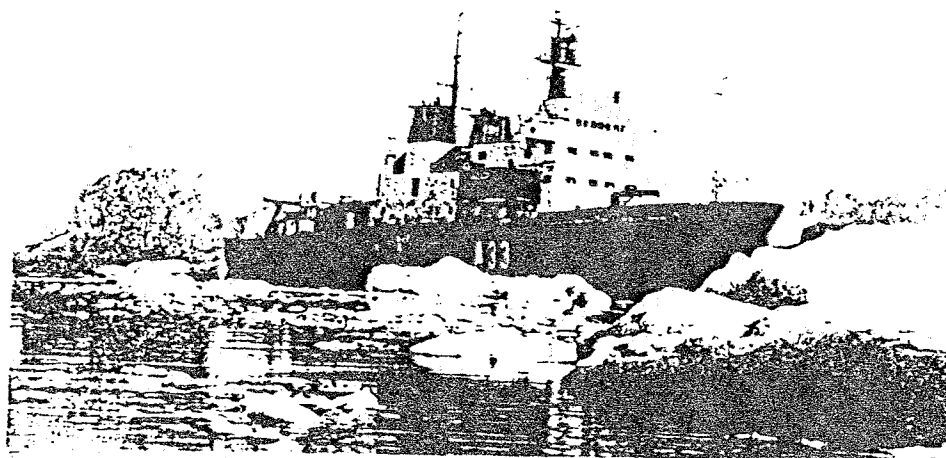


CAMPAÑA BENTART 94
EN EL B.I.O. HESPÉRIDES
EN FEBRERO DE 1994



INFORME DE LA CAMPAÑA BENTART 94

Resumen

La campaña BENTART 94 se ha realizado a bordo del B.I.O. Hespérides entre el 4 y el 24 de febrero del presente año. Se ha trabajado fundamentalmente en la prospección y estudio de la fauna y flora del fondo marino antártico. La investigación se desarrolló en la plataforma Sur de la isla Livingston y en la Isla Decepción.

En la recolección de información y material del fondo marino en aguas profundas se emplearon diferentes tipos de dragas, mientras que en las zonas costeras, inaccesibles al Hespérides, se recurrió al muestreo en inmersión con escafandra autónoma. Paralelamente a los estudios bentónicos se llevó a cabo un proyecto sobre el desarrollo temporal de la sucesión planctónica, y la medición de los factores que la regulan, realizándose 34 muestreos en estaciones fijas. El tercer proyecto tuvo como objetivo recoger material bentónico para estudios químicos de sustancias bioactivas presentes en ciertos organismos marinos (algas, estrellas de mar, esponjas, ...).

Los resultados de esta campaña de prospección, la primera sobre bentos que realiza nuestro país en aguas antárticas, han sido satisfactorios. Se han realizado 94 estaciones de muestreo bentónico y oceanográfico, 13 de buceo y 415 millas de perfiles de ecosondas. Los fondos de la zona sur de la isla Livingston han resultado ser en su mayoría fangosos, con una fauna asociada constituida principalmente por poliquetos y ofiuras. Los substratos duros, muy escasos, presentaron una gran diversidad y riqueza en algas pardas, briozoos y ascidias.

Con objeto de recoger material biológico sobre este tipo de fondos, imprescindible para los estudios bioquímicos, se decidió realizar algunas estaciones en zonas más australes, conocidas por su gran riqueza. Por esta razón se planearon algunas inmersiones en Puerto Foster (Isla Decepción), en Bahía South (Isla Anvers) y Bahía Hanusse (Isla Adelaida), siendo ésta la primera vez que científicos españoles bucearon al sur del Círculo Polar Antártico. La mayor transparencia de las aguas en estas áreas más meridionales han permitido, igualmente, la toma de imágenes submarinas con video y cámara fotográfica, instrumento imprescindible en este tipo de estudios.

El equipo científico estuvo compuesto por 25 investigadores pertenecientes a 3 centros de investigación del Instituto Español de Oceanografía, 3 del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 10 Universidades españolas, 2 Universidades chilenas y el Instituto Alfred Wegener de Alemania.

Summary

The Bentart survey '94 was made aboard the R.V.O. Hesperides between the 4th and 24th of February this year. The work mainly concerned the search for and study of flora and fauna of the Antarctic sea bed. The investigation was carried out in the southern continental shelf of Livingston Island and Deception Island.

In the collection of information and material from the deep waters of the sea bed different kinds of dredge were used, while in coastal areas, inaccessible to the Hesperides, it was necessary to resort to diving to realise sampling. At the same time as the benthic studies a project on the temporary development of plankton and measurement of its regulating factors was made, carrying out 34 samplings at fixed stations. The third project was aimed at collecting benthic material for chemical studies of bioactive substances present in certain marine organisms (seaweeds, asteroids, sponges...).

The results of this research survey, the first carried out by our country on benthic species in Antarctic waters, have been satisfactory. 94 benthic and oceanographic sampling stations, 13 diving stations and 415 miles of echo sounder profiles have been made. The bottoms of the southern area of Livingston Island have been found to be, in the main, muddy, with an associated fauna mostly made up of polychaetes and ophiuroids. The very scarce hard substrata presented a great diversity and richness of brown seaweeds, bryozoans and ascidians.

With the aim of collecting biological material on this type of bottom, indispensable for biochemical studies, it was decided that some stations in more distant areas should be established, known for their great richness. For this reason some dives were made in Foster Port (Deception Island) in South Bay (Anvers Island) and Hanusse Bay (Adelaida Island), this being the first time that Spanish scientists have dived to the south of the Antarctic Polar Circle. The greater clarity of the water in these more meridional areas allowed underwater images to be taken using both video and photographic cameras, equipment indispensable for this kind of study.

The scientific team was made up of 25 investigators belonging to the Instituto Español de Oceanografía, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 10 Spanish and 2 Chilean Universities, and the Institute Alfred Wegener of Germany.

ÍNDICE

Resumen / Abstract

1. INTRODUCCIÓN	3
1.1 Antecedentes	3
1.2 Área de estudio	4
2. OBJETIVOS	4
3. MATERIAL Y MÉTODOS	6
3.1 Prospección del área de estudio con ecosondas y robot (vídeo)	7
3.2 Muestreo de bentos con técnicas indirectas	8
3.3 Muestreo de bentos en inmersión	8
3.4 Recogida de parámetros ambientales	10
3.5 Tamizado y separación de muestras	10
3.6 Mantenimiento de acuarios y fotografiado en laboratorios ..	10
3.7 Fotografía y vídeo	14
4. RESULTADOS PRELIMINARES	14
4.1 Bentos	14
4.2 Plancton	15
5. DIARIO DE OPERACIONES	16
6. FICHA TÉCNICA DE LA CAMPAÑA	19
7. PARTICIPANTES EN LA CAMPAÑA BENTART 94	20
Agradecimientos	21
ANEXOS	
1. INFORME PRELIMINAR DEL PROYECTO " Desacoplamiento entre producción primaria y secundaria en el océano Antártico: causas y consecuencias"	22
2. INFORME TÉCNICO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DEL B.I.O. HESPÉRIDES EN LA CAMPAÑA BENTART 94	27

1. INTRODUCCIÓN

"BENTART 94" ha sido la primera campaña española dedicada a los estudios bentónicos en la Antártida, concretamente en la zona sur de la isla Livingston. El desconocimiento de los fondos del área y la preparación y puesta a punto de los diferentes muestreadores que se iban a emplear, exigía que el objetivo fundamental de la campaña fuera la prospección bentónica. El primitivo plan de campaña, más ambicioso, hubo de ser modificado y los objetivos reajustados, debido al recorte en días y presupuesto, a la inclusión del proyecto de fisiología del plancton, a la imposibilidad de utilización de algunos de los aparatos de muestreo, así como a la propia logística del Hespérides.

1.1. Antecedentes

Los primeros estudios sobre el tema de bentos antártico son iniciados por la comunidad científica española en 1987 tras la campaña "Antártida 8611", en base a la información y material bentónico de los 345 arrastres de fondo realizados durante la misma en los archipiélagos del Mar de Scotia. Desde entonces, diferentes especialistas de cada uno de los grupos bentónicos se encargaron de su determinación, dando lugar a las primeras publicaciones y comunicaciones. El material se amplió durante la campaña del buque "Las Palmas" en 1990-91 en isla Decepción y en la última campaña de prospección pesquera alrededor de las Orcadas del Sur, "Antártida 9101".

Nuestro país cuenta gracias a ello con más de veinte investigadores expertos en fauna y flora bentónica antártica, pertenecientes a diversos Organismos de Investigación (diferentes Universidades, Consejo Superior de Investigaciones Científicas e Instituto Español de Oceanografía). Hay que señalar que este hecho nos aporta una ventaja indudable frente a otros países, que no cuentan con un grupo de especialistas en taxonomía antártica, tan completo como el nuestro, viéndose obligados a acudir a especialistas extranjeros para la determinación del material. Las actividades en este campo han sido coordinadas desde la campaña "Antártida 8611" por el Instituto Español de Oceanografía, que nombró a Ana Ramos Martos para tal fin.

Hasta 1991 la falta de un buque español polar con la posibilidad de embarcar personal y equipos para estudios bentónicos, no permitió la puesta en marcha de un proyecto nacional. En la convocatoria de proyectos de investigación de la CICYT de 1992 se presenta y es aprobado el proyecto denominado "Estudio de la fauna y flora bentónica de los fondos de la zona sur de Isla Livingston (Shetland del Sur, Antártida)". Problemas logísticos relacionados con la planificación de las campañas del Hespérides en el verano austral 1992-93, no permitió nuestra participación. La CICYT no consideró oportuno la realización de una primera campaña de bentos en la que no se podían cubrir unos objetivos científicos mínimos, quedando esta aplazada, de común acuerdo, para la siguiente temporada.

Nuevamente en la convocatoria de 1993 se ha presentado el proyecto y el Comité de Gestión del Hespérides ha aprobado la realización de esta primera campaña de bentos, que bajo el nombre de "BENTART 94", ha tenido lugar en febrero de 1994.

1.2. Área de estudio

El área prospectada para el estudio del bentos está ubicada al sur de la isla Livingston (Shetlands del Sur, Antártida) (**Fig. 1**), tomando como base la carta náutica ANT-003 elaborada por el Instituto Hidrográfico de la Marina. El rango batimétrico ha estado comprendido entre 0 m y 450 m, casi la profundidad más alta que se alcanza en la zona elegida.

Este área ha visto ampliadas sus coordenadas, por un lado con motivo de la incorporación a la misma campaña de las estaciones de muestreo de plancton, al Estrecho de Bransfield y al interior de la isla Decepción, y por otro, por cubrir uno de los objetivos planteados para el buceo, a Puerto Foster (isla Decepción), Bahía South (isla Anvers) y a Bahía Hanusse (isla Adelaida).

2. OBJETIVOS

Los objetivos contemplados en el plan inicial de campaña tenían como fin el estudio de la fauna y flora, bionomía y ecología de los fondos marinos situados al Sur de la Isla Livingston y el estudio de la variación temporal de la producción primaria y secundaria en la zona adyacente. Se resumían en los siguientes puntos:

- 1) Determinación taxonómica de las especies pertenecientes al macrobentos y meiobentos.
- 2) Estimaciones de la abundancia de las diferentes especies, géneros, familias, órdenes, clases, tanto de la epifauna y epiflora como de la infauna.
- 3) Estimaciones de las variables físico-químicas más importantes que influyen en la distribución y abundancia del bentos antártico (profundidad, textura del sustrato, contenido en materia orgánica, carbonatos, temperatura, salinidad).
- 4) Recogida de material bentónico para estudio de productores de sustancias bioactivas.
- 5) Colecciones de fauna y flora de interés biológico.
- 6) Cartografiado bionómico mediante muestreo por video submarino.
- 7) Estudio de la variación temporal de la producción primaria y secundaria (cambios en el perfil fino de distribución vertical de fitoplancton, distribución de la luz espectral en el agua, ...)

