

Informe nº 06

Actualizado el 5/03/2003

Primera estimación del impacto producido por el vertido del Prestige en las comunidades demersales y bentónicas de la plataforma continental de Galicia

Realizado por: Francisco Sánchez¹, Santiago Parra², Alberto Serrano¹ y Francisco Velasco¹

Con la colaboración de: A. Punzón, I. Frutos, R. Gancedo, J. Fontenla, J. Barrado, P. Abaunza, J.L. Gutiérrez, R. Gancedo y M. Blanco

¹IEO, Centro Oceanográfico de Santander; ²IEO, Centro Oceanográfico de La Coruña

1. INTRODUCCIÓN

Con motivo de la catástrofe del *Prestige* el IEO organizó dos campañas para estimar el estado de las comunidades de los fondos de la plataforma de Galicia y sus recursos pesqueros. La primera de ellas ([PRESTIGE-PLATAFORMA 1202](#)), se realizó con el B/O *Cornide de Saavedra*, en diciembre del 2002, y la segunda ([PRESTIGE-PLATAFORMA 0103](#)), se realizó con el B/O *Vizconde de Eza*, perteneciente a la Secretaría General de Pesca Marítima (MAPyA) en enero de 2003. En esta última participó además el equipo de geología de la SGPM, que aportó una información muy valiosa basada en cartografía multihaz para poder acometer los estudios previstos.

En estas campañas se realizaron muestreos con diferentes sistemas complementarios para poder cuantificar los diferentes compartimentos del ecosistema de fondo (infauna, epifauna y megafauna) y conocer el estado de sus comunidades durante el período crítico de la catástrofe, imprescindible para su posterior seguimiento en el tiempo. Los resultados obtenidos y presentados en este informe están basados en la combinación de datos de las dos campañas.

2. HIPÓTESIS DE TRABAJO

Las manchas de los derivados del petróleo producen en su trayectoria antes de llegar a la costa numerosos impactos, que se pueden resumir en desoxigenación del agua, déficit de N y P y biodegradación en superficie, con una gran mortalidad de organismos planctónicos por intoxicación y/o aglutinación. Al mismo tiempo, como resultado de la evaporación y disolución de parte de los componentes del fuel, queda una fracción de materiales y partículas más densas que el agua. Este conjunto de materiales tóxicos sedimenta en el fondo y puede impactar sobre las comunidades bentónicas y demersales de la plataforma, pudiendo producir un efecto cascada a través de la red trófica.

Los primeros organismos afectados en el fondo son los suspensívoros y detritívoros, base de la cadena trófica de las comunidades bentónicas y demersales de la plataforma. En el ecosistema del fondo, la mayor parte de la producción procedente del detritus se canaliza a través del plancton suprabentónico, los pequeños crustáceos y los poliquetos hacia los niveles tróficos superiores (Sánchez y Olaso, 2002). Estos grupos detritívoros son los que van a desencadenar en el ecosistema el principal efecto en cascada tipo *bottom-up*. Las consecuencias de este impacto pueden ser graves y es necesario realizar una primera evaluación de su importancia. El siguiente eslabón afectado en la cadena trófica serían los pequeños peces demersales (bacaladilla, faneca plateada, espáridos, etc.) y los peces bentónicos (gallos, salmonetes, cucos, etc.). Por último, y a más largo plazo, pueden llegar los efectos a los peces ictiófagos, como merluza, rape, etc. Muchas de estas especies tienen extraordinaria importancia comercial y forman parte del consumo humano.

3. OBJETIVOS

1. Estimación del impacto producido por el vertido del *Prestige* en las comunidades demersales y bentónicas en fondos blandos comprendidos entre 70 y 500 m en la plataforma continental de Galicia, teniendo como referencia en situación de impacto 0 la campaña de estimación de recursos pesqueros DEMERSALES 2002 realizada en octubre en la zona afectada. Estas comunidades están sometidas a una explotación pesquera considerable y sostienen la economía de numerosas localidades costeras de Galicia.
2. Estudio de la ecología trófica de las principales especies de peces demersales y bentónicos y comparación con los resultados de la campaña DEMERSALES 2002. Presencia de derivados del fuel en los estómagos y/o presas.

4. METODOLOGÍA

4.2. Estudio de las especies de fondo

Se incluye aquí el estudio de los principales integrantes de las comunidades de fondo (infauna, epibentos, suprabentos y megafauna bentónica y demersal). Para cuantificar estas comunidades y teniendo en cuenta el escaso tiempo disponible de barco se diseñó una estrategia de muestreo basada en estaciones situadas en tres estratos de profundidad, A (70-120 m), B (121-200 m) y C (201-500 m) y dos sectores geográficos, 1 Miño-Finisterre (MF) y 2 Finisterre-Estaca (FE). Estos estratos se corresponden con los utilizados en la serie histórica de campañas de fondo (desde 1980) y constituyen las principales fronteras batimétricas que estructuran las comunidades demersales y bentónicas (Sánchez, 1993; Sánchez y Serrano, en prensa; Serrano *et al.*, en prensa). Al mismo tiempo, al usar las mismas estaciones de la campaña realizada en octubre de 2002 se podría estimar si las diferencias encontradas en la distribución, abundancia y estructura de las comunidades son significativas. En total, combinando las dos campañas, se efectuaron 27 estaciones de fondo (figura 1). En cada una de las estaciones se realizaron:

- 1 CTD
- 7 *box corer* (5 infauna, 1 granulometría y materia orgánica y 1 contaminación)
- 1 arrastre de bou de vara (epibentos)
- 1 arrastre de baca (megafauna bentónica y demersal)

Dependiendo del tiempo disponible y del estado de la mar se realizaron en algunas estaciones muestreos con el trineo suprabentónico (4) y con el trineo fotogramétrico (5).

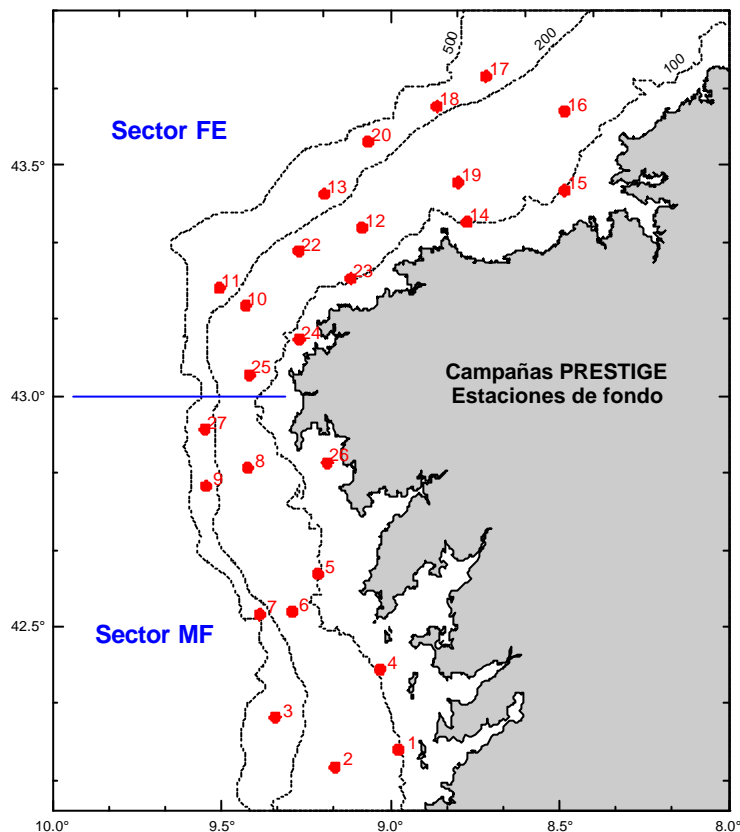


Figura 1. Estratificación y posición de las estaciones de fondo.

4.2.1. Infauna

En estas campañas se ha utilizado una draga *box corer* tipo Bouma con una superficie de muestreo de 0,0175 m². Este muestreador se ha utilizado con éxito en el estudio del efecto del vertido del petrolero *Aegean Sea* sobre las comunidades infaunales sublitorales de las rías de La Coruña, Ferrol y la plataforma continental adyacente (López-Jamar *et al.*, 1996).

Para el estudio de las comunidades infaunales se tomaron 5 muestras (superficie de muestreo = 0,0875 m²) en cada estación; este tamaño de muestra se consideró adecuado para obtener una buena información de la composición y de la estructura de la comunidad, y está basado en un estudio de área mínima de muestreo realizado en la Ría de La Coruña (López-Jamar y Mejuto, 1985). Las muestras para el estudio faunístico se tamizaron a bordo con una malla de 0,5 mm, excepto en la estación 12 en la que se utilizó una malla de 1 mm (sedimento muy

grueso). En una de las muestras para infauna se realizó un muestreo en tres niveles diferentes (0-5, 5-10 y 10-15 cm) para determinar la distribución vertical de la infauna en el sedimento.

También se recogieron muestras de sedimento para estimar el contenido orgánico del sedimento y realizar el análisis granulométrico, así como para determinar la concentración de hidrocarburos totales en el sedimento (ver [informe 02](#)), siendo todas ellas congeladas a bordo hasta su posterior procesamiento. Además, se recogió otra muestra para la determinación del potencial Redox, que se realizó por medio de un electrodo Redox combinado y un pHmetro portátil en *cores* recién extraídos. Se realizaron medidas a tres niveles del sedimento: 0-1, 3-4 y 6-7 cm de profundidad.

4.2.2. Suprabentos

El trineo suprabentónico es el sistema más efectivo para muestrear las comunidades suprabentónicas. Consiste en un armazón de acero inoxidable al que están acopladas dos redes de plancton de 3 m de longitud y de 0,5 mm de apertura de malla. Al final de cada red va acoplado un colector de material plástico. En la boca de la red superior va fijado un flujómetro. La superficie de muestreo de las redes es de 0,450 m² la red inferior y de 0,225 m² la red superior. El trineo se arrastra por el lecho marino mediante un cable de acero de una longitud aproximada del triple de la profundidad de la estación para asegurar un arrastre constante por el fondo.

4.2.3. Comunidades epibentónicas

Se utilizó un bou de vara diseñado por los investigadores del equipo de bentos del Centro Oceanográfico de Santander (IEO). Este arte presenta unas características excelentes como muestreador de pequeños organismos bentónicos, dado que es posible cuantificarlos utilizando el método de área barrida. Su abertura horizontal es de 350 cm y la vertical de 65 cm; dispone de una luz de malla de 10 mm. Se posiciona en el fondo mediante un sistema Scanmar que en tiempo real informa de su profundidad y la distancia al fondo. Una vez en el fondo se realiza un arrastre efectivo de 15 minutos de duración, situando la estación utilizando un GPS diferencial y manteniéndose una velocidad constante de 2,5 nudos mediante un programa informático de monitorización del arrastre. Durante las campañas la distancia media recorrida sobre el fondo con el bou de vara fue de $1246 \pm 32,1$ metros y el área barrida media por lance de 4362 m². Se realizaron un total de 26 estaciones válidas con este sistema de muestreo, cuya situación se ofrece en la figura 1. Se obtuvieron pesos y número de individuos de todas las especies capturadas por lance.

4.2.4. Megafauna y especies comerciales

El arte tipo boca 44/60 utilizado está dirigido principalmente a la cuantificación de la biomasa y estructura de tallas de las poblaciones de peces demersales y bentónicos que habitan la zona. Es un sistema de muestreo definido y estandarizado siguiendo los protocolos del IBTS WG del ICES (*International Bottom Trawl Surveys*). Se realizaron un total de 23 lances válidos de 30 minutos, coincidentes con otros realizados previamente en la zona durante la campaña DEMERSALES 2002 (octubre 2002), que a su vez servirán de blanco en situación de impacto 0. Para la obtención de los índices de abundancia de la campaña de octubre (que tiene mejor cobertura que las PRESTIGE) sólo se utilizaron los lances que se repitieron después de la catástrofe. La distancia media recorrida sobre el fondo con la boca durante las campañas fue de $2721 \pm 24,3$ metros. El área barrida media por lance fue de 54 411 m². Se obtuvieron pesos

y número de todas las especies capturadas por lance y distribuciones de tallas de todas las especies de peces y de la cigala.

