INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

ISSN 0378-7702

Volumen 44, Número 3

Julio - Setiembre 2017
Callao, Perú

PERÚ Ministerio de la Producción

COMUNIDADES BENTÓNICAS DE LOS ECOSISTEMAS DE FONDOS BLANDOS Y DUROS EN EL INTERMAREAL Y SUBMAREAL SOMERO. SITIO PILOTO ISLAS BALLESTAS. SETIEMBRE – OCTUBRE 2013

BENTHONIC COMMUNITIES OF SOFT AND HARD BOTTOM ECOSYSTEMS IN INTERTIDAL AND SHALLOW SUBTIDAL. BALLESTAS ISLANDS PILOT SITE. SEPTEMBER - OCTOBER 2013

Ruslan Pastor[1] *Arturo Gonzáles Araujo* *Fabiola Zavalaga*

RESUMEN

Pastor R, Gonzáles A, Zavalaga F. 2017. Comunidades bentónicas de los ecosistemas de fondos blandos y duros en el intermareal y submareal somero. Sitio piloto Islas Ballestas. Setiembre- Octubre 2013. Inf Inst Mar Perú. 44(3): 303-331.- En el Sitio piloto Islas Ballestas, se efectuaron evaluaciones entre setiembre y octubre del 2013, aplicándose un diseño de muestreo estratificado considerando estratos de zonación para el intermareal y estratos cada cinco metros de profundidad para el submareal somero. Se delimitaron 4 sectores: a) S1: bahía Paracas (13°50'S – 76°18'W y 13°51'S – 76°15'W), b) S2: bahía Pisco (13°47'S – 76°14'W y 13°41'S – 76°13'W, c) S3: frente protegido de las islas Ballestas y Chincha (13°44'S – 76°23'W y 13°38'S – 76°23'W) y d) S4: frente expuesto de las islas Ballestas y Chincha (13°43'S – 76°23'W y 13°38'S – 76°23'W). Se establecieron de tres a nueve estaciones de muestreo por cada sector localizadas con GPS y el programa Datum Provisional WGS84. El esfuerzo total de muestreo fue de 242 cuadrantes-réplicas. Con técnicas de buceo semiautónomo y por cuadrante se recolectó la fauna macrobentónica en el submareal y en el intermareal recorriendo el litoral. Se comparó riqueza observada con riqueza esperada utilizando estimadores no paramétricos. Se aplicaron ANOVAs basados en permutaciones. Se determinaron índices de Shannon (H') y dominancia de Simpson (D) por muestra y valores promedios por estrato y por sector. Se efectuó el análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS). Para caracterizar hábitats a nivel de estratos se usaron matrices de similitud de Bray-Curtis. Se identificaron 150 taxa en el intermareal y 216 en el submareal somero. Los estimadores no paramétricos determinaron valores de riqueza cercanos a lo observado, excepto en el sector S2 donde fueron mayores. En ninguno de los sectores la curva de acumulación de especies mostró comportamiento asintótico. El bajo número de especies singletons ratificó la eficiencia de la metodología de muestreo. Valores altos de riqueza y diversidad se presentaron en el infralitoral del intermareal y estratos 3 y 4 (10 – 20 m) del submareal. Los altos porcentajes de especies abundantes y muy abundantes indican que una o dos especies tienden a dominar y que eventualmente podrían modificar la estructura de estas comunidades. Los ANOVAs, determinaron diferencias significativas entre los sectores de sustrato arenoso (p-valores <0,050). El análisis Permanova, considerando los efectos entre sectores por estrato y entre estratos por sector, indicaron diferencias significativas en los sectores de sustrato arenoso y rocoso. Se corroboró diferencias en la estructura de comunidades en función del sector y del estrato a nivel intermareal y submareal con el ordenador multidimensional (NMDS) en escala 2D. Los principales hábitats del intermareal se caracterizaron por presentar arena y conchuela en bahía Paracas y al norte de bahía Pisco; al sur de ambas bahías dominaron guijarros y canto rodado. En los frentes expuesto y protegido de las islas Ballestas y Chincha dominaron los acantilados con bloques rocosos. En el submareal, la configuración y estructura del sustrato en las bahías fueron extensas plataformas de arena con perfiles poco pronunciados. En los frentes expuestos de las islas Ballestas y Chincha se presentaron extensas plataformas rocosas surcadas por callejones mixtos de conchuela, arena y canto rodado y pequeñas elevaciones rocosas. Las principales agregaciones de estructuradores en el intermareal fueron dadas por las macroalgas verdes *Caulerpa filiformis* Hering, 1841; *Ulva lactuca* Linnaeus, 1753; macroalgas rojas *Chondracanthus* sp., *Corallina officinalis* Linnaeus, 1758; *Rhodymenia* sp., *Ahnfeltiopsis* sp.; macroalga parda *Colpomenia* sp.; mitílidos *Semimytilus algosus* (Gould, 1850); *Perumytilus purpuratus* (Lamarck, 1819); cirrípedos *Jehlius cirratus* (Darwin, 1854); *Notochthamalus scabrosus* (Darwin, 1854); *Balanus laevis* Bruguière, 1789, *Austromegabalanus* sp.; y los poliquetos *Polydora* sp., *Nephtys* sp. y ejemplares de las familias Capitellidae, Cirratulidae y Hesionidae. En el submareal las agregaciones fueron de las macroalgas verdes *C. filiformis*, *U. lactuca*; macroalgas rojas *Chondracanthus chamissoi*, *Rhodymenia flabellifolia* Montagne, 1846; macroalgas pardas *Lessonia trabeculata* Villouta y Santelices, 1986; *Macrocystis pyrifera* C. Agardh, 1820; mitílidos *Aulacomya atra* (Molina, 1782); *S. algosus*; cirrípedos *B. laevis*; y los poliquetos *Nephtys ferruginea* Hartman, 1940; *Dipolydora* sp., *Phragmatopoma* sp., *Diopatra chiliensis* Quatrefages, 1866 y, ejemplares de las familias Cirratulidae y Spionidae.

Palabras clave: Biodiversidad, intermareal, submareal somero, islas Ballestas, setiembre-agosto 2013

1 Dirección General de Investigaciones en recursos demersales y litorales. Área de investigaciones en biodiversidad. rpastor@imarpe.gob.pe

ABSTRACT

Pastor R, Gonzales A, Zavalaga F. 2017. Benthonic communities of soft and hard bottom ecosystems in intertidal and shallow subtidal. Ballestas islands pilot site. September- October 2013. Inf Inst Mar Perú. 44(3): 303-331.- In the Ballestas Islands pilot site, evaluations were carried out between September and October 2013, applying a stratified sampling design considering strata of zonation for the intertidal and strata every five meters of depth for the shallow subtidal. Four sectors were delimited: a) S1: Paracas Bay (13°50'S - 76°18'W and 13°51'S - 76°15'W), b) S2: Pisco Bay (13°47'S - 76°14'W and 13°41'S - 76°13'W, (c) S3: protected front of the Ballestas and Chincha Islands (13°44'S - 76°23'W and 13°38'S - 76°23'W) and d) S4: exposed front of the Ballestas and Chincha Islands (13°43'S - 76°23'W and 13°38'S - 76°23'W). Three to nine sampling stations were established for each sector located with GPS and the Provisional Datum program WGS84. The total sampling effort was 242 quadrants-replicates. With semiautonomous diving techniques and by quadrant the macrobenthic fauna was collected in the subtidal and in the intertidal cruising the coast. We compared observed wealth with expected wealth using non-parametric estimators. ANOVAs based on permutations were applied. Shannon (H') and Simpson (D) indexes were determined per sample and mean values by stratum and by sector. Non-metric multidimensional scaling (NMDS) was performed. Bray-Curtis similarity matrices were used to characterize habitats at the stratum level. Were identified 150 taxa in the intertidal and 216 taxa in the shallow subtidal. The non-parametric estimators determined values of wealth close to what was observed, except in sector S2 where they were higher. In none of the sectors did the species accumulation curve show asymptotic behavior. The low number of singleton species confirmed the efficiency of the sampling methodology. High values of richness and diversity were presented in the infralittoral of the intertidal and strata 3 and 4 (10-20 m) of the subtidal. The high percentages of abundant and very abundant species indicate that one or two species tend to dominate and that they could eventually modify the structure of these communities. The ANOVAs determined significant differences between the sandy substrate sectors (p-values <0.050). The Permanova analysis, considering the effects between sectors by stratum and between strata by sector, indicated significant differences in the sectors of sandy and rocky substrate. Differences in the structure of communities according to the sector and the stratum at the intertidal and subtidal level were corroborated with the multidimensional computer (NMDS) in 2D scale. Sand and broken shells in Paracas bay characterized the main habitats of the intertidal, and north of Pisco Bay; to the south of both bays pebbles and boulders dominated on the exposed and protected fronts of the islands Ballestas and Chincha the cliffs with rocky blocks dominated. In the subtidal, the configuration and structure of the substrate in the bays were extensive sand platforms with little pronounced profiles. On the exposed fronts of the Ballestas and Chincha islands there were extensive rocky platforms furrowed by mixed alleys of broken shells, sand and boulder and small rocky elevations. The main aggregations of structurers in the intertidal were given by the green macroalgae *Caulerpa filiformis* Hering, 1841; *Ulva lactuca* Linnaeus, 1753; red macroalgae *Chondracanthus* sp., *Corallina officinalis* Linnaeus, 1758; *Rhodymenia* sp., *Ahnfeltiopsis* sp.; macroalga parda *Colpomenia* sp.; *Semimytilus algosus* (Gould, 1850); *Perumytilus purpuratus* (Lamarck, 1819); cirripedes *Jehlius cirratus* (Darwin, 1854); *Notochthamalus scabrosus* (Darwin, 1854); *Balanus laevis* Bruguière, 1789, *Austromegabalanus* sp.; and polychaetes *Polydora* sp., *Nephtys* sp. and specimens of the families Capitellidae, Cirratulidae and Hesionidae. In the submareal the aggregations were of the green macroalgae *C. filiformis, U. lactuca*; red macroalgae *Chondracanthus chamissoi*, *Rhodymenia flabellifolia* Montagne, 1846; macroalgae brown *Lessonia trabeculata* Villouta and Santelices, 1986; *Macrocystis pyrifera* Agardh, 1820; *Aulacomya atra* (Molina, 1782); *S. algosus*; cirrípedos *B. laevis*; and the polychaete *Nephtys ferruginea* Hartman, 1940; *Dipolydora* sp., *Phragmatopoma* sp., *Diopatra chiliensis* Quatrefages, 1866 and specimens of the families Cirratulidae and Spionidae.

Keywords: Biodiversity, intertidal, subtidal, Ballestas Island, September- august 2013

1. INTRODUCCIÓN

Con el fin de promover un Manejo con Enfoque Ecosistémico del Gran Ecosistema Marino de la Corriente de Humboldt (GEMCH), los gobiernos de Perú y Chile propusieron sentar las bases de una gestión que asegure en el largo plazo la integridad, diversidad biológica, resiliencia y todos los bienes y servicios que provee el GEMCH dentro de los límites de su productividad.

El Proyecto Binacional Perú-Chile cofinanciado por el Global Environment Facility – Proyecto GEF PNUD-Humboldt, tuvo como objetivo avanzar hacia el manejo con enfoque de ecosistema para el GEMCH a través de un marco coordinado, para fortalecer la gobernanza y el uso sostenible de los recursos marinos vivos y los servicios del ecosistema.

En el Perú se designaron como sitios piloto del proyecto a la isla Lobos de Tierra, las islas Ballestas y Punta San Juan. En el caso de los dos últimos se incluyó parte del ámbito de las Reservas Nacional de Paracas (RNP) y San Fernando (RNSF) y, áreas de las zonas costeras cercanas en que influyen las actividades económicas relacionadas con la pesca.

Dentro del proyecto la primera actividad fue el estudio de Línea Base (ELBA) en las islas Ballestas que están ubicadas en la Región Ica, el mismo que se efectivizó entre setiembre y octubre 2013. Este sitio piloto presenta diversidad de especies de flora y fauna, incluyendo organismos

estructuradores, así como variedad de biotopos y praderas de algas pardas, en el que se alimentan, reproducen y refugian lobos marinos, aves, peces e invertebrados.

El componente de biodiversidad marina en su nivel específico y ecosistémico, permitió obtener información sobre distribución de los principales biotopos y estructura de las comunidades en el ambiente intermareal y submareal somero, la que podrá ser comparada en siguientes evaluaciones.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Los trabajos de campo del ELBA - Islas Ballestas se realizaron entre el 26 de setiembre y 4 de octubre del 2013. El sitio piloto incluyó a las islas Ballestas y Chincha (las cuales forman parte de la RNSIIPG, D. S. Nº 024-2009-MINAM, 2009) y el borde costero de las bahías Paracas y Pisco hasta la desembocadura del río Pisco por el norte.

Es un ambiente importante por la diversidad biológica que alberga, se encuentra dentro de la ecoregión del mar frío de la Corriente Peruana o de Humboldt, la que por sus características físicas asegura la continuidad del ciclo biológico de las especies que en ella habitan. Todo el ambiente presenta un clima con temperaturas que oscilan entre 15,4 y 21,3 °C, las temperaturas más frías (<16 °C) se ubican al SE de la zona denominada El Sequión (IMARPE 2010).

Área de estudio

Comprendió el ámbito marino costero de las islas Ballestas y Chincha, incluyendo el intermareal y submareal somero hasta 20 m de profundidad. Se identificaron y delimitaron cuatro sectores: a) bahía Paracas (S1), b) bahía Pisco (S2), c) frente protegido de islas Ballestas y Chincha (S3) y d) frente expuesto de islas Ballestas y Chincha (S4) (Tabla 1, Fig. 1).

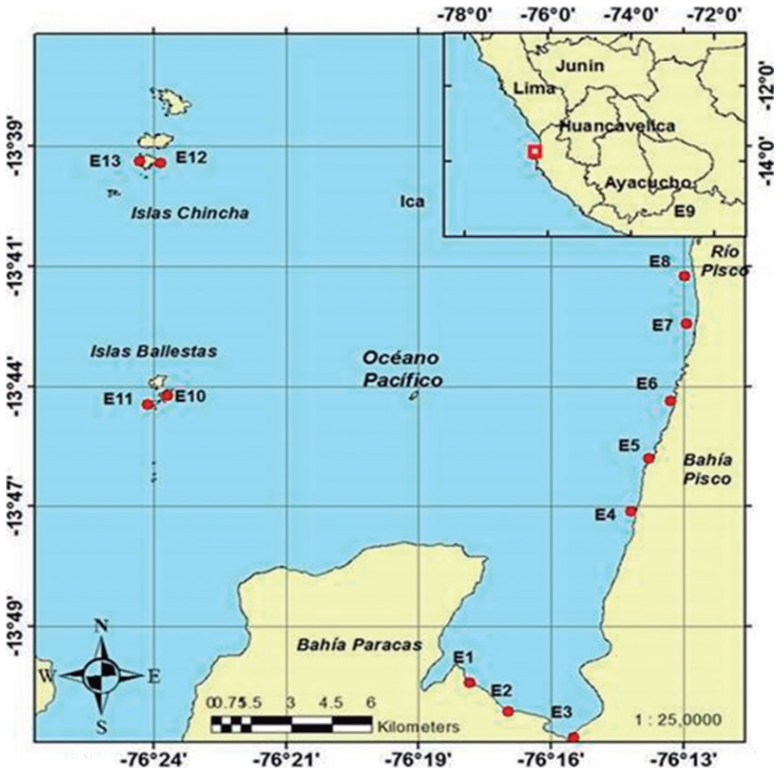

Figura 1.- Mapa de distribución de las estaciones de muestreo. Islas Ballestas. Setiembre-octubre 2013

Tabla 1.- Coordenadas geográficas de estación. Sitio piloto islas Ballestas. Setiembre – octubre 2013

Estación	Coordenadas geográficas	Estación	Coordenadas geográficas
E1	13°50'35,3"S - 76°17'38,1"W	E8	13°41'32,9"S – 76°13'18,7"W
E2	13°51'13,5"S - 76°16'51,2"W	E9	13°40'22,8'S – 76°12'58,5"W
E3	13°51'47,8"S - 76°15'33,2"W	E10	13°44'12,6"S – 76°23'43,0"W
E4	13°46'47,3"S - 76°14'23,5"W	E11	13°44'23,9"S – 76°24'07,9"W
E5	13°45'36,1"S - 76°14'02,1"W	E12	13°39'1,9"S – 76°24'51,6"W
E6	13°44'19,6"S - 76°13'35,0"W	E13	13°38'59,7"S – 76°24'16,7"W
E7	13°42'36,2"S - 76°13'16,6"W		

La ubicación de las estaciones se realizó previa revisión de la información batimétrica para caracterizar el área de estudio, inventariar especies y determinar principales asociaciones de estructuradores. En las zonas donde la información no fue suficiente, se realizó un levantamiento batimétrico utilizando la ecosonda Garmin Modelo GPSMap.

El número de estaciones por sector se estableció, de acuerdo al tipo y extensión del sustrato, basados en las observaciones *in situ* y mapeos descriptivos, considerando tres tipos de fondos: blando, duro y mixto (Tabla 2). En cada sector se recolectaron muestras biológicas y se describieron los principales hábitats de los ecosistemas de fondos blandos y duros del intermareal y submareal somero (Fig. 2).