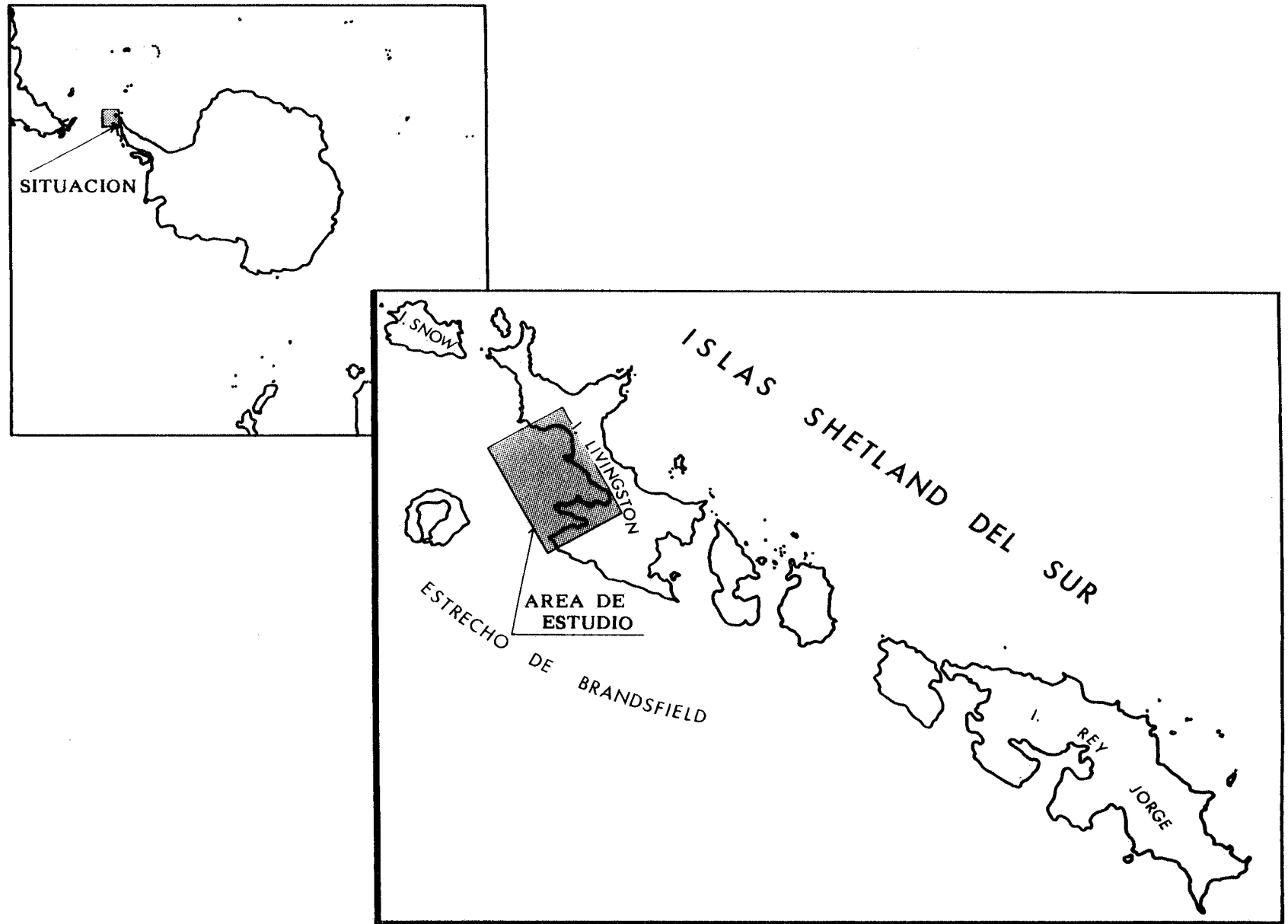


Fig. 1: Localización del área de estudio.

7) Estudio de la variación temporal de la producción primaria y secundaria (cambios en el perfil fino de distribución vertical de fitoplancton, distribución de la luz espectral en el agua, ...).

8) Estudio de los contenidos estomacales de peces demersales para el establecimiento de redes tróficas.

Aunque los apartados 1, 3, 4, 5 y 7 han sido cubiertos ampliamente, el recorte en el número de días de campaña, la incorporación del proyecto de plancton, la imposibilidad de utilizar algunos aparatos y la propia logística del Hespérides, han provocado el reajuste de algunos de los objetivos:

Los datos recogidos permitirán establecer los patrones de distribución espacial de las diferentes especies, pero sólo una estimación relativa de las abundancias, siendo necesaria una segunda campaña que complemente la información recogida este año.

3. MATERIAL Y METODOS

Los métodos de muestreo empleados en cada caso han sido adecuados tanto a la necesidad de conocer la naturaleza del fondo marino en el área, lo cual determina el uso del muestreador apropiado, como a la distintas profundidades.

3.1. Prospección del área de estudio con ecosondas y robot (vídeo).

El trabajo de muestreo continuo de la zona comprendida entre 25 y 500 m se llevó a cabo durante la noche con las sondas del buque EA-500 y EK-500, siguiendo transectos separados aproximadamente 100 m. En total se recorrieron 415 millas de perfiles, barriendo el área reseñada en la **Fig. 2**.

Los registros obtenidos, al no existir información previa acerca de la naturaleza del substrato en esta zona, eran utilizados simultáneamente tanto para determinar los puntos de filmación del robot como para el tipo de draga a emplear para la recogida de muestras.

El robot submarino Hyball se hizo descender mediante los chigres de cubierta de babor y de popa para la toma de imágenes de las comunidades bentónicas. En las primeras inmersiones se inutilizó por lo que no se pudo realizar una prospección de las comunidades con estimas relativas de abundancia. Proporcionó información excelente sobre la fauna y el tipo de fondo, aunque se utilizó sólo en tres inmersiones debido a las averías sufridas.

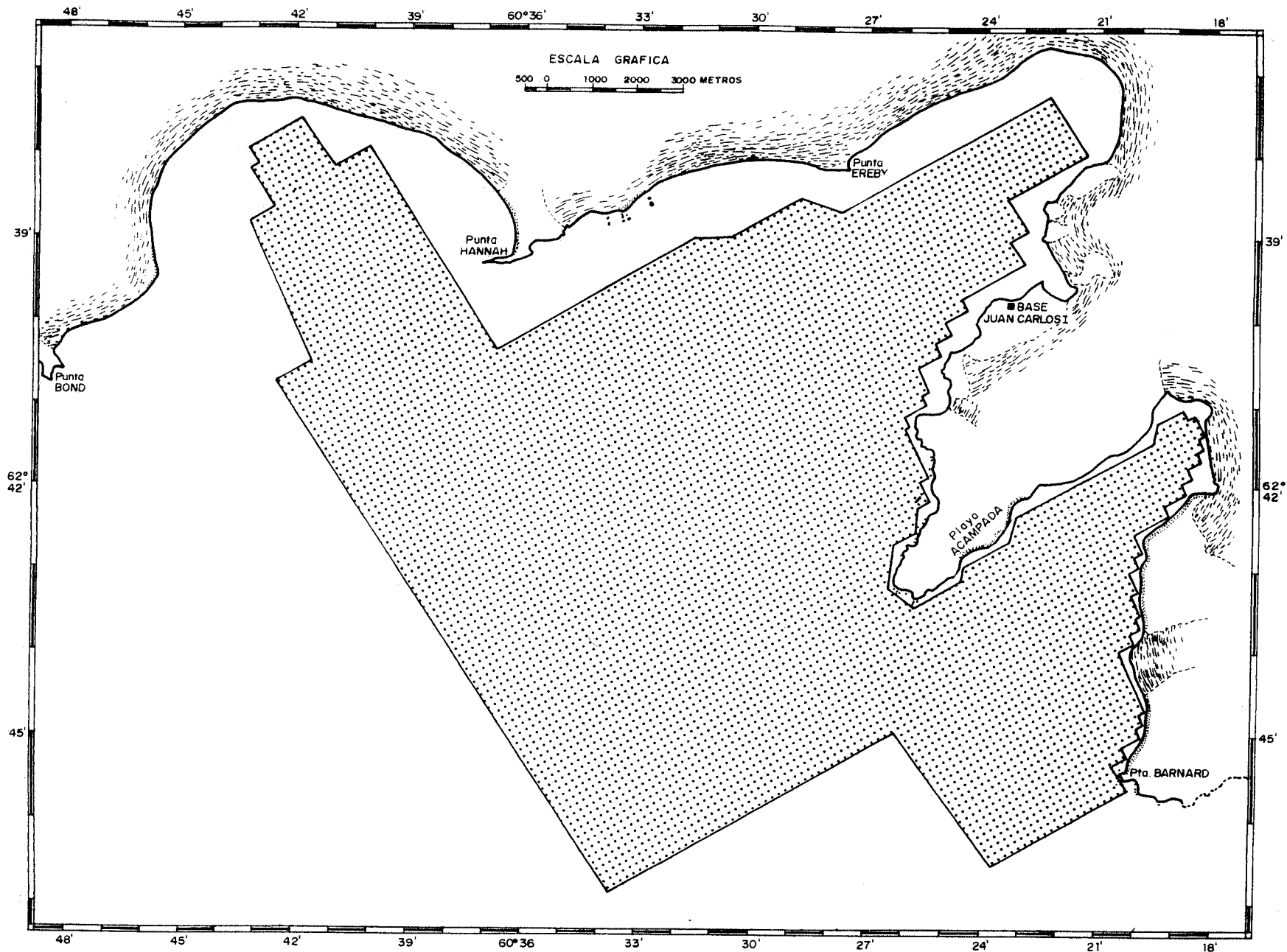


Fig. 2: Area prospectada mediante transectos de ecosondas.

3.2. Muestreo de bentos con técnicas directas

Se llevó a cabo un muestreo extensivo de la macrofauna con la draga "cuchara" (Van Veen) sobre un volumen medio de sedimentos de 20 kg que fue tamizado en su totalidad. El número total de estaciones de "cuchara" fue 50, de las cuales 42 fueron válidas y 8 nulas, a profundidades comprendidas entre 25 y 263 m. El chigre que se utilizó para la maniobra de la draga fue el de estribor.

En los fondos blandos se realizaron también muestreos con draga de ancla, muestreador con mayor superficie, como refuerzo del muestreo cualitativo. Se realizaron 28 estaciones con este muestreador, entre 32 y 443 m. De ellas 3 fueron nulas. En fondos duros la draga empleada fue la de roca. Se realizaron 17 dragados entre 24 y 440 m, de los cuales 4 fueron nulos. Estos muestreadores fueron manejados con el chigre de popa. La draga "box corer" solamente se utilizó en una estación con objeto de probar su funcionamiento para la próxima campaña.

La situación de las estaciones y el tipo de muestreador empleado se indican en la **fig. 3**.