4.3. Relaciones tróficas

Para estudiar el posible impacto del vertido sobre las relaciones tróficas de las principales especies de peces demersales de la plataforma gallega, se compararon los resultados de los análisis de contenidos estomacales entre las dos campañas realizadas con posterioridad al accidente del *Prestige* y los datos obtenidos durante la campaña DEMERSALES 2002, escogiendo los lances coincidentes en la misma área.

En todas las campañas se utilizó la misma metodología basada en el análisis volumétrico a bordo de los contenidos estomacales mediante el uso de un trofómetro, metodología utilizada normalmente en las campañas de evaluación de recursos demersales realizadas anualmente en esta zona (Olaso, *et al.*, 1998, Velasco y Olaso, 1998).

5. RESULTADOS

5.1. Comunidades de fondo

Se ofrecen los primeros resultados de los análisis desglosados en infauna, comunidades epibentónicas, megafauna y especies comerciales.

5.2.1. Infauna

Durante las dos campañas se muestrearon un total de 15 estaciones para el estudio de las comunidades infaunales y las características sedimentológicas, coincidiendo con las estaciones donde se realizaron arrastres de baca y arrastres de bou de vara (en el punto medio del arrastre). En la tabla 1 se detalla la situación de las estaciones muestreadas y los diferentes parámetros medidos.

Tabla 1. Situación de las estaciones muestreadas y número de muestras de las diferentes variables medidas. Niveles A, B y C: para estudio de la distribución vertical de la infauna (A: 0-5 cm; B: 5-10 cm; C: 10-15 cm); MO/PHI/Hb: muestra para el estudio del contenido orgánico, granulometría y concentración de hidrocarburos en el sedimento.

Estación	Fecha	LatitudN	LongitudW	Prof. (m)	Nº de muestras			
					Infauna	Niveles	MO/PHI/Hb	Redox
1	16/12/02	42° 14,7'	8° 58,8'	102	5	A, B	1	1
2	16/12/02	42° 11,9'	9° 10,2'	155	4	A, B, C	1	-
4	17/12/02	42° 24,7'	9° 02,5'	96	5	-	1	-
5	18/12/02	42° 36,7'	9° 13,7'	101	5	A, B, C	1	1
6	18/12/02	42° 30,2'	9° 17,1'	138	5	A, B	1	1
8	19/12/02	42° 51,9'	9° 25,6'	157	5	A, B	1	1
10	20/12/02	43° 11,0'	9° 26,8'	166	5	A, B, C	1	1
12	21/12/02	43° 21,2'	9° 05,0'	155	5	A, B, C	1	1
14	21/12/02	43° 21,6'	8° 45,4'	88	5	A, B	1	1
15	15/01/03	43° 26,54'	8° 28,70'	91	5	A, B	1	1
16	16/01/03	43° 35,52'	8° 32,03'	150	5	A, B, C	1	1
19	17/01/03	43° 28,12'	8° 46,87'	148	5	A, B, C	1	1
23	18/01/03	43° 14,16'	9° 07,51'	90	5	A, B	1	1
24	19/01/03	43° 07,78'	9° 16,12'	72	5	A, B	1	1
26	22/01/03	42° 51,39'	9° 11,59'	60	5	A, B, C	1	1

En la tabla 2 se relacionan los valores del contenido de materia orgánica y las características granulométricas del sedimento de las estaciones muestreadas. Los tipos sedimentarios en todas las estaciones muestreadas están dominados por las arenas finas o muy finas y por los fangos de plataforma, excepto en la estación 26, a 60 m de profundidad, caracterizada por un sedimento de arena gruesa con conchilla y bajo contenido orgánico. El contenido orgánico varía entre valores bajos (entre 1,14 % de la estación 15 a 2,93 % de la estación 24) y moderados (entre 3,04 % de la estación 16 a 4,17 % de la estación 19). El diámetro medio de partículas oscila entre los 0,163 mm (arena fina) en la estación 6 y los 0,041 mm (fango) de la estación 15 (excepto en la estación 26, de arena gruesa, que alcanza 1,06 mm). La selección del sedimento varía entre pobre (estaciones 1, 4, 14, 16, 19 y 26) y moderadamente buena (est. 2 y 6).

Tabla 2. Variables del sedimento. Símbolos: % M.O.: contenido orgánico; Q_{50} : diámetro medio; Q_{25} : primer cuartil; Q_{75} : tercer cuartil; S_0 : coeficiente de selección; AG: arena gruesa; AF: arena fina; AMF: arena muy fina; F: fango; P: pobre; Mod: moderada; modB: moderadamente buena.

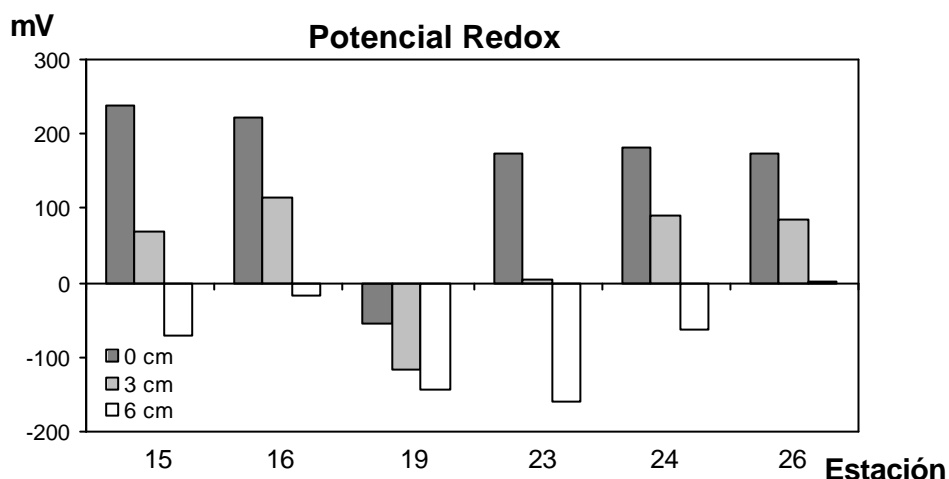
Estación	Tipo	% M.O.	$Q_{50}(\text{phi})$	$Q_{50}(\text{mm})$	$Q_{25}(\text{phi})$	$Q_{75}(\text{phi})$	S_0	Selección	T
1	F	4,07	4,60	0,041	4,00	5,85	1,90	P	14,7
2	AF	3,36	2,62	0,163	2,30	3,02	1,28	modB	-
4	AF	3,40	2,91	0,133	2,45	5,20	2,59	P	-
5	F	3,23	4,11	0,058	3,50	5,08	1,73	Mod	14,6
6	AF	1,85	2,68	0,156	2,37	3,11	1,29	modB	14,7
8	AMF	1,90	3,28	0,103	2,69	3,81	1,47	Mod	14,8
10	AMF	3,12	3,76	0,074	3,30	4,88	1,73	Mod	13,6
12	AMF	2,79	3,28	0,103	3,30	4,88	1,73	Mod	14,6
14	AMF	3,86	3,77	0,073	3,20	5,00	1,87	P	-
15	AF	1,14	2,97	0,128	2,48	3,52	1,43	Mod	13,4
16	AF	3,04	2,95	0,129	2,39	4,30	1,94	P	13,1
19	AMF	4,17	4,00	0,063	2,86	5,73	2,70	P	13,1
23	AMF	3,26	3,02	0,123	2,40	3,89	1,68	Mod	13,8
24	AF	2,93	2,79	0,145	2,35	3,43	1,45	Mod	13,2
26	AG	1,86	-0,09	1,064	-0,58	1,39	1,98	P	12,7

El potencial Redox indica las condiciones químicas de óxido-reducción, que determinan el modo en que se realizan las reacciones de degradación de materia orgánica en el sedimento (Gray, 1981). Valores positivos son característicos de condiciones oxidantes (buen intercambio de oxígeno entre sedimento y el agua libre), mientras que valores negativos son indicadores de condiciones reductoras (acumulación de materia orgánica en superficie y lenta renovación del oxígeno en el agua intersticial), en los cuales predominan los procesos anaerobios de degradación de materia orgánica.

Sólo se ha realizado la medida del potencial Redox del sedimento en la campaña de enero de 2003 y los resultados obtenidos se detallan en la figura 2. Las condiciones de óxido-reducción observadas en las estaciones muestreadas indican una buena oxigenación general de las primeras capas del sedimento, excepto en la estación 19, donde se obtienen valores negativos hasta en superficie. En las estaciones 15, 16, 24 y 26, la variación del potencial Redox con respecto a la profundidad es muy similar, llegando a alcanzar en la estación 15, a 3 cm de profundidad, el valor más alto de potencial negativo del grupo. En la estación 23 se observa una gran oscilación del potencial de óxido-reducción entre la superficie y la medida más profunda, donde se alcanza el valor negativo más alto (-160.7 mV) de todas las muestras analizadas.

Las muestras faunísticas todavía están en proceso de triado, pero cabe destacar una abundancia infaunal relativamente baja (por apreciación visual), que es característica de las comunidades macroinfaunales de plataforma de esta zona en periodo invernal (Tenore *et al.*, 1984). En ninguna muestra obtenida con el *box corer* se ha detectado visualmente la presencia de fúel o de irisaciones típicas de la contaminación por hidrocarburos.

No se han podido muestrear las estaciones del estrato más profundo (200 - 500 m) de la plataforma continental propuesto para estas campañas, debido fundamentalmente al mal estado de la mar y al poco peso del *box corer*.



Figura

2.

Potencial Redox en el sedimento superficial de las estaciones muestreadas.

5.2.2. Suprabentos

Se muestrearon un total de 4 estaciones con el trineo suprabentónico para estudiar las comunidades suprabentónicas de plataforma. En cada estación se realizó un arrastre sobre el lecho marino de 2 a 3 minutos de duración a una velocidad aproximada de 2 nudos, procurando muestrear en las mismas estaciones donde se realizaron arrastres de bacá y arrastres de bou de vara. En la tabla 3 se detalla la situación y profundidad de las estaciones. El estudio taxonómico está aún en proceso.

Tabla 3. Situación de las estaciones muestreadas (inicio y final del arrastre), profundidad y tiempo de arrastre.

Estación	Fecha	Inicio arrastre			Final arrastre			t. arrastre
		Latitud N	Longitud W	Prof. (m)	Latitud N	Longitud W	Prof. (m)	
15	15/01/03	43°26.90'	8°29.48'	97	43°26.97'	8°29.62'	97	2'
16	16/01/03	43°35.96'	8°31.24'	150	43°35.85'	8°31.45'	148	2'
17	16/01/03	43°42.59'	8°43.45'	290	43°42.67'	8°43.50'	290	2'
19	17/01/03	43°27.44'	8°48.79'	150	43°27.42'	8°48.89'	150	3'

5.2.3. Caracterización bionómica de las comunidades epibentónicas

En los 26 muestreos con bou de vara realizados en las dos campañas se han identificado un total de 198 especies pertenecientes a 11 *phylla* (o grupo taxonómico inferior: superclase Crustacea dentro del *phyllum* Artrópodos, *subphyllum* Tunicados dentro del *phyllum* Urocordados, e *infraphylla* Cefalocordados y Condriictios y Osteictios – es decir, Peces dentro del *phyllum* Vertebrata). El grupo mejor representado son los Crustáceos, con 53 especies, seguido de Moluscos (51), Peces (47), Anélidos (17), Equinodermos (14), Cnidarios (10), Tunicados (2) y Cefalocordados, Sipuncúlidos, Nemertinos y Poríferos.

En los análisis cuantitativos se ha extraído de la matriz aquellas especies que no están homogéneamente muestreadas por el bou de vara. Son las especies de comportamiento pelágico (*Polybius henslowi*, *Alloteuthis* sp.) y los peces de mayor capacidad natatoria y menos vinculados al fondo.