Tabla 2.- Número de estaciones de muestreo por sector y tipo de sustrato. Sitio piloto islas Ballestas. Setiembre – octubre 2013

	I	Sector	Tipo	Observaciones	Estaciones
S1	S1	Bahía Paracas	Blando	Intermareal y submareal somero arenoso de fácil acceso	3
S2	S2a	Bahía Pisco sur	Mixto	Intermareal de orillas pedregosas y submareal somero arenoso de fácil acceso	3
	S2b	Bahía Pisco norte	Blando	Intermareal arenoso y submareal somero de arena y fango, fácil acceso	3
S3	S3	Frente protegido: islas Ballestas y Chincha	Duro	Intermareal y submareal somero rocoso con orillas pedregosas	2
S4		Frente expuesto islas Ballestas y Chincha	Duro	Submareal somero rocoso con acantilados, fondos rocosos y mixtos	2
				Número total de estaciones	13

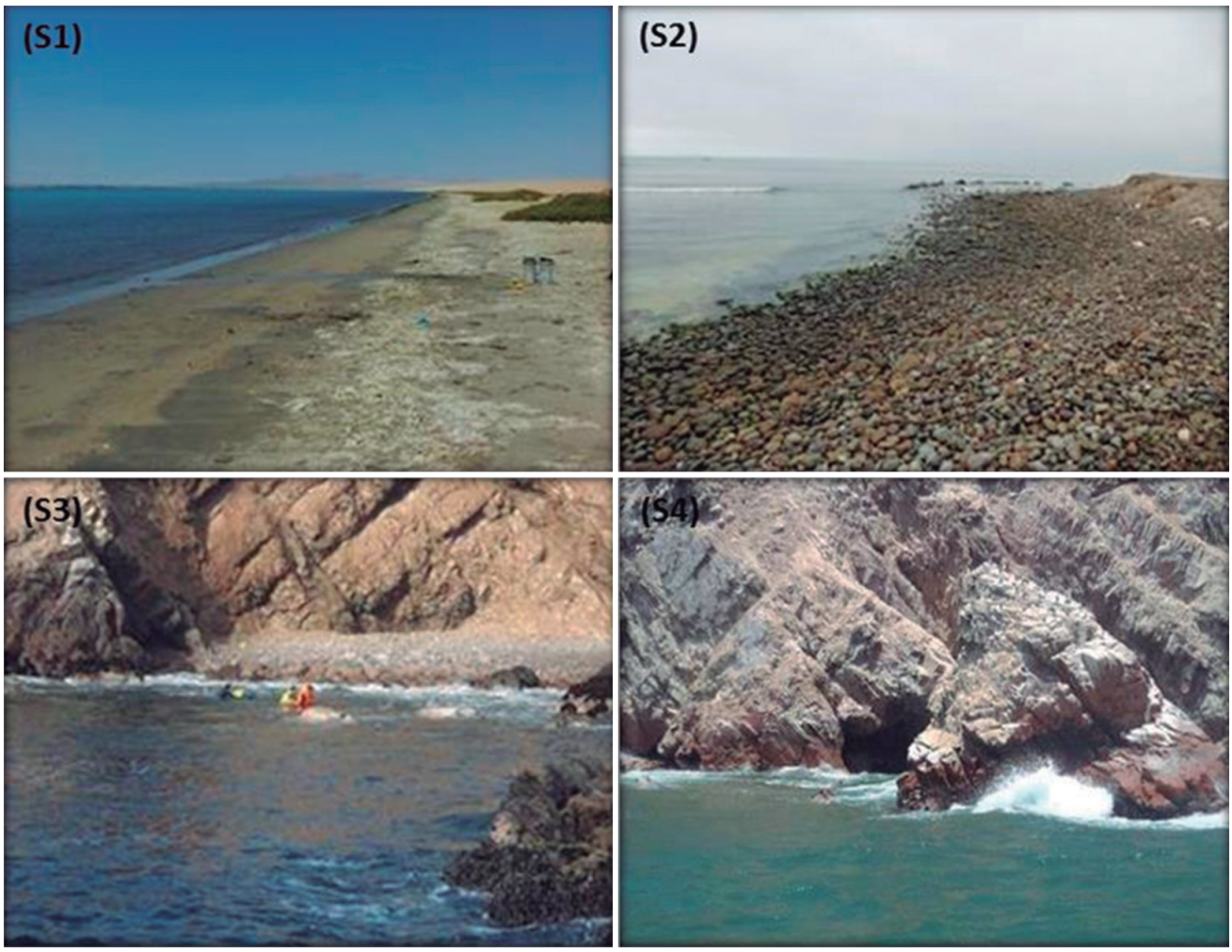

Figura 2.- Borde costero de las bahías Paracas y Pisco (S1 y S2) e islas Ballestas y Chincha (S3 y S4). Sitio piloto islas Ballestas. Setiembre – octubre 2013

Diseño y técnica de muestreo

Se aplicó el diseño de muestreo estratificado, en el que se establecieron de tres a nueve estaciones de muestreo distribuidas a nivel intermareal y submareal somero en los cuatro sectores, con un total de 13 estaciones. El número de estaciones por cada sector fue dependiente de la extensión latitudinal y presencia de tipos de sustrato (blando, duro y mixto). Las estaciones se localizaron geográficamente con un GPS y el programa Datum Provisional WGS84.

Intermareal

Sustrato blando.- Los muestreos se efectuaron utilizando el muestreador cilíndrico de 18,5 cm de diámetro que alcanza 30 cm de profundidad (Fig. 3), siguiendo las metodologías de Salvat (1964, 1967), Pollock y Hummon (1971) y McLachlan (1980). Los transectos obedecieron a las siguientes definiciones:

- **Línea de Acarreo (LA).-** Comprende la línea de marca dejada por la marea alta del día anterior.
- **Zona de Secado (SC).-** Se inicia desde la línea de la última marea alta (línea de acarreo) y está humedecida sólo por efecto rocío o espray.
- **Zona de Retención (RT).-** Está contigua a la SC, alcanzada por todas las mareas pero con pérdida gravitacional de agua cuando la marea baja. El sedimento permanece húmedo.
- **Zona de Resurgencia (RS).-** Está contigua a la RT, se caracteriza por flujo de agua intersticial dentro y fuera del sedimento con la marea. El sedimento es suspendido constantemente.
- **Zona de Saturación (ST).-** Contigua a la RS, se caracteriza porque el sustrato está permanentemente impregnado con agua.

Sustrato duro.- Los muestreos se efectuaron utilizando cuadrantes metálicos de 0,0625 m^2 (muestreo destructivo) y cuadrantes grillados de 0,25 m^2 (muestreo no destructivo, solo registro de cobertura de organismos) por cada estrato de zonación (Paredes 1974) (Fig. 4). Los transectos obedecieron a los siguientes indicadores:

- **Franja Supralitoral (FS).-** Caracterizada por *Echinolittorina peruviana* (Lamarck, 1822)
- **Franja Mediolitoral (ML).-** Caracterizada por *Jehlius cirratus* (Darwin, 1854), y *Perumytilus purpuratus* (Lamarck, 1819)
- **Franja Infralitoral (IL).-** Caracterizada por *Austromegabalanus psittacus* (Molina, 1788)

Submareal somero

En fondos de sustrato blando y duro, en cada estrato, los buzos científicos recolectaron muestras con dos réplicas en cuatro niveles de profundidad (1-5 m, 5-10 m, 10-15 m y 15-20 m) utilizando cuadrantes metálicos de 0,0625 m^2 y de 0,25 m^2. Se efectuó la descripción y caracterización del tipo de sustrato y principales especies estructuradoras (Fig. 5).

Las muestras del intermareal y submareal somero, fueron cernidas en un tamiz con abertura de malla de 500 μm y fijadas en alcohol al 96%. En el laboratorio, los organismos se identificaron hasta el nivel taxonómico más bajo con ayuda de estereoscopios y utilizando los trabajos de Titschack y Koepcke (1960), Chirichigno (1970), Marincovich (1973), Fauchald (1977), Álamo y Valdivieso (1987), Guzmán *et al*. (1998), Valdovinos (1999) y Tapia (2002).

Análisis de la información

La riqueza de taxa y el esfuerzo de muestreo se evaluaron con curvas de acumulación de taxa observadas (S) y estimadas con los procedimientos no paramétricos Chao 2 y Jacknife 1 y 2. El Jacknife 1 estima la riqueza esperada, basado en el número de taxa únicos que inciden solo en una muestra. Jacknife 2 y Chao 2 predicen cuántos taxa únicos y duplicados faltan por ser muestreados en campo (Chao 1987, Heltshe y Forrester 1983). Las curvas de acumulación se construyeron con el programa estadístico Primer V6.1 con 10.000 permutaciones (Clarke y Gorley 2006).

La diversidad se estimó con el índice de Shannon (H', bits) y la dominancia con el de Simpson (D). Además, se estimaron valores promedio por estrato de profundidad y sector.

Se utilizaron ANOVAs basados en permutaciones (Anderson y Braak 2003). Se construyeron matrices de distancias euclidianas por cada variable y la significancia estadística se probó con 10.000 permutaciones bajo un modelo reducido. Este tipo de análisis no restringido, se utilizó al no cumplirse los supuestos estadísticos paramétricos. El diseño consideró los factores sector y estrato de profundidad.

La similitud de taxa entre las comunidades bentónicas se examinó con análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) usando matrices de similitud de Bray-Curtis con datos transformados a raíz cuarta al nivel de muestras. También se usaron análisis de varianza multidimensional basados en permutaciones (Permanova). Las significancias estadísticas del diseño Permanova y de las pruebas *a posteriori* fueron evaluadas con 10.000 permutaciones bajo un modelo restringido. Los análisis multidimensionales se hicieron en Primer V6.1 (Anderson y Braak 2003).

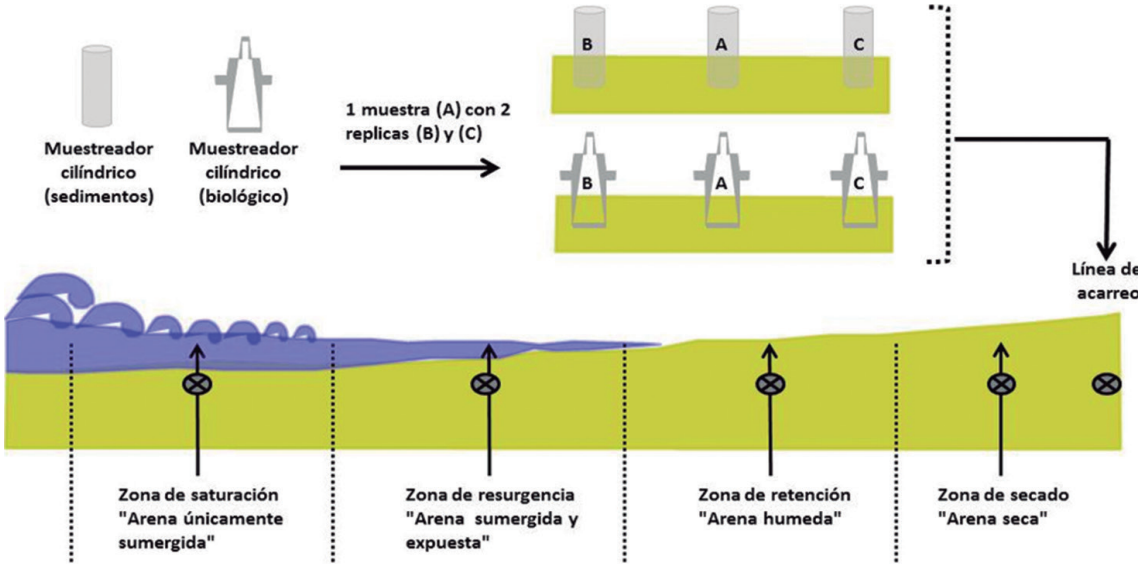

Figura 3.- Muestreo biológico a través de transectos, área de muestreo y estratos de zonación en el intermareal de sustrato blando. Sitio piloto Islas Ballestas - Región Ica. Setiembre – octubre 2013

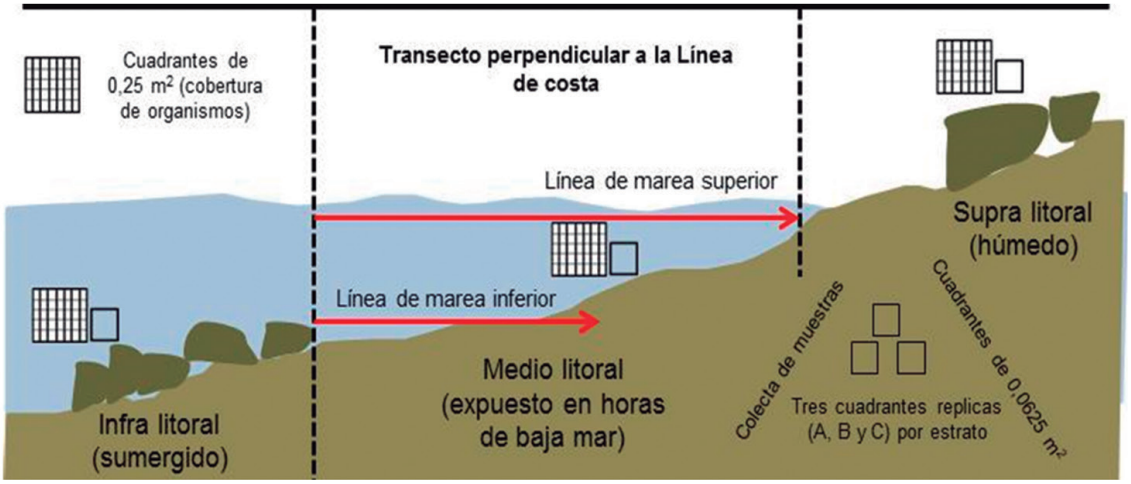

Figura 4.- Muestreo biológico a través de transectos, área de muestreo y estratos de zonación en el intermareal de sustrato duro. Sitio piloto Islas Ballestas - Región Ica. Setiembre – octubre 2013

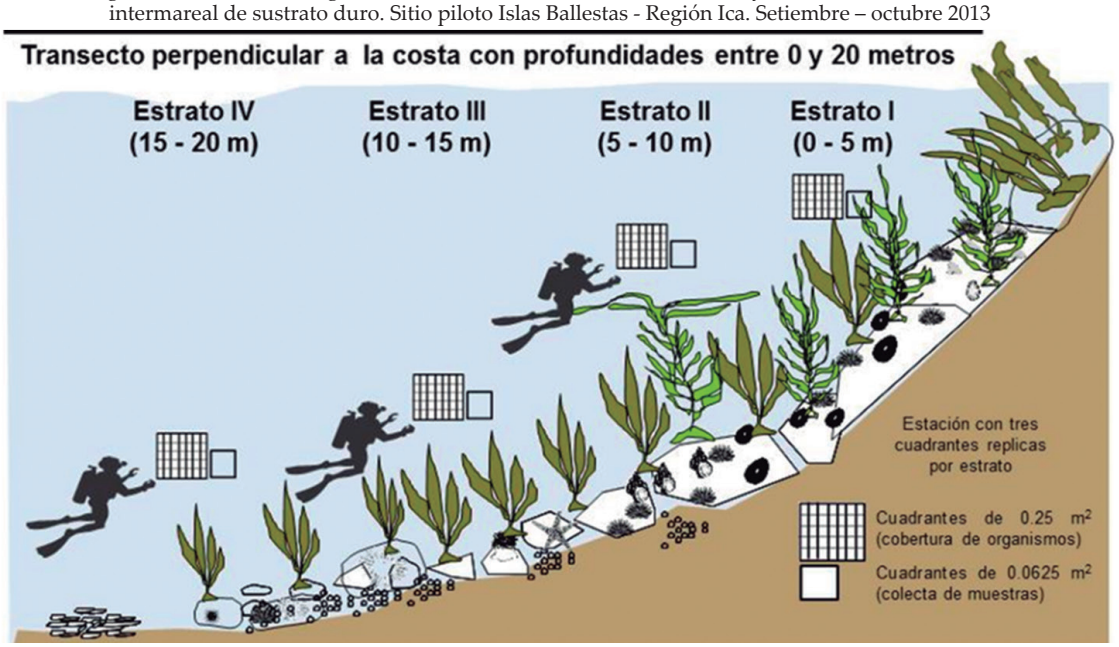

Figura 5.- Disposición de estaciones de muestreo y unidades de muestreo por estrato, ambiente submareal somero. Sitio piloto Islas Ballestas – Región Ica. Setiembre – octubre 2013

Se aplicó el modelo neutral de Caswell (1976), que utiliza el estadístico de desviación (V) para predecir los valores de diversidad H' y asumir las reglas del ensamble comunitario, eliminando las interacciones biológicas en la estructuración de las comunidades que interactúan en superficies rocosas del submareal. Bajo este contexto, cuando V <0 indica posible exceso de equitatividad, por lo que la diversidad observada es mayor que la diversidad predicha; cuando V >0 refleja exceso de dominancia y la H' observada es baja, cuando V= 0 indica neutralidad en las muestras colectadas.

La fórmula es:

$$V = \frac{H' - E(H')}{SD(H')}$$

Donde

V: desviación estadística
H': índice de diversidad de Shannon y Wiener
E (H'): diversidad predicha por el modelo neutral
SD (H'): desviación estándar de la diversidad

Para el análisis multivariado, los datos de abundancia por especie en cada muestra fueron transformados logarítmicamente a la forma Y= Log 10 (X+1) con el fin de disminuir la varianza.

La ordenación de las estaciones se realizó en base al escalamiento multidimensional no paramétrico a través de la matriz de similitud (Shepard 1962, Kruskal 1964) ubicando las estaciones en un espacio de ordenación de baja dimensión, de tal manera que las distancias entre las estaciones tuvieran el mismo rango de orden que los puntos de similitud. Warwick y Clarke (1993) determinaron que esta técnica se adapta mejor a las evaluaciones de comunidades de bentos debido a su sensibilidad.

El estrés arrojado en cada diagrama representó el criterio de aceptación de las agrupaciones que se forman en cada ordenación (Clarke y Warwick 1990). Estos valores del coeficiente de estrés pueden clasificarse dentro de la siguiente escala:

Estrés < 0,05 = excelente
Estrés < 0,1 = buena
Estrés < 0,2 = potencialmente útil
Estrés < 0,3 = puntos arbitrariamente localizados

La abundancia relativa de la especie o taxa (Ar) es la proporción de individuos con la que cada especie aporta al total de la muestra; se utilizó con el fin de establecer la proporción en la que se encuentra cada especie con respecto a la comunidad. También se conoce como 'pi' y puede expresarse como un valor ponderado.

$$Ar = Xi \times \frac{100}{X}$$

Donde

Xi: Nº de individuos de una especie
X: Nº de individuos de todas las especies

El índice de diversidad de Shannon (H') sirve para conocer la relación entre el número de especies y su abundancia relativa, lo que permite describir la estructura de la comunidad.

$$H' = -\sum PiLn(Pi)$$

Donde:

Pi: (ni/n) proporción de la especie *i* respecto del número total de individuos de la muestra
Ln: logaritmo natural
ni: Nº de individuos por especie
n: Nº total de individuos

El índice de dominancia de Simpson (λ) es el parámetro inverso a la uniformidad; toma en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies.

$$\lambda = \sum pi2$$

Donde

Pi: abundancia proporcional de la especie *i*, es decir el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

La serie números de Hill, es el índice que permite calcular el número efectivo de especies en una muestra, es decir, una medida del número de especies cuando cada especie es ponderada por su abundancia relativa.

$$NA = \sum (Pi)^{1/(1-A)}$$

Donde

NA= número de la serie de Hill
Pi= abundancia proporcional de la especie i (número de indiv. de la especie i /número total de individuos de la muestra)

El índice de equidad de Pielou (J´) mide la proporción de la diversidad observada con la máxima diversidad esperada.

$$J' = \frac{H'}{H'max}$$

Donde

H'max: ln (s) = máximo valor de H´
H': índice de Shannon y Wiener

El índice de similitud de Bray Curtis (BC) cuantifica la composición de similitud entre dos sitios diferentes.

$$\mathrm{IBC} = \frac{2\mathrm{jN}}{(\mathrm{aN} + \mathrm{bN})}$$

Donde

aN: número de total de individuos de la comunidad A
bN: número total de individuos de la comunidad B
2jN: suma total de las abundancias menores de las especies encontradas en ambas comunidades

3. RESULTADOS

Ambiente intermareal

La estructura comunitaria, entre setiembre-octubre 2013, presentó variaciones en función al tipo y configuración del sustrato y por presencia de algunas especies estructuradoras.

Se encontraron ambientes heterogéneos, destacando playas de arena y fango con poca pendiente a lo largo de las bahías Paracas y Pisco y acantilados rocosos con playas de guijarro y canto rodado en las islas Ballestas y Chincha.

Los principales grupos con especies estructuradoras fueron las macroalgas pardas representadas por *Lessonia trabeculata* Villouta y Santelices, 1986 y *Macrocystis pyrifera* C. Agardh, 1820; macroalgas verdes como *Corallina filiformis* Linnaeus, 1758; *Ulva lactuca* Linnaeus, 1753; macroalgas rojas como *Chondracanthus chamissoi* Kützing, 1843; *C. officinalis*, los cirrípedos *Austromegabalanus psittacus* (Molina, 1788); *Balanus laevis* Bruguière, 1789; los mitílidos *Aulacomya atra* (Molina, 1782), *Semimytilus algosus* (Gould, 1850) y *Perumytilus purpuratus* (Lamarck, 1819) y los tunicados *Pyura chilensis* Molina, 1782.

Estimaciones de riqueza y Curvas de acumulación

En la Tabla 3 se da a conocer por sector el número de individuos y especies observadas y estimadas (Chao 1, 2; Jacknife 1 y 2), el número de especies únicas (taxa encontrada solo en una muestra), duplicadas (taxa encontrada solo en dos muestras), singletons (taxa representada por un sólo individuo) y doubletons (taxa representada por dos individuos).

