Ciencias Marinas (2007), 33(2): 121–132 http://dx.doi.org/10.7773/cm.v33i2.1106

Diversidad íctica asociada con plataformas gaseras: Evaluación de dos técnicas de censos visuales

Fish diversity associated with gas platforms: Evaluation of two underwater visual census techniques

P Consoli[1, 2]*, E Azzurro[1], G Sarà[3], M Ferraro[4], F Andaloro[1]

[1] ICRAM, Central Institute for Research Applied to the Sea, Via dei Mille 44, 98057 Milazzo (Me), Italy.
* E-mail: pierpaoloconsoli@hotmail.com
[2] Department of Animal Biology and Marine Ecology, University of Messina, Salita Sperone 31, 98100 Messina, Italy.
[3] Department of Animal Biology, University of Palermo, Via Archirafi 18, 90123 Palermo, Italy.
[4] ENI S.p.a., EandP Division, Italy.

Resumen

Se estudiaron las comunidades ícticas asociadas con plataformas extractivas mediante dos técnicas de censos visuales submarinos: transectos y conteos de puntos móviles. Los datos se tomaron a cuatro profundidades en tres diferentes plataformas situadas en el Mar Jónico (Crotone, Italia). Se registraron un total de 25 especies de peces pertenecientes a 12 familias. Se observaron diferencias significativas entre ambos métodos de muestreo y las profundidades en cuanto a la estructura de la comunidad íctica, la riqueza de especies y la abundancia de peces. El promedio de peces registrado con el método de transectos siempre fue mayor que el registrado mediante puntos móviles, mientras que lo contrario sucedió para las abundancias medias. Las especies gregarias como *Boops boops*, *Chromis chromis*, *Anthias anthias* y *Oblada melanura* fueron las que más contribuyeron a las diferencias en la estructura poblacional. Ambas técnicas permitieron observar especies que no son comúnmente capturadas con artes de pesca. Cuando se utilizan las dos técnicas, éstas proporcionan información complementaria con respecto a las comunidades ícticas estrictamente asociadas con las estructuras de las plataformas.

Palabras clave: técnicas de censos visuales, plataformas extractivas, comunidades de peces, diversidad.

Abstract

Fish assemblages associated with offshore platforms were surveyed using two underwater visual census techniques: strip transects and mobile point counts. Data were collected from four depth ranges at three platforms off Crotone, Italy (Ionian Sea). A total of 25 fish species belonging to 12 families were recorded for the three platforms. Significant differences between sampling methods and depth were observed in the fish assemblage structure, species richness and fish abundance. The mean number of species recorded with the strip transect method was always greater than that obtained with mobile point counts, whilst the opposite pattern was observed for mean abundances. Gregarious species such as *Boops boops*, *Chromis chromis*, *Anthias anthias* and *Oblada melanura* were responsible for most of the differences in the assemblage structure. According to our results, both methods allowed us to observe species that are not usually caught by means of fishing gear. When both census techniques are used, they provide complementary information about the fish assemblages strictly associated with the platform structures.

Key words: visual census methods, gas platforms, fish assemblage, diversity.

Inroducción

La estructura de las comunidades de peces asociadas con estructuras artificiales mar adentro ha sido estudiada en varias regiones como el Mar del Norte, el Golfo de México, el sur de California y la costa occidental de África. En estas áreas se encontró evidencia de que las plataformas de extracción mar adentro promueven la acumulación de peces que de otra forma estarían dispersos en amplias extensiones de agua (Hastings *et al.* 1976; Olsen y Valdemarsen 1977; Valdemarsen 1979; Gallaway *et al.* 1981; Gerlotto *et al.* 1989; Stanley y Wilson 1990, 1991, 1997, 1998, 2000; Bull y Kendall 1994; Love *et al.* 1999; Jørgensen *et al.* 2002; Løkkeborg *et al.* 2002). En vista de que estas estructuras se extienden a lo largo de la columna de agua, no sólo afectan a los peces demersales, sino

Introduction

The structure of fish assemblages associated with offshore artificial structures has been investigated in areas such as the North Sea, Gulf of Mexico, southern California and west coast of Africa. In these areas, there was evidence that offshore platforms promote the aggregation of fishes that would otherwise be dispersed over wide expanses of water (Hastings *et al.* 1976; Olsen and Valdemarsen 1977; Valdemarsen 1979; Gallaway *et al.* 1981; Gerlotto *et al.* 1989; Stanley and Wilson 1990, 1991, 1997, 1998, 2000; Bull and Kendall 1994; Love *et al.* 1999; Jørgensen *et al.* 2002; Løkkeborg *et al.* 2002). As these structures extend throughout the entire water column, their effects are not limited to demersal fishes, but also involve pelagic species that are attracted either by the solid, reef-like

PROVIDED FOR NON-COMMERCIAL RESEARCH AND EDUCATION USE. NOT FOR REPRODUCTION, DISTRIBUTION OR COMMERCIAL USE.

también a las especies pelágicas que son atraidas ya sea por la naturaleza sólida, de tipo arrecifal, de las estructuras o por los organismos más pequeños que buscan alimento en el área (Gallaway y Lewbel 1982).

Hasta ahora la investigación sobre la biodiversidad íctica asociada con plataformas se ha llevado a cabo principalmente mediante estudios pesqueros (Bombace *et al.* 1999; Fabi *et al.* 2002, 2004; Løkkeborg *et al.* 2002), estudios hidroacústicos (Stanley y Wilson 2000, Jørgensen *et al.* 2002, Soldal *et al.* 2002), videos tomados desde vehículos operados por control remoto (ROVs) (Cripps y Aabel 1995, Aabel *et al.* 1997) o sumergibles (Love *et al.* 2000, 2005, 2006). Sin embargo, las técnicas de censos visuales submarinos con equipo autónomo (SCUBA) no han sido empleadas frecuentemente para evaluar la diversidad íctica asociada con las plataformas petroleras y gaseras (Carlisle *et al.* 1964, Rilov y Benayahu 2000). Tampoco se han realizado comparaciones entre las técnicas de censos visuales usados en estos hábitats particulares, las cuales pueden ser particularmente útiles ya que métodos tradicionales, como los estudios pesqueros, no proporcionan información sobre los peces asociados estrictamente con las plataformas.

En las últimas décadas, los censos visuales submarinos han sido ampliamente adoptados para estimar la densidad de peces arrecifales (La Mesa y Vacchi 2004 y referencias ahí citadas, Fariña *et al.* 2005, Méndez *et al.* 2006). Estos métodos normalmente son rápidos y económicos, no destructivos y pueden implementarse de varias formas, aunque los más comúnmente utilizados son los transectos y conteos de puntos móviles (La Mesa y Vacchi 2004 y referencias ahí citadas). Varían en su implementación y protocolo para permitir la recolección de datos tanto cualitativos como cuantitativos bajo diferentes condiciones ambientales y objetivos de estudio sobre la composición de especies, abundancia y biomasa de peces (La Mesa y Vacchi 2004 y referencias ahí citadas). De hecho, se han desarrollado técnicas ligeramente modificadas de observación *in situ* para estudiar peces asociados con arrecifes artificiales (Relini *et al.* 1994, D'Anna *et al.* 1999a) y otros hábitats artificiales tales como dispositivos para la agregación de peces (Andaloro *et al.* 2002, Sinopoli *et al.* 2003).

Como parte de un programa de investigación más amplio, este estudio tiene como objetivo determinar un método óptimo de censos visuales submarinos para evaluar la diversidad de peces asociada con las plataformas gaseras mar adentro. Se probaron dos métodos mediante buceo con equipo autónomo: el transecto, comúnmente usado en hábitats naturales, y el conteo de puntos móviles, diseñado específicamente para estructuras artificiales verticales (plataformas extractivas) por Rilov y Benayahu (2000).