Los moluscos el grupo de mayor biomasa media (4662,9 g/lance), seguido de Peces, Crustáceos y Equinodermos (2020,4, 1042,1 y 414,3 g/lance). El resto de grupos presenta pesos muy inferiores. Sin embargo, la composición de la biomasa cambia con los estratos (figura 3). En el estrato A son más claramente dominantes los Moluscos, con unas abundancias masivas (11569,8 g/lance). En el estrato B dominan los Peces (2222,5 g/lance), seguidos de los Moluscos, con biomasa mucho menores que en el estrato anterior (1614,5 g/lance). Por el contrario, en el estrato C los Crustáceos son el taxón dominante en biomasa (1787,5 g/lance), seguidos de Moluscos con una biomasa media similar a la del estrato B (1571,9 g/lance).

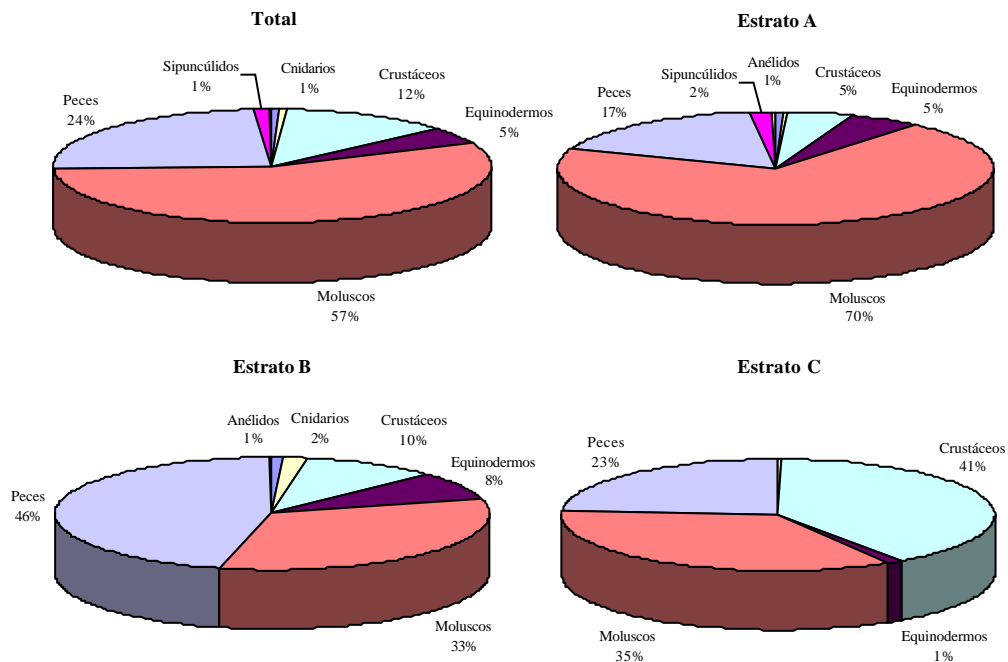


Figura 3. Composición de la biomasa por lance para todo el área y por estratos.

En la Figura 4 se representa la distribución geográfica de las abundancias de los 5 grupos principales. Puede observarse la homogeneidad de los Peces, a excepción de un lance de Rías Bajas (diciembre 2002), frente a la mayor presencia a lo largo del estrato A de Anélidos y Moluscos. Los Equinodermos presentan también una mayor abundancia en el estrato A,

especialmente en el lance menos profundo (50 m, Carnota). Por el contrario los Crustáceos son más abundantes en el borde de plataforma (estrato C).

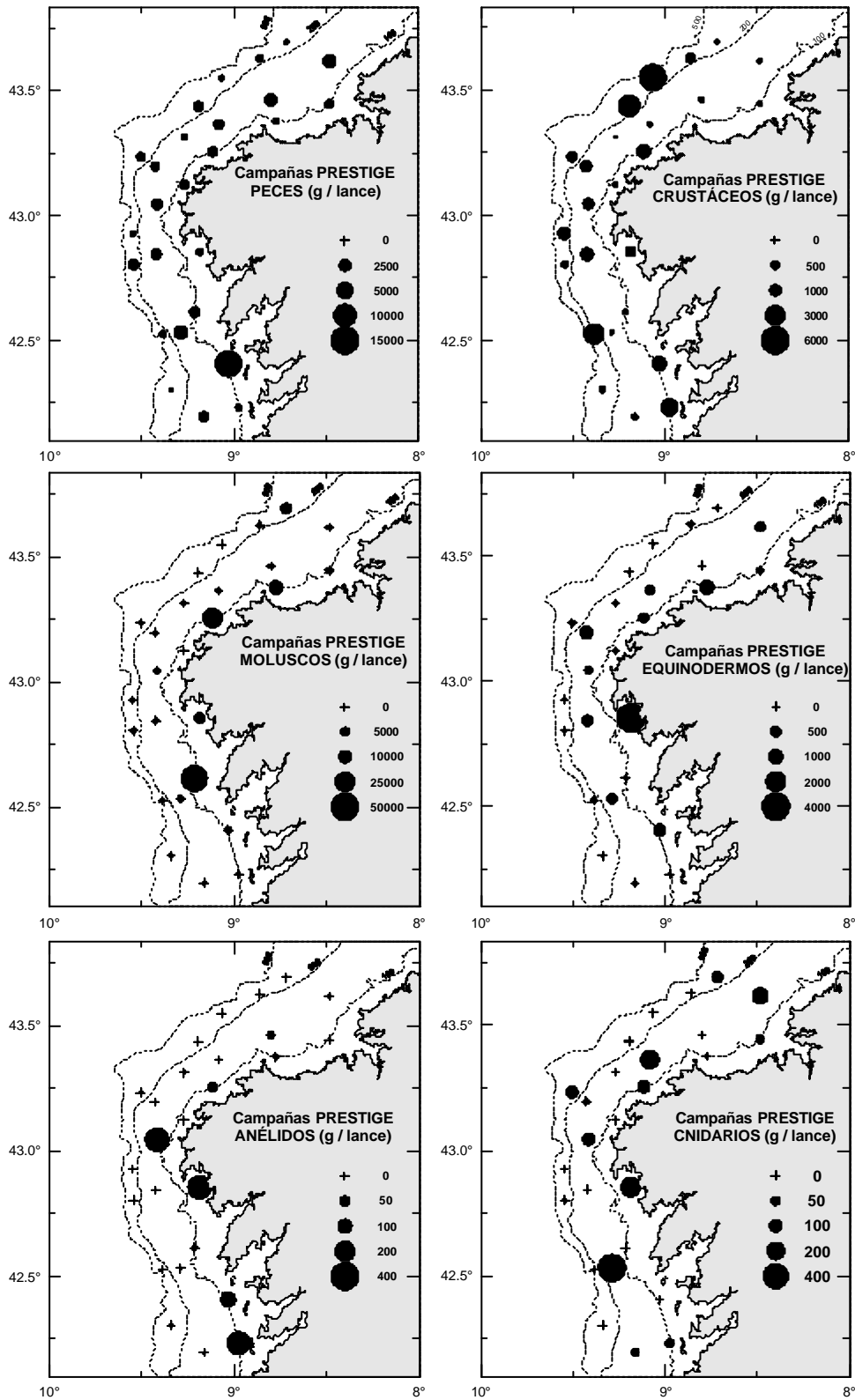


Figura 4. Distribución geográfica de las abundancias de los principales taxones.

Esta distribución de las biomásas es reflejo de las dominancias a nivel de especie (tabla 4). La especie más abundante en biomasa es el molusco *Turritella communis*, seguido de algunos peces pleuronectiformes, como las lenguadillas *Arnoglossus laterna* y *Microchirus variegatus* y el gallo *Lepidorhombus boscii*, y algunos moluscos como el pulpo blanco *Eledone cirrhosa*, el gasterópodo *Neptunea contraria* y el pulpo común *Octopus vulgaris*.

Tabla 4. Especies más abundantes para todo el área de estudio y por estrato en orden descendente de biomasa media (P=g/lance).

Total del área			Estrato A		
Especie	Taxón	P	Especie	Taxón	P
<i>Turritella communis</i>	Moluscos	77183,8	<i>Turritella communis</i>	Moluscos	9645,6
<i>Arnoglossus laterna</i>	Peces	22094,2	<i>Arnoglossus laterna</i>	Peces	1779,8
<i>Eledone cirrhosa</i>	Moluscos	20906,7	<i>Octopus vulgaris</i>	Moluscos	757,5
<i>Microchirus variegatus</i>	Peces	8120,0	<i>Neptunea contraria</i>	Moluscos	525,4
<i>Neptunea contraria</i>	Moluscos	8106,0	<i>Ophiocomina nigra</i>	Equinodermos	486,9
<i>Lepidorhombus boscii</i>	Peces	7960,8	<i>Callionymus lyra</i>	Peces	440,4
<i>Octopus vulgaris</i>	Moluscos	6060,0	<i>Microchirus variegatus</i>	Peces	291,0
<i>Plesionika heterocarpus</i>	Crustáceos	5932,0	<i>Phascoliom strombi</i>	Sipuncúlidos	264,0
<i>Munida intermedia</i>	Crustáceos	5666,6	<i>Hinia reticulata</i>	Moluscos	240,3
<i>Ophiocomina nigra</i>	Equinodermos	3895,3	<i>Liocarcinus depurator</i>	Crustáceos	188,5

Estrato B			Estrato C		
Especie	Taxón	P	Especie	Taxón	P
<i>Eledone cirrhosa</i>	Moluscos	980,9	<i>Eledone cirrhosa</i>	Moluscos	1266,8
<i>Arnoglossus laterna</i>	Peces	839,9	<i>Munida intermedia</i>	Crustáceos	628,2
<i>Microchirus variegatus</i>	Peces	608,5	<i>Plesionika heterocarpus</i>	Crustáceos	587,6
<i>Lepidorhombus boscii</i>	Peces	349,7	<i>Lepidorhombus boscii</i>	Peces	534,8
<i>Neptunea contraria</i>	Moluscos	229,6	<i>Munida sarsi</i>	Crustáceos	362,8
<i>Charonia lampax</i>	Moluscos	204,7	<i>Gaidropsarus macroph,</i>	Peces	213,3
<i>Gaidropsarus macroph,</i>	Peces	161,4	<i>Lophius budegassa</i>	Peces	204,9
<i>Solenocera membranacea</i>	Crustáceos	147,0	<i>Neptunea contraria</i>	Moluscos	204,1
<i>Callionymus maculatus</i>	Peces	117,9	<i>Solenocera membranacea</i>	Crustáceos	88,9
<i>Astropecten irregularis</i>	Equinodermos	93,0	<i>Astropecten irregularis</i>	Equinodermos	60,4

El estrato A también presenta una dominancia del gasterópodo *T. communis*, seguida de varias especies citadas en el párrafo anterior (tabla 4), destacando el equinodermo ofiuoideo *Ophiocomina nigra* (muy abundante en el lance menos profundo, Carnota). En el estrato B domina el pulpo blanco, seguidos de los peces planos citados para el total (*A. laterna*, *M. variegatus*, *L. boscii*) a pesar de que la especie más abundante es el gasterópodo de gran tamaño *Charonia lampax*. También en el estrato C es el pulpo blanco la especie de mayor biomasa media, seguida de diversos crustáceos (los anomuros *Munida intermedia* y *M. sarsi* y el natantia *Plesionika heterocarpus*), que producen una dominancia en biomasa en este estrato del grupo de los Crustáceos.

5.2.3.1. Índices ecológicos

La riqueza media para todo el área ha sido de 33,42 spp/lance (tabla 5). Los sectores-estratos 1A, 1B y 2B presentan riquezas medias mayores a esta media, y el resto inferiores. La biomasa media por lance es de 8,34 kg, con los valores medios más altos en los estratos 1A y 2A. En cuanto a la diversidad de Shannon en biomasa se ha detectado una media total de 2,57. Los estratos más diversos son la 2B y 1B y la de menor valor medio, 2A.

La Figura 5 muestra la distribución geográfica de los índices. Puede observarse la gran homogeneidad en el caso de la riqueza y diversidad en biomasa. Las abundancias en número y biomasa, por el contrario, sí presentan mayores valores en los lances más someros (especialmente frente a las rías de Muros y Laxe).

