

INFORME TÉCNICO

"ESTUDIO COMPLEMENTARIO DE COMUNIDADES MACROBENTÓNICAS SUBMAREALES DE FONDO DURO, PUNTA CACHOS, IIIª REGIÓN" "Campaña de Invierno"



Preparado por:
EcoTecnos Ltda. - División Ambiental



- AGOSTO 2009 -

**ESTUDIO DE COMUNIDADES MACROBENTÓNICAS
SUBMAREALES DE FONDO DURO, PUNTA CACHOS, III REGIÓN**

Solicitado por:
ARCADIS GEOTÉCNICA

Casa Matriz
Eliodoro Yáñez 1893
Providencia - Santiago - Chile
Teléfono: 56 2 381 6000
Fax: 56 2 381 6001

Elaborado por:
EcoTecnos Ltda.
Departamento Ambiental
Quillota 1140, Viña del Mar
Fonos: 56 32 2481851/2399613
www.ecotecnos.cl
info@ecotecnos.cl

Profesionales Responsables

EcoTecnos Ltda.

Prof. Dr. Humberto Díaz O.


Gestión y Ordenamiento Ambiental Costero

Biol. Mar. Ms. Sc. Andrea Soumastre D.

Biología Marina


Biol. Mar. Ms. Sc. Lorena Morales M.

Biología Marina

	ESTUDIO COMUNIDADES BENTÓNICAS SUBMAREALES DE FONDO DURO PUNTA CACHOS – IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCHSD/082009	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	4
		Fecha de emisión: 21/08/2009	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	5
2. CALENDARIO DE ACTIVIDADES	6
3. ESTUDIOS DE COMUNIDADES MACROBENTÓNICAS SUBMAREALES DE FONDOS DUROS (ROCOSO)	7
3.1 <i>Metodología de Estudio de Comunidades Submareales de Fondos Duros</i>	7
3.2 <i>Resultados del Estudio de Comunidades Submareales de Fondos Duros</i>	12
3.3 <i>Conclusiones del Estudio de Comunidades Submareales de Fondos Duros</i>	30
3.4 <i>Bibliografía del Estudio de Comunidades Macrobentónicas Submareales de Fondos Duros</i>	34
 ANEXOS	 36
 ANEXO I: CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA	
ANEXO II: RESPALDO FOTOGRÁFICO ESTUDIO DE COMUNIDADES SUBMAREALES DE FONDO DURO	

	ESTUDIO COMUNIDADES BENTÓNICAS SUBMAREALES DE FONDO DURO PUNTA CACHOS – IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCHSD/082009	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	5
		Fecha de emisión: 21/08/2009	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

1. INTRODUCCIÓN


El presente Informe Técnico elaborado por **EcoTecnos Ltda.**, corresponde a la caracterización de las comunidades macrobentónicas submareales de fondo rocoso (duro), ubicadas frente a las futuras instalaciones de la Central Termoeléctrica Castilla en la IIIª Región, campaña de invierno. Este estudio se llevó a cabo considerando la *Guía Metodológica de Revisión Técnica Sectorial de Estudios de Impacto Ambiental en el Medio Ambiente Acuático de Jurisdicción Nacional para Proyectos que Contemplan Descargas de Residuos Líquidos, de Puertos y Terminales Marítimos u Otros*, confeccionada por la Autoridad Marítima y la bibliografía especializada.

El estudio comprendió la caracterización de las comunidades macrobentónicas submareales de sustrato duro, ubicadas entre Punta Cachos y la Caleta de Pajonales en la IIIª Región. En este sector se encuentra ubicada además el Área de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) del Sindicato de Pescadores de Pajonales.

El contenido de este estudio se ha obtenido producto de una exhaustiva recopilación de antecedentes, del análisis de la información recogida en la campaña de terreno de invierno y del procesamiento, análisis e interpretación de los datos obtenidos de las mediciones realizadas.

El estudio encargado por Arcadis Geotécnica, constó de dos etapas: muestreos y mediciones *in situ*, y análisis de la información y conclusiones. La primera etapa se desarrolló en el litoral aledaño a las futuras instalaciones de la Central Termoeléctrica Castilla en Punta Cachos; mientras que la segunda se determinó en las instalaciones de **EcoTecnos Ltda.**

La presentación de la información se ha tabulado y graficado con el propósito de ofrecer una rápida y fácil consulta de ellos, de manera de dar una respuesta a las observaciones emitidas por la Subsecretaría de Pesca, el Servicio Nacional de Pesca y la Gobernación Marítima de Caldera contenidas en el ICSARA Nº 2 del EIA de la Central Termoeléctrica Castilla.


	ESTUDIO COMUNIDADES BENTÓNICAS SUBMAREALES DE FONDO DURO PUNTA CACHOS – IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCHSD/082009	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	6
		Fecha de emisión: 21/08/2009	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

2. CALENDARIO DE ACTIVIDADES

A continuación se detalla el calendario de actividades ejecutado para llevar a cabo el estudio de línea de base ambiental oceanográfico, campaña de invierno, en las matrices ambientales que se describe en este capítulo:

1. Día 26/07/2009: Coordinación de las actividades de terreno y presentación ante la Autoridad Marítima local con el fin de presentar carta D.S.H.O.A. ORDINARIO Nº 13270/24/70/VRS de fecha 15 de julio de 2009, de autorización para realizar actividades de investigación tecnológica marina (cuya copia se adjunta en el **ANEXO I**).
2. Día 27-28/07/2009: Se efectúan los estudios de caracterización de las comunidades macrobentónicas submareales de fondo rocoso. El estudio se lleva a cabo en una embarcación provista por el Sindicato de Pescadores de Caleta Pajonales/Maldonado.

Fin de las actividades de Terreno.

	ESTUDIO COMUNIDADES BENTÓNICAS SUBMAREALES DE FONDO DURO PUNTA CACHOS – IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCHSD/082009	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	7
		Fecha de emisión: 21/08/2009	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

3. ESTUDIOS DE COMUNIDADES MACROBENTÓNICAS SUBMAREALES DE FONDOS DUROS (ROCOSO)

3.1 Metodología de Estudio de Comunidades Submareales de Fondos Duros

El muestreo de las comunidades macrobentónicas submareales de fondos duros fue realizado entre los días 27 y 28 de julio de 2009. El área de estudio se ubica a unos 77 kilómetros al sur de Caldera, sector de Punta Cachos, caracterizada por una costa rocosa muy expuesta al oleaje (**Figura 3.1.1**).

Para caracterizar las comunidades macrobentónicas submareales de fondos duros, se realizaron siete transectas perpendiculares a la línea de costa, distribuidas desde Caleta Pajonales hasta el sector de Punta Cachos (**Figura 3.1.2**).

La localización de las respectivas estaciones de muestreo, se efectuó utilizando un sistema de posicionamiento GPS con corrector diferencial. Este procedimiento de localización de puntos o estaciones georeferenciadas fue estándar para todas las estaciones de muestreo del presente estudio. Las coordenadas geográficas se encuentran referidas al Datum WGS-84. Las coordenadas de las transectas se entregan en la **Tabla 3.1.1**.

El número de transectas y la metodología de muestreo y análisis se basó en lo recomendado por la Autoridad Marítima en su “Guía Metodológica de Revisión Técnica Sectorial de Estudios de Impacto Ambiental en el Medio Ambiente Acuático de Jurisdicción Nacional para Proyectos que Contemplan Descargas de Residuos Líquidos, de Puertos y Terminales Marítimos u Otros”, más la bibliografía especializada en el tema. En este contexto, en cada transecta se establecieron 10 sitios de muestreo, separados cada 3 metros. Cada transecta tuvo una longitud total de 30 metros, con una profundidad máxima de 15 metros (profundidad

de buceo) y mínima 3 metros. Las transectas fueron designadas como T1, T2, T3, T4, T5, T6 y TC (estación de Control).