3.3. Muestreo de bentos en inmersión

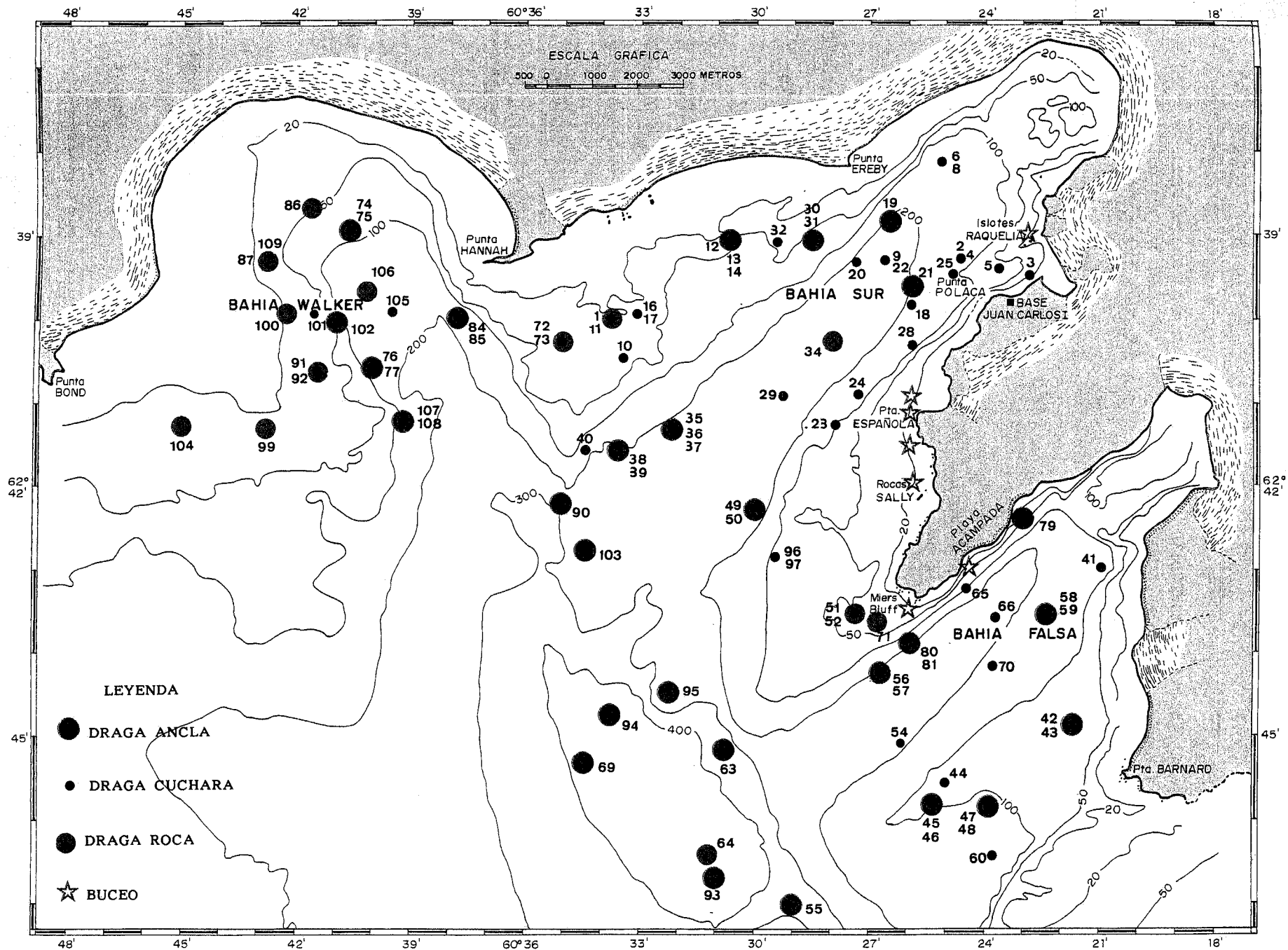
Se llevaron a cabo 13 inmersiones a profundidades comprendidas entre 9 y 36 m en Bahía Sur y Bahía Falsa (**Fig. 3**). Además, se efectuaron 3 inmersiones fuera del área de estudio en isla Decepción, isla Anvers e isla Adelaida para filmación submarina y recogida de material biológico.

El material utilizado fue altamente especializado y consistió en trajes secos de volumen variable Viking y máscaras integrales AGA-DIVATOR. El tiempo medio de inmersión fue de 20-25 minutos para equipos constituidos por 2-3 personas.

Las bajas temperaturas obligaron a extremar las medidas de seguridad en las inmersiones, estando éstas dirigidas por personal militar especializado.

El trabajo consistió en:

- a) Visualización del lugar de la inmersión mediante robot submarino (Achilles).
- b) Prospección previa con ecosonda portátil de la zona.
- c) Toma de contacto del grupo de investigadores con aguas antárticas.
- d) Recolección de ejemplares vivos.
- e) Fotografiado y filmación de comunidades bentónicas.



3.4. Recogida de parámetros ambientales

- Oceanografía. - Se realizaron 44 estaciones hidrográficas con sistema CTD, previas al muestreo bentónico, con registro en continuo desde la capa superficial hasta 5 m del fondo de temperatura, salinidad, oxígeno y flúor (tabla I). El aparato empleado fue un CTD EG&G Mark III, incorporado a una Roseta de muestreo de aguas General Oceanics capacitada para recoger hasta 24 botellas Nansen.

- Sedimentología. - En todas las estaciones se recogieron muestras de sedimentos para análisis granulométricos, contenido en carbonatos y materia orgánica. Además se guardaron muestras para el estudio de los foraminíferos vivos presentes en la capa superficial.

3.5. Tamizado y separación de muestras

Las muestras de sedimentos blandos, el total recogido con la draga de cuchara o una submuestra (entre 14 y 56 m³) en el caso de la draga de ancla, se tamizaron a través de una columna de 10, 5, 1 y 0.5 mm. Las dos fracciones superiores se triaron y conservaron para su identificación posterior. Las fracciones de 1 mm y 0.5 mm se guardaron en formol (4%) para ser analizadas en laboratorio.

En cada estación y con posterioridad al tamizado, se procedió a la separación, pesado y recuento de los ejemplares por taxones del menor rango posible. Los datos han quedado recogidos simultáneamente en papel y soporte informático.

La mayor parte del material biológico ha quedado conservado a bordo en función del tipo de tratamiento al que va a ser sometido. La mayoría lo ha sido en formol al 4% o alcohol al 70%, salvo los nemertinos, en líquido de Bouin para su posterior estudio histológico, el material destinado a estudios bioquímicos y los ejemplares de gran tamaño, que fueron congelados. Determinados ejemplares de algas fueron desecados a bordo para destinarlos a estudios bioquímicos particulares.

3.6. Mantenimiento de acuarios y fotografiado en laboratorios

Se instaló un conjunto de cinco acuarios de diverso tamaño, que se habilitaron convenientemente para macrofotografía o mantenimiento de ejemplares vivos. Los acuarios eran frecuentemente vaciados, limpiados y llenados de nuevo al objeto de garantizar una mínima calidad de las aguas para acoger el material biológico obtenido en las sucesivas estaciones. Se ha cuidado especialmente la asistencia de algunos acuarios por difusores de aire, alimentados por pequeños compresores. Las especies fotografiadas han correspondido fundamentalmente a los grupos de poríferos, anélidos, picnogónidos, equinodermos y tunicados.

TABLA I. Características de las estaciones de muestreo bentónico efectuadas en la campaña "BENTART 94".

ESTACION	MUESTREO	CTD	FECHA	LONGITUD	LATITUD	PROFUND.	CUADRIC.	VALIDEZ
1	CUCHARA	NO	06-Feb-94	60,2305 W	62,3903 S	48	671	1
2	CUCHARA	NO	07-Feb-94	60,2440 W	62,3919 S	158		2
3	CUCHARA	SI	07-Feb-94	60,2305 W	62,3929 S	4	1164	1
4	ROCA	NO	07-Feb-94	60,2410 W	62,3920 S	99	1164	1
5	CUCHARA	SI	07-Feb-94	60,2344 W	62,3918 S	56	1131	1
6	CUCHARA	SI	07-Feb-94	60,2510 W	62,3748 S	52	1061	1
7	BUCEO	NO	07-Feb-94	60,2600 W	62,4100 S	19		1
8	CUCHARA	NO	07-Feb-94	60,2506 W	62,3803 S	155	1061	1
9	CUCHARA	NO	07-Feb-94	60,2639 W	62,3914 S	240	999	1
10	CUCHARA	SI	08-Feb-94	60,3337 W	62,4030 S	29	671	2
11	ROCA	SI	08-Feb-94	60,3335 W	62,4005 S	30	671	1
12	CUCHARA	SI	08-Feb-94	60,3044 W	62,3904 S	25	800	2
13	CUCHARA	NO	08-Feb-94	60,3035 W	62,3915 S	52	800	1
14	ANCLA	NO	08-Feb-94	60,3037 W	62,3912 S	52	800	1
16	CUCHARA	NO	08-Feb-94	60,3306 W	62,4006 S	25	734	2
17	CUCHARA	NO	08-Feb-94	60,3309 W	62,4006 S	27	734	2
18	CUCHARA	NO	08-Feb-94	60,2623 W	62,3856 S	212	997	2
19	ANCLA	NO	08-Feb-94	60,2645 W	62,3847 S	150	997	1
20	CUCHARA	SI	08-Feb-94	60,2708 W	62,3931 S	245	966	1
21	ANCLA	SI	08-Feb-94	60,2739 W	62,3939 S	239	966	2
22	CUCHARA	SI	08-Feb-94	60,2650 W	62,3930 S	232	999	1
23	CUCHARA	NO	09-Feb-94	60,2790 W	62,4110 S	139	939	1
24	CUCHARA	SI	09-Feb-94	60,2660 W	62,4080 S	72	971	1
25	CUCHARA	SI	09-Feb-94	60,2512 W	62,3937 S	170	1066	1
26	BUCEO	NO	09-Feb-94	60,2600 W	62,4150 S	15		1
27	BUCEO	NO	09-Feb-94	60,2300 W	62,3900 S	8		1
28	CUCHARA	SI	09-Feb-94	60,2606 W	62,4040 S	144	1035	1
29	CUCHARA	SI	09-Feb-94	60,2854 W	62,4045 S	263	872	1
30	CUCHARA	SI	10-Feb-94	60,2832 W	62,3905 S	51	899	1
31	ANCLA	SI	10-Feb-94	60,2839 W	62,3903 S	50	899	1
32	CUCHARA	SI	10-Feb-94	60,2917 W	62,3858 S	46	866	1
33	BUCEO	NO	10-Feb-94	60,2600 W	62,4150 S	15		1
34	ROCA	SI	10-Feb-94	60,2501 W	62,4044 S	28	936	1
35	CUCHARA	SI	10-Feb-94	60,2947 W	62,4013 S	176	741	1
36	CUCHARA	SI	10-Feb-94	60,3207 W	62,4130 S	250	741	1
37	ANCLA	SI	10-Feb-94	60,3144 W	62,4132 S	258	741	1
38	CUCHARA	SI	10-Feb-94	60,3340 W	62,4133 S	216	676	1
39	ANCLA	SI	10-Feb-94	60,3348 W	62,4134 S	219	676	1
40	CUCHARA	SI	10-Feb-94	60,3433 W	62,4136 S	122	643	1
41	CUCHARA	NO	11-Feb-94	60,2100 W	62,4300 S	112	1276	2
42	CUCHARA	SI	11-Feb-94	60,2143 W	62,4450 S	96	1247	1
43	ANCLA	SI	11-Feb-94	60,2135 W	62,4446 S	97	1247	1
44	CUCHARA	SI	11-Feb-94	60,2510 W	62,4546 S	95	1085	2
45	ANCLA	SI	11-Feb-94	60,2528 W	62,4545 S	94	1085	1
46	CUCHARA	NO	11-Feb-94	60,2600 W	62,4538 S	147	1085	1
47	CUCHARA	NO	11-Feb-94	60,2339 W	62,4558 S	123	1151	1
48	ANCLA	NO	11-Feb-94	60,2428 W	62,4558 S	116	1151	1
49	CUCHARA	SI	12-Feb-94	60,3005 W	62,4225 S	227	843	1
50	ANCLA	SI	12-Feb-94	60,3003 W	62,4240 S	205	843	1
51	CUCHARA	NO	12-Feb-94	60,2703 W	62,4346 S	84	979	1
52	ROCA	NO	12-Feb-94	60,2709 W	62,4354 S	56	979	1

Profundidad (en m). Validez SI (1), NO (2).

