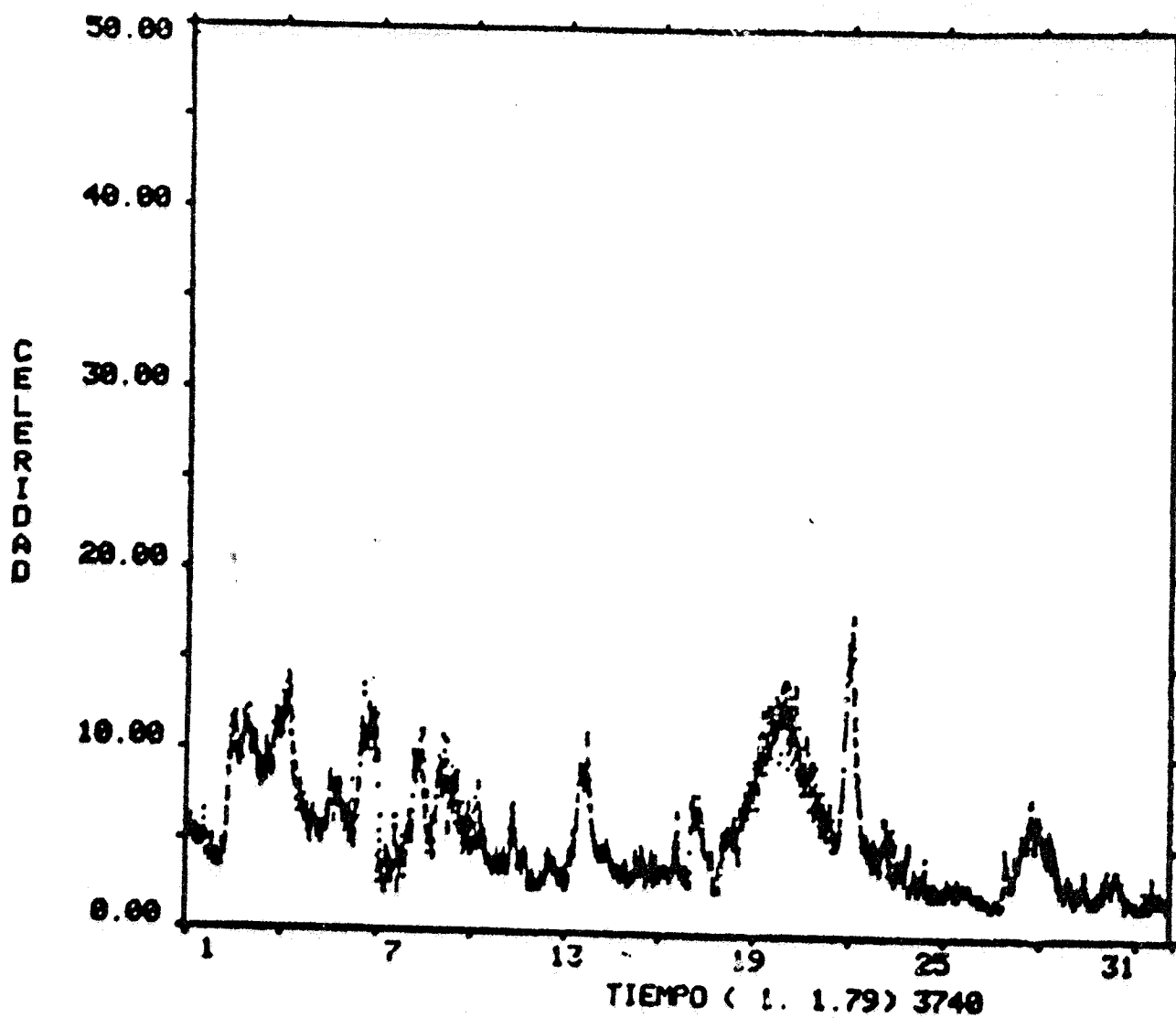


Fig. 12. Representación de la celeridad de la corriente respecto al tiempo en Golfo de Sant Jordi ( $00^{\circ} 52' E$  y  $40^{\circ} 48,1' N$ ).

DIRECCION DE LA CORRIENTE

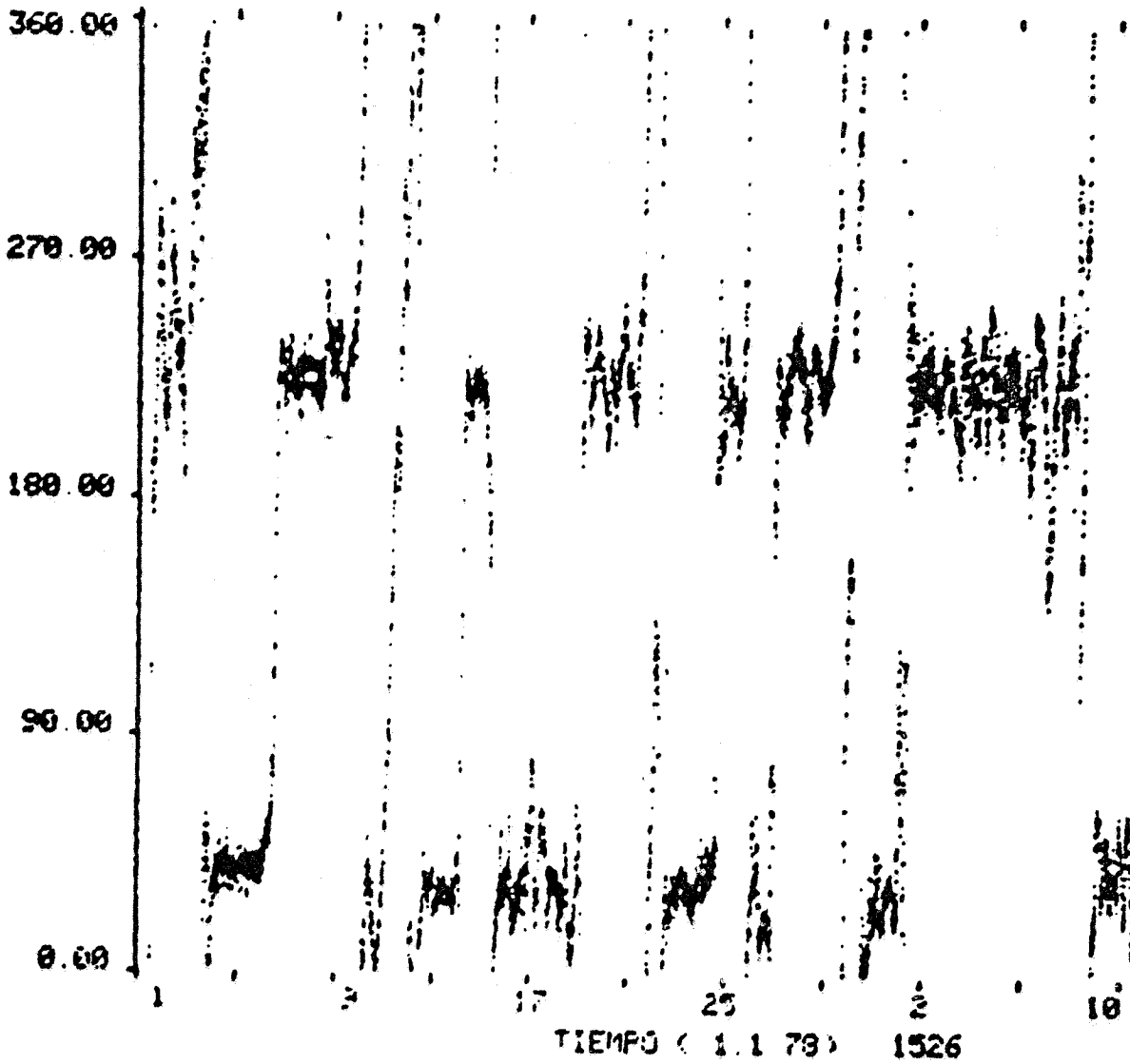


Fig. 13. Representación de la dirección de la corriente respecto al tiempo en la desembocadura del río Besós (02º 15,1' E y 41º 23,6' N).

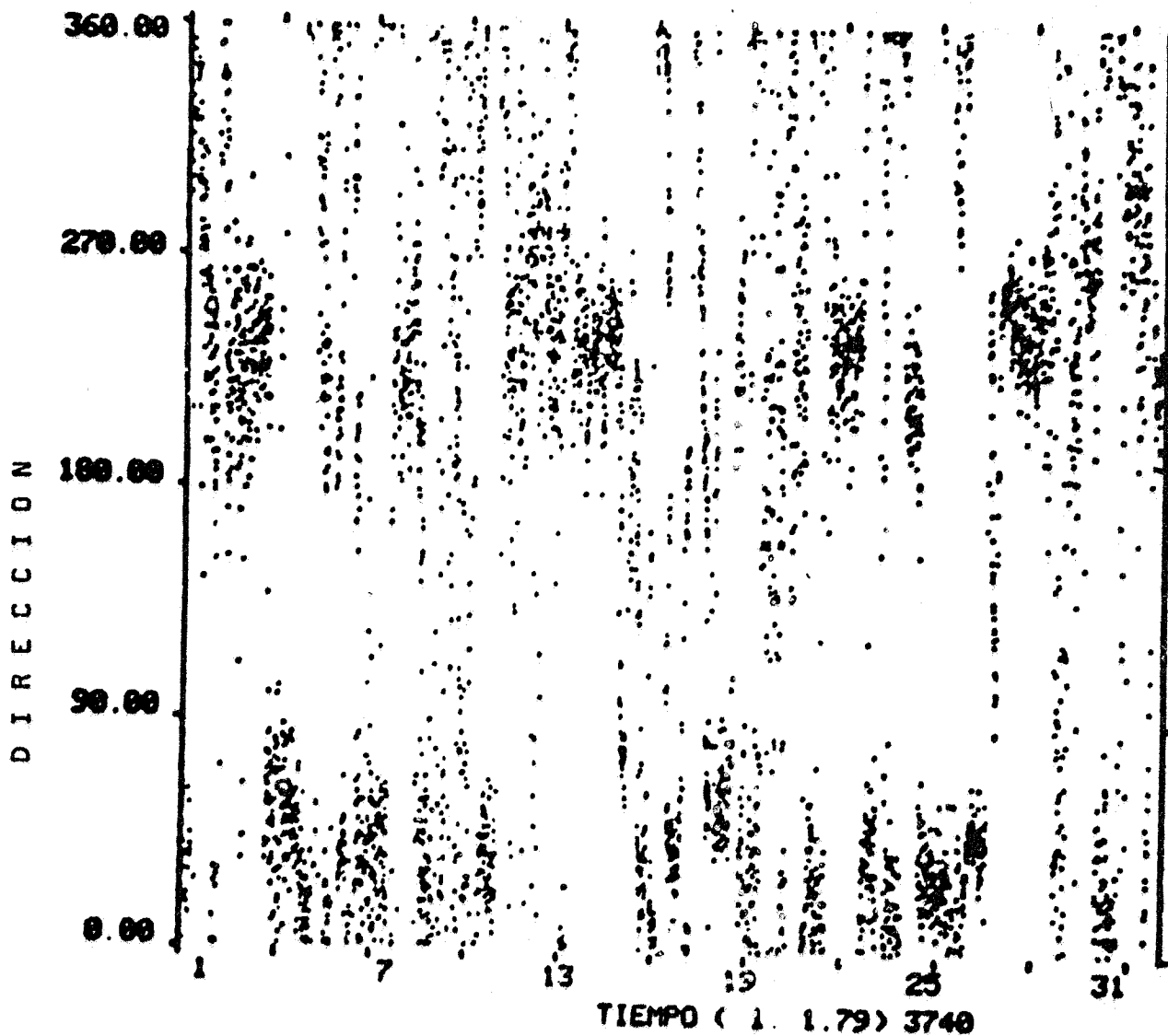


Fig. 14. Representación de la dirección de la corriente respecto al tiempo en el Golfo de Sant Jordi ( $00^{\circ} 52' E$  y  $40^{\circ} 48,1' N$ ).

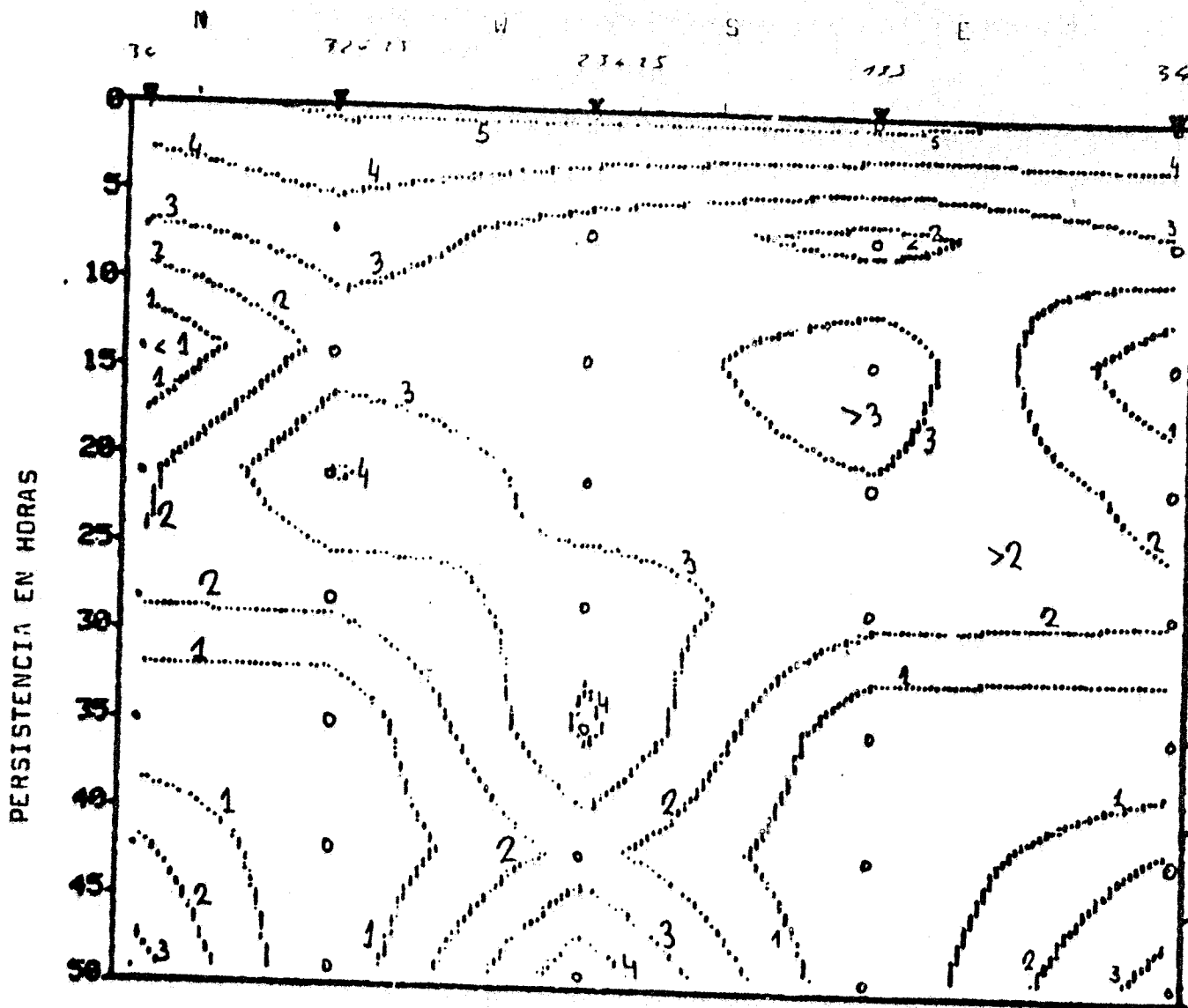


Fig. 15. Direcciones con mayor energía cinética en la desembocadura del río Besós ( $2^{\circ} 15,1' E$  y  $41^{\circ} 23,6' N$ ).

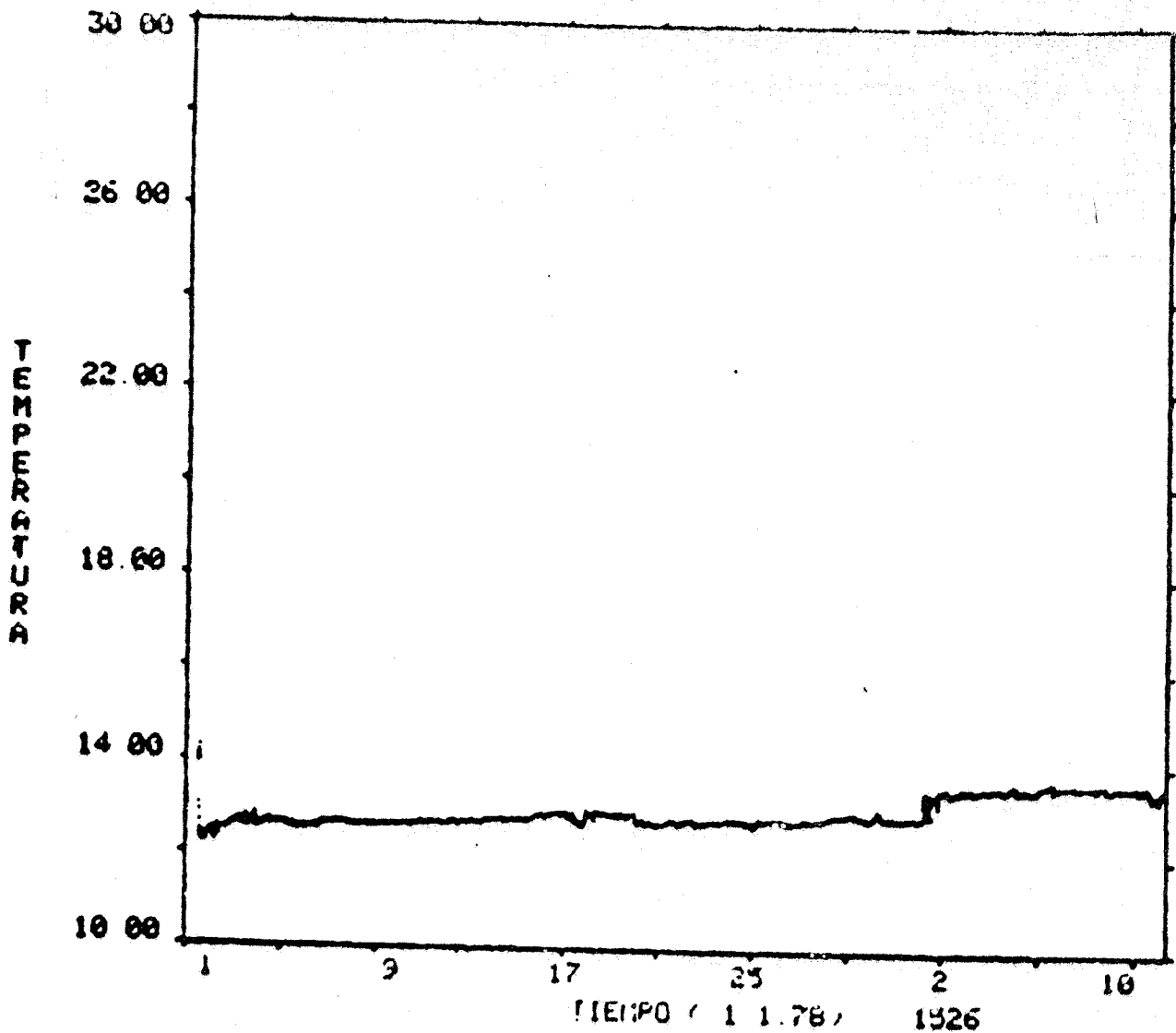


Fig. 16. Serie temporal generada por la temperatura del agua en el punto de medida de la corriente. (Desembocadura del río Besós  $02^{\circ} 15,1' E$  y  $41^{\circ} 23,6' N$ ).

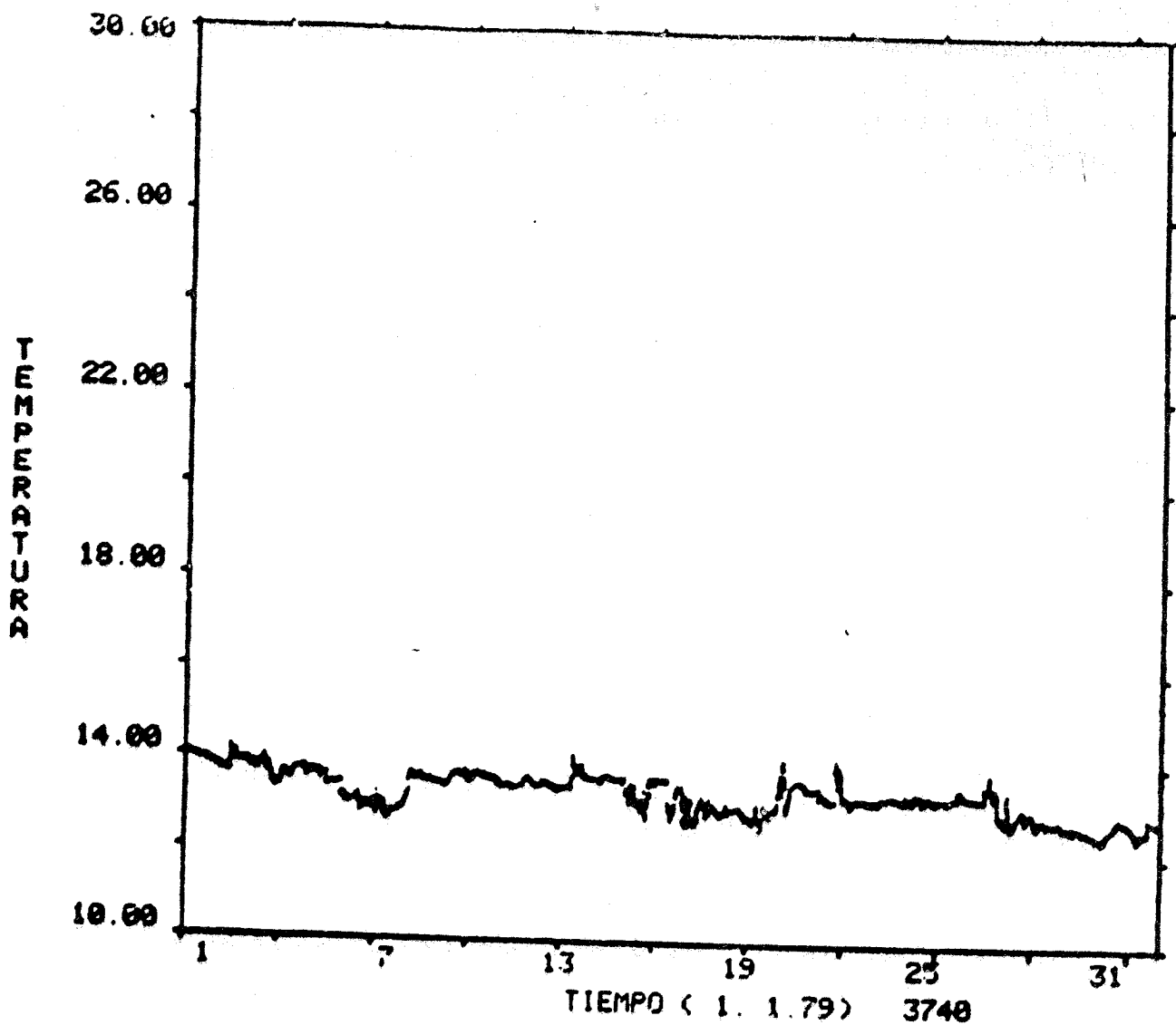


Fig. 17. Serie temporal generada por la temperatura del agua en el punto de medida de la corriente (Golfo de Sant Jordi  $00^{\circ} 52' E$  y  $40^{\circ} 48,1' N$ ).

punto donde se hallaban los correntímetros.

Para completar el análisis de los datos obtenidos en la estación fija (desembocadura del río Besós 2º 15,1'E y 41º 23,6'N) se han confeccionado los cuadros 1, 2, 3 y 4 en los que figuran las persistencias de las corrientes en las direcciones dominantes y las frecuencias con que se presenta una determinada dirección e intensidad de corriente.

La tabla de frecuencias y otra de persistencias, correspondiente a una estación de medida de corrientes instalada en la zona del Golfo de Sant Jordi, entre Cabo Salou y el Delta del Ebro se ha incluido como punto de referencia. Los resultados obtenidos inducen a pensar en una estructura considerablemente uniforme en la dinámica de las aguas litorales a lo largo de la costa catalana.

### Régimen de vientos

Los registros de vientos obtenidos del boletín diario del Instituto Nacional de Meteorología, correspondientes a los meses de Julio y Octubre de 1978, durante la realización de los perfiles de corrientes, muestran una gran uniformidad de calmas a excepción de un corto período de inestabilidad, durante el mes de Octubre, que no coincide con la realización de ningún perfil (Cuadro 5). En consecuencia, las condiciones meteorológicas reinantes durante la realización de ambas series de perfiles son comparables desde el punto de vista de su influencia sobre el movimiento de las masas de agua. Aceptamos, por tanto, que en la dinámica de las aguas costeras influyen considerablemente los ciclos diarios de vientos costeros o de influencia local.

Al haber efectuado las determinaciones de corrientes a lo largo de toda la costa en condiciones de estabilidad atmosférica podremos conocer, con bastante aproximación, el grado de acercamiento al litoral de la corriente general del Mediterráneo occidental.

Por último, las determinaciones del viento efectuadas durante la realización de cada perfil vertical (Cuadro 6) nos permiten apreciar la respuesta de las aguas superficiales, próximas al litoral, a la acción de los mismos.

### CONCLUSIONES

1. Del estudio de las direcciones preferentes de la corriente a lo



TABLA DE PERSISTENCIAS

\*\*\*\*\*  
 CORRENTIMETRO NUM. 1526  
 FECHA INICIAL 1 1 79  
 FECHA FINAL 12 2 79  
 INCREMENTO DE TIEMPO 10 MIN  
 NUMERO TOTAL DE REGISTROS CONSIDERADOS 5674  
 \*\*\*\*\*

DIRECCIONES (grados)

DURACION (HORAS)

*****			*****							
			0 -05	05- 1	1- 2	2- 4	4- 8	8-16	16-32	32-64
*****			*****							
-11.25	78.75	*	20	4	0	1	2	1	2	6
78.75	191.25	*	30	1	5	4	4	0	0	0
191.25	281.25	*	18	4	2	4	2	4	2	6
281.25	-11.25	*	14	6	2	9	1	0	0	0
*****			*****							

Cuadro 1. Tabla de persistencias específicas correspondientes a la desembocadura del río Besós (02° 15,1' E y 41° 23,6' N).

**TABLA DE FRECUENCIAS DEL VECTOR VELOCIDAD**

\*\*\*\*\*  
 CORRENTIMETRO NUM. 1526  
 FECHA INICIAL 1 1 79  
 FECHA FINAL 12 2 79  
 INCREMENTO DE TIEMPO 10 MIN  
 NUMERO TOTAL DE REGISTROS CONSIDERADOS 5674  
 \*\*\*\*\*

		(velocidad en cm/s)						TOTAL
		00-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	
*****								
N	1 *	329	82	0	0	0	0	411
	2 *	441	709	225	8	0	0	1383
	3 *	224	58	20	0	0	0	302
	4 *	87	0	0	0	0	0	87
E	5 *	36	0	0	0	0	0	36
	6 *	46	3	1	0	0	0	50
	7 *	45	12	1	0	0	0	58
	8 *	57	4	0	0	0	0	61
S	9 *	134	34	0	0	0	0	168
	10 *	443	649	66	0	0	0	1158
	11 *	683	652	37	0	0	0	1372
	12 *	183	35	0	0	0	0	218
O	13 *	70	11	0	0	0	0	81
	14 *	84	0	0	0	0	0	84
	15 *	91	0	0	0	0	0	91
	16 *	113	1	0	0	0	0	114
*****								
TOTAL		3066	2250	350	8	0	0	

Cuadro 2. Tabla de frecuencias correspondiente a la desembocadura del río Besós (02° 15,14 E y 41° 23,6' N).