La interpretación del número de especies singletons (bajo el supuesto de que cuantas más especies raras existan, mayor será el número de especies que restan para ser muestreadas), permitió asumir que en los sectores S2a y S2b las comunidades podrían presentar una riqueza más alta.

En esa misma Tabla también se observa el porcentaje de especies inventariadas, lo que corresponde a las especies observadas vs el mayor valor proyectado por los estimadores (Chao o Jacknife). Los altos porcentajes detectados en los sectores S1, S2a y S3 permitieron determinar la eficiencia en el muestreo, a excepción de lo ocurrido en S2b, en el que al comparar con Chao 2 la eficiencia disminuye hasta el 32%.

En la mayoría de sectores, el valor más alto de taxa estimadas fue generado por Jacknife 2, mientras que el más bajo por el estimador Chao 1.

Los resultados del análisis permiten determinar que para alcanzar la curva asintótica, faltaría identificar un mayor número de taxa en cada uno de los sectores.

Los taxa singletons y doubletons fueron bajos en la mayoría de sectores, demostrando que con el esfuerzo de muestreo se fueron adicionando más individuos de especies raras, haciendo que lleguen a un punto casi constante. Por otro lado, la interpretación exclusiva de las especies singletons, determina la existencia de hábitats altamente diversos en aquellos sectores donde la presencia de especies raras fue mayor (Tabla 3).

Tabla 3.- Número de especies Observadas y Estimadas por sector. Intermareal. Sitio piloto Islas Ballestas. Setiembre – octubre 2013

	S1	S2a	S2b	S3
Individuos	291	34.378	412	10.103
Especies observadas	49	99	15	79
Chao 1	57 ±7,5	104 ±4,4	27 ±13,0	85 ±5,0
Chao 2	63 ±11,2	120 ±10,8	47 ±39,6	97 ±9,22
Jacknife 1	61	124	23	105
Jacknife 2	68	134	29	112
% especies inventariadas	72	74	52	71
Especies únicas	7	10	7	7
Especies duplicadas	12	25	8	26
Especies singletons	6	16	20	12
Especies doubletons	8	6	12	7

Los estimadores se calcularon combinando todas las muestras de macroinvertebrados obtenidas en cada uno de los sectores (Fig. 6), en esta figura se comprueba que las curvas de acumulación de especies no alcanzaron el comportamiento asintótico en ninguno de los sectores. Los muestreos en S1, S2a y S3 parecen ser eficientes, al haberse estimado bajo número de especies singletons, generado por el aumento de abundancias de especies raras.

Tabla 4.- Índices de diversidad en el intermareal. Islas Ballesta. Setiembre – octubre 2013

Sector	Promedio de especies	Coeficiente de desviación
S1	6 ± 6,14	12,29%
S2a	18 ± 10,06	20,12%
S2b	2 ± 0,88	1,77%
S3	15 ± 11,69	23,38%

Diversidad y riqueza de especies

El promedio de la riqueza de especies por sector y sus coeficientes de desviación se dan en la Tabla 4.

Sustrato blando

En el sector S1 el promedio de la riqueza (S) por estrato varió entre 8 y 39 taxa, y en el S2b entre 3 y 7 taxa. Los promedios más bajos se registraron entre los estratos de acarreo y secado (Tabla 5).

En S1 y en el estrato de saturación, la diversidad (H') fue más alta y los porcentajes de especies abundantes (N1) y muy abundantes (N2) fueron bajos, demostrando que una o dos especies dominan la comunidad en este estrato. En los estratos de secado y retención, fueron bajos los valores de diversidad y de uniformidad. En el estrato secado, los porcentajes de especies abundantes y muy abundantes indican la posibilidad que existan más de dos especies dominantes en la comunidad (Tabla 5).

En todos los estratos del sector S2b los valores de diversidad fueron bajos. En el estrato de saturación se registró mayor diversidad y uniformidad (Tabla 5). Con los resultados obtenidos se determinó que las especies presentan abundancias casi similares.

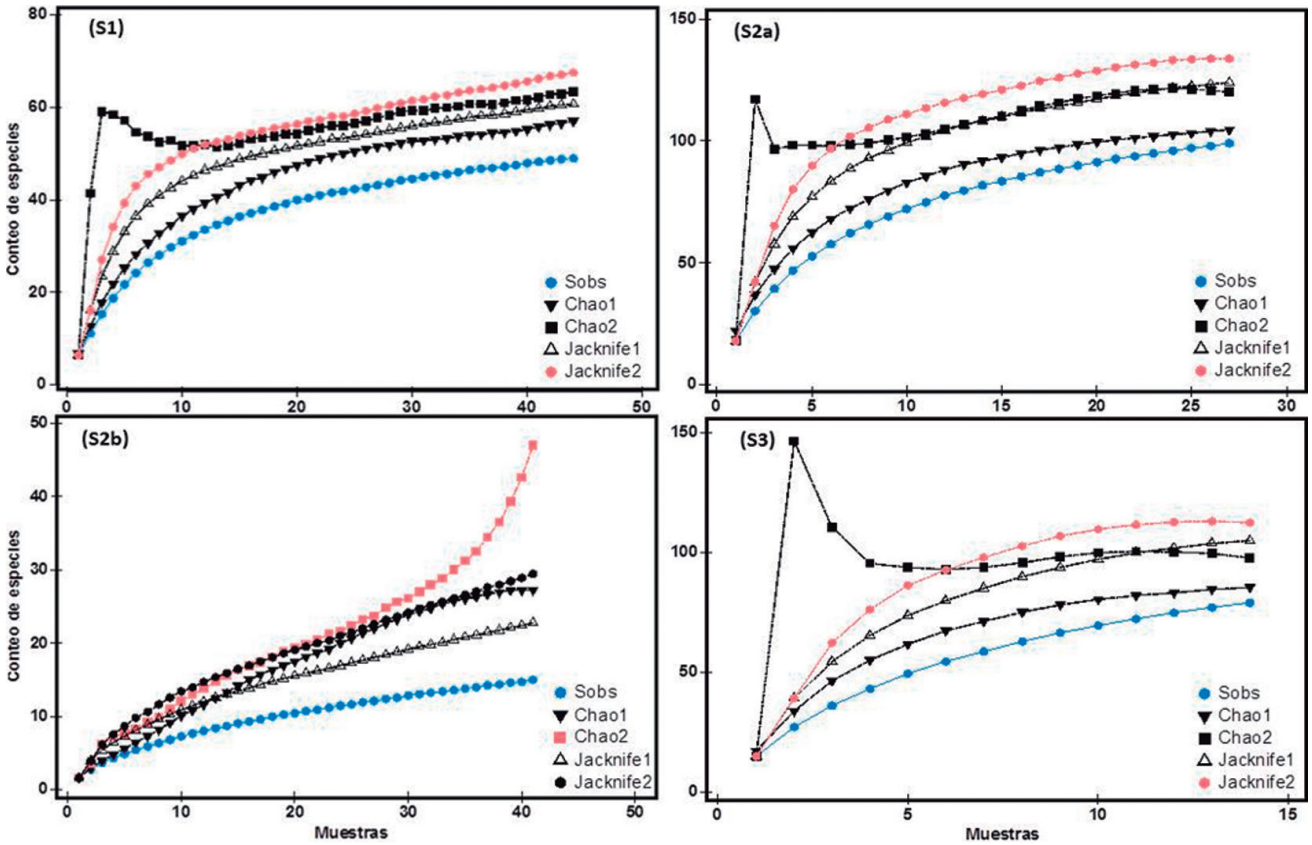

Figura 6.- Curva de acumulación de taxa. En el eje X se presenta el esfuerzo de muestreo (muestras) y en el eje Y el número de especies (conteo de especies) estimadas en los sectores S1, S2a, S2b y S3. Intermareal, Sitio piloto Islas Ballestas. Setiembre – octubre 2013

Tabla 5.- Índices de diversidad: riqueza de especies (S), diversidad (H´), uniformidad (J´) y predominio (λ, N1 y N2) por estratos de zonación en la orilla de sustrato blando de las bahías Paracas y Pisco. Sitio piloto Islas Ballestas. Setiembre-octubre 2013

Índice de diversidad	Orilla de sustrato blando (S1)					Orilla de sustrato blando (S2b)				
	Acarreo	Secado	Retención	Resurgencia	Saturación	Acarreo	Secado	Retención	Resurgencia	Saturación
Especies (S)	8	8	12	27	39	3	2	5	3	7
Indiv. (N)	5	48	136	972	897	6	10	16	7	10
Uniform. (J')	0,67	0,55	0,43	0,41	0,48	0,24	0,10	0,44	0,36	0,64
Divers. (H')	2,02	1,66	1,54	2,03	2,55	0,37	0,10	1,02	0,56	1,81
Predom. (λ)	0,33	0,39	0,48	0,39	0,29	0,89	0,98	0,57	0,80	0,38
Hill (N1)	4,04 (50,5%)	3,17 (39,5%)	2,91 (24,2%)	4,09 (15,2%)	5,85 (15,0%)	1,30 (43,2%)	1,02 (53,5%)	2,02 (40,4%)	1,48 (49,2%)	3,50 (50,0%)
Hill (N2)	3,00 (37,4%)	2,55 (31,8%)	2,09 (17,4%)	2,60 (9,6%)	3,40 (8,7%)	1,12 (37,4%)	1,03 (51,3%)	1,75 (34,9%)	1,25 (41,6%)	2,67 (38,1%)

Tabla 6.- Índices de diversidad: riqueza de especies (S), diversidad (H´), uniformidad (J´) y predominio (λ, N1 y N2) por estratos de zonación en la orilla de sustrato duro de bahía Pisco y del frente protegido de las islas Ballestas y Chincha. Islas Ballestas y Chincha. Sitio piloto Islas Ballestas. Setiembre – octubre 2013

Índice de diversidad	Sustrato duro (S2a)			Sustrato duro (S3)		
	Supra	Medio	Infra	Supra	Medio	Infra
Especies (S)	43	66	69	4	53	54
Individuos (N)	196	2213	1410	60	845	802
Uniformidad (J')	0,69	0,42	0,46	0,27	0,58	0,49
Diversidad (H')	3,75	2,54	2,84	0,53	3,34	2,83
Predominio (λ)	0,11	0,33	0,29	0,84	0,21	0,23
Hill (N1)	13,46 (31,3%)	5,83 (8,8%)	7,16 (10,4%)	1,45 (36,1%)	10,09 (19,0%)	7,10 (13,2%)
Hill (N2)	8,88 (20,7%)	3,06 (4,6%)	3,46 (5,0%)	1,19 (29,7%)	4,06 (8,8%)	4,30 (12,8%)

Sustrato duro

En el sector S2a el promedio de la riqueza (S) por estrato varió entre 43 y 69 taxa y en el S3 entre 4 y 54 taxa, destacando los estratos medio e infralitoral con más de 50 especies por estrato (Tabla 6).

En todos los estratos de S2a y en el medio e infralitoral de S3, los valores de diversidad fueron altos. Los resultados logrados permiten proyectar la existencia de más de dos especies con abundancias constantes en la estructura de las comunidades a este nivel de estratificación (Tabla 6).

El test de Kruskal-Wallis (basado en los valores del índice de diversidad H' y riqueza S) aplicado en los sustratos blandos S1 y S2b, determinó diferencias altamente significativas (p= 0,0001) entre los índices de ambos sectores. En S1 el 75% de los valores de diversidad estuvieron por encima de 1,00 bits/ind., y en S2b el 75% estuvo por debajo de 1,00 bits/ind. (Fig. 7). En las orillas de sustrato duro (S2a y S3) no se encontraron diferencias significativas al comparar los índices de diversidad y riqueza (p=0,0615 y p=0,2310) (Fig. 8).

Considerando los efectos entre sectores por estrato de zonación, el análisis Permanova indicó que existen diferencias significativas entre los sectores (Tabla 7).

La estructura de la comunidad bentónica en las orillas de sustrato blando (S1, S2b) y en las orillas de sustrato duro (S2a, S3) fue diferente; el resultado del análisis NMDS mostró claro alejamiento de las estaciones de los sectores de sustrato blando con las de sustrato duro. También, se observó que entre los sectores S1 y S2b, las estaciones tienden a separarse a pesar de estar en sustrato arenoso; esta misma tendencia se observó al comparar las estaciones de los sectores S2a y S3 (Fig. 9).

Considerando los efectos entre estratos de zonación en cada sector del sustrato blando, el análisis Permanova determinó que existen diferencias significativas entre la mayoría de estratos (Tabla 8). Las excepciones se presentaron entre los estratos de secado y acarreo, retención y resurgencia, y retención y acarreo del sector S1, y entre secado y acarreo del sector S2b (p-valores >0,0500).

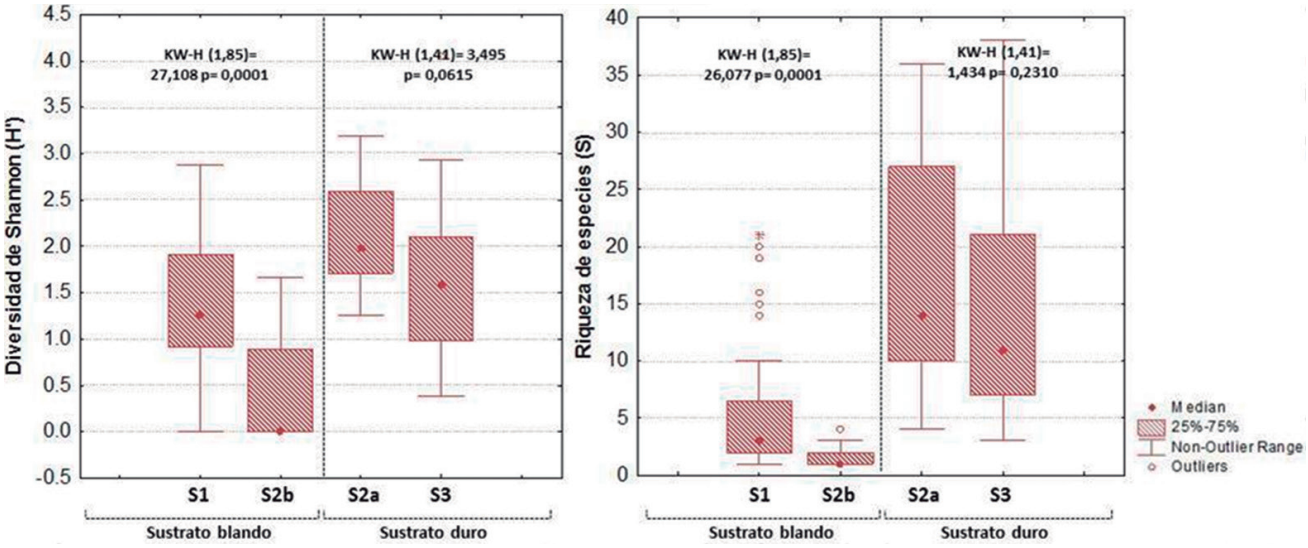

Figura 7.- Valores medios, mediana y extremos de los test Kruskal-Wallis aplicados sobre los índices de diversidad (H') y riqueza (S) entre los sectores de orillas de sustrato blando y orillas de sustrato duro del intermareal en el sitio piloto islas Ballestas. Setiembre –octubre 2013

Tabla 7.- Resultados del análisis Permanova (10 mil permutaciones) de los efectos del estrato de zonación por sector sobre la estructura de la comunidad bentónica determinada por la abundancia. Sitio piloto islas Ballestas. Setiembre – octubre 2013

Factor: Estrato/ sector	ANOVAs basado en permutaciones: 10000 (p-valor) Similitud Bray Curtis				
Orillas de sustrato blando	Acarreo	Secado	Retención	Resurgencia	Saturación
S1 –S2b	0,0108	0,0207	0,0001	0,0001	0,0003
Orillas de sustrato duro	Supralitoral	Mediolitoral	Infralitoral		
S2a – S3	0,019	0,0001	0,0002		

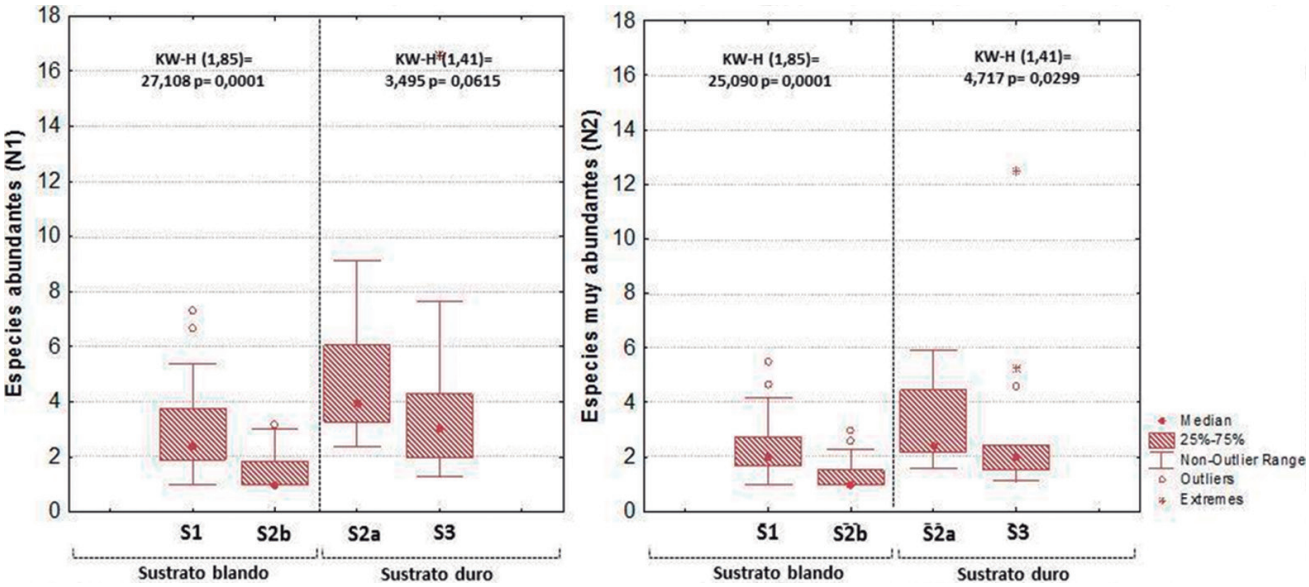

Figura 8.- Valores medios, mediana y extremos de los test Kruskal-Wallis aplicados sobre los índices de especies abundantes (N1) y especies muy abundantes (N2) entre los sectores de orillas de sustrato blando y orillas de sustrato duro del intermareal. Sitio piloto islas Ballestas. Setiembre – octubre 2013

Tabla 8.- Análisis Permanova (10 mil permut.) de los efectos del sector por estrato de zonación, sobre estructura de la comunidad bentónica determinada por abundancia. Sitio piloto islas Ballestas. Setiembre – octubre 2013

Factor: Sector/Estrato	ANOVAs basado en permutaciones: 10000 (p-valor) Similitud Bray Curtis	
Sustrato blando	**S3**	**S2b**
Secado- Retención	0,0061	0,0221
Secado - Resurgencia	0,0003	0,0001
Secado – Acarreo	0,5117	0,8667
Secado - Saturación	0,0001	0,0002
Retención - Resurgencia	0,1284	0,0003
Retención – Acarreo	0,0559	0,0029
Retención - Saturación	0,0002	0,0001
Resurgencia – Acarreo	0,0031	0,0001
Resurgencia - Saturación	0,012	0,0009
Acarreo - Saturación	0,0002	0,0004
Sustrato duro	**S2a**	**S3**
Supra - Medio	0,0001	0,0355
Supra - Infra	0,0002	0,0382
Medio - Infra	0,0731	0,0855

En las orillas de sustrato duro los sectores S2a y S3 también presentaron diferencias entre sus estratos, excepto entre el medio e infralitoral de ambos sectores. El análisis NMDS determinó que las comunidades bentónicas de los estratos de acarreo y secado tienden a separarse de las comunidades de los estratos retención, resurgencia y saturación (sustrato blando); sin embargo, entre los estratos del supra, medio e infralitoral (sustrato duro) no se evidencia un claro patrón de separación; excepcionalmente, dos estaciones del supralitoral se distanciaron de la nube de burbujas, posiblemente por estar representadas por especies muy dominantes (Fig. 9).

