

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	139
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

6. ESTUDIOS DE ECOLOGÍA DE COMUNIDADES BIOLÓGICAS

6.1 ESTUDIO DE COMUNIDADES MACROBENTÓNICAS SUBMAREALES

6.1.1 Metodología de Estudio de Comunidades Macrobentónicas Submareales

El muestreo de las comunidades macrobentónicas de fondos blandos submareales de los alrededores del sector de **E. San Pedro (Bahía Chascos)** se realizó el 01 de agosto de 2008, extrayendo muestras en siete estaciones, cada una con respectivas réplicas. La estación control fue ubicada al NE del área de estudio, siendo considerada como referencia. La localización de las estaciones resultó ser la detallada en la **Figura 2.1**.

Es importante mencionar que el criterio de ubicación de las estaciones control se basó en lo estipulado por Striplin *et al.* (1992), esto es: área con similar hidrografía, profundidad de la columna de agua, y similar granulometría. Esto permite minimizar la variabilidad natural en la composición de las comunidades bentónicas que pueden ser atribuidas a estos factores.

La metodología para determinar el número total de estaciones a caracterizar, se detalla en el Informe Técnico, campaña de verano.

La extracción de las muestras se llevó a cabo por medio de buceo autónomo en todos los sectores, utilizando un muestreador estándar conformado por un tubo de PVC de 8 pulgadas de diámetro y 49 cm de largo; el cual, usándolo a modo de pala, permite extraer un área de 0.1 m² (**Fotografía 6.1.1.1**).



Fotografía 6.1.1.1. Buzo con muestreador (corer PVC) de sedimentos submareales.

Este muestreador tiene una eficiencia de muestreo de entre 88,10 y 94,40%, muy superior a una draga de muestreo de sedimento estándar como una Van Veen (27,3 – 87,3% eficiencia; Gallardo, 1963). Cada muestra obtenida fue trasvasada a bolsas de polietileno, debidamente etiquetadas, para posteriormente ser transportada a las instalaciones de EcoTecnos en Viña del Mar, en donde se realizó su análisis.

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	140
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

La macrofauna presente en el sedimento fue separada haciendo escurrir a través de él un chorro de agua dulce, para recogerla posteriormente en un tamiz de 1,0 mm de abertura de malla (**Fotografía 6.1.1.2**).

Todo el material biológico retenido fue fijado en una solución de formalina diluida en agua de mar al 4% (**Fotografía 6.1.1.3**), para su posterior identificación, recuento y pesaje de especies.



Fotografía 6.1.1.2. Proceso de cernido de las muestras de sedimento.

Con los datos obtenidos, se calculó la *abundancia* promedio de cada especie, expresado en individuos por metro cuadrado (ind/m^2) y la *biomasa* promedio, expresada en gramos por metro cuadrado (g/m^2). Para este efecto, los

organismos fueron mantenidos en alcohol, para luego secarlos a temperatura ambiente y calcinarlos en un horno de mufla a 500°C por 30 minutos (peso seco libre de ceniza).

El análisis faunístico se realizó considerando toda la fauna retenida en el tamiz. Sobre esta base, se calcularon los índices que de acuerdo a Pielou (1966), Gray (1981) y Lie (1969), describen mejor las características estructurales de una comunidad y que son los recomendados por la Autoridad Marítima: *Diversidad Específica* (H' de Shannon-Weaver, 1963, modificado por Lloyd *et al.*, 1968), *Uniformidad Específica* (J de Pielou, 1966) y *Riqueza Específica* (S de Margalef, 1968). Además se realizó el análisis de las comunidades bentónicas conocido como método de las curvas ABC (Abundance Biomass Comparison plots), de acuerdo a Warwick (1986).



Fotografía 6.1.1.3. Proceso de fijación de las muestras de sedimento.

Para el análisis multidimensional, se transformaron los datos de abundancia de cada una de las especies a la forma $Y = \log_{10}(X + 1)$ (Cassie & Michael, 1968), confeccionándose una

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	141
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

matriz de doble entrada entre las estaciones y las diferentes especies. A partir de ésta, se aplicó un análisis conglomerativo de clasificación (Cluster Análisis) modo Q de distancias euclidianas. Para construir los conglomerados se utilizó la técnica de agrupación jerárquica de la media ponderada (Legendre & Legendre, 1979), obteniendo el correspondiente dendrograma para estimar el grado de similitud entre las estaciones. Para este fin se usó el paquete estadístico STATISTICA versión 6.0 Edición 97 para Windows®. Del mismo modo se efectuó el análisis de ordenación de escalamiento no-métrico multidimensional (ENM), recomendado por Warwick & Clarke (1993) para las estaciones, a partir de la matriz de similitud obtenida del análisis de conglomerados.

Se estableció, también, la distribución del número de individuos en clases geométricas de manera similar a lo efectuado por Pearson *et al.* (1983), seleccionando las especies indicadoras de cambios en las comunidades bentónicas mediante el método propuesto por Gray & Pearson (1982), Pearson *et al.* (1983) y Pearson & Blacktock (1983).

6.1.2 Resultados del Estudio de Comunidades Macrobentónicas Submareales

- **Análisis Faunístico del Área de Estudio**

El análisis faunístico detallado del sector de Ensenada San Pedro (Bahía Chascos), arrojó un total de 56 taxa (especies) diferentes en esta campaña de invierno. De acuerdo a la **Figura 6.1.2.1**, 24 especies pertenecen al grupo de los poliquetos (equivalentes al 43% del total de especies encontradas), 15 al grupo de los moluscos (27% del total de taxa), 13 al grupo de los crustáceos (23% del total) y 4 al ítem otros (7% del total), constituido por los Phyla Echinodermata, Nematoda, Cnidaria y Chordata y el Subphyllum Chelicerata. La **Tabla 6.1.2.1** muestra el listado de especies encontradas en cada una de las estaciones estudiadas. En general, se puede visualizar un número homogéneo de especies en las estaciones pese a tener distinta distribución respecto a la costa y profundidades, a excepción de la estación 6 que presentó una mayor riqueza, registrándose 39 especies. También

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	142
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

puede observarse que 7 especies se encuentran en todas las estaciones: *Metharpina longirostris*, *Pagurus villosus*, *Glycera* sp., Amphinomidae, Maldanidae, Onuphidae y Syllidae para todas las estaciones. En el mismo contexto, al observar la situación particular de cada estación, se puede determinar que en general la distribución de las abundancias de las especies es relativamente similar, por lo que el índice de uniformidad es relativamente alto en las estaciones.

En cuanto al grupo más representativo del macrobentos de fondos blandos, los gusanos anélidos poliquetos, se presentaron en esta ocasión en un porcentaje relativamente alto, con un 43% de la abundancia promedio total. Este porcentaje es alto considerando que en todas las estaciones se encontró sedimento grueso, que va desde guijarro a arena muy gruesa. Esto queda reflejado al utilizar, por ejemplo, el estudio de Zuñiga *et al.* (1983), realizado en la Bahía de Mejillones del Sur, donde encontraron en sedimentos tipo arena porcentajes de poliquetos de un 33,4% (valor bastante superior al registrado en este estudio), en tanto en arena fangosa este porcentaje se elevaba a 55,6%, mientras que en fango este alcanzaba al 76,7%. Es decir, aumentando el contenido de sedimento fino (fango-limoso) y, por lo tanto, el porcentaje de materia orgánica, aumenta el número de poliquetos y viceversa..

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	143
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

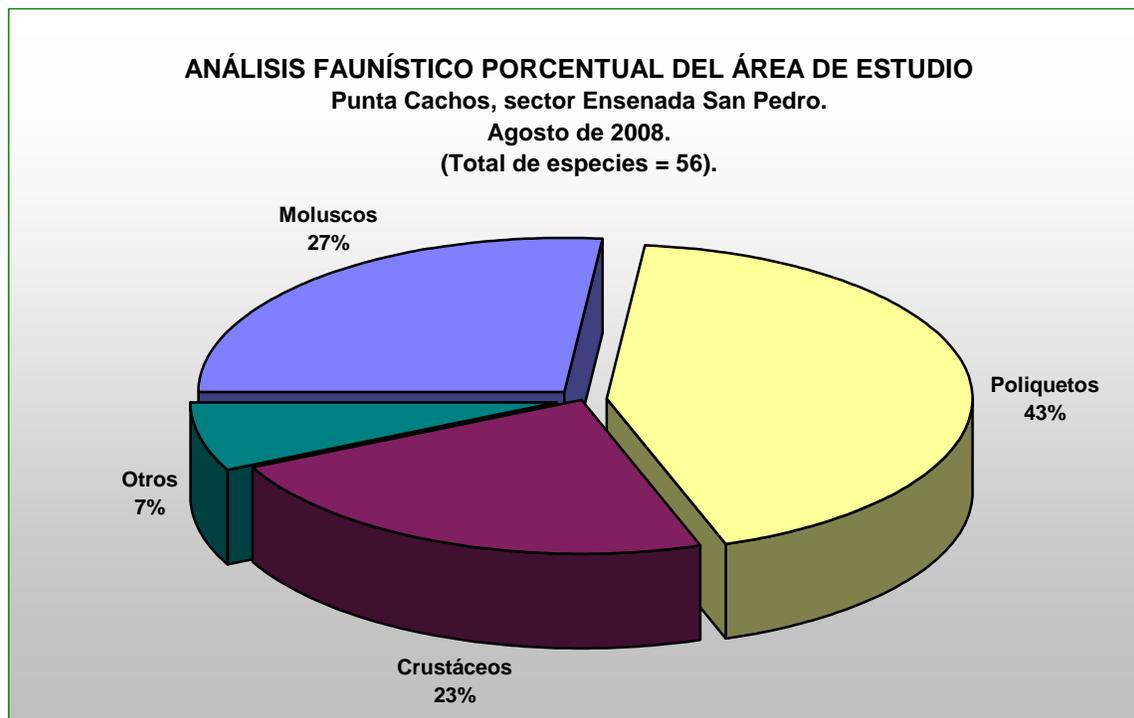


Figura 6.1.2.1. Análisis faunístico porcentual del área de estudio. Sector Ensenada San Pedro, Bahía Chascos. Agosto de 2008.

Desde el punto de vista de la composición especie-específico (**Tabla 6.1.2.2**), alrededor del 53,57% de las especies presentó una frecuencia de aparición mayor al 42,80% (presentes en 3 o más estaciones), lo que indica una alta homogeneidad en la distribución de las especies, lo que se correlaciona con la similitud en las condiciones físico-químicas de los sedimentos. A su vez, como se mencionó anteriormente, se encontraron 8 especies, correspondiente al 14,3% del total con una frecuencia de aparición del 100%. Estas especies corresponden a individuos de hábitos detritívoros en su mayoría, pertenecientes al Phylum Polychaeta. Comparativamente, se ha incorporado en la **Tabla 6.1.2.3** el análisis por grupos zoológicos de sedimentos submareales de otras áreas del litoral nacional. En ésta se puede observar una variación en el aporte porcentual de cada grupo, lo que se relaciona con los tipos sedimentarios predominantes en cada área, las características químicas de los mismos y las profundidades de las distintas estaciones

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	144
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

analizadas. Además, es claro que el número total de especies varía de forma importante entre los sectores estudiados, lo que se relaciona tanto con la dinámica del fondo marino (corrientes y disturbancias), como con las características físico-químicas de los sedimentos, entre otros factores. En todo caso, el número de especies hallado en el área de E. San Pedro es el mayor de las referencias citadas en la **Tabla 6.1.2.3**.

Cabe destacar que gran parte de las especies halladas en el área de estudio poseen hábitos detritívoros, altamente consumidores de materia orgánica sedimentada, lo que explicaría que las concentraciones de MOT en los sedimentos fuera relativamente baja, puesto que sería utilizada por la fauna macrobentónica del fondo marino. Lo anterior es importante de considerar puesto que podrán ser fácilmente evaluadas posibles descargas de materia orgánica al medio ya que es conocido que frente a aportes importantes de estos componentes que superen la capacidad de carga del medio, la macrofauna bentónica responde claramente mediante respuestas como el aumento en la densidad de ciertas especies (Pearson & Rosenberg, 1978), especialmente de miembros de las familias Capitellidae y Lumbrineridae (poliqueto). Lo mismo se puede evaluar frente a impactos de descargas accidentales de petróleo, puesto que se sabe cómo la fauna bentónica reacciona frente a estos fenómenos (Clifton *et al.*, 1984).

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	145
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Tabla 6.1.2.1

Listado de especies encontradas en el área de estudio, por estación. Sector Ensenada San Pedro, Bahía Chascos. Agosto de 2008. Se incluyen entre paréntesis las desviaciones estándar.

ESTACIÓN 1			
	ABUNDANCIA (ind/m²)	BIOMASA (g/m²)	H'
Phylum Mollusca			
Clase Bivalvia			
<i>Nucula pisum</i>	67	0,277	0,0250
Clase Gasteropoda			
<i>Nassarius gayi</i>	1200	35,823	0,2262
<i>Rissoina inca</i>	7633	67,760	0,5293
<i>Turritella cingulata</i>	1300	202,013	0,2384
Phylum Artrópoda			
Subphylum Crustácea			
<i>Cleantis chilensis</i>	33	0,030	0,0140
<i>Cirolana sp.</i>	33	0,003	0,0140
<i>Dynamenella estai</i>	367	0,137	0,0971
Gammaridea	767	0,230	0,1667
<i>Metharpinia longirostri</i>	667	0,927	0,1509
Ostracoda 1	100	0,013	0,0349
Ostracoda 2	233	0,020	0,0686
<i>Pagurus villosus</i>	200	0,330	0,0608
Subphylum Chelicerata			
Picnogonida	2400	21,417	0,3453

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	146
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Tabla 6.1.2.1 (continuación).

ESTACIÓN 1			
	ABUNDANCIA (ind/m²)	BIOMASA (g/m²)	H'
Phylum Annelida			
Clase Polychaeta			
Amphinomidae	5433	7,867	0,4957
<i>Glycera</i> sp.	100	0,100	0,0349
Lumbrineridae	33	0,347	0,0140
Maldanidae	267	0,430	0,0761
Onuphidae	233	0,600	0,0686
Ophelliidae	100	0,107	0,0349
Orbiniidae	333	0,043	0,0903
Paraonidae	67	0,003	0,0250
Sabellidae	133	0,003	0,0440
Syllidae	700	13,403	0,1563
TOTAL	22.400	351,883	
		H'	3,011 (0,108)
		J'	0,666 (0,059)
		S	23

ESTACIÓN 2			
	ABUNDANCIA (ind/m²)	BIOMASA (g/m²)	H'
Phylum Mollusca			
Clase Bivalvia			
<i>Brachidontes granulata</i>	67	2,650	0,023
<i>Cyclocardia compressa</i>	67	5,633	0,023
Clase Gasteropoda			
<i>Nassarius gayi</i>	1200	17,013	0,211
<i>Rissoina inca</i>	12400	73,220	0,500
<i>Turritella cingulata</i>	3667	615,093	0,408

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	147
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Tabla 6.1.2.1 (continuación).

ESTACIÓN 2			
	ABUNDANCIA (ind/m²)	BIOMASA (g/m²)	H'
Phyllum Artrópoda			
Subphyllum Crustácea			
Gammaridea	567	0,177	0,125
<i>Metharpinia longirostri</i>	200	0,187	0,056
<i>Pagurus villosus</i>	100	0,133	0,032
Sphaeromatidae	67	0,067	0,023
Phyllum Annelida			
Clase Polychaeta			
Amphinomidae	4033	1,450	0,426
Capitellidae	67	0,007	0,023
Eunicidae	33	0,143	0,013
<i>Glycera</i> sp.	200	2,437	0,056
Hesionidae	100	0,007	0,032
Maldanidae	33	0,037	0,013
Onuphidae	100	0,067	0,032
Ophelliidae	267	0,900	0,070
Oweniidae	67	0,060	0,023
Paraonidae	33	0,003	0,013
Pisionidae	33	0,003	0,013
Sabellidae	67	0,003	0,023
<i>Scoloplos</i> sp.	200	0,080	0,056
Syllidae	1200	0,290	0,211
Phyllum Chordata			
<i>Branchiostoma</i> sp.	33	0,003	0,013
TOTAL	24800	719,663	
		H'	2,418 (0,204)
		J'	0,527 (0,011)
		S	24

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	148
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Tabla 6.1.2.1 (continuación).