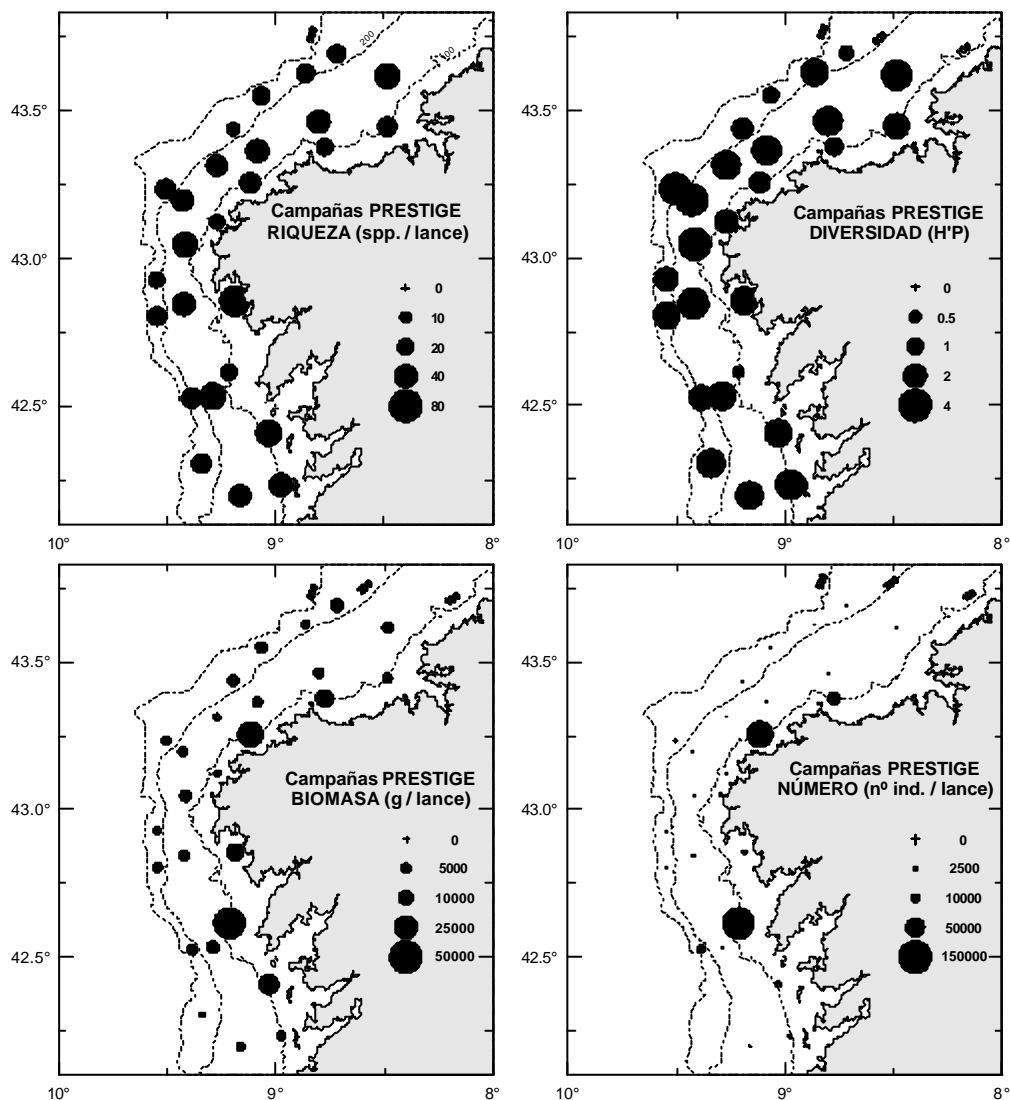


Figura 5. Distribución geográfica de los índices ecológicos de riqueza, biomasa y diversidad.

Tabla 5. Valor medio y desviación estándar (DS) de los índices de riqueza (S), de biomasa (P) y diversidad en biomasa (H'_P), por sector-estrato y para toda la zona.

Sector-	S	DS _S	P (kg)	DS _P	H'_P	DS _{H'P}
1A	45,00	21,15	20,41	17,69	2,38	1,25
2A	24,50	6,76	12,81	12,56	1,84	0,56
1B	42,33	9,45	5,29	2,00	3,15	0,37
2B	40,50	5,21	4,60	1,37	3,42	0,37
1C	26,00	4,97	3,46	1,48	2,54	0,40
2C	23,40	6,27	5,32	2,08	1,97	1,24
Total	33,42	12,87	8,34	9,73	2,57	0,95

5.2.3.2. Análisis de agregación jerárquica

Se aplicó este análisis a la matriz de biomasa de especies-lances. Se utilizó el índice de similitud de Bray-Curtis sobre las biomazas transformadas logarítmicamente. La figura 6 representa el dendrograma resultante y los grupos obtenidos en las sucesivas dicotomías. Las especies que tipifican las dicotomías que producen estos grupos de afinidades faunísticas aparecen en la tabla 6.

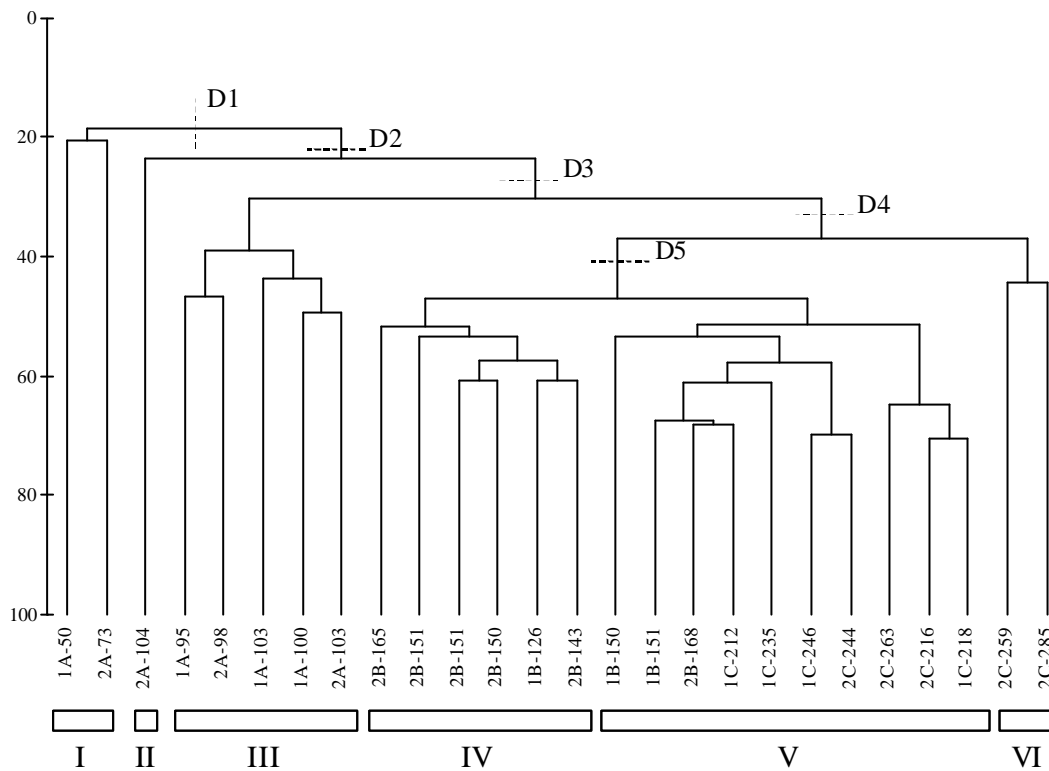


Figura 6. Dendrograma de agregación entre lances. Similitud de Bray-Curtis. Transformación $\ln(1+x)$. Los rótulos representan sector-estrato-profundidad; las dicotomías están representadas con líneas discontinuas. Los grupos obtenidos se representan con las barras inferiores.

La primera dicotomía separa los dos lances más someros (grupo I). Más del 50 % de la similitud interna del grupo I se debe a *Callyonimus lyra*, *Astropecten irregularis*, *Palaemon serratus* y *Dosinia exoleta*. La siguiente separación disgrega un lance del estrato A y sector 2 (grupo II). La dicotomía D3 separa el resto de lances del estrato A (grupo III). El grupo III está tipificado por los peces *A. laterna* y *M. variegatus*, y por los moluscos *E. cirrhosa* y *N. contraria* (40 % de la similitud intergrupo entre las 4 especies). La dicotomía D4 discrimina dos lances (grupo VI, dos de los 3 lances más profundos) del resto. Prácticamente el 75 % de la similitud interna del grupo VI es debido a los peces *L. boscii*, *M. variegatus* y *G. macrophthalmus*, y al crustáceo natantia *Solenocera membranacea*. La siguiente división, dicotomía D5 separa el grupo restante en dos respecto a la cota 150, formando los grupos IV (estrato B de menos de 150) y V (estrato B de más de 150 y estrato C). El grupo IV está caracterizado por *M. variegatus* y *A. laterna*, mientras que el V lo está por *E. cirrhosa* y *L. boscii* (ambos grupos aproximadamente en el 20 % de similitud por esas dos especies).

Tabla 6. Resultados del análisis SIMPER. Especies responsables de las dicotomías (las 5 que más disimilitud explican). En cada dicotomía figura para cada especie, el taxón a que pertenece, la abundancia media en g/lance en cada grupo de la dicotomía (P), la disimilitud explicada (d_i %) y la disimilitud acumulada (d_i %_{cum}).

D1 (I vs II+III+IV+V+VI)- Dis _m :						
Especie	Taxón	P-I	P-	d_i (%)	d_i (%)	
<i>Callyonimus lyra</i>	Peces	666.90	104.85	3.42	3.42	
<i>Eledone cirrhosa</i>	Moluscos	0.00	871.11	3.24	6.66	
<i>Solea lascaris</i>	Peces	248.60	0.00	2.60	9.26	
<i>Lepidorhombus boscii</i>	Peces	0.00	248.60	2.43	11.70	
<i>Palaemon serratus</i>	Crustáceos	88.40	0.00	2.33	14.02	
D2 (II vs III+IV+V+VI)- Dis _m : 76.34						
Especie	Taxón	P-II	P-resto	d_i (%)	d_i (%) _{cum}	
<i>Turritella communis</i>	Moluscos	11793.00	2842.08	6.43	6.43	
<i>Diazona violacea</i>	Tunicados	528.80	0.00	4.75	11.17	
<i>Stichopus regalis</i>	Equinodermos	884.10	44.85	4.42	15.59	
<i>Eledone cirrhosa</i>	Moluscos	0.00	908.99	4.26	19.86	
<i>Luidia ciliaris</i>	Equinodermos	103.20	0.00	3.51	23.37	
D3 (III vs IV+V+VI)- Dis _m : 69.57						
Especies	Taxón	P-III	P-resto	d_i (%)	d_i (%) _{cum}	
<i>Lepidorhombus boscii</i>	Peces	0.00	442.27	3.71	3.71	
<i>Turritella communis</i>	Moluscos	13069.80	1.04	3.18	6.89	
<i>Gaidropsarus macrophthalmus</i>	Peces	1.60	187.34	3.02	9.92	
<i>Hinia reticulata</i>	Moluscos	317.18	0.71	3.01	12.92	
<i>Arnoglossus laterna</i>	Peces	2682.00	436.42	2.63	15.55	
D4 (VI vs IV+V)- Dis _m : 63.15						
Especies	Taxón	P-VI	P-resto	d_i (%)	d_i (%) _{cum}	
<i>Munida sarsi</i>	Crustáceos	1630.00	0.65	4.33	4.33	
<i>Plesionika heterocarpus</i>	Crustáceos	0.00	368.56	4.62	8.65	
<i>Munida intermedia</i>	Crustáceos	2637.00	24.34	4.20	12.86	
<i>Arnoglossus laterna</i>	Peces	0.00	190.98	4.17	17.03	
<i>Eledone cirrhosa</i>	Moluscos	100.00	1251.87	4.06	21.09	
D5 (IV vs V)- Dis _m : 53.08						
Especies	Taxón	P-VI	P-V	d_i (%)	d_i (%) _{cum}	
<i>Microchirus variegatus</i>	Peces	853.00	55.47	4.08	4.08	
<i>Arnoglossus laterna</i>	Peces	798.20	306.64	3.36	7.44	
<i>Plesionika heterocarpus</i>	Crustáceos	33.23	569.76	3.21	10.65	
<i>Solenocera membranacea</i>	Crustáceos	14.28	157.86	2.63	13.28	
<i>Chlorotocus crassicornis</i>	Crustáceos	49.77	13.41	2.58	15.86	

A modo de resumen y simplificación de los criterios de similitud intragrupos y disimilitud intergrupos pueden denominarse los grupos obtenidos en función de sus especies características:

Grupo I: grupo de *C. lyra* + *S. lascaris* + *P. serratus*

Grupo II: grupo de *T. communis* + *S. regalis* + *L. ciliaris*

Grupo III: grupo de *A. laterna* + *M. variegatus* + *E. cirrhosa*

Grupo IV: grupo de *C. crassicornis*

Grupo V: grupo de *P. heterocarpus* + *S. membranacea*

Grupo VI: grupo de *M. sarsi* + *M. intermedia* + *L. boscii*

La figura 7 muestra la distribución geográfica de estos grupos, mostrando la diferenciación de las estaciones de Laxe y Muros (grupo I) y de Sisargas (grupo II) respecto al resto de estaciones del estrato A (grupo III). El estrato B y C muestran una estructura de comunidades distintiva de la del estrato A, pero mostrando 3 grupos (IV, V, VI), formados con un patrón batimétrico.