TABLA I. Continuación.

12

ESTACION	MUESTREO	CTD	FECHA	LONGITUD	LATITUD	PROFUND.	CUADRIC.	VALIDEZ
53	BUCEO	NO	12-Feb-94	60,2550 W	62,4300 S	15		1
54	CUCHARA	SI	12-Feb-94	60,2634 W	62,4510 S	231	1050	1
55	ANCLA	SI	12-Feb-94	60,2740 W	62,4722 S	340	924	1
56	CUCHARA	SI	13-Feb-94	60,2703 W	62,4412 S	139	1014	1
57	ANCLA	SI	13-Feb-94	60,2734 W	62,4425 S	142	1014	1
58	CUCHARA	SI	13-Feb-94	60,2229 W	62,4330 S	194	1210	1
59	ANCLA	SI	13-Feb-94	60,2102 W	62,4331 S	85	1210	1
60	CUCHARA	SI	13-Feb-94	60,2342 W	62,4629 S	132	1153	1
61	ROCA	NO	13-Feb-94	60,2624 W	62,4816 S	396		2
62	ROCA	NO	13-Feb-94	60,2539 W	62,4921 S	440		2
63	ANCLA	SI	14-Feb-94	60,3102 W	62,4513 S	386	819	1
64	ROCA	SI	14-Feb-94	60,3110 W	62,4644 S	422		1
65	CUCHARA	SI	14-Feb-94	60,2344 W	62,4341 S	220	1110	1
66	CUCHARA	NO	14-Feb-94	60,2308 W	62,4365 S	211	1144	1
67	BUCEO	NO	14-Feb-94	60,2600 W	62,4350 S	21		1
68	BUCEO	NO	14-Feb-94	60,2600 W	62,4350 S	15		1
69	ANCLA	SI	14-Feb-94	60,3910 W	62,4605 S	401	655	1
70	CUCHARA	SI	15-Feb-94	60,2347 W	62,4416 S	191	1146	1
71	ROCA	NO	15-Feb-94	60,2658 W	62,4340 S	50		2
72	CUCHARA	SI	16-Feb-94	60,3502 W	62,4024 S	39	606	1
73	ROCA	SI	16-Feb-94	60,3449 W	62,4016 S	30	606	1
74	CUCHARA	SI	17-Feb-94	60,4044 W	62,3852 S	92	338	1
75	ANCLA	SI	17-Feb-94	60,4043 W	62,3854 S	96	338	1
76	CUCHARA	SI	17-Feb-94	60,4001 W	62,4034 S	136	376	1
77	ANCLA	SI	17-Feb-94	60,4007 W	62,4031 S	130	376	1
78	BUCEO	NO	17-Feb-94	60,2300 W	62,3900 S	22		1
79	ANCLA	SI	17-Feb-94	60,2239 W	62,4218 S	46	1173	1
80	CUCHARA	SI	17-Feb-94	60,2542 W	62,4350 S	170	1046	1
81	ANCLA	SI	17-Feb-94	60,2607 W	62,4352 S	123	1046	1
82	BUCEO	NO	17-Feb-94	60,2600 W	62,4200 S	21		1
83	BUCEO	NO	17-Feb-94	60,2600 W	62,4105 S	19		1
84	CUCHARA	SI	17-Feb-94	60,3728 W	62,3958 S	164	473	1
85	ANCLA	SI	17-Feb-94	60,3729 W	62,4004 S	184	473	2
86	ROCA	SI	18-Feb-94	60,4127 W	62,3839 S	56	304	1
87	ROCA	NO	18-Feb-94	60,4221 W	62,3918 S	49	240	1
88	BUCEO	NO	18-Feb-94	60,2300 W	62,3900 S	15		1
89	BUCEO	NO	18-Feb-94	60,2300 W	62,3900 S	18		1
90	ANCLA	SI	18-Feb-94	60,3441 W	62,4213 S	281	612	1
91	CUCHARA	SI	18-Feb-94	60,4111 W	62,4035 S	35	310	1
92	ROCA	SI	18-Feb-94	60,4115 W	62,4035 S	34	310	1
93	ANCLA	SI	18-Feb-94	60,3110 W	62,4716 S	421	824	1
94	ANCLA	SI	19-Feb-94	60,3342 W	62,4449 S	443	686	1
95	ANCLA	SI	19-Feb-94	60,3229 W	62,4419 S	333	751	1
96	CUCHARA	SI	19-Feb-94	60,2936 W	62,4257 S	106	878	1
97	ANCLA	SI	19-Feb-94	60,2939 W	62,4256 S	104	878	1
98	BUCEO	NO	19-Feb-94	60,2300 W	62,3900 S	35		1
99	ROCA	NO	19-Feb-94	60,4250 W	62,4110 S	26	246	1
100	ROCA	SI	19-Feb-94	60,4203 W	62,3955 S	24	275	1
101	CUCHARA	SI	19-Feb-94	60,4127 W	62,3953 S	32	308	1
102	ANCLA	SI	19-Feb-94	60,4133 W	62,3958 S	32	308	2
103	ANCLA	SI	20-Feb-94	60,3416 W	62,4239 S	255	647	1

Profundidad (en m). Validez SI (1), NO (2).

TABLA I. Continuación. Profundidad (en m). Validez SI (1), NO (2).

ESTACION	MUESTREO	CTD	FECHA	LONGITUD	LATITUD	PROFUND.	CUADRIC.	VALIDEZ
104	ROCA	SI	20-Feb-94	60,4425 W	62,4123 S	32	147	1
105	CUCHARA	NO	20-Feb-94	60,3946 W	62,3944 S	163	407	1
106	ROCA	NO	20-Feb-94	60,3955 W	62,3946 S	158	407	2
107	CUCHARA	NO	20-Feb-94	60,3922 W	62,4109 S	104	411	1
108	ANCLA	NO	20-Feb-94	60,3913 W	62,4102 S	108	411	1
109	ROCA	SI	20-Feb-94	60,4235 W	62,3914 S	34	240	1

3.7. Fotografía y vídeo

Para la filmación se utilizaron cámaras profesionales y los vídeo-robots submarinos HYBALL y ACHILLES. En total se obtuvieron 14 horas de filmación aérea y 4 horas y media submarinas. No obstante, la escasa visibilidad reinante en el área de estudio no permitió la obtención de imágenes submarinas en la cantidad y calidad esperadas.

Se realizaron 250 fotografías en acuario de las especies recolectadas y 800 sobre aspectos generales de la campaña (técnicos, humanos y paisajísticos).

4. RESULTADOS PRELIMINARES

4.1. Bentos

Esta primera campaña de prospección realizada en la plataforma Sur de la isla de Livingston ha estado dirigida fundamentalmente a la prospección bentónica y a la recogida de fauna, flora y parámetros ambientales. Aunque tanto el material como los datos se estudiarán en los próximos meses, se presentan aquí unos primeros resultados.

Es el área de estudio dominan claramente los fondos fangosos, siendo bastante escasos los substratos duros. La biota infaunal en fondos fangosos está claramente dominada por los poliquetos, destacando la familia Maldanidae. A ellos se asocia una epifauna constituida por ofiuras (en especial *Ophionotus victoriae*) y ascidias. Los escasos fondos de constitución arenosa han sido los de mayor pobreza biológica, mientras los fondos duros (roca, piedras y cantos) han presentado la mayor diversidad específica y biomasa; el bentos asociado a estos últimos, prospectados sobre todo por buceo, consistió en algas pardas, briozoos, ascidias coloniales y solitarias, poríferos y asteroideos: en Ensenada Las Palmas /fango con cascajo, pocas algas y predominio de esponjas/; en Punta Española /zona rocosa de algas y algo de asteroideos/; en los islotes Raquelia /pared vertical rocosa con predominio de algas, briozoos y asteroideos/; en Playa Acampada /arena y cascajo con gasterópodos/; en Miers Bluff /rocoso con algas y a más profundidad ascidias, poríferos, asteroideos y braquiopodos/. Con relación a la filmación submarina de las comunidades bentónicas, la turbidez en la isla Livingston dificultó el cumplimiento de éste objetivo. Las inmersiones para filmación realizadas fuera de la zona de muestreo en aguas con mayor luminosidad se realizaron perfectamente.

La información ofrecida por los distintos investigadores es heterogénea según los grupos bentónicos, por lo que se presenta un avance sobre algunos grupos taxonómicos:

. Macroalgas. - Las muestras se han recogido mediante la draga de roca y sobre todo el buceo. La laguna principal corresponde a las algas del estrato batimétrico comprendido entre 0 y 10 m. Las especies más abundantes han sido las Feoficeas del género *Desmarestia*, y de las familias Iridaceae y Gigartinaceae entre las Rodoficeas. Sólo en una muestra se han recolectado Ulvaceas (Cloroficeas).

. Cnidarios. - De los 109 muestreos realizados, en 32 se han encontrado animales pertenecientes a éste phylum. Dentro de los Hidrozoos sólo aparecieron ejemplares del orden Hidroideos, entre los que destacan los Caliptoblástidos, representados por 6 familias (Haleciidae, Lafoeidae, Plumulariidae, Syntheciidae, Serturaliidae y Campanulariidae). Los Antozoos han estado representados por 4 ordenes diferentes, 2 pertenecientes a los Octocorales (Stoloníferos y Gorgoniaros) y 2 a Hexacorales (Actiniarios y Scleractiniarios). Entre los Gorgoniaros la familia Primnoidae ha estado presente en los 32 muestreos en que apareció éste grupo. La diversidad ha sido baja debido a los tipos de draga empleados.

. Briozoos. - Se ha estimado que se han encontrado por lo menos 50 especies, con preponderancia de formas flucutriformes e incrustantes. La mayor riqueza específica se encontró sobre fondos duros, destacando la estación 108A en la que se recogieron al menos 40 especies. *Nematoflustra flagellata* fue la especie más abundante, junto a *Carbasea ovoidea* y *Flustra tenuis*. Las especies incrustantes se encontraron sobre algas, piedras y tunicados.

. Poliquetos. - Dominaron en número en la infauna de los fondos fangosos. La familia más representada fue Maldaniidae, presente en todas las muestras endobénticas. En menor cantidad aparecieron especies de las familias Nephtyidae y Sabellidae. Los Serpúlidos estuvieron escasamente representados.

