

Impacto del *Prestige* sobre recursos pesqueros y marisqueros

Juan Freire

Universidade da Coruña



La afección del *Prestige* sobre el medio natural

SEO / Birdlife

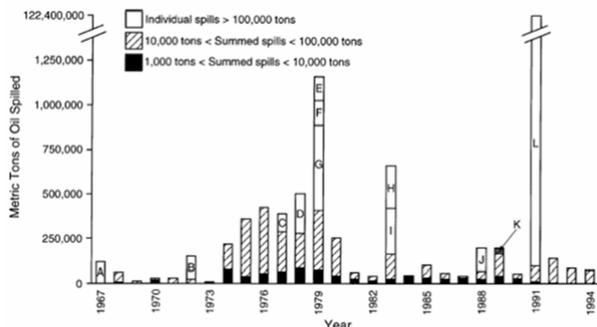
A Coruña, Marzo 2003

- a. Escala geográfica y hábitats afectados
- b. Composición química, envejecimiento y toxicidad del fuel del *Prestige*
- c. Tipos de recursos vivos afectados
- d. Modos de afectación a los organismos. Efectos tóxicos letales y subletales
- e. Redes tróficas y bioacumulación
- f. Impacto sobre el sector pesquero y marisquero
- g. Redes de monitorización y gestión de los recursos
- h. Seguridad alimentaria



La historia de las mareas negras

1989: Exxon Valdez. 37000 Tm crudo
 1992: Aegean Sea. 60000 Tm crudo
 1999: Erika. 20000 Tm. Fuel
 2002: Prestige. 50000 Tm???. Fuel



- A. Torrey Canyon (18 Mar 1967; 116,960 tons)
- B. Sea Star (19 Dec 1972; 127,432 tons)
- C. Hawaiian Patriot (23 Feb 1977; 100,912 tons)
- D. Amoco Cadiz (16 Mar 1978; 221,408 tons)
- E. Atlantic Empress (2 Aug 1979; 134,329 tons)
- F. Atlantic Empress (19 Jul 1979; 138,279 tons)
- G. IXTOC I (3 Jun 1979; 479,046 tons)
- H. Nowruz Oil Field (10 Feb 1983; 259,048 tons)
- I. Castillo De Bellver (6 Aug 1983; 239,360 tons)
- J. Odyssey (10 Nov 1988; 129,594 tons)
- K. Exxon Valdez (24 Mar 1989; 32,708 tons)
- L. Arabian Gulf/Kuwait (19 Jan 1991; 122,400,000 tons)

Paine et al. (1996). Ann. Rev. Ecol. Syst.

Figure 1 Magnitudes of oil spilled into the ocean since 1967. From (4, 116) and *Oil and Gas Journal*, Vol. 91-92 (1993-1994)



Escala geográfica

13 – 19 Noviembre



La zona de hundimiento

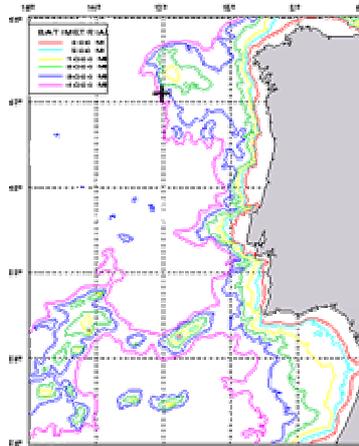
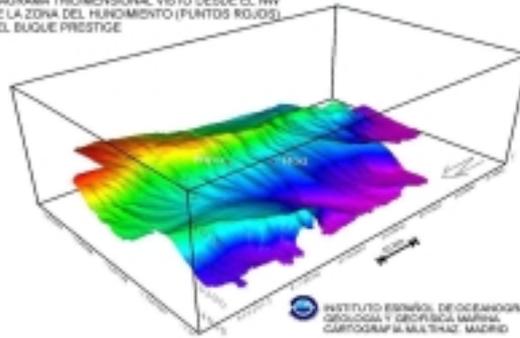


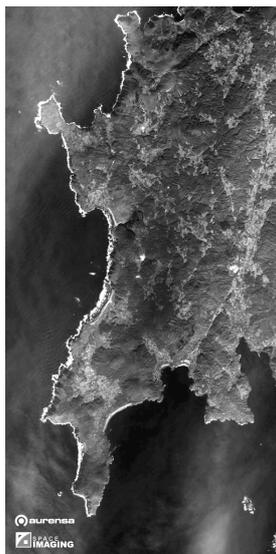
DIAGRAMA TRIDIMENSIONAL VISTO DESDE EL NW DE LA ZONA DEL HUNDIMIENTO (PUNTO ROJO) DEL BUQUE PRESTIGE



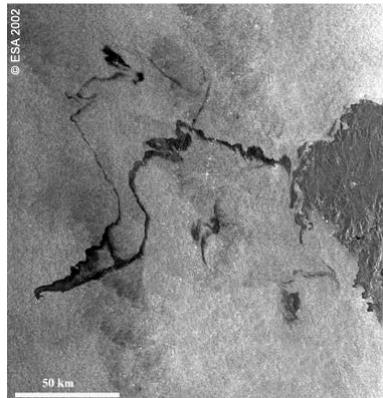
INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA
GEOLOGÍA Y GEOFÍSICA MARINA
CARTOGRAFÍA MULTIMEDIA, MADRID



Areas afectadas: Costa atlántica gallega

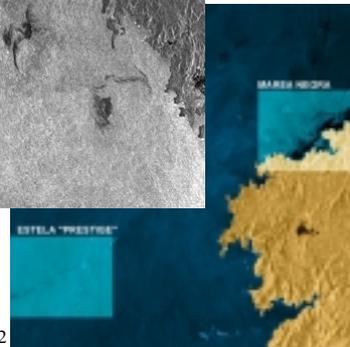


Cabo Fisterra - 24/11/2002 - Imagen Satélite IKONOS



© ESA 2002

Vertido contaminante en Costa da Morte, Galicia - 18/11/2002 - Imagen Satélite RADARSAT

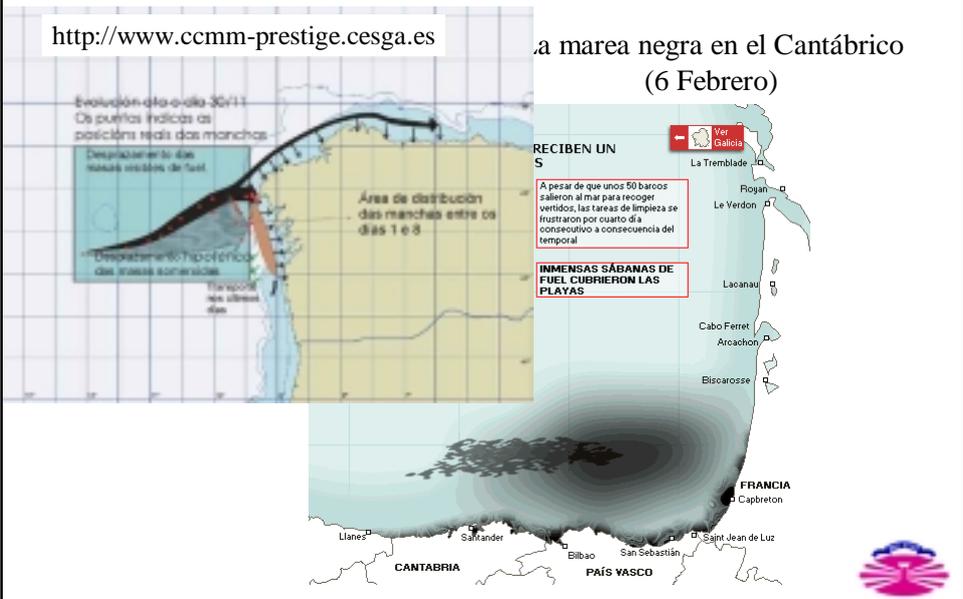




Vertidos después del hundimiento

<http://www.cmm-prestige.cesga.es>

La marea negra en el Cantábrico (6 Febrero)