ESTACIÓN 3			
	ABUNDANCIA (ind/m²)	BIOMASA (g/m²)	H'
Phyllum Mollusca			
Clase Bivalvia			
<i>Nucula pisum</i>	33	0,500	0,021
Clase Gasteropoda			
<i>Nassarius gayi</i>	633	5,963	0,206
<i>Rissoina inca</i>	633	4,733	0,206
<i>Turritella cingulata</i>	5900	2130,330	0,523
Clase Polyplacophora			
Polyplacophora	33	0,833	0,021
Phyllum Artrópoda			
Subphyllum Crustácea			
<i>Cirolana sp.</i>	67	0,013	0,038
Gammaridea	200	0,023	0,090
<i>Isocladus calcarea</i>	33	0,053	0,021
<i>Metharpinia longirostri</i>	167	0,367	0,078
Ostracoda 1	67	0,093	0,038
<i>Pagurus villosus</i>	600	10,320	0,199
Phyllum Echinodermata			
Ophiuroidea	33	0,003	0,021
Phyllum Nematoda			
Nematoda	33	0,003	0,021

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	149
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Tabla 6.1.2.1 (continuación).

ESTACIÓN 3			
	ABUNDANCIA (ind/m²)	BIOMASA (g/m²)	H'
Phylum Annelida			
Clase Polychaeta			
Amphinomidae	4433	11,383	0,527
Capitellidae	333	0,157	0,131
Cirratulidae	33	0,003	0,021
<i>Glycera</i> sp.	67	0,003	0,038
Hesionidae	33	0,003	0,021
Maldanidae	33	0,003	0,021
Onuphidae	67	0,070	0,038
Pisionidae	67	0,040	0,038
Syllidae	33	0,003	0,021
Terebellidae	67	0,003	0,038
TOTAL	13600	2164,907	
		H'	2,376 (0,024)
		J'	0,525 (0,044)
		S	23

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	150
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Tabla 6.1.2.1 (continuación)

ESTACIÓN 4			
	ABUNDANCIA (ind/m²)	BIOMASA (g/m²)	H'
Phyllum Mollusca			
Clase Bivalvia			
<i>Nucula pisum</i>	333	2,370	0,156
Clase Gasteropoda			
<i>Nassarius gayi</i>	300	24,280	0,144
<i>Turritella cingulata</i>	833	22,427	0,286
<i>Xanthochorus cassidiformis</i>	33	25,550	0,026
Phyllum Artrópoda			
Subphyllum Crustácea			
<i>Cirolana sp.</i>	733	1,527	0,265
<i>Cleantis chilensis</i>	33	0,003	0,026
<i>Dynamenella estai</i>	33	0,023	0,026
<i>Gammaridea</i>	133	0,147	0,079
<i>Metharpinia longirostri</i>	67	0,027	0,046
Ostracoda 1	100	0,083	0,063
<i>Pagurus villosus</i>	100	0,050	0,063
Phyllum Annelida			
Clase Polychaeta			
<i>Aglaophamus peruana</i>	67	0,707	0,046
Amphinomidae	1200	0,870	0,353
Capitellidae	300	0,1633	0,144
Cirratulidae	100	0,033	0,063
Eunicidae	33	0,680	0,026
Glycera sp.	233	0,287	0,120
Maldanidae	133	0,320	0,079
<i>Notomastus sp.</i>	33	0,823	0,026
Onuphidae	5000	42,150	0,513
Paraonidae	33	0,003	0,026
Sabellidae	100	0,357	0,063
Syllidae	533	0,250	0,215
Terebellidae	100	0,200	0,063

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	151
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Tabla 6.1.2.1 (continuación)

ESTACIÓN 4			
	ABUNDANCIA (ind/m²)	BIOMASA (g/m²)	H'
Phyllum Nematoda			
Nematoda	167	0,027	0,093
TOTAL	10.733	123,357	
		H'	3,008 (0,429)
		J'	0,648 (0,045)
		S	25

ESTACIÓN 5			
	ABUNDANCIA (ind/m²)	BIOMASA (g/m²)	H'
Phyllum Mollusca			
Clase Bivalvia			
<i>Cyclocardia compressa</i>	600	16,273	0,223
Glycymerididae	33	67,137	0,024
<i>Nucula pisum</i>	533	3,863	0,206
<i>Protothaca thaca</i>	67	6,477	0,043
Clase Gasteropoda			
<i>Nassarius gayi</i>	67	2,493	0,043
<i>Rissoina inca</i>	2133	13,093	0,451
<i>Oliva peruviana</i>	33	3,030	0,024
<i>Salitra radwini</i>	33	0,357	0,024
<i>Turritella cingulata</i>	267	2,567	0,126

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	152
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Tabla 6.1.2.1 (continuación)

ESTACIÓN 5			
	ABUNDANCIA (ind/m²)	BIOMASA (g/m²)	H'
Phyllum Artrópoda			
Subphyllum Crustácea			
<i>Cirolana sp.</i>	400	2,613	0,169
<i>Dynamenella estai</i>	67	0,043	0,043
<i>Isocladus calcarea</i>	67	0,160	0,043
<i>Metharpinia longirostri</i>	200	0,103	0,102
<i>Pagurus villosus</i>	167	0,070	0,089
<i>Pinnixa sp.</i>	33	5,960	0,024
Sphaeromatidae	67	0,017	0,043
Phyllum Annelida			
Clase Polychaeta			
<i>Aglaophamus peruana</i>	33	0,243	0,024
Amphinomidae	900	1,693	0,288
Cirratulidae	33	0,030	0,024
<i>Glycera sp.</i>	267	0,243	0,126
Maldanidae	200	0,250	0,102
<i>Notomastus sp.</i>	33	0,300	0,024
Onuphidae	3933	13,260	0,530
Ophelliidae	33	0,260	0,024
Oweniidae	67	0,027	0,043
Sabellidae	33	0,247	0,024
Syllidae	200	0,100	0,102
Phyllum Nematoda			
Nematoda	967	0,200	0,301
TOTAL	11467	141,110	
		H'	3,294 (0,025)
		J'	0,685 (0,010)
		S	28

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	153
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Tabla 6.1.2.1 (continuación)

ESTACIÓN 6			
	ABUNDANCIA (ind/m²)	BIOMASA (g/m²)	H'
Phyllum Mollusca			
Clase Bivalvia			
<i>Crenella</i> sp.	333	0,233	0,161
<i>Cyclocardia compressa</i>	633	23,100	0,248
<i>Glycymeris ovatus</i>	33	0,207	0,027
<i>Protothaca thaca</i>	367	28,643	0,172
Clase Gasteropoda			
<i>Agathotoma ordinaria</i>	33	0,170	0,027
<i>Nassarius gayi</i>	167	2,750	0,097
<i>Polinices uber</i>	33	1,293	0,027
<i>Rissoina inca</i>	3000	42,770	0,519
<i>Turritella cingulata</i>	100	1,767	0,065
Clase Polyplacophora			
Polyplacophora	33	1,250	0,027
Clase Aplacophora			
Aplacophora	33	0,240	0,027
Phyllum Artrópoda			
Subphyllum Crustácea			
<i>Cleantis chilensis</i>	167	0,007	0,097
<i>Dynamenella estai</i>	600	27,107	0,239
Gammaridea	200	2,380	0,111
<i>Isocladus calcarea</i>	100	0,293	0,065
<i>Metharpinia longirostri</i>	300	0,287	0,149
Ostracoda 1	167	0,037	0,097
<i>Pagurus villosus</i>	233	0,497	0,124
Sphaeromatidae	100	0,057	0,065
Phyllum Echinodermata			
Ophiuroidea	33	0,003	0,027
Phyllum Nematoda			
Nematoda	33	0,003	0,027

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	154
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Tabla 6.1.2.1 (continuación).

ESTACIÓN 6			
	ABUNDANCIA (ind/m²)	BIOMASA (g/m²)	H'
Phyllum Cnidaria			
Anthozoa	33	0,013	0,027
Phyllum Annelida			
Clase Polychaeta			
<i>Aglaophamus peruana</i>	33	42,643	0,027
Amphinomidae	233	42,730	0,124
Capitellidae	167	0,037	0,097
Cirratulidae	233	0,060	0,124
Eunicidae	33	2,307	0,027
<i>Glycera</i> sp.	133	0,123	0,081
Maldanidae	200	0,513	0,111
Onuphidae	1900	5,550	0,450
Ophelliidae	33	0,003	0,027
Orbiniidae	33	0,003	0,027
Oweniidae	33	0,037	0,027
Phyllodocidae	100	0,170	0,065
Pisionidae	33	0,003	0,027
Polynoidae	33	0,197	0,027
Sabellidae	33	0,003	0,027
Syllidae	267	0,060	0,137
Terebellidae	33	0,003	0,027
TOTAL	10.267	227,550	
		H'	3,852 (0,290)
		J'	0,729 (0,004)
		S	39

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	155
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Tabla 6.1.2.1 (continuación).

ESTACIÓN 7			
	ABUNDANCIA (ind/m²)	BIOMASA (g/m²)	H'
Phyllum Mollusca			
Clase Bivalvia			
<i>Cyclocardia compressa</i>	67	0,843	0,076
<i>Protothaca thaca</i>	67	20,213	0,076
Clase Gasteropoda			
<i>Nassarius gayi</i>	133	0,573	0,128
<i>Salitra radwini</i>	200	0,883	0,172
<i>Rissoina inca</i>	133	0,993	0,128
Phyllum Artrópoda			
Subphyllum Crustácea			
<i>Dynamenella estai</i>	33	0,033	0,044
Gammaridea	100	0,070	0,104
<i>Isocladus calcarea</i>	33	0,083	0,044
<i>Metharpinia longirostri</i>	133	0,123	0,128
Ostracoda 1	33	0,003	0,044
<i>Pagurus villosus</i>	100	0,077	0,104
Phyllum Annelida			
Clase Polychaeta			
<i>Aglaophamus sp.</i>	33	1,453	0,044
Amphinomidae	367	0,550	0,258
Capitellidae	133	0,020	0,128
<i>Glycera sp.</i>	333	0,157	0,242
Maldanidae	133	0,130	0,128
Onuphidae	3033	9,810	0,479
Ophelliidae	67	0,077	0,076
Orbiniidae	33	0,003	0,044
Syllidae	267	0,087	0,209

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	156
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Tabla 6.1.2.1 (continuación).

ESTACIÓN 7			
	ABUNDANCIA (ind/m²)	BIOMASA (g/m²)	H'
Phyllum Nematoda			
Nematoda	167	0,007	0,151
TOTAL	5.600	36,190	
		H'	2,809 (0,218)
		J'	0,639 (0,015)
		S	21

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	157
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Tabla 6.1.2.2

Listado de especies presentes en el área de estudio con una frecuencia de aparición mayor o igual a 33,33% (presentes en 3 o más estaciones, de un total de 7).
Sector Ensenada San Pedro, Bahía Chascos. Agosto de 2008.

ESPECIE	FRECUENCIA DE APARICIÓN (%)
Amphinomidae	100%
<i>Glycera</i> sp.	100%
Maldanidae	100%
<i>Metharpinia longirostris</i>	100%
<i>Nassarius gayi</i>	100%
Onuphidae	100%
<i>Pagurus villosus</i>	100%
Syllidae	100%
Gammaridea	85,71%
Rissoina inca	85,71%
<i>Turritella cingulata</i>	85,71%
Dynamenella estai	71,42%
<i>Nematoda</i>	71,42%
<i>Ophelliidae</i>	71,42%
Ostracoda 1	71,42%
Sabellidae	71,42%
Capitellidae	57,14%
<i>Cirolana</i> sp.	57,14%
<i>Cirratulidae</i>	57,14%
<i>Cyclocardia compressa</i>	57,14%
<i>Isocladus calcarea</i>	57,14%
<i>Nucula pisum</i>	57,14%
<i>Aglaophamus peruana</i>	42,80%
<i>Cleantis chilensis</i>	42,80%
Eunicidae	42,80%
Orbiniidae	42,80%
Paraonidae	42,80%
Pisionidae	42,80%
<i>Protothaca thaca</i>	42,80%
Terebellidae	42,80%

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	158
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Tabla 6.1.2.3

Comparación de los aportes porcentuales por grupos zoológicos del área de estudio en relación a diversos estudios efectuados a nivel nacional.

TAXA	Este Estudio	Puerto Antofagasta (1)	Canal Chiguao (2)	Las Salinas (3)	Isla Taucolón (4)
Poliquetos	30% (19)	17% (4)	38% (14)	26% (9)	23% (11)
Crustáceos	27% (17)	22% (5)	32% (12)	29% (10)	23% (11)
Moluscos	35% (22)	61% (14)	22% (8)	36% (13)	41% (19)
Otros	8% (5)	-	8% (3)	9% (3)	13% (6)
Total de Especies	56	23	37	34	47

(1) EPA. (2003)

(2) Alimentos Pacific Star S.A. (2000)

(3) EcoTecnos Ltda. (2003)

(4) Silob Chile (2002)

- **Índices Ecológicos**

La **Tabla 6.1.2.4** resume los resultados obtenidos del cálculo de los parámetros ecológicos de diversidad específica (H'), uniformidad específica (J') y riqueza específica (S, número de especies) en el sector de Ensenada San Pedro, Bahía Chascos.

Tabla 6.1.2.4

Resumen de los índices ecológicos calculados en este estudio, para cada una de las estaciones analizadas. Sector Ensenada San Pedro, Bahía Chascos. Agosto de 2008. Se incluyen entre paréntesis las desviaciones estándar.

ESTACIÓN	DIVERSIDAD (H')	UNIFORMIDAD (J')	RIQUEZA (S)
1	3,011 (0,108)	0,666 (0,059)	23
2	2,418 (0,204)	0,527 (0,011)	24
3	2,376 (0,024)	0,525 (0,044)	23
4	3,008 (0,429)	0,648 (0,045)	25
5	3,294 (0,025)	0,685 (0,010)	28
6	3,852 (0,290)	0,729 (0,004)	39
7 (Control)	2,809 (0,218)	0,639 (0,015)	21
Prom. incluyendo Est. Control	2,967 (0,185)	0,631 (0,027)	26
Prom. excluyendo Est. Control	2,993 (0,180)	0,630 (0,029)	27

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	159
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

- *Diversidad Específica*

Como se observa en la **Tabla 6.1.2.4**, el índice H' promedio para toda el área de estudio es igual a **2,967 ± 0,185 ind/bits**. En tanto, si se excluye la estación control (estación 7) este valor cambia a **2,993 ± 0,180 ind/bits**. Lo anterior indica que el número de especies hallados en la estación de referencia y el aporte de una nueva especie, no genera cambios importantes en la diversidad específica global promedio del área. Dado que se está evaluando la calidad de las comunidades frente a las futuras instalaciones de un muelle, es importante considerar el índice arrojado para las 6 estaciones excluyendo la control. El valor de 2,993 ± 0,180 ind/bits, comparado con estudios realizados en otras áreas del país, representa comunidades con una diversidad alta. Sin embargo, también se debe destacar que los índices de diversidad sólo dan cuenta de la estructura comunitaria, y no son un buen parámetro para ser utilizado como indicadores de efectos de la contaminación sobre las comunidades bióticas.

Respecto a las categorizaciones de comunidades en base al índice de Shannon, según la clasificación de Hendey (1977), el promedio de diversidad del área estudiada indicaría comunidades con polución ligera, cercano a polución no detectable.

Como se puede apreciar, en este caso, es claro que la mayoría de las estaciones estudiadas presentan altos índices de diversidad específica (**Figura 6.1.2.2**), siendo el valor más bajo aquel arrojado por la estación 3. Esto estaría dado principalmente por la alta dominancia de dos especies, el molusco gasterópodo *T. cingulata* y la familia de poliquetos Amphinomidae, que en conjunto corresponden al 75,97% de la abundancia total para dicha estación. El valor más alto de H' obtenido se observó en la estación 6 ($H' = 3,809 \pm 0,290$ bits), lo que estaría determinado por un alto número de especies y la su relativamente alta uniformidad. De esta forma, las estaciones 1, 4, 5 y 6 se clasificarían con *Polución No Detectable* y las estaciones 2, 3 y 7 se clasificarían como *Polución Ligera*.