**TABLA DE PERSISTENCIAS**

.....  
**CORRENTIMETRO NUM. 3740**  
**FECHA INICIAL 3 12 78**  
**FECHA FINAL 5 2 79**  
**INCREMENTO DE TIEMPO 10 MIN**  
**NUMERO TOTAL DE REGISTROS CONSIDERADOS 8857**  
 .....

**DIRECCIONES (grados)**  
 .....

**DURACION (HORAS)**  
 .....

		0-05	05-1	1-2	2-4	4-8	8-16	16-32	32-64
-11.25	78.75 *	300	53	43	24	21	19	4	0
78.75	191.25 *	387	33	11	8	0	0	0	0
191.25	281.25 *	353	76	47	31	10	10	1	2
281.25	-11.25 *	449	52	14	9	1	0	0	0

Cuadro 3. Tabla de persistencias específicas correspondientes al Golfo de Sant Jordi (00° 52' E y 40° 48,1' N).

**TABLA DE FRECUENCIAS DEL VECTOR VELOCIDAD**  
 .....  
**CORRENTIMETRO NUM. 3740**  
**FECHA INICIAL 3 12 78**  
**FECHA FINAL 5 2 79**  
**INCREMENTO DE TIEMPO 10 MIN**  
**NUMERO TOTAL DE REGISTROS CONSIDERADOS 8857**  
 .....

(velocidad en cm/s)

		00-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	TOTAL
N	1 *	686	120	0	0	0	0	806
	2 *	1015	173	0	0	0	0	1188
	3 *	875	90	0	0	0	0	965
	4 *	332	57	0	0	0	0	389
E	5 *	124	8	0	0	0	0	132
	6 *	86	14	0	0	0	0	100
	7 *	89	26	0	0	0	0	115
	8 *	122	64	1	0	0	0	187
S	9 *	304	87	0	0	0	0	391
	10 *	591	151	0	0	0	0	742
	11 *	984	174	0	0	0	0	1158
	12 *	841	114	0	0	0	0	955
O	13 *	445	62	0	0	0	0	507
	14 *	288	51	0	0	0	0	339
	15 *	267	56	0	0	0	0	323
	16 *	483	77	0	0	0	0	560
<b>TOTAL</b>		<b>7532</b>	<b>1324</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

Cuadro 4. Tabla de frecuencias correspondientes al Golfo de Sant Jordi (00° 52' E y 40° 48,1' N).

Día del mes	Julio 78		Octubre 78	
	V	D	V	D
1	0	-	0	-
2	0	-	0	45
3	0	-	0	45
4	0	-	0	45
5	0	-	0	45
6	0	-	0	-
7	0	-	0	-
8	0	-	0	-
9	0	-	0	-
10	0	-	0	-
11	0	-	0	-
12	0	-	0	-
13	0	-	0	-
14	0	-	0	-
15	0	-	0	-
16	0	-	0	-
17	0	-	0	-
18	0	-	0	-
19	0	-	55	45
20	0	-	30	45
21	0	-	30	45
22	0	-	0	-
23	0	-	0	-
24	0	-	0	-
25	0	-	0	-
26	0	-	0	-
27	0	-	0	-
28	0	-	0	-
29	0	-	0	-
30	0	-	0	-
31	0	-	0	-

Cuadro 5. Velocidades y direcciones de los vientos en el área de Barcelona. Datos facilitados por el Servicio Meteorológico Nacional. V, velocidad del viento en Km/h (0 corresponde a intensidades inferiores a 10 Km/h). D, dirección de donde sopla el viento en grados sexagesimales (0 corresponde a viento del N).

Día del mes	Enero 79		Febrero 79	
	V	D	V	D
1	0	0	0	45
2	0	-	0	-
3	0	-	0	-
4	0	-	0	-
5	0	-	0	-
6	0	-	0	-
7	0	-	0	-
8	0	-	0	-
9	0	300	0	-
10	25	300	0	-
11	0	300	0	-
12	0	-	0	-
13	0	-	0	-
14	0	-	0	-
15	0	-	0	-
16	0	-	55	0
17	0	-	25	45
18	40	300	0	-
19	60	45	0	-
20	20	45	0	-
21	0	-	0	-
22	0	-	0	-
23	0	-	0	-
24	0	-	15	45
25	0	-	10	45
26	0	-	0	-
27	0	-	0	-
28	0	-		
29	20	300		
30	0	-		
31	0	-		

Cuadro 5. Continuación

PERFIL	INTENSIDAD	DIRECCION	FECHA
Ter	160	230	15.07.78
Tordera	25	200	17.07.78
Argentona	0	-	26.10.78
Besós 1,2,4	0	-	27.10.78
Besos 3	225	330	18.07.78
Llobregat	275	315	19.07.78
Ebro	190	340	07.07.78

**Cuadro 6.** Vientos medidos durante la realización de los distintos perfiles de corrientes. Las intensidades del viento se expresan en m/min.

largo de la costa catalana y a partir de los datos obtenidos, distinguimos dos regímenes fundamentales de circulación de la corriente, paralelas a la costa y de sentido opuesto (NE - SW).

La proximidad al litoral de la corriente generada por la circulación general mediterránea, depende principalmente de la estructura del fondo marino (se detecta a unos 600 metros de la costa frente al río Tordera, a más de 5 km frente al Cabo Tortosa, en el Delta del Ebro; y, en la zona del río Besós, a unos 2 km de la costa).

Esta delimitación depende, naturalmente, de la presencia de vientos que modifican la circulación de las aguas superficiales y que, a causa del efecto Eckmann, introducen modificaciones en la distribución de las velocidades hasta profundidades considerables. Compárese por ejemplo los perfiles, frente al Besós, y el correspondiente al río Tordera.

2. Del estudio de los datos proporcionados por la estación fija, deducimos que a 38 metros, llegan aun los efectos de los vientos superficiales generando corrientes de acuerdo con la espiral de Eckmann.

A pesar de ello y según se observa en la tabla de frecuencias obtenida en la estación fija, unos 4.700 registros de un total de 5.700, corresponden a direcciones de la corriente paralelas a la línea de la costa; es decir, que la corriente circula un 82 % del tiempo en direcciones paralelas a la costa. Aproximadamente la mitad de los registros corresponden a corrientes (NE - SW) y la otra mitad a corrientes de sentido contrario (SW - NE).

3. Las máximas intensidades de la corriente, registradas en la estación frente a la desembocadura del río Besós, no superaron nunca los 40 cm/s.

Durante la situación de corriente dirigida hacia el SW, es decir la dirección que ha presentado mayor persistencia, la velocidad máxima alcanzada fue de 30 cm/s. Durante la situación de corriente hacia el NE la corriente alcanzó los 40 cm/s por un período de tiempo corto.

4. La persistencia más larga de los regímenes de corriente (hacia el NE y hacia el SW) fue de 64 horas. La persistencia en las direcciones intermedias es mucho menor (menos de 8 horas).

5. De la comparación de las tablas de persistencia obtenidas en el Golfo de Sant Jordi con las de la desembocadura del río Besós, se deduce que el sistema de circulación de aguas en este último lugar presenta mayor estabilidad que en el primero. En la zona del Golfo de Sant Jordi existe un gran número de registros en el margen de persistencia comprendido entre 0,0 y 0,5 horas mientras que direcciones que se hayan mantenido más de 32 horas han sido muy pocas en el Golfo de Sant Jordi. En cambio, en la región de la desembocadura del río Besós estas persistencias se producen frecuentemente.



SEDIMENTOLOGIA

## INTRODUCCION

Se describen en este informe los resultados preliminares del análisis sedimentológico de muestras superficiales recogidas frente al delta del Besós, entre las cotas batimétricas de 5 y 40 m. Las muestras estudiadas fueron tomadas por medio de una draga de cuchara, que recoge de 5 a 10 cm superficiales de sedimento. Los puntos de recogida de muestras se detallan en el mapa de la Fig. 1.

## MATERIAL Y METODOS

Los análisis sedimentológicos realizados incluyen la determinación del contenido total en agua del sedimento, en tanto por ciento; el porcentaje total de carbonatos, por determinación del  $\text{CO}_2$ ; el contenido total en materia orgánica, calculado a partir de la calcinación en estufa a  $550^\circ \text{C}$ , y el análisis granulométrico de distribución de tamaños de grano, por medio del método del hidrómetro para la fracción fina y tamizaje en seco para la fracción gruesa. La metodología utilizada se detalla en A.Maldonado 1972.(Boletín de Estratigrafía, nº 1 Facultad de Geología de Barcelona, 475 págs.).

Han sido analizadas un total de 70 muestras. Los resultados del análisis se representan gráficamente en los planos de las Fig. 2 a 5.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Distribución del porcentaje en carbonatos

El porcentaje en peso de carbonatos de las muestras estudiadas varía entre 4 y 21% (Fig.2). Se ha obtenido una muestra (J3) con un contenido total del 40%, el cual es atribuible a la acumulación de restos de conchas. Esta muestra no es representativa del tipo general de sedimento de la zona, por lo que no es considerada en la discusión.

Los sedimentos muestran un aumento general del porcentaje en carbonatos aguas fuera, encontrándose las muestras de contenido más bajo, inferior al 10%, próximas a la línea de la costa. Este aumento aguas afuera refleja una disminución del tamaño de grano del sedimento, dado que los carbonatos tienden a concentrarse en la fracción fina.

Se observa, asimismo, una zona irregular ovalada de mayor contenido en carbonato hacia el SSW de la desembocadura del Besós, aproximadamente frente a Pueblo Nuevo. Este área de concentración en carbonatos debe ser interpretada como el resultado de los aportes del Besós y el régimen de transporte efectivo de sedimentos hacia el SSW. Es decir, los sedimentos aportados por este río tienden a decantarse inmediatamente aguas afuera de la desembocadura en dicha dirección. La zona de influencia del Besós marcada por un contenido mayor en carbonatos deja de observarse frente a la Barceloneta y Puerto de Barcelona. En esta última área las características observadas son similares a las que se encuentran al N. del río Besós, en el área frente a Badalona.

En la zona más profunda investigada, a partir de 40 m, el contenido en carbonatos aumenta de nuevo en la generalidad del área. No obstante, se carece del necesario control en algunas zonas, que deben ser analizadas en próximas campañas.

#### Contenido total en material orgánica

El contenido total de materia orgánica, expresado en tantos por cientos sobre el peso de la muestra seca, varía entre menos del 1 y más del 25%. En el mapa de la Fig.3 se diferencian netamente dos zonas, una situada al Norte del Besós en la que los contenidos no superan el 10%, y otra al Sur del Besós con contenidos superiores al 10%. En general, en las dos zonas se observa un aumento del contenido en materia orgánica desde la línea de costa, con porcentajes inferiores al 3%, hacia aguas afuera y una nueva disminución del contenido de materia orgánica en las zonas más profundas estudiadas.

Los contenidos más altos se distribuyen en dos áreas localizadas frente a la riera de Horta y frente a la Barceloneta. La primera de ellas muestra los contenidos más altos, que superan el 25%. La segunda es más extensa superficialmente, aunque presenta valores más bajos y el contenido se mantiene entre el 15 y el 20%.

El origen de estas dos áreas con alto contenido en materia orgánica deben ser atribuidos a los aportes de aguas residuales de las zonas urbanas e industriales próximas. El área frente al Besós registra un aporte más reciente e intenso en un área muy localizada; por el contrario, el área al Sur probablemente corresponde a aportes depositados durante un período de tiempo más largo sobre una extensa área. Su mayor homogeneidad y contenido menor en materia orgánica parece indicar un aporte menos intenso que en el caso anterior, así como la homogeneización y parcial destrucción de la materia orgánica por los organismos presentes en el sedimento.

Podemos deducir asimismo del mapa de distribución de materia orgánica, que ésta se concentra en la zona próxima a la línea de costa, inmediatamente aguas afuera de los fondos de arenas, y que su contenido disminuye a partir de la cota batimétrica de 40 m.

#### Distribución de porcentajes de sedimentos finos.

En la Fig. 4 se representa el porcentaje en peso de las muestras de la fracción inferior a 40 micras (lutitas y arcillas). Esta fracción fina de los sedimentos varía entre menos de 1 y más del 90%.

En general, se observa un fuerte aumento aguas afuera del contenido en fracción fina, con los porcentajes más bajos junto a la línea de costa, donde se encuentran prácticamente arenas limpias sin fracción fina.

Sobre esta distribución general del porcentaje en sedimentos finos, se superpone un área muy definida, con contenidos superiores al 75%, frente a la desembocadura del Besós, extendiéndose hacia el Sur hasta la altura del puerto de Barcelona. Esta zona, refleja tal como el mapa de distribución de carbonatos los aportes de sedimentos más finos del Besós y el régimen predominante de transporte efectivo de sedimentos hacia el SSW.

#### Distribución de medianas.

En la Fig. 5 se representa la distribución de la mediana (diámetro equivalente al 50% de la curva acumulativa del tamaño de grano), de las muestras en micras.

Las medianas varían entre 700 y menos de 10 micras, es decir desde gravillas y arenas muy gruesas a limos finos, respectivamente. El mapa representa las áreas de sedimentos con una mediana superior a  $64 \mu m$  (tamaño arena), y las comprendidas entre  $63$  y  $20 \mu m$ ,  $20$  a  $10 \mu m$ , y de menos de  $10 \mu m$ .

La distribución de medianas refleja una evolución decreciente de tamaño de grano aguas afuera con arenas limpias en la línea de costa, que pasan a limos a partir de los 10-20 m de profundidad. Frente y al Sur de la desembocadura del Besós se presentan los tamaños de grano más finos. Como en los mapas anteriores esta área representa de nuevo el aporte de sedimentos más finos procedentes del Besós y su general distribución aguas afuera hacia el SSW.

Frente a la misma desembocadura del Besós hay un área pequeña con sedimentos ligeramente más gruesos, cuyo origen e interpretación requiere el análisis de muestras adicionales.

## CONCLUSIONES PRELIMINARES

De los planos representados en las Fig. 2 a la 5, y de la precedente descripción, se ponen de manifiesto las siguientes conclusiones:

- 1.- La neta influencia, en el área estudiada, de los aportes del Besós, con sedimentos más finos y ricos en carbonatos.
- 2.- La presencia de dos áreas de alto contenido en materia orgánica, localizadas frente a la riera de Horta y la zona Sur de Pueblo Nuevo.
- 3.- Que tanto los sedimentos aportados por el río como los materiales procedentes de los aportes urbanos e industriales se depositan muy cerca de la línea de costa, preferentemente hacia el SSW de su respectiva desembocadura al mar.
- 4.- La línea costera con sedimentos arenosos no presenta acumulaciones de materia orgánica o de carbonatos, exceptuando las zonas próximas a las desembocaduras anteriormente mencionadas.
- 5.- La influencia de los materiales procedentes de los efluentes naturales, urbanos e industriales no tiene una marcada repercusión a partir de los 40 m de profundidad, donde los sedimentos aparecen con una distribución más uniforme.
- 6.- La zona de influencia de los efluentes mencionados en el área estudiada se localiza entre la desembocadura del Besós y la zona Sur de la Barceloneta.

Barcelona

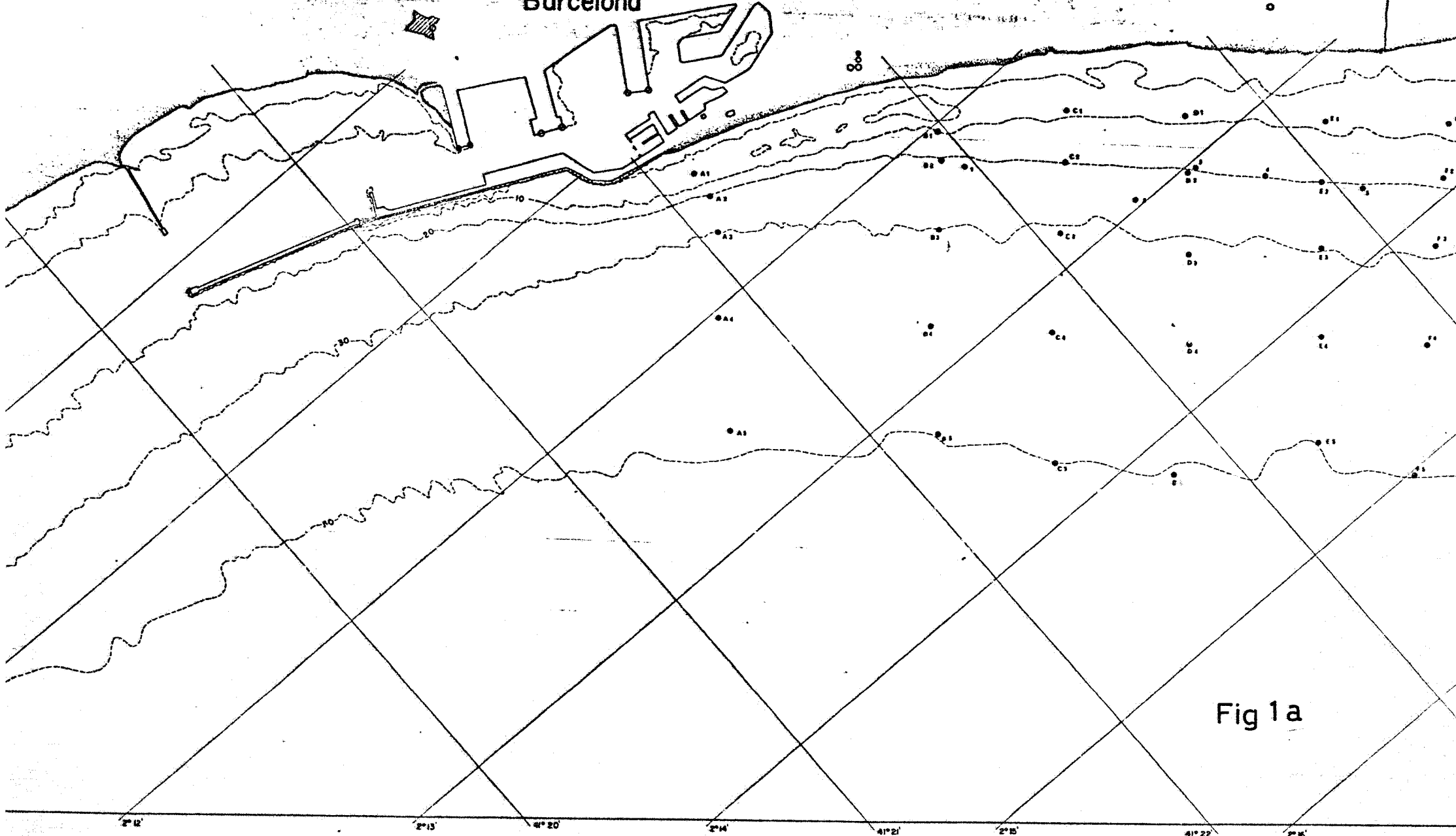


Fig 1a

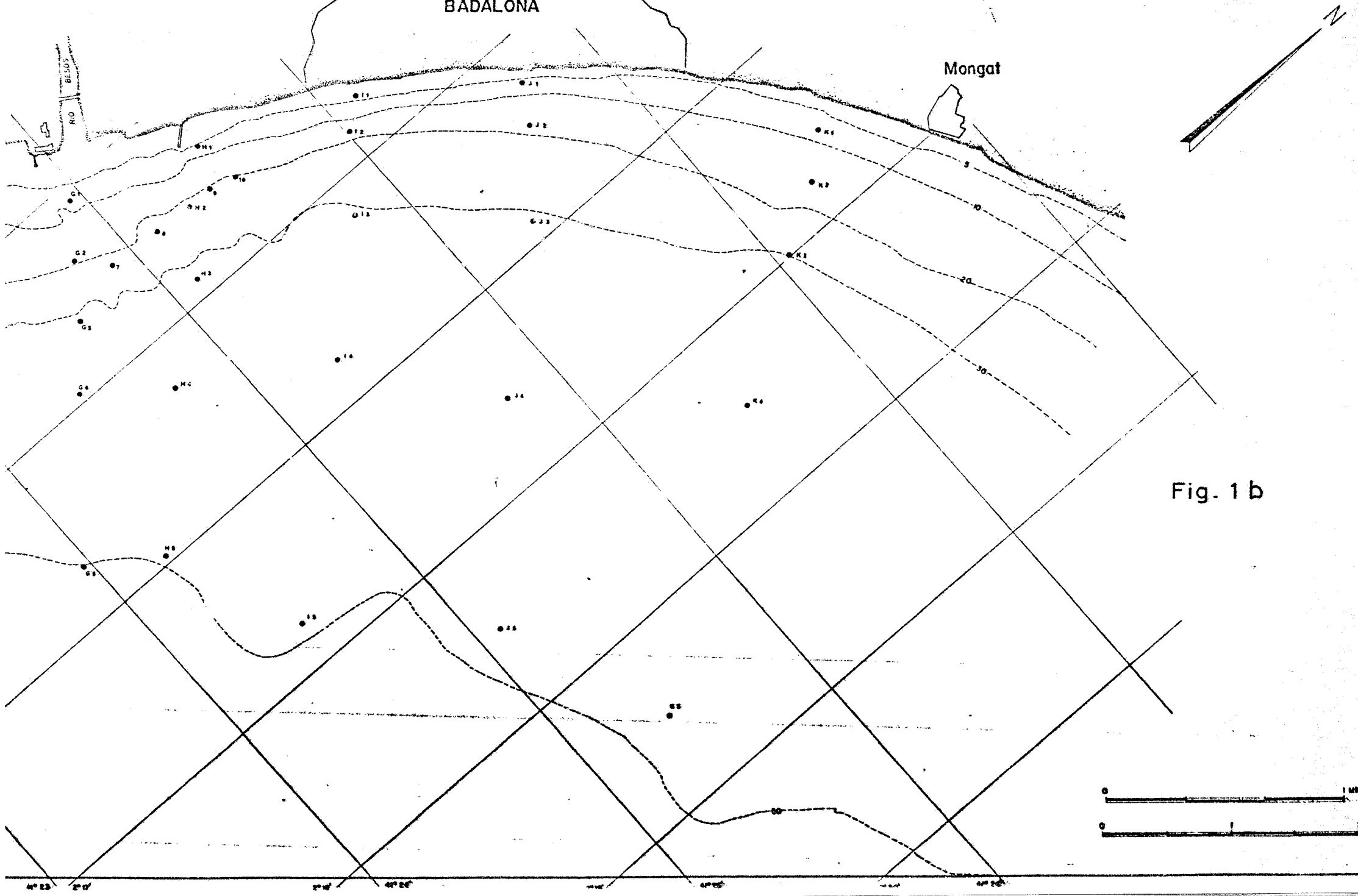


Fig. 1 b

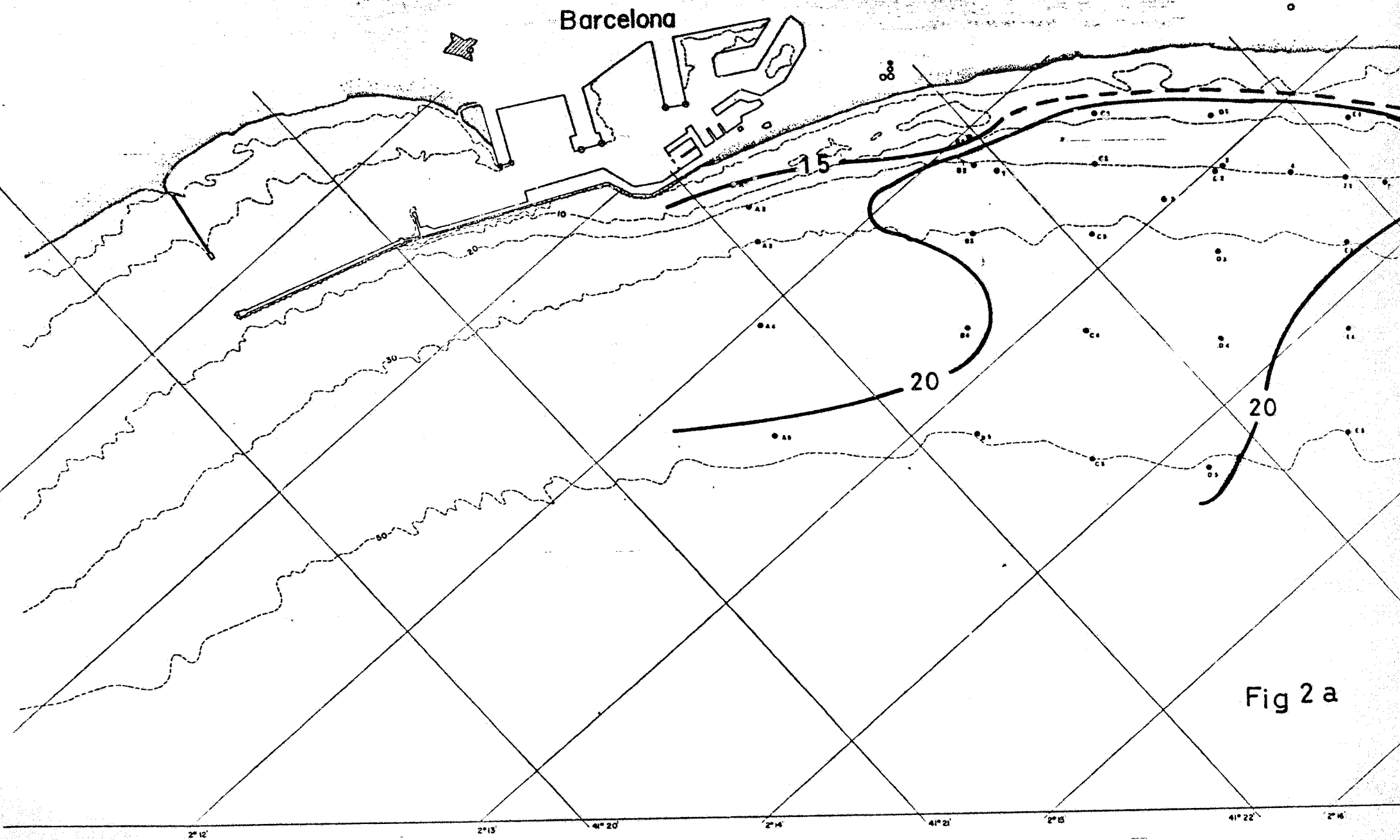
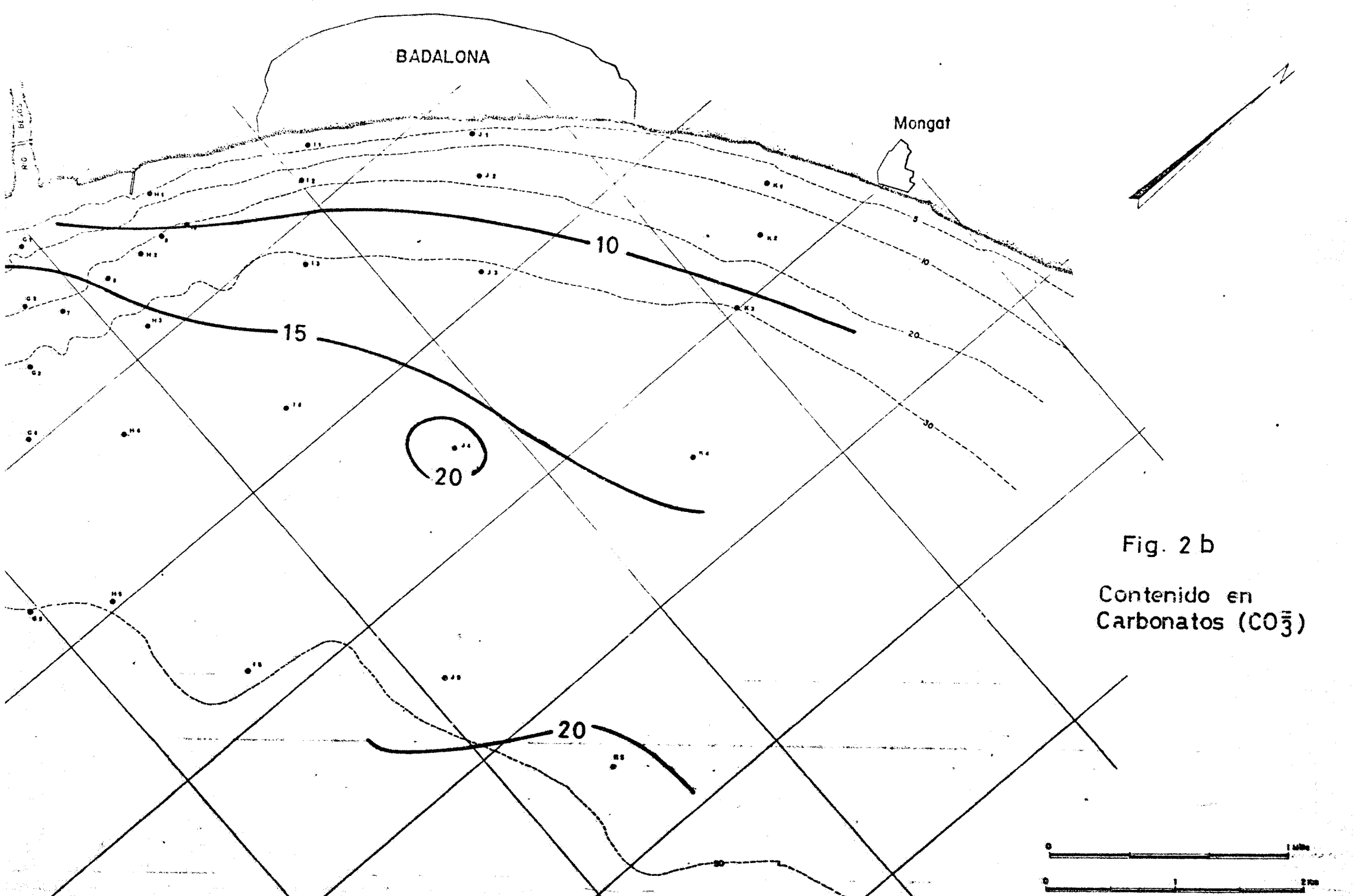
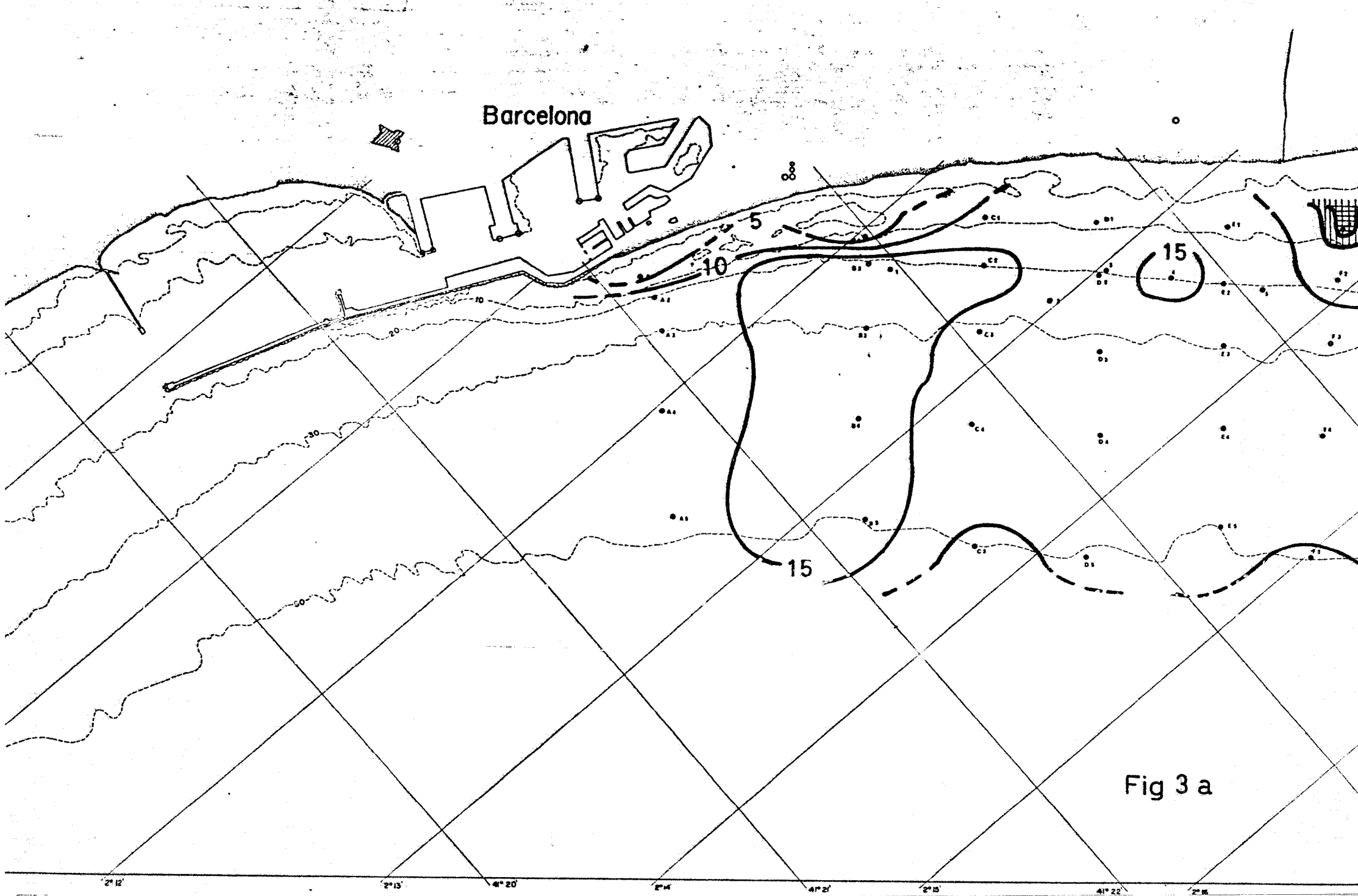