Exxon Valdez: dos meses de vertidos

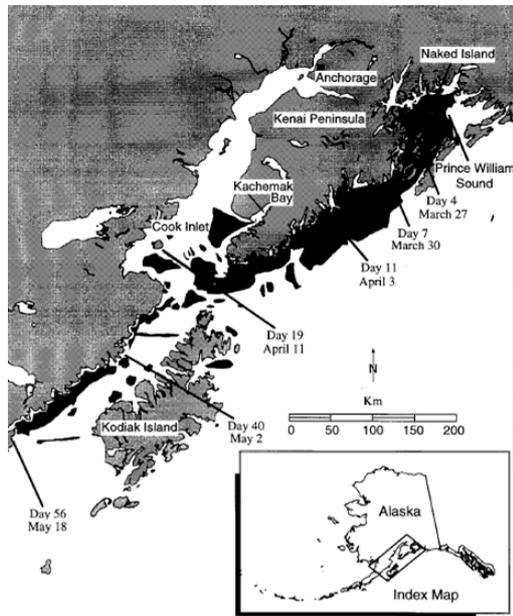
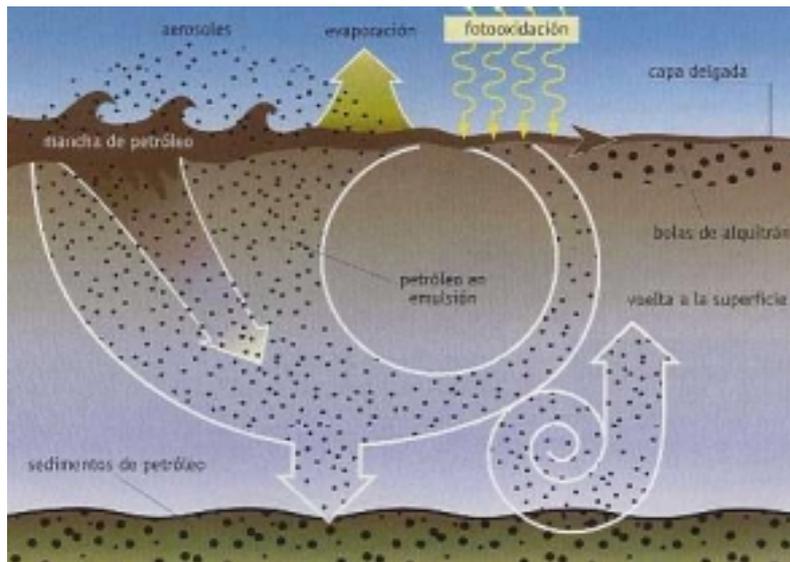


Figure 2 Spread of oil spilled from T/V Exxon Valdez during the initial 56 days. Courtesy USDA Forest Service (from 27).

Paine et al. (1996). Ann. Rev. Ecol. Syst.



Hábitats afectados



Hábitats afectados

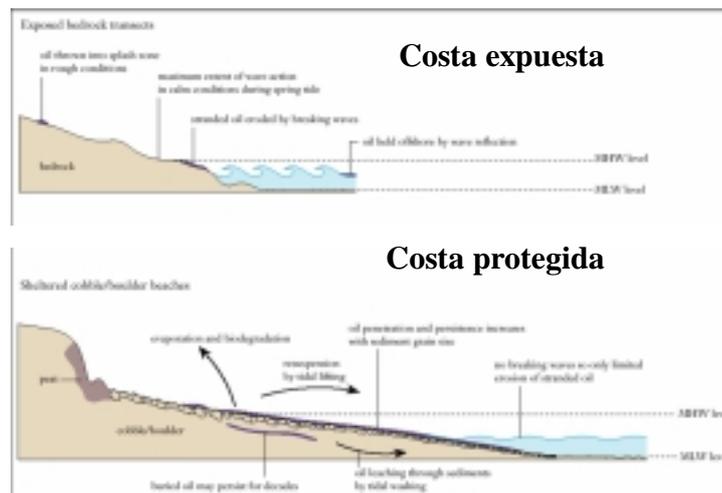
Nivel de afectación potencial:

- ▶ Escaso / Nulo
- ▶ Moderado
- ▶ Alto

- ▶ a. Ecosistema pelágico oceánico y costero
- ▶ b. Ecosistema bentónico plataforma continental
- ▶ c. Ecosistema bentónico costero
 - a. Zonas intermareales
 - b. Zonas submareales
 - c. Sustratos rocosos
 - d. Sustratos sedimentarios
- ▶ d. Ecosistema costero terrestre (+ limpieza)
- ▶ e. Ecosistema profundo de la zona de hundimiento??



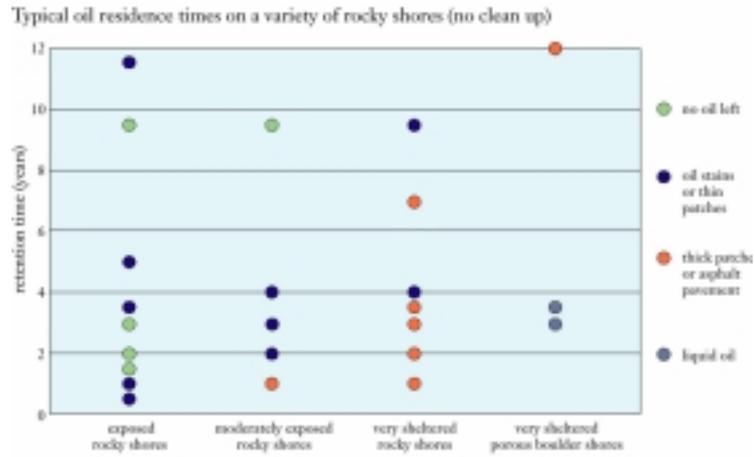
Procesos de envejecimiento y persistencia del petróleo depositado en costas rocosas



Informes del IPIECA, Vol. 7



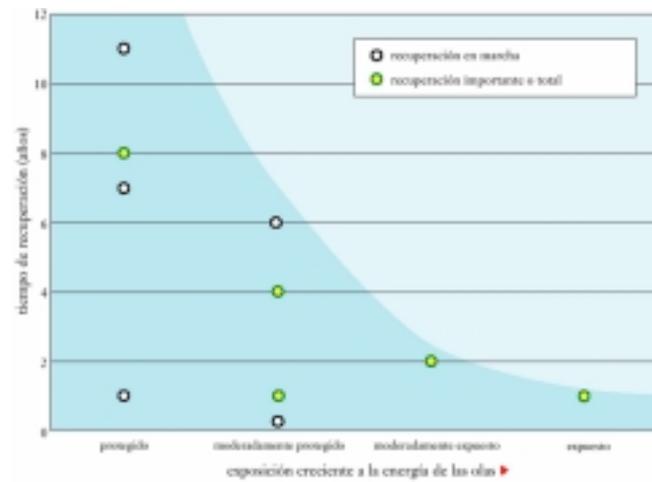
Tiempos de residencia del petróleo en costas rocosas (sin limpieza)



Informes del IPIECA, Vol. 7



Tiempos de recuperación de comunidades bentónicas de sustrato rocoso



Informes del IPIECA, Vol. 1



Procesos de envejecimiento y persistencia del petróleo depositado en costas sedimentarias

Arena gruesa (zona expuesta):

- Alta porosidad, acumulación en capas profundas
- Alta movilidad del petróleo: baja permanencia, elevada biodisponibilidad (fracción soluble)

Fangos (zonas protegidas):

- Escasa porosidad, penetración por estructuras biogénicas
- Escasa movilidad del petróleo: elevada permanencia, baja biodisponibilidad, ingestión directa por endofauna



Composición química del fuel: Hidrocarburos

	Hidrocarburos saturados (%)	Hidrocarburos aromáticos (%)	Resinas (%)	Asfaltenos (%)
<i>Prestige</i> Fuel inicial (1)	52.8	26.6	8.4	12.2
<i>Prestige</i> Emulsión (2)	50.3	24.6	9.9	14.2
<i>Prestige</i> Envejecido (3)	48.5 ± 1.0	37.6 ± 1.9	8.3 ± 0.8	5.6 ± 0.6
<i>Prestige</i> Envejecido (4)	22	50	28	
<i>Erika</i>	22.2	55.6	15.6	6.6
<i>Baltic Carrier</i>	40.9	37.9	11.5	9.7

(1) (2). Museum National d'Histoire National

(3) Recogido el 18/11/02 por el buque Ailette de una mancha en el mar (CEDRE).

(4) CSIC. Informe 01



Metales pesados

Fuel emulsionado (ug/g):

10 ⁴	< Sodio
>10 ³	< Aluminio, Calcio, Hierro, Potasio, Magnesio, Titanio
>10 ²	< Bromo, Níquel, Vanadio
>10	< Boro, Bario, Manganeso, Molibdeno, Estroncio, Zinc
>1	< Arsénico, Cobalto, Cromo, Cobre, Litio, Selenio > 0.1

Informe Técnico CSIC "Prestige" 02

Concentration en métaux dans les fouds du Prestige (échantillons cuve et Aleta) et de l'Erika

Composés	PRESTIGE		ERIKA	
	Cuve	Aleta	IFREMER	IFP
nickel (ug/g)	55 ± 1	28 ± 3	41 ± 1	39
vanadium (ug/g)	170 ± 5	77 ± 3	87 ± 3	89
cadmium (ug/g)	< 0.1	-	-	-
plomb (ug/g)	< 0.5	-	-	-
chrome (ug/g)	0,31	0,16	-	-
cobalt (ug/g)	< 0.1	-	-	-
VIM	2.9 - 3.2	2.4 - 3.2	2.0 - 2.3	2.3

IFREMER



Tableau 1. Concentrations des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans les fouds du Prestige (échantillon Aleta Prestige-100) et de l'Erika (échantillon de Dunkerque - CEORS - raffinerie de Dunkerque et le suivi du fuel déposé sur les rochers à B&D (MER) obtenues par la CPO-SM au mode SIM, après le fractionnement par la chromatographie d'adsorption.