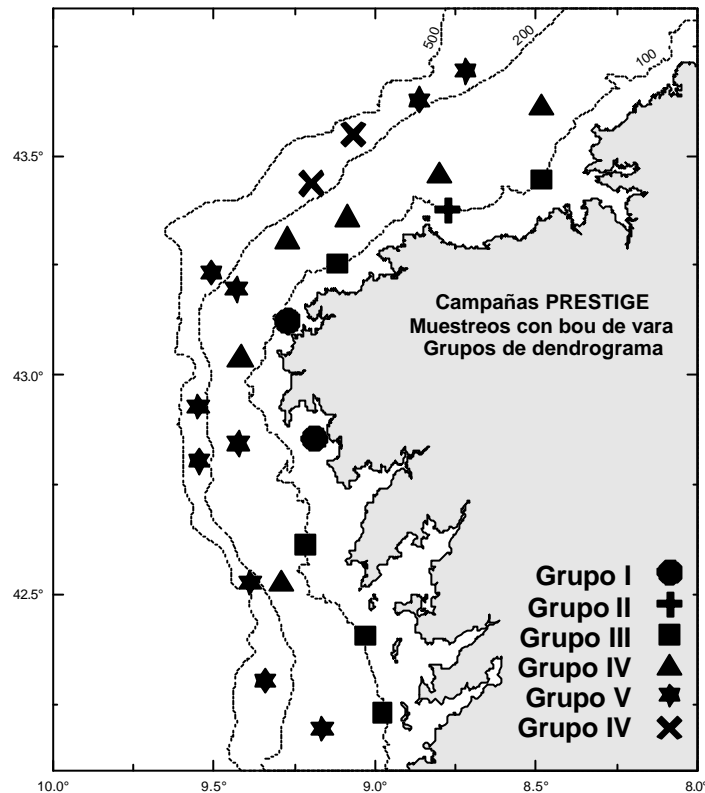


Figura 7. Distribución geográfica de los grupos de cluster.

Los índices de riqueza, biomasa y diversidad descritos (apartado 5.2.3.1.) son similares a los obtenidos con la misma metodología de muestreo en el Cantábrico (Serrano *et al.*, en prensa). La composición específica sigue el mismo patrón definido para condiciones ambientales equivalentes en la plataforma gallega y cantábrica (López-Jamar *et al.*, 1992; Serrano *et al.*, en prensa). No se han detectado dominancias de especies oportunistas como las descritas en sedimentos contaminados por fuel (Plante-Cuny *et al.*, 1993; Parra & López-Jamar, 1997).

En cuanto a los análisis multivariantes puede observarse el rol de la batimetría como principal factor de estructuración, como ya se ha citado en trabajos previos (Olaso, 1990; Sánchez, 1993; Sánchez & Serrano, en prensa; Serrano *et al.*, en prensa). Está en proceso el análisis del efecto de las características sedimentarias sobre la estructura de las comunidades, que es previsible sea otro factor de primer orden.

5.2.4. Megafauna y especies comerciales

Los muestreos con arte tipo baca proporcionaron información sobre un total de 115 especies de las cuales 53 fueron peces, 28 crustáceos, 21 moluscos, 5 equinodermos y 8 de otros

grupos. La especie más abundante sobre la plataforma fue el lirio o bacaladilla, con algo más de 80 kg/lance.

Los índices de abundancia estratificados obtenidos para las principales especies de interés comercial se muestran en la tabla 7, comparándolos con los obtenidos del mismo conjunto de lances de la campaña realizada en octubre.

Tabla 7. Índices de biomasa estratificados para algunas de las principales especies comerciales. Yst está expresado en kg/30 minutos arrastre y SE es el error estándar. Se ofrecen los resultados de las dos campañas, antes y después de la catástrofe.

Especie	Octubre 2002		Prestige 02+03	
	Yst	SE	Yst	SE
Merluza	3,36	0,79	2,42	0,72
Bacaladilla	73,72	15,96	80,03	38,54
Gallo <i>L. boscii</i>	2,03	0,28	2,57	0,30
Gallo <i>L. whiffiag.</i>	0,04	0,02	0,02	0,01
Rape negro	0,11	0,05	0,54	0,41
Rape blanco	0,57	0,23	3,37	0,72
Jurel	13,35	4,24	8,74	3,35
Cigala	0,08	0,02	0,08	0,04

Hay que tener en cuenta que la variabilidad natural en la abundancia de las poblaciones explotadas observada en la serie histórica de campañas es grande. Concretamente, en el caso de la merluza, las capturas corresponden principalmente a los juveniles de esta especie, que se ven afectados en condiciones normales por una mortalidad muy alta, con lo que el descenso en la abundancia observado entre las dos campañas está dentro de lo razonable.

En términos generales la presencia de merluza y bacaladilla ha sido inferior en la zona sur de Galicia durante las campañas PRESTIGE-PLATAFORMA que en octubre, invirtiéndose este patrón de distribución en la zona norte (figura 8). En el caso de la merluza el incremento en la zona norte se ha debido a un reclutamiento tardío, no accesible durante la campaña de octubre, y que se corresponde con ejemplares de una talla media de 10 cm. Las dos especies de gallos, con índices de abundancia similares entre la campaña de otoño y las de diciembre y enero, muestran un patrón de distribución normal, incrementando su abundancia con la profundidad, y con *L. whiffiagonis* presente sólo al norte de Finisterre (figura 8).

Los rapes han mostrado índices de abundancia superiores durante las campañas de diciembre y enero que en octubre, particularmente el rape blanco (*L. piscatorius*), que se ha incrementado casi 6 veces. Este incremento de la abundancia se ha producido de manera homogénea por toda la plataforma (figura 9) y se corresponde a ejemplares de tallas entre 20 y 50 cm.

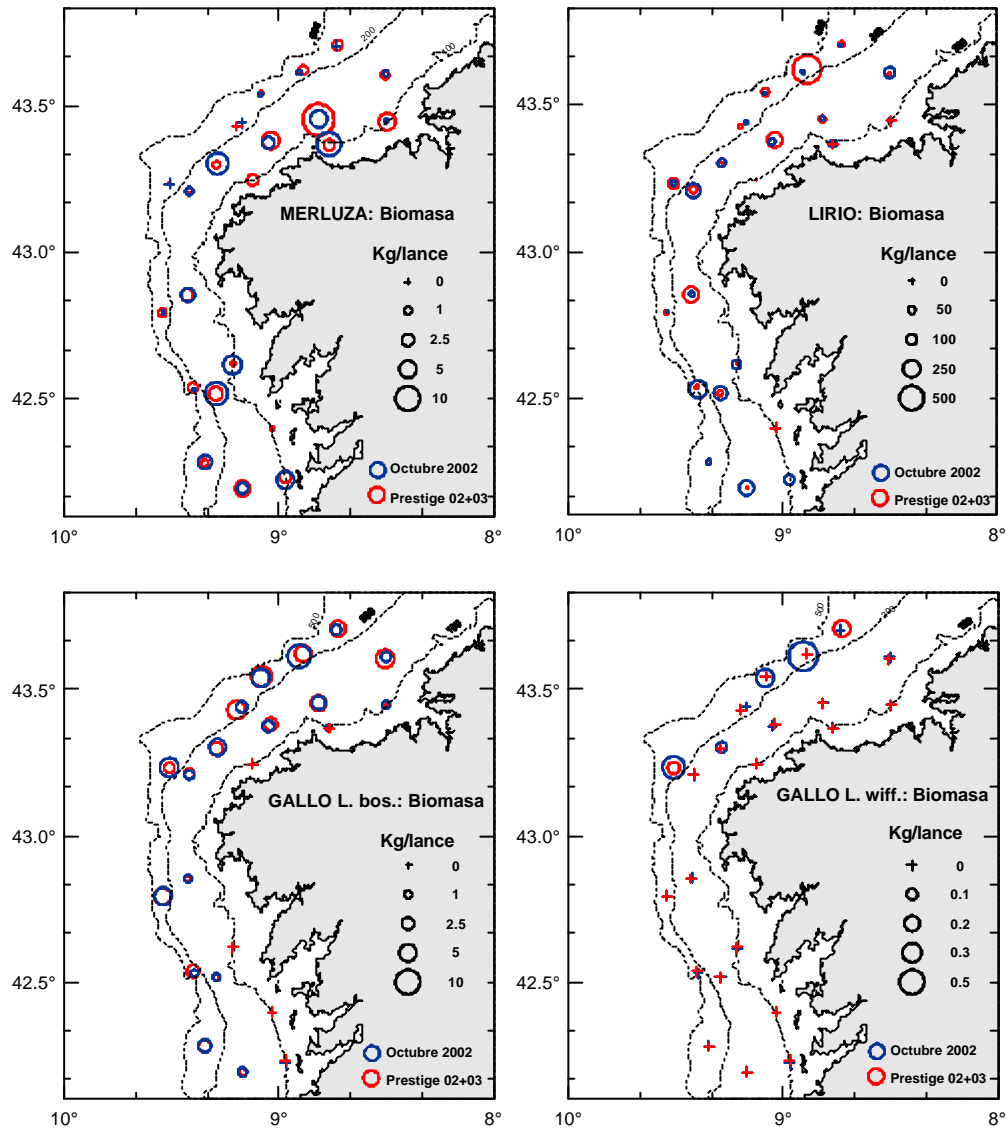


Figura 8. Distribución y abundancia de la merluza, bacaladilla y gallos antes y después del accidente del *Prestige*.

La cigala, con índices de abundancia similares en los dos periodos considerados (tabla 7) ha mostrado sin embargo una general disminución en la zona de la plataforma frente a la Costa de la Muerte (figura 9). En la figura 10 se han representado las diferencias en biomasa entre el periodo anterior y posterior a la catástrofe, observándose claras similitudes entre la disminución y la presencia de fúel sobre la plataforma (ver [informe 03](#)). Este crustáceo detritívoro tiene un nivel trófico muy bajo, por lo que es necesario realizar un especial seguimiento de su distribución y abundancia a medio y largo plazo y realizar las analíticas necesarias con ejemplares recogidos en zonas sensibles para estimar si se está viendo de alguna forma afectado por derivados de hidrocarburos presentes en el sedimento.