Fig 2 a







Barcelona

Fig 3 a

2° 12' 2° 15' 2° 18' 2° 21' 2° 24' 2° 27' 2° 30'

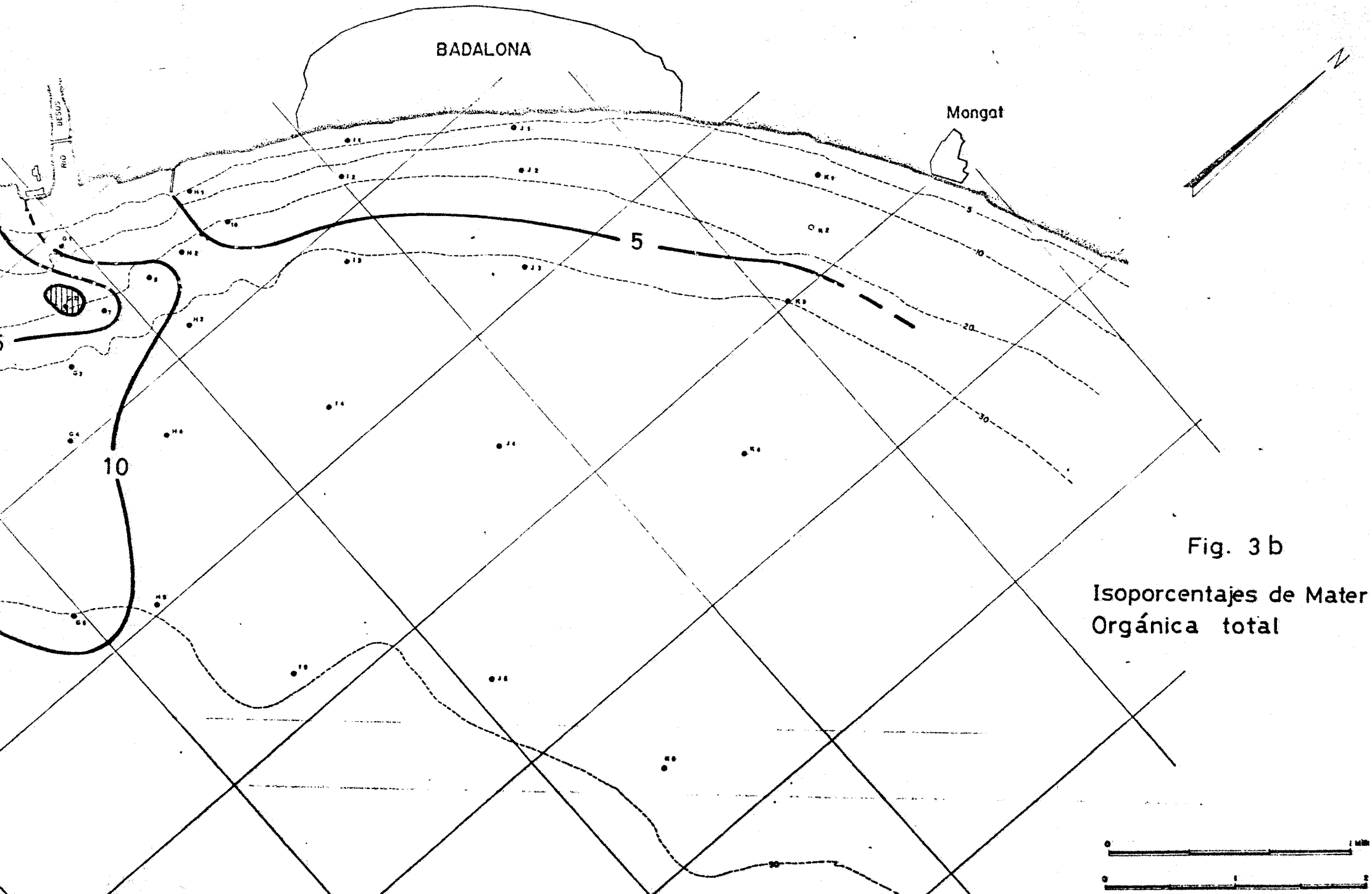


Fig. 3 b

Isoporcentajes de Mater  
Orgánica total

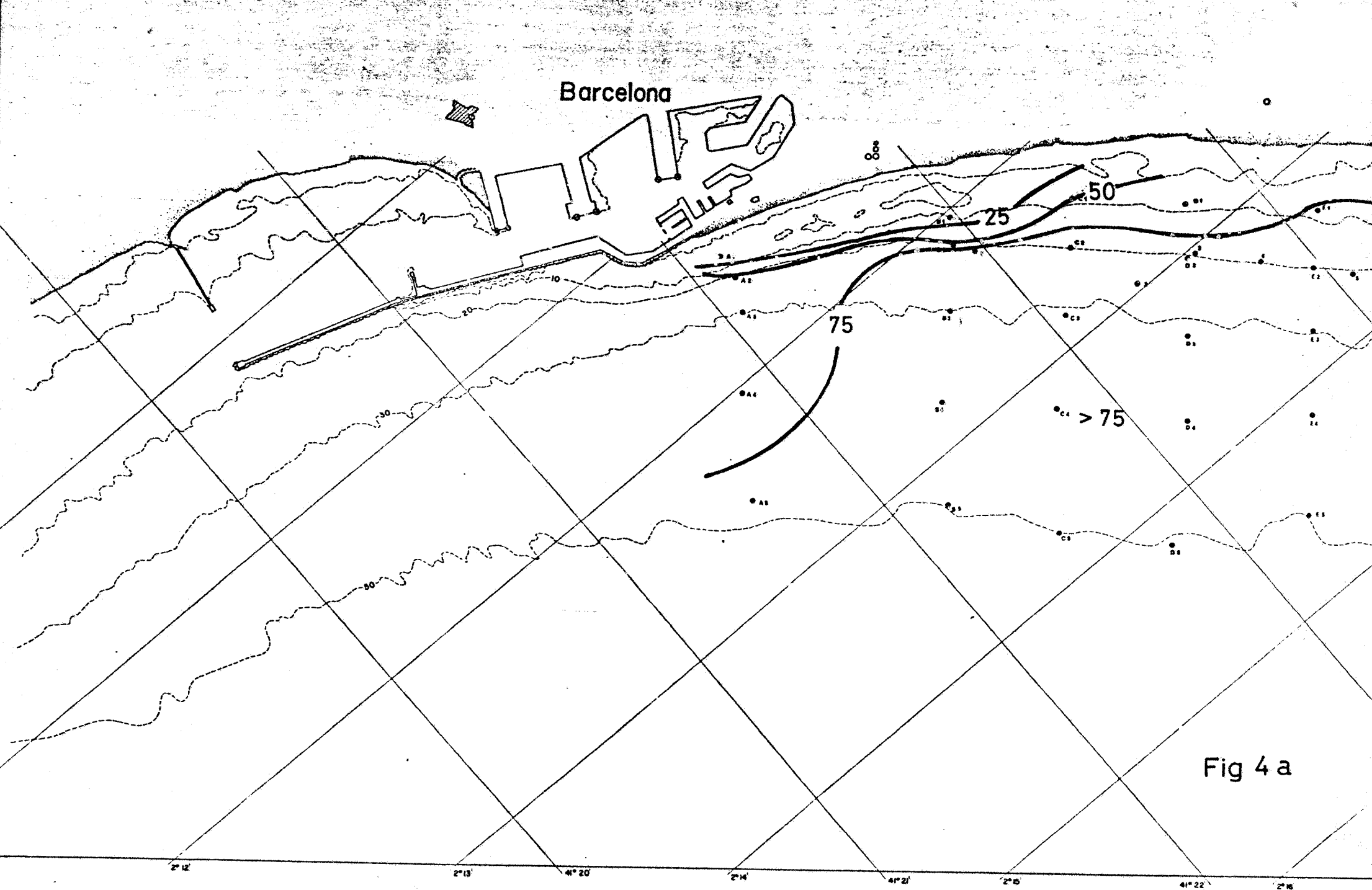


Fig 4 a

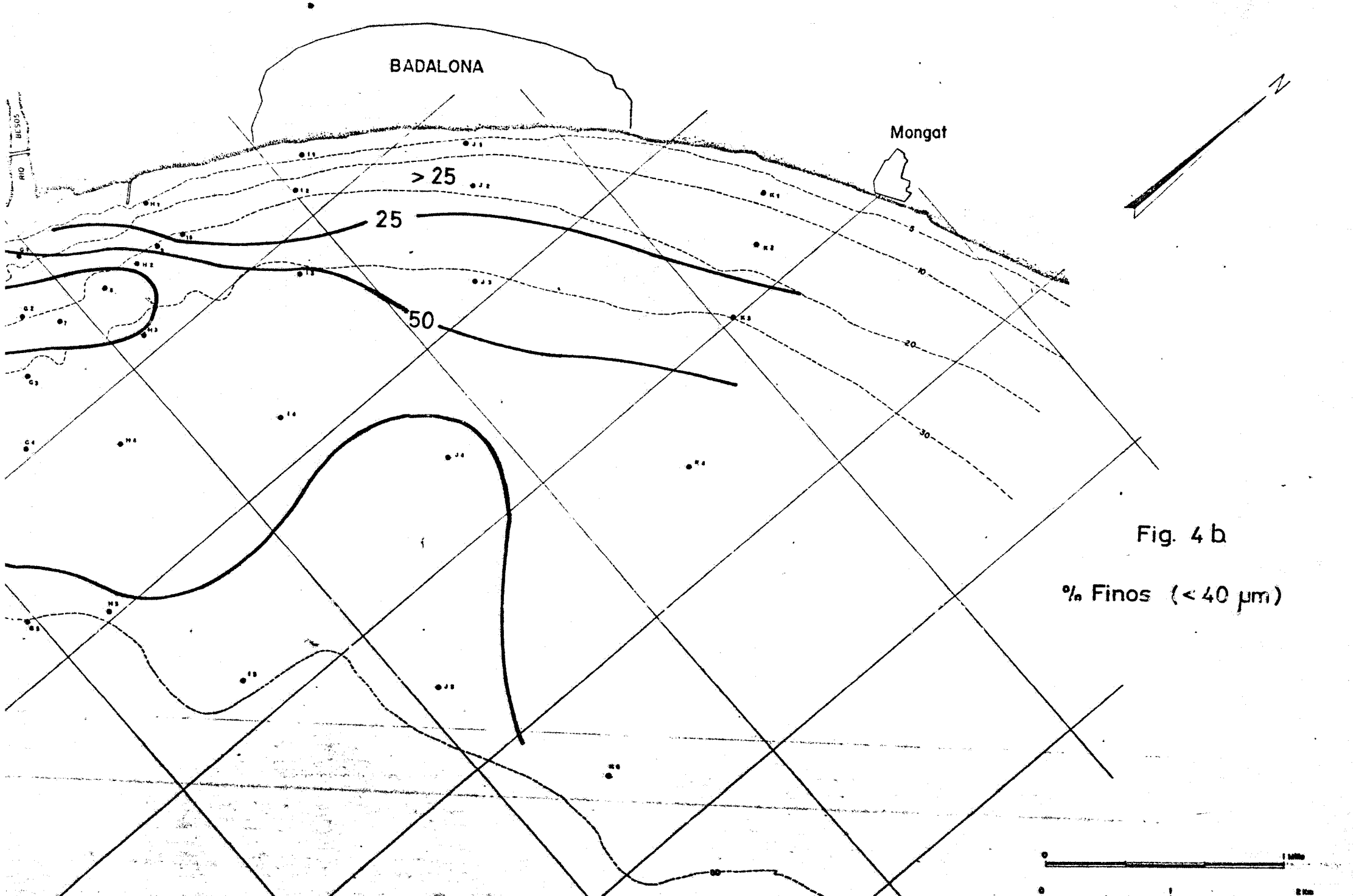
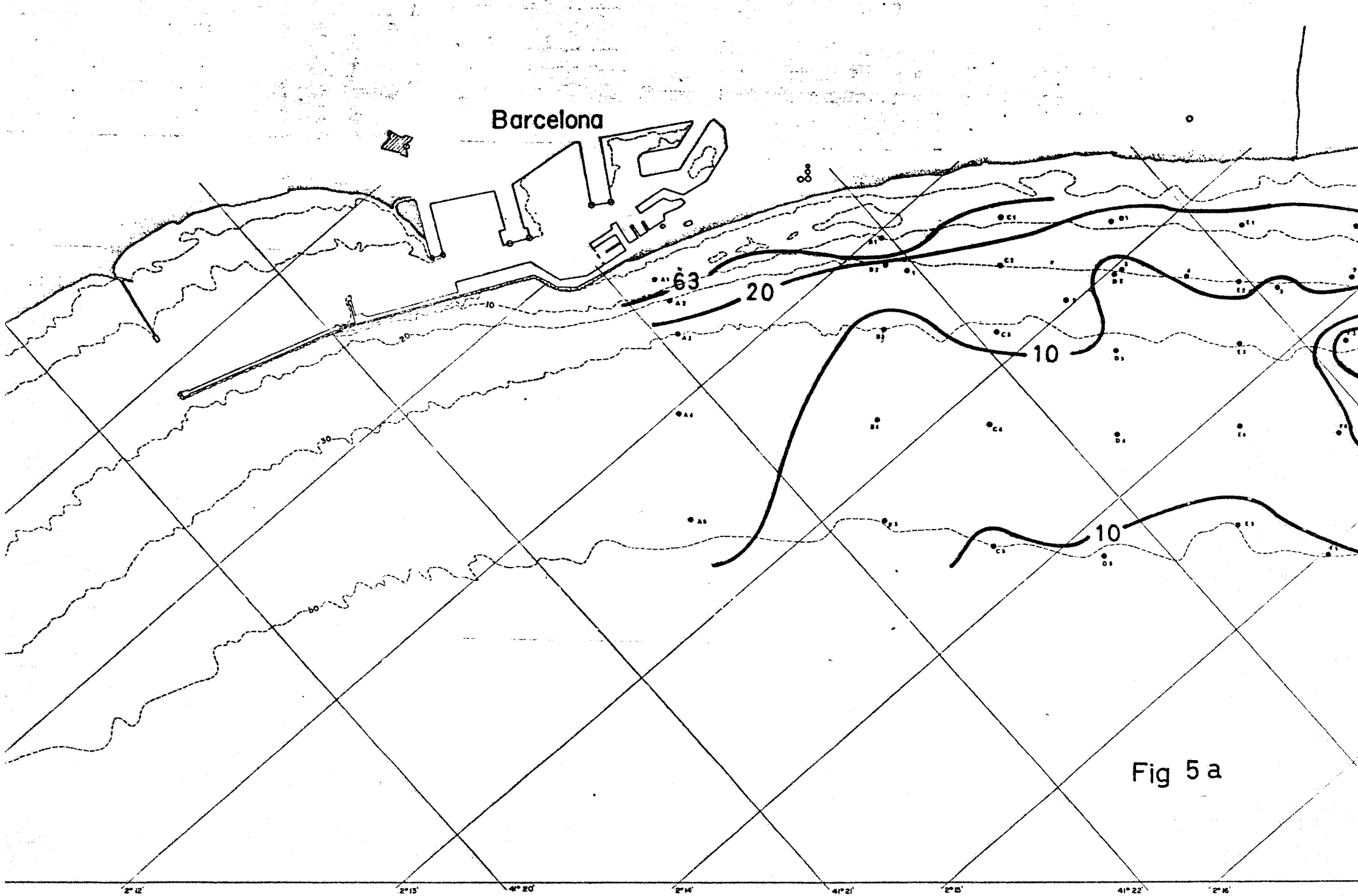


Fig. 4 b

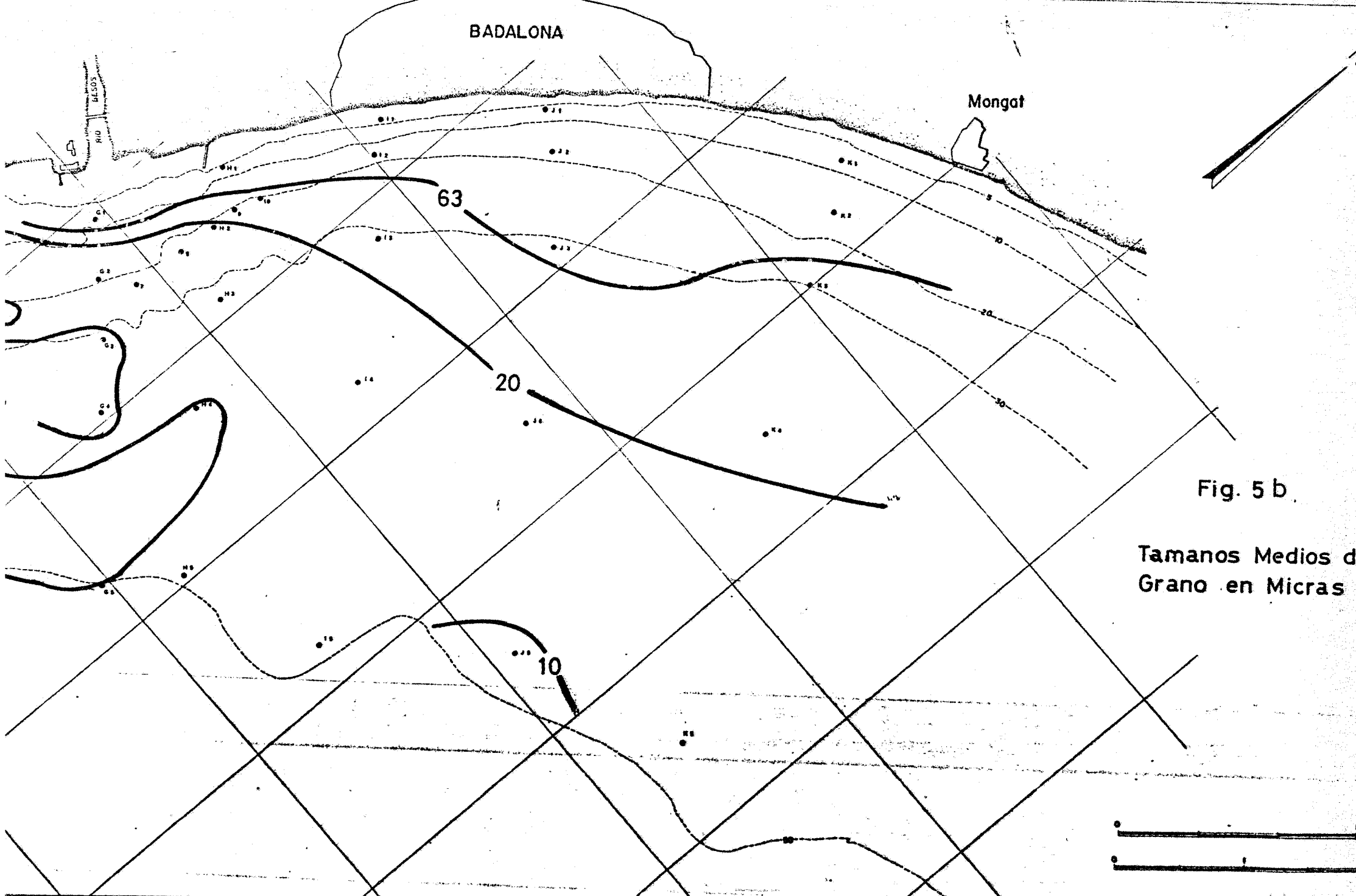
% Finos (< 40 μm)





Barcelona

Fig 5 a



BADALONA

Mongat

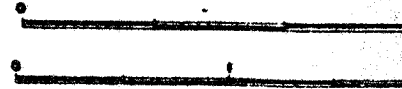
63

20

10

Fig. 5 b.

Tamanos Medios d  
Grano en Micras



ANALISIS DE LA COMUNIDAD MACROFAUNISTICA



## INTRODUCCION

El estudio está basado en el conocimiento de las comunidades bentónicas en las inmediaciones del punto de descarga del emisario de la futura estación depuradora. Este estudio representa un punto cero que permitirá conocer la evolución de las comunidades del fondo cuando quedan afectadas por los aportes del emisario.

Se eligió como zona de estudio la más próxima a la prevista como ubicación del efluente, ya que es de suponer que la máxima influencia sobre las comunidades bentónicas venga dada por la deposición de materiales sólidos acarreados por el emisario y, lógicamente, la mayor acción se dejará sentir alrededor del mismo.

Para el conocimiento de una zona ubicada a cierta profundidad, dada la estabilidad de las comunidades de fondo, no es necesario muestrear a lo largo de un ciclo anual como ocurre en el estudio de las comunidades planctónicas. En el caso que nos ocupa, se han realizado 3 muestras que han permitido conocer el estado actual de la macrofauna.

## MATERIAL Y METODOS

Para la toma de muestras, se utilizó una draga Van Veen modificada que cubre una superficie de  $0,1 \text{ m}^2$ , con un peso aproximado de 35 kg.

Las muestras, una vez trasvasadas a botes de plástico y llevadas al laboratorio, se tamizaron a través de redes con malla de 1 mm de lado. Eliminada la fracción más fina quedaba la macrofauna mezclada con abundantes restos orgánicos (principalmente vegetales de origen terrestre) y objetos diversos (piedras, trozos de carbón, materiales no identificados, etc). El material destinado al estudio se fijó con formal neutro diluido en agua de mar al 5-7 % y la separación de los individuos se hizo con ayuda de una lupa binocular.

Los pesos húmedos que se consignan más adelante corresponden a la macrofauna fijada de la que ha sido eliminado el líquido externo, en la medida de lo posible, mediante papel de filtro.

Las diversidades específicas han sido calculadas empleando la fórmula de Shannon - Weaver.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En el cuadro 1 se consignan los resultados de los análisis de la macrofauna realizados con muestreos obtenidos durante los meses de Marzo, Mayo y Julio de 1978. La elevada cantidad de materia orgánica, gran parte de la cual procede de restos vegetales terrestres y también marinos en descomposición, condiciona el tipo de comunidades.

La biomasa, a nivel de macrofauna, puede considerarse elevada si se compara con áreas más limpias, pero dentro de la norma para zonas semejantes a la que nos ocupa. Los valores oscilan entre 15 y 40 gr. peso húmedo/m<sup>2</sup> mientras que fondos de semejante profundidad y estructura física, sin exceso de materia orgánica no suelen producir más de 20 gr/m<sup>2</sup> y, más normalmente, entre 5 y 10 (datos referidos siempre a muestras obtenidas mediante draga Van-Veen de las características empleadas por nosotros).

Más de la mitad de esta biomasa suele proceder de dos especies de crustáceos decápodos Alpheus glaber y Goneplax rhomboides, cuya abundancia se puede cifrar respectivamente entre 10 y 30 indivi/m<sup>2</sup>.