Material y métodos

Área de estudio

Se estudiaron tres plataformas gaseras localizadas a diferentes distancias de la costa de Crotone, Italia (Mar Jónico,

nature of the structures or by the smaller organisms foraging in the area (Gallaway and Lewbel 1982).

Until now, research on fish biodiversity associated with platforms has been mainly conducted through fishing surveys (Bombace *et al.* 1999; Fabi *et al.* 2002, 2004; Løkkeborg *et al.* 2002), hydroacoustic surveys (Stanley and Wilson 2000, Jørgensen *et al.* 2002, Soldal *et al.* 2002), video recordings from remotely operated vehicles (ROVs) (Cripps and Aabel 1995, Aabel *et al.* 1997) or by means of submersibles (Love *et al.* 2000, 2005, 2006). On the contrary, underwater visual census (UVC) techniques using SCUBA have been rarely employed to evaluate fish diversity associated with oil and gas platforms (Carlisle *et al.* 1964, Rilov and Benayahu 2000). Moreover, comparisons among UVC methods employed in these peculiar habitats are not available. These techniques can be particularly useful since traditional methods such as fishing surveys are not able to give information about fishes strictly associated with the platforms.

In the last decades, UVC methods have been widely adopted to estimate the densities of reef fishes (La Mesa and Vacchi 2004 and references therein, Fariña *et al.* 2005, Méndez *et al.* 2006). These methods are usually quick and inexpensive to use, non-destructive in nature and can be performed in a number of ways, yet the most commonly used are strip transects and point counts (La Mesa and Vacchi 2004 and references therein). They vary in their application and protocol to allow both qualitative and quantitative data collection in differing environmental conditions and study objectives on fish species composition, abundance and biomass (La Mesa and Vacchi 2004 and references therein). In fact, slightly modified techniques of *in situ* observation have been developed for studying fishes also associated with artificial reefs (Relini *et al.* 1994, D'Anna *et al.* 1999a) and artificial habitats such as fish aggregating devices (Andaloro *et al.* 2002, Sinopoli *et al.* 2003).

As part of a larger research program, therefore, the purpose of the present study was to determine an optimal method of UVC for evaluating fish diversity associated with offshore gas platforms. Two methods were tested using SCUBA: the strip transect, commonly used in natural habitats, and mobile point counts, specifically designed for vertical artificial structures (offshore platforms) by Rilov and Benayahu (2000).

Material and methods

Study area

Three gas platforms located at different distances from the coast of Crotone, Italy (Ionian Sea, central Mediterranean, were surveyed (fig. 1). Platforms Luna A and Luna B are 6.1 and 6.5 km off the coast, at depths of 70 and 90 m, respectively. Platform Hera Lacinia is located 1.8 km offshore, at 27 m depth. These platforms are fixed to the sea floor through concrete or steel legs, which are connected by an assemblage of cross beams.

PROVIDED FOR NON-COMMERCIAL RESEARCH USE AND EDUCATION USE. NOT FOR REPRODUCTION, DISTRIBUTION OR COMMERCIAL USE.

Mediterráneo central; fig. 1). Las plataformas Luna A y Luna B se encuentran a 6.1 y 6.5 km de la costa, y a profundidades de 70 y 90 m, respectivamente, mientras que la plataforma Hera Lacinia se localiza a 1.8 km de la costa, a una profundidad de 27 m. Estas plataformas están fijas al fondo del mar mediante postes de concreto o acero, los cuales se conectan por un armazón de barras cruzadas.

Recolección de datos y diseño experimental

El estudio se realizó en junio de 2004, dentro del marco de un proyecto cuyo propósito es estimar la influencia de las plataformas gaseras en las comunidades de peces (mediante diferentes métodos, incluyendo estudios pesqueros clásicos, ROVs y sensores remotos). El muestreo se llevó a cabo a lo largo de dos días para prevenir sesgos temporales y bajo excelentes condiciones de clima (i.e., vientos y corrientes de baja intensidad, y alta transparencia del agua). En cada plataforma, se realizaron censos visuales mediante buceo con equipo autónomo en cuatro intervalos de profundidad (0–3, 4–7, 15–18 y 21–24 m), con tres réplicas cada uno. Los datos se registraron en tableros de PVC. La abundancia de peces se estimó usando una escala basada en un factor de progresión geométrica de aproximadamente dos (1, 2–5, 6–10, 11–30, 31–50, 51–100, 101–200, 201–500, >500), y la densidad de peces se estimó considerando el punto medio de cada clase de abundancia (Harmelin-Vivien *et al.* 1985). Se emplearon dos métodos diferentes de censos visuales submarinos: transecto y conteo de puntos móviles.

En el primer método se registraron las especies de peces a lo largo de un transecto horizontal (25 m de largo × 5 m de ancho × 3 m de alto = 375 m^3) a lo largo de la estructura sumergida de la plataforma. Para los censos se extendió una cinta métrica a una velocidad consante de 3–4 m min^{-1} (Harmelin-Vivien *et al.* 1985).

En el segundo método se dividió el pilar en unidades horizontales de 3 m de altura de acuerdo con los niveles batimétricos mencionados anteriormente. El buzo, nadando alrededor de cada unidad, censaba instantáneamente todos los peces observados hasta 3 m del pilar (1 m en diámetro). El espacio potencial para peces fue considerado como un cilindro hueco imaginario obtenido por un cilindro de 3.5 m de radio y 3 m de altura (volumen = 115 m^3) menos el volumen del pilar de la misma altura (2 m^3) (Rilov y Benayahu 1998, 2000). Estos cálculos arrojaron un espacio total disponible de 113 m^3 alrededor del pilar.

Análisis de datos

Los datos se analizaron mediante métodos estadísticos univariados y multivariados. Puesto que los volúmenes de agua estudiados con los dos métodos eran diferentes (volumen del transecto = 375 m^3; volumen de los puntos móviles = 113 m^3), los datos de abundancia obtenidos por medio de conteos de puntos móviles fueron estandarizados al volumen máximo

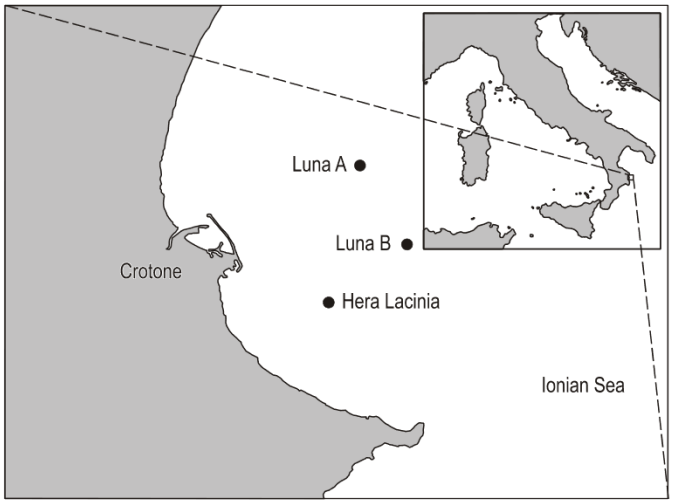


Figura 1. Área de estudio y localización de las tres plataformas gaseras: Luna A, Luna B y Hera Lacinia.
Figure 1. Study area and location of the three gas platforms: Luna A, Luna B and Hera Lacinia.