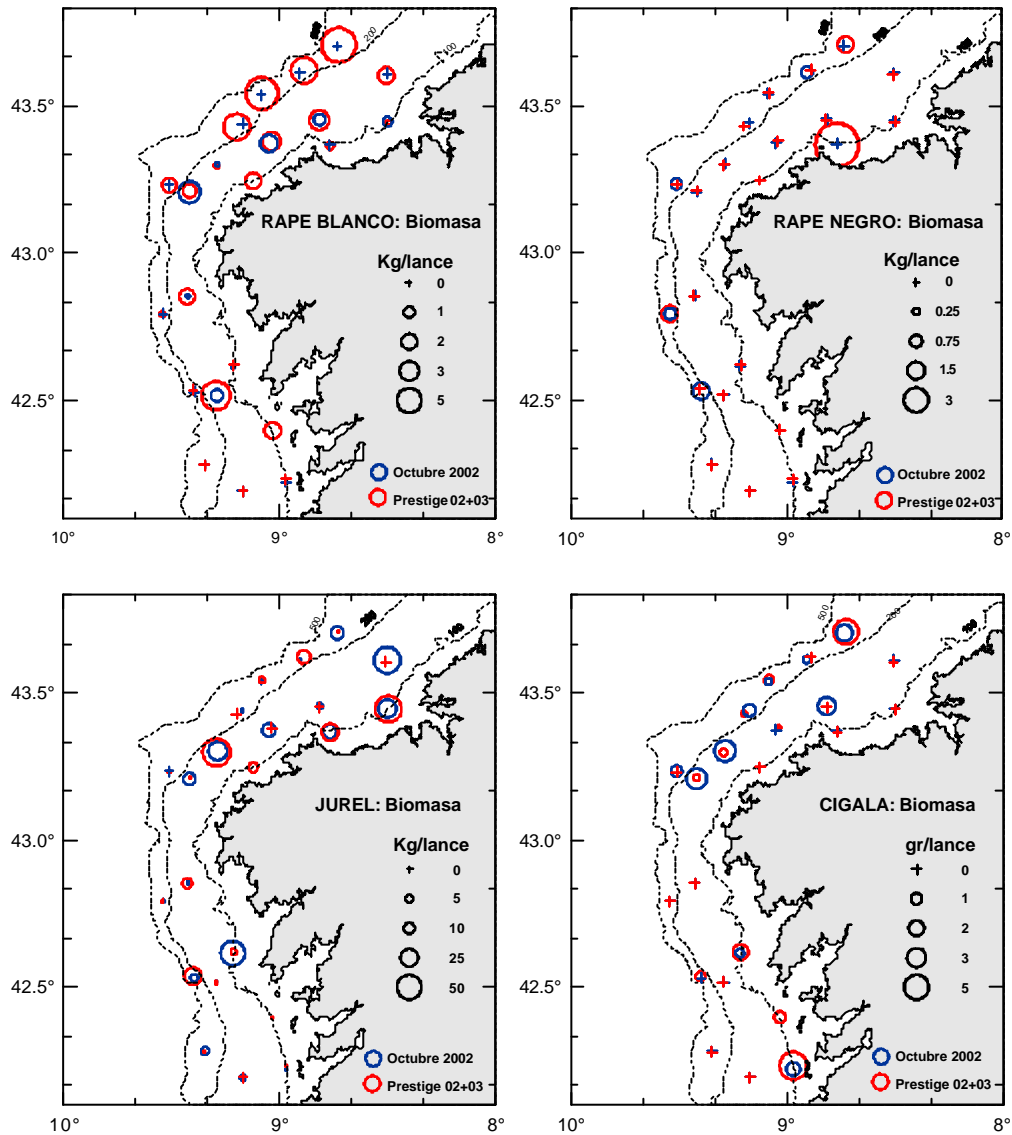


Figura 9. Distribución y abundancia de los rapes, jurel y cigala antes y después del accidente del *Prestige*.

La continuación prevista de estos primeros estudios en la zona durante la primavera podrá completar estos primeros resultados. Cuando se disponga de la información adecuada, a más largo plazo y con una mayor cobertura espacial, se podrá determinar de forma más fiable qué parte de esta variabilidad puede ser imputable a los vertidos del *Prestige*.

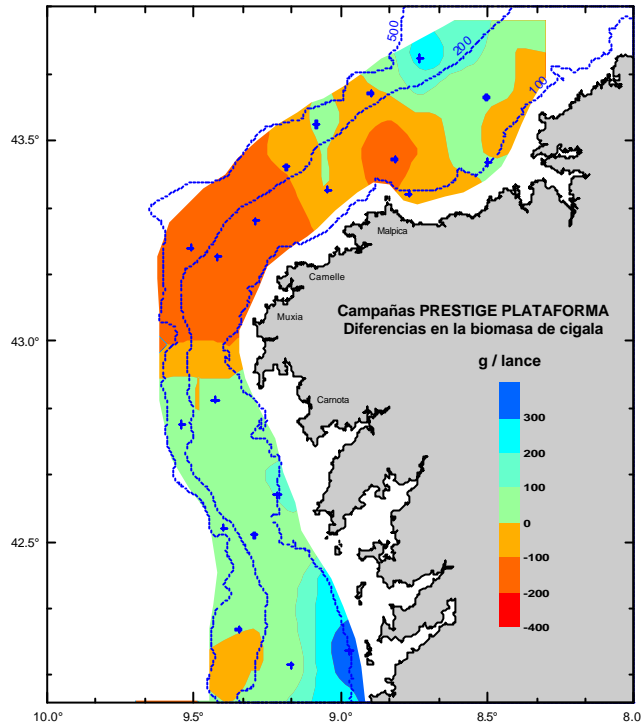


Figura 10. Diferencias de biomasa de cigala antes y después del accidente del *Prestige*.

5.2.4.1. Comparación entre las campañas DEMERSALES 02 y PRESTIGE Plataforma

Índices

La tabla 8 muestra el cambio de los índices, para el conjunto de las especies, entre ambas campañas por estrato y sector. La significación de las diferencias se realizó sin tener en cuenta el sector para obtener un número suficiente de lances (parte inferior de la tabla 8). Para ello se utilizó un test t de Student excepto en los casos donde al no cumplirse las condiciones de homocedasticidad y normalidad se aplicó un test de Mann-Whitney. La comparación entre los índices por lance de ambas campañas no arrojó diferencias significativas en ningún estrato para ningún índice, salvo para el número de individuos por lance en el estrato B ($T=93,0$; $p=0,0485$), significativamente superior en la campaña de octubre (Demersales 02).

Diferenciación multivariante entre campañas

Para determinar las especies que caracterizan cada campaña y las responsables de las diferencias se aplicó una análisis de la similitud (SIMPER). El análisis SIMPER muestra que ambos grupos están caracterizados por la bacaladilla, seguida de diferentes especies en cada campaña, con mayor poder de estructuración del jurel en octubre y de la merluza en las campañas de diciembre y enero (tabla 9).

Tabla 8. Valor medio y desviación estándar (DS) de los índices ecológicos por sector/estrato/campaña, y por estrato/campaña. S= n° especies / lance; P= g / lance; N= n° individuos / lance; H'N=diversidad en número; H'P=Diversidad en peso.

	S	DS _S	P	DS _P	N	DS _N	H'P	DS _{H'P}	H'N	DS _{H'N}
1A-Dem02	28,50	2,12	123,88	41,73	3383,50	603,16	1,81	0,70	1,70	0,47
1A-Pres.Plat.	39,00	5,66	32,67	1,12	1097,50	748,83	3,42	0,26	3,64	0,05
1B-Dem02	34,67	3,21	155,60	78,84	7458,67	1696,81	1,61	0,71	1,31	0,47
1B- Pres.Plat.	28,67	4,93	94,57	109,84	3527,00	4208,62	2,17	1,23	2,01	1,33
1C-Dem02	22,33	3,79	144,82	117,53	11039,33	6591,87	1,81	1,09	1,21	0,53
1C- Pres.Plat.	22,33	4,62	45,06	24,62	2285,33	733,81	2,52	0,21	1,77	0,12
2A-Dem02	35,50	2,12	176,73	137,80	1333,50	842,16	3,18	0,21	3,27	0,51
2A- Pres.Plat.	29,00	2,83	159,69	97,16	1151,00	804,69	2,94	0,06	2,68	0,84
2B-Dem02	30,60	4,28	130,75	72,31	5276,00	4921,80	2,26	0,75	1,86	0,74
2B- Pres.Plat.	33,50	5,61	97,76	61,41	3067,67	2771,03	2,13	1,01	1,76	1,03
2C-Dem02	24,80	5,89	36,41	8,97	1187,80	781,30	2,62	0,49	2,46	0,24
2C- Pres.Plat.	28,60	7,64	208,16	275,60	7538,80	11574,24	1,80	1,22	1,36	1,01
A-Dem02	32,00	4,40	601,23	88,55	2358,50	1326,09	2,50	0,90	2,49	0,99
A-Pres.Plat	34,00	6,83	384,73	92,33	1124,25	635,38	3,18	0,31	3,16	0,74
B-Dem02	32,13	4,22	1120,53	70,21	6094,50	3992,62	2,02	0,76	1,66	0,68
B-Pres.Plat.	31,89	5,62	870,30	73,32	3220,78	3046,31	2,14	1,01	1,85	1,06
C-Dem02	23,88	5,06	616,51	84,50	4882,13	6225,77	2,32	0,81	1,99	0,73
C-Pres.Plat.	23,25	7,07	1175,98	225,17	5568,75	9170,43	2,07	1,00	1,51	0,79

Tabla 9. Resultados del SIMPER. Especies responsables de la similitud intragrupos para las campañas de octubre y diciembre. P= biomasa media; Sim.%= porcentaje de similitud explicado por cada especie; Sim.cum%= porcentaje explicado de similitud acumulado.

Demersales 02.- Sim. media:

Especie	Taxón	P	Sim.%	Sim.cum%
<i>Micromesistius poutassou</i>	Peces	65043,90	11,66	11,66
<i>Trachurus trachurus</i>	Peces	11937,60	7,86	19,52
<i>Lepidorhombus boscii</i>	Peces	2496,15	7,39	26,91
<i>Helicolenus dactylopterus</i>	Peces	2959,65	6,67	33,58
<i>Argentina sphyraena</i>	Peces	471,10	5,84	39,42

Prestige Plat.- Sim. media:

Especie	Taxón	P	Sim.%	Sim.cum%
<i>Micromesistius poutassou</i>	Peces	70171,62	9,77	9,77
<i>Merluccius merluccius</i>	Peces	2447,05	7,69	17,46
<i>Lepidorhombus boscii</i>	Peces	2566,29	7,17	24,62
<i>Eledone cirrosa</i>	Moluscos	1996,95	6,22	30,84
<i>Gadiculus argenteus</i>	Peces	871,38	5,60	36,44

Las especies responsables de las diferencias entre campañas aparecen en la tabla 10. Puede verse como el rape blanco es la especie que más disimilitud explica, seguida de la pintarroja, ambas con un aumento de biomasa entre octubre a diciembre. Las siguientes especies han

disminuido su abundancia, son el jurel, la faneca, la faneca plateada o el congrio. Por el contrario, la gamba *Plesionika heterocarpus*, la pota *Illex coindetii* y la lenguadilla *A. laterna* han disminuido su abundancia media (tabla 10).

Estas diferencias pueden ser atribuibles a los cambios estacionales en las condiciones medioambientales (temperatura, salinidad...) y en el comportamiento de las especies (migraciones batimétricas o geográficas...). Sólo el análisis de series temporales de campañas podrían permitir detectar los efectos a largo plazo del vertido de fuel.

Tabla 10. Resultados del SIMPER. Especies responsables de la disimilitud intergrupos entre las campañas de octubre y diciembre. P= biomasa media; Dis.%= porcentaje explicado de disimilitud; Dis.cum%= porcentaje acumulado explicado de disimilitud.