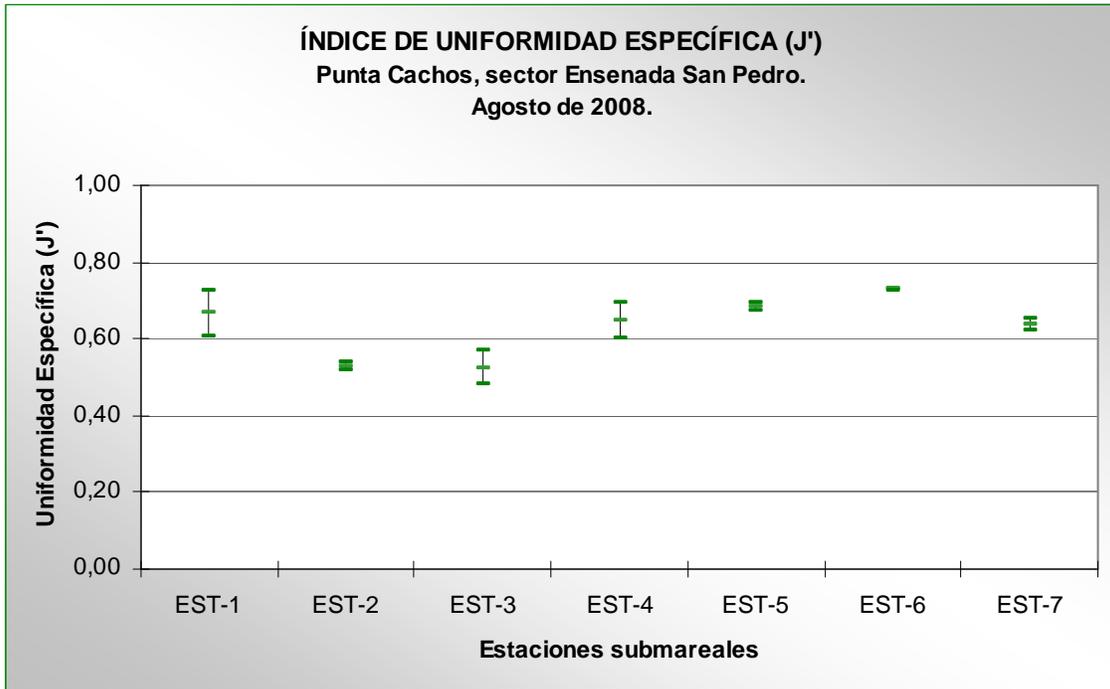


Figura 6.1.2.2. Variación del índice de diversidad específica (H') por estación. Sector Ensenada San Pedro, Bahía Chascos. Agosto de 2008.

- *Uniformidad Específica*

Los resultados de la **Tabla 6.1.2.4** y la **Figura 6.1.2.3** permiten afirmar que existe una buena distribución de las abundancias de los organismos en las comunidades de las estaciones estudiadas, considerando que el promedio del área (sin considerar la estación Control) es de $J' = 0,631 \pm 0,027$. Igualmente, no existen diferencias importantes entre las uniformidades específicas de las estaciones analizadas, oscilando entre $J' = 0,525 \pm 0,044$ en la estación 3, donde se observa dominancia de *T. cingulata* y Amphinomidae, con un 43,38 y 32,59% de la abundancia total respectivamente; y $J' = 0,729 \pm 0,004$ en la estación 6.

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	161
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

En general, se puede observar, en forma similar a lo obtenido por Carrasco *et al.* (1996) en comunidades de bahía San Vicente, que existe una buena correlación entre la diversidad específica de Shannon (H') y la uniformidad específica de Pielou (J') (a mayor diversidad mayor uniformidad y viceversa), lo que sugiere que la adición de especies a la comunidad tendría poco efecto en la diversidad mientras que la dominancia tiene un efecto mayor. Estas relaciones son las típicas de las comunidades del meio y macrobentos sublitoral.

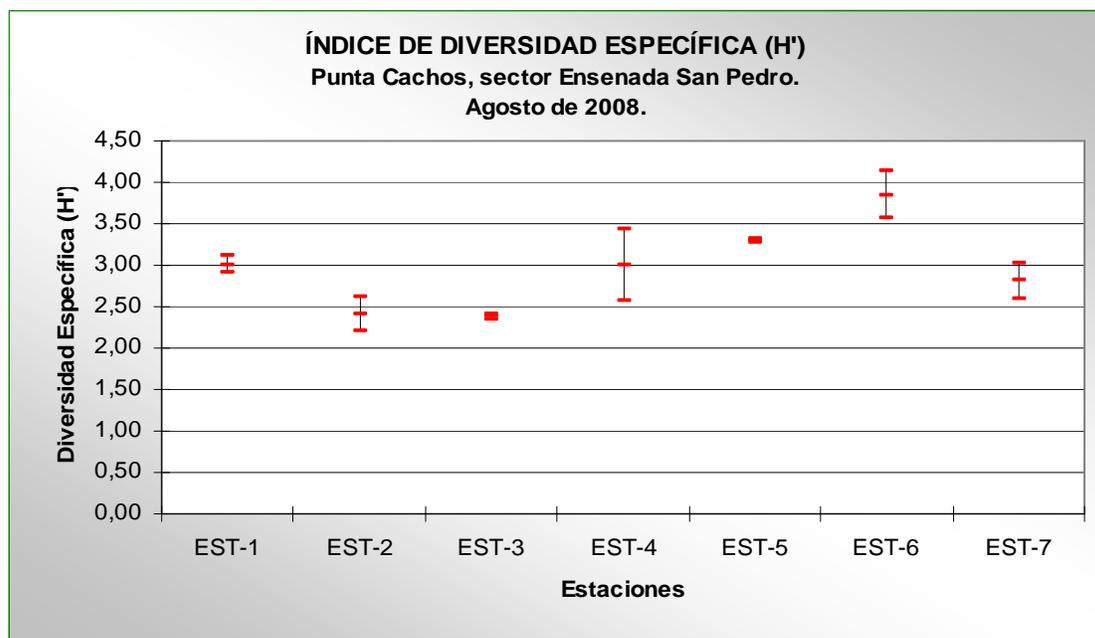


Figura 6.1.2.3. Variación del índice de uniformidad específica (J') por estación. Sector Ensenada San Pedro, Bahía Chascos. Agosto de 2008.

- *Riqueza Específica*

En cuanto a los valores de **Riqueza Específica** (número de especies encontradas en cada estación), se visualizan ciertas diferencias entre estaciones (**Figura 6.1.2.4** y **Tabla 6.1.2.4**). El número promedio de especies del área de estudio fue de 27 especies (sin considerar la estación Control), mientras que el número total fue de 56, lo que, como se mencionó anteriormente, es bajo si se compara con los estudios de Pearson & Rosenberg (1978)

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	162
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

quienes citan un número de 150 especies para una comunidad bentónica típica. En tanto, al relacionar el presente estudio con otros realizados en el litoral nacional (**Tabla 6.1.2.8**), se observa que los registros para la zona son los más altos de las referencias del país, respaldando la tesis de que el número de especies de la zona de estudio se encuentra acorde a las condiciones físico-químicas de los sedimentos analizados.

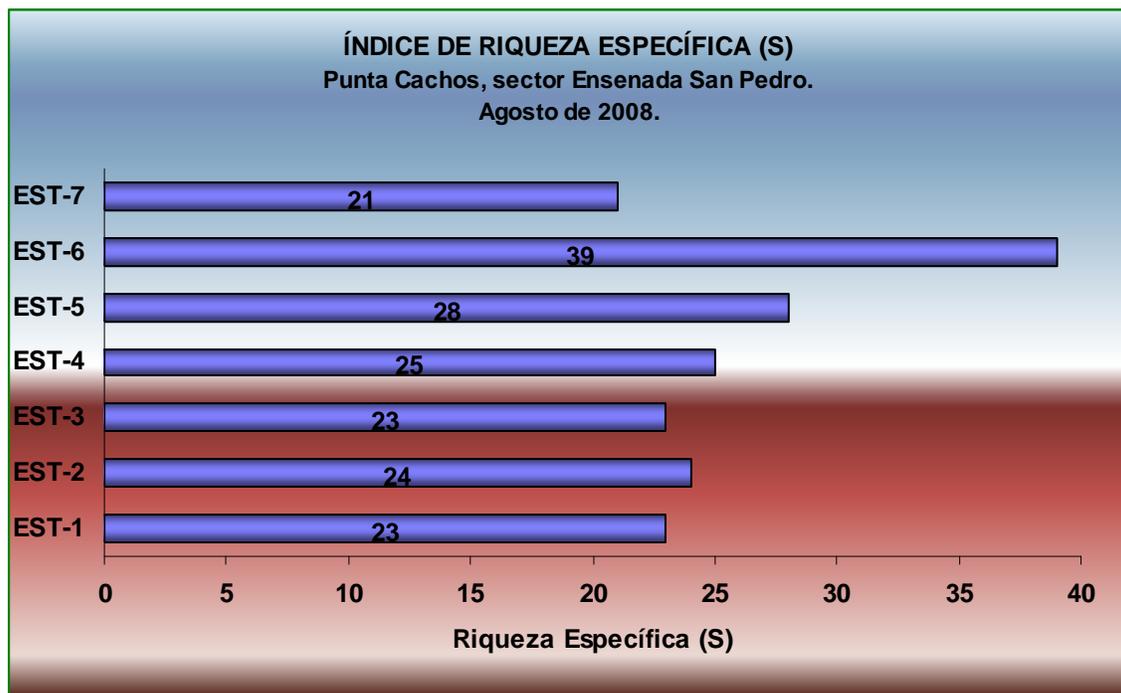


Figura 6.1.2.4. Variación del índice de riqueza específica (S) por estación. Sector Ensenada San Pedro, Bahía Chascos. Agosto de 2008.

Correlacionando los resultados de los análisis físicos y químicos de los sedimentos de E. San Pedro, campaña de invierno, con los resultados de los índices ecológicos de las comunidades macrobentónicas submareales, se desprende que éstas presentan una estructura comunitaria diversa, con comunidades que evidencian algunos signos de alteración y otras en buen estado. Esto será corroborado en los siguientes análisis.

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	163
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

- **Relación Abundancia/Biomasa: Curvas ABC**

Se realizó un análisis que complementa lo antes expuesto, correspondiente al método de comparación de las curvas de abundancia y biomasa, conocido como el método de las curvas ABC o k-dominancia. Como ya se mencionó anteriormente, para utilizar este análisis, de acuerdo a Carrasco *et al.* (1996), sólo tiene validez estadística al ser aplicada en estaciones con un número igual o mayor a 8 especies; menor a este número de taxa se considera semidesfaunado y, por tanto, las estaciones se clasificarían como Muy Contaminadas. En este contexto, se graficarán todas las estaciones, ya que todas presentaron riquezas mayores a las antes señaladas, observándose los resultados en las **Figura 6.1.2.5 a Figura 6.1.2.8**. De esta manera, las estaciones se podrían clasificar de la siguiente manera:

Estaciones con Comunidades No Alteradas : 1, 2, 3, 5 y 7 (control)
Estaciones con Comunidades Moderadamente Alteradas : 4 y 6
Estaciones con Comunidades Muy Alteradas : -

Estos resultados denotan que las comunidades estudiadas se clasifican como No Alteradas y Moderadamente Alteradas. Estos resultados coinciden parcialmente con los resultados obtenidos de los diferentes índices ecológicos, toda vez que las estaciones 2, 3 y 7, clasificadas como con Polución Ligera, son clasificadas como No Alteradas según los resultados arrojados por las curvas ABC.

Por otra parte, las estaciones 1, 4, 5 y 6 son clasificadas como con Polución No Detectable por los índices ecológicos, lo que coincide parcialmente con los resultados arrojados por las curvas ABC, donde se clasifican las estaciones 1 y 5 como Comunidades No Alteradas y las estaciones 4 y 6 como Moderadamente Alteradas.

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	164
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Asimismo, pese a que estas curvas ABC son una herramienta bastante utilizada en la literatura muchas veces no funcionan, llegando a indicar situaciones de perturbación o buen estado en ambiente en donde ello es evidentemente lo contrario. De lo anterior se desprende que, si bien los resultados de las curvas ABC denotan comunidades en que varían entre no alteradas y muy alteradas, lo cual coincide parcialmente con los índices bioecológicos, estos deben ser realizados, como lo sugiere Aderlini & Wear (1992) repetidamente en el tiempo, de manera de suministrar una evaluación más exacta de la contaminación inducida y/o disturbios físicos y biológicos naturales.

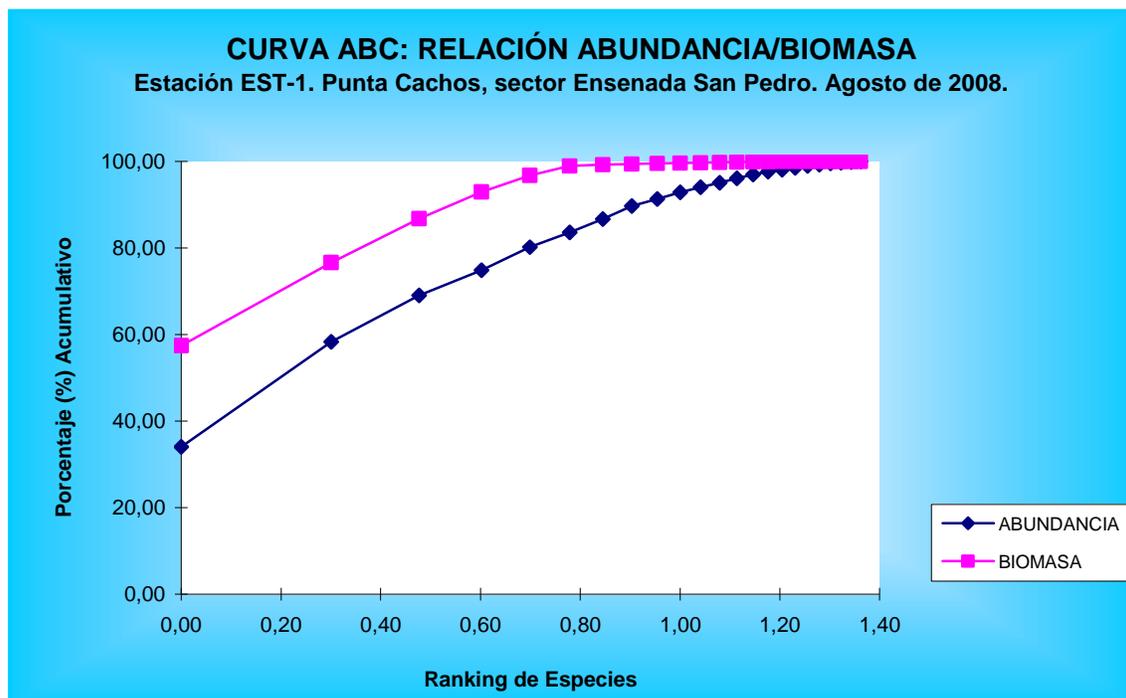


Figura 6.1.2.5. Curva de relación abundancia/biomasa de la estación 1. Sector Ensenada San Pedro, Bahía Chascos. Agosto de 2008.