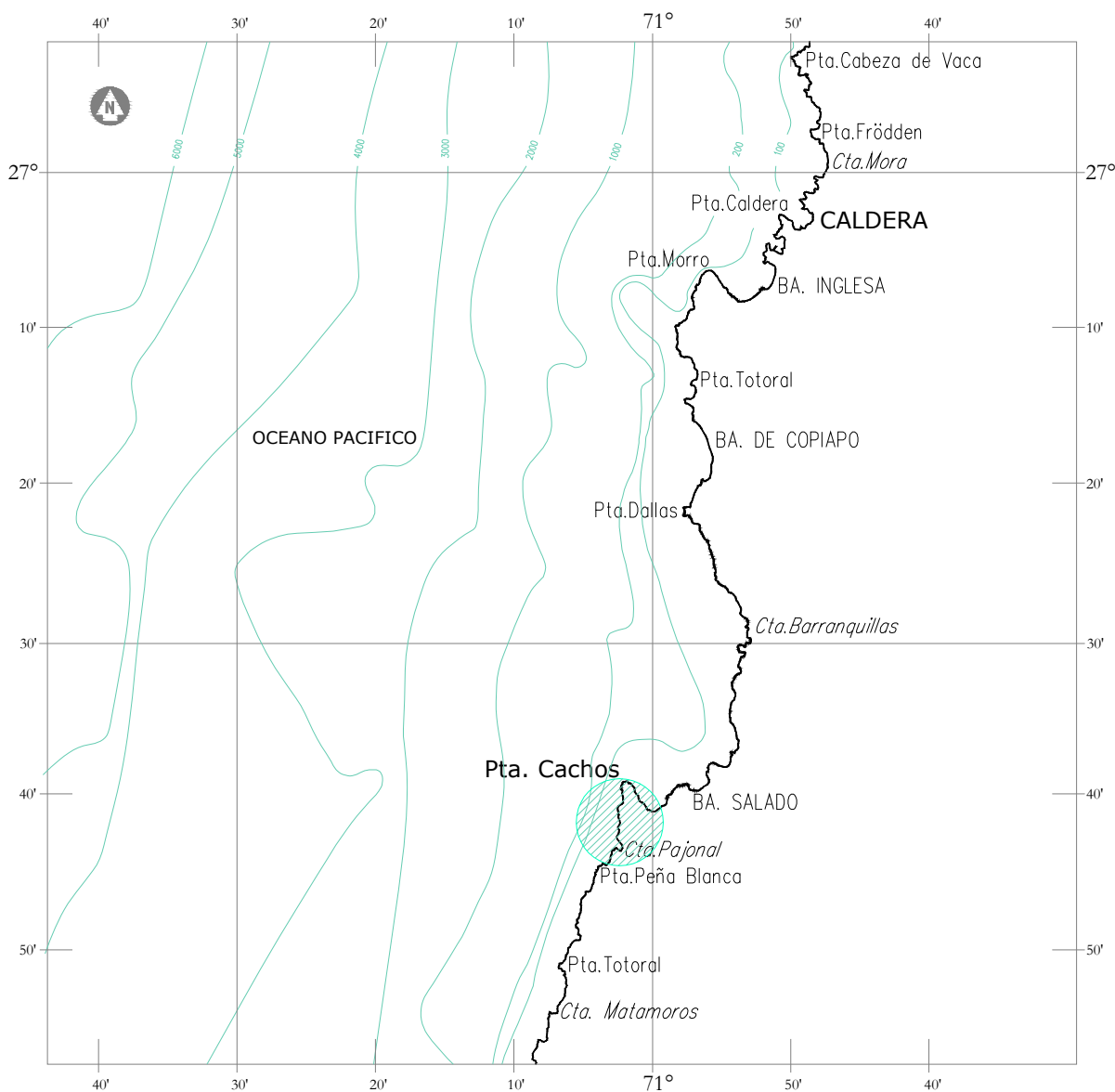


Figura 3.1.1. Ubicación geográfica del área para el estudio de comunidades bentónicas submareales de fondos duros. Julio de 2009.

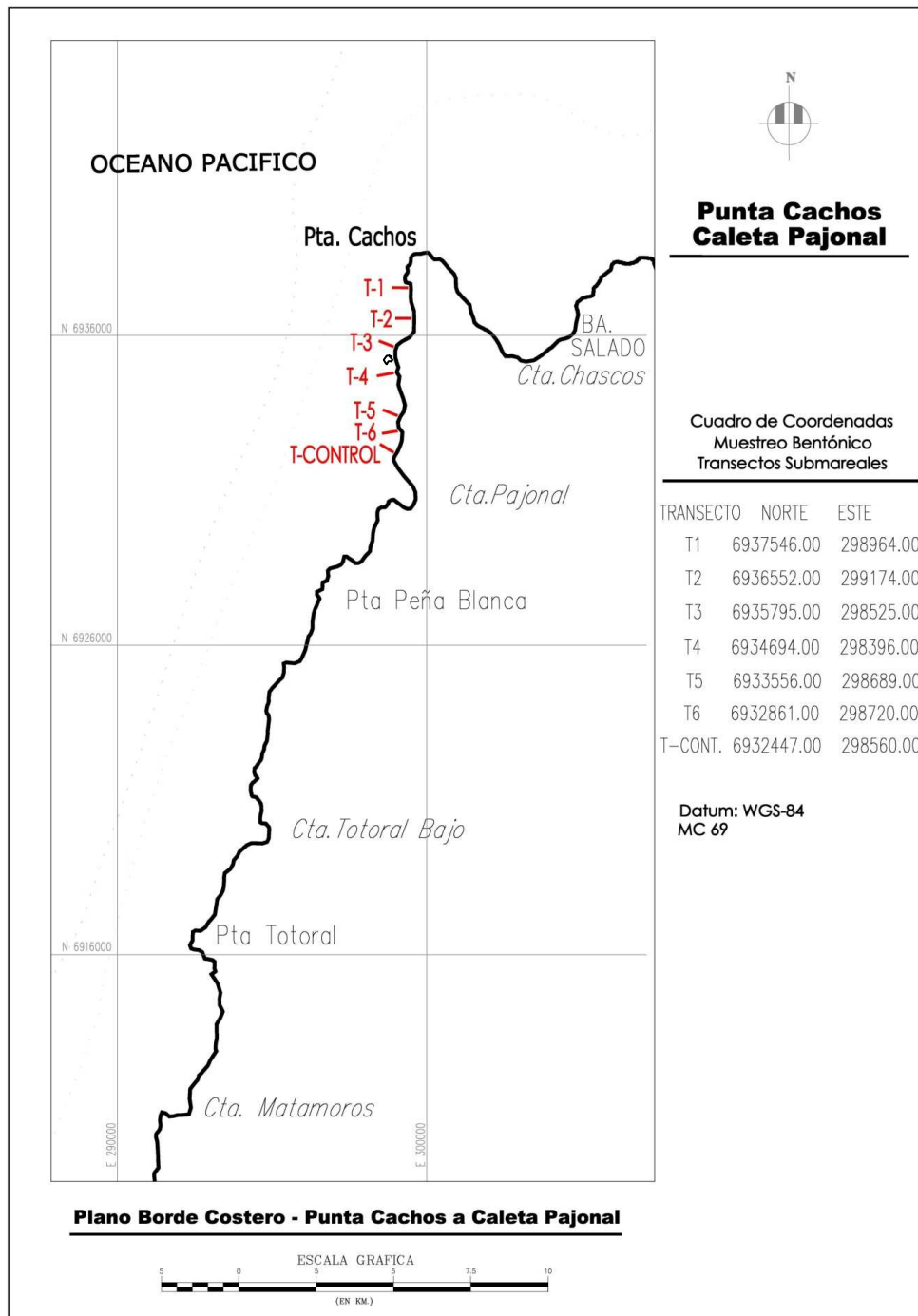


Figura 3.1.2. Localización de las transectas de muestreo de las comunidades Submareales de fondos duros. Punta Cachos, julio de 2009.