Composés	Abbréviation	Prestige	ERKA	ERKA	ERKA	ERKA
		Aleta 19/11/02 PREST 104	MAR 27/06/99	Plage	ERL Dunkerque	RSD H46
		ng/kg	%	ng/kg	ng/kg	%
Naphthalène	Naphthalène	190	2,6	80	587	3,0
C1-naphthalènes	C1-N	1194	1,9	636	2998	1,3
C2-naphthalènes	C2-N	3075	1,7	951	4253	2,4
C3-naphthalènes	C3-N	1940	1,6	702	3017	1,6
C4-naphthalènes	C4-N	609	1,4	360	1516	2,4
Acenaphthylène	Acenaphthylène	14	2,4	5	nd	nd
Acenaphthène	Acenaphthène	48	5,6	27	125	1,2
Fluoranthène	Fluoranthène	51	6,4	42	194	1,4
C1-fluoranthènes	C1-F	302	1,8	146	488	1,8
C2-fluoranthènes	C2-F	355	2,4	216	568	2,4
Phénanthrène	Phénanthrène	475	6,6	176	548	1,7
Anthracène	Anthracène	44	5,2	22	88	2,8
C1-phénanthrènes/anthracènes	C1-P	956	1	630	2170	2,5
C2-phénanthrènes/anthracènes	C2-P	1136	1,4	1248	3024	3,3
C3-phénanthrènes/anthracènes	C3-P	822	16,2	1191	2938	5,2
Fluoranthène	Fluoranthène	26	2,4	46	46	1,2
Pyridène	Pyridène	110	5,5	136	244	1,2
C1-pyridènes/fluoranthènes	C1-PY	459	3,1	496	1213	2,2
C2-pyridènes/fluoranthènes	C2-PY	881	2,6	638	1787	3,8
Benzofluoranthène	Benzofluoranthène	38	1,8	83	174	2,2
Dibenzofluoranthène	Dibenzofluoranthène	80	2,3	173	366	5,2
C1-dibenzofluoranthènes	C1-CBF	497	3,3	537	1728	7,6
C2-dibenzofluoranthènes	C2-CBF	349	6,7	571	1838	9
Benzo[a]anthracène	Benzo[a]anthracène	17	4,5	35	86	6,4
C1-benzo[a]anthracènes	C1-B[a]A	106	5,6	282	310	7,1
Benzo[b]fluoranthène	Benzo[b]fluoranthène	35	4,8	45	95	2,7
Benzo[k]fluoranthène	Benzo[k]fluoranthène	22	4	50	100	6
Fluoranthène	Fluoranthène	10	12,1	18	28	9
Indène 1,2,3-cétylène	Indène-Pyrene	5	5,5	15	30	18,1
Dibenz[a,h]fluoranthène	DBA	4	8	19	3	16,8
Benzo[ghi]perylene	Benzo[ghi]perylene	15	3,2	28	28	10
Dibenz[ah]anthracène	DBT	82	1,7	58	191	1,3
C1-dibenz[ah]anthracènes	C1-DBT	236	0,8	158	498	1
C2-dibenz[ah]anthracènes	C2-DBT	618	4,5	240	1105	4
C3-dibenz[ah]anthracènes	C3-DBT	342	8,7	238	838	4,4
Benzo[ghi]perylene	B[ghi]P	75	4,2	128	300	8,4
C1-benzo[ghi]perylènes	C1-B[ghi]P	281	2,3	298	771	3,4

1) C-1, C-2, C-3, C-4 pour respect de 1, 2, 3 et 4 carbones
2) Da et a indiquent une position des composés

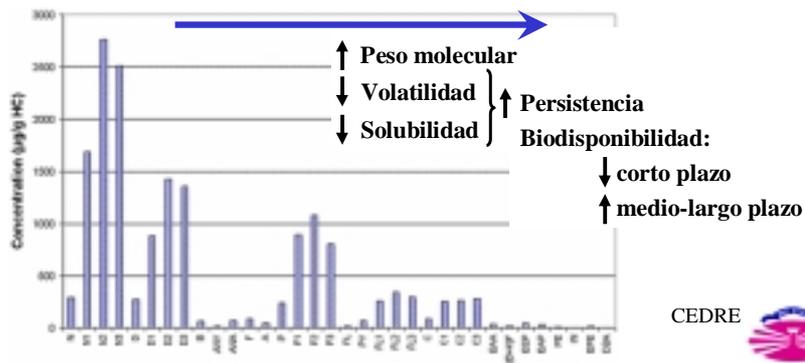
Hidrocarburos aromáticos policíclos (HAPs) del Prestige y del Erika

IFREMER

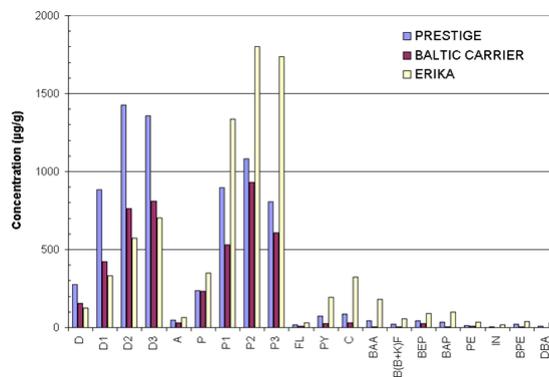


HAPs potencialmente tóxicos contenidos en el fuel del Prestige:

- 16 HAP (Hazardous Air Pollutants) de la lista de la US E.P.A. (Environmental Protection Agency)
- sus derivados alquilos
- ciertos compuestos con azufre (Dibenzotiofeno)



Comparación del contenido en HAPs en los fueles pesados implicados en las tres grandes contaminaciones marinas más recientes (Erika, Baltic Carrier e Prestige)



Erika : LPTC
 Baltic Carrier e Prestige : CEDRE



Equivalencia en toxicidad (expresada respecto al benzo(a) pireno) del fuel del Erika y del Prestige

Tableau 5. Equivalence en toxicité : Prestige and Erika oil TEQ

B(a)pyrene TEQ for Prestige and Erika oil

	TEF	Prestige Ailette		Erika Plage		Prestige Ailette		Erika Plage	
		mg/kg	mg/kg	TEQ	% (TEQ)	TEQ	% (TEQ)		
Fluoranthene	0,020	27,62	17,82	0,55	1,21	0,36	0,40		
Pyrene	0,130	110,27	115,73	14,33	31,31	15,04	16,96		
B(a)anthracene	0,014	38,29	82,85	0,54	1,17	1,16	1,31		
Chrysene	0,013	79,63	173,02	1,04	2,26	2,25	2,54		
BbFL	0,110	17,22	26,39	1,89	4,14	2,90	3,27		
B(k)FL	0,070	nd	3,43		0,00	0,24	0,27		
B(a)Pyrene	1,000	21,73	52,05	21,73	47,45	52,05	58,68		
Dibenzo(ah)anthracene	1,050	3,74	9,87	3,92	8,57	10,36	11,68		
B(ghi)perylene	0,030	15,25	19,63	0,46	1,00	0,59	0,66		
Indeno(123)pyrene	0,250	5,32	14,96	1,33	2,90	3,74	4,22		
			Total TEQ	45,79		88,69			

IFREMER



Envejecimiento de los HAPs

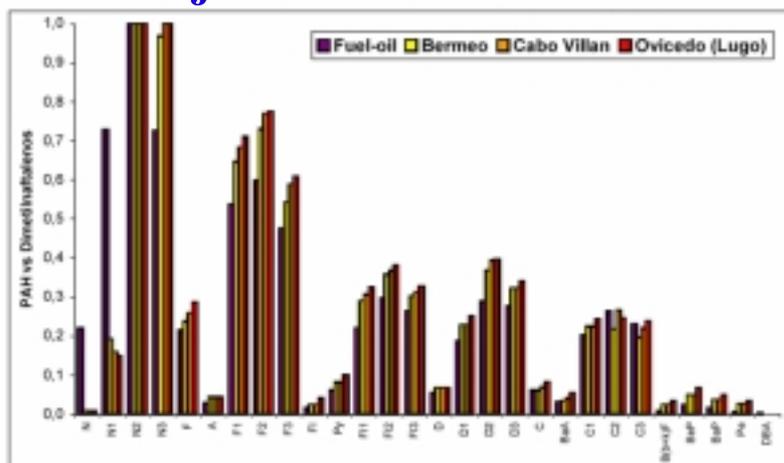


Figura 2b. Distribuciones relativas de hidrocarburos aromáticos policíclicos del fuel-oil del Prestige, y de muestras recogidas en la costa al cabo de un mes (Bermeo) y dos meses (Cabo Villan y Ovicedo) del vertido. N: naftaleno, F: fenantreno, D: dibenzotiofeno, C: criseno

Informe Técnico CSIC "Prestige" 14



Modos de afectación de los organismos

a. Efectos directos letales:

- Impregnación
- Sofocación

b. Efectos directos subletales:

- Toxicidad de hidrocarburos: genotoxicidad, ...

c. Efectos indirectos: Perturbaciones a los ecosistemas

- Alteraciones del hábitat
- Cambios en predadores y/o presas
- Cambios en competidores
- Productividad
- Redes tróficas

Bioacumulación



Algunas evidencias sobre efectos biológicos directos

Áreas oceánicas

- No evidencias de efectos significativos

Áreas costeras

- Efectos potenciales muy superiores
- Alto riesgo en especies con tamaños poblacionales pequeños y/o hábitats reproductivos restringidos
- Factores de riesgo:
 - a. Grandes mareas negras
 - b. Coincidentes con periodos de puesta
 - c. Afectación de hábitats clave y restringidos para ciertas especies (ej., bahías)

Ejemplos en zonas costeras:

- Peces planos, marea negra Amoco Cadiz (1978, Bretaña). Desaparición de la primera clase de edad en 1978.