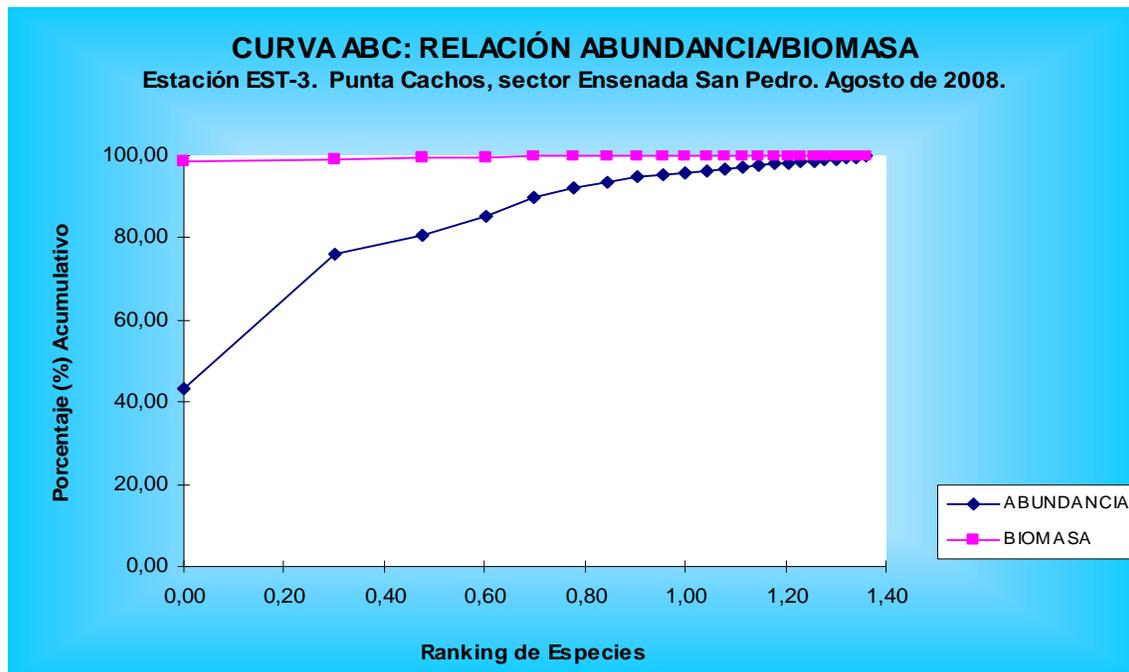
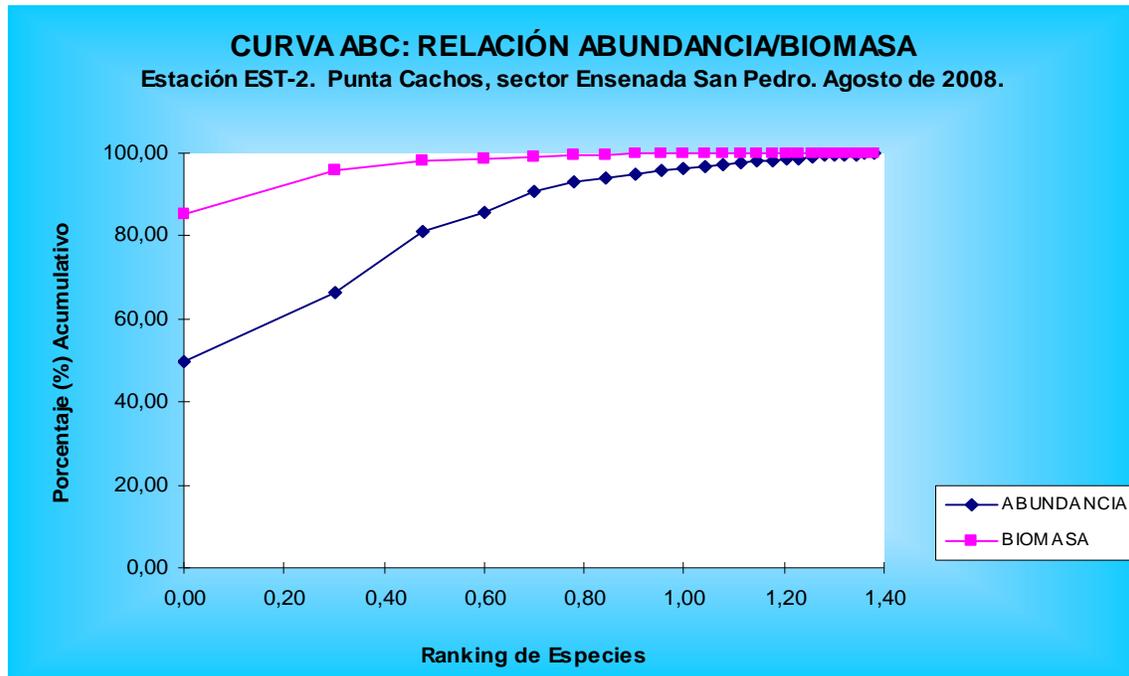


Figura 6.1.2.6. Curvas de relación abundancia/biomasa de las estaciones 2 y 3. Sector Ensenada San Pedro, Bahía Chascos. Agosto de 2008.

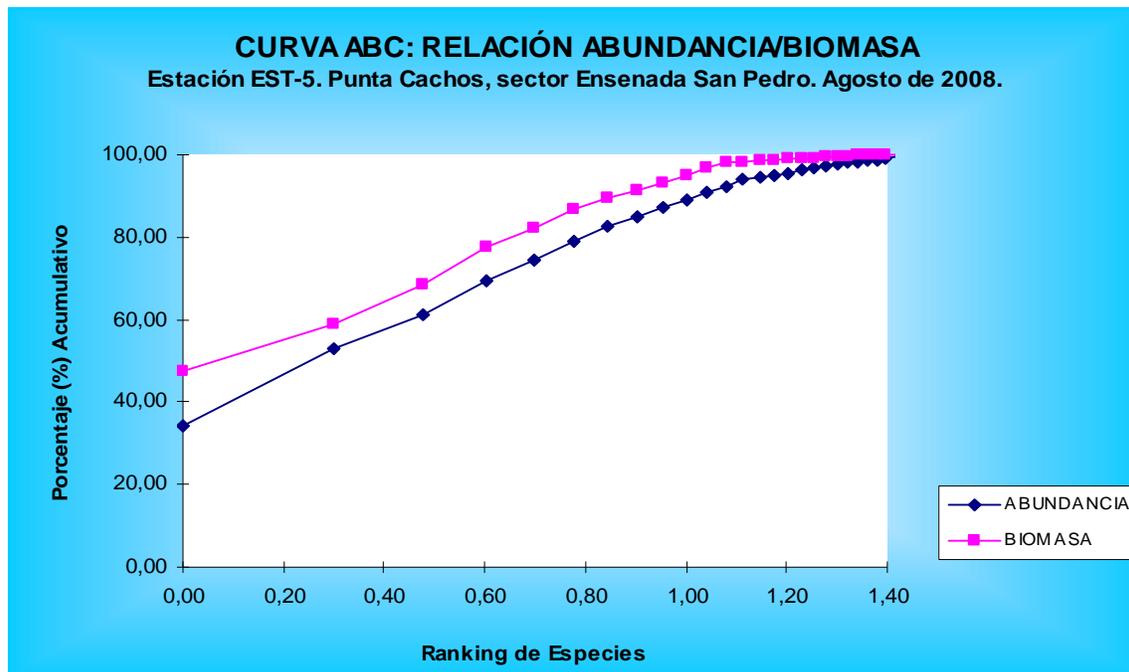
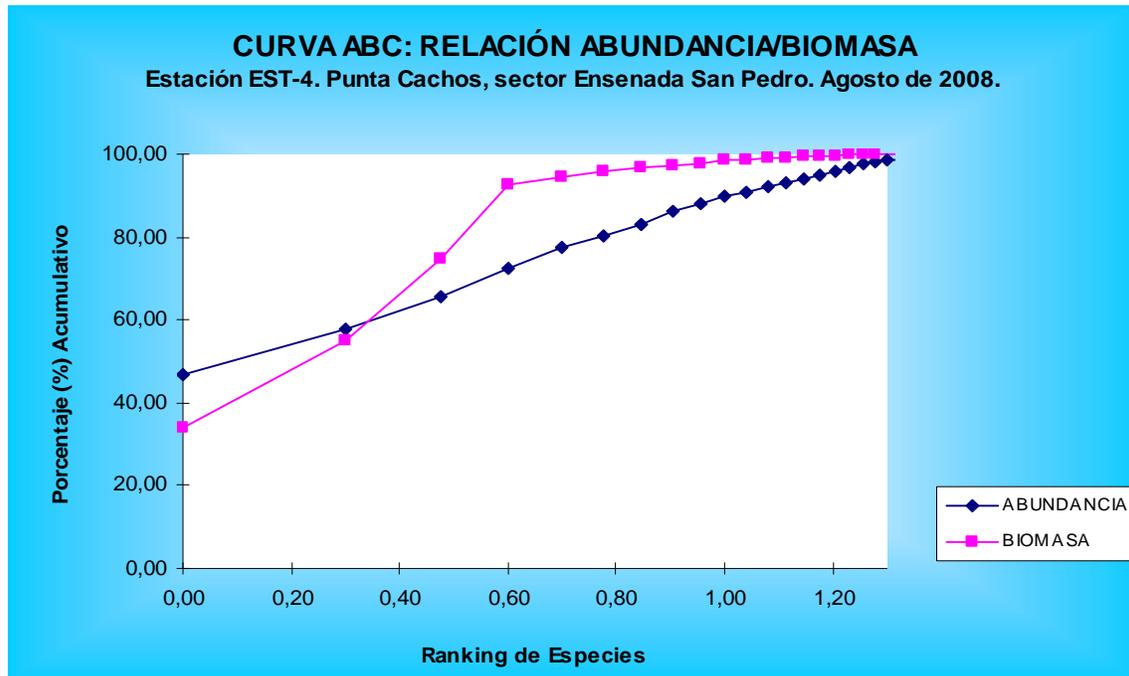


Figura 6.1.2.7. Curvas de relación abundancia/biomasa de las estaciones 4 y 5. Sector Ensenada San Pedro, Bahía Chascos. Agosto de 2008.

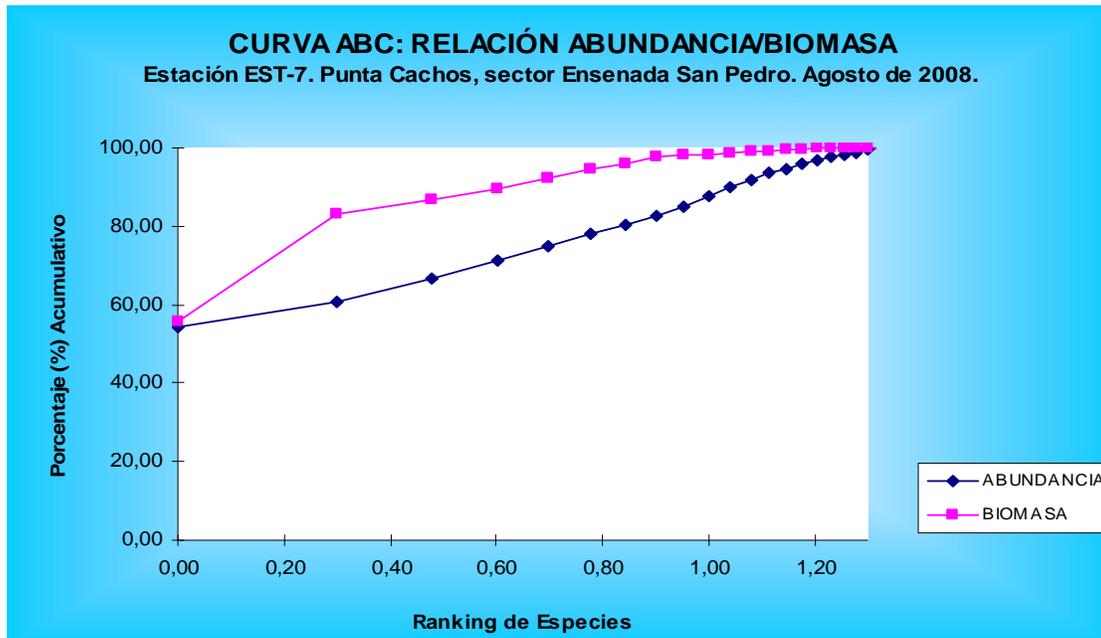
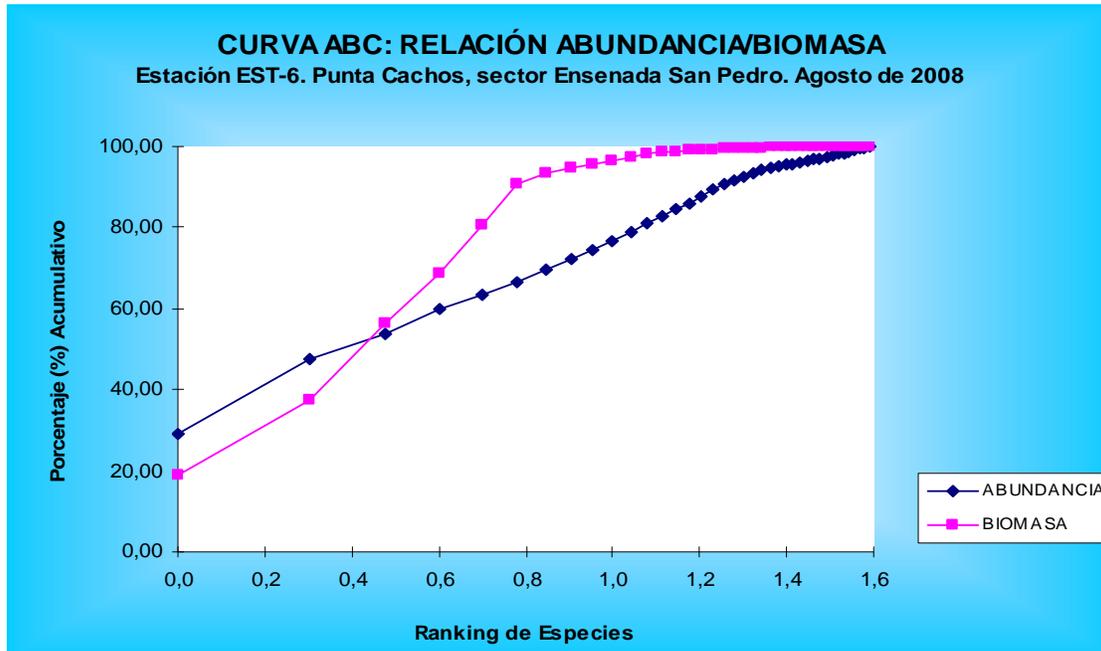


Figura 6.1.2.8. Curvas de relación abundancia/biomasa de las estaciones 6 y 7. Sector Ensenada San Pedro, Bahía Chascos. Agosto de 2008.

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	168
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

- **Análisis de Clasificación: Dendrogramas**

Se utilizó para las estaciones de E. San Pedro (Bahía Chascos) la técnica denominada Análisis de Clasificación Numérica o de Conglomerados permite separar los efectos de los contaminantes (“estresores”) de la variabilidad ambiental natural de las comunidades en estudio, delimitando grupos de muestras biológicamente similares.

Como se observa en la **Figura 6.1.2.9**, si se considera un nivel de decisión del 75% de disimilitud para separar grupos (Palma *et al.*, 1982), se podría determinar la presencia aparente de dos grupos: uno conformado por las estaciones 3 y 4, y otro formado por las restantes estaciones. Sin embargo, la formación de estos grupos es poco representativa de la composición faunística de cada estación, puesto que la similitud entre las estaciones es bastante baja, como se corroborará en el análisis ENM siguiente. Estas bajas similitudes serían un reflejo de las características físicas de los sedimentos y las condiciones químicas de cada una de las estaciones.

Lo anterior confirma que para fijar el grado de polución de las comunidades, es imposible ignorar la textura de los sedimentos, puesto que es posible obtener inferencias erróneas, como lo ha demostrado Maurer & Haydock (1989).