	ESTUDIO COMUNIDADES BENTÓNICAS SUBMAREALES DE FONDO DURO PUNTA CACHOS – IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCHSD/082009	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	10
		Fecha de emisión: 21/08/2009	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Tabla 3.1.1


Coordenadas de las transectas submareales de fondos duros. Punta Cachos, julio de 2009.

Transectas	UTM Este	UTM Norte	Latitud	Longitud
T1	298964	6937546	27° 40' 16,728"S	71° 02' 17,7378"W
T2	299174	6936552	27° 40' 49,125"S	71° 02' 10,6757"W
T3	298525	6935795	27° 41' 13,363"S	71° 02' 34,8113"W
T4	298396	6934694	27° 41' 49,053"S	71° 02' 40,1845"W
T5	298689	6933556	27° 42' 26,172"S	71° 02' 30,1813"W
T6	298720	6932861	27° 42' 48,761"S	71° 02' 29,470"W
TC	298560	6932447	27° 43' 02,121"S	71° 02' 35,560"W

Datum WGS-84


La caracterización de las comunidades macrobentónicas submareales de sustrato rocoso consistió en la identificación de especies, recuento de organismos (abundancia), y medición de la cobertura de flora y fauna sésil, mediante la utilización de un cuadrante de 0,5 x 0,5 m (0,25 m²) provisto de una malla reticulada con 100 puntos intersección. La cobertura de la flora y fauna sésil se obtuvo mediante el método de intersección de puntos utilizando el cuadrante. Este muestreo semi-cuantitativo fue realizado a través de buceo semi-autónomo, efectuado además una filmación submarina. En el caso de la macroalga *Lessonia trabeculata*, se registró el número de discos en cada cuadrata. También fueron registradas las especies de vertebrados encontrados en el área aledaña a la transecta realizada, como es el caso de la fauna íctica que habita los bosques de huirales, contabilizándose las especies de peces en el área de estudio.

Para la caracterización de las comunidades bentónicas submareales se determinó la abundancia en función de las coberturas medias de las especies de cada transecta en el caso de las especies sésiles y número de individuos en 0,25m². Sobre esta base, se

	ESTUDIO COMUNIDADES BENTÓNICAS SUBMAREALES DE FONDO DURO PUNTA CACHOS – IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCHSD/082009	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	11
		Fecha de emisión: 21/08/2009	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

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') y *Dominancia de Simpson* (D) (Pielou, 1966) y *Riqueza Específica* (S de Margalef, 1968).

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 matriz de doble entrada entre las estaciones y las diferentes especies. A partir de ésta, se empleó el índice de similitud de Jaccard, con el método de la media ponderada, como estrategia aglomerativa (UPGMA) (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 (Krebs, 1989).

	ESTUDIO COMUNIDADES BENTÓNICAS SUBMAREALES DE FONDO DURO PUNTA CACHOS – IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCHSD/082009	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	12
		Fecha de emisión: 21/08/2009	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

3.2 Resultados del Estudio de Comunidades Submareales de Fondos Duros

El área de estudio corresponde a un ambiente submareal expuesto al oleaje del litoral, con extensos huirales de *Lessonia trabeculata* presente en sustratos rocosos consolidados. *Lessonia trabeculata* se encuentran mayoritariamente entre los 4 y 12 metros de profundidad. La ausencia de esta macroalga en algunos sectores de las transectas se debe a la discontinuidad del sustrato rocoso hacia sustrato de fondos blandos.

En toda el área de estudio se reconoció un total de **61 especies**, de las cuales las macroalgas componen el 44% de las especies identificadas. El grupo Mollusca concentra el 19% y Crustacea el 10% de las especies reconocidas. Los grupos Chordata, Echinodermata y Annelida representan el 7% del total de especies cada uno, mientras que los grupos Cnidaria y Porifera aportan cada uno el 3% del total (**Figura 3.2.1**).

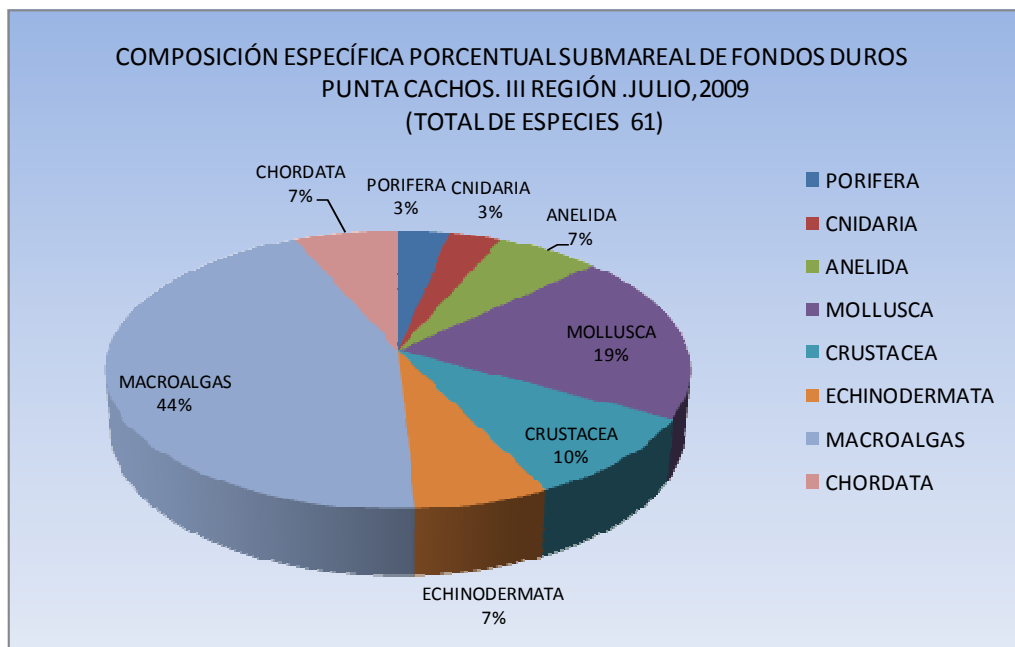



Figura 3.21. Contribución porcentual de las taxa identificadas en las transectas submareales de fondos duros. Sector Punta Cachos, julio de 2009.

	ESTUDIO COMUNIDADES BENTÓNICAS SUBMAREALES DE FONDO DURO PUNTA CACHOS – IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCHSD/082009	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	13
		Fecha de emisión: 21/08/2009	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

El sustrato rocoso está dominada por las algas crustosas *Mesophyllum indet.*, especie presente en toda el área de estudio. Junto a *Mesophyllum* se observan parches monoespecíficos de *Glossophora kunthii*, *Asparagopsis armata* y *Plocamium cartilagineum*.

Además se presentan estratos mixtos de macroalgas compuestos por *Callithamnion indet.*, *Ceramium rubrum*, *Pterosiphonia dendroidea* y *Cladophoropsis herpestica*.

La fauna sésil que caracteriza el área de estudio se encuentra representada por el “picoroco” *Austromegabalanus psittacus* y la esponja *Halichondria prostata*. En tanto, la fauna invertebrada más conspicua corresponde a los gasterópodos *Crucibulum scutellatum*, *Crucibulum quiriquinae* y *Scurria variabilis*. Junto a las especies citadas, se registran las especies de importancia comercial *Fissurella cumingi* (“lapa rosada”), *Fissurella latimarginata* (“lapa negra”) y *Concholepas concholepas* (“loco”) (**Tabla 2**).



Tabla 3.2.1

Listado taxonómico de las especies macrobentónicas del submareal de fondos duros presentes en el área de estudio. Punta Cachos, julio de 2009.