Ejemplos de efectos subletales debidos a la toxicidad de hidrocarburos (estudios experimentales)

MAYOR AFECTACIÓN DE EMBRIONES, LARVAS Y JUVENILES

- Reducción del éxito de eclosión de huevos
- Reducción de la supervivencia larvaria cuando los adultos han estado expuestos durante la maduración gonadal
- Anormalidades morfológicas de las larvas (que limitan su viabilidad)



REDUCCIÓN DEL ÉXITO REPRODUCTIVO



Evidencias de los efectos negativos sobre la dinámica poblacional

1. Niveles de contaminantes en organismos



2. Relaciones entre contaminantes y toxicidad:
Respuestas fisiológicas y genéticas.
LABORATORIO



3. Integración de respuestas fisiológicas y genéticas a nivel poblacional: Efectos demográficos (crecimiento y reproducción). ESTUDIOS A MEDIO Y LARGO PLAZO; MODELIZACIÓN



Evidencias de efectos de contaminación crónica en el caso del Exxon Valdez

Species	Life Stage	PAH s (ppb)	Connection to intertidal (Effect)
Pink salmon	Embryo	1 µg/g	Early development (death, genetic damage to 1 st , 2 nd generation)
Pink salmon	Juvenile	1 µg/g	Nursery (decreased growth & reduced marine survival)
Dolly Varden char	Juvenile, adult	low ppb	Forage (decreased growth for 1 yr)
Cut-throat trout	Juvenile, adult	low ppb	Forage (decreased growth for 2 yr)
Pacific herring	Egg, embryo	1 µg/g	Early development (death)
Black oystercatchers	Adult	low ppb	Nest (delayed recovery due to problems with rearing chicks)
Harlequin ducks	Adult	low ppb	Forage on mussels (depressed over winter survival of females, 9 yr)
Barrow's goldeneye	Adult	low ppb	Forage on mussels (depressed recovery, elevated P450 enzyme, 9 yr)
Cormorants, murres, black-legged kittiwake, pigeon guillemot (PG), loons, mergansers	Adult	low ppb	Forage on high lipid fish (delayed recovery for 9 yr (loons 5 yr); PG lower productivity of young, elevated P540 enzyme 9 yr)
Masked greenling	Adult	0.40 µg/g	Resident (elevated P450 enzyme up to 7 years post spill)
Sea otters	Juvenile	low ppb	Forage on mussels (high mortality for up to 3 yrs)
Sea otters	Adult	low ppb	Forage (high mortality of prime breeding age adults for 5 yr)

PECES

AVES

NUTRIAS



Redes tróficas: Vías de entrada de contaminantes

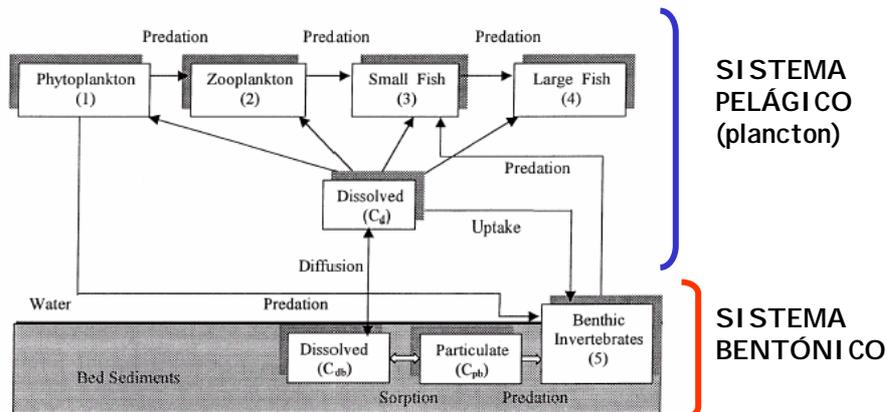
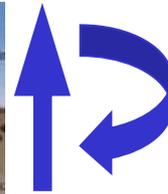
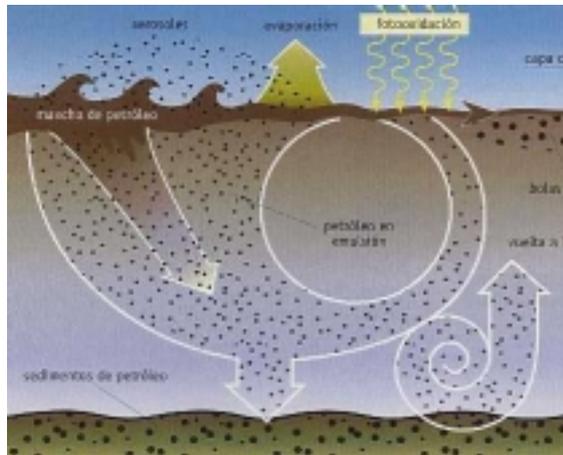


Fig. 2 Schematic of the oil spill-food chain interaction model.

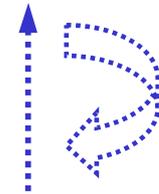
Gin et al. Mar. Poll. Bull. 2001



Hidrocarburos en columna de agua o sedimentos



Aegean Sea



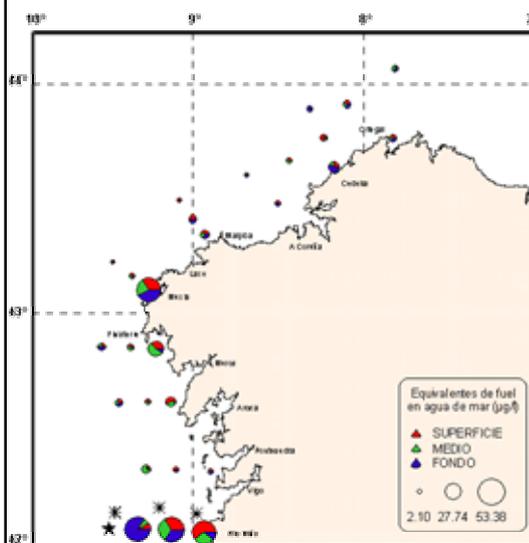
Prestige



Instituto Español de Oceanografía

Campaña Prestige 1202

Hidrocarburos aromáticos en agua



Niveles de hidrocarburos relativamente bajos en agua (plataforma continental)

Criterio de Concentración máxima Aceptable (US EPA): 300 ug/L

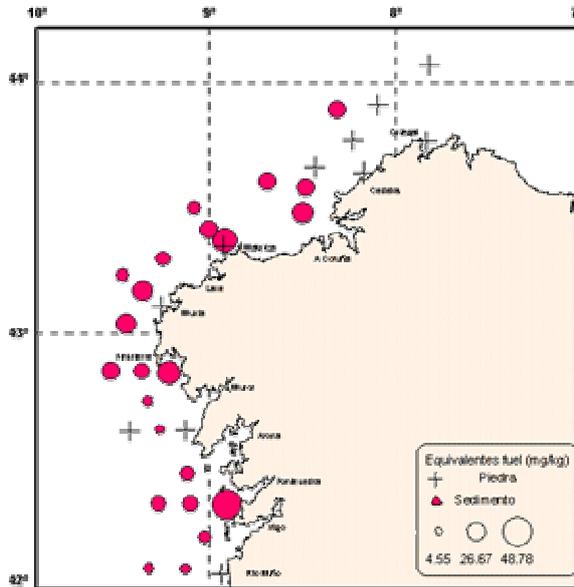
* Plantea muy importante de las concentraciones encontradas en esta zona son apenas al vertido del Prestige

* Muestra de fondo visualmente atípica. Concentración dudosa.





Instituto Español de Oceanografía
 Campaña Prestige 1212
 Hidrocarburos aromáticos en sedimentos superficiales

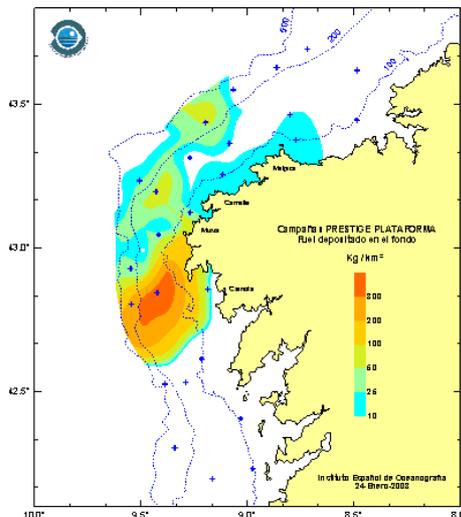


Niveles de hidrocarburos altos en sedimentos

Distribución espacial de la concentración de hidrocarburos poliaromáticos totales en sedimento en la plataforma de Galicia. Los símbolos + corresponden a estaciones en las que no se pudo recoger sedimento debido a la naturaleza del fondo (grava o piedras)



Niveles de hidrocarburos en fondos obtenidos mediante artes de arrastre



Concentraciones de fuel por estratos. Media expresada en g/15 minutos arrastre y SE es el error estándar.

