



MINISTERIO  
DE ECONOMIA Y  
COMPETITIVIDAD

SECRETARÍA DE ESTADO  
DE INVESTIGACIÓN DESARROLLO E  
INNOVACION

DIRECCIÓN GENERAL  
DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y  
TÉCNICA

SUBDIRECCIÓN GENERAL  
DE PROYECTOS DE  
INVESTIGACIÓN

## SOLICITUD DE BUQUE OCEANOGRÁFICO PLAN DE CAMPAÑA

### DATOS DEL INVESTIGADOR PRINCIPAL:

Investigador principal: Fiz Fernández Pérez

Organismo: CSIC

Centro: Instituto de Investigaciones Marinas

Dirección: Eduardo Cabello 6

Teléfono: 986 231930

Fax: 986292762

E-mail: fiz.perez@iim.csic.es

### DATOS DEL PROYECTO:

Título del proyecto: **Biennial Observation of Carbon, Acidification, Transport and Sedimentation in the North Atlantic (BOCATS)**

Coordinador del proyecto:

### PLAN DE CAMPAÑA.

Documento de formato libre en el que se describirá con suficiente detalle el plan de campaña, adjuntando uno o varios mapas detallados así como todas las coordenadas de aquellos lugares en que se desarrolle la labor.

### RESUMEN DEL PLAN DE CAMPAÑA (máximo 10 líneas)

La campaña consta de una sección principal de hidrología para la determinación de las corrientes que controlan el flujo de calor, agua, carbono natural y antropogénico en el Atlántico Norte. Esta sección se repetirá por novena vez desde el año 1997 lo que permitirá conocer la variabilidad interanual y decenal de la circulación en el Atlántico Norte. Además a lo largo de la sección y en una estación al día se realizarán muestreos de sedimentos en los que se analizarán, entre otras variables,  $\text{CaCO}_3$  y carbono orgánico que servirán para determinar los flujos de carbono entre la columna de agua y los sedimentos. El tiempo total previsto es de 43 días computados con una previsión de velocidad del buque de 8 nudos.



## PLAN DE CAMPAÑA

La campaña BOCATS tiene como objetivo el evaluar los **transportes de agua, sal, calor, carbono natural y antropogénico**, otros trazadores biogeoquímicos y determinar los **flujos de carbono entre la columna de agua y el sedimento** a lo largo de una sección que se viene repitiendo desde 2002 (<http://www.ifremer.fr/lpo/ovide/>) y que es parte de los programas internacionales GOSHIP (<http://www.go-ship.org/CruisePlans.html>) y CLIVAR/IOPCC (véase figura inferior). Estos programas permiten coordinar las diferentes acciones en el Atlántico. Los estudios de la variabilidad en el giro subpolar a partir de una sección hidrográfica que se integrará en las bases de datos del CLIVAR, IOPCC y CARINA, ha venido siendo objeto de estudio en los proyectos europeos CARBOOCEAN (<http://www.carboocean.org/>) y CARBOCHANGE (<http://carbochange.b.uib.no/>) y en el proyecto del Plan Nacional CATARINA.