Taxon	TC	T1	T2	T3	T4	T5	T6
PORIFERA							
<i>Halichondria prostata</i>	*	*		*	*		
<i>Porifera indet</i>	*						
CNIDARIA							
<i>Anemonia alicemartinae</i>						*	
<i>Phymactis clematis</i>		*	*	*			
ANNELIDA							
Polychaeta							
<i>Sabellidae indet</i>							*
<i>Maldanidae indet.</i>			*				
<i>Typosyllis magdalena</i>	*						
<i>Lumbrinereidae indet</i>	*						
MOLLUSCA							
<i>Brachidontes granulata</i>	*						
<i>Concholepas concholepas</i>	*		*		*	*	*
<i>Crucibulum scutellatum</i>	*		*	*	*	*	
<i>Crucibulum quiriquinae</i>	*	*	*		*	*	*
<i>Fissurella costata</i>	*			*	*	*	
<i>Fissurella cumingi</i>		*		*	*	*	*
<i>Fissurella latimarginata</i>			*	*	*	*	*
<i>Scurria plana</i>				*	*		
<i>Scurria variabilis</i>	*		*	*	*	*	
<i>Tegula atra</i>		*	*		*	*	
<i>Xanthochorus cassidiformis</i>			*				
<i>Tonicia atrata</i>			*				
ARTHROPODA							
Crustacea							
<i>Austromegabalanus psittacus</i>	*	*		*		*	
<i>Balanus flosculus</i>				*			
<i>Balanus laevis</i>		*					
<i>Taliepus dentatus</i>		*					
<i>Homolaspis plana</i>		*					
<i>Rinchoyctes typus</i>		*	*	*			
BRYOZOA							
<i>Bryozoa indet</i>					*		
ECHINODERMATA							
Stellerioidea							
<i>Meyenaster gelatinosus</i>		*		*			
<i>Patiria chilensis</i>							*
Echinoidea							
<i>Tetrapyrgus niger</i>			*		*		
<i>Loxechinus albus</i>		*					
CHORDATA							
<i>Doydixodon laevifrons</i>					*		
<i>Pinguipes chilensis</i>							*
<i>Hypsoblennius sordidus</i>		*		*			
<i>Paralabrax humeralis</i>		*					

Fauna

Tabla 3.2.1 (continuación).

	Taxon	TC	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Flora	CHLOROPHYCEA							
	<i>Cladophoropsis herpestica</i>			*	*	*	*	
	<i>Cladophora fascicularis</i>				*			
	<i>Ulothrix indet</i>			*				
	<i>Codium dimorphum</i>			*	*		*	
	<i>Crustosa verde indet</i>			*				
	<i>Ulva rigida</i>						*	
	PHAEOPHYCEA							
	<i>Colpomenia sinuosa</i>						*	*
	<i>Glossophora kunthii</i>	*					*	*
	<i>Lessonia trabeculata</i>	*	*	*	*	*	*	*
	RHODOPHYCEA							
	<i>Asparagopsis armata</i>		*	*	*	*	*	*
	<i>Bangia indet.</i>	*						
	<i>Bryopsis plumosa</i>							*
	<i>Callithamnion indet.</i>		*	*	*	*	*	*
	<i>Ceramium rubrum</i>			*				*
	<i>Centrocera clavulatum</i>	*					*	
	<i>Gastroclonium cylindricum</i>	*						
	<i>Crustosa rosada</i>						*	*
	<i>Mesophyllum indet.</i>	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Hildenbrandia sp</i>	*	*				*	*
	<i>Heterosiphonia subsecundata</i>	*						*
	<i>Chondrus indet.</i>						*	*
	<i>Plocamium cartilagineum</i>	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Prionitis abbreviata</i>							*
	<i>Pterosiphonia dendroidea</i>	*		*				*
	<i>Rhodymenia corallina</i>	*		*	*		*	
	<i>Schottera nicaeensis</i>			*				


Respecto a la constitución específica de cada transectas, de acuerdo al reconocimiento *in situ* la transecta T1 presenta un sustrato rocoso cubierto parcialmente por el alga crustosa *Mesophyllum* (23,7%), junto a *Asparagopsis armata* y *Rhodymenia corallina*, con porcentajes de cobertura promedio 9,1 y 9,0%, respectivamente. *Lessonia trabeculata* (**Fotografía 3.2.1, ANEXO II**) registra en promedio 0,5 discos en 0,25m² (2 plantas/m²) Mientras que la fauna sésil más característica estuvo representada mayoritariamente por especies de los grupos Mollusca, Crustacea y Echinodermata (**Fotografía 3.2.2, ANEXO**

	ESTUDIO COMUNIDADES BENTÓNICAS SUBMAREALES DE FONDO DURO PUNTA CACHOS – IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCHSD/082009	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	16
		Fecha de emisión: 21/08/2009	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

II), mientras que la especie numéricamente más abundante resultó ser el gasterópodo *Tegula atra* (Tabla 3.2.2). En esta transecta se hallaron en muy bajas coberturas las especies de importancia económica *Fissurella cumingi*, *Fissurella latimarginata* y *Loxechinus Albus*, que en conjunto sólo representan el 0,7% de la transecta.

Tabla 3.2.2
Cobertura (%) de la flora y especies sésiles y Abundancia (ind/0,25 m²) presentes en la transecta T1. Sector Punta Cachos, julio de 2009.

Distancia metros	Transecta T1										Total	\bar{x}	
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30			
Taxon	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
PORIFERA													
<i>Halichondria prostata</i>				1	10	3		2	5	2	1	24	2,4
CNIDARIA													
<i>Anemonia alicemartinae</i>					13		3					16	1,6
<i>Phymactis clematis</i>			1			1		2				4	0,4
MOLLUSCA													
<i>Crucibulum quiriquinae</i>	3											3	0,3
<i>Fissurella cumingi</i>	2											2	0,2
<i>Fissurella latimarginata</i>								1				1	0,1
<i>Tegula atra</i>			2					2				4	0,4
ARTHROPODA													
Crustacea													
<i>Austromegabalanus psittacus</i>	5				3							8	0,8
<i>Balanus laevis</i>	1									3		4	0,4
<i>Homolaspis plana</i>				1								1	0,1
<i>Rinchoyctes typus</i>	1											1	0,1
<i>Taliepus dentatus</i>				1				1				2	0,2
ECHINODERMATA													
Stellerioidea													
<i>Meyenaster gelatinosus</i>			1									1	0,1
Echinoidea													
<i>Loxechinus albus</i>			1									1	0,1
PHAEOPHYCEA													
<i>Lessonia trabeculata</i>			1		1			1	1		1	5	0,5
RHODOPHYCEA													
<i>Asparagopsis armata</i>	3				70	6			12			91	9,1
<i>Callithamnion indet.</i>			10			20					3	33	3,3
<i>Hildenbrandia sp</i>					1						2	3	0,3
<i>Mesophyllum indet</i>	25	10	90	6	10	2		4	90			237	23,7
<i>Plocamium cartilagineum</i>	3											3	0,3
<i>Rhodymenia corallina</i>							80			10		90	9,0
CHORDATA													
<i>Hypsoblennius sordidus</i>	1											1 ind	
<i>Paralabrax humeralis</i>			1									1 ind	

	ESTUDIO COMUNIDADES BENTÓNICAS SUBMAREALES DE FONDO DURO PUNTA CACHOS – IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCHSD/082009	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	17
		Fecha de emisión: 21/08/2009	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

La transecta T2 registró el predominio en coberturas de *Mesophyllum indet* (34,6%), *Crustosa verde indet* (11%), *Callithamnion indet* (12,7%) y *Rhodymenia corallina* (7,9%). *Lessonia trabeculata* registra en promedio 0,5 discos en 0,25m² (2 plantas/m²). La fauna más característica estuvo representada mayoritariamente por especies de los grupos Mollusca, Crustacea y Echinodermata, mientras que las especies numéricamente más abundantes fueron el gasterópodo *Scurria variabilis*, el “camarón de roca” *Rinchoyetes typus* (**Fotografía 3.2.3, ANEXO II**) y el “erizo negro” *Tetrapyrgus niger* (**Tabla 3.2.3**). En esta transecta se hallaron en muy bajas coberturas las especies de importancia económica *C. concholepas* (0,4%) y *F. latimarginata* (0,3%).