Data collection and experimental design

Sampling was carried out in June 2004, within the framework of a project aimed at estimating the influence of gas platforms on fish assemblages (using different methods, including classical fishing surveys, ROVs and remote sensing). Sampling was carried out over two days to prevent temporal bias and in excellent weather conditions (i.e., low winds and currents, and high water transparency). At each platform, visual censuses were performed by SCUBA in four depth ranges (0–3, 4–7, 15–18 and 21–24 m), with three repeated replicates each. Data were recorded on PVC slates. The abundance of fishes was estimated using a scale based on a geometric progression factor approximately of two (1, 2–5, 6–10, 11–30, 31–50, 51–100, 101–200, 201–500, >500), and fish density was estimated by considering the mid-point of each abundance class (Harmelin-Vivien *et al.* 1985). Two different methods of UVC were used: the strip transect and mobile point counts.

In the strip transect method, fish species were recorded along a horizontal transect (25 m long × 5 m wide × 3 m high = 375 m^3) across the submerged structure of the platform. Censuses were performed laying out a tape-measure at a constant speed of 3–4 m min^{-1} (Harmelin-Vivien *et al.* 1985).

In the mobile point count method, the pillar was divided into 3-m-high horizontal units according to the above mentioned bathymetric layers. The diver, swimming around each unit, instantaneously censused all fishes occurring up to 3 m from the pillar (1 m in diameter). The potential space for fish was then considered as an imaginary hollow cylinder obtained by the cylinder with a radius of 3.5 m and height of 3 m (volume = 115 m^3) minus the volume of the pillar of the same height (2 m^3) (Rilov and Benayahu 1998, 2000). These

PROVIDED FOR NON-COMMERCIAL RESEARCH USE AND EDUCATION USE. NOT FOR REPRODUCTION, DISTRIBUTION OR COMMERCIAL USE.

(375 m^3) para permitir la comparación de ambos métodos. A fin de estimar las diferencias entre los métodos de muestreo y las profundidades en la estructura poblacional de peces, se realizó un escalamiento multidimensional no métrico (NMDS, Kruskal y Wish 1978) usando la medida de similitud de Bray-Curtis (Bray y Curtis 1957). Los datos fueron transformados a log (x + 1) para que cada especie contribuyera equitativamente a cada análisis (Clarke 1993). Se llevaron a cabo pruebas formales de significancia para las diferencias entre métodos y profundidades mediante un análisis de similitud de dos vías (ANOSIM, Clarke 1993), mientras que se utilizó el análisis de similitud porcentual (SIMPER, Clarke 1993) para identificar la contribución de cada especie a las disimilitudes entre los métodos y las profundidades.

Las diferencias en la riqueza de especies y la densidad total entre métodos de muestreo y profundidades fueron analizadas mediante un análisis de varianza de dos vías (Underwood 1981). Método y profundidad fueron considerados los factores fijos y ortogonales. Se probó la homogeneidad de varianzas con la prueba de Leven y, cuando era necesario, se transformaron los datos a ln (x + 1). En los casos donde las transformaciones no resultaron en varianzas homogéneas, se utilizó α = 0.01 para compensar por la mayor probabilidad de un error tipo I (Underwood 1997). Se realizaron comparaciones múltiples *post hoc* usando la prueba de Student-Newman-Keuls (SNK).

Resultados

Composición de la fauna íctica

En total se registraron 25 especies de peces pertenecientes a 12 familias en las tres plataformas (22 especies en Luna A, 7 en Luna B y 13 en Hera Lacinia) (tabla 1). No se identificaron *Gobius* spp. y *Trachurus* spp. a nivel de especie por ser difícil su determinación específica a partir de una observación visual directa. Las familias con el mayor número de especies fueron Sparidae (nueve especies) y Serranidae (cinco especies). Sólo se registraron cuatro especies comunes a las tres plataformas (*Seriola dumerili*, *Thalassoma pavo*, *Chromis chromis* y *Oblada melanura*). Las especies más abundantes fueron *Anthias anthias*, *C. chromis, Boops boops*, *Spicara smaris* y *Trachurus* spp., con una densidad media (juntando las tres plataformas) de 4.2 a 37.7 individuos por 375 m^3. Estas especies corresponden a 89% de los individuos registrados en las tres plataformas.

Comparación de los métodos de muestreo y las profundidades

En relación con el método de muestreo, sólo se observaron diferencias significativas en la estructura de la comunidad íctica en las plataformas Luna A y Luna B (ANOSIM, tabla 2) y se puede observar cierta separación en las gráficas de NMDS, especialmente para Luna B y Hera Lacinia (fig. 2). Los valores de tensión (0.09–0.14) indican que las similitudes

calculations resulted in a total available space of 113 m^3 around the pillar.

Data analyses

Data were analyzed using univariate and multivariate statistical methods. Since water volumes investigated by the two different methods were different (strip transect volume = 375 m^3; mobile point count volume = 113 m^3), abundance data, obtained by means of mobile point counts, were standardized to the maximum volume (375 m^3) in order to allow comparisons between the two methods. To estimate differences among sampling methods and depths in the fish assemblage structure, a nonmetric multidimensional scaling (NMDS, Kruskal and Wish 1978) on Bray-Curtis measure of similarity was performed (Bray and Curtis 1957). Data were transformed to log (x + 1) so that each species contributed evenly to each analysis (Clarke 1993). Formal significance tests for differences of method and depth were performed using the two-way crossed analysis of similarities (ANOSIM, Clarke 1993), whereas the similarity percentage (SIMPER) procedure (Clarke 1993) was employed to identify the contribution of each species to dissimilarities between methods and among depths.

Differences in species richness and total density over sampling method and depth were analyzed by two-way ANOVA (Underwood 1981). Method and depth were considered to be fixed and orthogonal factors. Homogeneity of variances was tested by Leven's test and, whenever necessary, abundance data were transformed to ln (x + 1). Whenever transformations did not produce homogeneos variances, a setting of α = 0.01 was used in order to compensate for the increased likelihood of Type I error (Underwood 1997). *Post-hoc* multiple comparisons were made by the Student-Newman-Keuls (SNK) test.

Results

Composition of the fish fauna

Overall, a total of 25 fish species belonging to 12 families were recorded over the three platforms (22 species at Luna A, 7 at Luna B and 13 at Hera Lacinia) (table 1). *Gobius* spp. and *Trachurus* spp. were not identified at the species level due to the difficulty of the specific determination by a direct visual observation. The families with the highest number of species were sea breams (Sparidae with nine species) and sea basses (Serranidae with five species). Only four species were in common among the three platforms (*Seriola dumerili*, *Thalassoma pavo*, *Chromis chromis* and *Oblada melanura*). The most abundant fishes were *Anthias anthias*, *C. chromis, Boops boops*, *Spicara smaris* and *Trachurus* spp., with a mean density (all the platforms pooled) ranging from 4.2 to 37.7 individuals per 375 m^3. These species accounted for 89% of the individuals recorded at the three platforms.

PROVIDED FOR NON-COMMERCIAL RESEARCH USE AND EDUCATION USE. NOT FOR REPRODUCTION, DISTRIBUTION OR COMMERCIAL USE.

Tabla 1. Densidad de las especies ícticas (número medio de individuos 375 m^{-3} ± DE) registrada en las tres plataformas.
Table 1. Fish species density (mean number of individuals 375 m^{-3} ± SD) recorded at the three platforms.