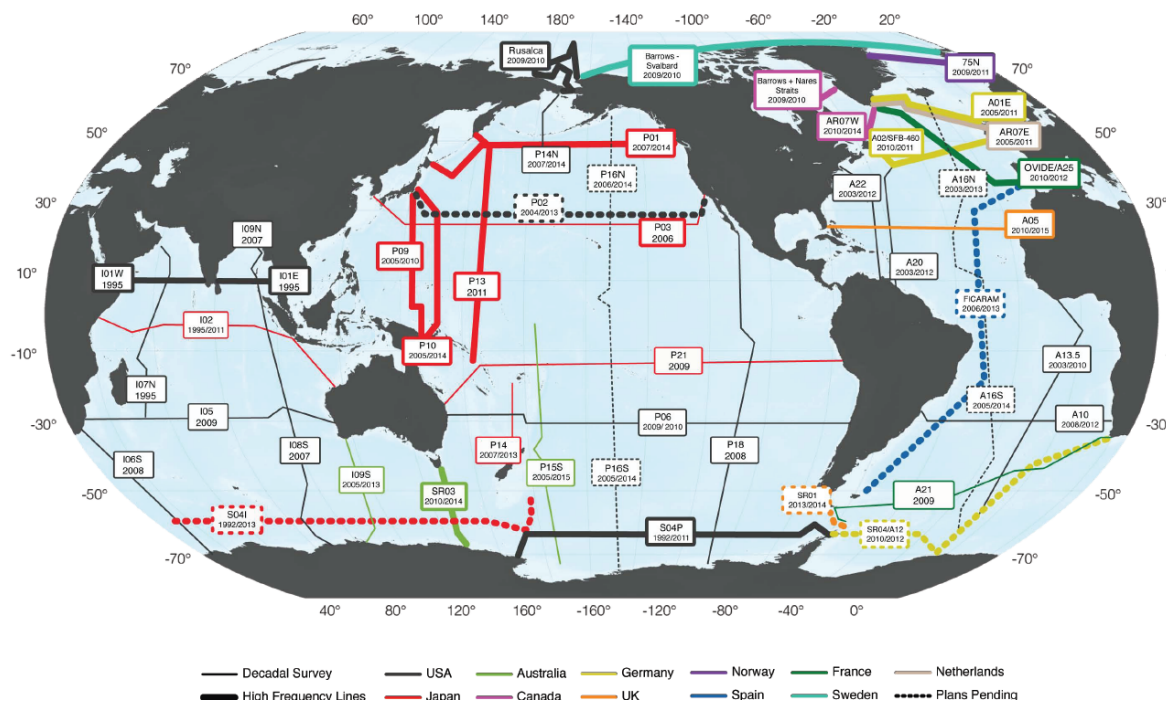
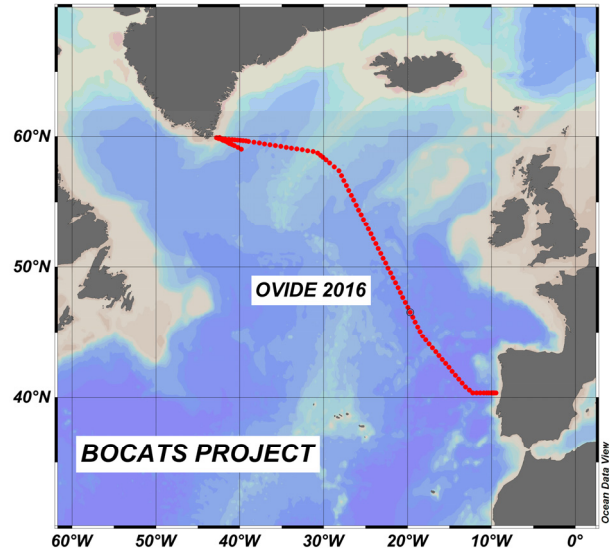


Fig 1.- Mapa de los crucesos previsto en GO-SHIP



La sección OVIDE (Figura 2) deberá tener la resolución espacial necesaria para la posterior obtención de un campo de velocidades fiable. Durante **OVIDE 2016** se realizarán un total de 113 estaciones hidrográficas con una profundidad media de 4000 metros y separadas entre sí unas 30 millas náuticas (véanse las tablas al final del documento). Esta resolución se aumentará, en regiones de batimetría somera. Se obtendrán perfiles de CTD hasta el fondo y se cerrarán botellas oceanográficas para análisis químicos. Además de las 113 estaciones programadas, se realizarán tres estaciones de prueba: la primera (Test-00) para comprobar el funcionamiento del CTD y de la roseta. La segunda (Test-0) para realizar un ejercicio de reproducibilidad de la toma de muestra y de los análisis de las diferentes variables medidas a bordo donde se cerrarán todas las botellas oceanográficas a un mismo nivel profundo. Al finalizar la campaña y de regreso al puerto de Vigo se hará una estación profunda donde se cerrarán todas las botellas a un mismo nivel con objeto de realizar nuevamente el ejercicio de reproducibilidad (Test-Fin, tabla 1).