El fondo rocoso de la transecta T3 presenta el predominio de *Mesophyllum indet* (35,9%) junto a las especies de macroalgas *Cladophoropsis herpestica* (22%), *Codium dimorphum* (15,2%) y *Asparagopsis armata* (6,5%). *Lessonia trabeculata* presenta una densidad de 0,2 discos en 0,25m² (0,8 plantas/m²). Asociado a los huirales la especie de invertebrado con mayor abundancia corresponde al camarón de roca *Rinchoyetes typus* (**Fotografía 3.2.4, ANEXO II**) y la especie predadora *Meyenaster gelatinosus* (**Fotografía 3.2.5, ANEXO II**). En este transecto se observó un ejemplar del pez “torito” *Hypsoblennius sordidus* (**Tabla 3.2.4**). Debe hacerse notar que esta transecta se trazó en el área donde será dispuesto el emisario de descarga de la Central Termoeléctrica Castilla. En esta transecta sólo se registraron pequeñas coberturas de las lapas *F. cumingi* y *F. latimarginata* (cobertura de 0,4% entre ambas) y un 0,2% del alga *L. trabeculata*.

La transecta T4, ubicada en la línea de la futura succión de aguas de la Central, presentó un sustrato cubierto en su mayoría por un alga *Crustosa rosada* (28,5%), por *Mesophyllum indet* (19,9%) y por *Callithamnion indet* (8,1%). *Lessonia trabeculata* registra una alta densidad con 0,7 discos en 0,25m² (2,8 plantas/m²). Las especies de invertebrados más conspicuos resultaron ser *Concholepas concholepas* (**Fotografía 3.2.6, ANEXO II**), *Crucibulum quiriquinae* y *Tegula atra* (**Tabla 3.2.5**). En este transecto se observó además un pequeño cardumen del pez “baunco” *Doydixodon laevifrons*.



Tabla 3.2.3

Cobertura (%) de la flora y especies sésiles y Abundancia (ind/0,25 m²) presentes en la transecta T2. Sector Punta Cachos, julio de 2009.

Transecta T2												
Distancia metros	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30		
Taxon	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	Total	\bar{x}
<i>Phymactis clematis</i>	1										1	0,1
ANNELIDA												
Polychaeta												
<i>Maldanidae indet.</i>										1	1	0,1
MOLLUSCA												
<i>Concholepas concholepas</i>	1								1	2	4	0,4
<i>Crucibulum scutellatum</i>					6						6	0,6
<i>Crucibulum quiriquinae</i>		3						2			5	0,5
<i>Fissurella latimarginata</i>				1	2						3	0,3
<i>Scurria variabilis</i>					14						14	1,4
<i>Tegula atra</i>					10						10	1,0
<i>Xanthochorus cassidiformis</i>			1								1	0,1
<i>Tonicia atrata</i>					2						2	0,2
ARTHROPODA												
Crustacea												
<i>Rinchoyetes typus</i>				10						1	11	1,1
ECHINODERMATA												
Echinoidea												
<i>Tetrapygyus niger</i>						7	6				13	1,3
CHLOROPHYCEA												
<i>Cladophoropsis herpestica</i>	10							5		5	20	2,0
<i>Cladophora fascicularis</i>												
<i>Ulothrix indet</i>				5				20	29	7	61	6,1
<i>Codium dimorphum</i>			4								4	0,4
<i>Crustosa verde indet</i>		30	80								110	11,0
PHAEOPHYCEA											0	0,0
<i>Lessonia trabeculata</i>		1		1				2		1	5	0,5
RHODOPHYCEA												
<i>Asparagopsis armata</i>		15							1		16	1,6
<i>Callithamnion indet.</i>								60	45	22	127	12,7
<i>Ceramium rubrum</i>										12	12	1,2
<i>Mesophyllum indet</i>	24	46	21	42	70	40	14	8	25	56	346	34,6
<i>Placanium cartilagineum</i>				1							1	0,1
<i>Pterosiphonia dendroidea</i>										9	9	0,9
<i>Rhodymenia corallina</i>	40	34		5							79	7,9
<i>Schottera nicaeensis</i>										1	1	0,1


	ESTUDIO COMUNIDADES BENTÓNICAS SUBMAREALES DE FONDO DURO PUNTA CACHOS – IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCHSD/082009	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	19
		Fecha de emisión: 21/08/2009	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Tabla 3.2.4

Cobertura (%) de la flora y especies sésiles y Abundancia (ind/0,25 m²) presentes en la transecta T3. Sector Punta Cachos, julio de 2009.


Transecta T3												
Distancia metros	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30		
Taxon	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	Total	\bar{x}
PORIFERA												
<i>Halichondria prostata</i>						3					3	0,3
CNIDARIA												
<i>Phymactis clematis</i>							1				1	0,1
MOLLUSCA												
<i>Crucibulum scutellatum</i>									2		2	0,2
<i>Crucibulum quiriquinae</i>					4	3		2		4	13	1,3
<i>Fissurella cumingi</i>	1							2			3	0,3
<i>Fissurella latimarginata</i>		1									1	0,1
<i>Scurria plana</i>					2	1					3	0,3
<i>Tegula atra</i>	2										2	0,2
ARTHROPODA												
Crustacea												
<i>Balanus flosculus</i>										6	6	0,6
<i>Balanus laevis</i>	1						4				5	0,5
<i>Rinchoyctes typus</i>						15	8		3	4	30	3,0
ECHINODERMATA												
Stellerioidea												
<i>Meyenaster gelatinosus</i>										1	1	0,1
CHLOROPHYCEA												
<i>Cladophoropsis herpestica</i>	1	50		27	2	15		39	56	30	220	22
<i>Cladophora fascicularis</i>								11			11	1,1
<i>Codium dimorphum</i>		1	1	10	70		70				152	15,2
PHAEOPHYCEA												
<i>Lessonia trabeculata</i>			1							1	2	0,2
RHODOPHYCEA												
<i>Asparagopsis armata</i>	13		11	14			4	7	16		65	6,5
<i>Callithamnion indet.</i>				11	2			26			39	3,9
<i>Chondrus indet.</i>									3		3	0,3
<i>Hildenbrandia sp</i>									3		3	0,3
<i>Mesophyllum indet</i>	25	70	70	31	12	66	41			44	359	35,9
<i>Plocamium cartilagineum</i>	3	5	5			2			2		17	1,7
<i>Rhodomenia corallina</i>									1		1	0,1
CHORDATA												
<i>Hypsoblennius sordidus</i>	1										1 ind	



Tabla 3.2.5

Cobertura (%) de la flora y especies sésiles y Abundancia (ind/0,25 m²) presentes en la transecta T4. Sector Punta Cachos, julio de 2009.