Family	Taxa	Luna A		Luna B		Hera Lacinia	
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Balistidae	*Balistes capriscus*	0.21	1.02				
Blenniidae	*Parablennius gattoruggine*	0.04	0.20				
Carangidae	*Seriola dumerili*	0.04	0.20	0.52	1.75	2.00	9.80
	Trachurus spp.	8.29	40.63				
Centracanthidae	*Spicara maena*					0.38	1.64
	Spicara smaris	22.19	58.16				
Gobiidae	*Gobius* spp.	0.21	1.02				
Labridae	*Thalassoma pavo*	6.69	7.43	5.98	7.12	0.77	1.77
Muraenidae	*Muraena helena*	0.21	1.02	0.17	0.38		
Pomacentridae	*Chromis chromis*	32.83	29.80	18.05	23.14	67.36	93.48
Scaridae	*Sparisoma cretense*					0.46	1.41
Scorpaenidae	*Scorpaena porcus*	0.21	1.02	0.08	0.41		
Serranidae	*Anthias anthias*	148.39	257.00	11.48	21.15		
	Epinephelus costae	0.04	0.20			0.19	0.92
	Epinephelus marginatus	0.08	0.41				
	Serranus cabrilla	0.21	1.02			0.04	0.20
Sparidae	*Boops boops*	47.74	89.83			30.49	33.38
	Dentex dentex	0.04	0.20				
	Diplodus annularis	0.73	3.56			0.71	2.42
	Diplodus puntazzo	0.04	0.20				
	Diplodus sargus					0.21	1.02
	Diplodus vulgaris	4.40	9.60			473	8.26
	Oblada melanura	2.17	9.99	4.71	8.89	0.08	0.28
	Sparus auratus	0.04	0.20				
	Spondyliosoma cantharus	1.81	2.96			0.60	0.53

están representadas adecuadamente por las distancias en el plano.

En relación con la profundidad se detectaron diferencias significativas en la estructura de la comunidad íctica en cada plataforma (ANOSIM, tabla 2). Las comparaciones pareadas no detectaron diferencias entre los primeros dos intervalos batimétricos estudiados en cada plataforma. En Luna A se encontró gran disimilitud entre las profundidades 1 y 2 *vs.* las profundidades 3 y 4, mientras que en las otras dos plataformas, se encontraron diferencias significativas entre los siguientes pares de profundidades: 1 y 4, 2 y 4, y 3 y 4. En Luna B y Hera Lacinia, las similitudes entre las profundidades 1 y 2 (R = 0 y R = 0.03, respectivamente) fueron mayores que entre las profundidades 1 y 3 (R = 0.48 y R = 0.43, respectivamente) ó 1 y 4 (R = 0.84 y R = 0.80, respectivamente). El valor de R es de aproximadamente cero cuando las similitudes entre y dentro de las profundidades son iguales, en promedio. Las gráficas de NMDS muestran claramente los patrones de similitud entre los

Comparison of sampling method and depth

Significant differences in the fish assemblage structure in relation to sampling method were observed only at platforms Luna A and Luna B (ANOSIM, table 2) and a certain separation can be observed in the NMDS plots, especially for Luna B and Hera Lacinia (fig. 2). The stress values (0.09–0.14) indicate that the similarities are appropriately represented by distances in the plain.

Significant differences in the fish assemblage structure in relation to depth were detected at each platform (ANOSIM, table 2). Pairwise comparisons did not detect differences between the first two bathymetric ranges surveyed at each platform. At Luna A, high dissimilarities were found between depths 1 and 2 *vs* depths 3 and 4, whereas at the other two platforms, significant differences occurred between the following couples of depths: 1 and 4, 2 and 4, and 3 and 4. At Luna B and Hera Lacinia the similarities between depths 1 and 2 (R = 0 and

PROVIDED FOR NON-COMMERCIAL RESEARCH USE AND EDUCATION. SEE: HOTOPOL.ES/PRODUCTION, DISTRIBUTION OR COMMERCIAL USE.

Tabla 2. Resultados del ANOSIM cruzado de dos vías para determinar las diferencias en las comunidades ícticas con respecto al método de muestreo y la profundidad en las tres plataformas. Los números 1 a 4 indican los intervalos de profundidad de 0–3, 4–7, 15–18 and 21–24 m, respectivamente. Niveles de significancia: * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$.

Table 2. Results of two-way crossed ANOSIM testing for differences in fish assemblages over sampling method and depth at the three platforms. Numbers 1 to 4 indicate the 0–3, 4–7, 15–18 and 21–24 m depth ranges, respectively. Significance levels: * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$.

	Luna A	Luna B	Hera Lacinia
Differences between methods			
Sample statistic (global *R*)	0.28*	0.61**	0.24
Significance level of sample statistic (%)	0.01	0.003	0.10
Differences between depths			
Sample statistic (global *R*)	0.62**	0.46**	0.42**
Significance level of sample statistic (%)	0.1	0.2	0.2
Depths compared (*R*):			
1, 2	0.25	0	0.03
1, 3	0.77*	0.48	0.43
1, 4	0.98*	0.84*	0.80*
2, 3	0.64*	0.31	0.37
2, 4	0.96*	0.59*	0.55*
3, 4	0.31	0.67*	0.9*

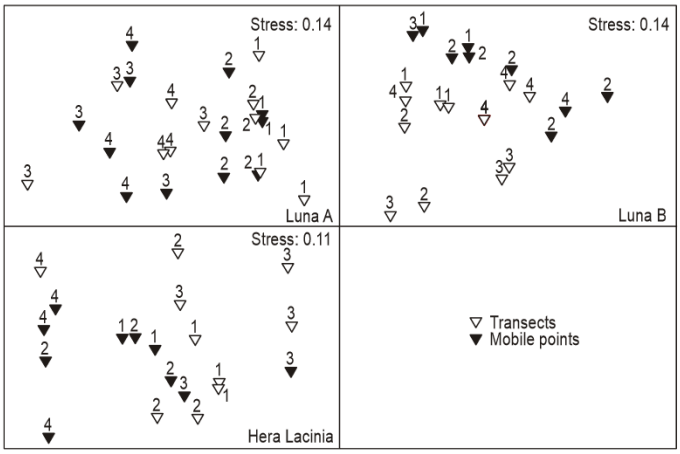


Figura 2. Escalamiento multidimensional no métrico de las comunidades de peces registradas en las tres plataformas por los métodos de transectos y conteos de puntos móviles. Los números 1 a 4 indican los intervalos de profundidad de 0–3, 4–7, 15–18 y 21–24 m, respectivamente.

Figure 2. Non-metric multidimensional scaling ordination plots of fish assemblages recorded at the three platforms by the strip transect and mobile point count methods. Numbers 1 to 4 indicate the 0–3, 4–7, 15–18 and 21–24 m depth ranges, respectively.

intervalos de profundidad (fig. 2). De hecho, en Luna B y Hera Lacinia se observa una separación bien definida entre los conteos de peces para las profundidades 1, 2 y 3 *vs.* la 4, y en Luna A la separación es evidente entre las profundidades 1 y 2 *vs*. las profundidades 3 y 4.

Las especies *C. chromis*, *A. anthias*, *O. melanura*, *S. smaris* y *T. pavo* contribuyeron a la mayoría de las disimilitudes entre los métodos y las profundidades (tabla 3). En cuanto a la

$R = 0.03$, respectively) were greater than those among depths 1 and 3 ($R = 0.48$ and $R = 0.43$, respectively) or 1 and 4 ($R = 0.84$ and $R = 0.80$, respectively). The *R* value is approximately zero when similarities between and within depths are the same on average. The similarity patterns observed between depth ranges were clearly shown by the NMDS plots (fig. 2). In fact, a clear-cut separation between individual fish counts of depths 1, 2 and 3 *vs* depth 4 can be observed at Luna B and Hera Lacinia; at Luna A the separation is evident between depths 1 and 2 *vs* depths 3 and 4.