Patrones de riqueza de especies y abundancia de macroinvertebrados

Las variables riqueza de especies y abundancia por grupo taxonómico fueron transformadas a base Log (X+1), considerando rangos entre 0,01 y 2,00 dentro del análisis (Fig. 10).

Riqueza de especies.- Se identificó 150 taxa distribuidos en el sitio piloto islas Ballestas. Los taxa identificados por sector fueron 49 taxa (S1), 99 (S2a), 15 (S2b) y 79 (S3). Los anélidos fueron más representativos en términos de riqueza en los sectores S1 (42%), S2a (38,7%) y S3 (31,3%). Los artrópodos fueron más representativos en abundancia en el sector S2 (39,8%) y los moluscos en S3 (50,6%).

En las orillas de sustrato duro el mayor número de Phyla se presentó en los sectores S2a (16) y S3 (12), mientras que en las orillas de sustrato blando los más diversos fueron S1 (8) y S2b (4) (Fig. 10).

Abundancia.- En el sector S2a fueron más abundantes los anélidos *Boccardia polybranchia* (Haswell, 1885) (10.651 ind.) y *Syllis* sp. (990 ind.), los artrópodos *Caprella* sp. (6.892 ind.) y especies no identificadas del suborden Gammaridea (1.866 ind.). En S3 destacaron los moluscos *Semimytilus algosus* (3.776 ind.) y *Echinolittorina peruviana* (413 ind.) y los oligoquetos (2.232 ind.) (Fig. 10).

En el S1 fueron más abundantes los poliquetos *Polydora* sp. (2.109 ind.) y especies de la familia Capitellidae (1.316 ind.); en el S2b destacaron los artrópodos *Excirolana braziliensis* Richardson, 1912 (214 ind.) y el poliqueto *Hemipodus* sp. (115 ind.) (Fig. 10).

Presencia y cobertura de los principales grupos de estructuradores.- En **S1** se determinó entre los estratos de acarreo y secado que la mayor cobertura (>80%) fue de crustáceos excavadores; en el estrato de retención fue del poliqueto *Polydora* sp. y especies de las familias Capitellidae y Hesionidae (>70%) y en los estratos de resurgencia y saturación destacó el alga verde *Caulerpa filiformis* Hering, 1841 (>80%) (Fig. 11).

En el supralitoral del Sector **S2a** la mayor cobertura fue del alga verde *Ulva lactuca* Linnaeus, 1753 (>50%) seguida de las algas rojas *Ceramium virgatum* Foslie, 1893, *Chondracanthus chamissoi*, *Rhodymenia* sp. (20%) y el alga parda *Colpomenia* sp. (10%). En el mediolitoral dominaron el mitílido *S. algosus* (70%) y *U. lactuca* (20%); en el infralitoral se encontraron amplias extensiones de roca cubierta por *C. virgatum* y *Ch. chamissoi* (70%) y pequeños parches de *U. lactuca* (20%). En el sector **S3** el supralitoral estuvo dominado por crustáceos excavadores (80%) seguidos de pequeños parches del cirrípedo *B. laevis* (20%). En el mediolitoral destacaron *P. purpuratus* y *S. algosus* (30%), seguidos de las algas rojas *Ahnfeltiopsis* sp. y *Corallina officinalis* (30%), el cirrípedo *B. laevis* (20%), mientras que en el infralitoral destacó *S. algosus* (50%) seguido de *Ahnfeltiopsis* sp. (25%) y en menor proporción *Colpomenia* sp., *B. laevis*, *U. lactuca* y poliquetos Hesionidae, representando en conjunto el 25% (Fig. 11).

Descripción de los principales hábitats

Se identificaron y delimitaron las orillas de sustrato blando formadas por arena y conchuela y las orillas de sustrato duro caracterizadas por guijarro y canto rodado en bahía Pisco, y acantilados con bloques rocosos en los frentes expuesto y protegido de las islas Ballestas y Chincha.

a) Orillas de sustrato blando

El sector **S1** representa el intermareal de la bahía Paracas, comprendiendo El Sequión (13°50'S – 76°18'W) y La Laguna (13°51'S – 76°15'W) con 5,9 km de extensión.

Tipo de sustrato.- Arena fina entre los estratos de acarreo y retención; combinaciones de arena fina, conchuela y fango entre los estratos de resurgencia y saturación; pequeños parches de canto rodado en el estrato de saturación.

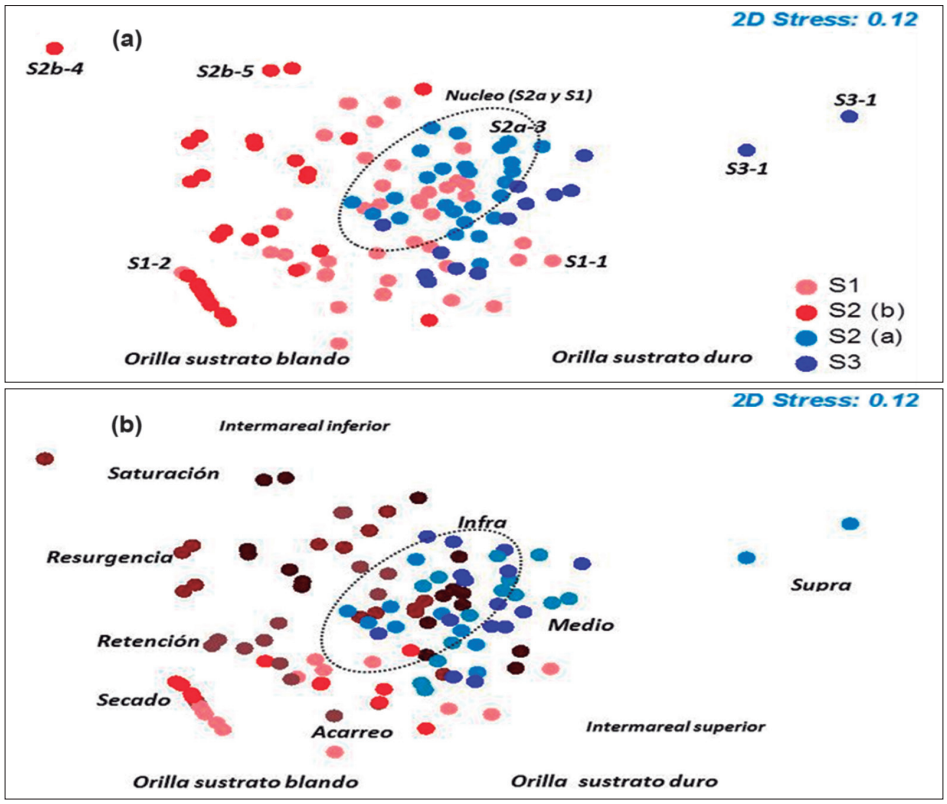

Figura 9.- Gráfico del análisis multivariante NMDS. Representación de las estaciones de muestreo de los sectores por tipo de sustrato (a) y estratos de zonación por sector y tipo de sustrato (b). Sitio piloto islas Ballestas. Setiembre – octubre 2013

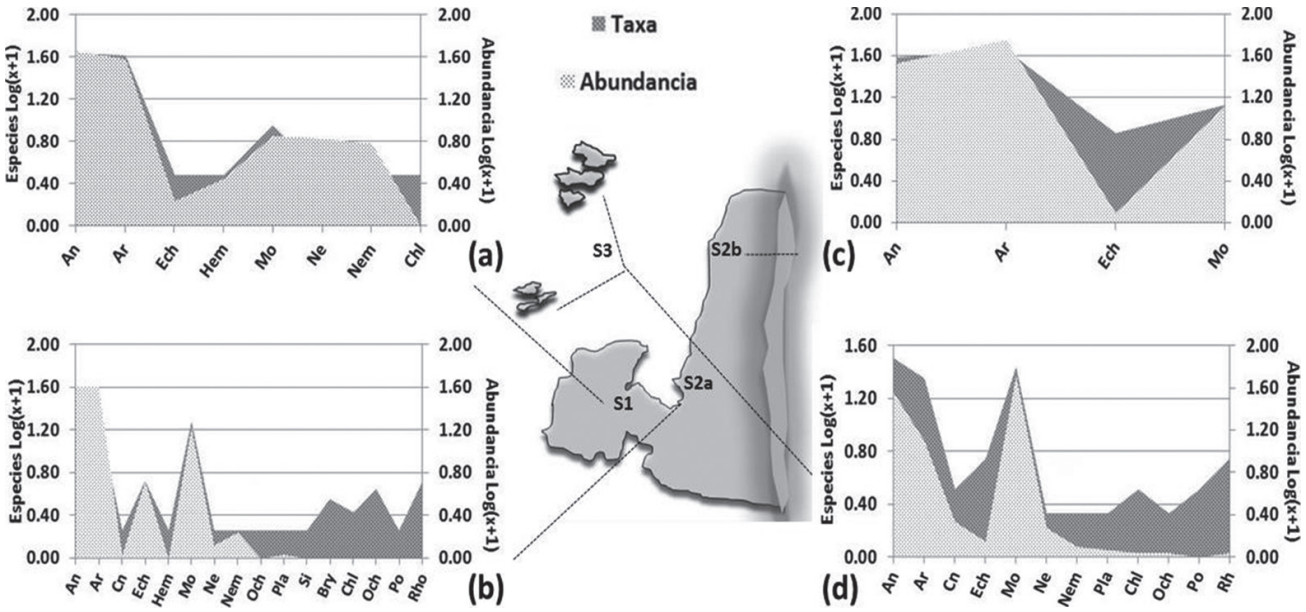

Figura 10.- Especies y abundancia transformadas a Log (x+1) por grupo taxonómico en los sectores S1 (a), S2a (b), S2b (c) y S3 (d). Intermareal del Sitio piloto islas Ballestas. Setiembre – octubre 2013.

Annelida: An, Arthropoda: Ar, Echinodermata: Ech, Hemichordata: Hem, Mollusca: Mo, Nematoda: Ne, Nemertea: Nem, Chlorophyta: Chl, Cnidaria: Cn, Ochrophyta: Och, Platyhelminthes: Pla, Sipincula: Si, Bryozoa: Bry, Porifera: Po y Rhodophyta: Rh

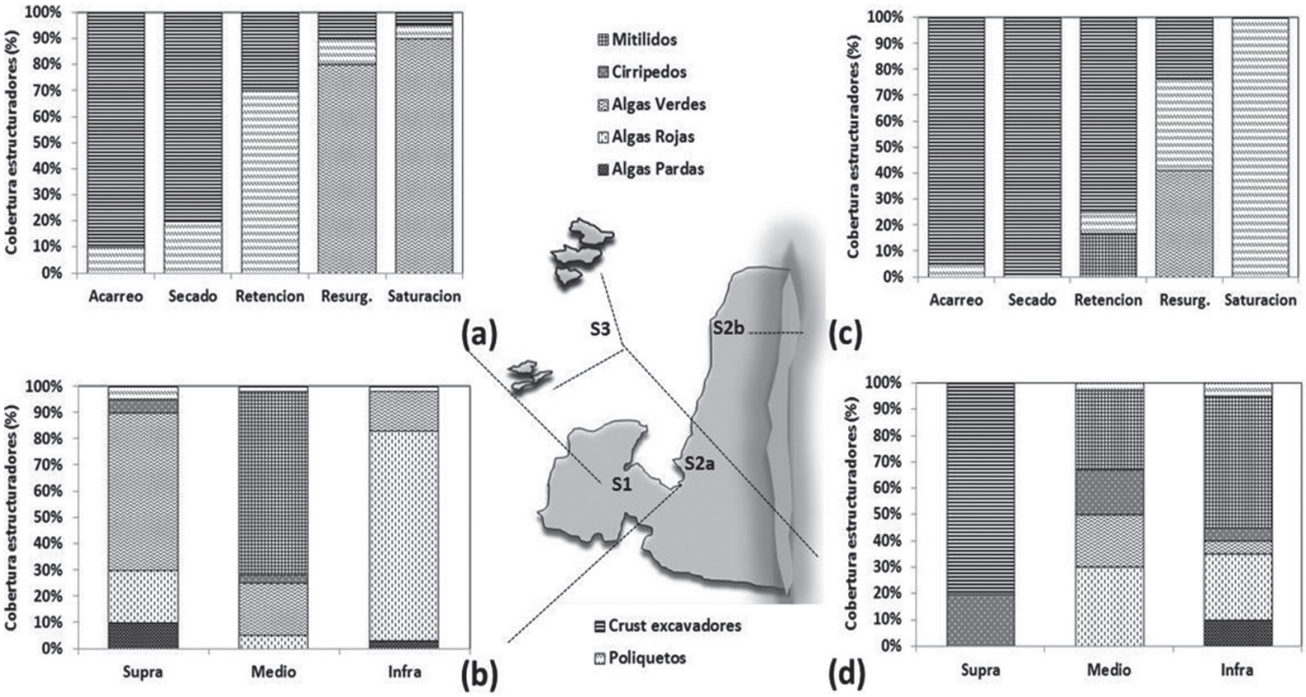

Figura 11.- Cobertura porcentual de los principales grupos de estructuradores transformados en Log (x+1). Sectores S1 (a), S2a (b), S2b (c) y S3 (d). Intermareal. Sitio piloto islas Ballestas. Setiembre – octubre 2013.

Grado de exposición.- Intermareal protegido de corrientes de baja energía con velocidad <2 nudos, que se disipan en el frente de playa.

Descripción.- Se determinó cobertura de poliquetos de la familia Capitellidae entre los estratos de acarreo y saturación. Entre los estratos de secado y retención se registraron los poliquetos *Polydora* sp. y representantes de las familias Hesionidae y Cirratulidae. En los estratos de acarreo y secado se observó al cangrejo carretero *Ocypode gaudichaudii* H. Milne Edwards y Lucas, 1843. Entre los estratos de retención y resurgencia se encontraron agregaciones del alga *C. filiformis;* en el estrato de saturación se detectó a *S. algosus* asociado a los parches de canto rodado.

Las características morfodinámicas en la zona intermareal, relacionadas con algunas características hidrodinámicas y de sedimento (Short y Wright 1983), permitieron categorizarla como playa disipativa, al presentar perfil poco inclinado con corrientes débiles o ausentes y olas que se caracterizaron por ser de derrame y de menor altura sin cresta y con fácil disipación de su energía en el frente de playa. Se identificaron 49 taxa, estimando un total de seis especies singletons y ocho especies doubletons, lo que indica la presencia de un alto número de individuos por especie (Fig. 12).

El sector **S2b**, representa el intermareal del extremo norte de bahía Pisco, comprendiendo la Zona industrial (13°47'S – 76°14'W) y el río Pisco (13°41'S – 76°13'W) con 5,5 km de extensión.

Tipo de sustrato.- Entre los estratos de acarreo y saturación se registró arena media combinada con restos de conchuela; en el estrato de saturación se encontró mayor porcentaje de conchuela; entre los estratos de retención y resurgencia se encontraron parches de canto rodado.

Grado de exposición.- Zona intermareal expuesta a corrientes de energía moderada con velocidad entre 2 y 4 nudos que rompen de manera directa sobre el frente de playa.

Descripción.- Entre los estratos de retención y resurgencia la mayor cobertura fue de poliquetos *Polydora* sp., *Nephtys* sp. y especies de las familias Capitellidae y Hesionidae. En el estrato de resurgencia se encontraron *C. filiformis* y *S. algosus*, esta última asociada a los parches de canto rodado.

Este sector se caracterizó por ser playa intermedia de barras rítmicas, en donde se detectaron corrientes de retorno; además, se observaron pequeños surcos a manera de ondulaciones dispuestos a lo largo de la playa y, un dominio del oleaje de rompimiento y de mayor altura. Se identificaron 15 taxa y las estimaciones determinaron 20 especies singletons y 12 doubletons, por lo que el esfuerzo de muestreo debería intensificarse para alcanzar el total de especies estimadas (Fig. 12).

b) Orillas de sustrato duro

El sector **S2a** representa el intermareal del extremo sur de bahía Pisco, comprendiendo La Laguna (13°51'S – 76°15'W) y la Zona industrial (13°47'S – 76°14'W) con 3 km de extensión.

Tipo de sustrato.- La mayor parte del borde costero, entre el supra y mediolitoral, estuvo representado por playas de canto rodado y pequeños tramos de guijarro. En el infralitoral se encontraron plataformas rocosas proyectadas hacia el mar, con pequeños parches de canto rodado.

Grado de exposición.- En los alrededores de La Laguna, el borde costero está semiexpuesto a corrientes de moderada energía con velocidad entre 2 y 4 nudos, mientras que las proximidades de la Zona industrial están expuestas a corrientes de alta energía con velocidad >4 nudos.

Descripción.- Entre el supra y mediolitoral se encontraron agregaciones de las algas *Colpomenia* sp., *Ch. chamissoi, C. officinalis* y de poliquetos de las familias Capitellidae, Cirratulidae y Hesionidae. En el mediolitoral se detectaron agregaciones de *S. algosus* y en el infralitoral del cirrípedo *B. laevis*. Entre el medio e infralitoral se registró *U. lactuca* compartiendo espacio con pequeños parches de *Colpomenia* sp. y, en el infralitoral se registró algas rojas *Rhodymenia* sp. y *Ahnfeltiopsis* sp. Se identificaron 99 taxa, llegando a estimar 16 especies singletons y 6 doubletons, lo que indica la presencia de buen número de especies raras (Fig. 13).