Transecta T4												Total	\bar{x}
Distancia metros	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30			
Taxon	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
PORIFERA													
<i>Halichondria prostata</i>				6							6	0,6	
CNIDARIA											0	0,0	
<i>Hydrozoa indet.</i>					7		5				12	1,2	
MOLLUSCA													
<i>Concholepas concholepas</i>	3	1	4						8		16	1,6	
<i>Crucibulum scutellatum</i>							4			1	5	0,5	
<i>Crucibulum quiriquinae</i>					6					12	18	1,8	
<i>Fissurella costata</i>	1										1	0,1	
<i>Fissurella cumingi</i>							1				1	0,1	
<i>Fissurella latimarginata</i>	1		3	1							5	0,5	
<i>Scurria plana</i>		4							1		5	0,5	
<i>Scurria variabilis</i>			3								3	0,3	
<i>Tegula atra</i>	4	2								3	9	0,9	
ARTHROPODA													
Crustacea													
Echinoidea													
<i>Tetrapygyus niger</i>			1	2							3	0,3	
CHLOROPHYCEA													
<i>Cladophoropsis herpestica</i>			9		11						20	2,0	
PHAEOPHYCEA													
<i>Colpomenia sinuosa</i>			3								3	0,3	
<i>Glossophora kunthii</i>					9	10	5			1	25	2,5	
<i>Lessonia trabeculata</i>	1	2		1		1	1			1	7	0,7	
RHODOPHYCEA													
<i>Asparagopsis armata</i>		4	5		3	2	2				16	1,6	
<i>Callithamnion indet.</i>			1				80				81	8,1	
<i>Chondrus indet.</i>	7	8					29				44	4,4	
<i>Hildenbrandia sp</i>			3								3	0,3	
<i>Mesophyllum indet</i>	1	22	9	2			5		70	90	199	19,9	
<i>Crustosa rosada</i>								100	100	85	285	28,5	
<i>Plocamium cartilagineum</i>						1					1	0,1	
CHORDATA													
<i>Doydixodon laevisfrons</i>			15								15 ind		

	ESTUDIO COMUNIDADES BENTÓNICAS SUBMAREALES DE FONDO DURO PUNTA CACHOS – IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCHSD/082009	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	21
		Fecha de emisión: 21/08/2009	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

La transecta T5 presentó un predominio en cobertura de las algas *Callithamnion indet* (14,9%) y *Mesophyllum indet* (10,4%). *Lessonia trabeculata* registra una densidad con 0,8 discos en 0,25m² (3,2 plantas/m²) Se observa una menor densidad de invertebrados, destacando las especies *C. concholepas*, *Tegula atra*, *Fissurella costata* (**Fotografía 3.2.7, ANEXO II**) y *Crucibulum quiriquinae* (**Tabla 3.2.6**).

Tabla 3.2.6

Cobertura (%) de la flora y especies sésiles y Abundancia (ind/0,25 m²) presentes en la transecta T5. Sector Punta Cachos, julio de 2009.

Transecta T5												Total	\bar{x}
Distancia metros	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30			
Taxon	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10			
CNIDARIA													
<i>Anemonia alicemartinae</i>		2			3	2						7	0,7
MOLLUSCA													
<i>Concholepas concholepas</i>		2	1		2	1		1	1			8	0,8
<i>Crucibulum scutellatum</i>		1										1	0,1
<i>Crucibulum quiriquinae</i>		2				1						3	0,3
<i>Fissurella costata</i>								1			1	2	0,2
<i>Fissurella cumingi</i>								1				1	0,1
<i>Fissurella latimarginata</i>			1							1		2	0,2
<i>Scurria variabilis</i>						1						1	0,1
<i>Tegula atra</i>								3				3	0,3
ARTHROPODA													
Crustacea													
<i>Austromegabalanus psittacus</i>						3						3	0,3
CHLOROPHYCEA													
<i>Cladophoropsis herpestica</i>					7	10						17	1,7
<i>Codium dimorphum</i>						5	1	43	20		5	74	7,4
<i>Ulva rigida</i>						4						4	0,4
PHAEOPHYCEA													
<i>Glossophora kunthii</i>						10		5	5			20	2,0
<i>Lessonia trabeculata</i>		2	2	1	1		1			1		8	0,8
RHODOPHYCEA													
<i>Asparagopsis armata</i>					3	4						7	0,7
<i>Callithamnion indet.</i>					5				66	78		149	14,9
<i>Centrocerca clavulatum</i>						12						12	1,2
<i>Chondrus indet.</i>								4				4	0,4
<i>Hildenbrandia sp</i>				9								9	0,9
<i>Mesophyllum indet</i>		60					10	34				104	10,4
<i>Crustosa rosada</i>			8		2	66					22	98	9,8
<i>Plocamium cartilagineum</i>							60					60	6,0
<i>Rhodymenia corallina</i>				25								25	2,5



El fondo rocoso de T6 se encuentra cubierto principalmente por el alga calcárea rosada (11,2%) y por *Glossophora kunthii* con 13,8% (**Fotografía 3.28, ANEXO II**). *Lessonia trabeculata* registra una alta densidad alcanzado los 0,9 discos/0,25m² (3,6 plantas/m²). También se observaron tres ejemplares del pez “rollizo” *Pinguipes chilensis* (**Tabla 3.2.7**). Las especies de importancia económica *C. concholepas*, *F. cumingi* y *F. latimarginata* se hallaron en bajas coberturas (0,1; 0,3 y 0,2%, respectivamente).

Tabla 3.2.7

Cobertura (%) de la flora y especies sésiles y Abundancia (ind/0,25 m²) presentes en la transecta T6. Sector Punta Cachos, julio de 2009.

Distancia metros	Transecta T6										Total	\bar{x}
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30		
Taxon	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
ANNELIDA												
Polychaeta												
<i>Sabellidae indet</i>									3		3	0,3
MOLLUSCA												
<i>Concholepas concholepas</i>						1					1	0,1
<i>Crucibulum quiriquinae</i>			1								1	0,1
<i>Fissurella cumingi</i>			1		2						3	0,3
<i>Fissurella latimarginata</i>		1								1	2	0,2
ECHINODERMATA												
Stellerioidea												
<i>Patiria chilensis</i>		2									2	0,2
PHAEOPHYCEA												
<i>Colpomenia sinuosa</i>							12	30		11	53	5,3
<i>Glossophora kunthii</i>	80	58									138	13,8
<i>Lessonia trabeculata</i>	2		1	2					3	1	9	0,9
RHODOPHYCEA												
<i>Asparagopsis armata</i>				4							4	0,4
<i>Bryopsis plumosa</i>				4							4	0,4
<i>Callithamnion indet.</i>			14								14	1,4
<i>Ceramium rubrum</i>			6	11							17	1,7
<i>Mesophyllum indet</i>	20				45						65	6,5
<i>Crustosa rosada</i>		33						79			112	11,2
<i>Heterosiphonia subsecundata</i>	17	8		14							39	3,9
<i>Plocamium cartilagineum</i>								10			10	1,0
<i>Prionitis abbreviata</i>			1								1	0,1
<i>Pterosiphonia dendroidea</i>		18	28	10	29						85	8,5
CHORDATA												
<i>Pinguipes chilensis</i>									3			




Finalmente, en el sustrato rocoso de TC presenta predominio del alga crustosa rosada (9,0%) y de *Mesophyllum indet.* (7,7%) (**Fotografía 3.2.9, ANEXO II**). Junto a estas especies se registran parches mixtos de *Plocamium cartilagineum* (3,8%), *Pterosiphonia dendroidea* (3,9%) y *Rhodymenia corallina* (4%). La macrofauna asociada a los huirales de *Lessonia trabeculata* está dominada por pequeños gasterópodos *Crucibulum quiriquinae* y el bivalvo *Brachidontes granulata*. La densidad de *Lessonia trabeculata* corresponde a 0,7 discos en 0,25m² (2,8 plantas/m²) (**Tabla 3.2.8**).

Tabla 3.2.8

Cobertura (%) de la flora y especies sésiles y Abundancia (ind/0,25 m²) presentes en la transectas TC. Sector Punta Cachos, julio de 2009.