The species *C. chromis*, *A. anthias*, *O. melanura*, *S. smaris*, and *T. pavo* accounted for most of the dissimilarities between methods and among depths (table 3). As far as depth is concerned, *C. chromis* was the most abundant species at depths 1 and 2, whilst *A. anthias* at depths 2 and 3.

The mean number of species recorded with the transect method was in general greater than that obtained with mobile point counts, even though the differences were statistically significant only at Luna B and Hera Lacinia ($P < 0.01$ and $P < 0.05$, respectively; table 4, fig. 3). Conversely, at each platform the highest fish densities were recorded by the mobile point count method. At Luna A, ANOVA detected significant differences ($P < 0.05$) between methods. At both Luna A and Luna B, the mean number of species and individuals per census varied significantly ($P < 0.05$) among depths, showing the greater values in the last depth range, as shown by the SNK test.

Discussion

To date, comparisons between visual census techniques are not available for gas or oil platforms. Our study thus compares for the first time two different methods, strip transects and

PROVIDED FOR NON-COMMERCIAL RESEARCH USE AND EDUCATION. NOT FOR REPRODUCTION, DISTRIBUTION OR COMMERCIAL USE.

Tabla 3. Resultados del análisis SIMPER mostrando las especies de peces que más contribuyeron a la disimilitud del método de muestreo (St = transecto, Mpc = conteo de puntos móviles) y la profundidad. Sólo se muestran los resultados para los pares significativamente diferentes (ANOSIM).
Tabla 3. Results of the SIMPER analysis showing fish species mostly contributing to the dissimilarity of sampling method (St = strip transect, Mpc = mobile point count) and depth. Results are given only for those pairs significantly different (ANOSIM).

Luna A		Luna B		Hera Lacinia	
St & Mpc	%	**St & Mpc**	%	**Depths 1 & 4**	%
Boops Boops	20.73	*Chromis chromis*	28.57	*Boops boops*	41.03
Chromis chromis	13.69	*Oblada melanura*	28.56	*Spondyliosoma cantharus*	12.32
Anthias anthias	12.50	*Thalassoma pavo*	23.19	*Diplodus vulgaris*	11.75
Diplodus vulgaris	10.83	*Anthias anthias*	8.66	*Chromis chromis*	9.94
Depths 1 & 3	%	**Depths 1 & 4**	%	**Depths 2 & 4**	%
Anthias anthias	25.59	*Anthias anthias*	45.92	*Boops boops*	29.49
Chromis chromis	18.86	*Chromis chromis*	25.99	*Diplodus vulgaris*	18.81
Boops boops	15.09	*Thalassoma pavo*	15.38	*Spondyliosoma cantharus*	13.13
Thalassoma pavo	10.38	*Oblada melanura*	8.95	*Chromis chromis*	7.93
Depths 2 & 3	%	**Depths 2 & 4**	%	**Depths 3 & 4**	%
Anthias anthias	23.12	*Anthias anthias*	41.67	*Chromis chromis*	31.57
Chromis chromis	20.78	*Chromis chromis*	21.47	*Boops boops*	28.77
Thalassoma pavo	14.71	*Thalassoma pavo*	15.90	*Spondyliosoma cantharus*	10.28
Boops boops	12.98	*Oblada melanura*	8.95	*Diplodus vulgaris*	10.20
Depths 1 & 4	%	**Depths 3 & 4**	%		
Anthias anthias	29.02	*Anthias anthias*	32.51		
Chromis chromis	12.47	*Chromis chromis*	30.31		
Boops boops	12.36	*Oblada melanura*	16.95		
Spicara smaris	12.00	*Thalassoma pavo*	14.44		
Depths 2 & 4	%				
Anthias anthias	28.62				
Chromis chromis	12.71				
Spicara smaris	12.63				
Boops boops	12.41				

profundidad, la especie más abundante en las profundidades 1 y 2 resultó ser *C. chromis*, mientras que en las profundidades 2 y 3 lo fue *A. anthias*.

El promedio de especies registrado con el método del transecto fue, en general, mayor que el obtenido con el conteo de puntos móviles, aunque las diferencias resultaron ser estadísticamente significativas sólo en Luna B y Hera Lacinia ($P < 0.01$ y $P < 0.05$, respectivamente; tabla 4, fig. 3). Al contrario, en cada plataforma las densidades ícticas más altas se registraron con el método de puntos móviles. En Luna A, el análisis de varianza indicó diferencias significativas ($P < 0.05$) entre métodos. En Luna A así como en Luna B, el promedio de especies e individuos por censo varió de forma significativa ($P < 0.05$) entre profundidades, con los valores mayores en el último intervalo de profundidad, según la prueba SNK.

Discusión

A la fecha, no se han realizado comparaciones entre las técnicas de censos visuales para plataformas petroleras o gaseras. Este estudio, por tanto, compara por primera vez dos métodos mobile point counts, to estimate fish biodiversity associated with gas platforms, the latter being specifically designed to be used at offshore gas platforms (Rilov and Benayahu 2000).

Literature data suggest that these two census techniques are the most used in natural rocky habitats (Vacchi and Tunesi 1993, Francour 1994, Vacchi *et al.* 1998, García-Charton *et al.* 2004) and comparisons between both have been carried out by Bortone *et al.* (1989) and Guidetti *et al.* (2005) in natural habitats. These authors reported that these methods produced significantly different fish assemblages and that species richness was greater when evaluated using strip transects. Moreover, according to Bortone *et al.* (1989), strip transects remain a preferred technique for quantitatively censusing fish assemblages in homogeneous habitats. Stationary points, however, should be used in highly heterogeneous habitats or artificial reefs (often constituted by discrete units), where transects may not be feasible. In accordance with the above-mentioned studies, the results of our study show that strip transects and mobile point counts produced significantly different fish assemblages; in fact, the former appeared to be more appropriate for evaluating species richness, as stated by

PROVIDED FOR NON-COMMERCIAL RESEARCH USE AND EDUCATIONAL USE ONLY. NOT FOR REPRODUCTION, DISTRIBUTION OR COMMERCIAL USE.

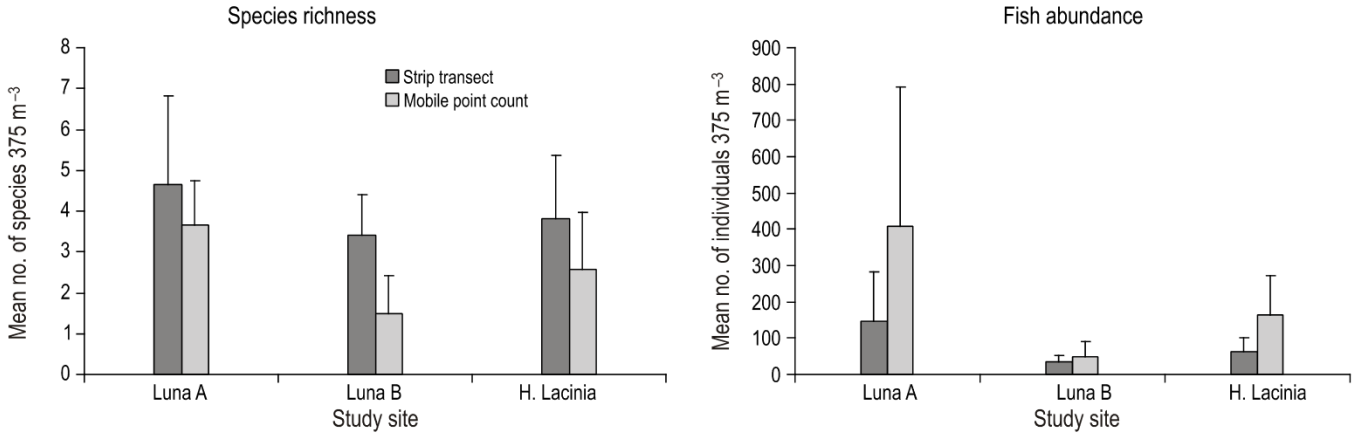


Figura 3. Riqueza de especies y abundancia de peces (media ± DE) en las tres plataformas evaluadas mediante los métodos de transectos y conteos de puntos móviles.