A continuación siguen, según muestras, los anélidos poliquetos, y los sipunculoideos.

La biomasa de los primeros no suele dar valores superiores a los 10 gr peso húmedo/m<sup>2</sup> aunque en realidad sean presumiblemente mayores ya que una especie importante como es Phyllochaetopterus sp. (muy abundante en fondos de estas características y cuya presencia es constatada por la abundancia de tubos vacíos) raramente aparece completa. Por este motivo no puede computarse su biomasa como ocurre con los crustáceos decápodos de movilidad elevada (que huyen al descender la draga) y también con moluscos gasterópodos o pelecípodos que se hunden profundamente en el sedimento fuera del alcance máximo del aparato (entre 10 y 15 cm). Esta situación habitual en los muestreos de macrofauna béntica. Los principales responsables de la biomasa anelidiana media son Nephtys cf. incisa, Lumbrineris impatiens, Glycera srouxii y Notomastus latericeus.

Los sipunculoideos, del genero Aspidosiphen (A. mullerii) aparecen con elevada incidencia en alguna de las muestras, ocupando parte de las abundantísimas conchas vacías de gasterópodos del genero Turritella que se hallan en estos fondos bajo la capa más superficial de limo y restos orgánicos.

## MACROFAUNA

## MUESTREO

	Marzo	Mayo	Julio
<b>SIPUNCULOIDEOS</b>			
<i>Aspidosiphon mullerii</i>	14	-	-
<b>POLIQUETOS</b>			
Ampharetidae ( <i>A. grubei</i> probablemente)	-	1	-
<i>Chaetozone setosa</i>	1	-	-
Cirratulidae	2	2	6
<i>Drilonereis phyllum</i>	-	-	2
<i>Glycera</i> sp.	-	1	-
<i>Glycera</i> cf. <i>rouxii</i>	1	1	2
<i>Lumbrineris</i> sp.	-	6	10
<i>Lumbrineris inpatiens</i>	1	2	4
<i>Nephtys</i> sp.	5	-	-
<i>Nephtys incisa</i>	-	2	12
<i>Notomastus latericeus</i>	2	-	1
<i>Paralacydonia paradoxa?</i>	-	1	-
<i>Prionospio</i> sp.	-	-	5
<i>Prionospio</i> cf. <i>pennata</i>	-	-	1
Spionidae	-	1	-
<i>Stylarioides plumosa</i>	1	-	-
<b>CRUSTACEOS</b>			
<u>Decápodos</u>			
<i>Alpheus glaber</i>	1	2	2
<i>Goneplax rhomboides</i>	1	-	1
<u>Tanaidáceos</u>			
<i>Apseudes</i> sp.	1	-	4
<u>Cumáceos</u>			
<i>Iphinoe serrata</i> 1	1	-	2
<b>MOLUSCOS</b>			
<u>Gasterópodos</u>			
<i>Turritella communis</i>	1	-	-
<u>Pelecípodos</u>			
<i>Solenacea</i>	-	-	1

Cuadro 1 . Resultados de los análisis de Macrofauna realizados con muestras obtenidas durante los meses de Marzo, Mayo y Julio de 1978.

Las diversidades específicas son bajas, relativamente, tal como corresponde a un fondo eutrófico de estas condiciones (oscilan alrededor de 2.7 bits/individ., contra los aproximadamente 3.5 que serían de esperar en un fondo limpio, de situación y estructura semejantes). De todas formas los fondos estudiados no entran en la categoría de "muy degradados o alterados", con valores situados entre 1,5 a 2,3. Por otra parte tampoco aparece masivamente ninguna de las especies consideradas como indicadores típicos de semejantes fondos.

ZOOPLANCTOLOGIA

## INTRODUCCION

Con vistas al estudio ecológico de la zona marítimo costera, situada en la parte derecha de la desembocadura del río Besés, y según el programa presentado que hace referencia al ZOOPLANCTON, han efectuado diversas campañas con el fin de valorar la biomasa planctónica existente así como estudiar la composición cualitativa de los principales grupos que la integran.

A tal efecto hemos creído suficiente realizar el estudio en dos estaciones que hemos situado en puntos próximos a la desembocadura de los futuros emisarios con objeto de detectar el estado actual de las poblaciones para poder compararlo con el que habrá después de la colocación de los mismos (Fig.1).

El estudio cualitativo se ha realizado para todos los grupos existentes y aunque a primera vista puede resultar un tanto excesivo, dada la extensa lista de animales considerados, es bueno tenerlos en cuenta a todos para ver sobre qué especies o grupos de especies puede afectar el aporte de aguas residuales y en qué intensidad podrán modificar el ecosistema de estas aguas.

La comparación de los resultados antes y después de los vertimientos, nos dará la información requerida acerca del efecto de éstos sobre la población planctónica animal.

## MATERIAL Y METODOS

### Puesta a punto del material

Durante los meses de Abril y Mayo (1978) se efectuaron dos salidas para la puesta a punto del material y aparatos a utilizar en la toma de muestras de zooplancton. A tal efecto se ensayaron las siguientes redes:

Sistema BONGO, de 40 cm de diámetro de boca, equipado con dos redes de mallas diferentes : 250 y 500 micras, respectivamente.

El arrastre en superficie permitió observar el buen funcionamiento de ambas por lo que fueron adoptadas para el muestreo de la "población total" de zooplancton en pescas inclinadas desde el fondo a la superficie.

Red JUDAY-BOGOROV para las pescas horizontales.

Red internacional WP-2/2 para las pescas verticales, destinadas a la valoración de la biomasa.

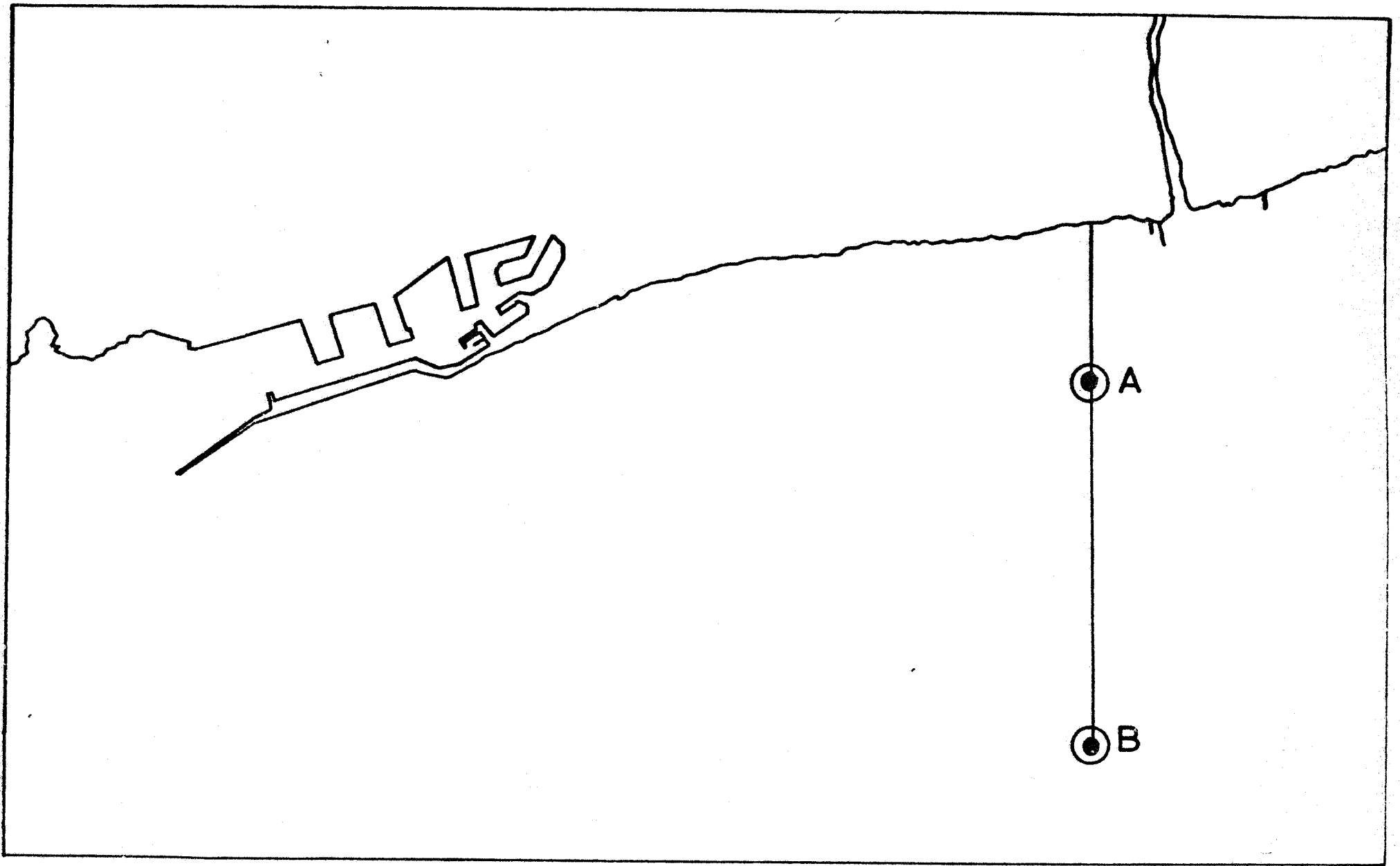


Fig. 1. Situación de las estaciones de muestreo para los análisis de zooplancton.

Entre otras pruebas se procedió a la valoración de "flowmeters" con vistas al cálculo del agua realmente filtrada a través de las diferentes redes a usar para así poder calcular las cantidades de zooplancton (biomasa) por m<sup>3</sup> de agua.

Finalmente también se hicieron diversas pruebas con las botellas VAN DORN (transparentes) para las valoraciones de C-N en el seston.

#### Campañas realizadas

Además de las indicadas y con vistas a evaluar las poblaciones del plancton animal, se han efectuado nueve campañas entre Mayo (1978) y Abril (1979). En ellas se han llevado a cabo las siguientes pescas y toma de muestras en las estaciones que a continuación se detallan:

ESTACION A situada a 17 m de profundidad al SE de la desembocadura del río Besós.

##### Trabajos efectuados:

- Pesca vertical de 15 m a la superficie con red WP-2/2
- Pesca inclinada con sistema BONGO de 15 m a la superficie, de 10 minutos de duración.
- Pesca horizontal con red JUDAY-BOGOROV a 1 m de profundidad y 10 minutos de duración.
- Haciendo uso de las botellas VAN-DORN se ha procedido a la filtración de 30 litros de agua a través de mallas de 100 micras, para las valoraciones de biomasa en C-N. Las muestras se han tomado en superficie y a 10 m de profundidad.

ESTACION B (2°15,1' E; 41°23,6' N) situada en la misma radial de la anterior (perpendicular a la costa) y a 54 m de profundidad.

##### Trabajos efectuados:

Se han llevado a cabo las pescas vertical, inclinada y horizontal, como en la estación A, pero las dos primeras se han efectuado a partir de los 50 m de profundidad. Asimismo se ha filtrado agua para las valoraciones de biomasa en C-N, en los niveles de 50, 30, 10 y 0 metros.

Todas las muestras de plancton se han fijado con formol inmediatamente después de su pesca y una vez en el laboratorio, han sido objeto de los análisis siguientes: la pescas verticales han sido utilizadas para las valoraciones de biomasa y las horizontales e inclinadas, para el estudio de las poblaciones que integran la comunidad planctónica animal. En este estudio se dan los valores cuantitativos de las diferentes especies halladas según la siguiente tabla:

+ = presencia

1 = 5 %



- 2 = 5 - 9 %
- 3 = 10 - 24 %
- 4 = 25 - 49 %
- 5 = 50 - 90 %

## REUSLTADOS Y DISCUSION

En el cuadro 1 se consignan los resultados obtenidos a lo largo del estudio de este ciclo anual. Consideramos por separado el estudio cuantitativo y cualitativo.

### a) Estudio cualitativo

Como se ha dicho anteriormente, en los análisis realizados se han tenido en cuenta todos los grupos que integran el zooplancton. Los rasgos más importantes de cada uno de ellos, observados durante los meses de Mayo de 1978 a Marzo de 1979, son los siguientes:

#### Protozoos

Grupo constituido por formas típicamente de alta mar. Sus abundancias, cerca de la costa, constituirán un indicio de la presencia de aguas exteriores.

Durante el período del año en que las aguas se presentan estratificadas, debido al notable gradiente térmico vertical, no es de extrañar que las manifestaciones de este grupo de animales sean notablemente escasas.

En los análisis realizados se han detectado manifestaciones de Aulacantha scolimantha, siempre en formas aisladas y sin concentraciones notables pero puede considerarse perenne para esta zona.

El foraminífero Globigerina sp. ha sido extraordinariamente abundante durante el mes de Mayo (1978) para desaparecer paulatinamente en Junio. En Julio se muestra relativamente frecuente y llega a ser muy abundante en Septiembre principalmente en la estación B. El resto del ciclo estudiado ha sido hallado prácticamente en todos los meses pero en pequeño número de individuos.

Citemos como especies raras a Acrosphaera sp. (observada únicamente en Octubre) y Lychnaspis sp. muy abundante en Noviembre pero desapareciendo de la zona ya en pleno Enero.

En resumen, este grupo puede considerarse como poco importante desde el punto de vista cuantitativo.

Cuadro 1. Composición relativa de las poblaciones de zooplancton en las estaciones A y B. Análisis de las muestras capturadas con el sistema BONGO. Las abundancias se expresan según los valores siguientes: + = presencia; 1 = <5 %; 2 = 5-9 %; 3 = 10-24 %; 4 = 25-49 % y 5 = 50-90 %.

Grupos zoológicos	Meses		Mayo		Julio		Julio		Sept.		Octub.		Novb.		Enero		Febr.		Marzo	
	Estaciones		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
PROTOZOOS																				
Lychnaspis sp.	.	.	.	.	1	3	1	4	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.
Aulacantha scolimanta	.	.	.	1	.	1	.	1	+	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	+
Acrosphaera sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Globigerina sp.	4	5	.	4	.	.	.	1	+	.	+	+	.	+	.	1	.	.	.	
SIFONOFOROS																				
Muggiaea kochi	4	4	.	4	1	4	1	1	.	.	1	+	2	1	.	2	.	.	.	
Muggiaea atlantica	1	1	.	.	.	.	1	1	+	1	2	1	3	2	.	+	.	.	1	
Lensia conoidea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	
Abylopsis tetragona	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	
Eudoxoides spiralis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	
Chelophyes appendiculata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	
Agalma elegans	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	
Halistema rubra	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	
MEDUSAS																				
Obelia sp.	+	1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	
Rhopalonema velatum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	
Persa incolorata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	+
POLIQUETOS																				
larvas diversas	1	1	.	+	.	1	.	+	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	1
Tomopteris helgolandica	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

- 71 -

Cuadro 1 (continuación)

Grupos zoológicos	Meses		Julio		Julio		Sept.		Octub.		Novb.		Enero		Febr.		Marzo	
	Estaciones	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
<b>QUETOGNATOS</b>																		
Sagitta minima	.	.	.	1	3	3	1	1	+	3	1	4	1	.	.	+	.	.
Sagitta enflata	.	.	.	.	4	4	3	4	+	1	+	1	.	.	.	.	.	.
Sagitta bipunctata	.	.	.	.	4	5	5	4	3	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Sagitta setosa	1	1	.	4	5	5	4	3	1	.	+	.	+	1	.	+	.	+
<b>CLADOCEROS</b>																		
Evadne nordmanni	3	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Evadne spinifera	.	.	.	.	3	3	3	3	2	+	1	+	.	.	.	.	.	.
Evadne terjestina	.	.	.	1	4	3	3	3	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Podon intermedius	.	.	.	.	.	3	3	3	1	.	+	+	.	+	.	+	.	+
Penilia avirrostris	.	.	.	.	4	3	3	3	+	+	1	+	.	.	.	.	.	.
<b>OSTRACODOS</b>																		
Conchoecia elegans	.	+	.	+	.	1	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Conchoecia haddoni	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	2	.	.	.	.	.	.
Conchoecia spinirrostris	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2	1	1	.	.	.	.	.	.
Conchoecia curta	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	2	.	.	.	.	.	+
Conchoecia subarcuata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	2	.	.	.	.	.	.
Conchoecia parthenoda	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Conchoecia sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	2	.	.	.	.	.	.
COPEPODOS (ver cuadro 2)	3	3	.	4	4	5	5	5	3	2	3	3	2	3	.	3	.	1
<b>CIRRIPEDOS</b>																		
Cypris (larva)	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cypris (Balanus)	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	1	.	1	1	.	+	.	+
<b>ESTOMATOPODOS</b>																		
Alima (larva)	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Cuadro 1 (continuación)

Grupos zoológicos	Meses		Mayo		Julio		Sept.		Octub.		Novb.		Enero		Febr.		Marzo	
	Estaciones	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
<b>ANFIPODOS</b>																		
Phronima semilunata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<b>EUFUSIACEOS</b>																		
larvas y jóvenes	.	.	.	.	1	4	1	3	+	.	.	+	.	1	.	+	.	+
<b>DECAPODOS</b>																		
macruros (larvas)	1	4	.	4	2	3	2	3	1	+	.	1	+	1	.	1	.	+
anomuros (larvas)	1	.	.	4	.	.	.	+	1	+	.	1	.	.	.	+	.	.
braquiuros (larvas)	1	3	.	4	1	1	1	1	+	+	+	+	+	3	.	2	.	+
<b>EQUINODERMOS</b>																		
Ophio- y Echinopluteus	3	1	.	.	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1
<b>MOLUSCOS</b>																		
Lamelibranchios (larvas)	4	3	.	.	.	.	.	+	.	+	+	+	4	4	.	1	.	2
Gasterópodos (larvas)	4	3	.	.	1	.	1	+	1	1	+	+	+	1	.	+	.	+
Cefalópodos (larvas)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<b>Pteropodos</b>																		
Limacina inflata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.
Cavolinia inflexa	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	1	1	.	.	.	.
Creseis acicula	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.
Oxygyrus sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Atlanta sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<b>SALPIDOS</b>																		
Thalia democratica	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.

Cuadro 1 (continuación)

Grupos zoológicos	Meses		Mayo		Julio		Julio		Sept.		Octub.		Novb.		Enero		Febr.		Marzo	
	Estaciones		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
<b>DOLIOLIDOS</b>																				
Doliolum sp.			1	1	.	3	3	3	3	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Doliolum nationalis			.	.	.	.	.	.	.	.	1	3	1	3	.	.	.	.	.	.
<b>APENDICULARIACEOS</b>																				
Oikopleura fusiformis			.	3	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.
Oikopleura longicauda			.	.	.	.	3	1	1	1	1	1	2	2	.	1	.	1	.	.
Oikopleura dioica			4	.	.	3	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Fritillaria pellucida			1	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	2	2	.	.	.	.
Fritillaria borealis ?			.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.
Fritillaria sp.			.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.
<b>PECES</b>																				
huevos			1	1	.	1	3	1	+	.	1	.	.	2	5	4	.	1	.	+
larvas			3	1	.	1	1	1	1	1	+	.	+	+	.	4	.	4	.	.
Gymnamodytes cicereus			.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.
Sardina pilchardus larvas			.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.

- 74 -

*Calanus helgolandicus\**  
*Calanus tenuicornis*  
*Neocalanus gracilis*  
*Nannocalanus minor*  
*Calocalanus styliremis*  
*Ischnocalanus plumulosus*  
*Paracalanus parvus\**  
*Paracalanus nanus*  
*Clausocalanus sp.*  
*Aetideus armatus*  
*Euchaeta sp.*  
*Euchaeta acuta*  
*Scaphocalanus curtus*  
*Scolecithricella dentata*  
*Scolecithricella vittata*  
*Diaixis durani*  
*Centropages typicus\**  
*Centropages violaceus*  
*Centropages kröyeri*  
*Temora stylifera\**  
*Pleuromamma gracilis*  
*Pleuromamma abdominalis*  
*Lucicutia flavicornis*  
*Heterorhabdus papilliger*  
*Candacia sp. jv.*

*Candacia armata*  
*Candacia aethiopica*  
*Candacia simplex*  
*Acartia clausi\**  
*Acartia danae*  
*Oithona sp. jv.*  
*Oithona nana*  
*Oithona helgolandica*  
*Oithona plumifera*  
*Euterpina acutifrons*  
*Clytemnestra rostrata*  
*Oncaea venusta*  
*Oncaea conifera*  
*Oncaea curta*  
*Oncaea mediterranea*  
*Oncaea media*  
*Copilia mediterranea*  
*Corycaeus clausi*  
*Corycaeus flaccus*  
*Corycaeus latus*  
*Corycaeus anglicus*  
*Corycaeus lautus jv.*  
*Corycaeus furcifer*  
*Farranula rostrata*

**Cuadro 2.** Lista de especies de Copépodos más importantes hallada durante el ciclo anual estudiado. Los asteriscos corresponden a las especies más abundantes.

Hidrograficamente hablando, alguna especie como Lychnarpis sp. que aparece en forma esporádica pero en gran cantidad, puede significar presencia de aguas exteriores.

### Sifonóforos

Animales frecuentes durante todo el período estudiado. Prácticamente están representados por los Difíidos, siendo el género Muggiaea (con las especies M. kochi y M. atlantica) el más abundante. Desde Mayo a Septiembre 1978 se han hallado en mayor cantidad en los estratos superficiales de la estación B y coincidiendo con los meses de Octubre y Noviembre (en los que, como es sabido, se dan los primeros temporales de otoño, con inicio de homotermia y posible comienzo de afloramiento), aparecen en estas áreas un conjunto de especies que normalmente viven en zonas más alejadas de la costa. Estas son: Lensia conoidea, Abylopsis tetragona, Eudoxoides spiralis, Chelophyes apendiculata, Agalma elegans y Halistema rubra.

### Medusas

Son muy escasas en estas aguas. Obelia sp. es la especie más frecuente, sin embargo y como hemos visto para los sifonóforos, algunas especies hacen su aparición en otoño. Entre éstas citemos a Rhopalonema velatum que en Octubre-Noviembre se encuentra en las dos estaciones estudiadas y a Persa incolorata que en Febrero se presenta en número relativamente elevado en la estación B. Esta última especie habita generalmente aguas exteriores y de cierta profundidad, de aquí que se le considere como indicador ecológico, siendo frecuente en períodos de afloramiento.

### Gusanos poliquetos

Grupo constituido por un muy reducido número de especies planctónicas. Por lo general incluye larvas de las especies bentónicas. Estas aunque muy poco abundantes, se hallan con frecuencia en casi todas las pescas de la estación B.

Exceptuando el mes de Marzo, a lo largo del año este grupo se halla pobremente representado en la zona objeto de estudio: tan sólo unas pocas larvas aparecen en las muestras y en alguna ocasión (Julio), se ha observado Tomopteris helgolandica (uno de los pocos anélidos típicamente planctónicos de nuestras aguas) en individuos aislados.

## Quetognatos

Notablemente abundantes durante el ciclo, son frecuentes en superficie pero sus concentraciones aumentan por debajo de ésta (las muestras inclinadas, desde el fondo, presentan un mayor número de individuos que las de superficie).

Sobre un fondo dominante de Sagitta jóvenes, cabe destacar a Sagitta setosa que es la especie más abundante sobre todo en Julio y Septiembre. El resto del año sus poblaciones no son abundantes pero cabe considerarla como una especie perenne para esta zona. Sagitta mínima aparece en Julio y Septiembre pero luego pasa a ser la especie más abundante de este grupo con densas poblaciones en la estación B durante Octubre y Noviembre. Es una especie típica de aguas neríticas aunque también se halla bien representada en la zona pelágica y en los 200 m superficiales. Sagitta enflata y Sagitta bipunctata también se han manifestado pero con abundancias mucho menores que las anteriores especies. Por todo lo indicado podemos afirmar que los Quetognatos son un grupo de animales cuantitativamente importantes y que constituyen una parte no despreciable de la biomasa planctónica de estas aguas.

## Cladoceros

Grupo muy bien representado en una parte del ciclo anual. En Mayo observamos una sola especie Evadne nordmanni, notablemente escasa en el Mediterráneo pero que hace algunos años se localizó en grandes cantidades en el golfo de León. Es especie característica de aguas poco saladas. En pleno verano, han sido detectadas otras especies (Evadne spinifera, E. terjestina y Penilia avirrostris) típicas en nuestras costas durante la estación caliente. Son extraordinariamente abundantes en los primeros metros de agua, reduciendo su numerosidad en los estratos profundos.

Con excepción de Podon intermedius, que ha sido hallado durante otoño e invierno, el resto de Cladóceros se reducen notablemente con los primeros temporales de otoño. En invierno estos crustáceos presentan su mínimo anual.

## Ostrácodos

Grupo cuantitativamente poco importante. Sus especies habitan generalmente los estratos más profundos de cualquier zona de aquí que durante los momentos de estratificación, cuando se dan los fuertes gradientes térmicos estivales, apenas estén representados en las capas superficiales.



Durante el verano sólo ha aparecido Conchoecia en pequeño número de individuos. Sin embargo, apenas se rompe la estratificación, se presenta un buen número de especies que sin ser abundantes, a finales de otoño, se hallan muy bien representadas en toda la columna de agua. Entre éstas podemos citar a Conchoecia haddoni, C. curta y C. sp.(3) siendo menos frecuentes Conchoecia spinirrostris, C. Subarcuata y C. parthenoda.

### Copépodos

Estos animales, tanto por su número como por su heterogeneidad específica, constituyen el grupo más importante del zooplancton marino.

En total se ha determinado 50 especies cuya representación es muy diferente a lo largo del año. Como era de esperar, entre ellas hay formas perennes, típicas de la zona nerítica y que prácticamente se hallan en todo el Mediterráneo.

Estas son:

Paracalanus parvus  
Clausocalanus sp.  
Centropages typicus  
Temora stylifera  
Acartia clausi  
Oithona plumifera  
Oncaea media

Especies temporales, que únicamente han sido observadas durante cierta época del año, como sucede por ejemplo con Calanus helgolandicus (otoño y sobre todo finales de invierno) y Nannocalanus minor, entre otras.

Un tercer grupo está constituido por aquellas especies que aparecen esporádicamente a lo largo del año, sin que muestren una determinada periodicidad (Calocalanus styliremis, Ischnocalanus plumulosus, Paracalanus nanus etc.

Finalmente indiquemos el interesante grupo de especies indicadoras de los movimientos del agua (indicadores hidrográficos, ecológicos, etc) cuya presencia en el plancton nos confirma ciertos aspectos hidrográficos. Así por ejemplo durante los meses de Octubre-Marzo hemos registrado un conjunto de especies que aunque pueden hallarse en los estratos profundos de la plataforma costera son más típicas del medio pelágico. Tal sucede por ejemplo con :

Aetideus armatus  
Euchaeta acuta  
Scolecithricella dentata

S. vittata

Pleuromamma abdominalis

Lucicutia flavicornis

Heterorhabdus papilliger

Oncaea conifera

entre otras y que muchas de ellas han sido pescadas en la estación A, situada a 17 m de profundidad.

Por todo lo dicho podemos concluir que ambas estaciones están habitadas por poblaciones típicas de aguas neríticas donde se desarrolla un ecosistema normal, como si se tratara de aguas no polucionadas. Únicamente las muestras horizontales de superficie y principalmente aquellas correspondientes a los meses de verano, están constituidas por poblaciones típicas de aguas contaminadas. A partir del otoño el zooplancton que vive por debajo del primer metro de agua, muestran una diversidad específica normal y las características propias de las zonas neríticas.

### Cirrípedos

Durante el verano estos crustáceos se han observado en muy pocas ocasiones. Tan solo durante la segunda quincena de Julio hemos capturado la larva Cypris típica de los Balanos que tanto abundan tapizando las rocas de las escolleras. En cambio desde comienzos de otoño hasta mediados de invierno, estas larvas han sido notablemente abundantes, especialmente de Octubre a Enero y por lo general en la estación más cercana a tierra.

### Estomatópodos

Reducido grupo de crustáceos bentónicos cuyas larvas forman parte del plancton. Aunque en pequeño número, la larva Alima ha sido capturada en Julio y en la estación más alejada de la costa. Es muy escasa, habiéndose observado en individuos aislados.

### Anfípodos

Muy raros durante todo el año. Únicamente se han visto en una sólo ocasión (Phronima semilunata) y en individuos aislados.