Se utilizará un *Lowered Acoustic Doppler Current Profiler* (LADCP) equipado en la roseta del CTD, que requiere de personal específico, y supondrá un gran avance en la posterior determinación de los transportes de masas de agua a través de las secciones y la interacción de las aguas de fondo con los sedimentos. Los perfiles de LADCP son analizados conjuntamente con los datos de los ADCPs que van instalados en el propio buque, para optimizar las observaciones de corrientes y minimizar las incertidumbres en el modelo inverso que determina las velocidades geostroficas en toda la columna de agua y a la postre evaluar la recirculación meridional (MOC en inglés) a lo largo de toda la sección, la cual es el objeto de estudio en el proyecto.

En cada estación hidrográfica se realizará un perfil de CTD con sensores duplicados de temperatura y salinidad, sensores adicionales de oxígeno disuelto, fluorescencia y turbidez. Además dispondrá de un LADCP para poder observar el perfil de corrientes hasta el mismo fondo oceánico. Se cerrarán 24 botellas Niskin durante la subida para la toma de agua para el análisis de:

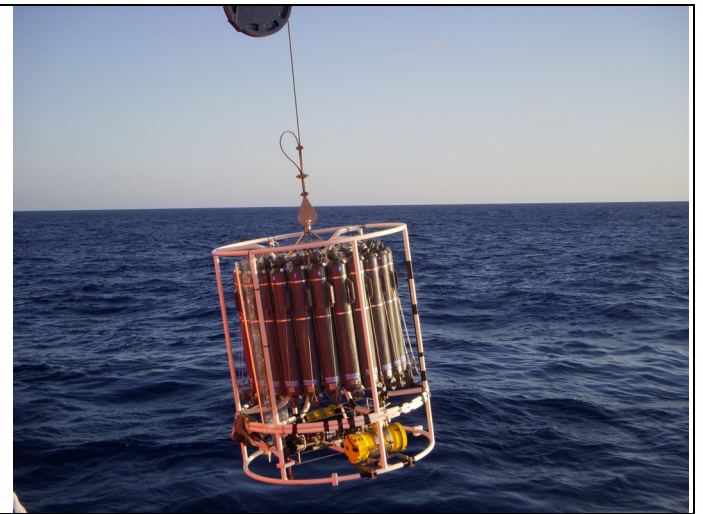
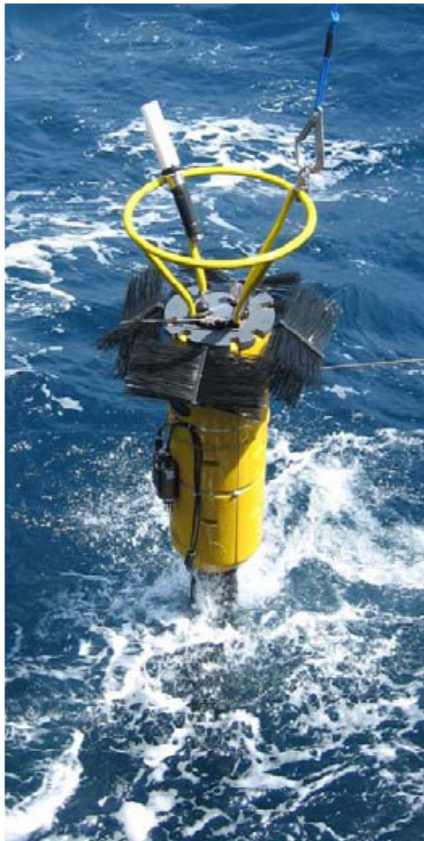
- 1.- Clorofluorocarbonos
- 2.- Oxígeno disuelto
- 3.- Alcalinidad, carbono inorgánico total, pH, carbono orgánico disuelto (DOC siglas en inglés).
- 4.- Sales nutrientes,  $N_2O$
- 5.- Salinidad
- 6.- Adicionalmente, como en las campañas anteriores y debido a la especificidad del mar de Irminger se recogerán muestras de  $^{13}C$  y  $^{18}O_2$ . Que permiten evaluar los aportes de agua dulce de distintos orígenes.