Figure 3. Species richness and fish abundance (mean ± SD) at the three platforms evaluated by the strip transect and mobile point counts methods.

diferentes, los transectos y los conteos de puntos móviles, a fin de estimar la biodiversidad íctica asociada con las plataformas gaseras, habiendo sido el segundo diseñado específicamente para uso en éstas mar adentro (Rilov y Benayahu 2000).

Los datos de la literatura sugieren que estos dos métodos de censos visuales son los más utilizados en hábitats rocosos (Vacchi y Tunesi 1993, Francour 1994, Vacchi *et al.* 1998, García-Charton *et al.* 2004), y Bortone *et al.* (1989) y Guidetti *et al.* (2005) han realizado comparaciones entre ambos en ambientes naturales. Estos autores encontraron que estos métodos dan como resultado comunidades diferentes de peces y que la riqueza de especies resulta mayor cuando la evaluación se lleva a cabo utilizando transectos. Además, según Bortone *et al.* (1989), los transectos siguen siendo la técnica preferida para los censos cuantitativos de comunidades de peces en ambientes homogéneos. Los puntos estacionarios, sin embargo, deberían utilizarse en hábitats muy heterogéneos o en arrecifes artificiales (frecuentemente constituidos por unidades discretas), donde podrían no ser viables los transectos. De acuerdo con estos estudios, los resultados de este trabajo muestran que los transectos y los conteos de puntos móviles presentan comunidades de peces muy diferentes; de hecho, los primeros parecen ser más adecuados para evaluar la riqueza de especies, como lo indicaron Bortone *et al.* (1989) y Guidetti *et al.* (2005), y los segundos para evaluar la abundancia de peces. Las diferencias observadas, según los análisis univariantes y multivariantes, en la riqueza de especies y abundancia entre los métodos de muestreo pueden deberse a la distribución diversa de los peces debajo de las plataformas. Las especies gregarias, especialmente las más abundantes como *C. chromis, A. anthias*, *B. boops* y *O. melanura*, generalmente fueron observadas cerca de los pilares. Los conteos de puntos móviles se limitaron al volumen de agua alrededor de los pilares, permitiendo censar las especies más abundantes, mientras que los transectos se realizaron al azar en un mayor volumen de agua a lo largo de la estructura sumergida de la plataforma, permitiendo censar un mayor número de especies.

Bortone *et al.* (1989) and Guidetti *et al.* (2005), and the latter for evaluating fish abundance. The differences observed, as shown by univariate and multivariate analyses, in species richness and abundance between sampling methods could be due to the different distribution of fishes below the platforms. Gregarious species, especially the most abundant ones such as *C. chromis, A. anthias*, *B. boops* and *O. melanura*, were usually censused close to the pillars. Mobile point counts were limited to the water volume around the pillars, allowing to census the most abundant species, whereas random transects were performed in a greater water volume across the submerged structure of the platform, allowing to census a greater number of species.

Thus, both census techniques provided complementary information about the fish assemblages associated with gas platforms. Our results support the statement made by D'Anna *et al.* (1999b), who suggested the use of mixed techniques in artificial reefs, so as to adapt visual censuses to each specific context.

Depth was a main factor influencing the structure of fish assemblages at gas platforms. Among the planktivorous species, there was a clear distribution pattern according to depth: *C. chromis* was dominant in the 0–7 m depth layer and *A. anthias* in the 15–24 m depth layer. This observation is supported by literature data that indicate different bathymetric distributions for the two species (Louisy 2005). Moreover, the assemblages found in the 0–3 and 4–7 m depth layers were always similar, suggesting the possibility of combining these depth categories in future studies.

From a technical point of view, mobile point counts are particularly suitable for the analysis of species strictly associated with the pillars and also for detecting benthic and cryptic species. This technique was also efficient in extrapolating information about wideness of substrate (represented by the pillar's surface) censused during each trial. This information could be particularly useful to make comparisons between benthic species associated with different substrates (i.e.,

PROVIDED FOR NON-COMMERCIAL RESEARCH USE AND EDUCATIONAL USE. NOT FOR REPRODUCTION, DISTRIBUTION OR COMMERCIAL USE.

Tabla 4. Resultados del análisis de varianza para las diferencias en la riqueza de especies y la abundancia de peces de los métodos de muestreo (St = transecto, Mpc = conteo de puntos móviles) y la profundidad. Niveles de significancia: * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$.

Table 4. Results of ANOVA testing for differences in species richness and fish abundances over sampling method (St = strip transect, Mpc = mobile point count) and depth. Significance levels: * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$.

Source	Luna A							Luna B							Hera Lacinia						
	df	Species richness			Fish abundance			df	Species richness			Fish abundance			df	Species richness			Fish abundance		
		MS	F	p	MS	F	p		MS	F	p	MS	F	p		MS	F	p	MS	F	p
Method	1	6.00	3.43	ns	5.13	5.39	*	1	22.04	37.79	**	1176.00	2.13	ns	1	12.03	8.15	*	1.36	1.34	ns
Depth	3	6.33	3.62	*	3.72	3.91	*	3	2.71	4.64	*	3447.72	6.25	*	3	4.71	3.19	ns	3.89	3.81	*
Residual	16	1.75			0.95			16	0.58			551.42			16	1.48			1.02		
Levene's test				ns			ns				ns			*				ns			ns
Transform				none			log(x+1)				none			none				none			log(x+1)
SNK (method)							Mpc>St				St>Mpc							St>Mpc			
SNK (depth)				4>3			4>1,2,3				4>3			4>3							1>3

PROVIDED FOR NON-COMMERCIAL RESEARCH USE AND EDUCATION USE. NOT FOR REPRODUCTION, DISTRIBUTION OR COMMERCIAL USE.

Por tanto, ambas técnicas proporcionaron información complementaria sobre las comunidades ícticas asociadas con las plataformas gaseras. Nuestros resultados apoyan la aseveración de D'Anna *et al.* (1999b), quienes proponen el uso de técnicas mixtas en arrecifes artificales, para así adaptar los censos visuales a cada contexto específico.

La profundidad fue un factor principal que influyó en la estructura de la comunidad íctica en las plataformas gaseras. Las especies planctívoras presentaron un claro patrón de distribución en relación con la profundidad: *C. chromis* predominó en la capa de profundidad de 0–7 m y *A. anthias* en la de 15–24 m. Esta observación es apoyada por datos publicados que indican diferentes distribuciones batimétricas para estas dos especies (Louisy 2005). Además, las comunidades encontradas en las capas de profundidad de 0–3 y 4–7 m siempre fueron similares, lo que sugiere la posibilidad de combinar estos niveles de profundidad en estudios futuros.

Desde un punto de vista técnico, los conteos de puntos móviles resultan particularmente adecuados para el análisis de las especies estrictamente asociadas con los pilares, así como para detectar especies bénticas y crípticas. Esta técnica también es eficiente para extrapolar la información sobre el ancho del sustrato (representado por la superficie del pilar) censado durante cada muestreo. Esta información es de gran utilidad para comparar las especies bentónicas asociadas con sustratos diferentes (i.e., sustratos artificiales *vs.* fondos rocosos naturales; Rilov y Benayahu 2000). Además, la técnica de puntos móviles es más rápida y fácil de aplicar que la de transectos. Históricamente, realizar transectos implica el uso de cuerdas como líneas de referencia, lo cual es lento y potencialmente causa cierto sesgo en la evaluación subsiguiente (Bortone *et al.* 1989), especialmente en estructuras verticales donde la cuerda no se puede tender sobre el sustrato (com. pers.). Considerando las dificultades técnicas de los censos en los ambientes de plataformas extractivas (gran hidrodinámica, turbiedad del agua, etc.), ésta es una característica que se tiene que tomar en cuenta.