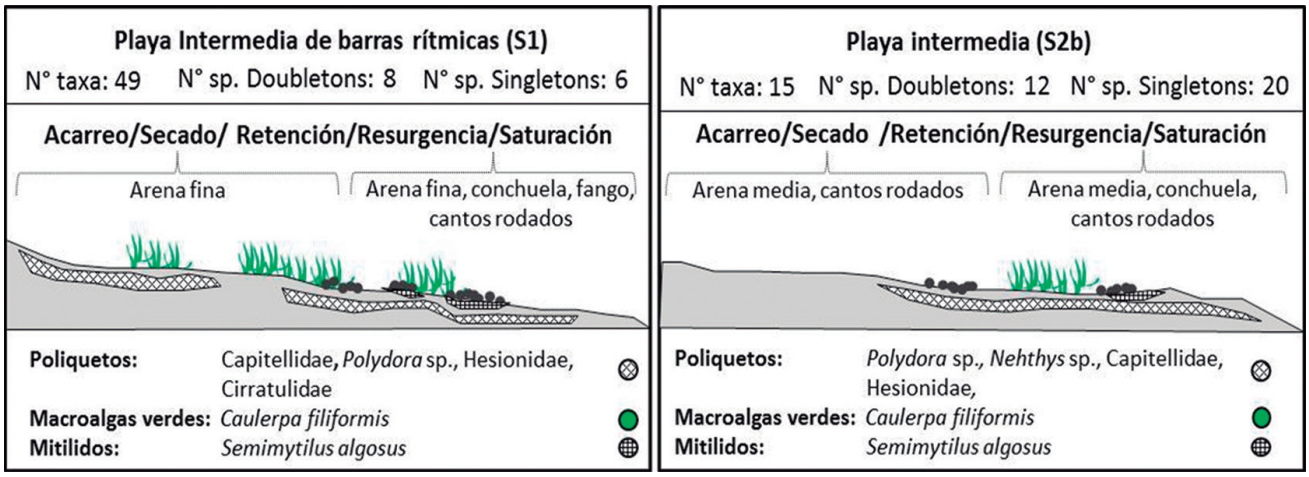

Figura 12.- Modelo del tipo de playa y diagrama del patrón de zonación de los principales organismos estructuradores de la macrofauna intermareal en las orillas de sustrato blando de los sectores S1 y S2b. Sitio piloto islas Ballestas. Setiembre – octubre 2013

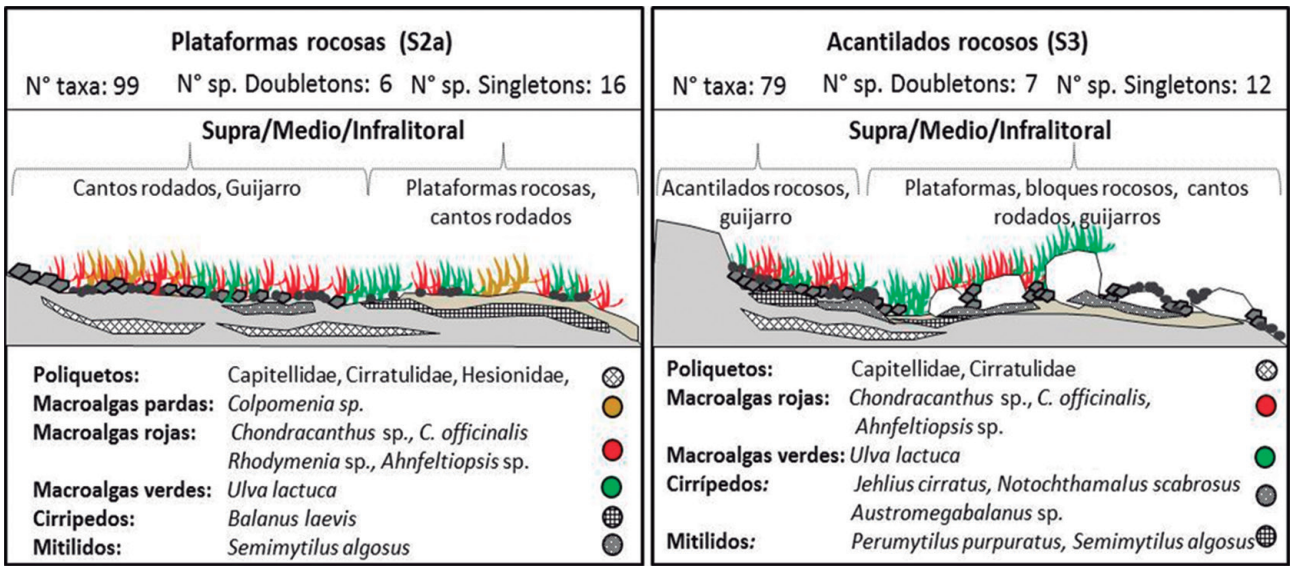

Figura 13.- Tipo de sustrato dominante y diagrama del patrón de zonación de los principales organismos estructuradores de la macrofauna intermareal entre el supra, medio e infralitoral de las orillas de sustrato duro de los sectores S1a y S3. Sitio piloto islas Ballestas. Setiembre – octubre 2013

El sector **S3** representa el intermareal del frente protegido de las islas Ballestas y Chincha, que comprende de 13°44'S - 76°23'W (sur) a 13°41'S - 76°23'W (norte) en islas Ballestas y de 13°38'S - 76°24'W (sur) a 13°38'S - 76°23'W (norte) en islas Chincha con 1,3 km de extensión.

Tipo de sustrato.- La mayor parte del frente protegido de las islas está formado de acantilados rocosos con proyecciones de extensas plataformas alternando con bloques rocosos y playas de canto rodado y guijarro entre el medio e infralitoral.

Grado de exposición.- Zona intermareal semiexpuesta a corrientes de alta energía con velocidad >4 nudos, sobre todo en el frente protegido de las islas Ballestas.

Descripción.- En el supralitoral se registró *P. purpuratus,* poliquetos de las familias Capitellidae y Cirratulidae compartiendo espacio con los cirrípedos *Jehlius cirratus* y *Notochthamalus scabrosus.* Desde el supra hasta el infralitoral destacó la cobertura de *U. lactuca* con mayor concentración en el infralitoral. Entre el supra y mediolitoral y asociados a los bloques rocosos y playas de canto rodado con guijarro, se encontraron agregaciones importantes de las algas *Chondracanthus* sp., *C. officinalis* y *Ahnfeltiopsis* sp.; entre el medio e infralitoral se determinó *Austromegabalanus* sp. y *S. algosus.* Se identificaron 79 taxa, y se estimó 12 especies singletons y 7 doubletons (Fig. 13).

Ambiente Submareal

Al igual que en el ambiente intermareal, la estructura de las comunidades bentónicas presentó variaciones respecto al tipo y configuración del sustrato.

Destacaron ambientes conformados por plataformas rocosas, bloques rocosos, guijarros, canto rodado, arena y conchuela, sobre todo en el frente protegido (S3) y frente expuesto de las islas (S4).

Los grupos más importantes de especies estructuradoras fueron las macroalgas pardas *Lessonia trabeculata* y *Macrocystis pyrifera;* macroalgas rojas *Rhodymenia flabellifolia, Corallina officinalis* y *Chondracanthus chamissoi*, las macroalgas verdes *Ulva lactuca* y *Caulerpa filiformis*, los mitílidos *Aulacomya atra, Perumytilus purpuratus* y *Semimytilus algosus*, y el cirrípedo *Balanus laevis*.

Estimaciones de riqueza y Curvas de acumulación

En la Tabla 9 se da a conocer por sector, el número de individuos y especies observadas y estimadas (Chao 1, 2; Jacknife 1 y 2); además del número de especies únicas (taxa encontrada solo en una muestra), duplicadas (taxa encontrada solo en dos muestras), singletons (taxa representada por un sólo individuo) y doubletons (taxa representada por dos individuos). También se da a conocer el porcentaje de especies inventariadas, las especies observadas vs el mayor valor proyectado por los estimadores (Chao o Jacknife). Los altos porcentajes detectados en todos los sectores permitieron determinar la eficiencia en el muestreo.

En todos los sectores el valor más alto de taxa estimadas fue generado por Jacknife 2, mientras que el más bajo por el estimador Chao 1.

Al encontrar un gran número de especies singletons y bajo el supuesto de que cuantas más especies raras existan, mayor será el número de especies que restan para ser muestreadas, se asume que en los sectores S2 y S3 las comunidades pueden presentar una riqueza más alta; sin embargo, y de acuerdo a la distribución de sus abundancias, los valores de diversidad podrían disminuir. Por otro lado, el alto número de especies únicas estimadas para estos sectores, indica que las comunidades podrían distribuirse en parches a pesar de estimar un número alto de especies duplicadas (Tabla 9).

Tabla 9.- Número de individuos y especies Observadas y Estimadas por Sector. Submareal. Sitio piloto Islas Ballestas. Setiembre – octubre 2013

	S1	S2	S3	S4
Individuos	4.196	29.475	16.577	8.535
Especies observadas	65	128	145	124
Chao 1	75 ± 8,4	133 ± 4,0	162 ± 9,6	154 ± 17,6
Chao 2	79 ± 8,3	159 ± 13,5	178 ± 12,7	162 ± 16,6
Jacknife 1	84	163	188	159
Jacknife 2	90	178	202	177
% especies inventariadas	72	72	72	70
Especies únicas	6	15	14	18
Especies duplicadas	19	35	43	35
Especies singletons	4	26	15	8
Especies doubletons	10	5	17	30

En la figura 14 los estimadores se calcularon combinando todas las muestras de macroinvertebrados obtenidas en cada sector. A pesar del muestreo realizado, las curvas de acumulación de especies no alcanzaron un comportamiento asintótico en ninguno de los sectores. Sin embargo, los muestreos parecen ser eficientes considerando el bajo número de especies raras estimadas sobre todo en los sectores S1 y S4.

Tabla 10.- Índices de diversidad en el submareal. Sitio piloto islas Ballestas. Setiembre – octubre 2013

Sector	Promedio de especies	Coeficiente de desviación
S1	9 ± 10,14	20,29%
S2	18 ± 7,95	15,90%
S3	32 ± 12,32	24,63%
S4	24 ± 10,48	20,96%

Determinación de los índices de diversidad

El promedio de la riqueza de especies por sector y sus coeficientes de desviación se dan en la Tabla 10.

En el submareal de fondo blando la riqueza fue mayor en los estratos 1 de los sectores S1 y S2. Los resultados del análisis de los índices, indican que existe una o dos especies que dominan la comunidad en el estrato S1; pero en el estrato S2 (a pesar de tener valores altos de diversidad) existen una o dos especies que dominan sobre la estructura de las comunidades (Tabla 11).

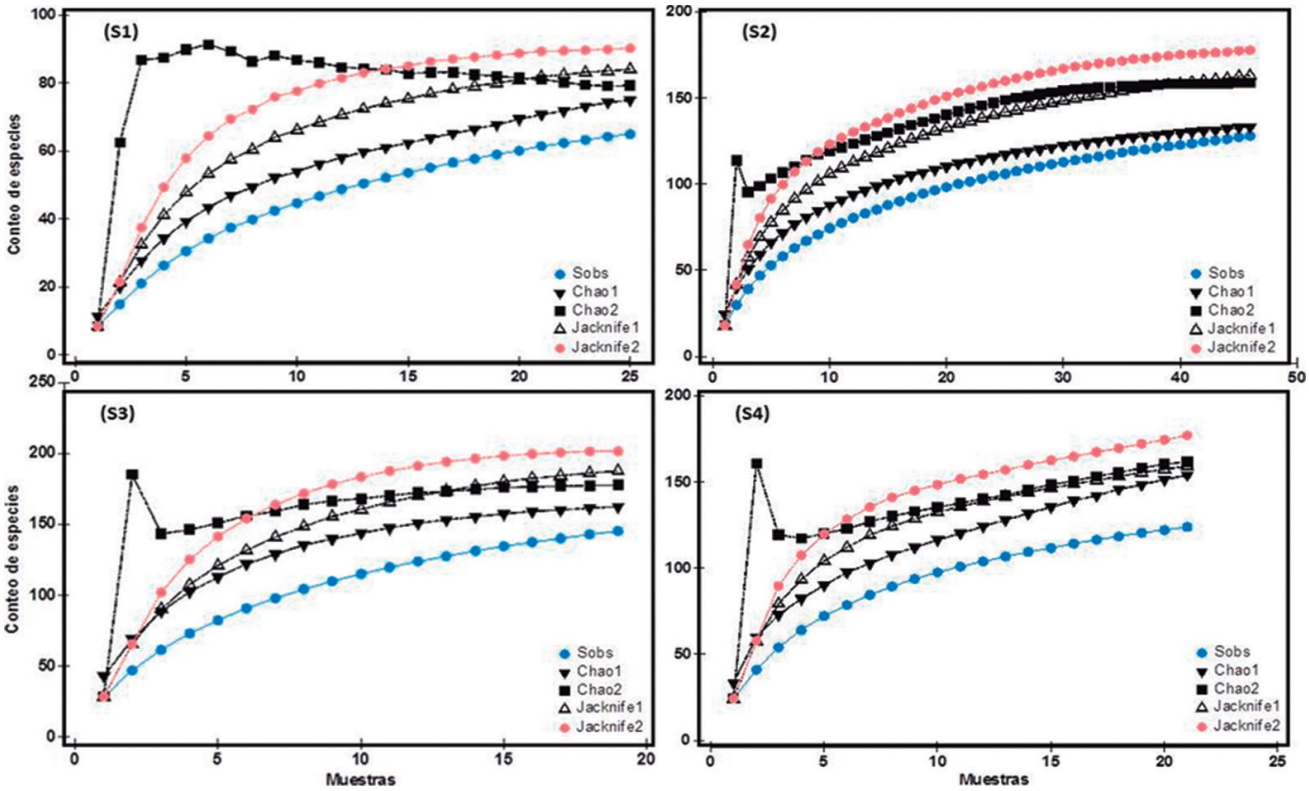

Figura 14.- Curva de acumulación de taxa. En el eje X se presenta el esfuerzo de muestreo (muestras), en el eje Y el número de especies (conteo de especies) estimadas en los sectores S1, S2, S3 y S4. Submareal. Sitio piloto Islas Ballestas. Setiembre – octubre 2013. Sobs= especies observadas

Tabla 11.- Índices de diversidad: riqueza de especies (S), diversidad (H´), Uniformidad (J´) y predominio (λ, N1 y N2) por estratos de profundidad en sustrato blando. Bahías Paracas y Pisco. Sitio piloto islas Ballestas. Setiembre – octubre 2013

Índice de diversidad	Sustrato blando (S1)			Sustrato blando (S2)		
	Est-1	Est-2	Est-3	Est-1	Est-2	Est-3
Especies (S)	56	15	20	102	74	39
Individuos (N)	339	61	78	934	561	273
Uniformidad (J')	0,64	0,53	0,49	0,46	0,50	0,42
Diversidad (H')	3,73	2,08	2,10	3,05	3,10	2,23
Predominio (λ)	0,13	0,33	0,34	0,30	0,25	0,34
Hill (N1)	13,3 (23,7%)	4,24 (28,3%)	4,29 (21,5%)	8,31 (8,1%)	8,57 (11,6%)	4,70 (12,1%)
Hill (N2)	7,92 (14,1%)	3,07 (20,6%)	2,97 (14,8%)	3,29 (3,2%)	4,03 (5,4%)	2,98 (7,6%)

En el submareal de fondo duro al analizar los índices se determinó que en el frente protegido el mayor número de especies se presentaron entre 0 y 10 m, y en el frente expuesto entre 10 y 20 m de profundidad. Al analizar la diversidad del sector S3, se observó el dominio de una o dos especies, mientras que en el S4 se determinó dominancia por parte de algunos taxa (Tabla 12).

Al aplicar los ANOVA para los valores obtenidos en el submareal de fondo blando (S1, S2), se detectaron diferencias altamente significativas entre los índices de ambos sectores (p=0,0013 para H' y p=0,0001 para S) (Fig. 15). En el sector S1, el 50% de los valores de diversidad estuvieron entre 0,90 y 1,80 bits/ind., mientras que en el sector S2, el 50% estuvo entre 1,60 y 2,60 bits/ind. En el sector S1, el 100% de los valores de riqueza fueron menores a 11 especies, y en S2 el 75% presentó valores por encima de 12 especies (Fig. 15).

Estas mismas tendencias se apreciaron al realizar el análisis de las matrices de especies abundantes (N1) y muy abundantes (N2), al detectar que las diferencias también fueron altamente significativas entre ambos sectores (Fig. 16).

En los fondos de sustrato duro (S3 y S4) no se encontraron diferencias significativas al comparar los índices de diversidad (p= 0,3216) y riqueza (p= 0,4107). En el sector S3 el 75% de los valores de diversidad fluctuaron entre 1,70 y 3,90 bits/ind., y en el sector S4 entre 2,40 y 4,40 bits/ind. La riqueza también siguió el mismo comportamiento, encontrando en el sector S3 el 50% de datos entre 19 y 38 taxa y en el sector S4 entre 18 y 33 taxa (Fig. 15). Estas mismas tendencias se encontraron al analizar las especies abundantes (N1) y muy abundantes (N2), donde no se detectaron diferencias significativas entre los sectores (Fig. 16).

Tabla 12.- Índices de diversidad: riqueza de especies (S), diversidad (H´), uniformidad (J´) y predominio (λ, N1 y N2) por estratos de profundidad en sustrato duro del frente protegido y expuesto de las islas Ballestas y Chincha. Sitio piloto islas Ballestas. Setiembre – octubre 2013

Índice de diversidad	Sustrato duro (S3)				Sustrato duro (S4)			
	Est-1	Est-2	Est-3	Est-4	Est-1	Est-2	Est-3	Est-4
Especies (S)	97	66	68	35	54	64	70	65
Individuos (N)	1224	1196	203	389	844	280	252	460
Uniformidad (J')	0,57	0,39	0,68	0,51	0,70	0,67	0,70	0,50
Diversidad (H')	3,74	2,39	4,11	2,63	4,06	4,04	4,28	3,04
Predominio (λ)	0,15	0,40	0,14	0,28	0,09	0,10	0,10	0,28
Hill (N1)	13,32 (13,7%)	5,23 (7,9%)	17,13 (25,5%)	6,18 (17,7%)	16,62 (30,8%)	16,41 (25,6%)	19,40 (27,7%)	8,21 (12,6%)
Hill (N2)	6,82 (7,0%)	2,49 (3,8%)	7,37 (10,8%)	3,53 (10,1%)	11,41 (21,1%)	10,35 (16,2%)	10,13 (14,4%)	3,61 (5,6%)

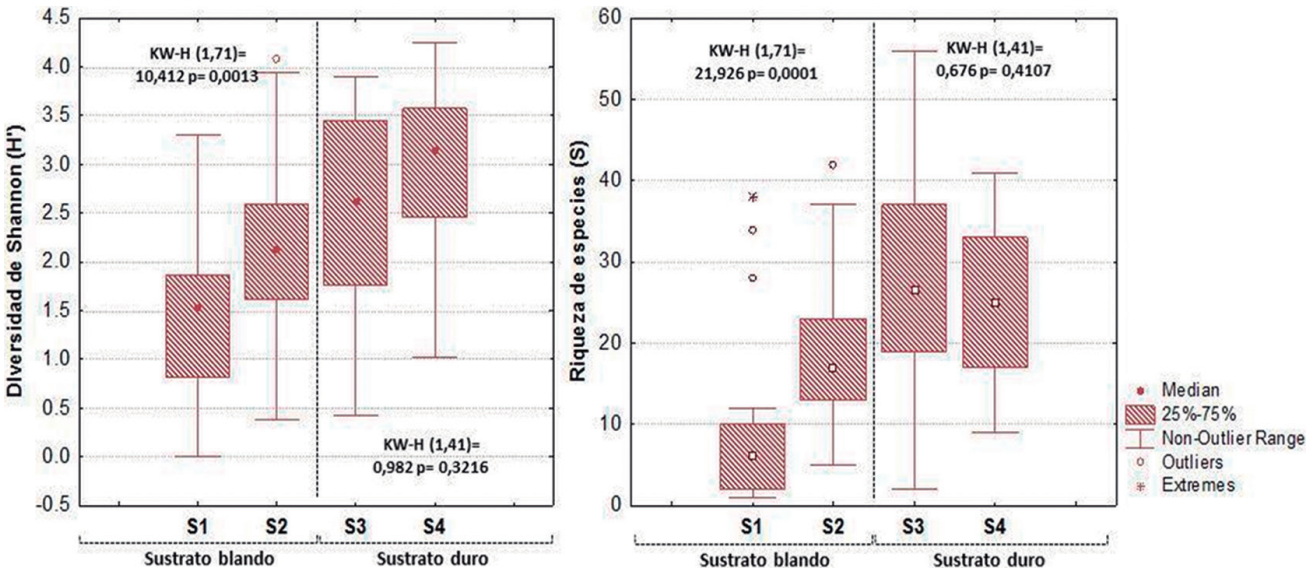

Figura 15.- Valores medios, mediana y extremos de los test Kruskal-Wallis aplicados sobre los índices de diversidad (H') y riqueza (S) entre los sectores de sustrato blando y sustrato duro del submareal somero. Sitio piloto islas Ballestas. Setiembre – octubre 2013