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	169
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

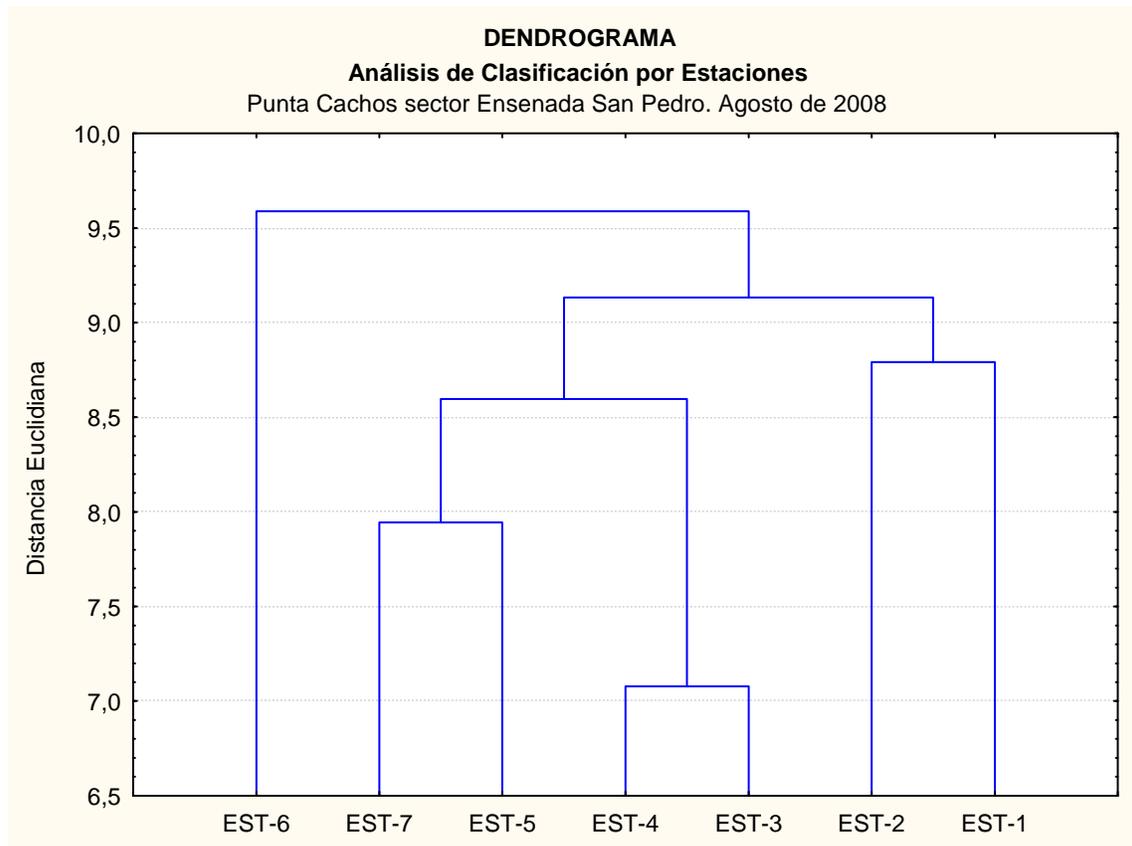


Figura 6.1.2.9. Dendrograma clasificadorio de las estaciones de comunidades bentónicas submareales. Sector Ensenada San Pedro, Bahía Chascos. Agosto de 2008.

- **Escalamiento No-métrico Multidimensional**

Se utilizó el análisis de ENM para las estaciones de E. San Pedro, a fin de ubicar las muestras o especies en un espacio de ordenación de baja dimensión. En la **Figura 6.1.2.10** se observa el resultado de este análisis.

Básicamente el resultado del ENM coincide con lo obtenido con el análisis de clasificación aplicado a las estaciones. Sin embargo, este análisis deja aún más en claro las características propias de las comunidades de cada una de las estaciones, hallándose todas las estaciones “repartidas” en todo el espacio vectorial del ENM.

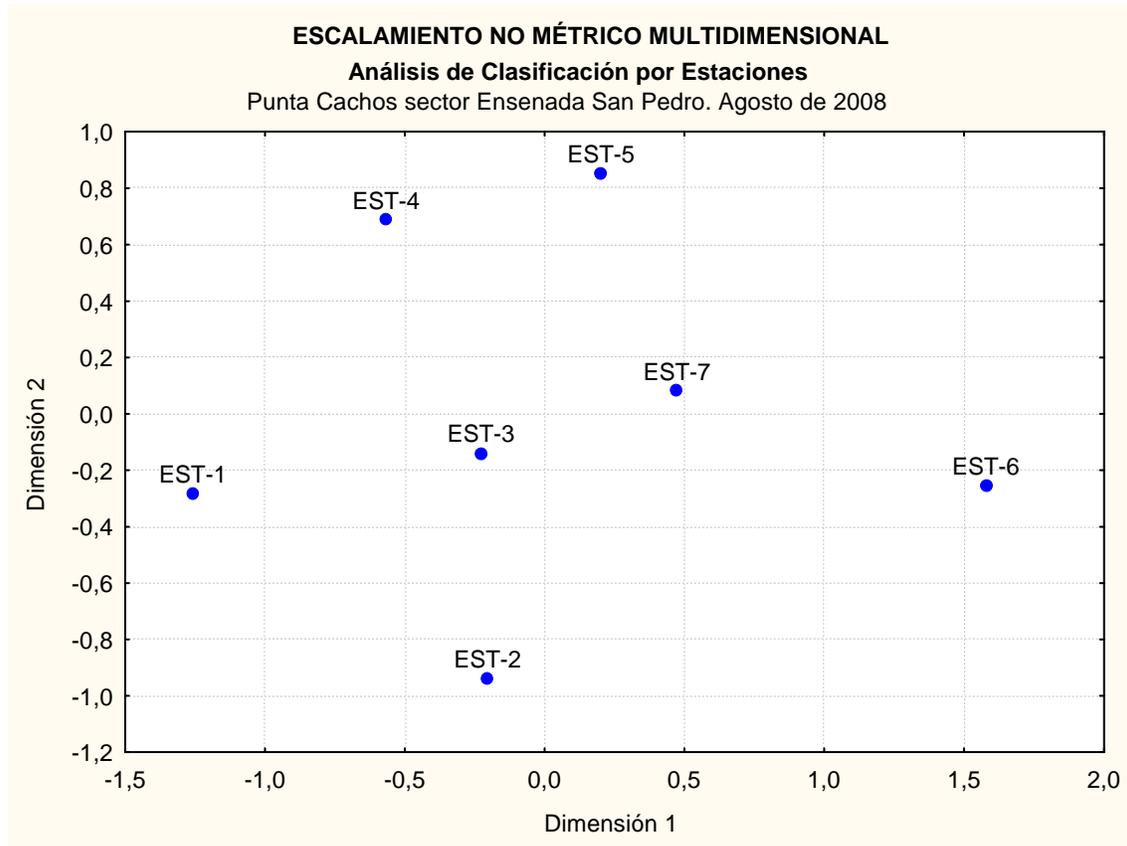


Figura 6.1.2.10. Análisis de Escalamiento No-métrico Multidimensional (ENM) por de las estaciones de comunidades bentónicas submareales. Sector Ensenada San Pedro, Bahía Chascos. Agosto de 2008.

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	171
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

- **Especies Indicadoras**

Junto con los análisis anteriores, se realizó un acercamiento de aquellas especies que pueden ser susceptibles a monitoreos, utilizando la misma metodología para las comunidades de E. San Pedro, Bahía Chascos.

De esta manera, en la **Tabla 6.1.2.5** se señalan las especies correspondientes a las clases geométricas de abundancia V y VI para las diferentes estaciones de la presente campaña. Dichas especies corresponderían a las formas sensitivas o indicadoras de contaminación, que deben ser consideradas en posteriores evaluaciones del área de E. San Pedro.

Tabla 6.1.2.5

Listado de posibles especies indicadoras de contaminación (Clase Geométrica V y VI) para las estaciones muestreadas en el presente estudio.
Ensenada San Pedro, Bahía Chascos. Julio de 2008.
(Clase Geométrica V = 16 a 31 ind/m²; Clase Geométrica VI = 32 a 63 ind/m²).

ESTACIÓN 1	ESTACIÓN 2	ESTACIÓN 3
<i>Cirolana</i> sp. <i>Cleantis chilensis</i> Lumbrineridae	<i>Branchiostoma</i> sp. Eunicidae Maldanidae Paraonidae Pisionidae	Cirratulidae Hesionidae <i>Isocladus calcarea</i> Maldanidae Nematoda <i>Nucula pisum</i> Ophiuroidea Polyplocophora Syllidae
	ESTACIÓN 7 <i>Aglaophamus</i> sp. <i>Dynamenella estai</i> <i>Isocladus calcarea</i> Orbiniidae Ostracoda 1	

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	172
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Tabla 6.1.2.5 (continuación).

ESTACIÓN 4	ESTACIÓN 5	ESTACIÓN 6
<i>Cleantis chilensis</i> <i>Dynamenella estai</i> Eunicidae <i>Notomastus sp.</i> Paraonidae <i>Xanthochorus</i> <i>cassidiformis</i>	<i>Aglaophamus peruana</i> Cirratulidae Glycymerididae <i>Notomastus sp.</i> <i>Oliva peruviana</i> Ophelliidae <i>Pinnixa sp.</i> Sabellidae <i>Salitra radwini</i>	<i>Agathothoma ordinaria</i> <i>Aglaophamus peruana</i> Amphinomidae Anthozoa Capitellidae Cirratulidae <i>Cleantis chilensis</i> <i>Crenella sp.</i> <i>Cyclocardia compressa</i> <i>Dynamenella estai</i> Eunicidae Gammaridea <i>Glycera sp.</i> <i>Glycymeris ovatus</i> <i>Isocladus calcarea</i> Maldanidae <i>Metharpinia longirostri</i> Aplacophora <i>Nassarius gayi</i> Nematoda Onuphidae Ophelliidae Ophiuroidea Orbiniidae Ostracoda 1 Oweniidae <i>Pagurus villosus</i> Phyllodocidae Pisionidae <i>Polinices uber</i> Polynoidae <i>Polyplacophora</i> <i>Protothaca thaca</i> <i>Rissoina inca</i> Sabellidae <i>Sphaeromatidae</i> Syllidae Terebellidae

 EcoTECNOS	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	173
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

6.1.3 Conclusiones del Estudio de Comunidades Macrobentónicas Submareales

Los resultados antes expuestos permiten concluir que *las comunidades macrobentónicas submareales de los sedimentos de las estaciones ubicadas en Punta Cachos, sector Ensenada San Pedro, Bahía Chascos, presentan una condición diversa, que fluctúa entre un buen estado y moderadamente alteradas en esta campaña de invierno.* El análisis de los diversos índices ecológicos junto con el análisis de las curvas ABC, muestran la buena a moderadamente alterada condición de las comunidades de este sector. Sólo en algunos casos, la alta dominancia de algunas especies produce algunas disminuciones en los índices ecológicos esperados. Es el caso de la estación 3, donde la dominancia ejercida por los taxa *T. cingulata* y *Amphinomidae*, con cerca del 76% de la abundancia total, produce una disminución en los índices ecológicos de diversidad y uniformidad.

En tanto, los análisis clasificatorios y de ordenación de las estaciones indican más bien una escasa similitud entre las estaciones, sin mostrar un patrón claro relacionado, por ejemplo, con la cercanía a la costa o la profundidad de las estaciones, lo que da cuenta de la particularidad de las estructura comunitaria de cada una de las estaciones analizadas..

Respecto de otros estudios realizados en las costas de Chile, los resultados indican para E. San Pedro (Bahía Chascos), campaña de invierno, una riqueza de especies comparativamente alta, con una estructura porcentual en el que destaca el alto porcentaje de poliquetos, lo que se relacionaría con el alto contenido de materia orgánica de los sedimentos.

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	174
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

6.1.4 **Bibliografía del Estudio de Comunidades Macrobentónicas Submareales**

Alimentos Pacific Star S.A. 2000. Caracterización de Riles y Monitoreo Ambiental Marítimo, Canal Chiguao, Quellón, X Región.

Anderlini, V.C. & R.G. Wear. 1992. The effect of sewage and natural seasonal disturbances on benthic macrofaunal communities in Fitzroy Bay, Wellington, New Zealand. *Marine Pollution Bulletin*, 24: 21-26.

Beukema, J.J. 1988. An evaluation of the ABC-method (abundance / biomass comparison) as applied to macrozoobenthic communities living on tidal flats in the Dutch Wadden Sea. *Marine Biology*, 99: 425-433.

Burd, B.J.; Nemeč, A. & R.O. Brinkhurst. 1990. The development and application of analytical methods in benthic marine infaunal studies. *Adv. Mar. Biol.*, 26: 162-247.

Carrasco, F.D. & V. Gallardo. 1989. La contaminación marina y el valor de la macroinfauna bentónica en su evaluación y vigilancia: casos de estudio en el litoral de Concepción, Chile. *Biología Pesquera*, 18: 15-27.

Carrasco, F.; Carbajal, W. & M. Palma. 1996. El macrobentos del sublitoral de bahía San Vicente, Chile: dominancia ecológica y diversidad específica en un gradiente de enriquecimiento orgánico. *Gayana Oceanológica*, 4(2): 195-211.

Cassie, R.M. & A.D. Michael. 1968. Fauna and sediment of an intertidal mudflat: a multivariate analysis. *Journal of experimental marine biology and ecology* 2: 1-23.

EcoTecnos Ltda. 2003. Estudio de Línea Base Marina de los Terminales Marítimos de Copec S.A., Copec Mobil, Shell Chile y Esso Chile en el Sector Las Salinas de Viña del Mar. Informe Técnico INF-PETROL/092003. 129 pp.

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	175
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

- Elliot, J. M.** 1977. Some Methods for the Statistical Analysis of Samples of Benthic Invertebrates. FBA Scientific Publication N°25. 2nd Edition. 155 pp.
- Gallardo, V.** 1963. Notas sobre densidad de la fauna bentónica en el sublitoral del norte de Chile. Gayana Zoología 10: 1-15.
- Gaston, G. & K. Edds.** 1994. Long-term study of benthic communities on the continental shelf off Cameron, Louisiana: A review of Brine Effects and hipoxya. Gulf Research Report, 9(1): 57-64.
- Gerlach, S.A.** 1972. Die Produktionleistung des Benthos in der Helgoländer Bucht. Verhandlungsbericht der Deutschen Zoologischen Gesellschaft, 65: 1 – 13.
- Gray, J.S.** 1979. The development of a monitoring programme for Norway's coastal marine fauna. Ambio 8: 176-179.
- Gray, J.S.** 1981. The ecology of marine sediments. An introduction to the structure and function of benthic communities. Cambridge University Press. 185 p.
- Gray, J.S. & F.B. Mirza.** 1979. A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. Mar. Poll. Bull. 10: 142-146.
- Gray, J.S. & T.H. Pearson.** 1982. Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. I. Comparative methodology. Marine Ecology Progress Series: 111-119.
- Hendey, N.I.** 1977. The species diversity index of some inshore diatom communities and its use in assessing the degree of pollution insult on parts of the North Coast of Cornwall. Nova Hedwigia Beih. 54: 355-358.

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	176
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Legendre, L. & P. Legendre. 1979. Ecologie numérique, Volume 2: la structure des données écologiques. Masson, Paris et Press de l'Université du Québec, 254 p.

Lie, U. 1969. Standing crop of benthic infauna in puget sound and off the coast of Washington. J. Fish. Res. Board. Can., 26: 55-62.

Lobo, E. & H. Kobayasi. 1990. Shannon's diversity index to some freshwater diatom assemblages in the Sakawa River System (Kanagawa Pref., Japan) and its use as indicator of water quality. Jpn. J. Phycol. (Sôuri), 38: 229-243.

Lloyd, M.; J. Zar & J. Karr. 1968. On the calculation of information-theoretical measures of diversity. The Am. Midl. Nat., 79(2): 257-272.

Maurer, D. & I. Haydock. 1989. Coefficient of Pollution: Palos Verde California Shelf 1973 – 1984. Mar. Poll. Bull., 20(5): 219-222.

McArthur, R.H. 1969. Patterns of communities in the tropics. Biol. J. Linn. Soc., 1: 19-30.

Margalef, R. 1968. Perspective en ecological theory. Chicago, University of Chicago Press. 111 p. (Chicago Series in Biology).

Palma, W., F. Carrasco, O. Aracena & I. Perez. 1982. Macroinfauna de playa arenosas de la Bahía Concepción, Chile. Ciec. Y Tec. del Mar, CONA 6: 101-115.

Pearson, T. & J. Blacktock. 1983. Selection on indicator species: a coordinated ecological and biochemical approach to the assesment of pollution. Oceanology Acta 6: 147-151.