. Equinodermos. - Aunque aparecieron representados todos los grupos, los ofiuroides dominaron la epifauna sobre fondos blandos, destacando la presencia de *Ophionotus victoriae*, junto con los erizos de la familia Schizasteridae. Los asteroideos estuvieron representados en fondos duros, siendo *Odontaster validus* la más ampliamente distribuida. Entre las holoturias destaca la familia Psolidae. Los crinoideos tuvieron poca presencia.

. Anfípodos gamáridos. - Durante la campaña se han determinado aproximadamente 80 especies diferentes de anfípodos gamáridos, aunque algunas de ellas parecen ser nuevas para la ciencia. Se han estudiado profundamente a bordo llegándose como mínimo al nivel de género, pero necesitan un análisis exhaustivo.

. Ascidias. - Ha sido el grupo más abundante en biomasa. Se encontraron sobre cualquier tipo de fondo, siempre que hubiese un substrato duro que permitiera la fijación. Las ascidias solitarias estuvieron representadas por las familias Molgulidae, principalmente *Molgula pedunculata*, y Pyuridae. Las formas coloniales correspondieron a las especies de las familias Polyclinidae y Cyonidae. Fue interesante en algunos fondos de grava la presencia masiva de ascidias solitarias con túnicas formadas por granos de arena compactados.

4.2. Plancton.

(Anexo III).

5. DIARIO DE OPERACIONES

Día 4 Tiempo Mar calma. Cubierto

- 10.00 - 13.00 Trayecto de avión Hércules desde Punta Arenas a la Base Antártica Chilena Teniente Mars de la isla del Rey Jorge.
- 15.00 - 19.00 Recepción en base antártica uruguaya a científicos y oficiales del Hespérides.
- 19.00 - 24.00 Traslado de material científico al buque, cena y disposición de camarotes.

Día 5 Tiempo Mar calma. Niebla

- 00.00 - 05.30 Empezamos a navegar para Livingston.
- 05.30 - 06.30 Escala en Media Luna para trasladar a dos geógrafos y dos cartógrafos.
- 06.30 - 11.00 Se llega a Bahía Falsa.
- 11.00 - 16.45 Estaciones de plancton en Bahía Falsa y Bahía Sur.
- 17.30 - 20.00 Primera salida de buzos que van a Caleta Johnson (isla Livingston).
- 22.00 - 24.00 Comienza el trabajo de ecosondación mediante navegación de transectos por bahía Sur.

Día 6 Tiempo Mar calma. Despejado

- 00.00 - 05.00 Navegación para trabajo de ecosondación y video robot en Bahía Sur.
- 05.00 - 08.30 Navegación hasta la isla Decepción y desembarco de personal de la B.A.E. de Livingston a la B.A.E. de Decepción.
- 09.00 - 16.15 Estaciones planctónicas en Decepción, Bransfield y en Bahía Sur.
- 16.15 - 20.30 Comienzan las estaciones bentónicas en Bahía Sur, empleando CTD y draga de cuchara. Pruebas y puesta a punto.
- 22.00 - 24.00 Navegación para trabajo de ecosondación y preparación robot.

Día 7 Tiempo Mar calma. Nublado

- 00.00 - 06.00 Navegación para trabajo de ecosondación y robot.
- 07.00 - 11.30 Estaciones planctónicas en Bahía Falsa y Sur.
- 11.30 - 17.00 Estaciones bentónicas en Bahía Sur, empezando a utilizar la draga de ancla.
- 17.00 - 19.30 Inmersión en Ensenada Las Palmas.
- 22.00 - 24.00 Navegación para trabajo de ecosondación y robot.

Día 8 Tiempo Mar gruesa a muy gruesa

- 00.00 - 06.30 Navegación para trabajo de ecosondación y rotura del robot.
- 07.00 - 08.30 Estación planctónica en bahía Sur.
- 09.00 - 16.00 Estaciones bentónicas en Bahías Sur y Falsa.
- 16.00 - 18.00 Inmersión en Ensenada Las Palmas.
- 18.00 - 21.00 Estaciones bentónicas en Bahías Sur y Falsa.
- 21.30 - 24.00 Navegación para trabajo de ecosondación y video robot.

Día 9 Tiempo Marejada

- 00.00 - 03.00 Navegación para trabajo de ecosondación y robot.
- 03.00 - 06.00 Navegación hasta isla Decepción.
- 06.00 - 13.00 Estaciones planctónicas en isla Decepción, Bransfield, Bahía Falsa y Bahía Sur.
- 13.00 - 22.00 Estaciones de bentos.
- 16.00 - 19.00 Inmersión en islotes Raquelia.
- 22.00 - 24.00 Navegación para trabajo de ecosondación y robot. El video se avería.

Día 10 Tiempo Marejadilla. Frio y nieve

- 00.00 - 06.00 Navegación para trabajo de ecosondación y robot en Bahía Sur.
- 07.00 - 08.00 Estación planctónica en Bahía Sur.
- 08.00 - 19.30 Estaciones bentónicas en Bahías Sur y Falsa.
- 12.00 - 16.00 Inmersión en Punta Española.
- 20.00 - 24.00 Navegación para trabajo de ecosondación en Bahía Falsa.

Día 11 Tiempo Marejada. Niebla y frío

- 00.00 - 06.30 Navegación para trabajo de ecosondación.
- 07.00 - 11.50 Estación planctónica en Bahía Sur y Bahía Falsa.
- 10.30 - 13.00 Prospección de fondos con robot Aquiles en Miers Bluff.
- 11.00 - 16.30 Avería del sistema hidráulico de dos grúas.
- 15.00 - 22.15 Navegación para trabajo de ecosondación y estaciones bentónicas en Bahías Falsa y Sur.
- 22.15 - 24.00 Navegación para trabajo de ecosondación.

Día 12 Tiempo Mar de fondo. Niebla espesa.

07.00 - 08.00 Estación de plancton en Bahía Sur.
 08.00 - 18.00 Estaciones bentónicas en Bahías Sur y Bahía Falsa.
 18.00 - 22.30 Estaciones planctónicas en Bransfield y Decepción.
 22.30 - 24.00 Intento de prueba manejo robot en sitio protegido.

Día 13 Tiempo Fuerte marejada. Niebla y mucho frío

00.40 - 04.00 Navegación de Decepción a Bahía Sur.
 07.00 - 08.00 Estación de plancton en Bahía Sur.
 08.00 - 12.00 Estaciones bentónicas en Bahía Falsa.
 12.00 - 13.30 Estación de plancton en Bahía Falsa.
 13.30 - 19.30 Estaciones bentónicas en Bahía Sur.
 20.00 - 24.00 Navegación para trabajo de ecosondación en Bahía Falsa.

Día 14 Tiempo Buena mar. Niebla. Bajada de barómetro

00.00 - 05.30 Navegación para trabajo de ecosondación en Bahía Falsa.
 07.00 - 08.00 Estación planctónica en Bahía Sur.
 08.00 - 12.00 Estaciones bentónicas en Bahía Sur y Bahía Falsa.
 12.00 - 17.00 Inmersiones y prospección Aquiles en Miers Bluff.
 14.00 - 16.00 Estaciones de bentos cerca del buceo y en Bahías Falsa y Sur. Rotura de red de ancla.
 16.40 - 18.00 Prueba del robot y rotura del aparato.
 22.00 - 24.00 Navegación para trabajo de ecosondación en Bahía Falsa.

Día 15 Tiempos Fuerte marejada. Cubierto

00.00 - 01.00 Navegación para trabajo de ecosondación en Bahía Falsa.
 01.00 - 04.30 Navegación a isla de Media Luna para recoger a cartógrafos y geógrafos.
 04.30 - 06.00 Traslado de los geógrafos y cartógrafos a Punta Willians.
 06.30 - 11.30 Navegación por el estrecho de Mac Farlane hasta Bahía Falsa.
 11.30 - 15.30 Estaciones de plancton en Bahía Falsa y Bahía Sur.
 12.30 - 18.00 Estaciones de bentos en Bahía Sur.
 18.00 - 21.30 Estaciones planctónicas en Bransfield y Decepción.
 21.30 - 24.00 Recepción en la B.A.A. de Decepción al personal científico y militar español, chileno y uruguayo.

Día 16 Tiempo Fuerte marejada. Niebla

08.00 - 12.00 Intento fallido de traspaso de material de la base española de Decepción al Hespérides por mala mar.
 13.00 - 17.00 Navegación a Bahía Sur.
 17.00 - 18.00 Estación planctónica de Bahía Sur.
 18.00 - 20.00 Estaciones bentónicas en Bahía Walker.
 20.30 - 24.00 Navegación para trabajo de ecosondación en Bahía Walker.

Día 17 Tiempo Mar calma. Intensa nevada

00.00 - 05.00 Navegación para trabajo de ecosondación en Bahía Walker.
 05.00 - 10.30 Estaciones bentónicas en Bahía Walker y Bahía Sur.
 08.00 - 09.00 Estación de plancton en Bahía Sur.
 09.00 - 12.00 Buceo en islotes Raquelia.
 12.00 - 13.00 Estación de plancton en Bahía Falsa.
 11.00 - 19.30 Estaciones bentónicas en Bahías Falsa y Sur.
 14.00 - 18.30 Inmersiones en Punta Española y entre Miers Bluff y Bahía Las Palmas.
 20.30 - 24.00 Navegación para trabajo de ecosondación en Bahía Walker.

Día 18 Tiempo Sin viento. Nuboso obscuro

00.00 - 05.00 Navegación para trabajo de ecosondación por parte profunda de Bahía Sur.
 05.00 - 08.00 Estaciones de bentos en Bahía Walker.
 08.00 - 09.00 Estación planctónica de Bahía Sur.
 08.00 - 12.00 Inmersiones de buceo en islotes Raquelia.
 12.00 - 15.00 Estaciones bentónicas en Bahía Walker.
 15.00 - 17.00 Almacenamiento de la B.A.B.L. (base búlgara en Liv.) y transporte gasolina del helicopt. uruguayo al Hespérides.
 16.00 - 16.30 Reunión Comandante, j.c. de campaña y de B.A.E.A. y j.m. de B.A.E.D. y de la expedición San Telmo.
 16.30 - 18.30 Estación bentónica de profundidad en Bahía Sur.
 18.30 - 21.30 Estaciones planctónicas en estrecho Bransfield y Decepción.
 22.00 - 24.00 Traspaso del material del San Telmo del Buque militar chileno Genekeo al Hespérides.

Día 19 Tiempo Mar calma. Nevada copiosa

- 00.00 - 01.30 Reunión en el Genekeo de los dos comandantes, j.c. y coordinadora bentos, j.m de B.A.E. y B.A.A. de Decepción.
 05.00 - 08.30 Estaciones bentónicas en Bahía Walker.
 08.30 - 10.00 Estación planctónica en Bahía Sur.
 10.00 - 13.00 Inmersión en Bahía Sally (islotos Raquelia).
 13.30 - 14.15 Estación planctónica en Bahía Falsa.
 12.00 - 20.00 Dragados continuos durante toda la tarde en Bahía Walker y profundidad de Bahía Sur.
 22.00 - 24.00 Recepción de los científicos a la tripulación del buque.

Día 20 Tiempo Mar gruesa a mar arbolada. Claro

- 00.00 - 06.30 Navegación para trabajo de ecosondación en Bahía Walker y Sur.
 07.00 - 08.00 Estación planctónica en Bahía Sur.
 08.00 - 18.30 Estaciones bentónicas de terminación de muestreo y pruebas con el muestreador Box corer.
 18.30 - 24.00 Capeo de temporal en zona interna de Bahía Sur cuando se podía.
 21.00 - 22.50 Navegación para trabajo de ecosondación en Bahía Walker y Sur.