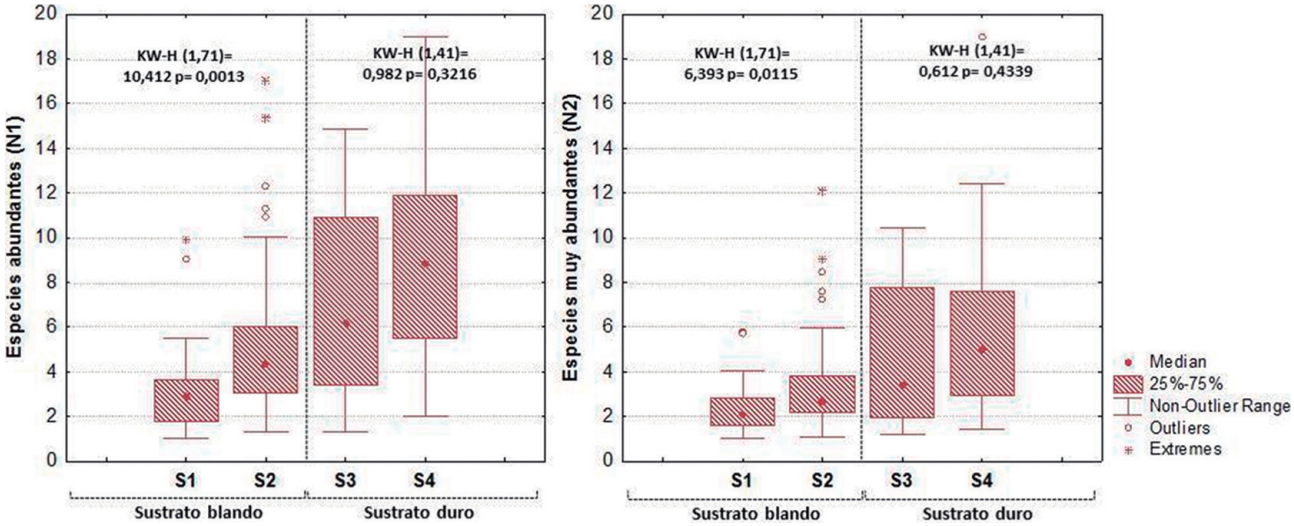

Figura 16.- Valores medios, mediana y extremos de los test Kruskal-Wallis aplicados sobre los índices de especies abundantes (N1) y especies muy abundantes (N2) entre los sectores de sustrato blando y sustrato duro del submareal somero. Sitio piloto islas Ballestas. Setiembre – octubre 2013

Tabla 13.- Resultados del análisis PERMANOVA (10 mil permutaciones) de los efectos del estrato de profundidad por sector, sobre la estructura de la comunidad bentónica determinada por la abundancia. Sitio piloto islas Ballestas. Setiembre – octubre 2013

Factor: Estrato/ sector	ANOVAs basado en permutaciones: 10000 (p-valor) Similitud Bray Curtis			
Sustrato blando	Est-1	Est-2	Est-3	
S1 – S2	0,0003	0,0001	0,0002	
Sustrato duro	Est-1	Est-2	Est-3	Est-4
S3 – S4	0,0251	0,0141	0,027	0,0583

Los resultados del análisis Permanova, considerando efectos entre sectores por estrato de profundidad, indican que existen diferencias altamente significativas entre los sectores (Tabla 13). En el submareal del fondo blando de S1 y S2 y, en el submareal de fondo duro de S3 y S4, la estructura de la comunidad bentónica experimentó cambios importantes. En la mayoría de estratos los p-valores fueron <0,050 (en rojo), a excepción del estrato 4, que indica que a este nivel no existen diferencias entre los sectores S3 y S4 (Tabla 13).

Con este mismo análisis, teniendo en cuenta los efectos entre estratos de profundidad por sector, se determinó que existen diferencias significativas en la mayoría de estratos, tanto en el blando como en el duro; en S1 y S2 las diferencias fueron significativas entre los estratos 1 y 2; en S3 y S4 las diferencias fueron significativas en la mayoría de estratos (Tabla 14).

El resultado del análisis NMDS muestra marcado alejamiento entre las estaciones de los sectores de fondo blando y los de fondo duro. En los sectores de fondo duro y de fondo blando las estaciones tienden a separarse a pesar de compartir el mismo ambiente (Fig. 17).

Tabla 14.- Resultados del análisis PERMANOVA (10 mil permutaciones) de los efectos del sector por estrato de profundidad, sobre la estructura de la comunidad bentónica determinada por la abundancia. Isla Lobos de Tierra. Febrero – marzo 2014

Factor: Sector/Estrato	ANOVAs basado en permutaciones: 10000 (p-valor) Similitud Bray Curtis	
Sustrato blando	**S1**	**S2**
Est-1 – Est-2	0,0072	0,0289
Est-1 – Est-3	0,0002	0,0003
Est-1 – Est-4	0,001	0,0001
Est-2 – Est-3	0,0035	0,0042
Est-2 – Est-4	0,0001	0,0002
Est-3 – Est-4	0,0443	0,0429
Sustrato duro	**S3**	**S4**
Est-1 – Est-2	0,1303	0,2930
Est-1 – Est-3	0,0006	0,0015
Est-1 – Est-4	0,0001	0,0004
Est-2 – Est-3	0,0030	0,0045
Est-2 – Est-4	0,0001	0,0009
Est-3 – Est-4	0,0150	0,0115

Con el NMDS se determinó que las comunidades bentónicas de los ambientes someros de sustrato blando, tienden a localizarse en la parte inferior de la figura; este patrón indicaría que la distribución y estructura de las comunidades bentónicas son similares en los dos primeros estratos, cambiando a medida que la profundidad se va incrementando. En los ambientes de sustrato duro este mismo patrón de distribución indica similitud entre las comunidades de los estratos 1 y 2 tanto del frente protegido como del expuesto, sin embargo, al comparar los estratos 3 y 4 se distribuyen de manera muy diferentes en ambos frentes (Fig. 17).

Patrones de riqueza de especies y abundancia de macroinvertebrados

Los valores de riqueza de especies y abundancia por grupo taxonómico fueron transformados en base Log (X+1) considerando rangos entre 0,01 y 2,00 como los más bajos y altos dentro del análisis (Fig. 18).

En los fondos de sustrato blando se registraron 14 Phyla en cada sector, mientras que en los fondos de sustrato duro la mayor diversidad de Phyla se presentó en los sectores S3 (16) y S4 (13).

Se identificaron 216 taxa en el submareal somero del sitio piloto islas Ballestas. El total de taxa identificado por sector fue S1 (64 taxa), S2 (128), S3 (145) y S4 (124). Los anélidos fueron los más representativos en términos de riqueza en los sectores S1 (51,3%), S2 (42,4%) y S3 (27,5%) y los moluscos lo fueron en el sector S4 (32,1%).

Abundancia.- Los anélidos fueron más abundantes en los sectores S1 (40,9%) y S2 (55,1%) y los moluscos destacaron en los sectores S3 (65,4%) y S4 (41,6%).

En el sector **S1** abundaron los anélidos del grupo Oligochaeta (539 ind.) y *Magelona* sp. (492 ind.); y los moluscos de la familia Lasaeidae (356 ind.) y *Crepipatella dilatata* (Lamarck, 1822) (303 ind.).

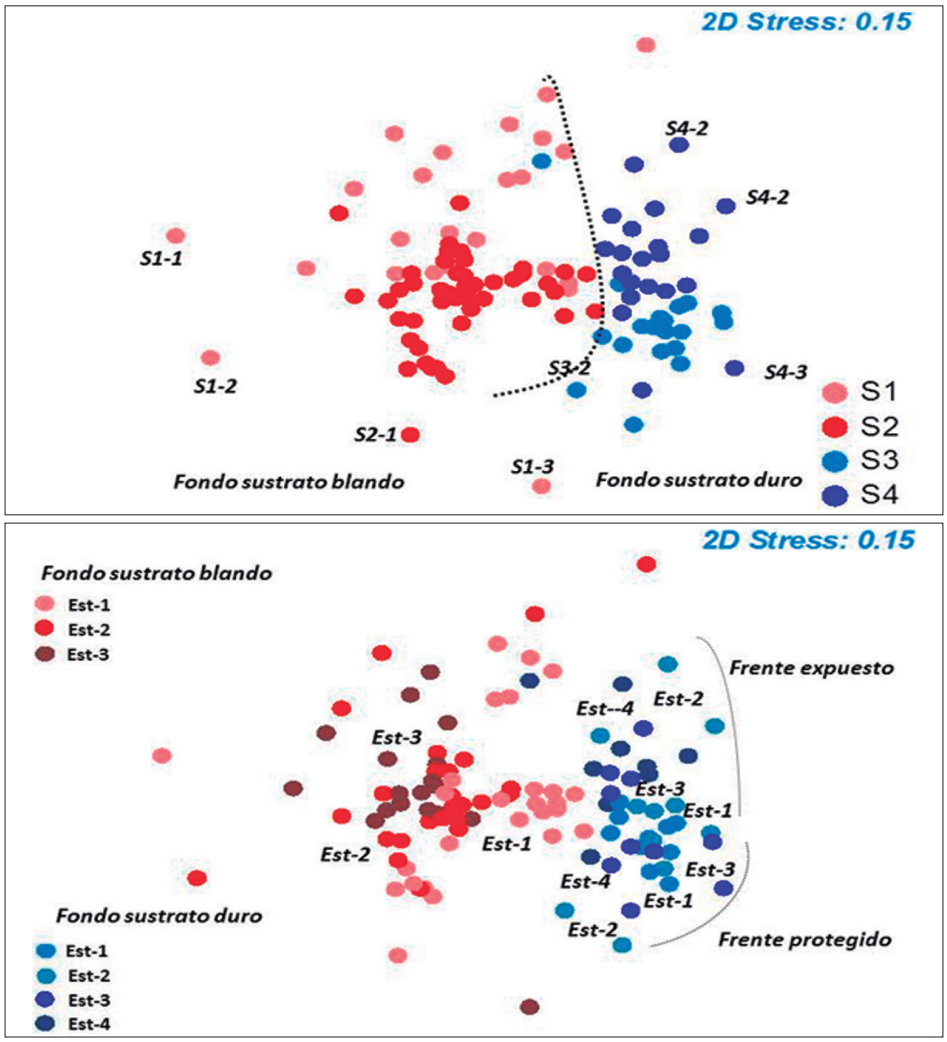

Figura 17.- Gráfico del análisis multivariante NMDS. Representación de las estaciones de muestreo de los sectores por tipo de sustrato (superior) y estratos de profundidad por sector y tipo de sustrato (inferior). Sitio piloto islas Ballestas. Setiembre – octubre 2013

En el sector **S2** destacaron los anélidos *Cossura* sp. (3.590 ind.), *Magelona* sp. (7448 ind.) y la familia Capitellidae (1.459 ind.), seguidos del molusco *Mulinia edulis* (King, 1832) (8.482 ind.) (Fig. 18).

En el sector **S3** destacaron los moluscos *Semimytilus algosus* (6.229 ind.) y *Trochita trochiformis* (Born, 1778) (2.494 ind.), mientras que en el sector S4 prevalecieron los moluscos *Carditella tegulata* (Reeve, 1843) (1.396 ind.) y *S. algosus* (388 ind.) (Fig. 18).

La presencia y cobertura de los principales grupos de estructuradores permitió determinar que entre los estratos 1 y 2 del sector S3 se presentó el mayor número de este grupo, destacando los mitílidos *S. algosus* (50%) y las algas pardas *Macrocystis pyrifera* Agardh, 1820 (30%); seguidos de los cirrípedos *B. laevis*, las algas *U. lactuca*, *Ch. chamissoi*, los poliquetos Cirratulidae, *N. ferruginea* y parches de poríferos que en conjunto representaron el 20%. En el estrato 3, dominaron las algas pardas *M. pyrifera* (80%); y en el estrato 4 la dominancia fue compartida por las algas rojas *R. flabellifolia* y pequeños parches de los mitílidos *A. atra* (10%)

En el estrato 1 del sector S4 las especies con mayor cobertura fueron los cirrípedos *B. laevis* (60%), los mitílidos *S. algosus* (30%) y los poliquetos *D. chiliensis*, *Phragmatopoma virgini* (10%); en el estrato 2 dominaron las algas rojas *R. flabellifolia* (60%) y cirrípedos *B. laevis* (20%) y entre los estratos 3 y 4 dominaron las algas *L. trabeculata* y *M. pyrifera* (>60%), compartiendo espacio con las algas rojas del grupo Rhodophyta (Fig. 19).

En los ambientes de fondos blandos, sector S1, se determinaron cuatro grupos de estructuradores en el estrato 1, destacando los poliquetos *D. chiliensis*, *Dipolydora* sp. (50%), las algas rojas del grupo Rhodophyta (20%), en menor proporción el alga verde *Caulerpa filiformis* y los cirrípedos *B. laevis* (30%). En el estrato 2, dominaron las algas rojas del grupo Rhodophyta (80%) y los poliquetos de la familia Cirratulidae que extendieron sus coberturas hasta el 100% del estrato 4 (Fig. 19). En el sector S2, dominaron el estrato 1 los poliquetos *D. chiliensis* y *N. ferruginea* (40%), seguidos de los cirrípedos *B. laevis* (30%) y el grupo Rhodophyta (20%). En el estrato 2 dominaron los poliquetos *N. ferruginea* (60%), los cirrípedos *B. laevis* (30%) y el grupo Rhodophyta (10%). En el estrato 4 solo se encontraron amplias extensiones de los poliquetos *D. chiliensis* (100%) (Fig. 19).

La topografía en los ambientes submareales de fondos blandos de las bahías Paracas y Pisco, se caracterizó por presentar extensas plataformas de arena con perfiles poco pronunciados de pendiente suave. En los frentes de las islas Ballestas y Chincha, se observaron extensas plataformas rocosas surcadas por callejones mixtos de conchuela, arena y canto rodado; además de pequeñas elevaciones rocosas que le confieren una configuración irregular, sobre todo en el frente expuesto de las islas Ballestas.

Descripción de los principales hábitats

a) Fondo de sustrato blando

Sector S1.- Submareal somero de bahía Paracas comprende El Sequión (13°50'S – 76°18'W) y La Laguna (13°51'S – 76°15'W) con 5,9 km de extensión.

Tipo de sustrato.- Conformado por material sedimentario del tipo duro y blando, con porcentajes de cobertura que variaron según su ubicación espacial. Entre los estratos 1 y 2 se encontraron extensiones de arena y fango y pequeños parches de guijarro, mientras que en el estrato 3 se presentaron combinaciones de arena fina y fango.

Grado de exposición.- Zona submareal somera protegida de corrientes de baja energía con velocidad <2 nudos.

Descripción.- Entre los estratos 1 y 2 se encontraron agregaciones de las algas *U. lactuca* y *Rhodymenia* sp., a menudo acompañadas de grandes parches de los poliquetos *D. chiliensis*, *Dipolydora* sp., también se encontraron mantos de las algas *U. lactuca* y *C. filiformis* alternando con los cirrípedos *B. laevis* asociados principalmente a los parches de guijarro. En el estrato 3 se encontraron extensos parches de poliquetos de la familia Cirratulidae. Se identificaron 65 taxa, estimando 4 especies singletons y 10 doubletons (Fig. 20).

Sector S2.- Submareal somero del extremo norte de bahía Pisco, comprende la Zona industrial (13°47'S – 76°14'W) y el río Pisco (13°41'S – 76°13'W), con 5,5 km de extensión.

Tipo de sustrato.- Hacia el extremo sur de la bahía, se hallaron extensiones de fango y arena con parches de canto rodado entre los estratos 1 y 2, mientras que en el extremo norte se ubicaron combinaciones de arena fina con guijarro. En el estrato 3 se presentaron extensiones de fango debido al aporte constante de sedimentos finos, generados por la desembocadura del río Pisco y por la pasiva dinámica de corrientes que contribuye a la acumulación de ese material.

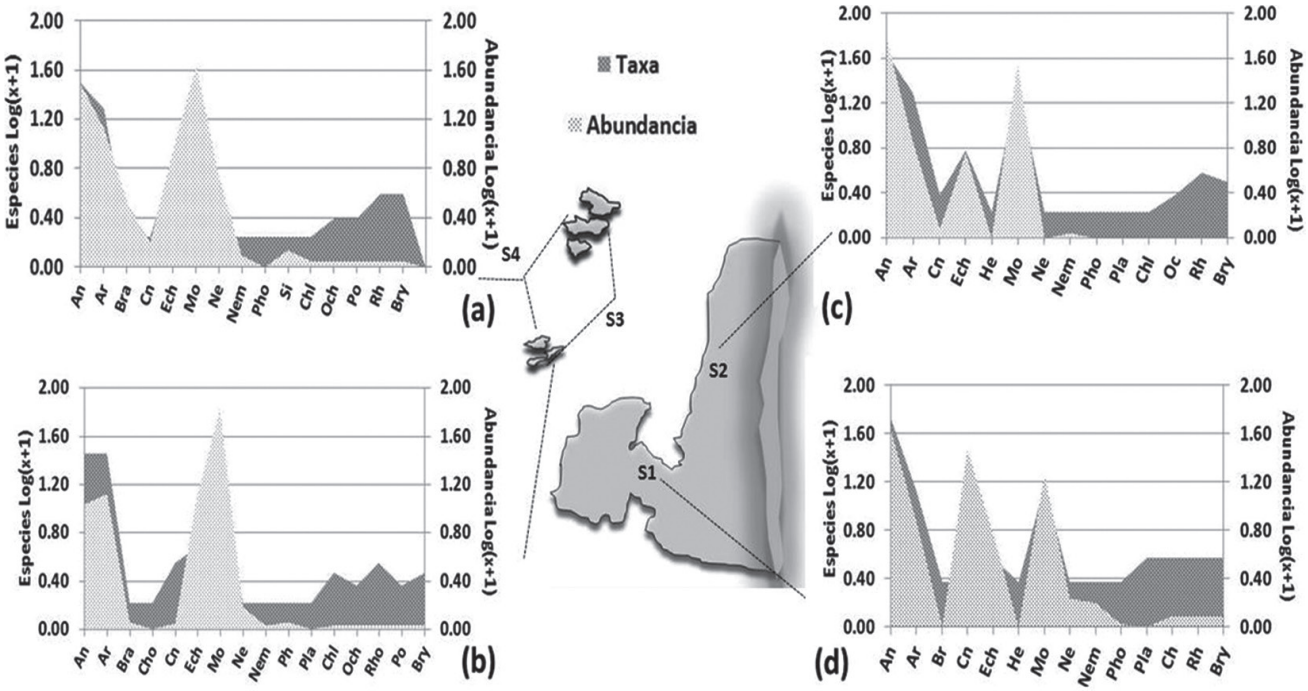

Figura 18.- Porcentaje de especies y abundancias transformadas a Log (x+1) por grupo taxonómico en los sectores S4 (a), S3 (b), S2 (c) y S1 (d) del submareal somero. Sitio piloto islas Ballestas, Setiembre –octubre 2013

Annelida: An, Arthropoda: Ar, Echinodermata: Ech, Hemichordata: Hem, Mollusca: Mo, Nematoda: Ne, Nemertea: Nem, Chlorophyta: Chl, Cnidaria: Cn, Ochrophyta: Och, Platyhelminthes: Pla, Sipincula: Si, Bryozoa: Bry, Porifera: Po y Rhodophyta: Rh