Estrato	Media	SE
70-120 m	26,77	10,40
121-200 m	419,54	379,44
201-500 m	131,64	95,93
TOTAL	252,59	194,74



Red trófica en la plataforma continental cantábrica

Sánchez & Olaso (en prensa).
Ecological Modelling

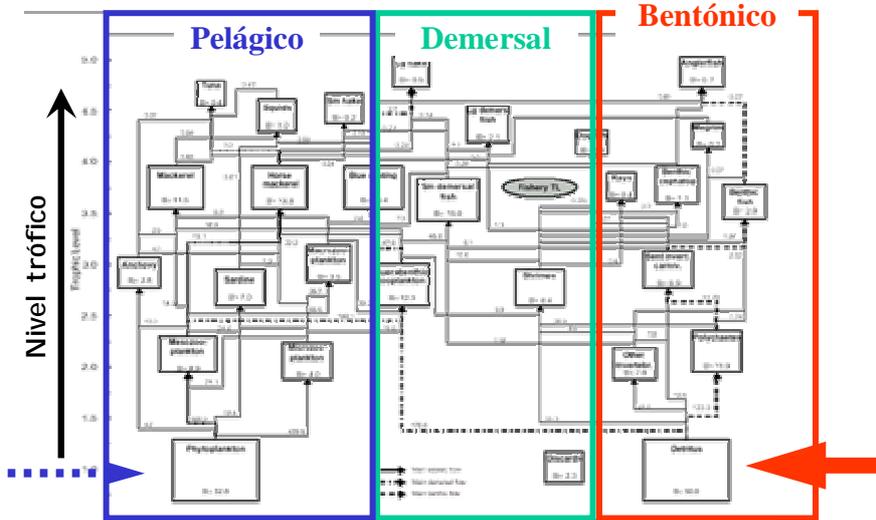


Figure 2. Main trophic interactions in the Cantabrian Sea, 1994. The boxes are arranged by the y-axis after trophic levels, and to some degree on a geographic scale on the x-axis. Main flows are expressed in $\text{t km}^{-2} \text{ year}^{-1}$ and the biomass of each trophic group (B) in t km^{-2} . Minor flows, respiration, catch backflows to the detritus are omitted.



Bioacumulación. ¿Por qué?

1. HAPs hidrófobos: acumulación en tejidos grasos

2. Capacidad de detoxificación metabólica:

↓ Bivalvos Bioacumulación rápida transitoria?

↑ Peces No acumulación
Toxicidad en el proceso de degradación

3. Ciclo vital: mayor en animales de vida larga

4. Nivel trófico:

- Bioacumulación a medio y largo plazo mayor en niveles tróficos superiores (predadores):
 - Ciclo vital largo
 - Presas con niveles tóxicos elevados



Efectos de las mareas negras sobre las pesquerías

- **Impactos negativos de la marea negra sobre el estado de los recursos:**
 - Reducciones inmediatas del tamaño de stock (mortalidad directa)
 - Reducciones de la tasa reproductiva (reducciones de stock a medio plazo)
- **Efectos sobre aparejos**
- **Cese cautelar de actividad:**
 - Producto no válido visual o organolépticamente
 - Seguridad alimentaria: toxicidad para humanos
- **Efectos comerciales**



Respuesta a corto plazo en especies demersales y bentónicas de la plataforma continental gallega

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



Respuesta inicial de los organismos móviles: cambios de distribución

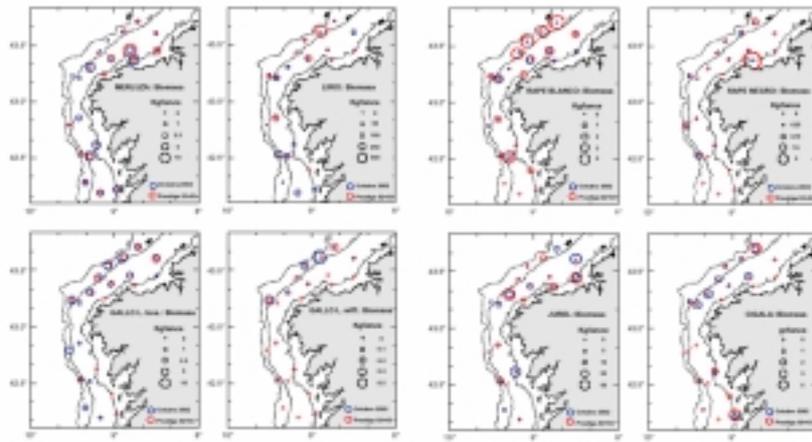


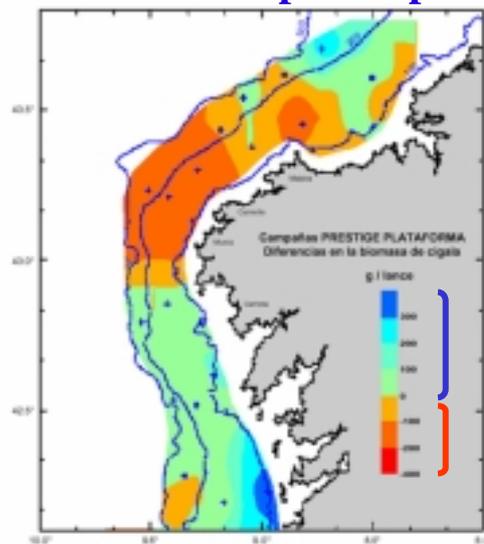
Figura 8. Distribución y abundancia de la merluccia, bacaladilla y gallo antes y después del accidente del Prestige.

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

Informe no. 6. IEO



Sólo la cigala (sedentaria) para mostrar una respuesta predecible



Incremento densidad

Descenso densidad

Informe no. 6. IEO

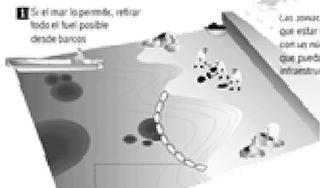


El caso del percebe

Dispositivo 'Arca de Noé'

Dada la dificultad de preservar toda la costa expuesta a los vertidos del 'prestige', se propone crear un dispositivo de protección de zonas especialmente sensibles por su riqueza de fauna y flora.

1 Si el mar lo permite, retirar todo el fuel posible desde barcos.



Las zonas escogidas tendrían que estar bien comunicadas, con un núcleo urbano cercano, que pueda aportar la infraestructura necesaria.

2 Poner barreras anticontaminación

3 Mantener un retén en forma de personal que retire el fuel a medida que vaya llegando a la costa, evitando que cubra los organismos y los active.

Lugares que se propone proteger

Proyecto propuesto por varios científicos del departamento de ecología y biología animal de la Universidad de Vigo.

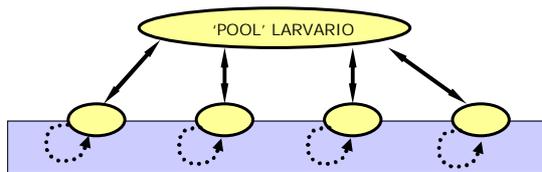


Propuesta de protección del litoral: "Arcas de Noé"

Elsa Vázquez y Jesús Souza Troncoso (U. Vigo)



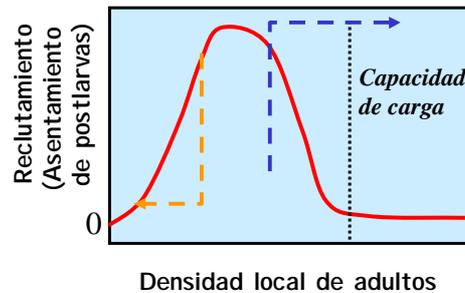
Estructura metapoblacional meropláctónica



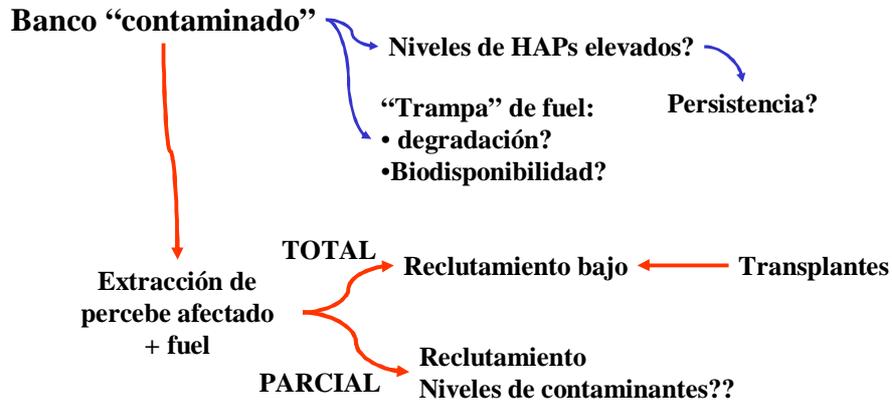
Relación entre reclutamiento y densidad de adultos

Competencia por el espacio

Asentamiento inicial sobre el pedúnculo de los adultos



El percebe necesita acciones de recuperación



Sensibilidad de los aparejos de pesca a daños por mareas negras

Tipos de artes	Sensibilidad
Nasas	Alta
Enmalle	Alta, Moderada
Cerco	Moderada, Baja
Palangre	Baja, Nula
Arrastre, Dragas	Muy alta





Pescas experimentales en las Rías Baixas (XUGA)