Distancia metros	Transecta Control										Total	\bar{x}
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30		
Taxon	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10		
PORIFERA												
<i>Halichondria prostata</i>					2						2	0,2
Porifera indet	1										1	0,1
ANNELIDA												
Polychaeta												
<i>Typosyllis magdalena</i>			1	4							5	0,5
<i>Lumbrinereidae indet</i>				2							2	0,2
MOLLUSCA												
<i>Brachidontes granulata</i>			4	8							12	1,2
<i>Concholepas concholepas</i>							1				1	0,1
<i>Crucibulum scutellatum</i>								3			3	0,3
<i>Crucibulum quiriquinae</i>	2	5					5		3		15	1,5
<i>Fissurella costata</i>		1									1	0,1
<i>Scurria variabilis</i>	2										2	0,2
ARTHROPODA												
Crustacea												
<i>Austromegabalanus psittacus</i>					2						2	0,2
PHAEOPHYCEA												
<i>Glossophora kunthii</i>									11		11	1,1
<i>Lessonia trabeculata</i>		2		2	1			1	1		7	0,7
RHODOPHYCEA												
<i>Bangia indet.</i>									5		5	0,5
<i>Centrocera clavulatum</i>				5							5	0,5
<i>Gastroclonium cylindricum</i>							6			3	9	0,9
<i>Hildenbrandia sp</i>						3					3	0,3
<i>Mesophyllum indet</i>		6		2	4	23	13				29	7,7
<i>Crustosa rosada</i>	90										90	9,0
<i>Heterosiphonia subsecundata</i>				14							14	1,4
<i>Plocamium cartilagineum</i>				17	9		3	9			38	3,8
<i>Pterosiphonia dendroidea</i>				17		14			8		39	3,9
<i>Rhodymenia corallina</i>				40							40	4,0

	ESTUDIO COMUNIDADES BENTÓNICAS SUBMAREALES DE FONDO DURO PUNTA CACHOS – IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCHSD/082009	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	24
		Fecha de emisión: 21/08/2009	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

▪ Índices Ecológicos


La **Tabla 3.2.9** resume los resultados obtenidos del cálculo de los parámetros ecológicos de diversidad específica (H'), uniformidad específica (J'), dominancia de Simpson y riqueza específica (S , número de especies) en el área de estudio.

Tabla 3.2.9. Parámetros comunitarios de las transectas de comunidades bentónicas submareales de sustrato duro. Sector Punta Cachos, julio de 2009.

Transecta	Diversidad de Shannon-Weaver (H') Log_2	Uniformidad (J')	Dominancia de Simpson (D)	Riqueza (S)
T-Control	3,432	0,758	0,132	23
T-1	2,573	0,586	0,262	25
T-2	2,944	0,634	0,215	23
T-3	2,642	0,584	0,234	23
T-4	2,861	0,633	0,223	23
T-5	3,296	0,719	0,141	24
T-6	3,092	0,728	0,152	19
\bar{X}	2,977	0,663	0,194	22,8
σ	0,319	0,071	0,051	1,86
Cv	0,107	0,107	0,262	0,08

- Diversidad de Shannon-Weaver (H')

Para comprender lo que significan los números arrojados por el índice de **Diversidad Específica**, es importante explicar que este índice, también denominado “Heterogeneidad Específica”, 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. 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. En síntesis, una diversidad alta indica una comunidad compleja porque una gran variedad de especies permite mayor número de

	ESTUDIO COMUNIDADES BENTÓNICAS SUBMAREALES DE FONDO DURO PUNTA CACHOS – IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCHSD/082009	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	25
		Fecha de emisión: 21/08/2009	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

interacciones específicas que involucran transferencia de energía, depredación, competencia, etc.

El índice de diversidad utilizado en esta oportunidad es el de Shannon-Weaver, el más utilizado en estudios de ecología bentónica. El área de estudio registra una diversidad específica promedio de **2,977 bits/ind** con una desviación estándar (σ) $\pm 0,319$, fluctuando en un rango de 3,432 bits/ind. (TC) y 2,573 bits/ind. (T1). Nótese que la transectas ubicadas en la succión (T4) y descarga (T3) de la Central presentan índices de diversidad que se encuentran entre los más bajos del área: 2,861 y 2,642 bits/ind., respectivamente. Al respecto, se han realizado categorizaciones de comunidades en base al índice de Shannon, determinando la siguiente clasificación (Hendey, 1977):


H' de 0-1 = Polución severa
H' de 1-2 = Polución moderada
H' de 2-3 = Polución ligera
H' de 3-4 = Polución no detectable.

En este contexto, el promedio de diversidad del área estudiada indicaría comunidades con polución ligera, bordeando la no detectable.

Finalmente, e acuerdo al coeficiente de variación de Pearson se observa una baja dispersión de este indicador.

- Uniformidad Específica (J')

Por otra parte, es importante considerar que la diversidad específica es un índice que varía bastante de acuerdo a la presencia de especies con un número mayor de individuos, y es casi independiente de las especies con un pequeño número de individuos. Por lo tanto, es importante considerar el concepto de **Uniformidad Específica (J')**. Este índice, junto a la diversidad H' permiten describir la riqueza de especies y la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies en una comunidad. De manera que un cambio en la

	ESTUDIO COMUNIDADES BENTÓNICAS SUBMAREALES DE FONDO DURO PUNTA CACHOS – IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCHSD/082009	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	26
		Fecha de emisión: 21/08/2009	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

relación entre H' y J resulta no sólo de una fluctuación en el número de especies, sino que también en cambios en las especies dominantes (Gray, 1981).


En resumen, este índice arroja información acerca de la distribución de un individuo de una especie dentro de un área específica; es decir, si existe equilibrio entre el número de individuos de una especie con respecto a las otras. El valor máximo posible para este índice es 1.0, que indicaría que existe una gran uniformidad o equilibrio en la distribución de los individuos de las diferentes especies en un área específica de estudio.

De acuerdo a este indicador, el área de estudio presenta una uniformidad promedio de **0,663 ± 0,071 bits/ind**. Esto se traduce en niveles moderados en la distribución de las abundancias de los organismos registrados en el área de estudio. Se observa además un bajo grado de dispersión de este parámetro de acuerdo al coeficiente de Pearson (**Tabla 3.2.9**).

Las transectas que registran el mayor valor de este indicador son T6 (0,728 bits/ind) y TC (0,758 bits/ind), en tanto las transectas que presentan una menor equitatividad en la distribución de las abundancias de los organismos son T1 (0,586 bits/ind) y T3 con (0,584 bits/ind). Los menores registros de uniformidad se explican por el predominio de *Mesophyllum indet* en ambas transectas.

- *Dominancia de Simpson (D')*

En general, se puede observar bajas dominancias con un valor promedio de $0,194 \pm 0,051$ bits/ind. Al igual que los indicadores ya citados, es posible observar un bajo nivel de dispersión de este parámetro, el cual presenta un rango de 0,132 bits/ind (TC) como límite inferior y 0,262 bits/ind (T1) como límite superior (**Tabla 3.2.9**).

	ESTUDIO COMUNIDADES BENTÓNICAS SUBMAREALES DE FONDO DURO PUNTA CACHOS – IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCHSD/082009	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	27
		Fecha de emisión: 21/08/2009	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

- *Riqueza Específica (S)*

En términos de riqueza específica, se observa un promedio de 22,9 especies en el área de estudio, fluctuando entre 25 (T1) y 19 (T6). Los niveles de riqueza de especies presentan un bajo nivel de dispersión (Cv= 0,08).

Las transectas T3 y T4 cercanas al área de influencia directa del proyecto registran un total de 23 especies cada una, muy similar al alcanzado en el área de estudio con 22,8 especies promedio.

▪ **Análisis de Clasificación: Dendrogramas**

Esta 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. Esta metodología consiste, en primer lugar, en el cálculo de similitudes o distancias (disimilitudes) entre muestras o estaciones (o bien sobre especies) a partir de los índices apropiados (de similitud o disimilitud), para conformar enseguida una matriz asimétrica de similitudes o distancias. Involucra a continuación pareos sucesivos de las muestras o grupos de muestras similares (o de las más disímiles) hasta que todas las muestras o grupos de muestras están en un grupo mayor. El proceso culmina en una estructura tipo árbol o *dendrograma*.