Dem02 vs Pres.Plat. Dis. media:

Especies	Taxón	P-Dem	P-	Dis.%	Dis.cum%
<i>Lophius piscatorius</i>	Peces	484.50	3009.05	3.10	3.10
<i>Scyliorhinus canicula</i>	Peces	1500.75	5925.52	2.76	5.86
<i>Trachurus trachurus</i>	Peces	11937.60	9517.43	2.68	8.54
<i>Trisopterus luscus</i>	Peces	4495.00	1992.05	2.65	11.20
<i>Gadiculus argenteus</i>	Peces	5593.40	1617.86	2.41	13.61
<i>Conger conger</i>	Peces	337.70	1306.14	2.23	15.84
<i>Phycis blennoides</i>	Peces	346.80	343.14	2.13	17.97
<i>Plesionika heterocarpus</i>	Crustáceos	2477.10	147.81	2.13	20.10
<i>Illex coindetii</i>	Moluscos	312.00	76.00	2.07	22.17
<i>Arnoglossus laterna</i>	Peces	534.80	350.90	2.06	24.24

Análisis de agregación entre lances de ambas campañas

La figura 11 muestra el análisis de agregación jerárquico aplicado a la matriz conjunta para la biomasa, donde puede observarse la formación de 6 grupos de lances a diferentes similitudes.

Dicotomía 1 (D1): separa los lances de profundidad menor a 100 m. Esta dicotomía se produce por la menor abundancia en este grupo del lirio *Micromesistius poutassou* y la cabra *Helicolenus dactylopterus*, y por la mayor biomasa del perlón *Chelidonyctys lucerna*, el aligote *Pagellus acarne*, *Raja clavata* y la pintarroja *Scyliorhinus canicula*.

Dicotomía 2 (D2): disgrega los lances del sector 2 y estrato C de la Demersales 02 (con un lance de las campañas Prestige Plataforma), como consecuencia de la mayor biomasa de *Munida sarsi* y la menor de merluza, rape blanco y *A. laterna*.

Dicotomía 3 (D3): separa todos los lances entre 100 y 150 m de ambas campañas del resto, por la mayor biomasa de pintarroja, *Cepola rubescens*, *Callyonimus lyra* y pulpo común, y la menor de faneca plateada, rape blanco y *Plesionika heterocarpus*.

Dicotomía 4 (D4): disgrega del resto los lances del estrato C y sector 2 de las campañas Prestige Plataforma, por la mayor biomasa de *Malacocephalus laevis*, rape blanco, *Munida intermedia* y *Phycis blennoides*, y la menor de *Blennius ocellaris*, *A. laterna* y faneca.

Dicotomía 5 (D5): Finalmente el resto de lances se separan en un grupo correspondiente al estrato B entre 150 y 200 m de profundidad y otro correspondiente al estrato C del sector 1. Esta dicotomía se produce por la mayor biomasa en el grupo del estrato B de rape blanco,

Microchirus variegatus, faneca, *Chelidonichthys gurnardus* y congrio, y por la mayor abundancia en el grupo 1C de rape negro y *Plesionika heterocarpus*.

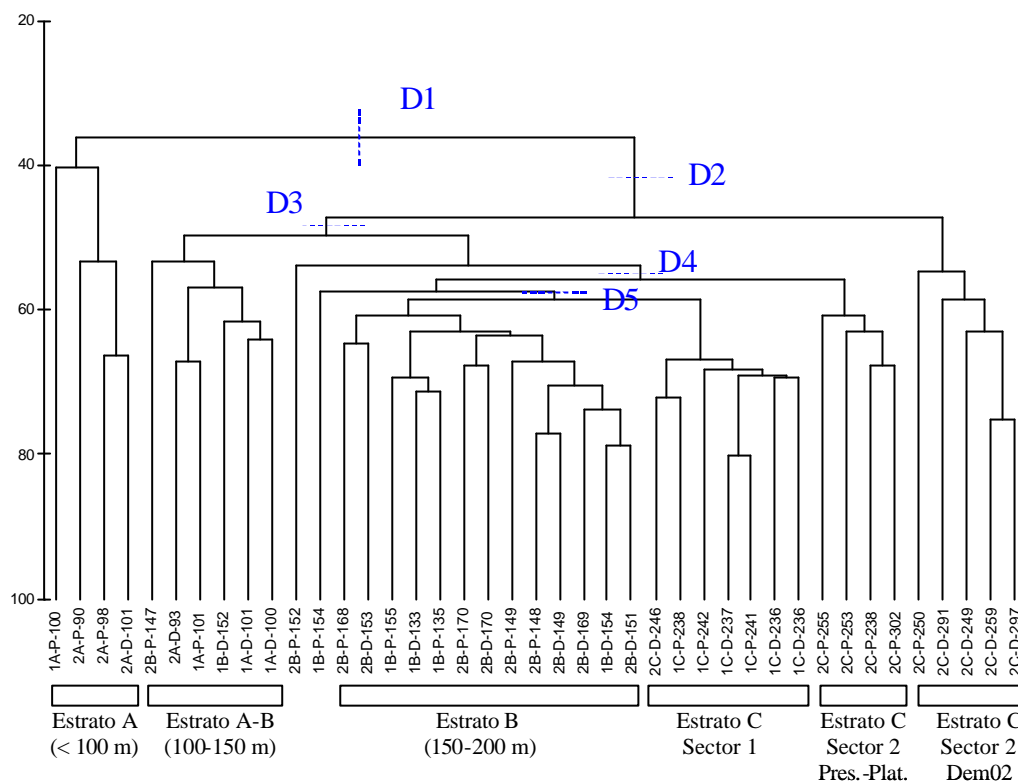


Figura 11. Dendrograma de agregación entre lances de las campañas Demersales 02 y Prestige Plataforma para la biomasa. Índice de similitud de Bray-Curtis. $\text{Ln}(1+x)$. Las líneas de puntos muestran las dicotomías más importantes y las barras inferiores los grupos principales de lances. Los rótulos de lances muestran sector-estrato-campaña-profundidad (D= Demersales 02; P= Prestige Plataforma).

Es decir, el patrón de distribución primario es el batimétrico (estratos), quedando en segundo lugar el factor geográfico (sector), a falta de analizar el efecto del tipo de fondo (granulometría, contenido en materia orgánica), que está en análisis. El factor campaña (previa y posterior al vertido) sólo es discriminante en los lances del sector 2-estrato C, por debajo de los factor geográfico. Esta discriminación puede ser explicada por motivos estacionales.

5.3. Relaciones tróficas

En la tabla 11 se resumen los resultados para las especies con un tamaño muestral suficiente en ambas campañas como para realizar una comparación preliminar. Dadas las diferencias encontradas en el porcentaje de vacuidad entre las tres campañas realizadas se han desglosado los resultados para las tres campañas. La figura 13 muestra la evolución del porcentaje de vacuidad por especie en las tres campañas realizadas, se observa como en la mayoría de las especies se ha producido un aumento en el porcentaje de vacuidad que ha sido especialmente acentuado en la segunda campaña posterior al vertido del Prestige. Las excepciones a este cambio han sido las tres especies de carácter más bentófono (*C. gurnardus* y *T. luscus*) o carroñero (*S. canicula*). La tabla 12 muestra que estas diferencias son estadísticamente signi-

ficativas ($p(\chi^2) < 0.05$) para la merluza (*M. merluccius*), el gallo (*L. boscii*), la bacaladilla (*M. poutassou*), la gallineta (*H. dactylopterus*) y el perlón (*C. gurnardus*) cuando se incluyen los datos de la segunda campaña del Prestige, mientras no lo son para ninguna especie entre las campañas de octubre y diciembre.

Tabla 11. Número de estómagos muestreados durante las campañas del Prestige y en Demersales 2002. (V: Porcentaje de estómagos vacíos, Ll: % llenos, R: % regurgitados, Tot: número total).

	Demersales 2002 (octubre)						Prestige 1202 y 0103 (Dic y					
	V	Ll	Reg.	Tot	Talla	Rang	V	Ll	Reg.	Tot	Talla	Rang
<i>Merluccius merluccius</i>	44.0%	42.4%	13.6%	705	18.3	7-55	50.5%	25.0%	24.4%	675	16.7	8-57
<i>Lepidorhombus boscii</i>	31.6%	68.4%	0.0%	829	19.6	7-38	37.6%	62.2%	0.2%	537	20.3	10-37
<i>Micromesistius poutassou</i>	28.7%	71.3%	0.0%	435	17.8	11-33	41.4%	58.6%	0.0%	345	16.5	14-24
<i>Helicolenus dactylopterus</i>	32.1%	67.9%	0.0%	315	13.5	7-47	33.2%	66.0%	0.8%	247	13.7	10-22
<i>Scyliorhinus canicula</i>	19.4%	80.6%	0.0%	93	36.5	17-60	18.3%	81.7%	0.0%	126	46.3	22-58
<i>Trisopterus luscus</i>	12.6%	85.1%	2.3%	87	22.8	15-30	8.3%	88.1%	3.7%	109	20.7	15-34
<i>Chelidonichthys gurnardus</i>	44.8%	55.2%	0.0%	105	17.9	11-29	27.6%	70.1%	2.3%	87	17.2	11-32
Total	2569						2126					

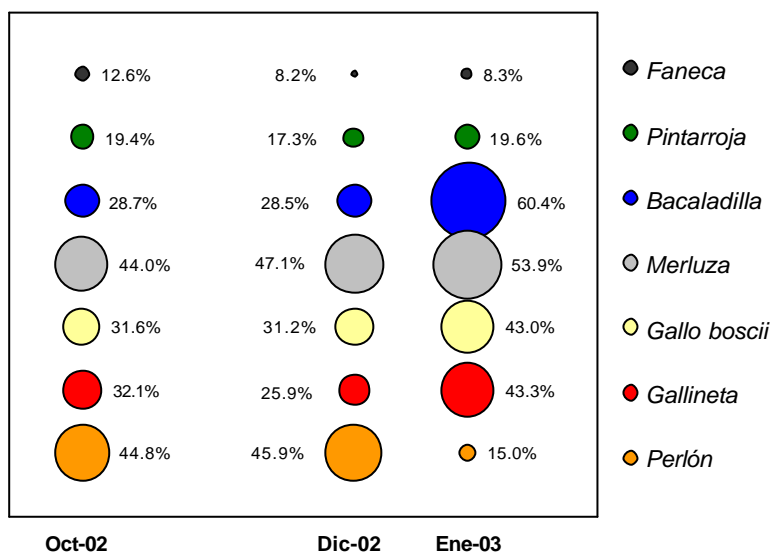


Figura 12. Evolución del porcentaje de estómagos vacíos en las tres campañas realizadas.

Un problema a la hora de establecer la posible relación de este cambio con el vertido es la alta variabilidad natural del porcentaje de vacuidad, como se puede ver en las campañas realizadas en la zona a lo largo de la serie histórica (Olaso y Rodríguez-Marín, 1995; Velasco *et al.* 1996; Gutiérrez-Zabala *et al.*, 2001). Esta dificultad aumenta al añadirse el componente estacional, ya que no se dispone de campañas en la época de diciembre-enero para comparar los resultados. A la luz de los citados trabajos, los porcentajes de estómagos vacíos, aunque altos, están dentro de lo registrado para la merluza y la bacaladilla, siendo muy alta en el gallo *boscii*; en cuanto a la gallineta, no existen datos suficientes para realizar la comparación. La posible relación causa-efecto con el vertido deberá estudiarse en más detalle con los resultados de futuras campañas.

Tabla 12. Probabilidad de la prueba chi-cuadrado por especie respecto al porcentaje de estómagos vacíos entre las campañas de octubre y diciembre y entre las tres campañas. (*) Combinaciones con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

Especie	Oct – Dic	Oct – Dic – Ene
<i>C. gurnardus</i>	0,877	0,002 *
<i>H. dactylopterus</i>	0,181	0,015 *
<i>L. boscii</i>	0,898	0,001 *
<i>M. merluccius</i>	0,330	0,013 *
<i>M. poutassou</i>	0,951	0,000 *
<i>S. canicula</i>	0,737	0,930
<i>T. luscus</i>	0,366	0,602

Otra diferencia apreciable es el porcentaje de estómagos regurgitados en la merluza, que es mucho mayor en las campañas Prestige (mostradas en conjunto en la Tabla 11); sin embargo la regurgitación en la merluza no parece, a priori, una característica que se pueda ver afectada por el vertido; y sí se ve afectada por otros factores como la velocidad de virada o el estado de la mar, puesto que son el estrés de la captura y el cambio de presión las principales razones para la regurgitación; y la talla que también es un factor que afecta (Velasco y Olaso, 1998) no presenta variaciones destacables entre ambas campañas.