Día 21 Tiempo Marejadilla. Claro-oscuro

- 07.00 - 15.30 Estaciones planctónicas en Bahías Sur, Falsa, Bransfield y Decepción.
 15.00 - 16.30 Buceo enfrente de Caleta Balleneros.
 15.00 - 18.00 Transporte material de B.A.E. de la isla Decepción al B.I.O. Hespérides.
 17.00 - 18.00 Bajada de bandera y cierre de la B.A.E. de la isla Decepción.
 18.00 - 24.00 Salimos de la isla Decepción rumbo al Sur, atravesando el estrecho de Bransfield.

Día 22 Tiempo Mar calma. Luminosidad

- 00.00 - 09.00 Se alcanza el Estrecho de Garlache y el canal de Neumaier.
 09.00 - 11.00 Buceo enfrente de la base chilena Yelcho, recogiendo muestras para estudio sustancias bioactivas.
 11.00 - 24.00 Atravesamos el estrecho de Bismarck hasta alcanzar el estrecho de Matha, pasando entre las islas Adelaida y Watkins.
 Se cruza el paralelo 66°33'S a las 24.00 del día 22 de febrero en longitud 67° 26'W.

Día 23 Tiempo Mar gruesa (viento del NE). Encapotado

- 00.00 - 06.00 En la costa occidental de los islotes Sillard, al N de la B. Hanusse, buscamos lugares de muestreo para buceo.
 06.00 - 12.00 Inmersión en el pack de los islotes Sillard, en la bahía Hanusse (66° 36'30" S y 67°32'26" W).
 12.00 - 24.00 Ponemos rumbo al Norte para volver por el camino trazado.

Día 24 Tiempo Marejada. Encapotado

- 00.00 - 16.00 Atravesamos el estrecho de Garlache y seguimos por el estrecho de Crocket en dirección a la isla Livingston.
 16.00 - 18.40 Estación planctónica en el estrecho de Bransfield y en Bahía Sur.
 18.00 - 24.00 Recogida y cierre de las B.A.E.L. y B.A.E.B.

Día 25 Tiempo Fuerte marejada a mar gruesa (NW). Cubierto

- 00.00 - 06.00 Salimos de Bahía Sur y vamos a recoger a los geógrafos al refugio de Copper Mine que se encuentra en la isla Robert.
 06.00 - 09.00 Vamos camino del Pasaje de Drake.
 09.00 - 24.00 Atravesamos el E. de Drake con 33 personas además de los científicos de BENTART 94 y tripulación del Hespérides.

Día 26 Tiempo Fuerte marejada. Nuboso

- 00.00 - 21.00 Continuamos en el estrecho de Drake.
 21.00 - 24.00 Llegamos a la isla de Cabo de Hornos y sube a bordo un práctico chileno.

Día 27 Tiempo Mar calma. Sol

- 00.00 - 00.35 Por el canal de Beagle llegamos a Puerto Williams donde baja el primer práctico y sube otro.
 05.00 - 14.00 Siguiendo el canal pasamos por Usuaia, La Pataia y los glaciares de la cordillera Darwin.
 14.00 - 19.00 Canal O'Braien, Canal Ballenero y entramos en el Pacífico por el paso occidental.
 19.00 - 24.00 Canal de la Unión, Canal Brecknock, Canal Cockburn y entramos en el Canal Magdalena.

Día 28 Tiempo Buena mar. Sol

- 00.00 - 00.04 Navegación rumbo norte por el Canal hasta circunvalación con el estrecho de Magallanes.
 04.00 - 11.00 Isla Dawson, Fuerte Bulnes, Puerto del Hambre, Agua Fresca, Punta Guayrabo, y finalmente Punta Arenas.

6. FICHA TÉCNICA

Nombre de la campaña: BENTART 94

Proyectos de la Campaña:

- "Estudio de la fauna y flora bentónica de los fondos de la bahía Sur de la isla Livingston".
- "Desacoplamiento entre producción primaria y heterotrófica en el Océano Antártico: causas y consecuencias".
- "Substancias bioactivas de ecosistemas marinos antárticos".

Número de referencia del proyecto básico: ANT93-0996 CICYT

Organismo financiador:

Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT), Plan Nacional I + D

Organismo responsable de la campaña:

Instituto Español de Oceanografía

Organismos y centros participantes:

- ESTADO MAYOR DE LA ARMADA:
- Centro de Buceo de la Armada, Cartagena y Cádiz.
- CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS:
- . Centro de Estudios Avanzados, Blanes.
- . Instituto Ciencias del Mar, Barcelona.
- . Instituto Productos Naturales, La Laguna.
- INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA
- . Centro Costero de Málaga.
- . Centro Costero de Cádiz.
- . Centro Costero de Santander.
- UNIVERSIDAD DE ALICANTE
- . Dpto. de Ciencias Ambientales.
- . Dpto. de Taller de Imagen.
- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA BARCELONA
- . Dpto. de Biología Animal.
- UNIVERSIDAD DE BARCELONA
- . Dpto. de Biología Animal.
- UNIVERSIDAD DE MÁLAGA
- . Dpto. de Biología Animal.
- . Dpto. de Biología Vegetal.
- UNIVERSIDAD DE MURCIA
- . Dpto. de Biología Animal y Ecología.
- UNIVERSIDAD DEL PAÍS VASCO
- . Dpto. Biología Animal y Genética.
- UNIV. SEVILLA
- . Dpto. Fisiología y Biología Animal.
- UNIV. SANTIAGO
- . Dpto. Biología Animal.
- UNIVERSIDAD DE VIGO
- . Dpto. de Recursos Naturales.
- UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN (Chile)
- . Dto. de Zoología
- UNIVERSIDAD DE SANTIAGO (Chile)
- . Dpto. Química.
- ALFRED WEGENER INSTITUT, Berlín (Alemania)

Buque: Buque Militar de Investigación Oceanográfica Hespérides
Comandante: CF Víctor Quiroga Martínez

Fechas: 4/02/94 a 24/02/94

Salida: 5/02/94

Tránsito vuelta: 25/02/94 a 28/02/94

Lugar de salida: Isla del Rey Jorge (Antártida)

Lugar de llegada: Punta Arenas (Chile)

Coordinadores de los proyectos:

Ana Ramos, IEO, Málaga
Susana Agustí, CEAB, Blanes
José Darías, IPN, La Laguna

Jefe científico:

L. Ignacio Olaso, IEO, Santander

Área de trabajo: isla Livingston, isla Decepción, Antártida

7. PARTICIPANTES EN LA CAMPAÑA BENTART 94

NOMBRE INVESTIGADORES	DEPARTAMENTO	CENTRO PERTENENCIA	ESPECIALIDAD
AGUSTÍ, Susana	Centre Estudis Avançats	C.S.I.C. Blanes	Plancton
BALLESTEROS VAZQUEZ, Manuel	Biología Animal	Univ. Barcelona	Bentos
BAUSÁ CARDELLACH, Luis	Estado Mayor de la Armada	C.B.A.	Buceo
DARIAS JEREZ, José Sebastián	Instituto Productos Naturales	C.S.I.C. La Laguna	Bioquímica
FLORES MOYA, Antonio	Biología Vegetal	Univ. Málaga	Algas
GARCÍA GOMEZ, José Carlos	Fisiología y Biología Animal	Univ. Sevilla	Bentos
GARCÍA RASO, José Enrique	Biología Animal	Univ. Málaga	Bentos
LORENZO ARRIVI, Elías	Estado Mayor de la Armada	C.B.A.	Buceo
MANRIQUEZ LANDOFF, Mario	Instituto Ciencias del Mar	C.S.I.C. Barcelona	Electr.
MARCOS DIEGO, Concepción	Biología Animal y Ecología	Univ. Murcia	Bentos
MARTINEZ, NEUS	Centre Estudis Avançats	C.S.I.C. Blanes	Plancton
MOYA MONTOYA, José Antonio	Taller de imagen	Univ. Alicante	Imag&Son
MOYANO GONZALEZ, Hugo Iván	Zoología	Univ. Concepción	Bentos
MUNILLA LEÓN, Tomás	Biología Animal	Univ. Autón. Barcelona	Bentos
MURA, María Paula	Centre Estudis Avançats	C.S.I.C. Blanes	Plancton
OLASO TOCA, Luis Ignacio	Centro Oceanogr. Santander	Inst. Esp. Oceanografía	Bentos
PEREZ RUZAFÁ, Angel	Biología Animal y Ecología	Univ. Murcia	Bentos
RAMIL BLANCO, Francisco José	Recursos Naturales	Univ. Vigo	Bentos
RAMOS ESPLÁ, Alfonso Angel	Ciencias Ambientales	Univ. Alicante	Bentos
RAMOS MARTOS, ANA	Centro Oceanogr. Malaga	Inst. Esp. Oceanografía	Bentos
RAUSCHERT, Martin	Alfred Wegener Institut	Mus. Zoológ. Berlin	Bentos
SAIZ SALINAS, José Ignacio	Biología Animal y Genética	Univ. País Vasco	Bentos
SAN MARTÍN BARRIENTOS, Aurelio	Química	Univ. Chile Santiago	Bioquímica
SANMARTÍN GÓMEZ, Francisco	Estado Mayor de la Armada	C.B.A.	Buceo
SATTA, María Paola	Centre Estudis Avançats	C.S.I.C. Blanes	Plancton
SOBRINO YRAOLA, Ignacio	Centro Oceanográfico Cadiz	Inst. Esp. Oceanografía	Inform.
URGORRI CARRASCO, Victoriano	Biología Animal	Univ. Santiago	Bentos
VIDONDO, Beatriz	Centre Estudis Avançats	C.S.I.C. Blanes	Plancton

Agradecimientos

BENTART 94 ha sido una campaña muy complicada, en la que han participado un elevado número de centros de investigación y en la que se han desarrollado trabajos muy diversos, muchos de los cuales se han realizado por primera vez a bordo del Hespérides. Son muchas las instituciones y personas que han cooperado, y sin su colaboración y tiempo dedicado no habría sido posible la consecución de ésta campaña, por lo que deseamos expresar nuestro reconocimiento de ayuda prestada.

En primer lugar queremos expresar, en nombre de los 25 científicos participantes, nuestro agradecimiento a la dotación del B/O Hespérides sin cuya ayuda y dedicación no se hubiesen podido resolver las numerosas dificultades acontecidas a lo largo de la campaña, ni conseguir todos los objetivos. Es de destacar la buena disposición y profesionalidad del C.F. D. Victor Quiroga, quien, además de ser un excelente estratega, consiguió que todos nos sintiéramos como en casa.

Agradecemos a todas las Instituciones participantes, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Universidades y Centro de Buceo de la Armada, su buena disposición al ceder el material técnico y humano necesario para un mejor aprovechamiento de la campaña. Mención especial merece el C.F. D. Ramón Jáudenes. En éste contesto destacamos la labor realizada por el Instituto Español de Oceanografía, que ha puesto sus recursos y organización para el desarrollo del proyecto de bentos antártico, siendo muy meritoria y sacrificada la labor del personal del Laboratorio de Fuengirola en la gestión de BENTART 94. Se agradece el soporte financiero de la Secretaría General del Plan Nacional I + D por la confianza dada a los proyectos, y particularmente al Dr. D. Enrique Tortosa y al Dr. D. José Ignacio Díaz, Jefe de Equipamiento del Hespérides, su constante interés y preocupación.