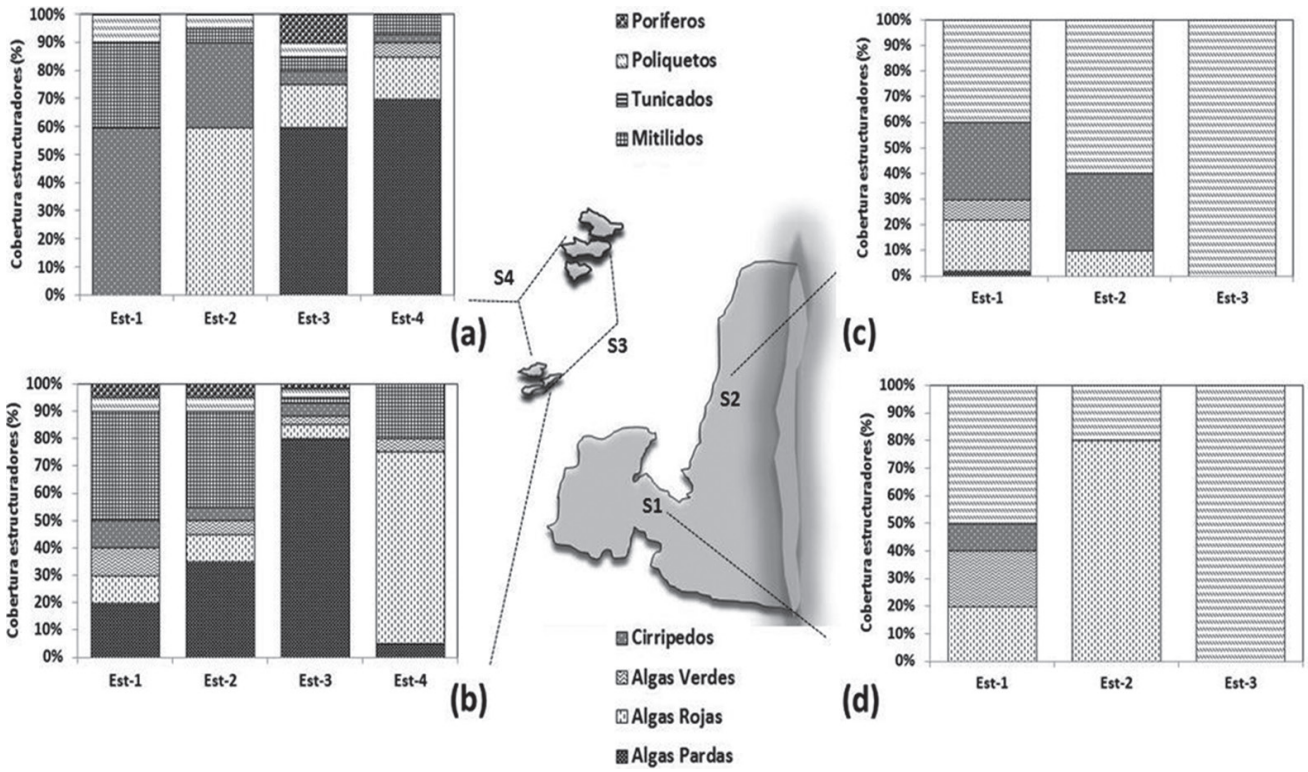

Figura 19.- Cobertura en porcentaje de los principales grupos de estructuradores transformados en Log (x+1) de los sectores S4 (a), S3 (b), S2 (c) y S1 (a) del submareal somero. Sitio piloto islas Ballestas. Setiembre-octubre 2013

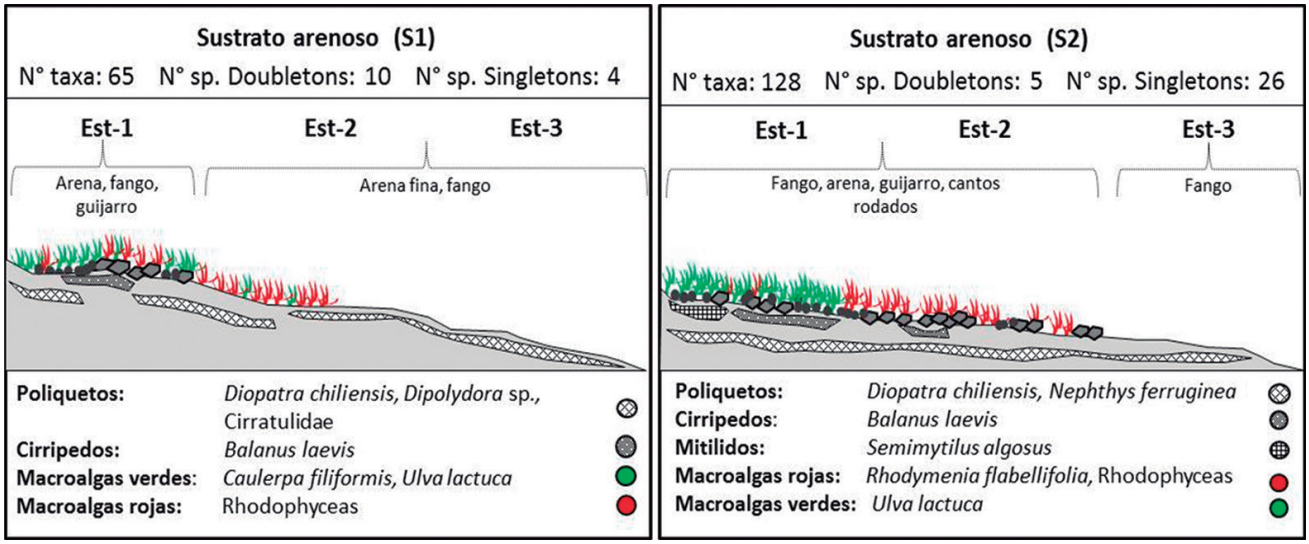

Figura 20.- Tipo, configuración del sustrato y patrón de distribución de los principales organismos estructuradores de la macrofauna en el submareal somero de sustrato blando en los sectores S1 y S2. Sitio piloto Islas Ballestas. Setiembre – octubre 2013

Grado de exposición.- Zona submareal somera expuesta a corrientes de energía moderada con velocidad entre 2 y 4 nudos.

Descripción.- En los estratos 1 y 2 se encontraron agregaciones de algas *U. lactuca* y *R. flabellifolia* acompañadas por mantos de *S. algosus* y *B. laevis* asociados a los parches de canto rodado y guijarro. También se presentaron pequeñas asociaciones del cnidario cola de caballo *Anthothoe chilensis*. Los parches de poliquetos *D. chiliensis* y *N. ferruginea* se detectaron en los tres estratos. Se identificaron 128 taxa, estimando 26 especies singletons y 5 doubletons, demostrando que en ese sector se encuentra gran número de especies raras (Fig. 20).

b) Fondo de sustrato duro

Sector **S3.-** representa el submareal somero del frente protegido de las islas Ballestas y Chincha, que comprende de 13°44'S – 76°23'W (sur) a 13°41'S – 76°23'W (norte) en islas Ballestas y de 13°38'S – 76°24'W (sur) a 13°38'S – 76°23'W (norte) en islas Chincha con una extensión total de 1,3 km.

Tipo de sustrato.- Se localizaron amplios callejones de conchuela y bloques rocosos de perfil suave sobre todo en el estrato 1; en los estratos 2 y 3 se presentaron parches de guijarro, conchuela y canto rodado rodeando bloques rocosos, sobre todo en el estrato 2. Grandes extensiones de arena con pequeños parches de conchuela y canto rodado se hallaron en el estrato 4, en donde se observaron ejemplares del bivalvo *Argopecten purpuratus*. Estas extensiones de conchuela ocuparon gran parte del estrato formando pequeños montículos a manera de ondulaciones y surcos, en donde se localizó la acumulación de sedimentos de partículas finas.

Grado de exposición.- Extensiones de las islas Ballestas y Chincha semiexpuestas a corrientes de alta energía con velocidad >4 nudos.

Descripción.- Entre los estratos 1 y 2, se encontraron agregaciones importantes del alga parda *M. pyrifera* compartiendo espacio con los mantos del cirrípedo *B. laevis* y el mitílido *S. algosus*. En el estrato 1 se registró a las algas *U. lactuca* y *Ch. chamissoi;* entre los estratos 3 y 4 a *R. flabellifolia* y el mitílido *A. atra*, especies que estuvieron asociadas a los parches de canto rodado y guijarro. Entre los estratos 1 y 3 también destacaron los poliquetos *N. ferruginea, Dipolydora* sp. y, *Phragmatopoma* sp. En el estrato 4 se detectó a *D. chiliensis* y ejemplares de la familia Cirratulidae. Se identificaron 145 taxa, estimando 15 especies singletons y 17 doubletons (Fig. 21).

Sector **S4.-** representa el submareal somero del frente expuesto de las islas Ballestas y Chincha, que comprende de 13°43'S – 76°23'W (sur) a 13°42'S – 76°23'W (norte) en islas Ballestas, y de 13°38'S – 76°24'W (sur) a 13°38'S – 76°23'W (norte) en islas Chincha, con una extensión total de 1,06 km.

Tipo de sustrato.- Se encontraron extensas plataformas con bloques rocosos en el estrato 1. Entre los estratos 2 y 4, se registraron extensiones de arena con conchuela, parches de guijarro con canto rodado y algunas estructuras conformadas por bloques rocosos; los bloques de menor tamaño se observaron mayormente en el estrato 4.

Grado de exposición.- Zona submareal somera expuesta a corrientes de alta energía con velocidad >4 nudos, sobre todo en el frente de las islas Ballestas.

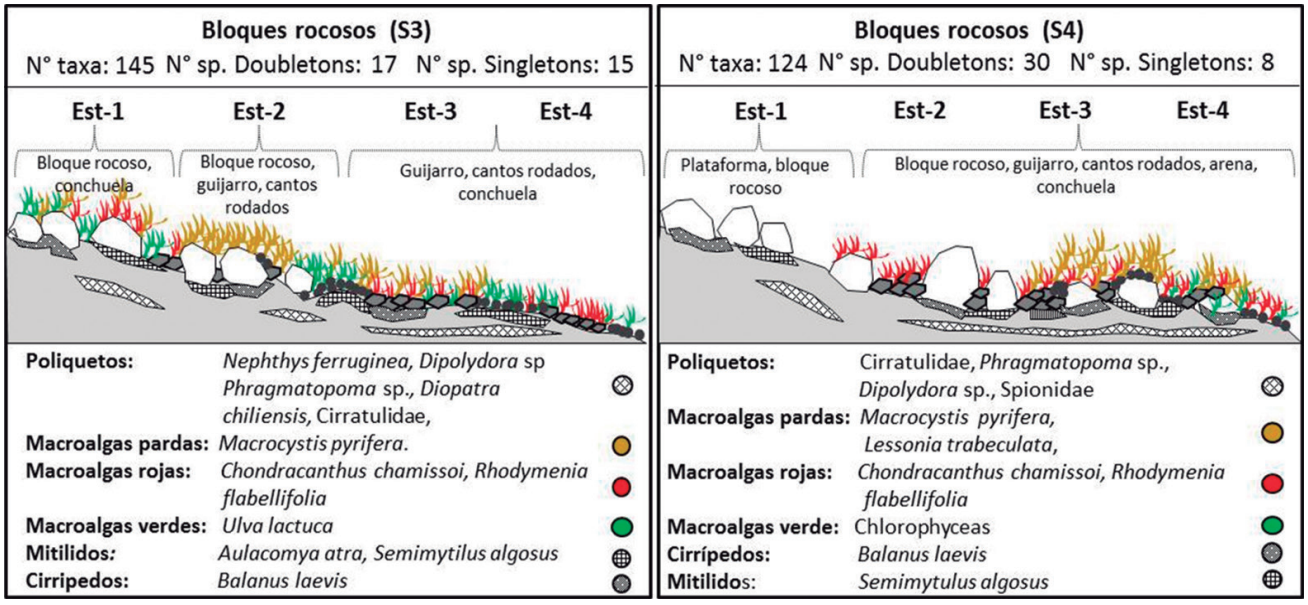

Figura 21.- Tipo, configuración del sustrato y patrón de distribución de los principales organismos estructuradores de la macrofauna en el submareal somero de sustrato duro en los sectores S3 y S4. Sitio piloto islas Ballestas. Setiembre – octubre 2013

Descripción.- Se registraron agregaciones del cirrípedo *B. laevis* y mitílido *S. algosus*, distribuidas a lo largo del transecto. Las mayores concentraciones se presentaron en el estrato 1 asociadas a bloques rocosos. En el estrato 2 destacó el alga *Ch. chamissoi*, mientras que *M. pyrifera* y *L. trabeculata* en los estratos 3 y 4, asociadas a los bloques rocosos y parches de guijarro con canto rodado. En estos últimos se encontraron pequeños parches de algas verdes y poríferos no identificados. Se determinaron en total 124 taxa, llegando a estimar 8 especies singletons y 30 especies doubletons (Fig. 21).

4. DISCUSIÓN

En el sitio piloto Islas Ballestas se obtuvo información con la que se generaron las bases técnicas para el ordenamiento pesquero y acuícola de la bahía Paracas (IMARPE 2010). Sin embargo, los estudios relacionados con aspectos descriptivos, como el tipo de hábitats y estructura de las comunidades bentónicas en los ambientes submareales somero e intermareal, han sido poco abordados. La identificación y descripción de las especies en este sitio piloto, ha permitido caracterizar a las comunidades en ambos ambientes y describir la heterogeneidad de hábitats que se presentaron entre setiembre – octubre 2013. La riqueza registrada constituye subestimaciones de lo que debería encontrarse, porque en una evaluación no suelen registrarse todas las especies, razón por la cual la estimación de la riqueza verdadera en función a estimadores, contribuye a interpretar de mejor manera los resultados. Los estimadores no paramétricos Jacknife2, Chao2, Jacknife1 y Chao1 determinaron que no se presentan curvas con comportamiento asintóticas en ninguno de los sectores. Con los resultados obtenidos, se determinó que las estimaciones bajas del número de especies singletons reflejan que la mayoría de éstas fueron muestreadas de manera eficaz, exceptuando las orillas y fondos de arena en el sector S2.

En el medio marino existen cambios en las características relacionadas con la heterogeneidad espacial del sedimento como las limitaciones de frontera, productividad, regímenes hidrodinámicos entre otros, que pueden influir en los patrones de diversidad biológica (Levin *et al*. 2001). En este estudio, los resultados reflejaron esta complejidad, donde los valores altos de riqueza y diversidad variaron entre los estratos de resurgencia y saturación en ambientes de orillas arenosas y entre los estratos del medio e infralitoral de las orillas rocosas, lo que también se observó entre los 11 – 20 m (estratos 3 y 4) de los fondos rocosos y arenosos. IMARPE (2010) reportó heterogeneidad de comunidades bentónicas que caracterizan diferentes hábitats, demostrando la existencia de un buen equilibrio entre la distribución de las especies y sus densidades, con ligeras dominancias específicas de algunas especies. La distribución equilibrada se relaciona únicamente a los ambientes submareales de las bahías de Pisco y Paracas. En esta evaluación, se encontró mayor diversidad de hábitats y de especies en los ambientes intermareales de ambas bahías y en los frentes protegidos de las islas Ballestas y Chincha, precisamente donde la heterogeneidad del ambiente fue mayor. Dawes (1986) indica que tanto el sustrato como las mareas, determinan la composición y abundancia de cada comunidad.

Los altos niveles de similitud encontrados en torno a las orillas y fondos rocosos de la bahía Pisco y del frente protegido de las islas Ballestas y Chincha, sugieren que aunque estas son áreas muy distantes y con afluencias de corrientes de diferente intensidad, presentan una importante similitud biológica entre sí y probablemente muestren hábitats biológicamente similares. Con relación a las orillas y fondos arenosos, los niveles de similitud fueron bajos. Aunque pueda existir una configuración casi similar, existen diferencias muy significativas, definidas con las pruebas ANOVA y por los análisis de Permanova, que confirman que entre las comunidades del intermareal y submareal de bahía Paracas y de bahía Pisco, existen diferencias significativas. Simpson (1964) determinó, en la teoría de heterogeneidad espacial, que entre más heterogéneo y complejo sea el medio físico (topográfico) se volverá más compleja y diversa la flora y fauna. En este sentido, la bahía Paracas presenta un ambiente más heterogéneo pero menos dinámico, mientras que bahía Pisco es más dinámica pero intervenida constantemente por la desembocadura del río Pisco. Coleman et al (2007), Bromley (1996) y Olenin (1997), manifiestan que los cambios que se presentan en el medio marino podrían deberse a las fluctuaciones de los diferentes factores ambientales como la concentración de nutrientes, corrientes, turbidez, oleaje, aportes de ríos entre otros.

Las principales agregaciones de estructuradores se distribuyeron en base a la configuración, tipo y heterogeneidad del sustrato, incidiendo entre los estratos de secado y resurgencia y el medio e infralitoral de las bahías, estando representadas por la macroalga verde *Caulerpa filiformis*, las macroalgas rojas *Rhodymenia* sp., *Ahnfeltiopsis* sp., *Corallina officinalis* y *Chondracanthus* sp., y el alga parda *Colpomenia* sp. Otras agregaciones que contribuyeron en la estructura de las comunidades fueron los mitílidos *Perumytilus purpuratus* y *Semimytilus algosus*, los cirrípedos *Jehlius cirratus, Notochthamalus scabrosus, Balanus laevis* y *Austromegabalanus* sp. Este mismo comportamiento se observó en los fondos submareales de las bahías, se registraron a las algas *C. filiformis, Ulva lactuca* entre los 5 y 10 m, y en las islas a las algas *Chondracanthus chamissoi* y *Rhodymenia flabellifolia*. Entre los 11 y 20 m fueron más importantes las algas *Macrocystis pyrifera* y *Lessonia trabeculata*, sobre todo en el frente protegido de las islas. Otros grupos presentes fueron los mitílidos *Aulacomya atra* y *S. algosus* y el cirrípedo *B. laevis*. Si bien, algunas de las especies estructuradoras registradas durante el estudio (*Colpomenia* sp. *J. cirratus, N. scabrosus* y *U. lactuca*) no tienen un papel muy importante en términos de presencia y cobertura, sí representan un conjunto importante y determinante en la estructura de las comunidades. En este tipo de ambientes, la mayoría de especies están adaptadas a los movimientos periódicos del oleaje y dinámica de corrientes, aun cuando sus coberturas sean poco apreciables comparadas con otros grupos más funcionales como *M. pyrifera*. Dentro de esta última definición destacan los organismos bio-ingenieros ecosistémicos, que modifican directa o indirectamente la disponibilidad de recursos para otras especies mediante un cambio físico de las condiciones bióticas y/o abióticas del medio (Lawton 1994).

En relación a la metodología utilizada es importante mencionar que si bien se presentan ventajas con el diseño de transectos y estratos por sector, además del muestreo fílmico y fotográfico que permite hacer un registro de las especies y de la configuración del sustrato, no necesariamente la resolución de estas imágenes reflejan adecuadamente la complejidad del sustrato (Osborne y Oxley 1997); ante ello, el tiempo efectivo de buceo se incrementa y la precisión taxonómica *in situ* se hace mayor. Asimismo, el diseño de muestreo estratificado permitió obtener sólidos resultados dada la heterogeneidad que se apreció en los ambientes del intermareal y submareal somero, por lo que resulta importante la distribución de las estaciones de muestreo que se establecieron para el estudio, como también la descripción de los diferentes hábitats y patrones de diversidad.

5. CONCLUSIONES

Se identificaron 150 taxa en el intermareal y 216 taxa en el submareal somero. Los estimadores no paramétricos indicaron que la curva de acumulación de especies no tuvo comportamiento asintótico en ninguno de los sectores.

Los valores altos de riqueza y diversidad se presentaron entre los estratos de resurgencia y saturación del intermareal y entre los estratos 3 y 4 (10 – 20 m) del submareal.

El análisis Permanova, considerando los efectos entre sectores por estrato y entre estratos por sector, indicaron diferencias significativas tanto en los sectores de sustrato arenoso como rocoso.

Los análisis de ordenación multidimensional (NMDS) corroboraron la existencia de diferencias en la estructura de las comunidades en función del sector y de los estratos intermareal y submareal.