En cada estación de la región del Irminger se realizará un perfil con el equipo VMP (Vertical Microstructure Profiles). Este equipo de una longitud de 3 m y 170 kg de peso mide a alta frecuencia



(512 Hz) las fluctuaciones de la velocidad, temperatura y conductividad en un perfil vertical descendente (max 5500 m). La disipación de la energía cinética turbulenta se obtiene a partir de esta medidas y la disipación de la varianza de los trazadores son parámetros importantes que caracterizan la mezcla diapícnica de los océanos. El perfilador está equipado con una sonda CTD SBE. El instrumento desciende de manera autónoma a una velocidad media de 0.7 m/s. El perfilador libera su lastre a una presión predeterminada por el utilizador. Si por alguna causa este mecanismo falla, una corrosión química del mecanismo del lastre actúa después de algunas horas. Este equipo será puesto a disposición por el grupo LPO (IFREMER).

Fig 2.- Derecha: Rosetta CTD con LADCP con 24 botellas de 12 litros para muestreo hidrográficos. Abajo: Despliegue del perfilador vertical de microestructuras. Abajo a la derecha: Lanzamiento de una boya Argos.



Dentro del programa de boyas ARGO (<http://www.argo.ucsd.edu/>), en el que España también colabora, está previsto durante la campaña el lanzamiento de un conjunto de unas 20 boyas (aproximadamente cada 5 estaciones). Esta operación solo demanda unos 20 minutos una vez finalizada la estación.





MINISTERIO  
DE ECONOMÍA Y  
COMPETITIVIDAD

SECRETARÍA DE ESTADO  
DE INVESTIGACIÓN DESARROLLO E  
INNOVACION

DIRECCIÓN GENERAL  
DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y  
TÉCNICA

SUBDIRECCIÓN GENERAL  
DE PROYECTOS DE  
INVESTIGACIÓN

En una de cada 3 estaciones (aproximadamente una al día) se realizará un muestreo de los sedimentos superficiales mediante box-corer, o alternativamente, multicorer con el fin de analizar posteriormente en tierra diversos parámetros sedimentarios (tamaño de grano, textura y composición elemental, así como contenido en carbono orgánico y  $\text{CaCO}_3$ ). Los sedimentos recuperados en cada estación serán submuestreados utilizando 3-4 tubos de PVC. Al menos dos de ellos serán a su vez submuestreados a bordo a intervalos continuos de 1 cm de espesor. Uno de los tubos se reservará intacto para, una vez en tierra, ser radiografiado y fotografiado y para analizar las propiedades físicas del sedimento y su composición elemental.

Durante esta campaña se necesitan 21 plazas para las tareas que debajo de describen:

<b>Tareas</b>	<b>Nº Científicos/Técnicos</b>
Jefe de Campaña	1
Perfiles CTD-O <sub>2</sub>	3 científicos (tres turnos de 8 horas)
ADCP y LADCP	1 científico (análisis in situ de los datos recogidos)
Microestructura y Argo	2 científicos (Perfiles VMP y lanzamiento boyas Argo)
Muestreo CFCs, N <sub>2</sub> O, DOC	2 científicos
Medidas de Nutrientes a bordo	3 científicos (tres turnos de 8 horas)
Medidas pH, alcalinidad y CO <sub>2</sub>	3 científicos (tres turnos de 8 horas)
Medidas de Oxígeno y Salinidad	2 (análisis y muestreo)
Medidas de superficiales	1 científico (control y calibración de los sistemas en continuo)
Sedimentos superficiales	3 científicos