No podemos olvidar la buena aportación realizada por la Embajada de España en Santiago de Chile que, junto al Instituto Antártico Chileno, posibilitaron el tránsito de nuestra pesada carga por este país. Así mismo recordaremos la emotiva acogida que nos dispensaron a nuestra llegada los integrantes de la base uruguaya, la hospitalidad de la Base Argentina de Decepción, y en especial nos queda un grato recuerdo de nuestros compañeros de las Bases Españolas Gabriel de Castilla y Juan Carlos I, por su cordialidad y por los momentos de relax que nos han hecho pasar, tanto en las bases como en el trayecto de vuelta hasta Punta Arenas.

El último agradecimiento va dirigido a todos nuestros compañeros científicos nacionales y extranjeros, que han contribuido con su experiencia, humanidad y amistad, al buen clima reinante a bordo.

Ignacio Olaso
Jefe Científico
de BENTART 94

Ana Ramos Martos
Coordinadora del Proyecto
Bentos Antártico

ANEXO 1

INFORME PRELIMINAR DEL PROYECTO
"Desacoplamiento entre producción primaria
y secundaria en el Océano Antártico: causas
y consecuencias" (información de la
coordinadora del proyecto)

ANEXO 1

INFORME PRELIMINAR DEL PROYECTO
"Desacoplamiento entre producción primaria
y secundaria en el Océano Antártico: causas
y consecuencias" (información de la
coordinadora del proyecto)

CAMPAÑA BENTART-94

Informe preliminar del proyecto:

"Desacoplamiento entre producción primaria y secundaria en el océano Antártico: causas y consecuencias"

(Centro de Estudios Avanzados de Blanes, CSIC)

realizado durante la campaña BENTART-94 a bordo del BIO-Hespérides.

El presente informe resume el trabajo de muestreo y experimental realizado durante la campaña. Los resultados de los muestreos y experimentos realizados están todavía en una fase muy preliminar y no serán completamente analizados hasta la llegada a nuestro centro de investigación. Durante la campaña sufrimos un importante retraso en la realización de algunos de los análisis programados (ej. espectros de distribución de tamaños de partículas, absorción de la luz por el material particulado, etc..) debido al mal funcionamiento de algunos de los aparatos del laboratorio.

El objetivo principal del proyecto era comprobar la hipótesis de que la situación de elevada disposición de nutrientes inorgánicos y baja concentración de clorofila a (HNLC) descrita para el plancton del Océano Antártico es una consecuencia del lento desarrollo de la sucesión planctónica en este Océano.

Esta hipótesis se pretendía comprobar de forma jerárquica combinando medidas "in situ" con manipulaciones de organismos planctónicos en condiciones experimentales.

Medidas in situ

La variación temporal de la producción primaria y secundaria del plancton en aguas Antárticas se ha estudiado en 5 estaciones muestreadas con diferente frecuencia:

- estación 1, diaria. Situación: bahía Sur (Isla Livingston).
- estación 2, cada dos días. Situación: bahía Falsa (Isla Livingston).
- estación 3, cada tres días. Situación: Puerto Foster (Isla Decepción).
- estación 4, cada tres días. Situación: 62° 49' 00" S, 60° 26' 30" W
- estación 5, cada tres días. Situación: 62° 52' 00" S, 60° 24' 36" W

Las estaciones se muestrearon periódicamente desde el 5 hasta el 21 de Febrero, y tras el desplazamiento del buque al Círculo Polar Antártico se volvieron a muestrear las estaciones 1 y 5 el día 24 de Febrero.

En las estaciones se realizó:

- Perfil de CTD (hasta 100 m) y fluorescencia.
- Recogida de muestras de agua con la rosette, en botellas Niskin, en 5 profundidades.
- Pesca vertical de zooplancton.
- Medida del espectro de Irradiación submarino (espectroradiómetro).

Las muestras de agua y plancton recogidas en los muestros se utilizaron para la realización de los siguientes análisis:

- Concentración de Clorofila a.
- Concentración de Bacterias.
- Biomasa de microheterótrofos.
- Biomasa de fitoplancton.
- Biomasa de zooplancton.
- Concentraciones de nutrientes inorgánicos en el agua (Nitrato, Fosfato y Silicato).
- Producción primaria.
- Respiración de la comunidad planctónica.
- Espectros de absorción de luz por las partículas.
- Espectros de distribución de tamaños de las partículas.
- Tasas de mortalidad del fitoplancton mediante técnicas enzimáticas.
- Tasas de división celular del fitoplancton mediante técnicas microscópicas de tinción del DNA.
- Contenido proteínico del plancton.

Medidas Experimentales.

A) Experimentos "in situ".

La evaluación de las tasas específicas de crecimiento del fitoplancton (y de bacterias), y de las tasas de pérdidas de estos organismos se realizó mediante utilización de cultivos de plancton en bolsas de diálisis. Los cultivos in situ en membranas de diálisis permiten mantener las condiciones de T^a, iluminación y el acceso a los nutrientes, sin embargo previenen de la presión de predación y sedimentación (pérdidas de la población).

Para su realización se colectaron periódicamente muestras de agua de las estaciones 1, 2 y 3 coincidiendo con los muestreos regulares (muestreo con botellas Niskin). El plancton se filtró en el laboratorio del barco por mallas de distinto poro y se introdujo en bolsas de diálisis. Los cultivos en las bolsas de diálisis se colocaron en jaulas de plástico y ésta se engancharon en boyas fondeadas (15-20 m) en las estaciones de muestreo 1, 2 y 3.

El plancton se cultivó "in situ" durante frecuencia variable de 2 a 6 días. Se realizaron un total de 20 incubaciones in situ.

Agradecemos a la tripulación de las Zodiacs del BIO-Hespérides su colaboración en la puesta y recogida de boyas y cultivos.

Desgraciadamente las boyas colocadas en la Isla Decepción se perdieron debido a condiciones meteorológicas adversas, siendo recuperada solamente una de las boyas con cultivos.

B) Experimentos en el laboratorio del barco.

Al comenzar la campaña se muestreó agua superficial (70 litros) durante el 1º muestreo en la estación de Bahía Sur (Estación 1). El plancton recogido en este muestreo se incubó en el laboratorio por triplicado a 6 temperaturas diferentes (0, 5, 10, 15, 20 y 25 °C) con iluminación artificial ($190 \mu\text{MPhot. m}^{-2} \text{s}^{-1}$) y ciclo día-noche (19 horas de luz y 5 horas de noche).

Los cultivos se muestrearon diariamente para analizar:

- Variación de la concentración de Clorofila a.
- Tasas de absorción de nutrientes por el fitoplancton
- Duración de la fase de latencia
- Máximo crecimiento del fitoplancton

Y además cada dos días para analizar:

- Respuesta del crecimiento bacteriano
- Composición de la comunidad fitoplanctónica
- Variación del cociente C:N en el plancton

Informe sobre los aparatos del laboratorio.

Autoanalizador SKALAR

Se encontró una de las palancas de apertura de la bomba peristáltica reparada con pegamento, y aunque se nos advirtió de su fragilidad, al abrirla se volvió a fragmentar por el mismo sitio, siendo ya inutilizable el resto de la campaña. Se fundieron las cuatro bombillas de los fotómetros y fueron sustituidas por repuestos. Asimismo, faltaba un "desburbujador" en el canal del nitrito que se creía ya venía incorporado en el equipo. Esto creó una problemática en la puesta en marcha del aparato. Aparte de estos puntos, el aparato se encontró en buen estado.

Espectrofotómetro UVIKON 940.

No funcionó. Al utilizarlo por primera vez el aparato indicaba ERROR 01, se procedió a apagarlo y volverlo a encender según indica el manual de instrucciones pero no se corrigió el error. En el manual se indica que si este error persiste se avise a un técnico especializado.

Agradecemos a la Dra. Estrada el préstamo de un espectrofotómetro, aunque algunos análisis espectrales no se pudieron realizar en este aparato.

Titroprocesador METROHM.

Se encontró el electrodo de redox roto y reparado, pero funcionó correctamente durante la campaña. La barra metálica que sujeta el electrodo, desaparecida en la campaña anterior, se encontró en una estantería del laboratorio. No encontramos ningún problema con respecto a la impresión de datos.

Fluorímetro continuo.

No se utilizó.

Fluorímetro discreto.

Aunque se pudo utilizar durante la campaña, presentó el mismo problema observado en la campaña Ecoantar- 94.

Coulter Counter.

No funcionó. Al instalarlo se comprobó que no aspiraba la muestra y al revisarlo se observó una fisura en el manómetro. Se procedió a su embalado. Se recomienda que sea revisado por un técnico especializado.

Espectrofluorímetro Shimadzu.

Funcionó correctamente. Sin embargo se observa un mal funcionamiento de la disketera del ordenador Tandom que opera el aparato.

Espectroradiómetro LII800UW.

Funcionó correctamente. Agradecemos al Dr. Granata la hoja resumen de uso del espectroradiómetro.

Al utilizar por primera vez el transformador para conectar la interfase a la red, éste se quemó. Se utilizó el cable de conexión a la red (230 V) para recargar la batería.

Al finalizar la campaña, el aparato se guardó con la batería recargada. El manual explica que aunque no se utilice el espectroradiómetro, la batería se consume a los dos meses y se pueden borrar los ficheros de calibración. Es posible que ésto ocurra cuando el aparato llegue a Cartagena si no se recarga la batería en este tiempo.

Al igual que el Dr. Granata, aconsejamos la mejora del sistema de transporte del sensor y del cable de este aparato, ya que precisa ser trasladado periódicamente desde cubierta al laboratorio.

Centrífuga Heraeus.

Funcionó correctamente. Se recomienda revisar los cierres de la tapa ya que están descompesados y se precisa hacer gran presión para que cierre.

Incubador Heraeus.

Funcionó correctamente.

ANEXO 2

INFORME TÉCNICO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS
DEL B.I.O. HESPÉRIDES EN LA CAMPAÑA
"BENTART 94"

INFORME TÉCNICO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DEL B/O HESPÉRIDES, CAMPAÑA "BENTART 94"

"BENTART 94" ha sido la primera campaña enfocada al estudio del bentos que se ha realizado a bordo del B.I.O. Hespérides. La metodología de trabajo y las operaciones desarrolladas en este tipo de expediciones son diferentes a las utilizadas en las campañas de geofísica y oceanografía llevadas a cabo por el buque con anterioridad. Por esta razón a lo largo de la misma se han puesto en evidencia una serie de problemas y deficiencias de diferente envergadura, que con un espíritu totalmente constructivo queremos exponer en este informe, a fin de que, siempre que técnica y económicamente sea posible, se corrijan para las próximas campañas de este u otros proyectos.

A la luz de esta primera experiencia resulta obvio deducir que no intervinieron biólogos especialistas en bentos en la planificación técnica inicial del Hespérides. El uso de muestreadores biológicos de arrastre y recogida del fondo, tiene una serie de exigencias, fáciles y poco costosas, de tener en cuenta en un barco en construcción.

El Hespérides parece que se ha construido para que no se pueda realizar este tipo de maniobras y en el momento actual no sabemos cuales de estas deficiencias pueden ser subsanadas. Esperamos que se haga el mayor y mejor esfuerzo en solucionar éstas graves deficiencias, ya que el barco ha supuesto una inversión pública fuerte y es una pena que no sea absolutamente polivalente.