Los principales hábitats descritos en el intermareal se caracterizaron por presentar arena y conchuela en la bahía Paracas y al norte de la bahía Pisco, mientras que al sur de ambas bahías fueron guijarro y canto rodado. En los frentes expuesto y protegido de las islas Ballestas y Chincha dominaron los acantilados con bloques rocosos.

En el submareal la configuración y estructura del sustrato en las bahías estuvo representada por extensas plataformas de arena con perfiles poco pronunciados. En los frentes de las islas Ballestas y Chincha se presentaron

extensas plataformas rocosas surcadas por callejones mixtos de conchuela, arena y canto rodado y pequeñas elevaciones rocosas en el frente expuesto de las islas.

Las principales agregaciones de estructuradores en el intermareal fueron macroalgas verdes *Caulerpa filiformis*, *Ulva lactuca*; macroalgas rojas *Chondracanthus* sp., *Corallina officinalis*, *Rhodymenia* sp., *Ahnfeltiopsis* sp.; macroalgas pardas *Colpomenia* sp.; mitílidos *S. algosus*, *P. purpuratus*; cirrípedos *J. cirratus*, *N. scabrosus*, *B. laevis*, *Austromegabalanus* sp.; y los poliquetos *Polydora* sp. y *Nephtys* sp. además de representantes de las familias Capitellidae, Cirratulidae y Hesionidae.

En el submareal las principales agregaciones de estructuradores fueron macroalgas verdes *C. filiformis*, *U. lactuca*; macroalgas rojas *Ch. chamissoi*, *R. flabellifolia*; macroalgas pardas *L. trabeculata, M. pyrifera*; mitílidos *A. atra*, *S. algosus*; cirrípedos *B. laevis*; y los poliquetos *Nephtys ferruginea, Dipolydora* sp., *Phragmatopoma* sp., *Diopatra chilensis*, y representantes de las familias Cirratulidae y Spionidae.

6. REFERENCIAS

Álamo V, Valdivieso V. 1997. Lista sistemática de moluscos marinos del Perú. Bol. Inst. Mar. Perú- Callao. Volumen Extraordinario. Pp. 205.

Anderson M J, Braak C J. F. 2003. Permutation tests for multifactorial analysis of variance. Journal of Statistical Computation and Simulation, 73: 85-113.

Anderson M, Gorley R N, Clarke R K. 2008. Permanova+ for Primer: Guide to Software and Statistical Methods.

Bromley R G. 1996. Trace Fossils. Biology, Taphonomy and Applications, xvi+ 361 pp. London, Glasgow, Weinheim, New York, Tokyo, Melbourne, Madras: Chapman & Hall. ISBN 0 412 61480 4.

Caswell H. 1976. Community structure: a neutral model analysis. Ecological monographs, 46(3): 327-354.

Chao A. 1987. Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. Biometrics. 783-791.

Chirichigno N. 1970. Lista de crustáceos del Perú: Decápoda y Stomatópoda con datos de su distribución geográfica. Inf. Inst. Mar Perú. Nº 35. Callao–Perú.

Clarke K R, Warwick M R. 1990. Statistical analysis and interpretation of marine Community data. I.O.C. Draft, Manuals and Guides 22. UNESCO. 52p.

Clarke K R, Gorley R N. 2006. PRIMER v6: user manual/tutorial (Plymouth routines in multivariate ecological research). Plymouth: Primer-E Ltd.

Coleman N, Cuff W, Moverley J, Gason A S, Heislers S. 2007. Depth, sediment type, biogeography and high species richness in shallow-water benthos. Marine and Freshwater Research, 58(3): 293-305.

Dawes C I. 1986. Botánica marina. Ed. Limusa México, D.F. 673 pp.

Fauchald K. 1977. The polychaete worms definitions and keys to the orders, families and genera No. 595.147 F3.

Guzmán N, Saá S, Ortlieb L. 1998. Catálogo descriptivo de los moluscos litorales (Gastropoda y Pelecypoda) de la zona de Antofagasta, 23 S (Chile). Estudios Oceanológicos. 17(1).

Heltshe J F, Forrester N E. 1983. Estimating species richness using the jackknife procedure. Biometrics. 1-11.

IMARPE 2010. Línea Base Ambiental: Bases Técnicas para el Ordenamiento Pesquero y Acuícola de la Bahía de Paracas. Informe Interno.

Kruskal J B. 1964. Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a nonmetric hypothesis. Psychometrika, 29(1): 1-27.

Lawton J H. 1994. What do species do in ecosystems? Oikos. 367-374.

Levin L A, Etter RnJ, Rex M A, Gooday A J, Smith C R, Pineda J. Pawson D. 2001. Environmental influences on regional deep-sea species diversity. Annual Review of Ecology and Systematics. 51-93.

Marincovich L. 1973. Intertidal mollusks of Iquique, Chile (No. 16). Natural History Museum, Los Angeles County. 16:1-49: 102 figs.

McLachlan A. 1980. Exposed sandy beaches as semi-closed ecosystems. Marine Environmental Research, 4(1): 59-63.

Olenin S. 1997. Benthic zonation of the Eastern Gotland Basin, Baltic Sea. Netherland Journal of Aquatic Ecology, 30(4): 265-282.

Osborne K, Oxley W G. 1997. Sampling benthic communities using video transects. Survey manual for tropical marine resources. Australian Institute of Marine Science, Townsville. 363-376.

Paredes C. 1974. El modelo de zonación en la orilla rocosa del departamento de Lima. Revista Peruana de Biología, 1(2): 168-191.

Pollock L W, Hummon W D. 1971. Cyclic changes in interstitial water content, atmospheric exposure, and temperature in a marine beach. Limnology and Oceanography, 16(3): 522-535.

Salvat B. 1964. Les conditions hydrodynamiques interstitielles des sédiments meubles intertidaux et la répartition verticale de la faune endogée. Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences. 259(8): 1576.

Salvat B. 1967. La macrofaune carcinologique endogée des sédiments meubles intertidaux (Tanadaces, isopodes et amphipodes): éthologie, bionomie et cycle biologique (Doctoral dissertation, Editions du Muséum; publié avec le concours du Centre national de la recherche scientifique).

Serra R, Akester M, Bouchón M, Gutiérrez M. 2012. Sustainability of the Humboldt Current Large Marine Ecosystem. Frontline observations on climate change and sustainability of large marine ecosystems. United Nations Development Programmed, New York. 112-134.

Shepard RN. 1962. The analysis of proximities: Multidimensional scaling with an unknown distance function. I. Psychometrika, 27(2): 125-140.

Short A D, Wright L D. 1983. Physical variability of sandy beaches. In: McLachlan A, Erasmus T (eds) Sandy beaches as ecosystems. W Junk, The Hague. p 133–144

Simpson GG. 1964. Species density of North American recent mammals. Systematic zoology, 13(2): 57-73.

Tapia L. 2002. Guía de biodiversidad de la Macrofauna y algas marinas en Chile. N4 Volumen I.

Titschack E, Koepcke H. 1960. Beitrage Zur Neotropischen Fauna. II Band Heft 1 Perú.

Valdovinos-Zarges C. 1999. Biodiversidad de moluscos chilenos: Base de datos taxonómica y distribucional.

Warwick R M, Clarke K R. 1993. Increased variability as a symptom of stress in marine communities. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 172(1): 215-226.

Anexo 1.- Lista taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos y algas presentes en el ambiente intermareal (I) y submareal (S), correspondiente al Sitio Piloto Islas Ballestas – Región Ica. Basado en el Registró Mundial de Especies Marinas (WoRMS).

Phylum/Clase/Familia/Especie		Hábitat	
		Intermareal	Submareal
ANNELIDA			
Clitellata			x
Polychaeta			
Amphinomidae		x	x
Capitellidae	*Capitella capitata*	x	x
	Capitella sp.	x	
Chaetopteridae	*Spiochaetopterus* sp.		x
Chrysopetalidae			x
Cirratulidae	*Aphelochaeta* sp.		x
	Caulleriella sp.	x	x
	Dodecaceria sp.	x	x
Cossuridae	*Cossura chilensis*		x
Dorvilleidae	*Schistomeringos annulata*	x	x
Eulepethidae	*Grubeulepis mexicana*		x
Eunicidae			x
Flabelligeridae	*Pherusa* sp.	x	x
	Trophoniella sp.	x	x
Glyceridae	*Glycera americana*		x
	Glycera sp.	x	
	Hemipodia sp.	x	
Goniadidae			x
Hesionidae	*Gyptis* sp.		x
	Oxydromus furcatus	x	x
	Podarkeopsis sp.		x
Lumbrineridae	*Scoletoma tetraura*	x	x
Magelonidae	*Magelona phyllisae*	x	x
Maldanidae		x	x
Nephtyidae	*Nephtys ferruginea*		x
	Nephtys impressa		x
	Nephtys sp.	x	
Nereididae	*Hediste* sp.	x	
	Nereis callaona	x	x
	Nereis grubei	x	x
	Nereis sp.	x	
	Platynereis australis	x	x
	Platynereis sp.	x	
	Pseudonereis gallapagensis	x	x
Onuphidae	*Diopatra chiliensis*		x
Opheliidae			x
Orbiniidae	*Leitoscoloplos chilensis*		x
	Naineris brevicephala	x	x
	Protoariciella uncinata	x	
	Protoariciella sp.	x	
Oweniidae	*Owenia collaris*		x
Paraonidae	*Aricidea* sp.		x
Pectinariidae	*Pectinaria* sp.		x
Phyllodocidae	*Protomystides* sp.	x	x
	Steggoa magalaensis	x	x
	Steggoa peruana	x	x

Phylum/Clase/Familia/Especie		Hábitat	
		Intermareal	Submareal
	Eteone sp.	x	
Pilargidae	*Hermundura fauveli*		x
	Ancistrosyllis hamata		x
	Ancistrosyllis sp.	x	
	Sigambra bassi	x	x
Pisionidae	*Pisione* sp.	x	
Polynoidae	*Harmothoe* sp.	x	
	Halosydna johnsoni	x	x
	Halosydna parva		x
	Lepidonotus crosslandi		x
Sabellariidae	*Phragmatopoma virgini*		x
	Phragmatopoma moerchi	x	
	Sabellaria sp.		x
Sabellidae	*Notaulax* sp.		x
	Parasabella leucaspis		x
Saccocirridae	*Saccocirrus* sp.	x	
Serpulidae			x
Sigalionidae	*Pholoides asperus*		x
	Pisione sp.		x
	Sthenelais sp.	x	x
Spionidae	*Boccardia polybranchia*	x	
	Carazziella sp.	x	x
	Dipolydora sp.		x
	Dipolydora socialis		x
	Paraprionospio pinnata		x
	Polydora sp.	x	x
	Prionospio peruana		x
	Prionospio sp.	x	
	Rhynchospio sp.	x	
	Scolelepis sp.	x	x
	Spiophanes sp.		x
Syllidae	*Myrianida* sp.		x
	Odontosyllis liniata	x	x
	Syllis gracilis	x	x
	Syllis magdalena	x	
	Syllis sp.	x	
	Trypanosyllis sp.		x
Terebellidae		x	
ARTHROPODA			x
Cephalocarida			
Malacostraca		x	x
Aethridae	*Hepatus chiliensis*		x
Alpheidae	*Betaeus truncatus*		x
Ampeliscidae			x
Atelecyclidae	*Pseudocorystes sicarius*	x	
Balanidae	*Austromegabalanus psittacus*	x	
	Balanus laevis	x	x
Chthamalidae	*Jehlius cirratus*	x	
	Notochthamalus scabrosus	x	

Phylum/Clase/Familia/Especie		Hábitat	
		Intermareal	Submareal
Callianassidae		x	
Cancridae	*Cancer porteri*		x
	Romaleon setosum	x	x
Caprellidae	*Caprella scaura*	x	
	Caprella sp.	x	x
	Gammaridea spp.	x	
Cirolanidae	*Excirolana braziliensis*	x	
	Excirolana sp.	x	
Corophiidae		x	x
Detonidae		x	
Diogenidae	*Paguristes tomentosus*		x
	Tetralobistes weddellii		x
Hippidae	*Emerita analoga*	x	
Hyalellidae		x	x
Ischyroceridae	*Ericthonius punctatus*	x	x
	Ericthonius sp.	x	
Joeropsididae	*Joeropsis* sp.	x	
Ligiidae	*Ligia novaezelandiae*	x	
	Ligia sp.		x
Lysianassidae			x
Maeridae	*Elasmopus* sp.		x
Megaluropidae			x
Paguridae	*Pagurus edwardsii*		x
	Pagurus perlatus		x
	Pagurus villosus	x	x
	Pagurus sp.	x	
Panopeidae	*Eurypanopeus transversus*	x	x
Parasquillidae	*Pseudosquillopsis* sp.	x	
Photidae		x	x
Pilumnoididae	*Pilumnoides perlatus*		x
Pinnotheridae	*Pinnaxodes chilensis*		x
	Pinnixa valdiviensis		x
	Pinnotheres politus		x
	Pinnotherelia laevigata	x	x
	Calyptraeotheres politus		x
Porcellanidae	*Liopetrolisthes mitra*		x
	Pachycheles crinimanus		x
	Petrolisthes desmarestii		x
	Petrolisthes granulosus	x	
Sphaeromatidae	*Paradella bakeri*	x	x
Stenothoidae	*Parametopella* sp.		x
Talitridae		x	x
Varunidae	*Cyclograpsus cinereus*	x	
Verrucidae	*Verruca laevigata*		x
Xanthidae	*Cycloxanthops sexdecimdentatus*		x
	Paraxanthus barbiger		x
Pycnogonida			x
BRACHIOPODA			
Lingulata			
Discinidae	*Discinisca lamellosa*		x

Phylum/Clase/Familia/Especie		Hábitat	
		Intermareal	Submareal
BRYOZOA			
Gymnolaemata		x	x
Aeteidae	*Aetea* sp.	x	x
Bugulidae	*Bugula neritina*	x	x
Hippothoidae	*Celleporella hyalina*		x
Membraniporidae	*Membranipora* sp.		x
CHORDATA			
Ascidiacea			x
CHLOROPHYTA			
Ulvophyceae			
Codiaceae	*Codium* sp.		x
Caulerpaceae	*Caulerpa* sp.		x
Ulvaceae	*Ulva lactuca*	x	x
	Ulva sp.	x	x
CNIDARIA			
Anthozoa		x	x
Actiniidae	*Oulactis* sp.		x
	Phymactis papillosa	x	
	Phymanthea pluvia		x
Actinostolidae	*Antholoba achates*		x
Sagartiidae	*Anthothoe chilensis*		x
ECHINODERMATA			
Asteroidea			
Luidiidae	*Luidia magellanica*		x
Asterinidae	*Patiria chilensis*		x
Echinoidea			
Arbaciidae	*Arbacia spatuligera*		x
	Tetrapygus niger	x	x
Echinometridae	*Caenocentrotus gibbosus*	x	x
Holothuroidea		x	
Cucumariidae	*Pseudocnus dubiosus*		x
Ophiuroidea			
Amphiuridae	*Amphipholis sp.*	x	x
Ophiactidae	*Ophiactis kroeyeri*	x	x
	Ophiactis simplex	x	x
	Ophiactis sp.	x	
HEMICHORDATA			
Enteropneusta		x	x
MOLLUSCA			
Bivalvia			
Carditidae	*Cyclocardia beebei*		x
Condylocardiidae	*Carditella tegulata*	x	x
Donacidae	*Donax obesulus*	x	
Glycymerididae	*Glycymeris ovata*		x
Hiatellidae	*Hiatella arctica*		x
Kelliidae	*Kellia sp.*		x
Lasaeidae	*Aligena sp.*		x
	Lasaea adansoni	x	
	Orobitella sp.		x
Mactridae	*Mulinia edulis*		x

Phylum/Clase/Familia/Especie		Hábitat		Phylum/Clase/Familia/Especie		Hábitat	
		Intermareal	Submareal			Intermareal	Submareal
Mytilidae	*Aulacomya atra*		x		*Tricolia macleani*	x	x
	Brachidontes granulatus	x	x		*Tricolia umbilicata*	x	
	Perumytilus purpuratus	x			*Tricolia* sp.	x	x
	Semimytilus algosus	x	x	Pyramidellidae	*Odostomia* sp.	x	x
Nuculidae	*Nucula pisum*		x	Ranellidae	*Priene scabrum*		x
Pectinidae	*Argopecten purpuratus*		x	Siphonariidae	*Siphonaria lessoni*	x	
Semelidae	*Cumingia* sp.		x	Tegulidae	*Tegula atra*	x	x
Ungulinidae	*Diplodonta sericata*		x		*Tegula euryomphala*	x	x
Veneridae	*Irus ellipticus*		x		*Tegula luctuosa*	x	x
	Leukoma thaca		x		*Tegula tridentata*		x
	Lirophora discrepans		x	Turbinidae	*Prisogaster niger*	x	x
	Petricola sp.	x	x	Polyplacophora			
	Pitar catharius		x	Chaetopleuridae	*Chaetopleura hennahi*	x	x
	Transennella pannosa		x	Chitonidae	*Acanthopleura echinata*	x	
Gastropoda					*Chiton cumingsii*	x	x
Amathinidae	*Iselica carotica*	x			*Tonicia elegans*	x	x
Bursidae	*Crossata ventricosa*		x		*Tonicia* sp.	x	
Caecidae	*Caecum chilense*		x	NEMATODA		x	x
	Caecum sp.		x	NEMERTEA		x	x
Cancellariidae	*Admete viridula*		x	OCHROPHYTA			
Calyptraeidae	*Crepidula* sp.		x	Phaeophyceae			
	Crepipatella dilatata	x	x	Dictyotaceae	*Dictyota kunthii*	x	x
	Crucibulum quiriquinae		x		*Glossophora* sp.		x
	Trochita trochiformis	x	x	Ectocarpaceae		x	x
Columbellidae	*Mitrella buccinoides*	x	x	Laminariaceae	*Macrocystis pyrifera*		x
	Alia unifasciata	x	x	Scytosiphonaceae	*Colpomenia* sp.	x	x
Eatoniellidae			x	Sphacelariaceae		x	x
Ellobiidae		x		PHORONIDA	*Phoronis* sp.		x
Fissurellidae	*Fissurella crassa*	x	x	PLATYHELMINTHES			
	Fissurella peruviana	x	x	Turbellaria		x	x
	Fissurella sp.	x		PORIFERA			
Littorinidae	*Echinolittorina peruviana*	x		Calcarea			
Lottiidae	*Lottia orbignyi*	x		Clathrinidae		x	x
	Scurria ceciliana	x		Demospongiae		x	x
	Scurria viridula	x		RHODOPHYTA			
Marginellidae	*Prunum curtum*		x	Florideophyceae			
Muricidae	*Crassilabrum crassilabrum*		x	Ahnfeltiaceae	*Ahnfeltia* sp.	x	
	Xanthochorus buxeus		x	Ceramiaceae	*Centroceras clavulatum*	x	
	Xanthochorus cassidiformis		x		*Ceramium rubrum*	x	x
	Stramonita biserialis		x	Corallinaceae	*Corallina* sp.	x	x
	Thaisella chocolata		x	Gigartinaceae	*Chondrachanthus chamisoi*	x	x
Nassariidae	*Nassarius dentifer*		x		*Chondracanthus* sp.	x	
	Nassarius gayii		x	Rhodomelaceae	*Polysiphonia* sp.	x	
Naticidae	*Natica* sp.		x		*Pterosiphonia pennata*		x
Olividae	*Oliva peruviana*		x	Rhodymeniaceae	*Rhodymenia* sp.	x	x
Phasianellidae	*Eulithidium macleani*		x	SIPUNCULA		x	x