### Eufausiáceos

Animales que habitan las aguas subsuperficiales y profundas de alta mar; de aquí que en áreas cercanas a la costa, apenas estén representa-

dos. Sin embargo sus larvas y formas jóvenes abundan notablemente. No se han visto en la misma superficie pero si se han capturado durante todo el año y a veces abundantemente, en la estación B, siendo más raras en la estación A.

Como la mayoría de crustáceos, los eufasiáceos tienen gran importancia dentro de la cadena alimentaria marina pues constituyen una presa excelente para los peces planctófagos y, fuera de éstos, recordemos que las ballenas hacen de ellos su alimento favorito (Krill).

### Decápodos

En el plancton marino se hallan muy pocas formas adultas de este grupo de animales. Entre ellas podemos citar a Sergestes y a Lucifer como únicas representantes en estas aguas. Por lo general, los decápodos están representados por sus innumerables formas larvarias que a veces constituyen verdaderos enjambres.

Hemos hallado larvas pertenecientes a los tres grandes grupos: macruros, anomuros y braquiuros, siendo muy abundantes a finales de primavera, como consecuencia de las grandes explosiones de fitoplancton que normalmente se registran en esta estación y del que se alimentan durante las primeras fases de su vida. En otoño se ha observado el periodo de mayor pobreza anual, especialmente para lo que se refiere a los braquiuros (cangrejos) que vuelven a aparecer en invierno. Los macruros (gambas, camaranes) aunque escasos, se han detectado durante el invierno.

Respecto a los anomuros (ermitaños) hemos observado una mayor uniformidad a lo largo del año, siendo por lo general más raros que los del grupo anterior.

### Equinodermos

Las larvas de estrellas de mar, erizos y holoturias, especialmente de las dos primeras, han sido vistas a lo largo del año pero sin marcar una marcada periodicidad y siempre en número relativamente bajo. Dentro de esta pobreza debe destacar la aparición de Ophiopluteus en abundancias relativas en las pescas del mes de julio.

### Moluscos

Dentro de los Gasterópodos, el grupo planctónico por excelencia es

el de los Pterópodos. Durante estos meses de estudio se han visto prácticamente en todas las campañas pero en pequeño número de individuos. En otoño se ha observado una relativa abundancia para volver a escasear en invierno. Las especies más frecuentes han sido Creseis acicula, Calvinia inflexa y Limacina inflata.

Referente a los dos grandes grupos, Lamelibranquios (bivalvos) y Gasterópodos (caracoles) cuyas larvas forman parte del plancton, hemos observado notables diferencias: mientras los primeros son abundantes desde enero a mayo los segundos aparecen a lo largo del año pero siempre en pequeño número de individuos.

### Sálpidos

Como hemos constatado en años anteriores, no son raras las manifestaciones de este grupo a mediados de primavera, siguiendo a las grandes "explosiones" de fitoplancton que constituye su alimento básico. En la zona de estudio, en primavera y otoño han sido capturados unos pocos individuos pertenecientes a la especie Thalia democratica.

Estas dos ocasiones corresponden a las dos grandes manifestaciones que estos animales presentan en nuestras aguas y que tanto perjuicios causan a la pesca pelágica.

### Doliólidos

Grupo vecino del anterior y al igual que éste también está constituido por especies fitófagas.

La especie más frecuente es Dolium nationalis que está ampliamente difundida en todo el Mediterráneo. Es considerada epiplanctónica y como tal se halla muy bien representada en los primeros metros de agua. Esta especie ha sido observada frecuentemente en los meses estivales para mantenerse en octubre y noviembre y desaparecen a principios de enero.

Otras especies menos importantes halladas en mayo han sido Dolium denticulatum, Doliolina mülleri y Dolioletta gegemauri de las que se han detectado un notable número de larvas durante este mismo mes.

### Apendiculariáceos

Las especies que incluye este grupo de animales son muy comunes en el zooplancton nerítico. Destaquemos entre ellos a Oikopleura longicauda.

da que prácticamente puede considerarse como la más frecuente y abundante. Ha sido hallada de julio a marzo y a veces con abundancias notables (noviembre). Le siguen en importancia O. fusiformis y O. dioica cuyas manifestaciones, aunque frecuentes, no permiten señalar periodicidad alguna respecto a sus abundancias.

Los Fritillaridos, escasos en verano, han resultado más frecuentes y abundantes en otoño. Fritillaria pellucida se halla bien representada en las muestras de enero y continúa en estas aguas durante la primavera. Otras especies como Fritillaria borealis (?) y Fritillaria sp. aunque no son abundantes se presentan en algunas muestras de otoño y primavera.

### Peces (huevos y larvas)

Durante primavera y verano se han hallado abundantes larvas y huevos de anchoa (Engraulis encrasicolus). Esta especie realiza la puesta de mayo a septiembre por lo que no es de extrañar la presencia, principalmente en las capas superficiales, de sus característicos huevos cuya forma elíptica los hace inconfundibles. Sus larvas también han sido muy frecuentes sobre todo en la estación B. Asimismo, de forma esporádica y en ejemplares aislados, se han observado diversas larvas de peces bentónicos (Spicara, Trigla etc) así como huevos indeterminados.

Si durante el verano es la anchoa la especie mejor representada en el plancton, después de la pobreza de huevos y larvas de peces registrada a comienzos de otoño, la sardina y el Gymnamodytes cicerellus son las especies más abundantes desde últimos de otoño hasta finales de invierno. Efectivamente de noviembre a febrero, tanto en la estación A como en la B, hemos capturado gran cantidad de huevos y larvas, en cambio las pescas de marzo muestran de nuevo una notable reducción de unos y otros.

Sería interesante comprobar el efecto de las aguas contaminadas sobre la viabilidad de los huevos pues en una de las muestras analizadas, de un total de 364 huevos, 168 se capturaron muertos; o sea, el 46 % .

### Estudio cuantitativo

Los análisis de la biomasa del zooplancton obtenido en las pescas verticales con la red WP-2/2 han sido llevados a cabo por el método del volumen desplazado. Los valores se dan en mg de peso seco sin cenizas, haciendo uso de la equivalencia 1 ml de volumen desplazado = 160 mg de

peso seco (según CUSHING, HUMPHREY, BANSE y LAEVASTU, 1958). Los resultados obtenidos se exponen en el Cuadro 2 y Figura 2.

De estos resultados se deduce que la estación B muestra un contenido de seston por  $m^3$  de agua, notablemente constante y con valores comprendidos entre los 15 y 30  $mg/m^3$ ; en cambio, la estación A, la más cercana a tierra, ofrece valores más variables que oscilan entre los 8 y los 73  $mg/m^3$ .

Las causas de estas fluctuaciones hay que buscarlas principalmente en la mayor o menor importancia de la biomasa de fitoplancton que en primavera se presenta a veces en cantidades extraordinarias. Este fitoplancton determina el taponamiento de las redes, por lo que los valores obtenidos en tales circunstancias, no merecen la confianza deseada. Este es el caso que se presenta en la estación A donde se encuentran valores elevados como el correspondiente al mes de mayo en el que la biomasa de fitoplancton resultó elevadísima, determinando un peso seco total por  $m^3$  excesivamente elevado. En otras ocasiones hemos hallado aguas prácticamente "vacías", en donde las cantidades de biomasa apenas alcanzan los 8  $mg/m^3$ ; en este caso la pesca se realizó en unas condiciones que, por la especial dinámica de las masas de agua, la estación A parecía estar acupada por unas aguas prácticamente azoicas, con bajos valores de diversidad específica (sólo se hallan las especies más resistentes).

Como resumen de lo que acabamos de exponer podemos decir que después de un año de estudio secuencial (mayo-1978, abril-1979) las poblaciones que habitan las aguas situadas frente al desagüe de Prim, a unos 800-1.000 m de la costa (estación A) son en muchos casos, las típicas que viven en aguas normales, sin embargo en otras ocasiones (cuando la dirección e intensidad del viento determina una mayor contaminación de las aguas superficiales) se observa una notable reducción en la diversidad específica así como una gran reducción de la biomasa.

Este efecto no ocurre en la estación B que al estar situada a unos 5 Km de la costa, sus aguas muestran un grado de contaminación mucho más bajo, de aquí que las poblaciones planctónicas que las habitan sean más normales y próximas al ecosistema típico de las aguas neríticas.

Fecha	Estación	ml totales	ml/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>
11 mayo 1978	A	0,9	0,4545	72,70
11 mayo	B	0,8	0,1280	20,48
19 julio	A	0,1	0,0505	8,08 (?)
19 julio	B	0,8	0,1280	20,48
27 julio	A	0,3	0,1515	24,24
27 julio	B	0,8	0,1280	20,48
12 setiembre	A	0,6	0,3030	48,48
12 setiembre	B	1,2	0,1920	30,72
26 setiembre	B	0,8	0,1280	20,48
17 octubre	A	0,4	0,2130	34,08
17 octubre	B	0,5	0,0800	12,80
14 noviembre	A	0,5	0,2930	46,88
14 noviembre	B	0,9	0,1520	24,32
17 enero 1979	A	0,3	0,1600	25,60
17 enero	B	0,6	0,0960	15,36
19 febrero	B	2,4	0,3840	61,44
8 marzo	A	0,2	0,1060	16,96
8 marzo	B	0,1	0,0120 (?)	2,24 (?)

Cuadro 2. Valores de peso seco obtenidos de las muestras de zooplancton capturado en pescas verticales.

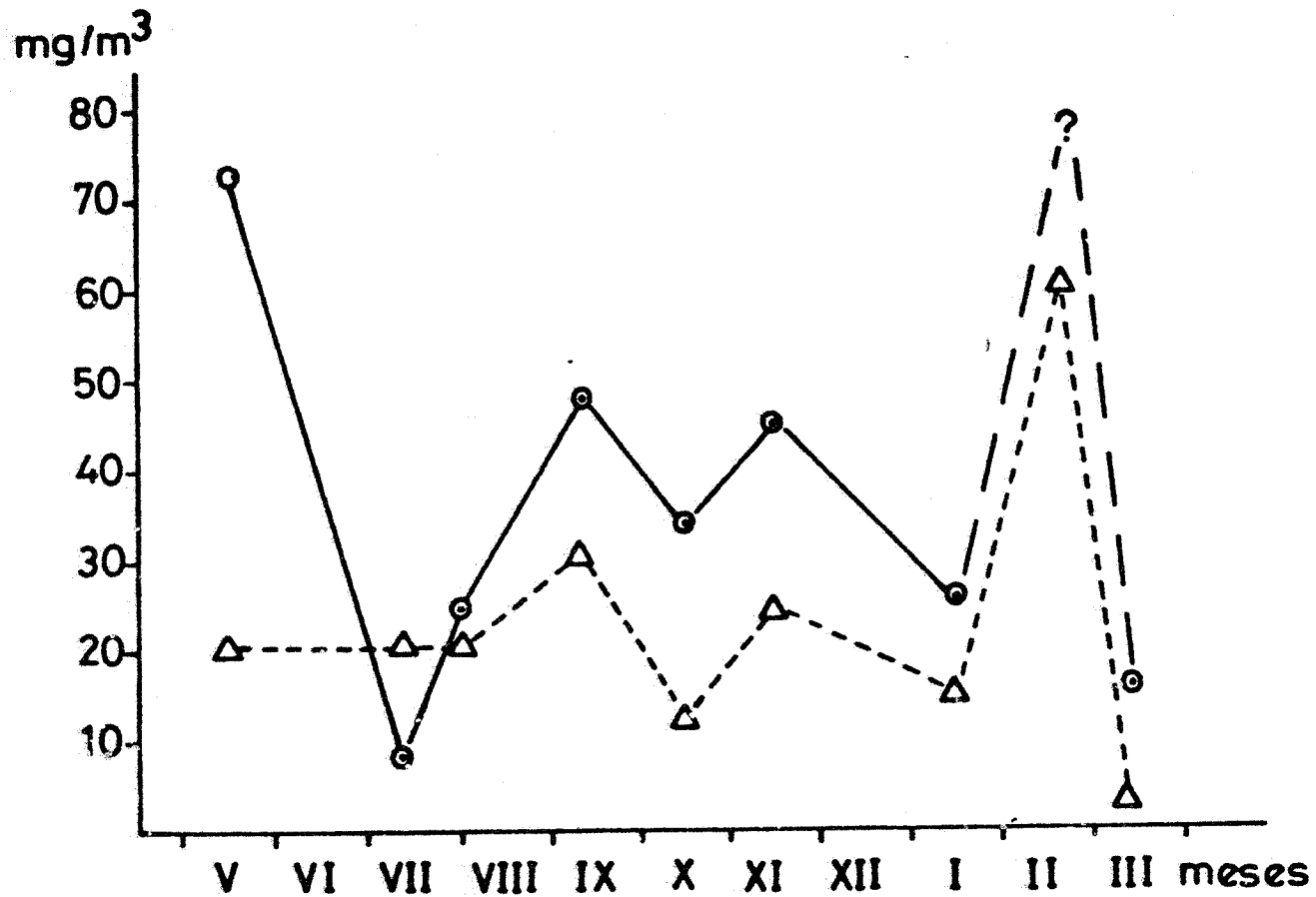


Fig. 2. Fluctuaciones de la biomasa registradas durante el ciclo anual 1978-79 en las aguas situadas al SE. de la desembocadura del río BESOS. Los valores se expresan en mg peso seco por m<sup>3</sup>. Estación A: línea continua, Estación B: línea de trazos.



BACTERIOLOGIA

## INTRODUCCION

Desde el punto de vista bacteriológico, la zona litoral que corresponde al futuro emplazamiento de la estación depuradora de las aguas residuales de Barcelona, está sometida a grandes variaciones en la composición y distribución de la flora microbiana. Se comprende que así sea, ya que el colector de Prim desagüa en dicha zona y aunque su aporte se puede considerar constante, la dinámica de las aguas impulsadas por el viento es muy cambiante, lo que produce cambios frecuentes en la forma y dimensiones de la mancha de agua contaminada. Por consiguiente, la caracterización del agua de esta zona por su florística bacteriana es prácticamente imposible ya que cada valor obtenido solo es válido para las condiciones existentes en el incremento de tiempo del muestreo.

Para la elaboración de este estudio nos hemos fijado en un sistema mucho más conservador y que como tal puede caracterizar a una zona y al que puede seguirse su evolución: el sedimento.

Un sedimento litoral es, en último término, el receptáculo de las partículas procedentes del continente. Los fenómenos de absorción, floculación y sedimentación de microorganismos y materia orgánica principalmente, producen un arrastre y por ende un "lavado" de la capa de agua provocando una acumulación en el sedimento. Es típico el no encontrar coliformes en aguas someras tranquilas, mientras que se pueden detectar altos títulos en los sedimentos correspondientes. Basta un viento fuerte que produzca la remoción y resuspensión del sedimento, para encontrar coliformes en el agua.

Las alteraciones que pueda producir el lanzamiento de los fangos de depuración, que lógicamente tendrán un elevado DBO, será sobre el sedimento. Con esta idea se ha intentado caracterizar cualitativamente y cuantitativamente, la flora bacteriana de una amplia zona. Es posible que el área de estudio haya sido demasiado extensa (unos 12 Km<sup>2</sup>) pero nos pareció que era preferible actuar de esta manera en previsión a la influencia de posibles corrientes, (que en el inicio del estudio se desconocían), que dieran una trayectoria dominante a los fangos vertidos. En la figura 1 se consigna la disposición y profundidad de las estaciones estudiadas. La situación de la estación 1 es: 2º 15,1' E y 41º 23,6' N.

La comunidad bentónica, incluyendo los microorganismos, tiene una

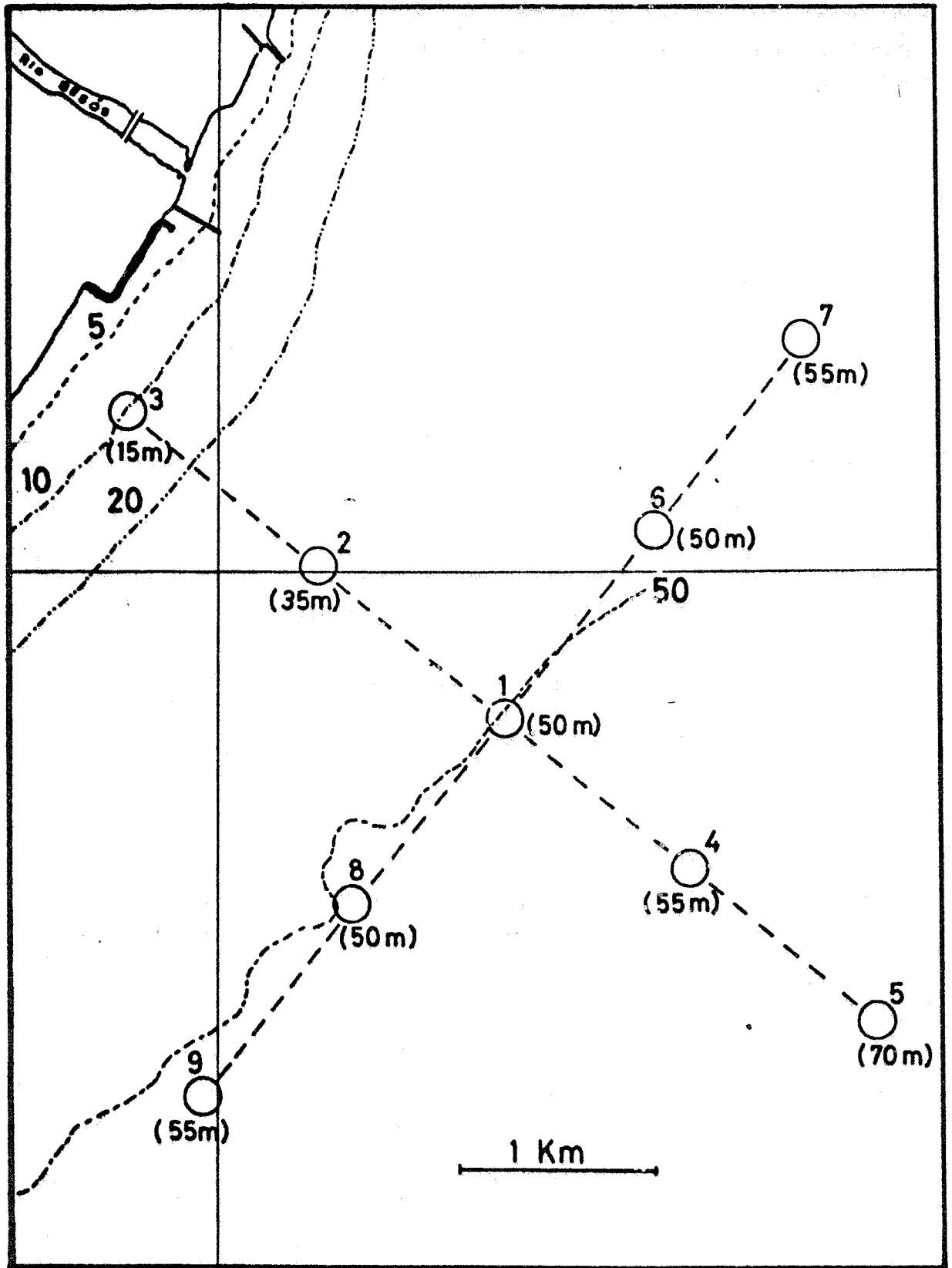


Fig. 1 : Situación de las estaciones estudiadas. La cifra entre paréntesis corresponde a la profundidad.

estabilidad tal que difícilmente se reencuentran los máximos y mínimos de producción que caracterizan a las aguas iluminadas. Los muestreos realizados en distintas épocas del año han sido lo suficientes para conocer las características de la zona y evidentemente el estudio ha sido basado en aquellos grupos fisiológicos que a priori parecían los más importantes o los que se verían más afectados por el aporte del fango.

## MATERIAL Y METODOS

Las muestras de sedimento se tomaron mediante sondas de gravedad (corer)recogiéndose aproximadamente entre 0,6 y 1 m de profundidad del sedimento, con un diámetro de 5 cm. Se procuró que transcurriera el menor tiempo posible entre la toma de la muestra y su manipulación en el laboratorio; este tiempo nunca fue superior a 3-4 horas, y en los casos en los que no fue posible sembrar inmediatamente las muestras, éstas eran guardadas en el refrigerador a 4°C. Se cuidó asimismo, en la medida de lo posible, de no alterar la estructura del sedimento.

Para proceder a la serie de diluciones para la siembra de los medios específicos que se citan más adelante, se empujaba la masa de sedimento por el polo opuesto y se obtenían varios cilindros de distintos niveles. Aunque el estudio se ha centrado primordialmente en los dos primeros centímetros de la columna de sedimento, en alguna ocasión se han determinado varios parámetros a todo lo largo de la muestra. Los distintos cilindros obtenidos eran cortados longitudinalmente: una de las partes, recogida en buenas condiciones de esterilidad, se destinaba al banco de diluciones y la otra a calcular la densidad aparente y proceder a la determinación de otros análisis incluidos en el mismo programa (metales pesados, por ejemplo).

Para el cálculo de la densidad aparente del sedimento, se mantuvo un alicuoto en la estufa a 105°C hasta alcanzar peso constante, deduciéndose de este modo la proporción de agua. El valor de la densidad aparente es un buen indicador del grado de compactación y además permite referir la concentración bacteriana a unidad "real" de sedimento.

El banco de diluciones se llevó a cabo con volúmenes importantes de muestra (empleando para ello erlenmeyers de 200 ml de capacidad) a fin de obviar en lo posible la aleatoriedad de la muestra. Las diluciones se hicieron con agua de mar estéril y con una cantidad conocida de

sedimento (alrededor de 10 gr). La máxima dilución empleada fue normalmente de  $10^{-5}$ . De acuerdo con los objetivos del estudio, los grupos bacterianos considerados han sido:

1. Aerobios totales
2. Anaerobios
3. Esporulados
4. Coliformes totales y coliformes fecales
5. Reductores de sulfatos
6. Desnitrificantes organotrofos

Para los grupos 1,2,3 y 4 la siembra se realizó en superficie sobre una placa de medio específico solidificado. Para los reductores de sulfatos y desnitrificantes se utilizó la técnica del NMP, sembrando tres diluciones sucesivas con cinco o tres tubos por dilución, según los casos.

Para la siembra, tanto en placas como en tubos, se empleó una pipeta automática con la punta estéril, siendo en todos los casos 0,1 ml el volumen de muestra inoculado. En el caso de siembra en placas la muestra se repartió con una asa de Digrafski.

En el cuadro 1 se anota la composición de los distintos medios empleados, que a continuación se describen brevemente, así como las condiciones de incubación y lectura.

Aerobios totales. Dado el alto contenido en materia orgánica de los sedimentos, se ha atendido al recuento de la flora total heterotrófica aerobia (incluyendo también a los gérmenes facultativos). Los resultados obtenidos con este método informan acerca de la concentración de bacterias capaces de utilizar la materia orgánica en presencia de oxígeno. Al ser el medio empleado muy poco selectivo, no cabe atribuir las colonias desarrolladas a un determinado grupo. No obstante, la alta concentración de materia orgánica puede inhibir a determinados géneros (Vibrio, por ejemplo). El recuento de las colonias se realizó al cabo de 24 - 48 horas de incubación a 30°C.

Anaerobios (heterótrofos). Se ha utilizado el mismo medio de cultivo que en el grupo anterior (medio MH). Para conseguir unas condiciones de anaerobiosis durante la incubación, se han mantenido las placas sembradas en el interior de desecadores, a los que se ha desalojado el aire mediante un flujo de nitrógeno. Los valores hallados corresponden a la presencia de organismos anaerobios y facultativos, que son capaces de oxidar la materia orgánica utilizando como aceptores finales de electro-

COMPUESTO / MEDIO	MH	MC	DPS	SR
Nitrato potásico	1,0	.	10,0	.
Fosfato monopotásico	.	.	.	0,5
Fosfato férrico	0,01	.	.	.
Cloruro sódico	.	5,0	.	20,0
Cloruro amónico	.	.	.	1,0
Sulfato amónico	.	.	1,0	.
Sulfato cálcico	.	.	.	1,0
Sulfato magnésico hidratado	.	.	.	2,0
Sulfato ferroso-amónico	.	.	.	5,0
Peptona	5,0	20,0	.	.
Extracto de levadura	1,0	.	.	.
Lactosa	.	10,0	.	.
Lactato sódico	.	.	.	3,5
Etanol	.	.	(5,0)	.
Sales biliares	.	5,0	.	.
Rojo neutro	.	0,075	.	.
Agua destilada	(300,0)	-	-	-
Agua de mar	(700,0)	(1000,0)	(1000,0)	(1000,0)
pH	7,2	7,2	6,8	7,5
Agar-agar	15,0	12,0	1,0	-

Cuadro 1.- Composición de los medios de cultivo utilizados. Las cantidades se expresan en gramos; las incluidas en paréntesis corresponden a mililitros. MH = medio heterótrofos; MC = medio MacConkey (coliformes); DPS = medio desnitrificantes quimiorganotros; SR = medio de Baars (Sulfatorreductores).

nes a sustancias inorgánicas distintas al oxígeno; las más comunes son nitratos y sulfatos. La incubación se hizo a 25°C y durante períodos de una semana.

Esporulados. El estudio de los organismos esporulados es interesante por su mayor persistencia en condiciones desfavorables; los hallados en la zona del estudio corresponden generalmente a formas Gram +, procedentes de aportes continentales. Para su enumeración se empleó asimismo el medio MH, que se sembró con un inóculo que previamente había sido sometido a un choque térmico (80°C durante 5-10 minutos). La incubación se mantuvo a 30°C, durante una semana. Transcurrido este tiempo, en el recuento de colonias no se consideraron aquéllas de tamaño inferior a 0,5 mm. A pesar de que el método es un tanto impreciso, pensamos que la información que aporta como índice del número de organismos esporulados es aprovechable. Se han ensayado paralelamente choques térmicos más prolongados, hasta 60 minutos, sin que se experimenten variaciones considerables en la magnitud del número de colonias desarrolladas. Se comprobó mediante observación microscópica, que las bacterias capaces de desarrollar colonias en estas condiciones, corresponden a bacilos esporulados Gram positivos.

Coliformes (totales y fecales). El significado del grupo coliforme como indicador de contaminación fecal del medio marino es de sobra conocido, por lo que no insistiremos. Su determinación en el sedimento presenta un interés adicional ya que permite conocer el grado de persistencia del grupo en medio salino. La incubación, de las placas de medio McConkey sembradas en superficie se mantenía durante 24 horas a 37°C (coliformes totales) y a 44,5°C (coliformes fecales). En este medio, las colonias de E. coli y especies afines presentan aspecto no mucoso y color rojo típico, mientras que las del grupo Enterobacter (Aerobacter) aerogenes se caracterizan por su aspecto mucoso y su coloración rosada.

Reductores de sulfatos. El grupo incluye a los organismos que en ausencia de oxígeno son capaces de utilizar los sulfatos como aceptores finales de las cadenas respiratorias, con la consiguiente producción de sulfuros. Las poblaciones de reductores de sulfatos son características de los fondos reducidos existentes en las proximidades de la costa, en puntos con aporte orgánico importante. Encuentran asimismo un hábitat que les es favorable en las acumulaciones de fangos residuales procedentes de la depuración de aguas negras cuando aquéllos son ricos en materia

orgánica, con la creación de condiciones de anaerobiosis por agotamiento de oxígeno libre. La producción de  $\text{SH}_2$  en cantidades a veces considerables que ocurre en este tipo de fangos, puede tener efectos nocivos sobre los organismos del bentos.

El recuento de reductores de sulfato se ha realizado mediante la técnica del NMP, utilizándose como recipientes de cultivo, viales de los que se emplean para el envasado de antibióticos. Estos viales, a los que se les añadía un pedazo de hierro estéril, quedaban completamente llenos. La primera flora heterotrofa que se desarrolla en este ambiente agota el oxígeno presente provocando la anaerobiosis del medio. En estas condiciones se desarrolla la flora sulfato-reductora que se puede detectar por la formación de sulfuro de hierro y consecuente ennegrecimiento del medio. La incubación se mantenía a  $30^\circ\text{C}$  con lectura cada 48 horas durante 15 días.