**Pescas con
miños**

<http://www.cmm-prestige.cesga.es>



**Arrastres con
Rastro de vieira**



**Pescas con
nasas**

<http://www.cmm-prestige.cesga.es>





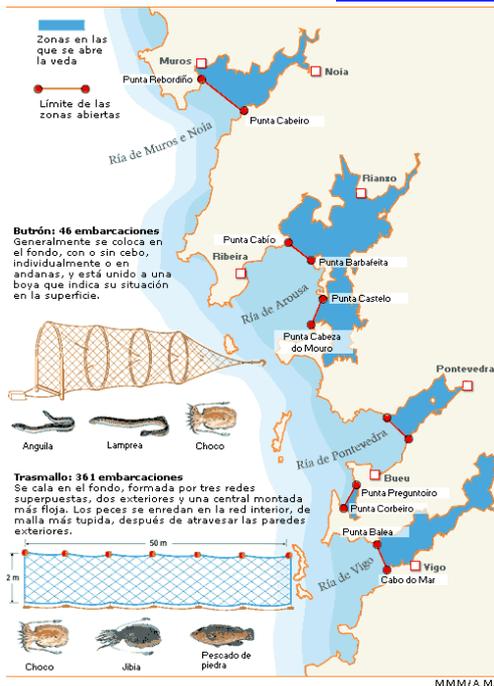
PRIMER DÍA DE MARISQUEO:
3 de febrero del 2003
1.688 mariscadores
10.677 kg extraídos.
Sólo se extrajeron moluscos: almeja, berberecho, relojito y canestro
110.107 euros de facturación

LAS POSTURAS SOBRE EL LEVANTAMIENTO DE LA VEDA
9 Cofradías a favor
A Illa, O Grove, Cambados, Vilanova, Carril, Raxó, Pontevedra, Lourizán y Vilaxoán.
18 Cofradías en contra
Palmeira, Muros, Noia, Cabo da Cruz, Rianxo, A Pobra, Ribeira, Aguiño, Porto do Son, Portosín, Cangas, Moaña, Arcade, Aldán, Vigo, Baiona, Bueu y Redondela.

Cese de actividad pesquera y marisquera



A. MANZANO

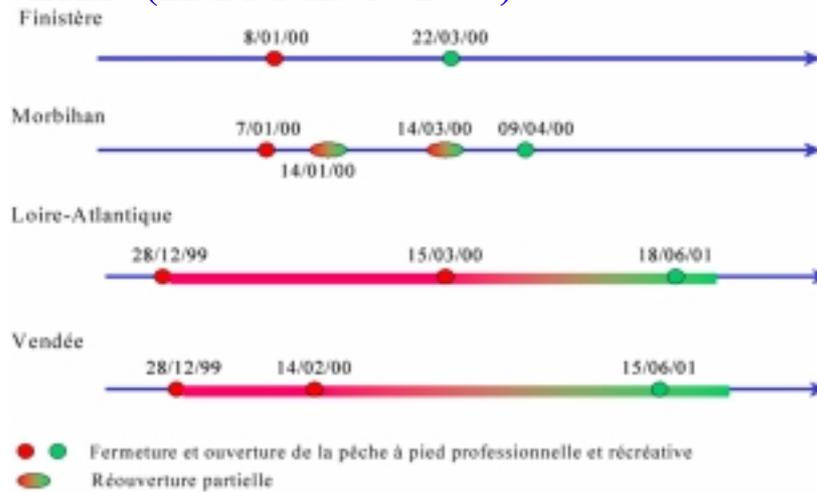


Inicio de la pesca en las Rías Baixas



MMM/A.M.

Apertura y cierre al marisqueo de zonas de producción de bivalvos tras el naufragio del Erika (12 Diciembre 1999)



IFREMER, Surveillance du Milieu Marin



Efectos comerciales

– **Nicho de mercado del producto gallego:**

- Alta calidad
- Alto precio



– **Desconfianza del consumidor**
 – **Entrada de productos sustitutivos en el mercado:**

- Origen geográfico
- Especies nuevas
- Acuicultura



Redes de monitorización y gestión de recursos

Propuesta de Carballeira (2003) [Ciencias Marinas]

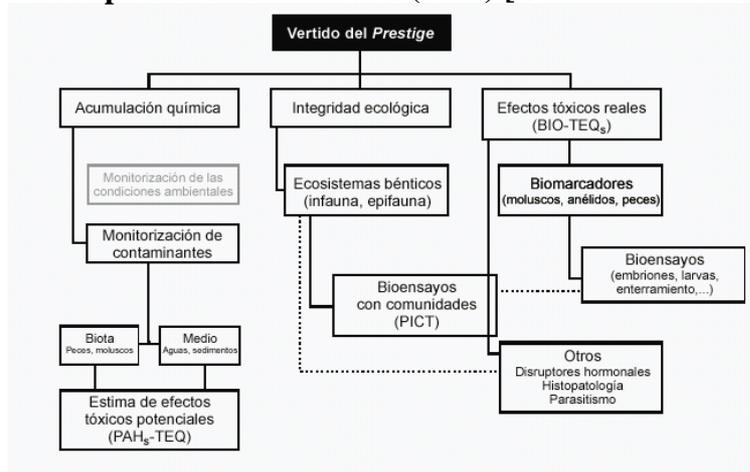
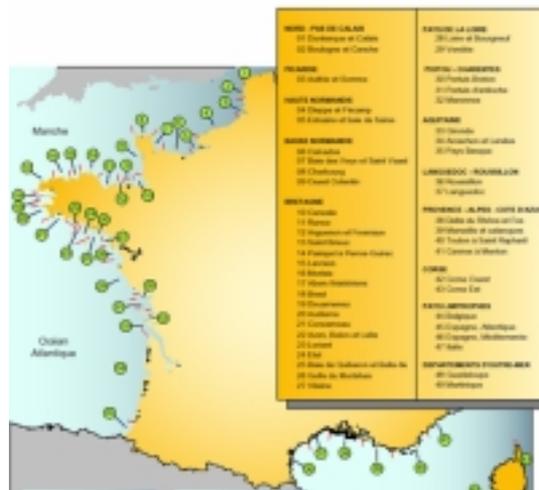


Figura 2. Diseño triaxial para la biomonitorización de los ecosistemas marinos polucionados por el derrame del *Prestige*.



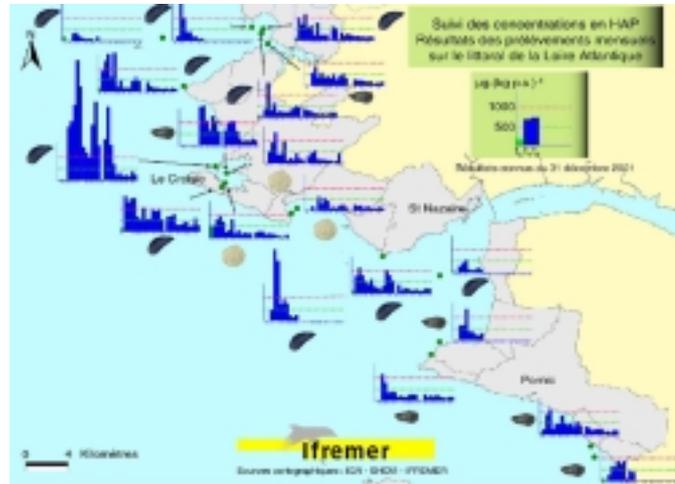
Red de monitorización del medio marino en Francia (1994-)



IFREMER,
Surveillance du
Milieu Marin



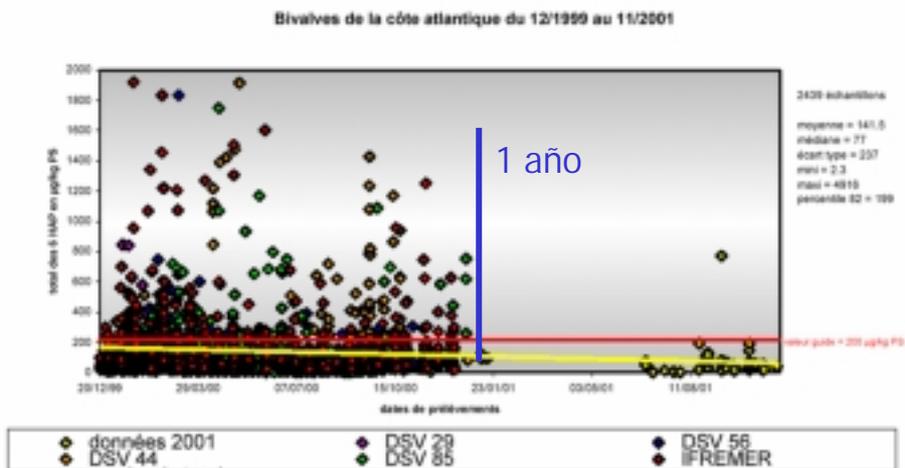
Seguimiento de contaminantes (HAPs) procedentes del Erika (mejillón y ostra)