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	177
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Pearson, T., Gray, J.S. & P.J. Johannsen. 1983. Objective selection of sensitive species indicative of pollution – induced change in benthic communities 2. Data analysis. Marine Ecology Progress Series: 12: 234-255.

Pearson, T.H. & R. Rosemberg. 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. Oceanography and Marine Biology Annual Review. 16: 229-311.

Pielou, E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. Journal Theoretical Biology, 13: 131-144.

Reisch, D.J. 1972. The use of marine vertebrate as indicators of varying degrees of marine pollution. Marine pollution an sea life. Ed. Fishing new (Book) Ltda. England, 203-207.

Shannon, C. & W. Weaver. 1963. The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press, Urbana. 117 p.

Silob Chile. 2002. Declaración de Impacto Ambiental para el Proyecto Crianza y Engorde de Salmones, Isla Taucolón, Chiloé, Xª Región. Elaborado para el Sr. Claudio Pérez G.

Striplin, B.; G. Braun & G. Bilyard. 1992. Marine Benthic Community Structure Assessment. In: Sediment Classification Methods Compendium. Chapter 9. EPA 823-R-92-006.

Tie, Y & Lu Haijing. 1993. Benthic Fauna an Marine Pollution Monitoring: A Review of Ecological Monitoring Methods. Collected Oceanic Works, 16 (2): 65-74.

 EcoTECNOS	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	178
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Warwick, R.M. 1986. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Mar. Biol.*, 92:557-562.

Warwick, R.M. & K.R. Clarke. 1993. A comparison of some methods for analyzing changes in benthic community structure. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 71(1): 225-244.

Zuñiga, O.; Baeza, H. & R. Castro. 1983. Análisis de la macrofauna bentónica del sublitoral de la bahía de Mejillones del Sur. *Estudios Oceanológicos*, 3(1):41-62.

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	179
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

6.2 ESTUDIO DE COMUNIDADES MACROBENTÓNICAS INTERMAREALES

6.2.1 Metodología de Estudio de Comunidades Macrobentónicas Intermareales

El día 31 de julio de 2008 se efectuó el muestreo de las comunidades macrobentónicas de fondos duros intermareales del área emplazada en el sector suroeste de Punta Cachos, al suroeste de Bahía Chascos en la **Ensenada San Pedro**, desde los 27°40'0,55' S; 71°01'19,09' W hasta los 27°39'41,47' S; 71°01'42,9 7' W (**Fotografía 6.2.1.1 a) a f)**). Las transectas se denominaron como T-1 a T-6.

En cada transecta se efectuó un recorrido, identificando en detalle las especies de flora y fauna macrobentónicas visibles, haciendo uso de una grilla o cuadrante de 50x50 cm (**Fotografía 6.2.1.2**).

En cada transecta se considerarán 10 puntos o estaciones de muestreo equidistantes entre sí. En cada punto donde se colocó la grilla, se contabilizaron las especies presentes en la intersección de la grilla, identificando las especies presentes. Para el registro de ellas, se utilizaron



Fotografía 6.2.1.2. Detalle de la grilla utilizada en el estudio de comunidades intermareales rocosas.

tablas de acrílico y, en caso que sea necesario, se fotografiaron las especies y/o se obtuvieron ejemplares para su identificación en las instalaciones de EcoTecnos en Viña del Mar. En el caso de extraer muestras de ejemplares, todo el material biológico fue fijado en una solución de formalina diluida en agua de mar al 4%. Con los datos obtenidos se calculó la *cobertura* promedio de cada especie expresada en porcentaje.



Fotografía 6.2.1.1. Detalle de las transectas intermareales del sector de E. San Pedro, Bahía Chascos. a) T-1, b) T-2, c) T-3, d) T-4, e) T-5, f) T-6.

 EcoTECNOS	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	181
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

El análisis faunístico se realizó considerando toda la fauna y flora identificada. Sobre esta base, se calcularon los índices que de acuerdo a Pielou (1966), Gray (1981) y Lie (1969), describen mejor las características estructurales de una comunidad y que son los recomendados por la Autoridad Marítima: *Diversidad Específica* (H' de Shannon-Weaver, 1963, modificado por Lloyd *et al.*, 1968), *Uniformidad Específica* (J de Pielou, 1966) y *Riqueza Específica* (S de Margalef, 1968).

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	182
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

6.2.2 Resultados del Estudio de Comunidades Macrobentónicas Intermareales

- **Características Físicas del Intermareal de Fondo Duro (Rocoso)**

Como se observa en la **Fotografía 6.2.2.1**, la zona del intermareal rocoso del sector de E. San Pedro, Bahía Chascos, campaña de invierno, queda totalmente descubierta sólo en fase de marea vaciante (marea baja). Ésta está constituida principalmente por una serie de promontorios rocosos. Esta zona de rocas se encuentra a lo largo de toda el área del que sería el muelle del Puerto Castilla. De acuerdo a McArdle & MaLachlan (1992), esta zona rocosa se clasificaría desde el punto de vista morfodinámico como *intermedia*, es decir, playa de característica intermedia entre disipativa y reflectiva.



Fotografía 6.2.2.1. Vista general del intermareal rocoso de E. San Pedro.

- **Características Biológicas del Intermareal de Fondo Duro (Rocoso)**

Para el caso de E. San Pedro, Bahía Chascos, debe consignarse que esta área intermareal no está constituida por un cordón rocoso, sino por una serie de rocas y promontorios que han sido colonizados por macroorganismos.

En la **Tabla 6.2.2.1** se muestran los resultados obtenidos del análisis biológico de las transectas intermareales de fondo duro estudiadas en E. San Pedro, Bahía Chascos, campaña de invierno. En ésta se observa que se pudo identificar un total de **14 especies**, siendo el grupo predominante el de las algas, con un 37% del total de especies (5 taxa), seguido por los moluscos, con 3 representantes (21% del total de especies). En la **Figura 6.2.2.1** se observa la distribución porcentual de los grupos hallados en el intermareal.

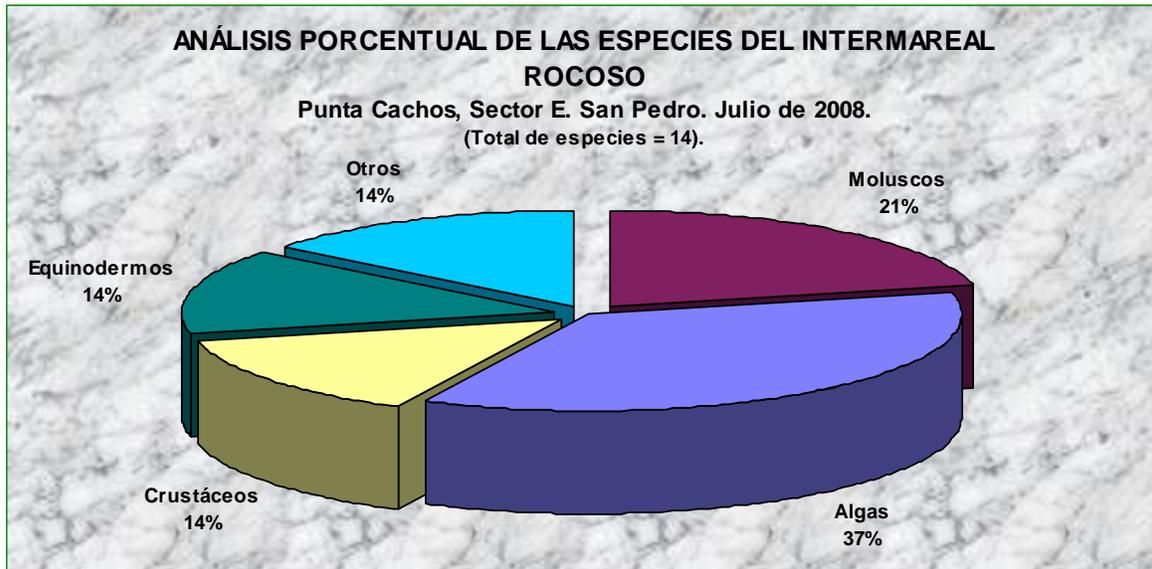


Figura 6.2.2.1. Porcentajes aportados por los diferentes grupos de especies hallados en el área de estudio. Sector Ensenada San Pedro, Bahía Chascos. Julio de 2008.

En la **Tabla 6.2.2.1** se visualiza que en prácticamente todas las transectas estudiadas el alga Phaeophyta *Mazaella laminarioides* ("luga"), es la que presenta las mayores coberturas, seguidas por el alga Chlorophyta *Ulva lactuca*. Respecto al alga *M. laminarioides* (ex *Iridaea laminaroides*), ya ha sido mencionada que esta tiene tanto importancia ecológica como económica, puesto que ocupa el segundo lugar entre las alga rojas de Chile productoras de carragenano y en el área de estudio es explotada por los pescadores locales. Esta especie se localizó tanto en pozas como en los roqueríos expuestos y semiexpuestos de la zona media de mareas, donde llega a cubrir extensas superficies. *Ulva lactuca* (a veces coexistiendo con *Ulva lobata*), crece en los sectores más protegidos sobre las rocas, tanto en la franja intermareal propiamente tal, como en la submareal.

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	184
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Las restantes especies que se describen en el área han sido citadas por otros autores. No obstante, dada las características físicas ya descritas del área estudiada, tanto las especies presentes como la zonación no coinciden en su totalidad por lo expuesto por otros autores, como Westermeier & Rivera (1978), Westermeier (1981), Guiler (1959), entre otros. Sin embargo, la totalidad de las especies aquí halladas han sido nombradas por estos autores, siendo más bien la falta de algunas especies lo que llama la atención del área analizada. Más bien, el sector, con sus roqueríos disgregados y su ciclo mareal característico, también forma un hábitat ideal para la proliferación en gran número de *M. laminarioides*, razón por la cual es explotada localmente.

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	185
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Tabla 6.2.2.1

Especies del intermareal de fondo duro presentes en el área de estudio. Sector Ensenada San Pedro, Bahía Chascos. Julio de 2008.

TRANSECTA 1		
Intermareal Superior		
	COBERTURA	H'
	(%)	
<i>Nodilittorina peruviana</i>	10,00	0,5000
<i>Ulva lactuca</i>	5,00	0,5000
<i>Mesophyllum</i> sp.	5,00	0,5000
TOTAL	20,00	
Roca desnuda	80,00	
	H'	1,500
	J'	0,946
	S	3

TRANSECTA 1		
Intermareal Medio		
	COBERTURA	H'
	(%)	
<i>Anemonia alicemartinae</i>	10,00	0,4823
<i>Ulva lactuca</i>	10,00	0,4823
<i>Mazaella laminarioides</i>	20,00	0,5200
<i>Nodilittorina peruviana</i>	5,00	0,3522
TOTAL	45,00	
Roca desnuda	55,00	
	H'	1,837
	J'	0,918
	S	4

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	186
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Tabla 6.2.2.1 (continuación).

TRANSECTA 1		
Intermareal Inferior		
	COBERTURA	H'
	(%)	
<i>Heliaster heliantus</i>	5,00	0,4011
<i>Mazaella laminarioides</i>	20,00	0,4614
<i>Lessonia nigrescens</i>	10,00	0,5164
TOTAL	35,00	
Roca desnuda	65,00	
	H'	1,379
	J'	0,870
	S	3

TRANSECTA 1		
Promedio Intermareal		
	COBERTURA	H'
	(%)	
<i>Anemonia alicemartinae</i>	3,33	0,3322
<i>Heliaster heliantus</i>	1,67	0,2161
<i>Lessonia nigrescens</i>	3,33	0,3322
<i>Mazaella laminarioides</i>	13,33	0,5288
<i>Mesophyllum</i> sp.	1,67	0,2161
<i>Nodilittorina peruviana</i>	5,00	0,4106
<i>Ulva lactuca</i>	5,00	0,4106
TOTAL	33,33	
Roca desnuda	66,67	
	H'	2,447 (0,332)
	J'	0,871 (0,554)
	S	7

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	187
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Tabla 6.2.2.1 (continuación).

TRANSECTA 2		
Intermareal Superior		
	COBERTURA	H'
	(%)	
Roca desnuda	100,00	
	H'	0,000
	J'	0,000
	S	0

TRANSECTA 2		
Intermareal Medio		
	COBERTURA	H'
	(%)	
<i>Nodilittorina peruviana</i>	5,00	0,380
<i>Porphyra columbina</i>	2,00	0,220
<i>Mazaella laminarioides</i>	20,00	0,494
<i>Ulva Lactuca</i>	10,00	0,504
<i>Leptograpsus variegatus</i>	2,00	0,220
TOTAL	39,00	
Roca desnuda	61,00	
	H'	1,817
	J'	0,783
	S	5

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	188
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Tabla 6.2.2.1 (continuación).

TRANSECTA 2		
Intermareal Inferior		
	COBERTURA (%)	H'
<i>Heliaster heliantus</i>	10,00	0,500
<i>Mesophyllum</i> sp	5,00	0,500
<i>Phymanthea pluvia</i>	5,00	0,500
TOTAL	20,00	
	H'	0,000
	J'	0,000
	S	3

TRANSECTA 2		
Promedio Intermareal		
	COBERTURA (%)	H'
<i>Heliaster heliantus</i>	3,33	0,434
<i>Leptograpsus variegatus</i>	0,67	0,166
<i>Mesophyllum</i> sp.	1,67	0,302
<i>Nodilittorina peruviana</i>	1,67	0,302
<i>Phymanthea pluvia</i>	1,67	0,302
<i>Mazaella laminarioides</i>	6,67	0,529
<i>Porphyra columbina</i>	0,67	0,166
<i>Ulva Lactuca</i>	3,33	0,434
TOTAL	19,67	
Roca desnuda	80,33	
	H'	2,634 (0,912)
	J'	0,878 (0,486)
	S	8

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	189
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Tabla 6.2.2.1 (continuación).

TRANSECTA 3		
Intermareal Superior		
	COBERTURA	H'
	(%)	
<i>Nodilittorina peruviana</i>	1,00	0,000
TOTAL	1,00	
Roca desnuda	99,00	
	H'	0,000
	J'	0,000
	S	1

TRANSECTA 3		
Intermareal Medio		
	COBERTURA	H'
	(%)	
<i>Phymanthea pluvia</i>	1,00	0,138
<i>Porphyra columbina</i>	5,00	0,385
<i>Nodilittorina peruviana</i>	3,00	0,289
<i>Mazaella laminarioides</i>	15,00	0,529
<i>Heliaster heliantus</i>	2,00	0,224
<i>Scurria scurra</i>	1,00	0,138
<i>Ulva lactuca</i>	10,00	0,507
<i>Anemonia alicemartinae</i>	1,00	0,138
TOTAL	38,00	
Roca desnuda	62,00	
	H'	2,348
	J'	0,783
	S	8

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	190
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Tabla 6.2.2.1 (continuación).

TRANSECTA 3		
Intermareal Inferior		
	COBERTURA	H'
	(%)	
<i>Lessonia nigrescens</i>	40,00	0,508
<i>Mazaella laminarioides</i>	10,00	0,368
<i>Nodilittorina peruviana</i>	3,00	0,173
<i>Mesophyllum</i> sp.	30,00	0,531
TOTAL	83,00	
Roca desnuda	17,00	
	H'	1,579
	J'	0,790
	S	4

TRANSECTA 3		
Promedio Intermareal		
	COBERTURA	H'
	(%)	
<i>Anemonia alicemartinae</i>	0,33	0,032
<i>Heliaster heliantus</i>	0,67	0,056
<i>Lessonia nigrescens</i>	13,33	0,424
<i>Mesophyllum</i> sp	10,00	0,368
<i>Nodilittorina peruviana</i>	2,33	0,145
<i>Phymanthea pluvia</i>	0,33	0,032
<i>Mazaella laminarioides</i>	8,33	0,333
<i>Porphyra columbina</i>	1,67	0,113
<i>Scurria scurra</i>	0,33	0,032
<i>Ulva lactuca</i>	3,33	0,186
TOTAL	40,66	
Roca desnuda	59,34	
	H'	1,721 (1,215)
	J'	0,518 (0,453)
	S	10

Tabla 6.2.2.1 (continuación).