Tabla 1. Posiciones de la sección OVIDE 2016

Estación	Latitud (°N)	Longitud (°E)	Bottom	Estación	Latitud (°N)	Longitud (°E)	Bottom
Test-00	42.000	-9.117	114	57	53.640	-25.240	3568
Test-0	41.283	-9.733	3393	58	54.018	-25.529	3068
1	40.334	-9.463	155	59	54.387	-25.830	3057
2	40.334	-9.645	389	60	54.762	-26.121	3610
3	40.337	-9.768	822	61	54.762	-26.121	3610
4	40.334	-9.801	1340	62	55.149	-26.411	3379
5	40.334	-9.877	2555	63	55.506	-26.708	3234
6	40.332	-9.942	3396	64	55.883	-26.998	2746
7	40.334	-10.034	3511	65	56.256	-27.296	2720
8	40.333	-10.300	3897	66	56.630	-27.589	2752
9	40.334	-10.572	4360	67	57.012	-27.881	2612
10	40.332	-10.905	4848	68	57.380	-28.172	2466
11	40.331	-11.339	5096	69	57.674	-28.724	2130
12	40.331	-11.774	5212	70	57.969	-29.278	2223
13	40.332	-12.213	5251	71	58.209	-29.726	2179
14	40.334	-12.221	5261	72	58.411	-30.103	1582
15	40.553	-12.638	5301	73	58.550	-30.367	1443
16	40.787	-13.100	5335	74	58.727	-30.696	1342
17	41.084	-13.487	5345	75	58.845	-31.269	1665
18	41.384	-13.891	5344	76	58.910	-31.913	1854
19	41.682	-14.278	5336	77	58.975	-32.555	2284
20	41.981	-14.673	5330	78	59.041	-33.193	2276
21	42.281	-15.063	5306	79	59.101	-33.834	2485
22	42.580	-15.460	5055	80	59.166	-34.476	2924
23	42.884	-15.852	4204	81	59.233	-35.113	3100
24	42.884	-15.852	4204	82	59.299	-35.763	3095
25	43.183	-16.246	5130	83	59.363	-36.398	3117
26	43.478	-16.637	4174	84	59.427	-37.038	3112
27	43.777	-17.026	4008	85	59.492	-37.679	3040
28	44.076	-17.426	3778	86	59.559	-38.318	2928
29	44.377	-17.817	4854	87	59.624	-38.960	2795
30	44.674	-18.211	4820	88	59.654	-39.279	2846
31	45.052	-18.504	4764	89	59.685	-39.599	2658
32	45.419	-18.795	4565	90	59.705	-39.920	2717
33	45.794	-19.086	4513	91	59.724	-40.253	2272
34	46.170	-19.384	4602	92	59.740	-40.583	2550
35	46.541	-19.676	4479	93	59.757	-40.907	2035
36	46.918	-19.969	4497	94	59.772	-41.296	1845
37	47.291	-20.264	4514	95	59.798	-41.729	1722
38	47.663	-20.560	4352	96	59.797	-42.004	1190
39	48.037	-20.853	4452	97	59.809	-42.235	891
40	48.037	-20.853	4452	98	59.819	-42.317	306
41	48.410	-21.141	4333	99	59.830	-42.527	225
42	48.787	-21.433	4075	100	59.898	-42.769	178
43	49.158	-21.727	4428	101	59.887	-42.707	170
44	49.534	-22.019	4195	102	59.869	-42.652	184
45	49.904	-22.313	4004	103	59.853	-42.588	189
46	49.904	-22.313	4004	104	59.905	-42.398	230
47	50.282	-22.608	4131	105	59.770	-42.193	1591
48	50.645	-22.898	3741	106	59.700	-42.000	1795
49	51.028	-23.200	3934	107	59.653	-41.792	1879
50	51.402	-23.485	3268	108	59.561	-41.486	2128
51	51.771	-23.785	3866	109	59.467	-41.235	2360
52	52.149	-24.075	3914	110	59.379	-40.935	2588
53	52.520	-24.359	3610	111	59.292	-40.658	2748
54	52.892	-24.657	3624	112	59.166	-40.237	2929
55	53.265	-24.948	3536	113	59.025	-39.816	4483
56	53.640	-25.240	3568	Test-Fin	59.492	-37.679	3040