Los transectos y conteos de puntos móviles nos permitieron registrar peces criptobénticos, tales como *Parablennius gattoruggine*, y nectobénticos, tales como *C. chromis* y *A. anthias*, los cuales nunca o pocas veces han sido capturados usando artes de pesca pasivos en estudios previos sobre las comunidades ícticas asociadas con plataformas gaseras en el Mar Adriático (Bombace *et al.* 1999; Fabi *et al.* 2002, 2004). Por tanto, las técnicas de censos visuales submarinos proporcionan información complementaria a las técnicas tradicionales y son particularmente útiles para registrar las especies que se asocian estrictamente con las estructuras de plataformas. Una de las limitaciones de estas técnicas, sin embargo, es la profundidad del censo, ya que por debajo de los 40 m, los censos *in situ* tienen que realizarse usando ROVs, sumergibles pequeños o artes de pesca debido a los problemas relacionados con el buceo autónomo a grandes profundidades (La Mesa y Vacchi 2004). Por esta razón, sugerimos que los estudios sobre las comunidades ícticas asociadas con plataformas petroleras o gaseras no sólo usen técnicas de censos visuales submarinos. En general, cuando se emplean diferentes métodos se puede obtener información complementaria y, consecuentemente, un mejor entendimiento del tema, como lo han mostrado algunos estudios realizados en ambientes naturales, en los cuales se han comparado los censos visuales y otros métodos de muestreo (Gray y Bell 1986, Morize *et al.* 1990, Harmelin-Vivien y Francour 1992).

artificial substrates *vs* natural rocky bottoms; Rilov and Benayahu 2000). Moreover, the mobile point count technique is also faster and simpler than the strip transect method. Historically, transects involve the use of ropes as reference lines, which is time consuming and potentially causes some bias in the subsequent fish assessment (Bortone *et al.* 1989), especially in vertical structures where the rope cannot be laid out on the substrate (pers. comm.). Considering the technical difficulties of the censuses in gas platform habitats (high hydrodynamics, water turbidity, etc.), this is a characteristic that should be taken into account.

Strip transects and mobile point counts allowed us to collect cryptobenthic fishes, such as *Parablennius gattoruggine*, and nectobenthic species, such as *C. chromis* and *A. anthias*, which have never or seldom been observed using passive fishing gears in previous studies on fish assemblages associated with gas platforms in the Adriatic Sea (Bombace *et al.* 1999; Fabi *et al.* 2002, 2004). Hence, underwater visual census techniques provide complementary information to the traditional techniques and are particularly useful for recording those species that are strictly associated with the platform structures. One of the limitations of UVC techniques, however, is the depth of census. Below 40 m depth, *in situ* censuses must be performed by ROVs, small submersibles or fishing gears, owing to the problems related to deep SCUBA dives (La Mesa and Vacchi 2004). For this reason we suggest that the studies aimed at investigating fish assemblages associated with oil and gas platforms should not employ only UVC techniques. In general, the application of different methods can provide complementary results and hence a better insight into the topic, as evidenced by some studies carried out in natural habitats, in which visual census and sampling methods were compared (Gray and Bell 1986, Morize *et al.* 1990, Harmelin-Vivien and Francour 1992).

Agradecimientos

Agradecemos a KR Clark (Plymouth Marine Laboratory) sus sugerencias valiosas en cuanto a los análisis estadísticos.

Traducido al español por Christine Harris.

Acknowledgements

We wish to thank KR Clark (Plymouth Marine Laboratory) for valuable suggestions regarding the statistical analyses.

PROVIDED FOR NON-COMMERCIAL RESEARCH USE AND EDUCATION USE. NOT FOR REPRODUCTION, DISTRIBUTION OR COMMERCIAL USE.

Referencias

Aabel JP, Cripps S, Kjeilen G. 1977. Oil and gas production structures as artificial reefs. In: Jensen AC (ed.), European Artificial Reef Research. Proc. 1st EARRN Conference, Ancona, Italy, 26–30 March 1996. Southampton Oceanography Centre, pp. 391–404.

Andaloro F, Sinopoli M, Coen B, Potoschi A. 2002. Fish community associated with fads in southern Tyrrhenian Sea and northern Ionian Sea. Biol. Mar. Mediterr. 9: 236–237.

Bombace G, Fabi F, Rivas G. 1999. Effetti sul popolamento ittico indotti da una piattaforma estrattiva dell'alto adriatico: Prospettive di gestione delle risorse costiere. Biol. Mar. Mediterr. 6: 64–72.

Bortone SA, Kimmel JJ, Bundrick CM. 1989. A comparison of three methods for visually assessing reef fish communities: Time and area compensated. Northeast Gulf Sci. 10: 85–96.

Bray JR, Curtis JT. 1957. An ordination of upland forest communities of southern Wisconsin. Ecol. Monogr. 27: 325–349.

Bull AS, Kendall JJ Jr. 1994. An indication of the process: Offshore platforms as artificial reefs in the Gulf of Mexico. Bull. Mar. Sci. 55: 1086–1098.

Carlisle JG, Turner CH, Ebert EE. 1964. Artificial habitat in the marine environment. Fish. Bull. Calif. Dep. Fish Game 124: 93 pp.

Clarke KR. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. Aust. J. Ecol. 18: 117– 143.

Cripps SJ, Aebel JP. 1995. DP1-Fish survey using ROV data. RF-Rogaland Res. Rep. No. Rf-95/301. Stavanger, Norway, 12 pp.

D'Anna G, Badalamenti F, Riggio S. 1999a. Traditional and experimental floating fish aggregating devices in the Gulf of Castellammare (NW Sicily): Results from catches and visual observations. Sci. Mar. 63: 209–218.

D'Anna G, Lipari R, Badalamenti F, Cuttitta A. 1999b. Questions arising from the use of visual census in natural and artificial habitats. In: Vacchi M *et al.* (ed.), Fish Visual Census in Marine Protected Areas. Il Naturalista Siciliano 23: 187–204.

Fabi G, Grati F, Lucchetti A, Trovarelli L. 2002. Evolution of the fish assemblage around a gas platform in the northern Adriatic Sea. ICES J. Mar. Sci. 59: 309–315.

Fabi G, Grati F, Puletti M, Scarcella G. 2004. Effects on fish community induced by installation of two gas platforms in the Adriatic Sea. Mar. Ecol. Prog. Ser. 273: 187–197.

Fariña A, Bellorín A, Sant S, Méndez E. 2005. Structure of the fish community at a reef in Los Monjes Archipielago, Venezuela. Cienc. Mar. 31: 585–591.

Francour P. 1994. Pluriannual analysis of the reserve effect on ichthyofauna in the Standola Natural Reserve (Corsica, north-western Mediterranean). Oceanol. Acta**.** 17: 309–317.

Gallaway BJ, Lewbel GS. 1982. The ecology of petroleum platforms in the northwestern Gulf of Mexico: A community profile. FWS/OBS-82/27, US Fish Wildl. Ser., 92 pp.

Gallaway BJ, Martin LR, Howard RL, Boland GS, Dennis GD. 1981. Effects on artificial reef and demersal fish and macrocrustacean communities. Mar. Sci. 14: 237–299.