TRANSECTA 4		
Intermareal Superior		
	COBERTURA (%)	H'
<i>Nodilittorina peruviana</i>	20,00	0,000
TOTAL	20,00	
Roca desnuda	80,00	
	H'	0,000
	J'	0,000
	S	1

TRANSECTA 4		
Intermareal Medio		
	COBERTURA (%)	H'
<i>Nodilittorina peruviana</i>	20,00	0,529
<i>Mazaella laminarioides</i>	30,00	0,442
TOTAL	50,00	
Roca desnuda	50,00	
	H'	0,529
	J'	0,529
	S	2

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	192
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Tabla 6.2.2.1 (continuación).

TRANSECTA 4		
Intermareal Inferior		
	COBERTURA	H'
	(%)	
<i>Tetrapygyus miger</i>	5,00	0,305
<i>Nodilittorina peruviana</i>	5,00	0,305
<i>Ulva lactuca</i>	1,00	0,101
<i>Lessonia nigrescens</i>	1,00	0,101
<i>Mazaella laminarioides</i>	15,00	0,505
<i>Heliaster heliantus</i>	10,00	0,437
<i>Scurria scurra</i>	1,00	0,101
<i>Jehlius cirratus</i>	20,00	0,530
TOTAL	58,00	
Roca desnuda	42,00	
	H'	2,384
	J'	0,795
	S	8

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	193
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Tabla 6.2.2.1 (continuación).

TRANSECTA 4		
Promedio Intermareal		
	COBERTURA	H'
	(%)	
<i>Heliaster heliantus</i>	3,33	0,237
<i>Jehlius cirratus</i>	6,67	0,359
<i>Lessonia nigrescens</i>	0,33	0,043
<i>Nodilittorina peruviana</i>	15,00	0,505
<i>Scurria scurra</i>	0,33	0,043
<i>Mazaella laminarioides</i>	15,00	0,505
<i>Tetrapygyus miger</i>	1,67	0,147
<i>Ulva lactuca</i>	0,33	0,043
TOTAL	42,67	
Roca desnuda	57,33	
	H'	1,880 (1,215)
	J'	0,627 (0,250)
	S	8

TRANSECTA 5		
Intermareal Superior		
	COBERTURA	H'
	(%)	
Roca desnuda	100,00	
	H'	0,000
	J'	0,000
	S	0

Tabla 6.2.2.1 (continuación).

TRANSECTA 5			
Intermareal Medio			
		COBERTURA	H'
		(%)	
<i>Nodilittorina peruviana</i>		1,00	0,000
	TOTAL	1,00	
Roca desnuda		99,00	
	H'		0,000
	J'		0,000
	S		1

TRANSECTA 5			
Intermareal Inferior			
		COBERTURA	H'
		(%)	
<i>Heliaster heliantus</i>		5,00	0,296
<i>Acanthopleura echinata</i>		2,00	0,162
<i>Lessonia nigrescens</i>		15,00	0,498
<i>Mesophyllum</i> sp.		30,00	0,504
<i>Mazaella laminarioides</i>		7,00	0,358
<i>Nodilittorina peruviana</i>		1,00	0,097
<i>Scurria scurra</i>		1,00	0,097
	TOTAL	61,00	
Roca desnuda		39,00	
	H'		2,012
	J'		0,717
	S		7

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	195
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Tabla 6.2.2.1 (continuación).

TRANSECTA 5		
Promedio Intermareal		
	COBERTURA	H'
	(%)	
<i>Acanthopleura echinata</i>	0,67	0,071
<i>Heliaster heliantus</i>	1,67	0,142
<i>Lessonia nigrescens</i>	5,00	0,296
<i>Mesophyllum</i> sp.	10,00	0,428
<i>Nodilittorina peruviana</i>	0,67	0,071
<i>Mazaella laminarioides</i>	2,33	0,180
<i>Scurria scurra</i>	0,33	0,041
TOTAL	20,66	
Roca desnuda	79,34	
	H'	1,229 (0,977)
	J'	0,438 (0,378)
	S	7

TRANSECTA 6		
Intermareal Superior		
	COBERTURA	H'
	(%)	
Roca desnuda	100,00	
	H'	0,000
	J'	0,000
	S	0

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	196
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Tabla 6.2.2.1 (continuación).

TRANSECTA 6		
Intermareal Medio		
	COBERTURA (%)	H'
<i>Mazaella laminarioides</i>	20	0,067
<i>Nodilittorina peruviana</i>	1,00	0,209
TOTAL	21,00	
Roca desnuda	79,00	
	H'	0,209
	J'	0,209
	S	2

TRANSECTA 6		
Intermareal Inferior		
	COBERTURA (%)	H'
<i>Lessonia nigrescens</i>	5,00	0,431
<i>Nodilittorina peruviana</i>	5,00	0,431
<i>Mesophyllum</i> sp.	20,00	0,390
TOTAL	30,00	
Roca desnuda	70,00	
	H'	1,252
	J'	0,790
	S	3

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	197
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Tabla 6.2.2.1 (continuación).

TRANSECTA 6		
Promedio Intermareal		
	COBERTURA	H'
	(%)	
<i>Lessonia nigrescens</i>	1,67	0,232
<i>Mazaella laminarioides</i>	6,67	0,482
<i>Mesophyllum</i> sp.	6,67	0,482
<i>Nodilittorina peruviana</i>	2,00	0,260
TOTAL	17,00	
Roca desnuda	83,00	
	H'	1,457 (0,723)
	J'	0,728 (0,456)
	S	4

6.2.3 Conclusiones del Estudio de Comunidades Macrobentónicas Intermareales

Los resultados obtenidos en E. San Pedro, Bahía Chascos, para las comunidades intermareales de fondo duro son similares a los que se han hallado en otras zonas intermareales a nivel nacional, como en la bahía de Antofagasta (Guiler 1959 y Stepherson & Syepheron 1972), así como lo descrito por Guiler (1959), donde indica que los límites superiores de los promontorios rocosos están cubiertos de *Jehlius cirratus* y *Littorina peruviana*. En el presente estudio fue posible determinar un total de **14 especies** distribuidas a lo largo de las transectas estudiadas, observándose algunas diferencias entre las distintas áreas estudiadas. De esta manera, en el caso de la transecta 6, se encontraron sólo 3 especies, que se ubican en el intermareal medio e inferior, en tanto que la transecta 3 fue la que arrojó la mayor riqueza, con 9 especies, distribuidas en el intermareal superior, medio e inferior. Claramente el sector NW estudiado presenta una mayor riqueza de especies, lo que estaría determinado por el tipo de sedimento, dominado por promontorios rocosos.

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	198
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

En general, en aquellas estaciones en las que se hallaron especies, es posible constatar una similitud entre la zonación y el tipo de especies encontradas en este estudio en comparación de aquellos referenciados anteriormente, lo que indica que el área se encuentra libre de alteración en el sector de la costa.

En tanto, las comunidades presentes en el intermareal rocoso así como la zonación que se observa son similares a las citadas por otros autores. Las 14 especies halladas en esta zona muestran una comunidad típica de la región biogeográfica ubicada entre Arica y el Archipiélago de Chiloé, con las respectivas diferencias, dadas principalmente por las características físicas (topográficas) del área estudiada.

Vale la pena mencionar, finalmente, que si bien es posible distinguir claramente una zonación de las especies presentes, esta zonación no debe considerarse como “estática”, sino que puede variar dependiendo de la época del año y tipo de marea en la cual se efectúa el estudio, entre otros factores. No obstante lo anterior, las 14 especies halladas en esta zona muestran una comunidad típica de la región biogeográfica ubicada entre Arica y el Archipiélago de Chiloé, con las respectivas diferencias, dadas principalmente por las características físicas (topográficas) del área estudiada.

6.2.4 Bibliografía del Estudio de Comunidades Macrobentónicas Intermareales

Gray, J.S. 1981. The ecology of marine sediments. An introduction to the structure and function of benthic communities. Cambridge University Press. 185 p.

Guiler, E.R. 1959. Intertidal belt-forming species on the rocky coasts of northern Chile. Paper from the Proceedings of the Royal Society of Tasmania 93: 33-58

Lancellotti, D.A. & J.A. Vázquez. 2000. Zoogeografía de macroinvertebrados bentónicos de la costa de Chile: contribución para la conservación marina. Revista Chilena de Historia Natural. 73: 99 – 129.

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	199
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

- Lie, U.** 1969. Standing crop of benthic infauna in puget sound an off the coast of Washington. J. Fish. Res. Board. Can., 26: 55-62.
- Loyd, M.; J. Zar & J. Karr.** 1968. On the calculation of information-theoretical measures of diversity. The Am. Midl. Nat., 79(2): 257-272.
- Margalef, R.** 1968. Perspective en ecological theory. Chicago, University of Chicago Press. 111 p. (Chicago Series in Biology).
- McArdle, S.B. & A. McLachlan.** 1992. Sand beach ecology: swash features relevant to the macrofauna. J. Coast. Res., 8: 398-407.
- Pielou, E.C.** 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. Journal Theoretical Biology, 13: 131-144.
- Shannon, C. & W. Weaver.** 1963. The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press, Urbana. 117 p.
- Stephenson, T.A. y Anne Stephenson.** 1972. Life between tidemarks on rocky shores. W. H. Freeman & Co., San Francisco, 425 pp.
- Westermeier, R. & C. Ramírez.** 1978. Algas marinas de Niebla y Mehuín (Valdivia - Chile) Medio Ambiente (Chile) 3: 44 - 49.

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	200
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

6.3 ESTUDIO DE AVIFAUNA

6.3.1 Protocolo de Estudio de Avifauna

El día 31 de julio de 2008 se efectuó la campaña de invierno de avifauna en el sector suroeste de Punta Cachos, al suroeste de Bahía Chascos en la Ensenada San Pedro, desde los 27°40'0,55' S; 71°01'19,09' W hasta los 27°39'41,47' S; 71°01'42,97' W, abarcando una longitud aproximada a los 1.200 metros de largo y 50 metros de ancho promedio (estos últimos determinados desde el borde del comienzo de la playa (zona geolitoral, de acuerdo a Alveal & Romo, 1977) y la zona de la rompiente de las olas (intermareal inferior). En total se censó un área de 60.000 m², correspondiente a el área donde se desarrollará el proyecto y sectores aledaños. El recorrido se realizó en horario AM (desde las 08:00 hrs. a las 13:30 hrs.) y PM (14:00 hrs. a las 18:30 hrs).

La metodología de estudio, consistió en contabilizar e identificar todas las aves que se presentaron en el área de estudio (**Fotografía 6.3.1**). Para tal efecto se utilizaron binoculares Nikon Monarch 10 x 42 y una cámara digital Samsung S750 7.2 Megapixeles, con la cual fueron fotografiados en terreno algunos ejemplares para posteriormente confirmar la identificación con la ayuda de la Guía de Campo de las Aves de Chile de Araya & Millie (1996) y Birds of Chile de Jaramillo *et al.* (2003). Los resultados se ordenaron en planillas de cálculo para la presentación de valores de densidad (ind/m²). Las aves censadas se separaron en zonas correspondientes a las transectas intermareales estudiadas.



Fotografía 6.3.1. Avistamiento de aves en la zona d estudio.

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	201
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Posteriormente se ordenaron los datos en planillas de cálculo para la presentación de valores de abundancia y densidad.

El presente estudio permite observar y describir la composición y concentración de aves para la época de invierno.

6.3.2 Resultados del Estudio de Avifauna

El censo de avifauna llevado a cabo en el sector de E. San Pedro arrojó un total de **6 especies**, incluidas en 5 familias (**Tabla 6.3.2.1**). De éstas, 4 especies se reproducen en el territorio nacional y las otras 2 son especies migratorias, encontrando a la gaviota franklin *Larus pipixcan*, proveniente del hemisferio norte: al interior del suroeste de Norteamérica; y el zarapito *Numenius phaeopus hudsonicus*, proveniente de la costa ártica de Norteamérica, que es una de las aves migratorias más comunes que llegan a Chile. Del mismo modo, el churrete costero *Cinclodes nigrofumosus* es considerado endémico. Cabe hacer notar que las 6 especies encontradas habitan en relación directa con el ambiente marino costero. De esta manera las especies se asocian directamente con la costa, aunque en el caso del zarapito *Numenius phaeopus hudaonicus* puede apreciarse en estuarios y desembocaduras de ríos, pero muy raramente en el interior (Araya & Milie, 1996).

En el área de estudio se pudo observar que gran parte de las especies se encontraron alimentándose tanto en las rocas, como es el caso del yeco, *P. brasilianus brasilianus*, el churrete costero, *C. nigrofumosus* y el pilpilén, *H. ater*, como en el mar, como es el caso de ejemplares de yeco. Así también, se observaron ejemplares descansando sobre rocas y peñones, como por ejemplo los individuos de *S. variegata* y guanay *P. bougainvilli*.

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	202
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Tabla 6.3.2.1

Listado de las especies y densidad de aves identificadas en el área de estudio.
Sector Ensenada San Pedro, Bahía Chascos. Julio de 2008.

Familia	Especie (nombre común)	Ejemplares Avistados	Densidad (ind/m ²)
<u>Larinae</u>	<i>Larus dominicanus</i> (Gaviota dominicana)	8	0,0001455
<u>Phalacrocoracidae</u>	<i>Phalacrocorax brasilianus brasilianus</i> (Yeco)	6	0,0001091
<u>Furnariidae</u>	<i>Cinclodes nigrofumosus</i> (Churrete costero)	4	0,0000727
<u>Haematopodidae</u>	<i>Haematopus palliatus</i> (Pilpilén)	3	0,0000545
<u>Sulidae</u>	<i>Sula variegata</i> (Piquero)	2	0,0000364
<u>Phalacrocoracidae</u>	<i>Phalacrocorax bougainvillii</i> (guanay)	1	0,0000182
Densidad Promedio			0,0000727

Desde el punto de vista de la abundancia de especies, la densidad promedio de aves en la zona de estudio, considerando un área de 60.000 m², fue de 0,0000727 ind/m². Esto es sólo un estimador, puesto que el número total de aves corresponde a los ejemplares avistados. En la **Tabla 6.3.2.1** se observa que la mayor abundancia la presenta la gaviota dominicana, *Larus dominicanus*. La segunda mayor abundancia la muestran las especies de yeco *P. brasilianus* y pingüino de humboldt *S. humboldti*.

Dentro de las especies que presentan las menores densidades se encuentra el guanay, *P. bougainvillii* y el piquero *S. variegata*.

Desde el punto de vista del estado de conservación de las aves en Chile, de acuerdo con Birdlife International (2003), ninguna de las especies avistadas en el área de estudio se encuentra en alguna de las categorías de conservación. Asimismo, de acuerdo al DS. 05/98 Reglamento de la Ley de Caza, el churrete costero, *C. nigrofumosus*, se clasifica como **B**, mientras el piquero *S. variegata* se clasifica como **B**, **I** y **E**, es decir, es catalogada como inadecuadamente conocido tanto para la zona norte como para el centro y sur del país y benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales. En el caso del guanay *P. bougainvillii*, éste se clasifica como **B** y **V**, beneficiosa para la

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	203
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

actividad silvoagropecuaria y vulnerable. Por último, para el caso del pilpilén, *H. palliatus*, se clasifica como **E**, es decir, benéfica para la mantención de los equilibrios naturales.

Algunos representantes de la avifauna identificada se observan en las **Fotografías 6.3.2.1 a 6.3.2.3.**



Fotografía 6.3.2.1. Detalle de la gaviota dominicana *Larus dominicanus*.



Fotografía 6.3.2.2. Ejemplares del guanay *Phalacrocorax bougainvillii*.



Fotografía 6.3.2.3. Detalle de churrete costero *Cinclodes nigrofumosus*.

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	204
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

6.3.3 Conclusiones del Estudio de Avifauna

Los resultados antes expuestos indican que el área de estudio para el sector de Ensenada San Pedro, Bahía Chascos, comprendida por aproximadamente 60.000 m², es frecuentada por al menos **6 especies** de aves para el período de invierno, ninguna de las cuales se encuentra en alguna de las categorías de conservación de acuerdo a lo indicado por Birdlife International (2003) y el D.S. 05/98 Reglamento de la Ley de Caza.