IFREMER, Surveillance du Milieu Marin



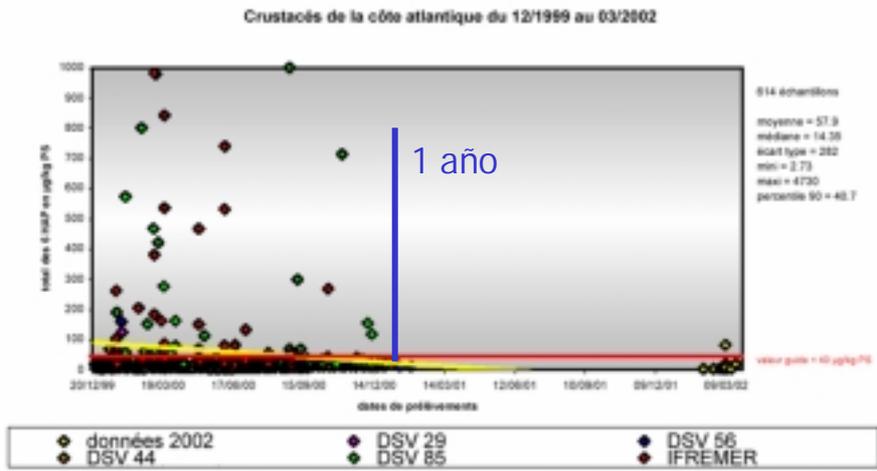
Evolución temporal de HAPs en bivalvos (6 compuestos recomendados por la OMS)



Agencia Francesa de Sanidad y Seguridad Alimentaria (AFSSA)



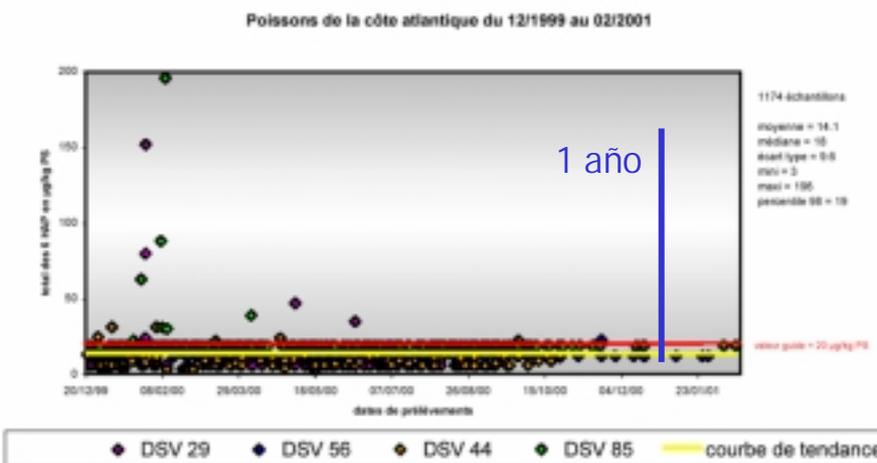
Evolución temporal de HAPs en crustáceos decápodos (6 compuestos recomendados por la OMS)



Agencia Francesa de Sanidad y Seguridad Alimentaria (AFSSA)



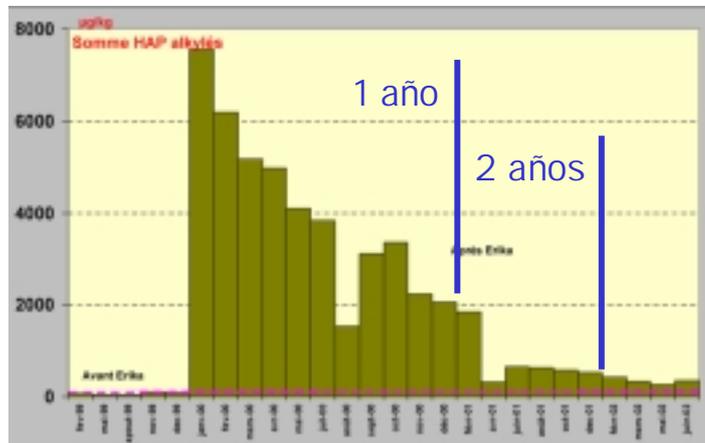
Evolución temporal de HAPs en peces (6 compuestos recomendados por la OMS)



Agencia Francesa de Sanidad y Seguridad Alimentaria (AFSSA)



Evolución temporal de HAPs con grupos alquil en organismos

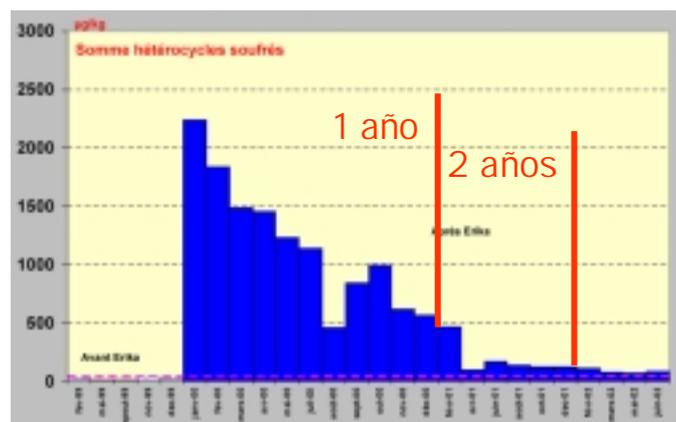


Graphique 5 : Variations temporelles des concentrations en dérivés alkylés des HAP (somme en µg/kg poids sec, dérivés alkylés des composés hétérocycliques soufrés non inclus) en fonction du temps dans les échantillons. (Source : Ifremer Projet MDL-ERKA programme MEDD - Suivi des conséquences écologiques et écotoxicologiques dues au naufrage de l'Erika)

Agencia Francesa de Sanidad y Seguridad Alimentaria (AFSSA)



Evolución temporal de HAPs con azufre

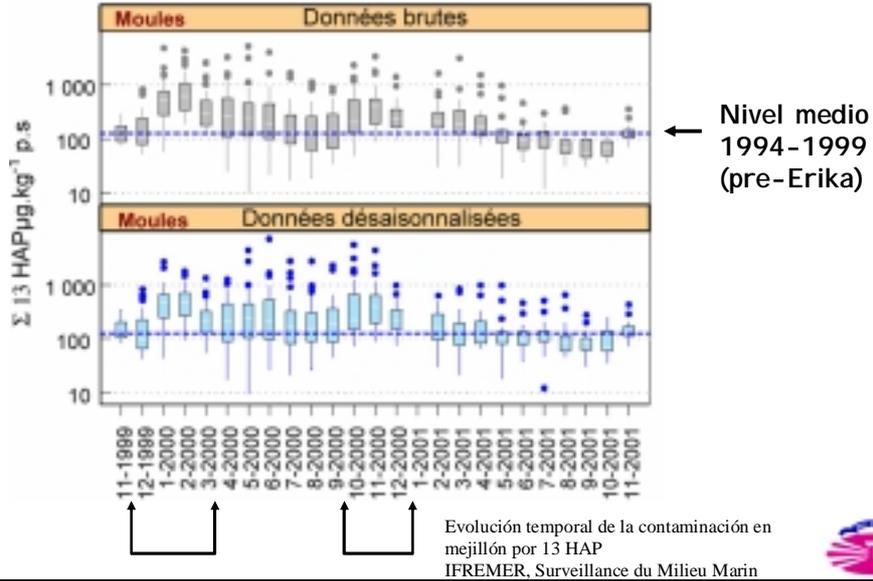


Graphique 6 : Variations temporelles des concentrations en composés hétérocycliques soufrés (somme en µg/kg poids sec) en fonction du temps dans les échantillons d'huîtres. (Source : Ifremer Projet MDL-ERKA programme MEDD - Suivi des conséquences écologiques et écotoxicologiques dues au naufrage de l'Erika)

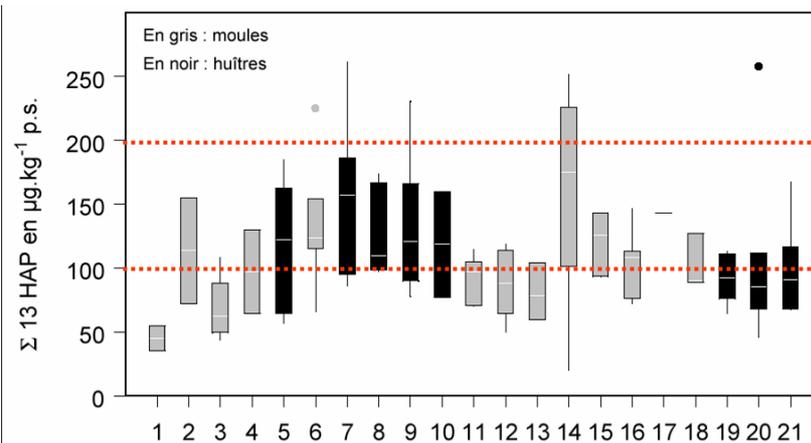
Agencia Francesa de Sanidad y Seguridad Alimentaria (AFSSA)