Hemos distinguido unas cuestiones prioritarias, referentes a las maniobras de los aparejos, que son las que se describen en primer lugar en los puntos 1 a 3, y otra serie de temas accesorios, que se han agrupado en los apartados 4 y 5.

1. POPA

1.1. Rampa de popa

El Hespérides no dispone de rampa de popa. Sobre todo con condiciones de mala mar, izar un artefacto cargado que se balancea en el aire sobre las cabezas del personal, aun estando trincado, es una operación francamente peligrosa. Una rampa de popa hace fácil y segura cualquier maniobra de largado y recogida de rastras y dragas pesadas. Sabemos, porque este es un tema que ya se ha planteado en otras ocasiones, que es un problema irresoluble, que tendría que haber sido tenido en cuenta durante la construcción del buque. Es una lástima.

1.2. Pórtico de popa

El pórtico de popa, por donde han de ser maniobrados todos los muestreadores de arrastre, tiene poca altura y es muy pequeño. Esto impide el manejo de dragas de cierta envergadura, idóneas por otro lado para ser arrastradas por un buque de la potencia del Hespérides. El uso de muestreadores menudos resultaría algo ridículo, a la vez que un desaprovechamiento de las capacidades del barco.

En el caso de las dragas de ancla y de roca, los muestreadores de arrastre empleados en la campaña "BENTART 94", la altura del pórtico ha permitido, aunque con dificultades, la maniobra de virada, que es la mas complicada, con ayuda de la grúa de popa situada a estribor. Las pruebas efectuadas con box-corer que había en el buque, con vistas a su utilización en la próxima campaña, también han resultado muy complicadas, por la misma razón, necesitando que el mar se encuentre completamente plano.

El empleo de la draga de arrastre Agassiz (fig. 4) cuyo marco y red son de dimensiones muy superiores, puede resultar excesivamente difícil, si no imposible, aun maniobrando con pórtico y grúa conjuntamente. Ya que en la campaña de 1995 este aparato ha de ser empleado para el muestreo de epifauna, consideramos imprescindible la realización de una pequeña campaña de un par de días, en la que un equipo de media docena de investigadores, embarcase en el Hespérides para ver la viabilidad de su utilización.

1.3. Cubierta de popa

La cubierta de popa o toldilla está llena de material de otras campañas en cubierta, y se dispone de poco espacio libre para realizar las maniobras de recogida, izado y vaciado del arte, sobre todo cuando es necesaria la utilización combinada de pórtico y grúa. Ya para la campaña de prueba, con vistas a la próxima expedición, sería imprescindible el despeje de la zona de popa, ocupada casi totalmente por un enorme carretel que impide las labores del tamizado y lavado de las muestras e incluso la visibilidad completa de la toldilla desde la central de maniobras. operatividad en la cubierta.

2. CHIGRES

Al no disponer el buque de carreteles idóneos para el arrastre por popa, los aparejos se han maniobrado con el chigre geológico. Ni la potencia motriz del mismo, ni la resistencia del cable, de 16 mm de diámetro, resultan suficientes para un arrastre de fondo.

Por un lado la potencia es escasa ya que en el caso del arrastre de una draga mediana como la de roca durante varios minutos, el cable patina en cuanto la tensión se eleva. Suponemos que este tema no tiene solución, a menos que se instalase otro chigre idóneo para maniobras de arrastre. Con respecto al grosor del cable, aunque afortunadamente no hemos tenido roturas en la campaña, es necesario que para las operaciones de arrastre se utilice al menos uno de 20 mm de diámetro. Creemos que este problema estará resuelto para la próxima campaña, ya que se va a cambiar el cable.

No obstante las medidas de seguridad habrían de extremarse. En caso de tensión excesiva del cable o de enganche durante el arrastre que pudiese ocasionar la rotura del mismo, el riesgo de accidentes para el personal es muy alto. Estas inseguridades podrían paliarse al menos equipando a este chigre con dinamómetros provistos de alarma que trabajen cuando la draga está arrastrando.

3. CENTRAL DE MANIOBRAS

En el sitio que está se puede dirigir toda la maniobra, pero falta la visualización de las ecosondas, fundamental en todo arte de arrastre.

4. OTRAS MODIFICACIONES MENORES

El tamizado, sobre todo en cubierta, ha sido una tarea muy dura, debido a la naturaleza fangosa de los sedimentos, predominante en el área. Sería necesario fabricar una estructura fija, de aluminio por ejemplo, para instalar 2-3 columnas de tamizado, en una zona de la cubierta resguardada, que permitiera el trabajo en posición erguida. Se podría estudiar cual sería el área mas conveniente, teniendo en cuenta que habría de ser accesible a las mangueras de agua de mar y permitir la eliminación fácil de cubierta de los sedimentos procedentes del lavado de las muestras. Consideramos que:

1 Sería necesario disponer de otra manguera de presión de agua de mar en este mismo sitio. Esto aligeraría enormemente las pesadas labores de tamizado.

2 Las tomas de agua de mar de los fregaderos de la vía húmeda y laboratorio deberían tener presión.

3 Los desagües de las piletas del laboratorio, sobre todo el adosado a la mesa de triado, deberían ser mas anchos, o bien llevar un triturador, porque han sufrido numerosos atascos a lo largo de la campaña.

. Se necesita mas luz sobre la mesa, un par de tubos fluorescentes por ejemplo, ya que la que hay ahora no es suficiente para la separación idónea del material.

. Teniendo en cuenta la importancia de la separación a bordo de los distintos residuos, sería muy cómodo disponer, tanto en vía húmeda como en el laboratorio, de algún tipo de contenedores, fijos, y rotulados, donde colocar las bolsas de basura.

. En vía húmeda se deberían instalar percheros para los trajes de frío y algún lugar adecuado para dejar las botas de trabajo.

. Una de las embarcaciones neumáticas debería ir provista de una toldilla para protección de aparatos delicados (GPS portátil, monitor del robot, etc..). El video submarino se podría utilizar desde estas embarcaciones y no desde el mismo Hespérides, con lo que se evitarían accidentes del calibre de los de este año.

. Sería conveniente que existiese algún sistema de comunicación a través del ascensor, para avisar del envío de muestras, pues este artefacto ha demostrado a lo largo de la campaña su gran utilidad.

5. ESTADO GENERAL DEL MATERIAL

Suponemos que por ser la nuestra una de las últimas campañas, hemos notado un descuido grande tanto del material almacenado en pañoles y bodega, como de las instalaciones propias del barco. Hemos encontrado algún embalaje roto, lleno de agua con el material que iba dentro irrecuperable.

No parece que los equipos de científicos que van embarcando y desembarcando sucesivamente tengan miramiento con el material ajeno. Se debería exigir mas en este punto a todos los investigadores, haciéndoles conscientes del tema.

RESUMEN DE OPERACIONES REQUERIDAS

. Arrastrar por el fondo muestreadores epibentónicos (draga Agassiz o arte de puertas), y suprabentónicos (trineo o patín).

. Control constante y regular del funcionamiento del arrastre y del fondo. Exactitud de la velocidad del barco a menos de 3 nudos, y de las situaciones puntuales.

. Necesidad de que los muestreadores de fondo y de aguas medias se puedan dirigir bien desde un sólo sitio (puente, central de maniobras, laboratorio de sondas).

MEJORÍAS SUGERIDAS

. Adaptación del laboratorio húmedo a las necesidades de trabajos de bentos descritas anteriormente.

. Reconversión de los chigres para manejarlos con los muestreadores de fondo con garantías.

. Modificación del portico de popa y adaptación de los chigres para utilización de muestreadores de arrastre y de recogida de sedimento de tamaño con relación al barco.

. Sistema de telemetría acústica (nettsonder) que nos indique como arrastran los patines o los artes (abertura de puertas, equilibrio del muestreador, etc).

. Monitores repetidores para dominar desde un mismo sitio (puente o central de operaciones) todos los controles que hay en el puente, la central de maniobras y el laboratorio de sonda, que sean necesarios para conocer el estado y funcionamiento de los muestreadores arrastrados.

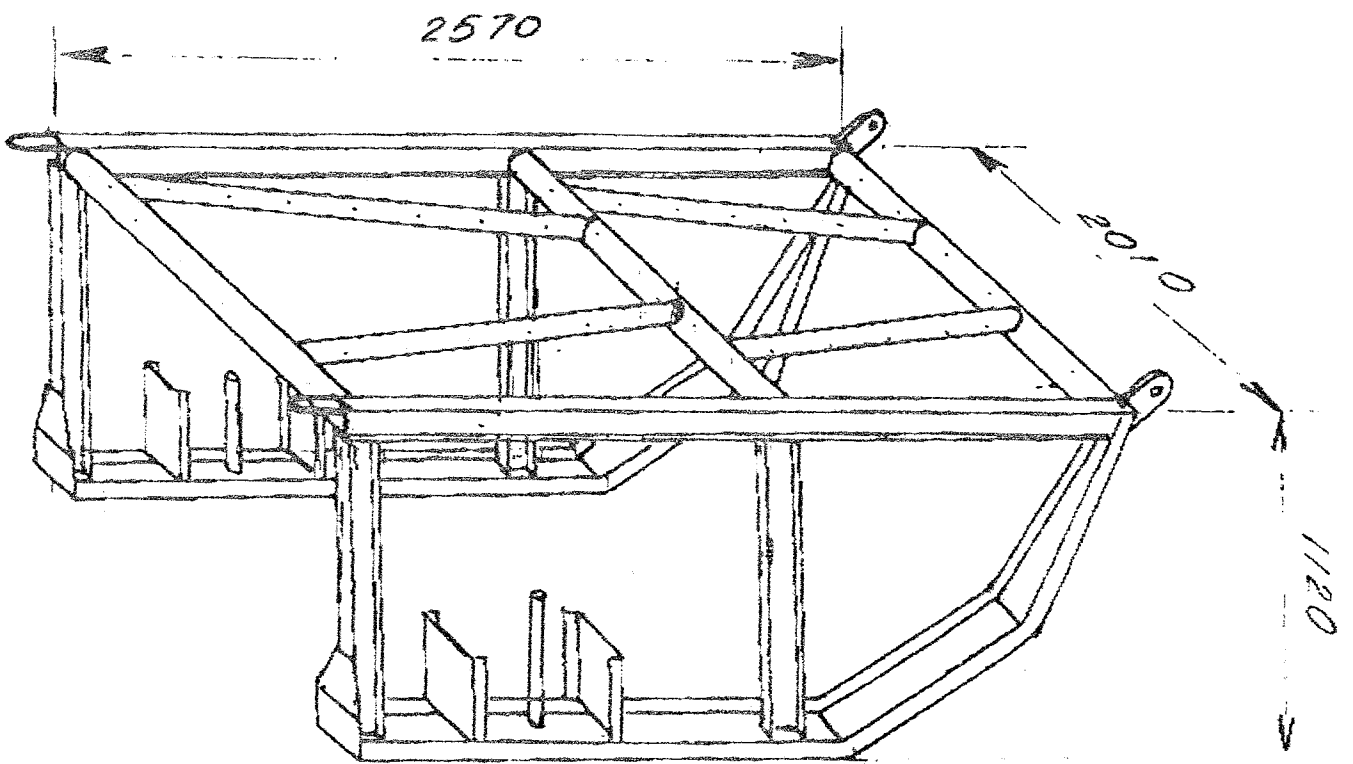


Fig. 4.- Bastidor del patín de arrastre Agassiz