Desnitrificantes organotrofos. Dadas las características de los sedimentos obtenidos, el estudio se ha limitado al grupo de desnitrificantes organotrofos. Se trata de gérmenes facultativos, distribuidos por distintos grupos taxonómicos, que en ausencia de oxígeno utilizan los nitratos como aceptores finales de electrones, con liberación de nitrógeno molecular. Es interesante señalar que en el medio empleado (DPS) se utilizó etanol (añadido en frío después de la esterilización) como fuente atípica de carbono, a fin de evitar, en lo posible, el desarrollo de la flora fermentadora que produce una gran cantidad de gas, y podría enmascarar la lectura de los tubos.

El recuento se ha realizado con la técnica del NMP, con tres diluciones y cinco tubos por dilución. Las condiciones de baja tensión de oxígeno se lograron mediante la adición de un tapón de agar, que además sirve para retener las burbujas del nitrógeno producido. Se consideran como positivos aquellos tubos con desarrollo de burbujas y producción de una cámara de gas. La incubación se mantuvo a  $30^\circ\text{C}$ , durante 15 días con lecturas periódicas cada 48 horas. Al final del período de incubación se verificó por cromatografía de gases, que el gas desprendido por los cultivos considerados positivos era verdaderamente  $\text{N}_2$ .

Actividad respiratoria de los sedimentos. Para la determinación de las tasas de respiración de los sedimentos, se ha utilizado la cromatografía de gases. Las condiciones de trabajo del cromatógrafo fueron: doble columna de silicagel y tamiz molecular, temperatura  $55^\circ\text{C}$  y helio como gas portador con un flujo de 85 ml/min. Bajo estas condiciones se con-



sigue una adecuada separación del oxígeno y nitrógeno;  $\text{CO}_2$  y  $\text{N}_2\text{O}$  presentan un mismo coeficiente de retención, pero es posible separarlos con el empleo de una columna de 5 metros de longitud de PORAPAK Q.

La muestra de sedimento se incubaba a  $30^\circ\text{C}$  encerrada hermeticamente en un vial de 25 ml. El análisis periódico de la composición de la atmósfera contenida en el vial, informaba sobre la evolución de las concentraciones de  $\text{O}_2$  y  $\text{CO}_2$  debidas a la actividad respiratoria de la flora bacteriana en el sedimento.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En los cuadros 2,3 y 4 se consignan los resultados obtenidos. El resultado que llama más la atención es la ausencia casi constante de coliformes, en un área con un aporte contaminante muy elevado. La resistencia de las bacterias que forman el heterogeneo grupo conocido con el nombre de "coliformes" es muy débil. A pesar de ello la determinación de la "colimetría" como índice de contaminación fecal, ha sido clásica desde el inicio de la bacteriología. En general, tanto en ambientes marinos como en aguas dulces corrientes o estancadas, la presencia de coliformes se interpreta como una contaminación reciente ya que se tiene conocimiento de su efímera persistencia en ambientes naturales. En este estudio el único caso en que se han detectado coliformes ha sido en la estación 3 que es la más cercana y por tanto la que recibe una carga contaminante más reciente.

Por la misma razón anteriormente expuesta cabría esperar que en la estación 3 las concentraciones bacterianas correspondientes a los distintos grupos fisiológicos estudiados fueron mucho más elevadas, ya que el impacto de la descarga contaminante practicamente no tiene tiempo de diluirse. Es frecuente encontrar estas anomalías e incluso mucho más acentuadas que en el caso que nos ocupa. Junto a la materia orgánica detritica, disuelta y nutrientes orgánicos, todos ellos factores que favorecen un proceso oxidativo heterotrófico, aerobio o anaerobio, hay que tener en cuenta que las aguas residuales llevan una gran cantidad de productos inhibidores e incluso tóxicos que hasta que no han reducido su concentración, por un proceso de dilución, inhiben la acción bacteriana.

La razón por la que se han estudiado los sulfato-reductores y desnitrificantes está ligada a la gran concentración de materia orgánica que recibe la zona sometida a estudio y que presumiblemente va a recibir por el emisario de fangos de la futura depuradora.

CONCENTRACION CELULAS, CEL/GR x 10<sup>3</sup>

ESTACIONES									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
AEROBIOS	360,0	180,0	105,0	1290,0	850,0	890,0	460,0	960,0	500,0
ANAEROBIOS	32,0	15,0	57,0	40,0	210,0	30,0	20,0	10,0	9,0
COLIFORMES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ESPORULADOS	29,0	21,8	22,1	34,8	32,8	25,5	34,5	42,6	24,6
DESNITRIFICANTES	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,7

Cuadro 2 . Resultados obtenidos con el muestreo realizado en el mes de Marzo

CONCENTRACION CELULAS, CEL/GR x 10<sup>3</sup>

ESTACIONES									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
AEROBIOS	176,0	82,0	62,9	22,3	29,0	107,0	71,0	100,0	67,0
COLIFORMES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ESPORULADOS	28,0	40,6	3,2	14,5	28,0	38,6	28,1	35,8	37,0
DESNITRIFICANTES	24,0	16,0	2,2	1,3	5,4	16,0	9,4	16,0	16,0
REDUCTORES SO <sub>4</sub>	1,5	0,2	0,1	0,1	0,2	0,7	1,4	4,6	2,1

Cuadro 3 . Resultados obtenidos con el muestreo realizado en el mes de Mayo.

CONCENTRACION CELULAS, CEL/GR x 10<sup>3</sup>

ESTACIONES									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
AEROBIOS	71,4	64,0	700,0	18,7	37,1	54,9	67,2	113,7	32,0
ANAEROBIOS	109,5	76,0	1200,0	29,7	38,0	60,7	54,2	75,0	46,8
COLIFORMES	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ESPORULADOS	28,6	22,1	35,8	16,4	13,8	22,9	24,2	14,8	15,9
DESNITRIFICANTES	5,1	5,4	15,2	2,1	8,1	>23,5	14,9	2,8	>18,7
REDUCTORES SO <sub>4</sub>	0,2	0,2	2,2	0,7	0,1	0,4	0,2	0,7	0,3

Cuadro 4 . Resultados obtenidos con el muestreo realizado en el mes de Julio.

La mineralización de la materia orgánica es un proceso respiratorio que consume gran cantidad de oxígeno. Normalmente este oxígeno se encuentra disuelto en el agua y se va regenerando por la acción de la fotosíntesis y por difusión desde la atmósfera. Cuando la materia orgánica entra en el sistema en gran cantidad y la cantidad de oxígeno disponible no es el suficiente para pasar las moléculas reducidas a oxigenadas ( $H_2O$ ,  $CO_2$ ) el ambiente se convierte en anóxico y los microorganismos empiezan a realizar un metabolismo anaerobio. A falta de  $O_2$ , que es el aceptor de electrones por excelencia, se inicia la utilización del nitrato y más tarde cuando este está agotado, del sulfato.

El cambio de un metabolismo aerobio al anaerobio, es muy raro en el agua (Mar Negro, Fosa de Cariaco, algunos fiordos de Noruega etc) pero es frecuente en sedimentos sobre todo si son muy compactos por tanto con difusión difícil. Las consecuencias que conlleva este cambio de metabolismo son importantes para la economía del sistema.

La desnitrificación supone que el N que en forma de nitrato, nitrito o amonio sería factible que entrase en la biomasa de la cadena alimentaria, sea reducido via respiratoria, para dar N molecular que se desprende y va a la atmósfera. Un proceso persistente de desnitrificación produce una baja en la potencialidad productora del sistema.

Por orden de prelación el siguiente aceptor de electrones es el sulfato. Aquí el producto resultante es el  $SH_2$  que a concentraciones suficientes llega a ser tóxico para un buen número de organismos.

En los cuadros 5 y 6 se recogen los valores obtenidos en profundidad en cuatro sondas de gravedad (meses de mayo y julio) a fin de poner de manifiesto las posibles diferencias entre las muestras de estaciones de fangos reducidos y las de fangos oxidados. Las muestras se obtuvieron cada 5 cm. La figura 2 recoge la distribución de los valores hallados en el recuento de los distintos grupos. Excepto en la estación 7, en el muestreo de julio, se observa que los niveles más superficiales son los que muestran una mayor concentración de células; precisamente las diferencias entre las estaciones de fangos reducidos (1 y 3) y las de fangos oxidados (6 y 7) sólo se establecen en el nivel más superficial; en profundidad, los valores son más semejantes y responden probablemente a una mayor semejanza en las condiciones ambientales históricas.

Se ha realizado asimismo un estudio de la varianza estadística entre estaciones y niveles, con los resultados de los cuadros 5 y 6 y se pone de manifiesto que la varianza es superior entre niveles. Al igual como sucede con la masa de agua, los gradientes se establecen con más intensidad verticalmente, debido a los problemas de migración de elementos

Estación 1

Prof. cm	Aerobios	Esporulados	Desnitrif.	Sulf. Red.
0	176	28,0	24,0	2,2
5	45	12,7	24,0	-
10	32	30,7	24,0	1,5
15	52	32,0	24,0	-
20	16	21,3	1,4	0,8
25	78	14,5	1,1	0,2

Estación 6

Prof. cm	Aerobios	Esporulados	Desnitrif.	Sulf. Red.
0	107	38,6	16,0	0,70
5	39	35,7	3,5	0,70
10	39	22,6	2,8	0,04
15	15	10,1	3,5	0,09
20	12	13,6	3,5	0,04
25	7	15,7	0,3	0,09

Cuadro 5 . Recuento en distintos niveles de sondas de gravedad procedentes de dos estaciones distintas según las características del sedimento (muestreo de Mayo).

Estación 3

Prof. cm	Aerobios	Esporulados	Desnitrif.	Sulf. Red.
0	700,0	35,8	15,20	2,2
5	320,0	306,4	0,33	0,3
10	170,0	209,4	0,12	0,2
15	65,0	66,0	0,33	0,1
20	42,4	21,6	0,17	1,5
25	40,0	30,0	0,09	0,1

Estación 7

Prof. cm	Aerobios	Esporulados	Desnitrif.	Sulf. Red.
0	67,2	24,2	14,90	0,20
5	22,0	30,1	0,08	0,20
10	24,9	35,8	0,14	0,20
15	66,0	80,0	0,17	0,05
20	150,4	263,5	0,07	0,05
25	82,3	441,0	<0,002	0,10

Cuadro 6 . Recuento en distintos niveles de sondas de gravedad procedentes de dos estaciones distintas según las características del sedimento (muestreo de Julio).

entre niveles. Ello es un dato interesante cuando quiere plantearse si los vertidos afectan más al acumularse en una pequeña zona o bien dispersarse por una área más amplia.

INVESTIGACIONES  
INSTITUTO  
C. S. I. C.  
BIBLIOTECA  
BARCELONA  
RESQUERAS



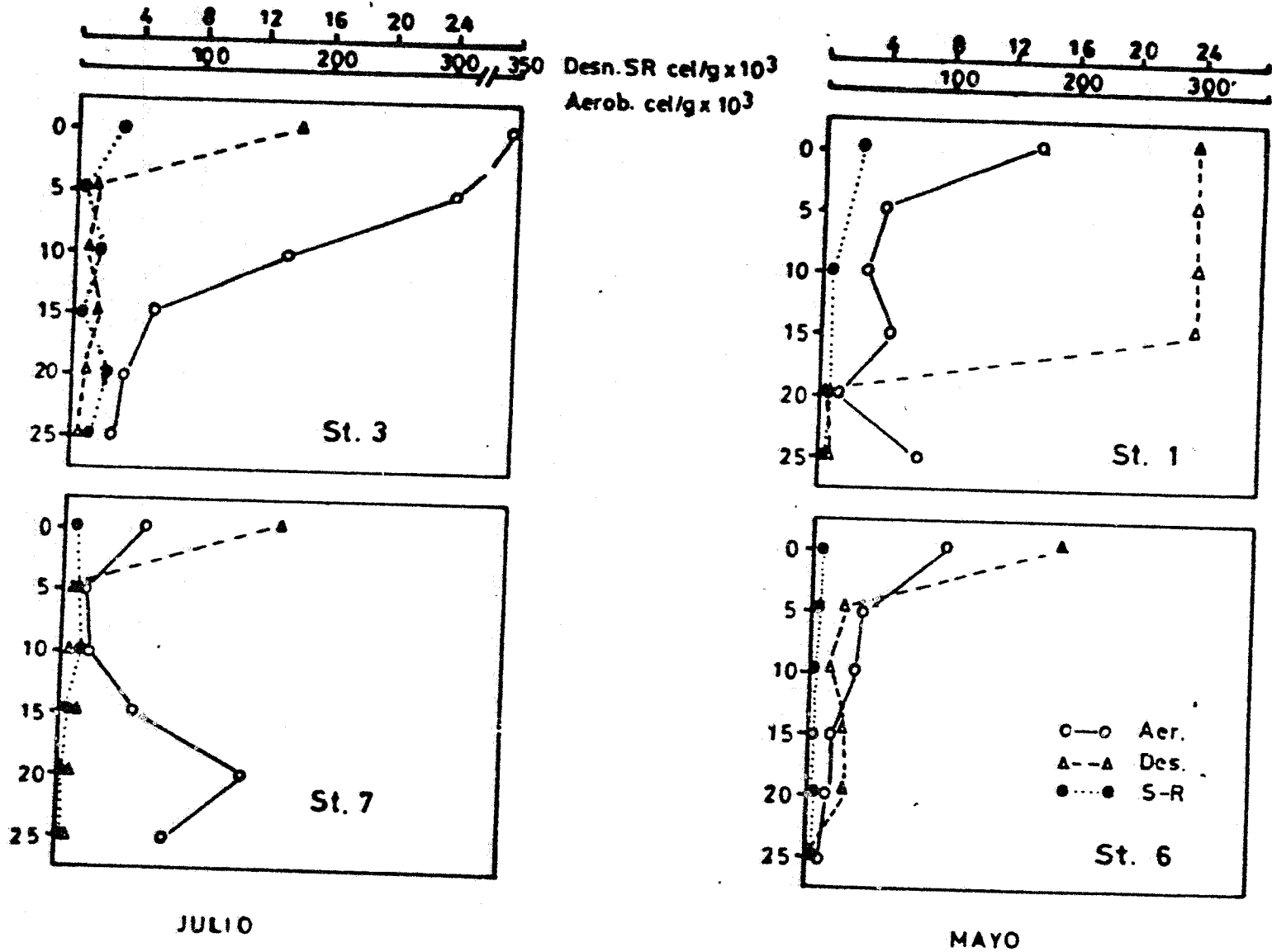


Fig. 2. Recuentos de los distintos grupos bacterianos considerados en el estudio, en dos sondas de gravedad muestreadas en profundidad y procedentes de estaciones distintas.

## CONCLUSIONES

Más que de conclusiones en general lo que tratamos de hacer es describir de manera breve pero muy concretamente los resultados obtenidos en función del objetivo que motivó el presente trabajo:

La influencia del vertido Prim en el ambiente marino es importante en un área que podría definirse como un semicírculo trazado con un radio de 4 Km y cuyo centro es el punto de colisión de las aguas del emisario con el mar. Cambiar esta situación por un vertido diario de 350 TM de sólidos en suspensión (conteniendo un 30 % de materia orgánica) a unos 4 Km de la costa y 55 m de profundidad, y un vertido de  $4,5 \text{ m}^3/\text{seg.}$  de aguas depuradas químicamente a través de un emisario-difusor de 600 m de longitud a 15 m de profundidad, ofrece ventajas de cara a un aprovechamiento de las playas en la zona litoral. No obstante hay que señalar que esta solución no resuelve definitiva ni totalmente los problemas que plantea la polución de la zona afectada por este tipo de descargas y que, por otro lado, implica un cierto riesgo aunque tampoco tenemos evidencia de que éste pueda afectar gravemente el equilibrio ecológico de las aguas litorales afectadas y de los fondos correspondientes.

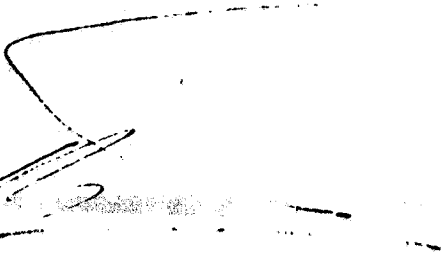
Analizada la situación en su conjunto consideramos aconsejable iniciar la puesta en marcha inmediata de la depuradora en el estado actual de capacidades pero con una estrategia de funcionamiento variable, que permita ir modificando las calidades del efluente vertido a lo largo de periodos suficientemente largos ( del orden de medio año) y siguiendo la evolución del ecosistema de forma análoga a la del presente estudio con objeto de definir y evaluar las situaciones que se vayan produciendo. Como consecuencia de estos estudios será posible proponer modificaciones en la planta depuradora en el sentido de mejorar las características del afluente o, por el contrario, disminuir el grado de depuración aumentando la dilución del agua de salida con una mejor longitud de emisario.

Todo ello con un seguimiento de la zona de los vertidos periódica y controlada. Atendiendo a estas premisas se propone, para un periodo de al menos dos años, la continuación del presente estudio, con tres campañas anuales de un mes de duración mínima cada una en verano, primavera e invierno.

Igualmente debera estudiarse la posibilidad del vertido de fango desecado a gran distancia de la costa, en el talud, y su influencia sobre el zooplancton y ecología de la zona.

Barcelona 30 de Julio de 1979

Coordinador por el  
Instituto Investigaciones Pesqueras(CSIC)

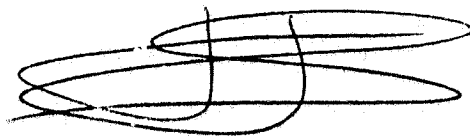


Fdo: A. Ballester

Coordinadores por la  
Unidad Saneamiento y Alcantari-  
llado (Ayuntamiento de Barcelona)



Fdo: F. Puigmartí



Fdo: F. Gutierrez

EVOLUCIÓN Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE LA BIOMASA DE ZOOPLANCTON  
EXPRESADA EN CARBONO Y NITRÓGENO ORGÁNICOS, Y RELACION C/N, EN  
UNA ZONA MARINA AFECTADA POR AGUAS RESIDUALES PROCEDENTES DE  
LA CIUDAD DE BARCELONA.

por

M. Alcaraz

INTRODUCCION

Durante el período comprendido entre julio de 1978 y marzo de 1979 se llevaron a cabo muestreos periódicos de zooplankton frente al colector Prim, que conduce al mar la mayor parte de las aguas residuales de Barcelona. Estas campañas formaban parte del "Estudio interdisciplinar de la incidencia de los vertidos procedentes de la depuración de aguas residuales de la ciudad de Barcelona en el ámbito marino", llevado a cabo por el Instituto de Investigaciones Pesqueras de Barcelona a petición del Ayuntamiento de dicha ciudad.

La presente nota es un estudio de la evolución y distribución vertical de la biomasa del mesozooplankton, (aunque en realidad el término mesozooplankton debiera substituirse por el de materia orgánica particulada mayor de 200  $\mu\text{m}$ ), expresada en C y N orgánicos a partir de muestras de agua discretas, en un área marina sometida a la influencia de aguas contaminadas de procedencia urbana. La estación estudiada estaba situada en una radial perpendicular a la costa, al SE de la desembocadura del río Besós, sobre un fondo de 55 m. de profundidad (fig. 1)

## MATERIAL Y MÉTODOS

Los métodos habitualmente empleados en la estimación de la biomasa del zooplancton, basados en análisis ponderales o químicos de las muestras obtenidas mediante pascas verticales, suponen una integración de las poblaciones existentes en la columna de agua muestreada, por lo que, cuando se desea obtener datos sobre la distribución vertical del zooplancton o realizar un análisis estadístico de sus relaciones con otros parámetros ecológicos, debe recurrirse a la toma de muestras de agua discretas (ALCARAZ, 1977, <sup>ajb,</sup> 1978).

Para la realización del presente estudio, se tomaron muestras de 30 litros de agua a 0, 10, 30 y 50 metros de profundidad, por medio de botellas de metacrilato tipo VAN DORN; el agua se filtró por gravedad a través de filtros de nylon de 200  $\mu\text{m}$  de luz de malla, y la materia particulada retenida, (llamada aquí zooplancton a pesar de que también incluye fitoplancton cateniforme y material detrítico), se transfirió a filtros de fibra de vidrio previamente incinerados (WHATMAN GF/C de 25 mm  $\varnothing$ ), analizándose el contenido en carbono y nitrógeno orgánicos en un PERKIN-ELMER 240 CNH ANALYZER (ALCARAZ, 1978, FRAGA, 1976); los resultados se han expresado en  $\mu\text{g C/l}$  y  $\mu\text{g N/l}$ , respectivamente, y la relación C/N en átomos.

## RESULTADOS

### Carbono y nitrógeno orgánicos

Los valores de C y N orgánicos de biomasa de zooplancton, se indican en el cuadro I. La evolución y distribución vertical se han representado en la fig. 2, en la que se observa la semejanza que existe entre las isopletas de C y N. Los valores mínimos se encuen-

tran en la época invernal (meses de diciembre a marzo), y las máximas concentraciones en otoño (meses de setiembre a noviembre), coincidiendo con un gradiente importante en la distribución vertical (0,302 atpgN/l y 0.107 atpgN/l a 0 y 50 m respectivamente).

Debido a que únicamente se poseen datos hidrográficos simultáneos a la toma de muestras de zooplancton durante la segunda mitad del período estudiado (meses de octubre a marzo), no es posible establecer relaciones claras entre las variables oceanográficas y los valores de C y N en el zooplancton, aunque es interesante observar que el gradiente vertical de biomasa anteriormente aludido se presenta en los momentos de estratificación, desapareciendo simultáneamente a la pycnoclina (fig. 3).

La distribución vertical media de la concentración de nitrógeno orgánico en el zooplancton disminuye en profundidad, con un incremento a los 50 m; la del carbono es semejante, aunque el aumento en las capas más profundas se inicia a los 30 m. (cuadro II).

Los valores medios totales de biomasa de zooplancton son ligeramente inferiores a los registrados en el mes de octubre durante la campaña oceanográfica MEDITERRÁNEO I, en 1976, en estaciones mucho más alejadas de la costa (ALCARAZ, en preparación) aunque el orden de valores es muy semejante (cuadro II).

### Relación C/N

La relación C/N es de gran interés debido a que en el material detrítico (organismos muertos, etc.), el cociente C/N es más alto que en los organismos planctónicos vivos, debido a que la materia orgánica nitrogenada se descompone con mayor rapidez, dando productos solubles (FRAGA, 1976), por lo que los valores bajos de este cociente suelen corresponder a situaciones de producción alta.

En el zooplancton, el valor medio de la relación atómica C/N es de 5.04 (CUSHING et al., 1958); sin embargo, la presencia de material detrítico y fitoplancton en las muestras incrementa dicho valor. En el cuadro I se representan los valores de C/N, y las isopletes de su distribución en la figura 2. En superficie, los valores bajos del cociente suelen coincidir con máximos de biomasa, pero no así en las muestras profundas (50 m), donde a los valores máximos de biomasa corresponden asimismo valores altos del cociente C/N, debido a la contaminación de las muestras con material detrítico sedimentario resuspendido, a causa de la proximidad del fondo, como sucedió en las muestras del 26 de setiembre y del 17 de enero correspondientes a los 50 m, (cuadro I).

Los valores medios de la relación C/N en las cuatro profundidades muestreadas no parecen seguir ninguna tendencia (cuadro II); el valor medio total del cociente es ligeramente inferior que el correspondiente a la campaña MEDITERRÁNEO I (ALCARAZ, en preparación). Sin embargo, más que por el valor medio del cociente C/N, la relación entre ambos elementos queda correctamente expresada mediante la pendiente de la recta de regresión entre carbono y nitrógeno (FRAGA, 1976; ALCARAZ, 1978), sobre todo cuando existe una materia residual particulada del tipo de la celulosa o similar, repartida uniformemente, que aumenta sistemáticamente los valores de la relación C/N. (FRAGA, 1976) En este caso, la ecuación utilizada ha sido la "standard major axis regression line", (RICKER, 1973), aconsejable cuando ambas variables están sometidas a error. El cociente de correlación entre ambas variables es  $r = 0.83$ , y la ecuación obtenida ha sido:

$$C = 7.792 N - 0.022$$

El valor de la pendiente,  $\underline{Y} = 7.792$ , coincide prácticamente

con la media aritmética de los valores del cociente C/N= 7.74, como era de esperar con una ordenada en el origen no significativamente diferente de cero con una probabilidad del 95%.

### CONCLUSIONES

Tanto la evolución como la distribución vertical del carbono y nitrógeno orgánicos del zooplancton a lo largo del período estudiado no difieren de las correspondientes a un ciclo normal en las zonas neríticas del Mediterráneo occidental (VIVES, 1970). La distribución vertical evoluciona en función de la distribución de densidad ( $\sigma_t$ ), existiendo un gradiente vertical de biomasa en los momentos de estratificación. Los valores medios de biomasa, no difieren de los encontrados en octubre de 1976 durante la campaña oceanográfica MEDITERRANEO I, en zonas alejadas de la costa.

Con relación al cociente C/N, los valores medios no son superiores a los correspondientes a la campaña citada, contrariamente a lo que sería de esperar en una zona altamente contaminada por vertidos urbanos, con material detrítico particulado de alto contenido en carbono, lo que sugiere que esta materia particulada detrítica es de tamaño inferior a 200  $\mu\text{m}$ , por lo que no es retenida por los filtros de nylon empleados.

Así pues, el vertido no parece afectar demasiado al sistema, por lo menos desde el punto de vista de la biomasa del zooplancton, aunque quizás eran de esperar unos valores de biomasa más altos teniendo en cuenta el carácter francamente nerítico de la estación estudiada.



ABSTRACT

Dynamics and vertical distribution of zooplankton biomass, expressed as organic carbon and nitrogen, and C/N ratios, in a polluted coastal area.

Zooplankton biomass, expressed as organic carbon and nitrogen, has been studied by means of discrete water samples in an urban waste polluted coastal area. The samples, consisting of 30 liter of water, were taken at 0, 10, 30 and 50 m depth, by means of Van Dorn type bottles, and were filtered through 200  $\mu$ m pore size nylon filters. The material retained (including not only zooplankton, but also chain-forming phytoplankton and non-living particulate matter), was transferred to pre-combusted glass-fiber filters. The analysis of organic carbon and nitrogen was made in a Perkin-Elmer 240 CNH analyzer.

Distribution of zooplankton carbon and nitrogen, as well as the ratio C/N during the studied period (July 1978- March 1979), does not seem to be affected by the sewage, but there is some reduction in total biomass when compared with data from samples taken offshore in October 1976, during the oceanographic cruise MEDITERRANEO I. Ratio C/N does not appear to be affected by the sewage, and the values were similar or lower than in the mentioned cruise.

## BIBLIOGRAFIA

- ALCARAZ, M.- 1977 a. Ecología, competencia y segregación en especies congénéricas de copépodos (Acartia). Tesis Doctoral, Univ. Barcelona, 199 pp.
- ALCARAZ, M.- 1977 b. Muestreo cuantitativo de zooplancton: análisis comparativo de la eficacia de mangas y botellas en un sistema estuárico. Inv. Pesq., 41(2):285-294.
- " ".- 1978. Zooplankton biomass and its relationship with total particulate carbon and nitrogen off NW Africa. Symposium on the Canary Current, Upwelling and Living Resources, 59: 5 pp (mimeo).
- ANONIMO.- 1979. Estudio interdisciplinario de la incidencia de los vertidos procedentes de la depuración de aguas residuales de la ciudad de Barcelona en el ámbito marino, 103 pp.
- CUSHING, D.H.; HUMPHREY, G.F.; BANSE, K.; LAEVATSU, T.- 1958. Report of the Committee on Terms and Equivalents. Rapp. Proc. Verb. CIEM, 144: 15-16.
- FRAGA, F.- 1976. Distribución del carbono orgánico particulado en la región de afloramiento del NW de Africa y su relación con el nitrógeno particulado. I. Marzo 1973. Res. Exp. Cient. R/O Cornide, 5: 19-30.
- RICKER, W.E.- 1973. Linear regression in fishery research. J. Fish. Res. Bd. Canada, 30 (3): 409-434.
- VIVES, F.- 1970. Contribución al estudio de los crustáceos planctónicos del Mediterráneo Occidental. Tesis Doctoral, Universidad de Barcelona. 288 pp.