Respecto a la riqueza de especies del sector de Ensenada San Pedro, ésta puede considerarse baja. En tanto, en términos de densidad, esta también fue baja, lo que puede relacionarse con la disponibilidad de alimento o bien a la mayor actividad antrópica observada en la zona de Ensenada San Pedro, debido a las maniobras asociadas al cultivo que allí se emplaza.

6.3.4 Bibliografía del Estudio de Avifauna

Alveal K. & H. Romo. 1977. Consideraciones sobre la distribución vertical de la biota costera. Fundamentos para un nuevo esquema de zonación. Bol. Soc. Biol. de Concepción. 49(1): 25-39.

Anderson, D. 1989. Differential responses of boobies and other seabirds in the Galápagos to the 1986-87 El Niño-Southern Oscillation event. Marine Ecology Progress Series 52:209-216.

Apaza, M. & A. Figari. 1999. Mortandad de aves marinas durante “El Niño 1997-98” en el litoral sur de San Juan de Marcona, Inca – Perú. Revista Peruana de Biología, Volumen Extraordinario 1999: 110 – 117.

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	205
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Araya, B. 1983. A preliminary report on the status and distribution of the humboldt penguin in Chile. Simposium on Breeding in Captivity. Los Angeles. 125-135.

Araya, B. & G. Millie. 1996. Guía de Campo de las Aves de Chile. Editorial Universitaria, 7ª Edición. 406 p.

BirdLife International. 1992. Aves Amenazadas de las Americas (Libro Rojo de BirdLife Internacional - UICN). Cambridge, UK.

BirdLife International. 2003 BirdLife's online World Bird Database: the site for bird conservation. Version 2.0. Cambridge, UK: BirdLife International. Disponible en internet: <http://www.birdlife.org> (visitado el 20/10/2008).

California Council for Environmental & Economic Balance. 2005. Once Through Cooling Systems. State Water Resources Control Board Phase II 316(b) Workshop – Oakland, CA. December 7, 2005.

Decreto con Fuerza de Ley Nº R.R.A. 25. 1963. Legisla sobre bonificación y comercio de fertilizantes, desinfectantes y pesticidas.

Decreto Supremo 05. 1998. Reglamento de la Ley de Caza. 9 de enero de 1998.

Diario Oficial. 2008. Aprueba y Oficializa Nómina para el Segundo Proceso de Clasificación de Especies según su Estado de Conservación. 30 de junio de 2008.

Estades, C.F. 2001. Informe sobre Validación Técnica del Proyecto “Validación de Procedimientos Técnico-Administrativos para Listar Especies en Categorías de Conservación”. CONAMA, Santiago, Chile.

Estades, C.F. 2004. Estrategia Nacional para la Conservación de Aves 2004. Unión de Ornitólogos de Chile y Universidad de Chile, 22 p.

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	206
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Glade, A. (ed). 1988. Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile, Corporación Nacional Forestal (CONAF), Primera Edición. Ministerio de Agricultura, Santiago, Chile. 65 p.

Jaramillo, A., P. Burke & D. Beadle. 2005. Aves de Chile. Ingoprint SA, Barcelona, España. 240 pp.

Monroe, BL & C.G. Sibley. 1997. A World Checklist of Birds. Yale University Press, New Haven.

Oedekoven C, D Ainley & L Spear. 2001. Variable responses of seabirds to change in marine climate: California Current, 1985 – 1994. Marine Ecology Progress Series 212: 265 – 281.

Rottmann, J. y M.V. López-Calleja. 1992. Estrategia Nacional de Conservación de Aves. Serie Técnica 1. Servicio Agrícola y Ganadero, División de Protección de los Recursos Naturales Renovables.

Thornback, J. & M. Jenkins. 1982. The IUCN Mammal Red Data Book Part 1. IUCN. Gland. pp 225-227.

Sanchez, G. & S. Zuta. 2000. The 1997-98 El Niño and its effects on the coastal marine ecosystem of Perú. Reports of California Cooperative Oceanic Fisheries, Vol 41. 25p.

Simeone, A., B. Araya, M. Bernal, E. Diebold, K. Grzybowski, M. Michaels, J. Teare, R. Wallace & M. Willis. 2002. Oceanographic and climatic factors influencing breeding and colony attendance patterns of Humboldt penguins *Spheniscus humboldti* in Central Chile. Marine Ecology Progress Series 227: 43 – 50.

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	207
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

6.4 ESTUDIO DE MAMÍFEROS Y REPTILES MARINOS

6.4.1 *Protocolo de Estudio*

El día 31 de julio de 2008 se efectuó también el levantamiento de los mamíferos y reptiles marinos en el sector suroeste de Punta Cachos, al norte de Bahía San Pedro desde los 27°40'0,55" S; 71°01'19,09" W hasta los 27°39'41,47" S; 71°01'42,97" W, abarcando una longitud aproximada a los 1.200 metros de largo y 50 metros de ancho promedio, estos últimos determinados desde el borde del comienzo de la playa (zona geolitoral, de acuerdo a Alveal & Romo, 1977) y la zona de la rompiente de las olas (intermareal inferior). En total se censó un área de 60.000 m², correspondiente a el área donde se desarrollará el proyecto y sectores aledaños. El recorrido se realizó en horario AM (desde las 08:00 hrs. a las 13:30 hrs.) y PM (14:00 hrs. a las 18:30 hrs.).

Se contaron e identificaron todos los mamíferos marinos y reptiles que se presentaron. Para tal efecto se utilizaron binoculares Nikon Monarch 10 x 42 y una cámara digital Samsung S750 7.2 Megapíxeles, con la cual fueron fotografiados en terreno algunos ejemplares, en el caso que fuera necesario confirmar su identificación posterior con la ayuda de guías especializadas, tales como la de Sielfeld (1983).

6.4.2 *Resultados del Estudio de Mamíferos Marinos*

Se visualizó e identificó una (1) especie de mamífero marino en el área de estudio, tanto por tierra como por mar. Esta especie corresponde a *Otaria flavescens*, el lobo marino común, el cual fue avistado por mar descansando sobre rocas. Esta especie es el mamífero marino más común de Chile, que habita desde las costas del Perú, en el norte, hasta cabo de hornos (Sielfeld, 1983). En esta ocasión se observaron 13 ejemplares, correspondientes a 8 hembras y 5 juveniles, lo que coincide con la distribución indicada en el proyecto FIP Nº 95-28.

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	208
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

En tanto, no se registraron especies pertenecientes a reptiles marinos. Sin embargo, existen antecedentes que indican la presencia de ejemplares de tortuga verde *Chelonias mydas* en el sector de Bahía Chascos, ubicada aproximadamente a 5 kilómetros al sureste del área de estudios. Esta pequeña colonia ha sido monitoreada desde 1996, observándose un máximo de 15 individuos en actividad de forrajeo en las praderas de algas del sector (Brito *et al.*, 2007). Debido a las características físico-químicas de las aguas y a la abundante presencia de distintos géneros de macroalgas, entre los que destacan *Lessonia*, *Ulva*, *Macrocystis* y *Chaetomorpha*, este sector ha sido descrito como el único óptimo para la residencia de tortugas marinas en Chile (Marambio *et al.*, 2007).

6.4.3 Conclusiones del Estudio de Mamíferos y Reptiles Marinos

Los resultados antes expuestos indican que en el área de estudio fue posible visualizar una especie de mamífero marino, correspondiente a *O. flavescens*. Esto coincide con la distribución indicada en el proyecto FIP Nº 95-28. A partir de esto se puede aseverar que en la zona de Ensenada San Pedro existe al menos una especie de mamíferos marinos. Debe mencionarse que esta especie no se encuentra protegida por el Reglamento de la Ley de Caza DS: 05/1998, pero si es considerada recurso hidrobiológico por este reglamento.

En tanto, si bien no se apreciaron ejemplares de reptiles marinos en la zona de estudio, debe recalarse que existen antecedentes de presencia de tortuga verde *Chelonia mydas* en las proximidades, donde el sector de Bahía Chascos, a 5 kilómetros al sureste de Punta Cachos, ha sido descrita como área de alimentación para esta especie.

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	209
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

6.4.4 Bibliografía del Estudio de Mamíferos y Reptiles Marinos

Aguayo-Lobo, A., D. Torres & J. Acevedo. 1998. Los mamíferos marinos de Chile: I. Cetacea. Serie Científica INACH (Chile) 48: 19-159.

Brito, J., G. Domínguez, M. Marambio & P. Gysel. 2007 La necesidad de proteger a las tortugas marinas de Chascos, Bahía Salado, Región de Atacama, Chile. VII Simposio sobre Medio Ambiente: Estado Actual y Perspectivas de la Investigación y Conservación de las Tortugas Marinas en las Costas del Pacífico Sur Oriental. Antofagasta. 27 – 29 de septiembre.

Corporación Nacional Forestal (CONAF). 1993. Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile. Alfonso Glade (Ed.). Segunda Edición. 67 p.

Iriarte, A. 1999. Marco legal relativo a la conservación y uso sustentable de aves, mamíferos y reptiles marinos de Chile. Estad. Oceanol., 18: 5 -12.

Marambio, M., C. López & J. Brito. 2007. Nuevo registro de una población de *Chelonia mydas* residente en un área de alimentación en la costa de la región de Atacama, norte de Chile. VII Simposio sobre Medio Ambiente: Estado Actual y Perspectivas de la Investigación y Conservación de las Tortugas Marinas en las Costas del Pacífico Sur Oriental. Antofagasta. 27 – 29 de septiembre.

Sielfeld, W. 1983. Mamíferos marinos de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago. 199 pp.

Thornback, J. & M. Jenkins. 1982. The IUCN Mammal Red Data Book Part 1. IUCN. Gland. pp 225-227.

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	210
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

7. GLOSARIO DE TÉRMINOS

Abundancia: Definida como el número de ítems (organismos) por unidad de superficie o volumen. En el caso de las comunidades biológicas de fondo marino, se estandariza la abundancia como el número de organismos (individuos) por metro cuadrado (ind/m^2).

Análisis Faunístico: Análisis que determina la composición del conjunto de los animales de una determinada área. En el presente estudio, concierne a la composición de la fauna correspondiente a las comunidades macrobentónicas submareales.

Biodiversidad o Diversidad Biológica: La variabilidad de los organismos vivos, que forman parte de todos los ecosistemas terrestres y acuáticos. Incluye la diversidad dentro de una misma especie, entre especies y entre ecosistemas.

Biomasa: Corresponde a la masa (peso) viva de los organismos. En análisis de comunidades macrobentónicas submareales, se expresa como peso seco libre de cenizas (g/m^2); esto es, los organismos son mantenidos en alcohol, para luego secarlos a temperatura ambiente (peso 1) y calcinarlos en un horno de mufla a 500 °C por 30 minutos y luego pesarlos (peso 2). La diferencia entre ambos pesos se denomina peso seco libre de cenizas.

Biota: Todos los organismos vivos. Contrario a Abiótico.

Comunidades Bentónicas: Conjunto de organismos (vegetales y animales) que se encuentran fijos a substratos de los fondos marinos, excavan en el sedimento o dependen de él para su subsistencia.

Comunidades Intermareales: Conjunto de organismos que se repite regularmente, cuyo hábitat se encuentra localizado por el área que baña las mareas, es decir, se ubica desde el supralitoral (zona de la costa a donde no llega el agua del mar en los niveles más altos de las mareas) al infralitoral (zona que queda por debajo del nivel inferior de la marea).

Comunidades Macrobentónicas Submareales: Conjunto de organismos (vegetales y animales) que se encuentran fijos a substratos de los fondos marinos o dependen de él para su subsistencia, que poseen un tamaño superior a 1.0 mm y que viven bajo el nivel de las mareas.

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	211
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Comunidades Submareales: Conjunto de organismos que se repite regularmente, cuyo hábitat se encuentra localizado bajo el nivel de las mareas.

Contaminación: La presencia en el ambiente de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, en concentraciones o concentraciones y permanencia superiores o inferiores, según corresponde, a las establecidas en la legislación vigente.

Contaminante: Todo elemento, compuesto, sustancia, derivado químico o biológico, energía, radiación, vibración, ruido o una combinación de ellos, cuya presencia en el ambiente, en ciertos niveles, concentraciones o períodos de tiempo, pueda constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental.

Dinámica del Fondo: Relativo a los procesos que se producen en las inmediaciones del fondo del mar, que generan movimientos de las aguas y los sedimentos, y su relación con las fuerzas que los generan.

Diversidad Específica (H'): Es una característica típica del nivel de la comunidad en la organización biológica de un ecosistema, considerándose como una expresión de la estructura de la comunidad. La diversidad específica relaciona el número de especies de una comunidad y el número de individuos por especies. La sigla H' corresponde al índice de diversidad de Shannon-Wiener, definido como:

$$H' = \sum p_i \log_2 p_i, \quad \text{donde:}$$

$p_i = n_i/N$ (siendo n_i = Número de Individuos de la i -ésima especie y N = Número Total de Individuos).

s = Número Total de Especies

Este índice relaciona la teoría cibernética y la ecología. En general, se dice que una comunidad tiene diversidad específica alta si muchas especies presentes son iguales o semejantes en cuanto a su abundancia; por otra parte, cuando la comunidad está compuesta por muy pocas especies, o si únicamente muy pocas especies son abundantes, la diversidad específica es baja.

Espectrofotometría de Absorción Atómica: Metodología de cuantificación que utiliza las características de los átomos de los elementos de absorber luz en estado excitado, mediante una llama.

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	212
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Fondos Blandos: Material que se posa en las profundidades del fondo del mar, de origen detrítico (mecánico), químico y orgánico, que puede ser removido mecánicamente.

Grupo Taxonómico: Aquel que se ha dividido de acuerdo a los criterios de clasificación biológica zoológica.

Índice de Diversidad: Ver Diversidad Específica (H').

Macroinfauna Submareal: Conjunto de organismos (animales) de tamaño mayor a 1 mm, que habitan entre los intersticios de los sedimentos (enterrados en él) y viven bajo el nivel de las mareas.

Metales Traza o Pesados: Elementos químicos presenten en bajas concentraciones (trazas de partes por billón, ppb) que reúnen un conjunto de características similares semejantes, entre las que destacan: a) presentan un mismo estado de oxidación (generalmente cationes bivalentes), b) tienen igual distribución electrónica de las capas externas (metales de transición) y c) poseen pesos atómicos comprendidos entre 63.55 a 200.59 g mol⁻¹. Los más comunes son el cadmio (Cd), cobre (Cu), plomo (Pb) y zinc (Zn).

Medio Ambiente: El sistema global constituido por elementos naturales o artificiales de naturaleza física, química o biológica, socioculturales o sus interacciones, en permanente modificación por la acción humana o natural y que rige y condiciona la existencia y desarrollo de la vida en sus múltiples manifestaciones.

Método Tamizado ASTM: Método a través del cual se separan las partes sutiles de las más gruesas de los sedimentos, haciéndolas pasar a través de mallas ASTM, esto es, aros provistos de telas de diferentes diámetros de abertura de malla.

Riqueza Específica (S): Número de especies de un conjunto determinado (estación).

Sedimentos: Cada uno de los materiales depositados por sedimentación. Pueden ser de origen detrítico (mecánicos), químicos y orgánicos.

Sublitoral: Que está bajo el límite de la orilla del mar.

Uniformidad Específica (J): Grado de uniformidad en la distribución de las abundancias relativas entre las especies de una comunidad. La sigla J' corresponde al índice de uniformidad específica de Pielou, definido como:

	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	213
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

$$J' = H'/H'_{max}, \quad \text{donde:}$$

H' = Diversidad Específica de Shannon-Wiener.

$H'_{max} = \log_2 S$

S = Número de Especies.

s

Zona Geolitoral: Hábitat influido principalmente por condiciones aéreo-terrestres aunque esporádicamente recibe la influencia del medio marino a través de salpicaduras en las grandes marejadas o por la llovizna producida por el choque de las olas.

 EcoTECNOS	ESTUDIO LÍNEA BASE MARINA PROYECTO PUERTO CASTILLA IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCH/102008	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	214
		Fecha de emisión: 27/10/2008	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

ANEXOS