Tabla B. Composición de la dieta por predador en grandes grupos de presas en porcentaje del volumen estomacal en la campaña Demersales 2002. %BW: Repleción media en volumen estomacal calculado en porcentaje del peso del cuerpo.

	<i>M. merluccius</i>	<i>L. boscii</i>	<i>M. poutassou</i>	<i>S. canicula</i>	<i>T. luscus</i>	<i>C. gurnardus</i>	<i>H. dactylopterus</i>
Peces	97,6	34,8	12,5	50,5	26,0	40,2	35,1
Gadoidei	67,0	23,0	7,3	32,1	21,1	34,7	21,0
Gobid. y Calliony. ⁽¹⁾	0,0	5,6	-,-	0,2	3,4	2,3	5,4
Crustáceos	2,2	64,5	85,0	42,5	73,4	58,9	63,9
Brachyura	-,-	8,5	-,-	12,8	29,5	10,2	11,4
Natantia	1,0	49,9	10,0	19,9	37,6	36,3	40,1
Euphausiacea	1,1	2,3	73,1	2,5	0,5	6,9	3,7
Moluscos	0,2	0,7	2,6	2,0	0,2	0,5	0,2
Otros invertebrados	0,0	0,0	-,-	5,0	0,4	-,-	0,9
No identificado	-,-	-,-	-,-	-,-	-,-	0,3	-,-
% BW	3,07	0,69	0,72	1,89	1,01	0,51	1,01

(1): Gobioides y Callionymoides

Tabla 14. Composición de la dieta por predador en grandes grupos de presas en porcentaje del volumen estomacal en las campañas posteriores al vertido del Prestige (diciembre y enero). %BW: Repleción media en volumen estomacal calculado en porcentaje del peso del cuerpo.

Prestige	<i>M. merluccius</i>	<i>L. boschii</i>	<i>M.poutassou</i>	<i>S. canicula</i>	<i>T. luscus</i>	<i>C. gurnardus</i>	<i>H. dactylopterus</i>
Peces	88,0	37,1	7,0	42,7	3,6	56,7	15,4
Gadoidei	84,3	29,5	1,8	5,7	1,8	55,4	9,4
Gobid. y Calliony. ⁽¹⁾	0,5	5,0	2,1	0,2	0,8	-,-	0,1
Crustáceos	8,4	61,7	90,6	38,2	88,5	42,4	56,7
Brachyura	-,-	8,9	0,1	15,0	17,2	0,7	18,1
Natantia	6,7	48,6	8,4	21,2	64,2	36,9	33,8
Euphausiacea	1,3	0,4	79,5	0,1	0,3	0,4	0,6
Moluscos	3,6	0,6	2,2	11,6	1,6	0,4	8,8
Otros invertebr.	0,1	0,6	0,2	7,5	6,3	0,5	18,7
No identificado	-,-	-,-	-,-	-,-	-,-	-,-	0,4
% BW	4,16	0,60	0,56	1,09	0,73	0,75	0,92

(1): Gobioides y Callionymoides

En ningún caso se apreció la aparición de restos de fúel en los estómagos. En cuanto a la composición de la dieta de estos predadores, en las Tablas 13 y 14 se resumen los porcentajes en volumen de los principales grupos. Aunque se observan algunos cambios destacables en las proporciones relativas de crustáceos y peces presas, hay que destacar que no se observan patrones constantes para las distintas especies en estos cambios, como pudiera ser un aumento generalizado del porcentaje de peces en la dieta frente a un descenso de los crustáceos, en general más bentónicos y de niveles tróficos más bajos, y por ello más vulnerables a corto plazo a los efectos del vertido.

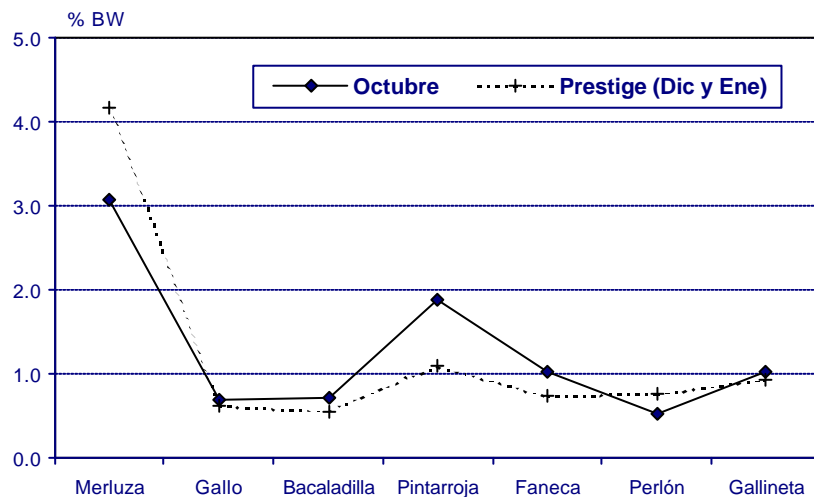


Figura 13. Variación de la intensidad de alimentación por especie (expresada en volumen estomacal en porcentaje del peso del cuerpo) entre la campaña de octubre y las posteriores al vertido del *Prestige*

Por otra parte, tampoco se observan patrones constantes de cambio en la intensidad de alimentación (evaluada en las tablas 12 y 13 y la figura 13 mediante el volumen estomacal medio en porcentaje del peso del cuerpo, %BW, índice que incluye en su fórmula la influencia de los estómagos vacíos y considera también los regurgitados). Aunque se

observan cambios destacables, como en la merluza o el perlón, que aumentan su intensidad de alimentación, otras especies como la pintarroja (*S. canicula*) o la faneca (*T. luscus*) disminuyen su intensidad de alimentación en proporciones similares a los aumentos antes mencionados.

En el caso de la merluza, que presenta uno de los cambios más destacables, ya se ha detectado en estudios anteriores un aumento de la intensidad de alimentación en el primer trimestre (Velasco y Olaso, 1998), posiblemente debido a la influencia de la reproducción, y dado que esta campaña se ha realizado muy cerca de esta época es posible que este cambio en la intensidad de la alimentación esté relacionado con este factor estacional.

En cualquier caso es necesario señalar que este es un análisis preliminar, sobre todo teniendo en cuenta que el posible efecto del vertido del *Prestige* sobre la red trófica del ecosistema demersal de Galicia no debería manifestarse de forma inmediata en la plataforma, donde a tenor de los resultados de esta campaña, no ha habido un impacto a gran escala, como en la zona mareal-sublitoral. Además, los impactos de vertidos sobre las redes tróficas siguen un mecanismo de cascada de abajo a arriba o *bottom-up*, y dado que el objeto de estos estudios son especies predatoras de megafauna invertebrada (*C. gurnardus*, *T. luscus*, *L. boscii*, *H. dactylopterus* o *M. poutassou*), oportunistas/carroñeros como *S. canicula*, o ictiófagos como la merluza, es presumible que estos efectos tarden un tiempo en ser apreciables. Por ello es necesario un seguimiento a más largo plazo para confirmar esta impresión preliminar en un momento de máximo impacto inmediato del vertido en el medio, pero que todavía no ha podido extenderse en la red trófica.

6. Bibliografía

- Gray, J.S. 1981. *The ecology of marine sediments*. Cambridge University Press. Cambridge. 185 pp.
- Gutiérrez-Zabala, J.L.; Velasco, F y I. Olaso. 2001. Alimentación de veintiuna especies de peces demersales de la división VIIIc del CIEM. Otoños de 1994 y 1995. *Datos Resúm. Inst. Esp. Oceanogr.* 164. 62 pp.
- López-Jamar, E.; Bode, A.; Parra, S. y Dorrió, A.V.. 1996. Consecuencias del vertido de crudo del Aegean Sea sobre la macrofauna bentónica submareal. En: *Seguimiento de la contaminación producida por el accidente del buque Aegean Sea*, pp. 67-106. Ministerio de Medio Ambiente, Ser. Monogr., Madrid, 185 pp.
- López-Jamar, E., Cal, R.M., Gonzalez, G., Hanson, R.B., Rey, J., Santiago, G., Tenore, K.R., 1992. Upwelling and outwelling effects on the benthic regime of the continental shelf off Galicia, NW Spain. *J. Mar. Res.*, 50, 465-488.
- López-Jamar, E. & Mejuto, J. 1985. Bentos infaunal en la zona submareal de la ría de la Coruña. I. Estructura y distribución espacial de las comunidades. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 2(3): 99-109.
- Olaso, I. 1990. Distribución y abundancia del megabentos invertebrado en fondos de la plataforma cantábrica. *Publ. Espec. Inst. Esp. Oceanogr.* nº 5, 128 pp.
- Olaso, I. y Rodríguez-Marín, E. 1995. Alimentación de veinte especies de peces demersales pertenecientes a la división VIIIc del ICES. Otoño 1991. *Inf. Tec. Inst. Esp. Oceanogr.* 157. 56 pp.

- Olaso, I., Velasco, F. and Pérez, N., 1998. Importance of blue whiting (*Micromesistius poutassou*) discarded in the diet of lesser-spotted dogfish (*Scyliorhinus canicula*) in the Cantabrian Sea. *ICES J. Mar. Sci.*, 55, 331-341.
- Parra, S. & López-Jamar, E., 1997. Cambios en el ciclo temporal de algunas especies endofaunales como consecuencia del vertido del petrolero Aegean Sea. *Publ. Esp. Ins. Esp. Oceanogr.*, 23, 71-82.
- Plante-Cuny, M.R.; Salen-Picard., C.; Grenz C.; Plante, R.; Alliott, E. & Barranguet, C., 1993. Experimental field study of the effects of crude oil, drill cuttings and natural biodeposits on microphyto- and macrozoobenthic communities in a Mediterranean area. *Marine Biology*, 117, 355-366.
- Sánchez, F. 1993. Las comunidades de peces de la plataforma del Cantábrico. *Publ. Espec. Inst. Esp. Oceanogr.* 13, 137 pp.
- Sánchez, F.; Blanco, M. & Gancedo, R., 2002. *Atlas de los peces demersales y de los invertebrados de interés comercial de Galicia y el Cantábrico. Otoño 1997-1999*. Instituto Español de Oceanografía, 158 pp.
- Sánchez, F. y Olaso, I., 2001. Cantabrian Sea ecosystem model and fishery resources management. *Océanographie du golfe de Gascogne. Actes VII Colloq. Int. Biarritz 2000*. Ed. IFREMER, 187-194.
- Sánchez, F. y Olaso, I., 2002. Effects of the fisheries on the Cantabrian Sea shelf ecosystem. *Ecological Modelling*, (en prensa).
- Sánchez, F. y Serrano, A., (en prensa). Variability of benthic and demersal fish communities of the Cantabrian Sea during the last decade (90-99). *ICES Marine Science Symposia*.
- Serrano, A.; Sánchez, F. & García-Castrillo, G. (en prensa). Epibenthic communities of trawlable grounds of the Cantabrian Sea. *Oceanologica Acta*.
- Tenore, K.R.; Cal, R.M.; Hanson, R.B.; López-Jamar, E.; Santiago, G. & Tietjen, J.H., 1984. Coastal upwelling off the Rías Bajas, Galicia, Northwest Spain. II. Benthic studies. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. Int. Explor. Mer*, 183: 91-100.
- Velasco, F; Olaso, I. y F. de la Gándara. 1996. Alimentación de veintidós especies de peces demersales de la división VIIIc del ICES. Otoños de 1992 y 1993. *Inf. Tec. Inst. Esp. Oceanogr.* 164. 62 pp.
- Velasco, F. & Olaso, I. 1998. European hake *Merluccius merluccius* (L., 1758) feeding in the Cantabrian Sea: Seasonal, bathymetric and length variations. *Fish. Res.*, 38: 33-44.