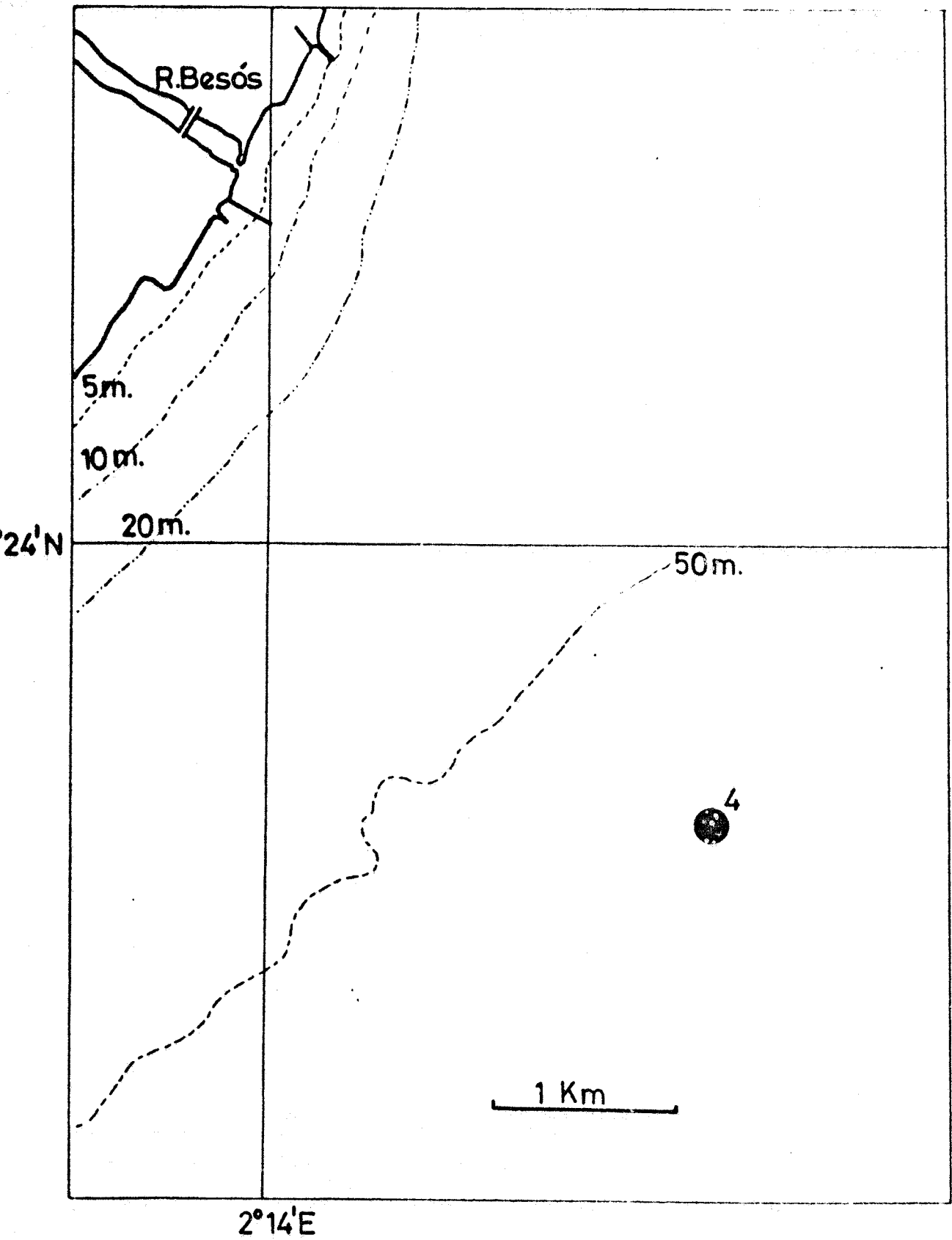
CUADRO I.- Concentración de C y N orgánicos en muestras discretas de zooplancton, en át./µg/l., y valores de la relación C/N en átomos. Los valores señalados con asterisco corresponden a muestras contaminadas con material detrítico resuspendido del sedimento.

Fecha	Prof.m.	N át. µg/l.	C át. µg/l.	C/N
21-7-78	0	0.130	0.853	6.57
	10	0.102	0.531	5.69
	30	0.142	0.945	6.65
	50	0.083	0.538	6.45
27-7-78	0	0.090	0.825	9.10
	10	0.037	0.291	7.77
	30	0.073	0.479	6.55
	50	0.103	1.065	10.36
12-9-78	0	0.302	1.729	5.70
	10	0.092	0.505	5.50
	30	0.072	0.475	6.53
	50	0.102	0.587	5.76
26-9-78	0	0.129	0.934	7.24
	10	0.207	1.570	7.58
	30	0.124	1.029	8.27
	50	0.122*	2.022*	16.57*
17-10-78	0	0.144	1.332	9.20
	10	0.185	0.726	7.78
	30	0.099	0.682	6.89
	50	0.074	0.726	9.83
14-11-78	0	0.168	0.962	5.71
	10	0.087	0.486	5.58
	30	0.076	0.377	10.62

Fecha	Prof. m.	N át. µg/l.	C át. µg/l.	C/N
17-1-79	0	0.039	0.288	7.39
	10	0.044	0.357	8.04
	30	0.048	0.296	6.08
	50	0.420*	7.432*	17.69*
8-3-79	0	0.048	0.401	7.76
	10	0.043	0.273	7.05
	30	0.049	0.484	9.79
	50	0.037	0.365	9.66

CUADRO II.- Valor medio de la biomasa de zooplancton, expresada en C y N orgánicos y del cociente C/N en átomos.

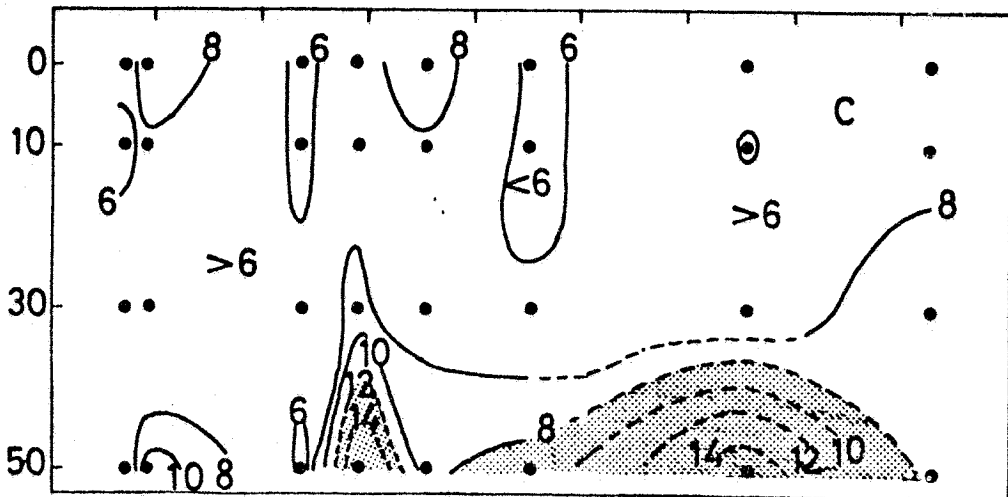
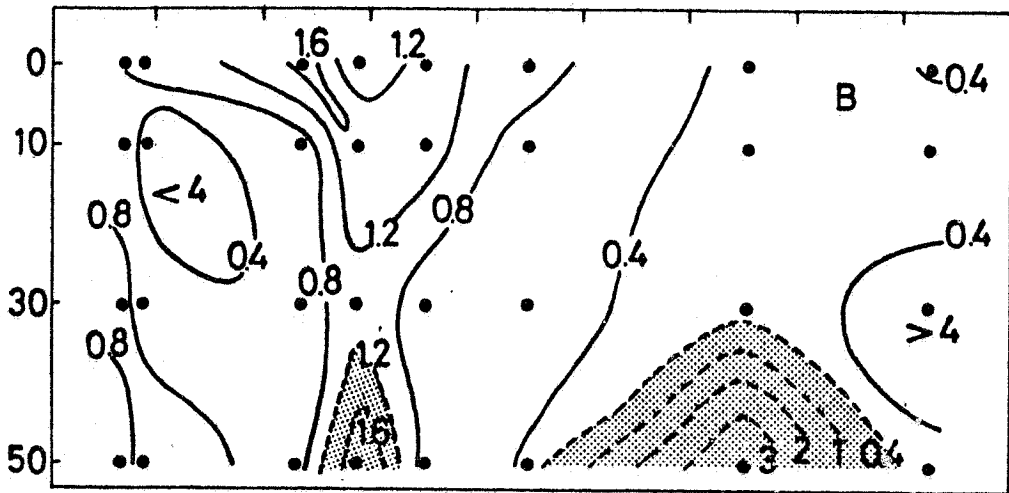
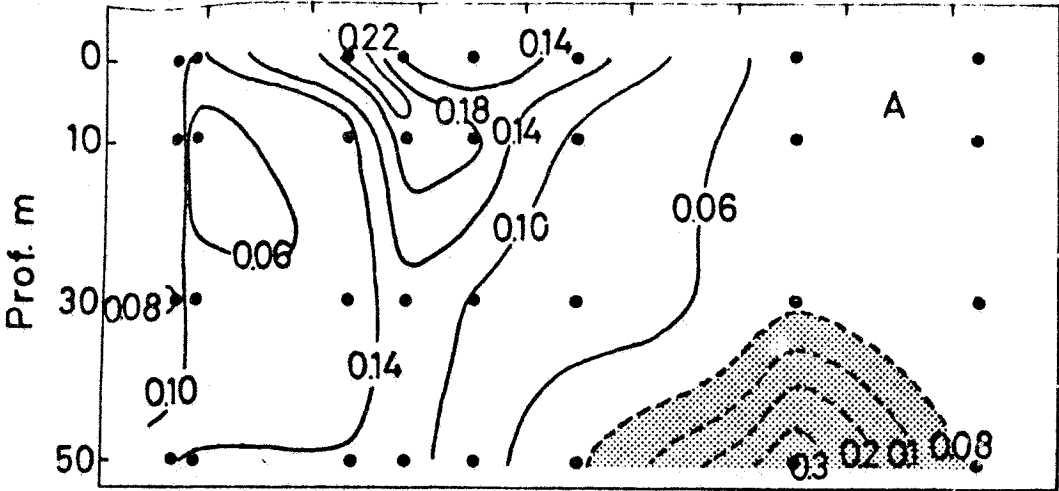
Prof. m	N át. $\mu\text{g}/\text{l}$		C át. $\mu\text{g}/\text{l}$		C/N át.	
	N	S <sub>n</sub>	C	S <sub>c</sub>	C/N	S <sub>c</sub> /N
0	0.131	0.082	0.915	0.464	7.35	1.32
10	0.099	0.064	0.687	0.516	6.87	1.10
30	0.085	0.033	0.607	0.257	7.11	1.27
50	0.079	0.033	0.771	0.571	9.89	3.51
Total	0.099	0.058	0.753	0.459	7.74	2.23
Medit.I	0.120	0.129	0.941	0.702	8.34	2.74



Meses

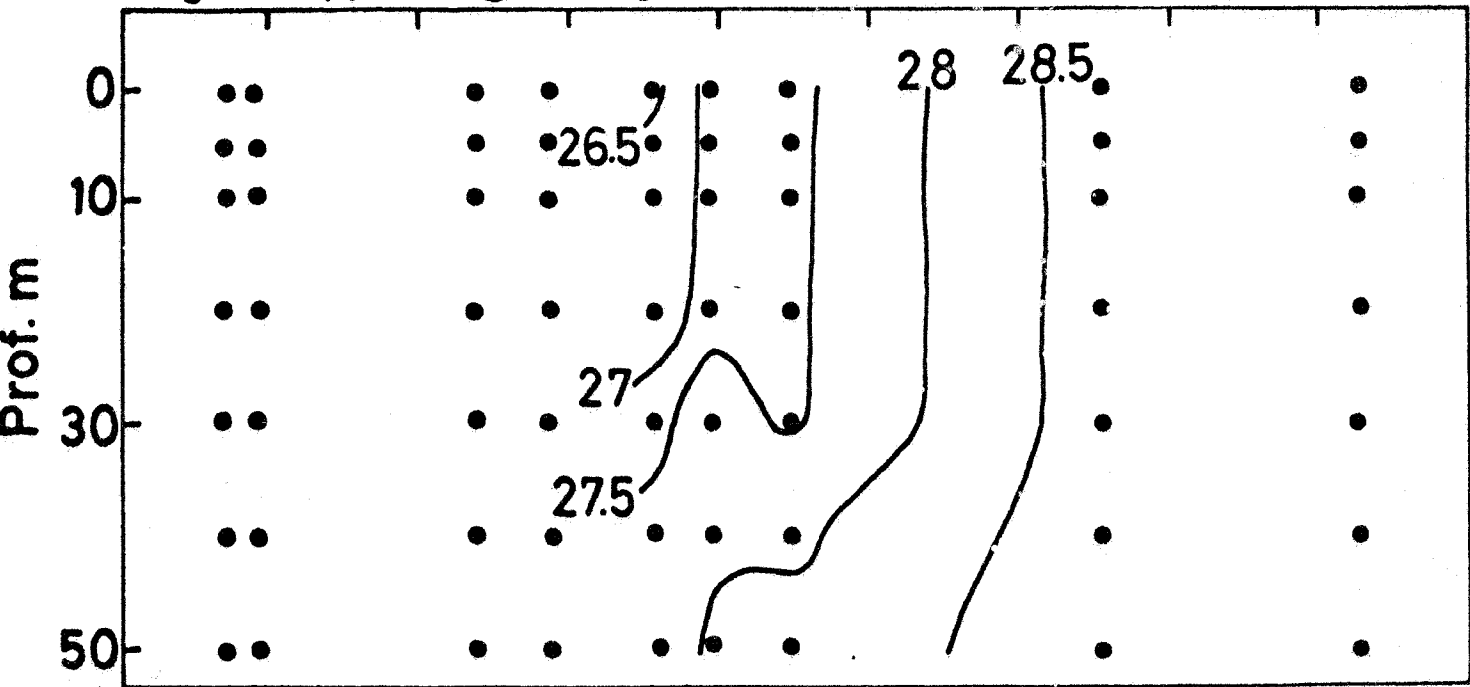
Fig. 2

J A S O N D E F M



Meses

J A S O N D E F M





**Título abreviado:**

**FITOPLANCTON MARINO DE UNA ZONA PRÓXIMA A LA DESEMBOCADURA DEL RÍO BESÓS.**

Nota sobre la composición taxonómica del fitoplancton marino en una zona costera próxima a la desembocadura del río Besós, de octubre de 1978 a marzo de 1979

Marta ESTRADA\*

\* Instituto de Investigaciones Pesqueras, Paseo Nacional, s/n, Barcelona-3.

## INTRODUCCION

Entre julio de 1978 y marzo de 1979, científicos del Instituto de Investigaciones Pesqueras visitaron periódicamente una serie de estaciones situadas en las cercanías de la desembocadura del río Besós, frente a la zona de vertido del emisario Prim. Este programa de trabajo se inició gracias a un acuerdo entre el Instituto de Investigaciones Pesqueras y el Ayuntamiento de Barcelona para realizar estudios hidrográficos y biológicos previos a la puesta en marcha de la Planta de Depuración de las aguas que actualmente conduce el citado emisario y que se preveía serían posteriormente evacuadas al mar por medio de dos nuevos emisarios que debían desembocar en los puntos A y B de la fig. 1.

En cada estación se tomaron muestras, a intervalos de 5 a 10 m de profundidad, para mediciones de temperatura, salinidad, oxígeno, fosfato, nitrato y silicato (Ballester et. al., 1979). En dos de las estaciones, las situadas precisamente en las posiciones A y B (fig. 1) se tomó también agua para determinación de clorofilas, nitrógeno y fósforo particulados y análisis taxonómico de las poblaciones de fito y zooplancton. En el presente trabajo, se comentará la composición cualitativa y cuantitativa de las muestras de fitoplancton y sus relaciones con las condiciones hidrográficas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos sobre nutrientes y concentración de clorofila se han tomado de Ballester et. al. (1979). En esta misma publicación se describen los métodos utilizados para el estudio de estos parámetros. Los muestreos se realizaron con botellas Niskin a 0 y 10 m en la estación A y 0, 10, 30 y 50 m de profundidad en la B. Para los análisis de fitoplancton se llenaron botellas de Pyrex de 150 a 200 ml de capacidad con agua de cada una de las profundidades, se añadieron unas gotas de solución de Lugol como fijador y se taparon herméticamente las botellas. Las muestras se examinaron en un plazo de pocos días después de recolectadas. Para ello, se sedimentaban 100 ml de agua (o 50, en casos de gran abundancia de plancton) en una cubeta de fondo móvil. Después de 48 horas, por medio de un microscopio invertido se observaba a gran aumento (400X) un transecto del fondo de la cubeta (equivalente a 0,5-1ml de muestra) para anotar las especies más frecuentes. Seguidamente, se examinaba a menor aumento (100X) la mitad del fondo de la cubeta. Como se ha señalado repetidas veces, es necesario tener en cuenta las limitaciones del método (Margalef, 1973, Estrada, 1978). Aparte de los errores estadísticos que pueden esperarse, muchas veces es imposible determinar a nivel de especie los organismos hallados y es necesario contentarse con denominaciones más o menos vagas, como ocurre en el caso de los "Flagelados" y de los "Pequeños dinoflagelados".

## RESULTADOS Y DISCUSION

Las figuras 2 y 3 muestran la distribución de varios parámetros hidrográficos, del fitoplancton total y del número de diatomeas durante el período estudiado. En el cuadro 1 se dan las cifras de abundancia de las especies o grupos determinados, los números de células correspondientes a los grupos taxonómicos más importantes y los valores de abundancia totales.

La gráfica de temperaturas de la estación B, <sup>(fig. 3)</sup> la más profunda y alejada de la costa, muestra claramente la desaparición otoñal de la termoclina característica de la variación estacional en la costa catalana (Ballester et al., 1967; Salat et al., 1978). Durante el mismo período, aunque la serie de muestras es incompleta, pueden observarse dos máximos de concentración de fitoplancton, uno en octubre, debido al pulso de crecimiento que ocurre al desaparecer la termoclina, y otro en febrero, que podría corresponder al primer máximo de invierno-primavera de Margalef y Castellví (1967).

Como puede observarse en el cuadro 1, las formas de fitoplancton más abundantes fueron los "Flagelados" y algunas diatomeas y coccolitoforales. En general, las especies halladas estaban ya citadas en la zona costera catalana (Margalef, 1966, 1969), aunque hubo algunas excepciones interesantes, como la de Ditylum brightwellii. Entre las diatomeas, las más abundantes fueron Cerataulina pelagica, Chaetoceros affinis, Ch. curvisetus, Ch. didymus, Ch. pseudocurvisetus, Ditylum brightwellii, Lauderia annulata, Leptocylindrus danicus y algunas especies de Nitzschia y de Rhizosolenia. Varios de estos organismos se hallan incluidos en el grupo XII de la clasificación de Margalef (1966). Entre los coccolitoforales predominó con mucho Coccolithus huxleyi. Los valores de densidad total de población fueron en general muy elevados; oscilaron

entre 4293 células por ml a 10 m en la estación A, el mes de octubre, y 53 células por ml a 50 m en la estación B el mes de marzo. Los "Flagelados" predominaron numéricamente en todas las muestras excepto en las de octubre, de 0 y 10 m de profundidad, en que fueron más abundantes las diatomeas. No obstante, la distribución de la concentración de clorofila a se parece más a la distribución del número total de diatomeas que a la del número total de células (figs. 2 y 3), lo que refleja el mayor volumen y contenido de clorofila por célula de las diatomeas.

Como puede observarse en las figs. 2, 3 y 4, las densidades de población fueron, para una <sup>misma</sup> profundidad, más altas en la estación A que en la B, lo que puede atribuirse en parte a la eutrofización debida a los vertidos de aguas residuales y en parte a la menor profundidad del fondo, que disminuye el espesor de la capa de mezcla. La influencia de los vertidos se observa claramente en los valores de temperatura, salinidad, nutrientes y oxígeno (Ballester et al., 1979) de las muestras de superficie de la estación A; como se ve en la fig. 2, valores especialmente bajos de salinidad (debidos al aporte de agua dulce) van acompañados en general de valores anómalos de temperatura, <sup>de</sup> concentraciones altas de nitrato y de la presencia de relativamente pocas diatomeas abundantes bacterias, que alcanzaron densidades de  $4 \times 10^5$  células por ml el 8 de marzo. Naturalmente, no es posible saber cuáles de estas bacterias eran potencialmente patógenas o cuál era su actividad metabólica, pero la cifra es digna de ser tomada en cuenta. Por otra parte, es muy probable que muchos de los "Flagelados" fueran organismos heterótrofos y que se alimentaran a base de materia orgánica aportada por las aguas residuales.

En la estación B, la influencia de los vertidos no fue tan

aparente, aunque se observaron ocasionalmente (noviembre, febrero) cantidades elevadas de bacterias y las concentraciones de nutrientes, de clorofila y de células se mantuvieron relativamente altas.

Por el momento, el escaso número de muestras obtenido no permite establecer conclusiones definitivas. No obstante, sería muy interesante hacer una estimación detallada del efecto de las aguas residuales en las poblaciones fitoplanctónicas locales. Para ello, sería deseable que los estudios se ampliaran tomando además muestras de localidades comparables poco influenciadas por los vertidos y que se prolongaran por lo menos durante un ciclo anual después de la puesta en marcha de la depuradora.

## SUMMARY

Note on the taxonomic composition of the marine phytoplankton in a coastal zone near the mouth of the Besós river, between October 1978 and March 1979.-

Between October 1978 and March 1979, two coastal stations located near the mouth of the Besós river (Barcelona), at different distances from the Prim sewage outlet, were visited at approximately monthly intervals. Physical and chemical measurements were carried out at several depths. Simultaneously, phytoplankton samples were taken for qualitative and quantitative analysis. Population densities of phytoplankton were very high, especially at the station closer to the coast (A, fig. 1). The dominant organisms were small flagellates several species of and diatoms. The influence of the waste waters was apparent in many surface samples of station A, in which low salinities, anomalous temperature readings and high nitrate concentrations were accompanied by relatively low diatom population densities and high concentrations of bacteria.

## BIBLIOGRAFIA

- BALLESTER, A., E. ARIAS, A. CRUZADO, D. BLASCO y J. M. CAMPS.- 1967.  
Estudio hidrográfico de la costa catalana de junio de 1965 a  
mayo de 1967. Inv. Pesq., 31: 621-662.
- BALLESTER, A., J. CAMP, A. MALDONADO, F. VALLESPINOS y F. VIVES.-  
1979. Estudio interdisciplinario de la incidencia de los verti-  
dos procedentes de aguas residuales de la ciudad de Barcelona  
en el ámbito marino (informe preliminar). Manuscrito no publi-  
cado.
- ESTRADA, M.- 1978. Mesoscale Heterogeneities of the Phytoplankton  
Distribution in the Upwelling Region of NW Africa. En : R. BOJE  
y M. TOMCZAK (eds.). Upwelling Ecosystems. Springer Verlag, Ber-  
lin, pp.15-23.
- MARGALEF, R.- 1966. Análisis y valor indicador de las comunidades  
de fitoplancton mediterráneo. Inv. Pesq., 30: 429-482.
- MARGALEF, R.- 1969. Composición específica del fitoplancton de  
la costa catalano-levantina (Mediterráneo occidental) en 1962-  
1967. Inv. Pesq., 33: 345-380.
- MARGALEF, R.- 1973. Fitoplancton marino de la región de afloramiento  
del NW de Africa. II. Composición y distribución del fitoplanc-  
ton (campaña "Sahara II" del "Cornide de Saavedra"). Res. Exp.  
Cient. B/O Cornide, 2: 65-94.
- MARGALEF, R. y J. CASTELLVÍ.- 1967. Fitoplancton y producción  
primaria de la costa catalana de julio de 1966 a julio de 1967.  
Inv. Pesq., 31: 491-502.
- SALAT, J., A. FONT y A. CRUZADO.- 1978. Datos oceanográficos fren-  
te a Barcelona (1975-1976). Datos Informativos, 5: 1-73.