García-Charton JA, Pérez-Ruzafa A, Sánchez-Jérez P, Bayle-Sempere JT, Reñones O, Moreno D. 2004. Multi-scale spatial heterogeneity, habitat structure, and the effect of marine reserves on western Mediterranean rocky reef fish assemblages. Mar. Biol. 144: 161–182.

Gerlotto F, Bercy C, Bordeau B. 1989. Echo integration survey around offshore oil extraction platforms off Cameroon: Observations of the repulsive effect on fish of some artificially emitted sounds. Proc. Inst. Acoust. 19: 79–88.

Gray CA, Bell JD. 1986. Consequences of two common techniques for sampling vagile macrofauna associated with the seagrass *Zoostera capricorni*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 28: 43–48.

Guidetti P, Verginella L, Viva C, Odorico R, Boero F. 2005. Protection effects on fish assemblages, and comparison of two visual census techniques in shallow artificial rocky habitats in the northern Adriatic Sea. J. Mar. Biol. Assoc. UK 85: 247–255.

Harmelin-Vivien ML, Francour P. 1992. Trawling or visual censuses? Methodological bias in the assessment of fish populations in seagrass beds. PSZNI Mar. Ecol. 13: 41–51.

Harmelin-Vivien ML, Harmelin JG, Chauvet C, Duval C, Galzin R, Lejeune P, Barnabi G, Blanc F, Chevalier R, Duclerc J, Lassere G. 1985. Evaluation visuelle des peuplements et populations de poissons: Méthodes et problèmes. Rev. Ecol. (Terre Vie) 40: 467–539.

Hastings RW, Ogren LH, Mabry MT. 1976. Observations on fish fauna associated with offshore platforms in the northeastern Gulf of Mexico. Fish. Bull. 74: 387–340.

Kruskal JB, Wish M. 1978. Multidimensional Scaling. Sage Publications, Beverly Hills.

Jørgensen T, Løkkeborg S, Soldal AV. 2002. Residence of fish in the vicinity of a decommissioned oil platform in the North Sea. ICES J. Mar. Sci. 59: 288–293.

La Mesa G, Vacchi M. 2004. Benthic fishes. In: Gambi MC, Dappiano M (eds.), Mediterranean Marine Benthos: A Manual of Methods for its Sampling and Study. Biol. Mar. Mediterr. 11: 371–405.

Løkkeborg S, Humborstad OB, Jørgensen T, Soldal AV. 2002. Spazio-temporal variations in gillnet catch rates in the vicinity of North Sea oil platforms. ICES J. Mar. Sci. 59: 294–299.

Louisy P. 2005. Guida all'Identificazione dei Pesci Marini d'Europa e del Mediterraneo. Il Castello, Italy, 430 pp.

Love MS, Caselle JE, Snook L. 1999. Fish assemblages on mussel mounds surrounding seven oil platforms in the Santa Barbara Channel and Santa Marina Basin. Bull. Mar. Sci. 65: 497–513.

Love MS, Caselle JE, Snook L. 2000. Fish assemblages around seven oil platforms in the Santa Barbara Channel area. Fish. Bull. 98: 96–117.

Love MS, Schroeder DM, Lenarz WH. 2005. Distribution of bocaccio (*Sebastes paucispinis*) and cowcod (*Sebastes levis*) around oil platforms and natural outcrops off California with implications for larval production. Bull. Mar. Sci. 77: 397–408.

Love MS, Schroeder DM, Lenarz WH, MacCall A, Scarborough Bull A, Thorsteinson L. 2006. Potential use of offshore marine structures in rebuilding an overfished rockfish species, bocaccio (*Sebastes paucispinis*). Fish. Bull. 104: 383–390.

Méndez E, Ruiz LJ, Prieto A, Torres A, Fariña A, Sant S, Barrio J, Marín B. 2006. Fish community of a fringing reef at Mochima National Park, Venezuela. Cienc. Mar. 32: 683–693.

Morize E, Galzin R, Harmelin-Vivien M, Arnaudin H. 1990. Organisation spatiale du peuplement ichthyologique dans le lagon de l'atoll de Tikehau (Polynésie Française). Notes Doc. Oceanogr. Cent. Tahiti ORSTOM 40: 1–44.

Olsen S, Valdemarsen JW. 1997. Fish distribution studies around offshore installations. ICES CM 1977/B 41: 4 pp.

Relini G, Zamboni N, Tixi F, Torchia G. 1994. Patterns of sessile macrobenthos community development on an artificial reef in the Gulf of Genoa (northwestern Mediterranean). Bull. Mar. Sci. 55: 745–771.

Rilov G, Benayahu Y. 1998. Vertical artificial structures as an alternative habitat for coral reef fishes in disturbed environments. Mar. Environ. Res. 45: 431–451.

Rilov G, Benayahu Y. 2000. Fish assemblage on natural versus vertical artificial reefs: The rehabilitation perspective. Mar. Biol. 136: 931–942.

PROVIDED FOR NON-COMMERCIAL RESEARCH USE AND EDUCATION USE. NOT FOR REPRODUCTION, DISTRIBUTION OR COMMERCIAL USE.

Sinopoli M, Campo D, D'Anna G, Badalamenti F, Vivona P, Andaloro F. 2003. Utilizzo dei censimenti visivi per lo studio della fauna ittica associata ai fads. Biol. Mar. Mediterr. 10: 931–934.

Soldal AV, Svellingen I, Jorgensen T, Lokkeborg S. 2002. Rigs-to reefs in the North Sea: Hydroacoustic quantification of fish in the vicinity of a "semi-cold" platform. ICES J. Mar. Sci. 59: 281–287.

Stanley DR, Wilson CA. 1990. A fishery-dependent based study of fish species composition and associated catch rates around oil and gas structures off Louisiana. Fish. Bull. 88: 719–730.

Stanley DR, Wilson CA. 1991. Factors affecting the abundance of selected fishes near oil and gas platforms in the northern Gulf of Mexico. Fish. Bull. 89: 149–159.

Stanley DR, Wilson CA. 1997. Seasonal and spatial variation in the abundance and size distribution of fishes associated with a petroleum platform in the northen Gulf of Mexico. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 54: 1166–1176.

Stanley DR, Wilson CA. 1998. Spatial variation in fish density at three petroleum platforms as measured with dual-beam hydroacoustics. Gulf Mex. Sci. 16: 73–82.

Stanley DR, Wilson CA. 2000. Variation in the density and species composition of fishes associated with three petroleum platforms using dual-beam hydroacoustics. Fish. Res. 47: 161–172.

Underwood AJ. 1981. Techniques of analysis of variance in experimental marine biology and ecology. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 19: 513–605.

Underwood AJ. 1997. Experiments in Ecology: Their Logical Design and Interpretation Using Analysis of Variance. Cambridge Univ. Press Cambridge.

Vacchi M, Tunesi L. 1993. Stationary visual census: A technique for the assessment of fish assemblages in Mediterranean protected coastal areas. Boll. Ocean. Teor. Appl. 11: 225–229.

Vacchi M, Bussotti S, Guidetti P, La Mesa G. 1998. Study on the coastal fish assemblage in Ustica Island's Marine Reserve (southern Tyrrhenian Sea). Ital. J. Zool. 65: 281–286.

Valdemarsen JW. 1979. Behaviour aspects of fish in relation to oil platforms in the North Sea. ICES CM 1979/B 27: 11 pp.

Recibido en septiembre de 2006;
aceptado en marzo de 2007

e-lab
PROVIDED FOR NON-COMMERCIAL RESEARCH USE AND EDUCATION USE. NOT FOR REPRODUCTION, DISTRIBUTION OR COMMERCIAL USE.