Biomonitorización con mejillón: El Erika provocó dos eventos de contaminación

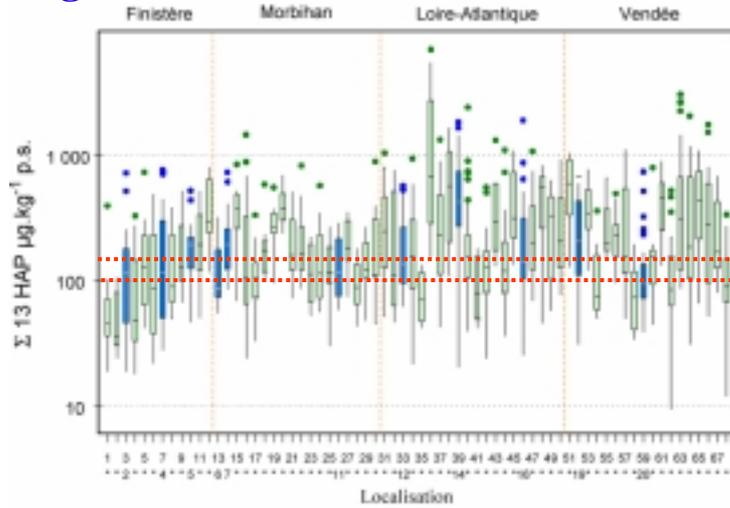


Variabilidad espacial en HAPs en organismos. Pre-Erika 1994-1999

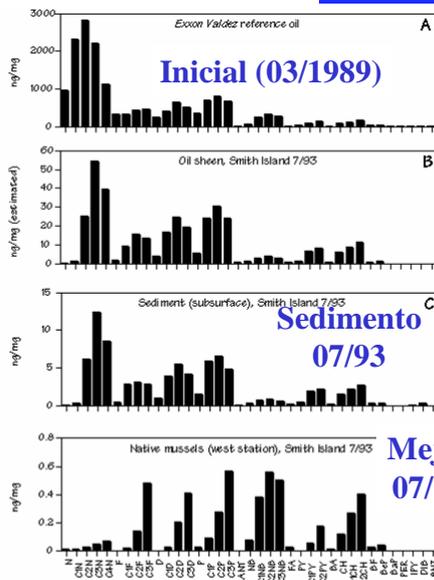


Contaminación por 13 HAPs entre 1994 y 1999 (pre-Erika) en 21 estaciones de la costa francesa. IFREMER, Surveillance du Milieu Marin

Variabilidad espacial en HAPs en organismos. Post-Erika Nov 1999-Dic 2001



Contaminación por 13 HAPs entre noviembre de 1999 y diciembre de 2001 (post-Erika) en diferentes estaciones de la costa francesa. IFREMER, Surveillance du Milieu Marin



Exxon Valdez. Proceso de bioacumulación de compuestos individuales de HAPs

Figure 49. Comparison of PAH distributions for Exxon Valdez reference oil (A), surface oil sheen (B), subsurface sediment (C), and native mussels collected from the western side of the Smith Island study site (D) in 1993.



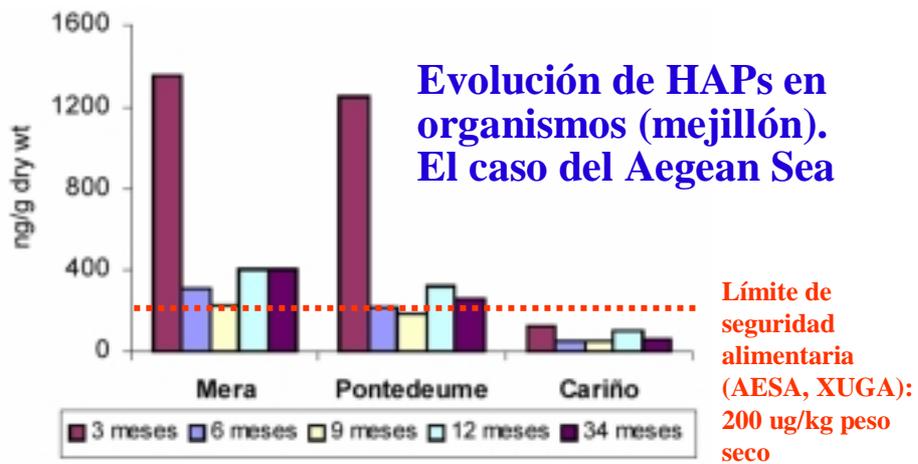
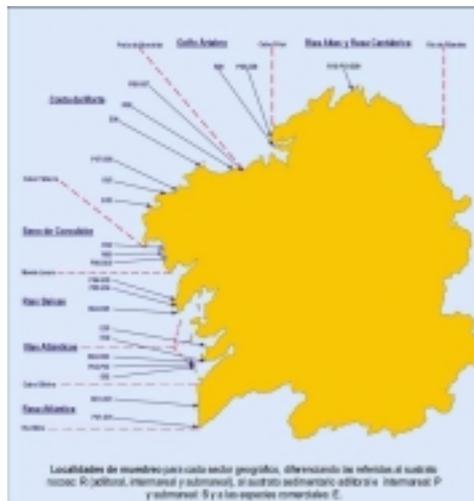


Figura 1.- Concentraciones de PAHs en mejillones recogidos en puntos de la costa gallega después del accidente del *Aegean Sea*.

Informe Técnico CSIC "Prestige" 15



Propuesta de red de muestreo para evaluación de impacto. Universidades gallegas



- HAPs en sedimento
- HAPs en organismos
- HAPs en agua y seston
- Comunidades bióticas



Red de monitorización de la Xunta de Galicia

Experiencia previa: Centro de Control da Calidade do Medio Mariño:

- Mareas rojas
- Zonas costeras (sistema pelágico)
- No HAPs u otros contaminantes

Marea negra del Prestige:

- No existen criterios explícitos de selección de especies o número de muestras
- Esfuerzo intensivo de muestreo sólo inmediatamente antes de la apertura de la pesca o marisqueo
- No se proporcionan datos de zonas afectadas y cerradas a la pesca (no existen??)



Implicaciones de una marea negra en la seguridad alimentaria

HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (HAPs). CLASIFICACIÓN SEGÚN SU TOXICIDAD Y LEGISLACIÓN

•**EPA:** 16 compuestos catalogados como potencialmente tóxicos (muchos carcinogénicos) por la Environmental Protection Agency (EEUU)

•**AESA / AFSSA / XUGA:** 6 compuestos propuestos por la OMS y catalogados por la Agencia Española de Seguridad Alimentaria (AESA), por la Agencia Francesa de Seguridad Alimentaria (AFSSA) y por la Xunta de Galicia para determinar la aptitud para el consumo de productos pesqueros y marisqueros.

•**BOE aceite:** compuestos catalogados por el Ministerio de Sanidad y Consumo (BOE 26 Julio 2001) para determinar la aptitud para el consumo de aceite de orujo de oliva.

•**HAPs alquilados:** compuestos que incluyen grupos alquil, y que pueden en ocasiones ser tan o más tóxicos que los incluidos en los listados de la EPA o la OMS.

•**Azufre:** HAPs que incluyen azufre en su molécula, y que pueden en ocasiones ser tan o más tóxicos que los incluidos en los listados de la EPA o la OMS.



Límites de seguridad

-6 compuestos catalogados por la OMS, AESA, AFSSA y XUGA:

- moluscos: límite máximo del total de estos compuestos de 200ug/kg de peso seco
- peces: 20 ug/kg de peso seco
- crustáceos y cefalópodos: 40 ug/kg (XUGA?? y AFSSA Erika), 200 ug/kg (AFSSA Prestige)

-16 compuestos catalogados por la EPA (recomendación AFSSA):

- moluscos (incluyendo cefalópodos) y crustáceos: límite total de 500 ug/kg
- peces: 50 ug/kg



Ambigüedades de las recomendaciones de la Xunta de Galicia, AESA y AFSSA para el establecimiento de valores guía o límites de seguridad alimentaria en niveles de HAPs:

- **valores guía vs. límites de seguridad** (obligado cumplimiento)
- Xunta de Galicia: sólo valoran explícitamente moluscos (no se aclara si los cefalópodos se incluyen aquí) y pescado, pero no **equinodermos o crustáceos**
- No describen la **metodología analítica a emplear**.
- Los límites se refieren a la **parte comestible** pero no explicitan cuales son los **tejidos a analizar** y si los valores límite se refieren a tejidos concretos o al animal completo
- No justifican **por que los límites máximos difieren en peces, moluscos y crustáceos**, cuando los efectos para la salud humana deberían ser equivalentes.
- **No explican las bases de la estimación del límite**, excepto en el caso de la AFSSA, que debe estar basado en estimaciones de la frecuencia de consumo por la población de esos productos y el peso corporal medio.



Niveles de HAPs en recursos de Galicia

Especie (zona)	Suma de 6 HAPs (ug/kg peso seco)
Percebe (Costa da Vela)	135
Navaja	132
Erizo	201-246
Peces (plataforma) (músculo)	aprox. 0

Informe no. 5 IEO

Invertebrados: Enero 2003
Peces: Diciembre 2002 y Enero 2003

Xunta de Galicia:

- Zonas no afectadas: Moluscos < 200 ug/kg
Peces, crustáceos, cefalópodos < límite



Una reflexión final ...

Table 1 Money spent by Exxon Corporation subsequent to EVOS (in millions of dollars) (11, 155)

Immediate Costs (1989, 1990)	
Cleanup	\$2,000
Fishermen	300
Out-of-Court Settlement (1991–2001)	
Damage assessment	214
Habitat protection	375
Administrative costs	35
Research, monitoring and general restoration	180
Restoration reserve	108
Accumulated interest less Court fees	12
TOTAL	\$3,224
Civil Trial (1995)	
Compensation to fishermen	\$287
Punitive compensation (under appeal)	5000

Paine et al. (1996). Ann. Rev. Ecol. Syst.