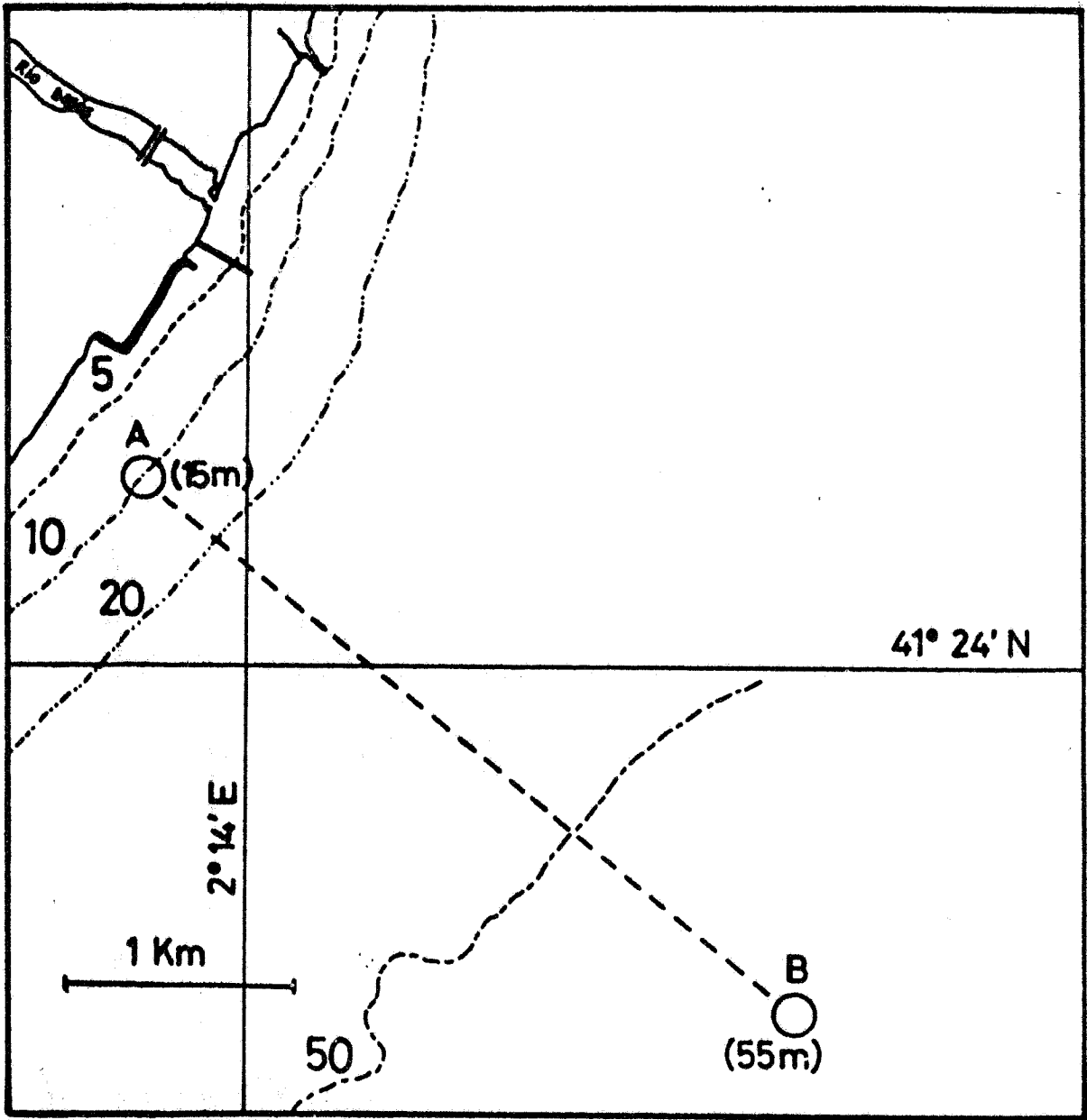
## EXPLICACIONES DE LAS FIGURAS

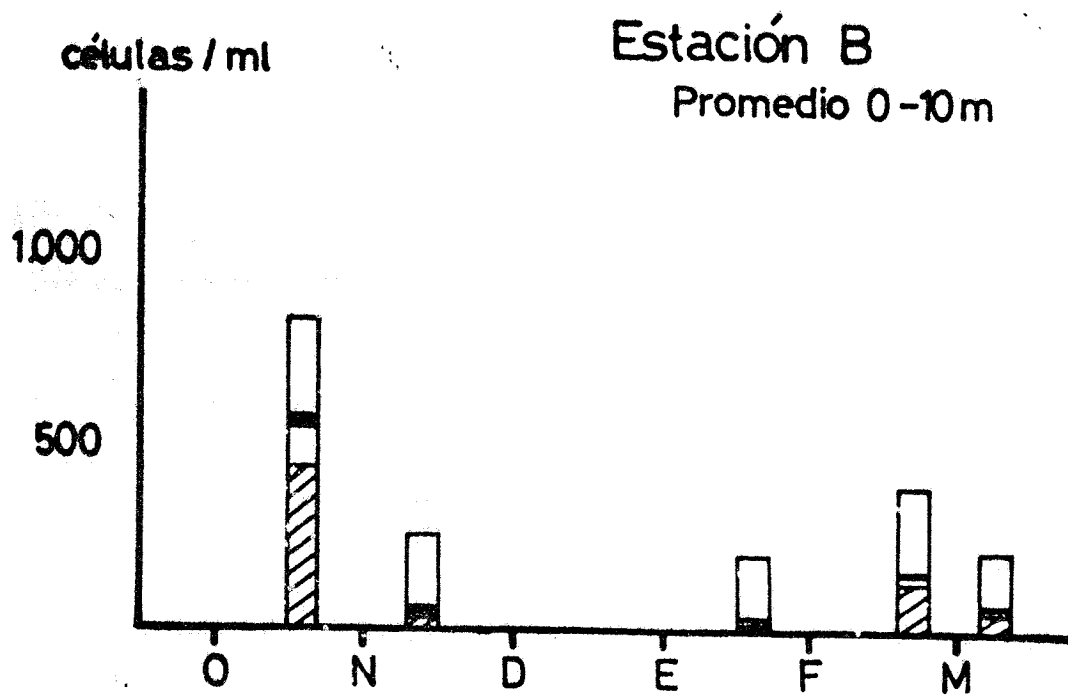
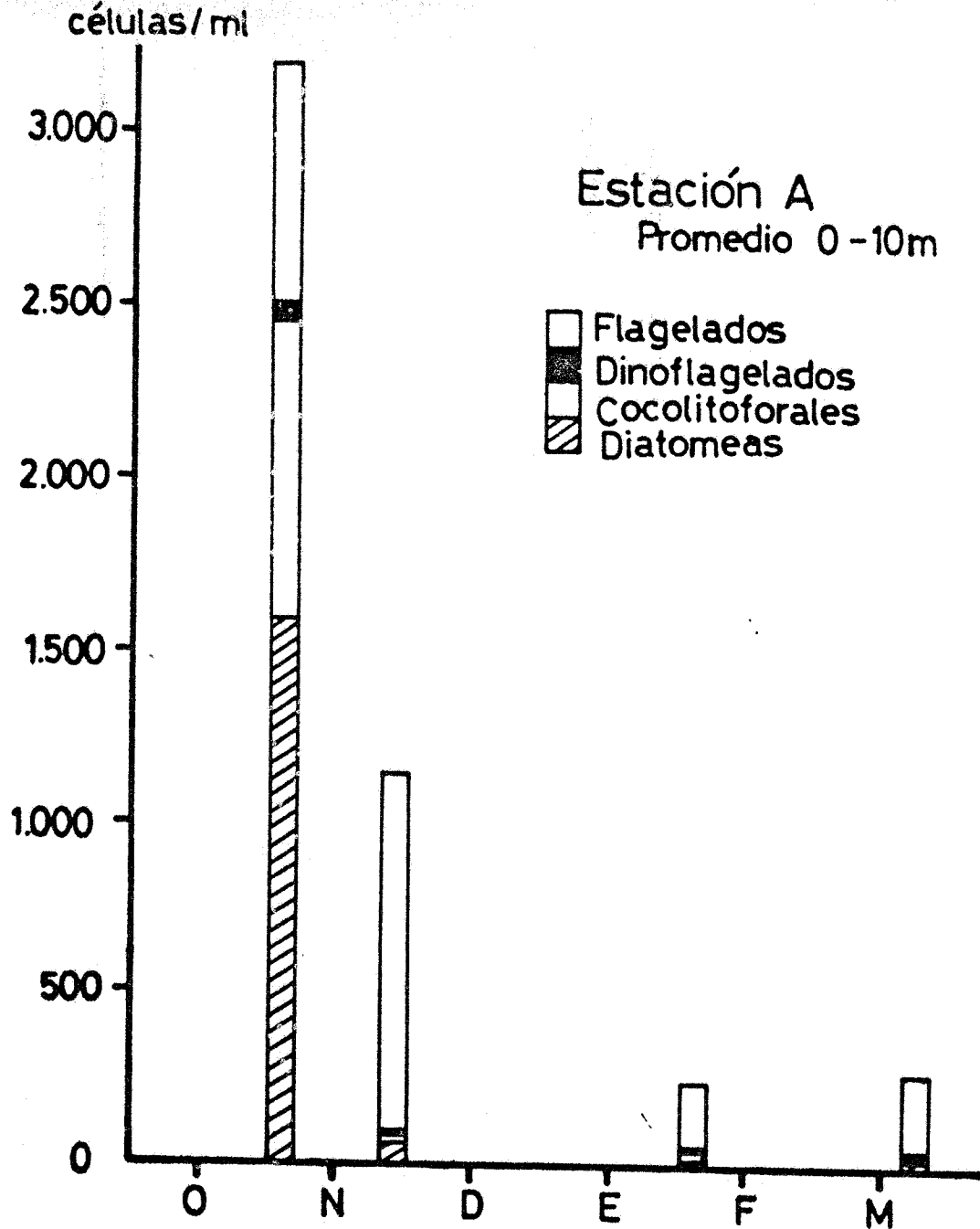
Fig. 1.- Situación de las estaciones

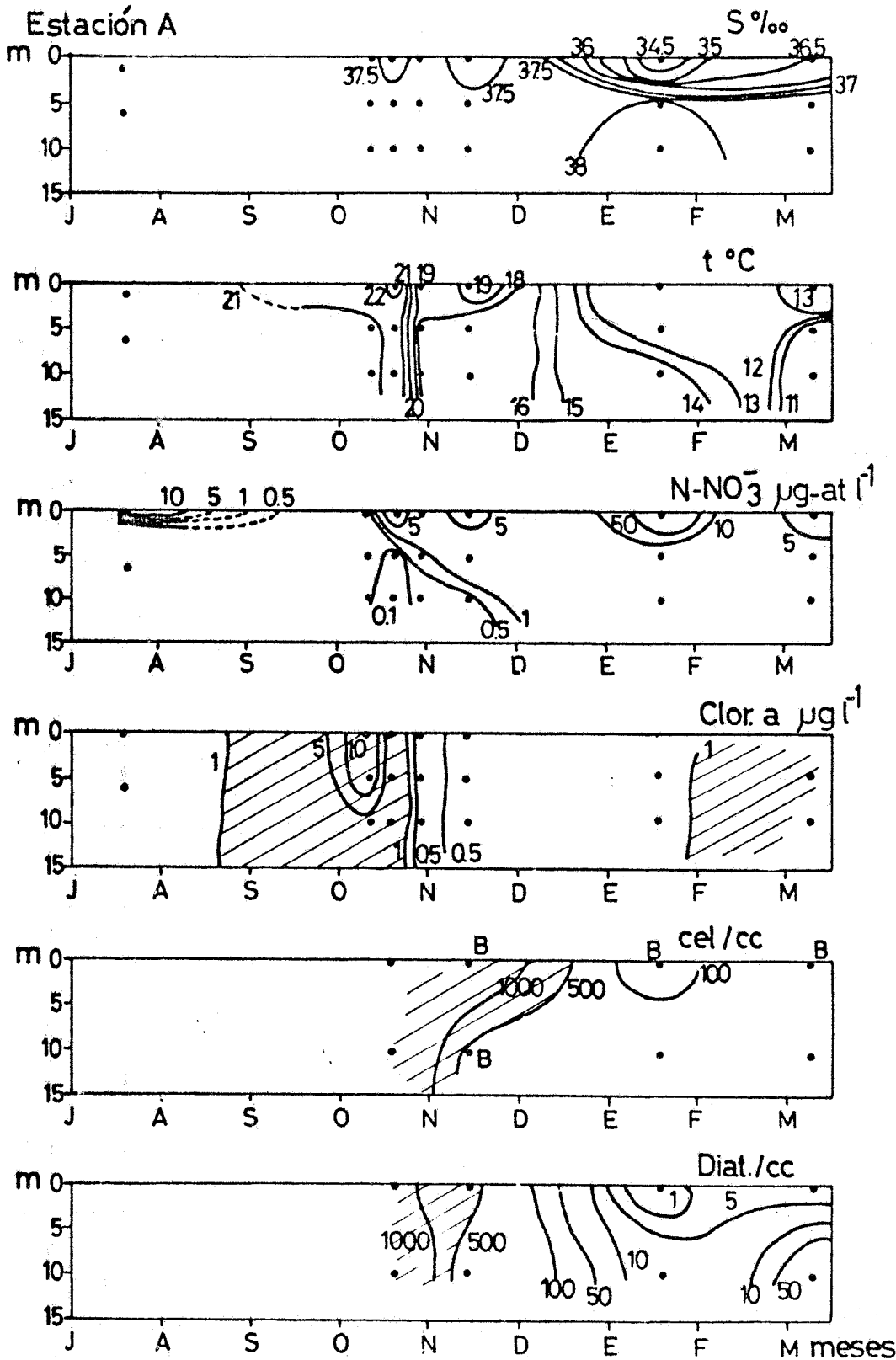
Fig. 2.- Estación A. Distribución de los valores de temperatura, salinidad, nitrato, clorofila a, fitoplancton total y número de diatomeas. La letra B indica presencia de abundantes bacterias.

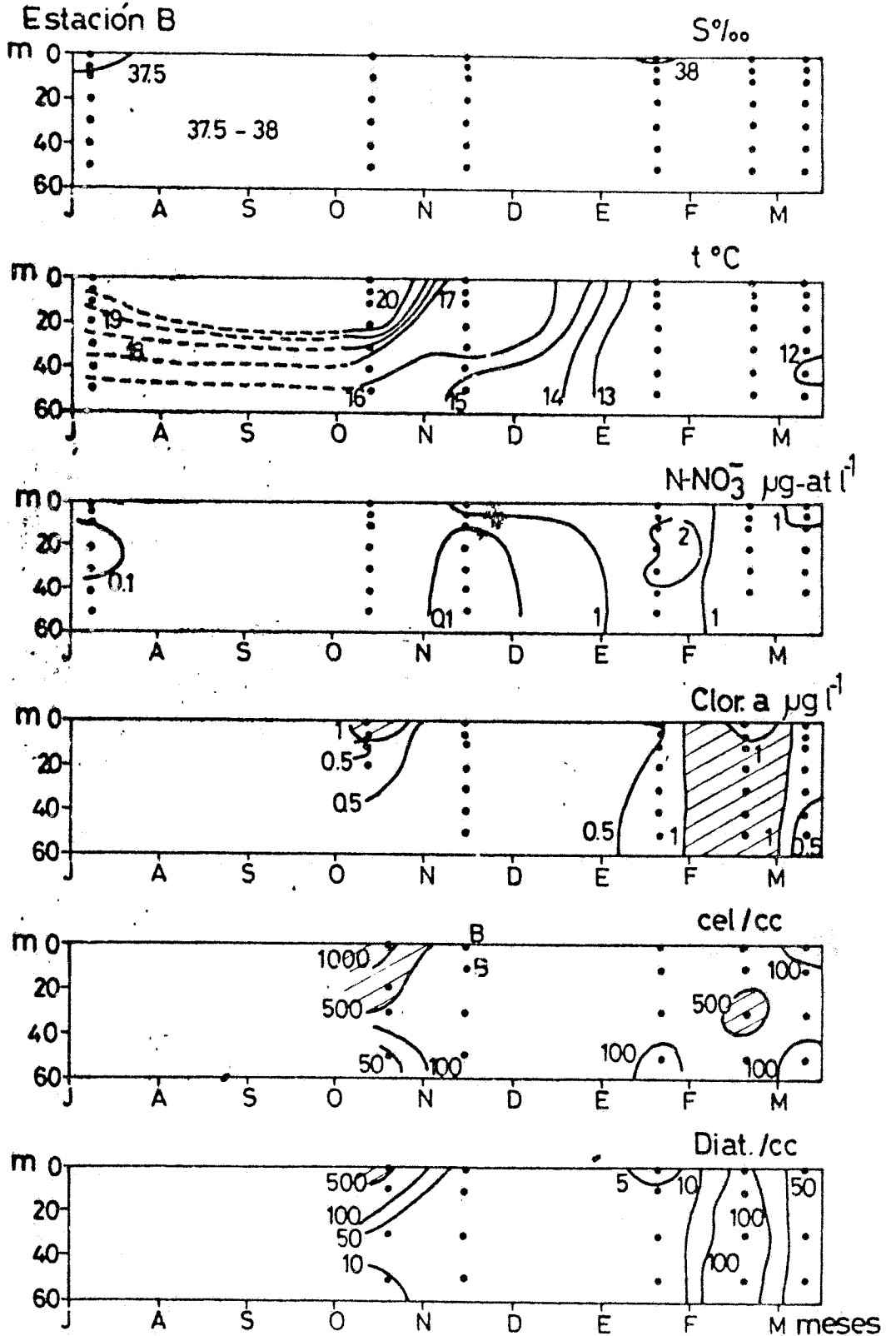
Fig. 3.- Estación B. Distribución de los valores de temperatura, salinidad, nitrato, clorofila a, fitoplancton total y número de diatomeas. La letra B indica presencia de abundantes bacterias.

Fig. 4.- Densidades de población de varios grupos de fitoplancton. Valores promedio para las profundidades de 0 y 10 m de cada una de las estaciones.









Cuadro 1.

Composición taxonómica de las muestras de fitoplancton estudiadas. Células por 50 ml. El paréntesis indica cifra												
Fecha	17/10/78						14/11/78					
Estaciones	A		B				A		B			
Profundidad, m	0	10	0	10	30	50	0	10	0	10	30	50
<u>Dinophyceae</u>												
<u>Amphisolenia bidentata</u>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>A. globigera</u>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<u>Ceratium buceros</u>	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.
<u>C. teres</u>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>C. furca</u>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>C. fusus</u>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<u>C. limulus</u>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>C. pentagonum</u>	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<u>C. trichoceros</u>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Dinophysis sp.</u>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Glenodinium ?</u>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Gonyaulax pl. sp.</u>	.	3	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Gymnodinium sp. (aplanado)</u>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<u>Gyrodinium pl. sp.</u>	3	10	1	.	2	.	.	2	1	6	4	.
<u>Noctiluca miliaris</u>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Oxytoxum sp.</u>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Peridinium cf. conicum</u>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>P. depressum</u>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>P. diabolus</u>	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>P. mite</u>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>P. murrayi</u>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>P. cf. oblongum</u>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>P. pyriforme</u>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<u>P. trochoideum (y similares)</u>	371	.	1	46	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>P. pl. sp. (grandes)</u>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>P. pl. sp. (pequeños)</u>	(3)	1832	2	2	2	.	.	.	2	.	1	.
<u>Podolampas palmipes</u>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Prorocentrum compressum</u>	.	2	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.
<u>Pr. micans</u>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Pr. sp. (tipo gracile)</u>	1	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Pr. pl. sp.</u>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Dinoflagelados no identificados	733	1833	687	1649	641	533	.	293	1283	217	1145	1

fras probablemente demasiado bajas.

17/1/79

19/2/79

8/3/79

A		B				B				A		B			
0	10	C	10	30	50	0	10	30	50	0	10	0	10	30	50
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.
.	.	.	1	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6	1
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	1	.	.	.	2	.	.	1	1	1	.
.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	3	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1	5	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
4	.	.	.	.	.	1	.	6	4	.	.	.	10	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	1341	229	635	305	251	191	218	833	539	524	1145	990	400	305	92

## Composición taxonómica de las muestras de fitoplancton estudiadas. Células por 50 ml

Fecha	17/10378						14/11/78					
	A		B				A		B			
Estaciones	0	10	0	10	30	50	0	10	0	10	30	50
Bacillariophyceae												
<u>Amphiprora</u> sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<u>Asterionella glacialis</u>	.	.	.	.	.	.	158	10	163	19	.	.
<u>Bacteriastrum</u> sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Biddulphia mobiliensis</u>	11	22	10	4	.	.	22	1	.	.	.	.
<u>Cerataulina pelagica</u>	2566	704	157	230	3	.	.	.	.	.	5	.
<u>Chaetoceros affinis</u>	2	24	.	.	.	.	32	8	.	12	.	.
<u>Ch. cf. brevis</u>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Ch. coarctatus</u>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Ch. constrictus</u>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Ch. convolutus</u>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Ch. curvisetus</u>	.	4	.	20	5	.	596	264	57	92	9	.
<u>Ch. decipiens</u>	.	.	.	.	.	.	38	210	36	37	25	.
<u>Ch. didymus</u>	.	79	9	.	.	.	222	212	89	24	41	5
<u>Ch. lauderi</u>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Ch. lorenzianus</u>	.	.	.	.	.	.	20	24	42	14	.	.
<u>Ch. peruvianus</u>	.	.	.	1	2	1	.	2	.	2	18	.
<u>Ch. pseudocurvisetus</u>	.	.	.	.	.	.	.	134	22	46	23	.
<u>Ch. rostratus</u>	.	.	.	.	.	.	4	34	.	13	.	.
<u>Ch. socialis</u>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Ch. sp. (células aisladas)</u>	4033	16495	6873	2932	.	.	87	262	.	.	.	.
<u>Ch. pl. sp.</u>	.	.	10	12	1	8	28	312	17	33	60	.
<u>Coscinodiscus pl. sp.</u>	.	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Dactyliosolen mediterraneus</u>	.	.	.	.	.	.	.	.	6	.	.	.
<u>Diploneis</u> sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Ditylum brightwellii</u>	1	2	.	.	.	.	2	.	1	.	.	1
<u>Eucampia cornuta</u>	5	48	6	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<u>E. zodiacus</u>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Guinardia flaccida</u>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Hemiaulus cf. sinensis</u>	.	.	1	.	4	6	8	8	.	2	24	.
<u>Hemidiscus cuneiformis</u>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Lauderia annulata</u>	6965	6166	890	321	1	.	.	.	.	.	.	.
<u>Leptocylindrus danicus</u>	13564	24841	1204	870	920	213	961	1178	378	366	536	15
<u>Lithodesmium undulatum</u> ?	3	3	.	9	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Navicula cf. distans</u>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Navicula</u> sp. (tenue)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Navicula pl. sp.</u>	.	.	.	.	.	.	.	2	.	1	.	.
<u>Nitzschia closterium</u>	.	352	1	.	.	.	175	524	1	488	76	101
<u>N. longissima</u>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<u>N. sp. ("delicatissima")</u>	.	.	.	.	37	4	.	.	22	217	21	1108
<u>N. sp. (Pseudonitzschia, "seriata")</u>	5866	5109	366	275	13	.	8	24	8	40	8	16
<u>N. sp. (Pseudonitzschia, "heimii")</u>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>N. pl. sp.</u>	.	.	.	.	.	4	6	6	.	.	.	10



17/1/79

19/2/79

8/3/79

A		B				B				A		B			
0	10	0	10	30	50	0	10	30	50	0	10	0	10	30	50
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	2	.	22	30	29	26	16	44	52	.	.	.	14	.	.
.	.	(1)	11	.	15	.	.	34	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	44	26	14	28	.	.	.	.	.	2
.	.	.	2	1	.	53	92	62	44	.	440	48	98	67	30
.	14	.	.	.	3	45	54	330	30	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	14	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	50	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	1?	.	52	90	.	.	.	.	.	.
.	10	31	172	161	75	37	82	52	22	.	144	55	122	58	1
.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.
.	.	.	15	.	.	185	146	458	264	88	126	29	50	24	8
.	.	.	.	.	.	23	92	32	70	.	22	.	.	.	.
.	.	.	7	4	.	18	32	36	.	.	14	.	.	.	.
.	1	1	.	.	1	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.
.	.	.	.	.	.	118	356	442	96	.	148	121	68	30	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	146	19	97	.	.
.	.	.	127	.	.	.	.	.	.	.	.	.	199	458	92
.	13	.	8	15	8	117	108	394	28	.	4	29	25	.	.
.	.	1	.	.	.	.	2	.	.	4	2	3	.	.	1
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	1	.	.	.	235	288	346	316	16	58	8	15	56	54
.	.	.	.	.	27	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	9	.	.	.	.	4	.	.	.	20	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6	3	1	2	1
.	.	.	.	.	.	7	.	.	.	.	.	.	.	2	.
.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	8	.	.	6	2	.	.	24	.	8	48	17	25	.	6
.	.	.	.	.	9	180	262	122	118	56	178	17	124	6	28
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	2	1	.	.	1	2	2	6	2	.	.	1	.	.	.
.	29	.	254	21	9	.	.	.	.	.	4	.	.	3	3
.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	8	4	.	1	1	.
229	.	113	127	305	251	.	.	833	180	.	859	1	.	458	183
.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
.	670	27	254	72	439	.	.	1666	1437	.	26	2	.	2	5
.	32	29	56	106	19	2580	1521	2132	848	2	18	.	.	4	19
.	.	.	.	.	.	951	1189	2148	2397	50	120	21	34	31	41
12	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	3	.	.	.

## Composición taxonómica de las muestras de fitoplancton estudiadas. Células por 50 ml.

Fecha	17/10/78						14/11/78					
	A		B				A		B			
Estaciones												
Profundidad	0	10	0	10	30	50	0	10	0	10	30	50
<b>Bacillariophyceae (Cont.)</b>												
<u>Phaeodactylum tricornutum</u>	.	.	.	.	.	.	.	393	366	108	.	.
<u>Pleurosigma / Gyrosigma pl. sp.</u>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Rhizosolenia alata</u>	.	.	.	.	14	1	.	.	.	.	.	.
<u>Rh. calcaravis</u>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<u>Rh. delicatula</u>	.	8	105	1	.	4	.	4	.	.	.	.
<u>Rh. fragilissima</u>	138	166	26	25	27	6	.	48	8	10	7	1
<u>Rh. hebetata</u>	35	40	6	1	3	1	6	8	15	18	34	1
<u>Rh. imbricata</u>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<u>Rh. stolterfothii</u>	37	61	.	3	12	5	.	.	.	.	6	.
<u>Rh. pl. sp.</u>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<u>Schröderella delicatula</u>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Skeletonema costatum</u>	.	.	1603	552	.	.	14	.	.	.	.	7
<u>Stauroneis sp.</u>	1466	6873	1257	916	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Streptotheca tamesis</u>	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.
<u>Thalassionema nitzschioides</u>	75	614	210	43	4	.	78	.	49	.	24	11
<u>Thalassiosira rotula</u>	34	10	.	.	.	.	30	2	22	7	4	4
<u>Th. sp. (pequeña, filamentos)</u>	17693	12830	3894	1833	.	.	175	.	.	.	.	.
<u>Thalassiosira ? (grandes)</u>	4	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Th. pl. sp. (medianas)</u>	1833	.	1603	366	.	2	2	.	2	1	4	.
<u>Th. pl. sp. (pequeñas)</u>	1100	23368	9507	4399	.	.	.	262	.	.	2	.
<u>Thalassiothrix mediterranea</u>	.	.	.	.	.	.	2	16	7	14	11	.
Diatomeas céntricas no identif.	1468	3207	1030	1649	183	.	.	.	.	2	.	.
Pennales no identif.	1100	916	458	550	.	.	.	262	1	.	.	.
<b>Coccolithophoraceae</b>												
<u>Acanthoica quattrosquina</u>	.	.	.	.	(1)	.	.	.	.	.	.	.
<u>Calyptosphaera ? (coccol. defin.)</u>	.	(1)	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<u>Calyptosphaera ? (coccol. separados)</u>	1466	4	114	183	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Coccolithus huxleyi</u>	29695	50860	7331	4765	275	106	437	262	.	271	840	101
<u>Coronosphaera cf. mediterranea</u>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	76	.
<u>Cyclococcolithus leptoporus</u>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Helicosphaera carteri</u>	.	1	.	.	1	1	.	1	.	.	1	.
<u>Pontosphaera syracusana</u>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Sphaerocalyptra ? (coccol. tenues)</u>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Syracosphaera cf. pulchra</u>	.	.	.	.	.	.	(1)	.	.	.	1	.
<u>Toracosphaera heimii</u>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>Umbilicosphaera sibogae</u>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
No identificadas	.	.	114	46	92	.	.	.	.	.	.	.

17/1/79

19/2/79

8/3/79

17/1/79						19/2/79				8/3/79					
A		B				B				A		B			
0	10	0	10	30	50	0	10	30	50	0	10	0	10	30	50
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	2	1	3	3	2	7	14	8	10	.	4	1	2	5	5
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	53	64	94	68	.	138	27	20	20	6
.	.	1	.	10	.	.	1091	.	.	.	12	8	9	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	1	12	6	.	.	40	6	16	20	7
.	.	.	.	.	.	3	.	.	8	.	24	9	15	1	2
.	.	.	.	.	.	13	.	.	.	.	.	.	.	1	.
.	.	.	.	.	.	118	226	184	136	42	932	293	558	252	83
2	19	.	54	67	188	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	25	25	62	15	37	55	54	12	.	.	.	.	6	.	3
16	.	.	6	6	14	8	.	.	.	.	2	.	22	2	20
.	.	.	.	.	.	.	.	625	.	.	.	180	.	.	.
.	.	.	.	.	9	1	.	2	2	.	.	.	1	.	.
.	21	7	64	9	16	.	.	.	.	.	.	2	12	.	.
.	223	29	84	611	628	382	436	1041	.	.	.	719	398	305	.
.	.	.	.	.	.	5	2	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	436	.	.	.	.	.	.	.	.
4	3	.	2	.	2	.	1091	.	180	.	8	362	598	154	92
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
687	1341	226	1270	814	565	573	1527	208	180	.	.	359	.	764	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	1
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	4	.	2	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	(1)	.	.

## Composición taxonómica de las muestras estudiadas. Células por 50 ml.

Fecha	17/10/78						14/11/78					
	A		B				A		B			
Estaciones	0	10	0	10	30	50	0	10	0	10	30	50
Profundidad												
Otros grupos												
Flagelados no identificados	26029	48569	13860	11180	2474	1492	85532	20030	15579	3309	6949	8682
<u>Cryptomonadales</u>	367	2291	344	.	.	.	175	.	54	.	153	.
<u>Eutreptiella/Eutreptia sp.</u>	65	.	157	46	92	.	.	.	.	.	.	.
<u>Dictyocha fibula</u>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<u>Distephanus speculum</u>	.	(1)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Total diatomeas, células por 50 ml	58272	102390	28230	15013	1246	267	2462	4016	1171	1669	1130	1289
Total dinoflagelados, cél./50 ml	997	3683	696	1702	646	597	3	295	1284	224	1288	1
Fitoplancton total, células/50 ml	2319	4233	1015	658	100	49	1774	492	360	109	167	201

11/1/79

19/2/79

8/3/79

A		B				B				A		B			
0	10	0	10	30	50	0	10	30	50	0	10	0	10	30	50
4124	13522	5653	8888	4378	2385	10882	10255	22493	7007	5760	16328	988	11554	5346	1833
.	1229	339	381	1	125	955	.	208	.	.	.	.	598	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	2	.	.
.	1	.	.	.	(1)	.	2	.	.	.	(1)	2	1	(2)	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
67	895	271	1356	1474	1795	5329	7884	11285	6532	202	3543	1940	2440	1523	701
9	1347	229	636	308	252	194	218	835	543	524	1147	993	419	308	93
98	367	123	251	139	92	359	398	701	291	130	420	86	300	159	53