El análisis de clasificación de este estudio (**Figura 3.2.2**) evidencia un conglomerado que agrupa a las transectas T2, T3, T4, T5, con un 65% de asociación como nivel de decisión con un total de 9 especies en común: *Crucibulum scutellatum*, *Fissurella latimarginata*, *Scurria variabilis*, *Cladophoropsis herpestica*, *Lessonia trabeculata*, *Asparagopsis armata*, *Callithamnion indet.*, *Mesophyllum indet.*, *Plocamium cartilagineum*.

Las transectas T1 y TC son segregadas del conglomerado principal, registrando 6

especies en común. Sin embargo, de las 6 especies mencionadas, no se observa ninguna que sea exclusiva de ambas transectas. Por lo anterior, es posible observar más bien diferencias en las transectas ubicadas en los extremos del área estudiada.

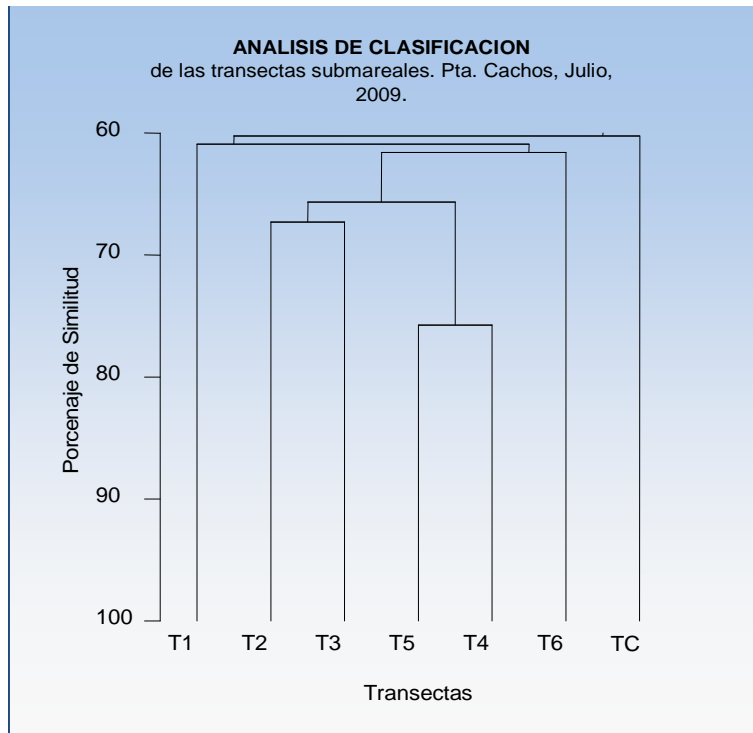



Figura 3.2.2. Dendrograma de similitud de las transectas de las comunidades bentónicas submareales de fondos duros. Punta Cachos, julio de 2009.

- **Análisis de Ordenamiento: Escalamiento No Métrico Multidimensional**

Esta metodología de estudio de variables multivariadas pertenece al grupo de los análisis de Ordenación. Esta técnica utiliza sólo los rangos (ordenados) de la información de una matriz de disimilitud (o similitud) calculada de la matriz de datos originales. Básicamente, la ENM intenta ubicar las muestras o especies en un espacio de ordenación de baja dimensión, de modo que las distancias entre los puntos en la ordenación tengan el mismo rango de orden

	ESTUDIO COMUNIDADES BENTÓNICAS SUBMAREALES DE FONDO DURO PUNTA CACHOS – IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCHSD/082009	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	29
		Fecha de emisión: 21/08/2009	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

que los puntos de disimilitud en la matriz de disimilitud (o similitud). Dado que el ENM utiliza solamente los rangos, es un método no-paramétrico (no-métrico). Este método fue diseñado para proporcionar una alternativa al, a menudo, problemático supuesto de la existencia de una respuesta lineal de las especies, utilizadas en las otras técnicas de ordenación como el Análisis de componentes Principales. El ENM supone que la curva respuesta es no lineal y monotónica. De acuerdo a Warwick & Clarke (1993), esta técnica multivariada sería la mejor para estudios de bentos, debido a su gran sensibilidad y generalidad de respuesta.

En este estudio, el análisis multivariado de ordenación presenta una configuración concordante con los resultados del análisis de clasificación. Al observar la posición de las transectas en el plano cartesiano, se distingue un núcleo disperso compuesto por las estaciones T2, T3, T4, T5. En contraste a ello las transectas T1, T6 y TC son dispuestas por este análisis en forma independiente, debido al menor grado de similitud entre los componentes de flora y fauna de estas transectas (**Figura 3.2.3**).

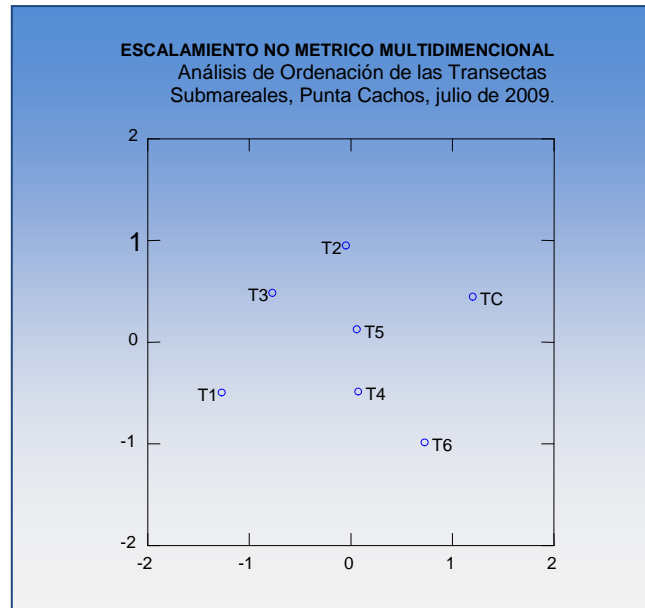



Figura 3.2.3. Análisis de Escalamiento No métrico Multidimensional de las comunidades bentónicas submareales de Fondos duros. Punta Cachos, julio de 2009.

	ESTUDIO COMUNIDADES BENTÓNICAS SUBMAREALES DE FONDO DURO PUNTA CACHOS – IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCHSD/082009	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	30
		Fecha de emisión: 21/08/2009	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	


3.3 Conclusiones del Estudio de Comunidades Submareales de Fondos Duros

El área de estudio corresponde a sustratos rocosos consolidados asociados a discretos parches de arena. La especie de macroalga que caracteriza el área de estudio y que conforma extensas praderas en el submareal, corresponde a *Lessonia trabeculata*. Se observa una distribución discontinua de *L. trabeculata*, registrándose la mayor densidad en sectores próximos a Caleta Pajonales, correspondientes a los transectos T6, T5 y T4. Sin embargo, el submareal rocoso presenta una baja riqueza macroalgal, cubiertos en su mayoría por algas crustosas calcáreas.

Junto a los discos de *Lessonia trabeculata* es posible registrar especies de invertebrados principalmente pastoreadores como lapas *Fissurella costata*, *Fissurella cumingi* y *Fissurella latimarginata*, caracoles como *Tegula atra* y equinodermos como *Tetrapigus niger*. Se observa también bajas densidades del erizo comestible *Loxechinus albus*. En contraposición, se registran altas densidades del loco *Concholepas concholepas*, principalmente en las áreas que comprenden las transectas T4 y T5.

En términos de composición específica se observan diferencias entre los transectas, en especial entre TC, T1 y T6, correspondiente a las transectas ubicadas en sectores extremos del área de estudio. Las diferencias entre las transectas citadas responden a la presencia de las especies de macroalgas *Bangia indet.*, *Gastroclonium cylindricum*, *Heterosiphonia subsecundata* y *Prionitis abbreviata*; los peces *Pinguipes chilensis* y *Paralabrax humeralis* (“cabrilla”), el erizo comestible *Loxechinus albus*, los anélidos *Typosyllis magdalena*, *Sabellidae indet.* y *Lumbrinereidae indet.* y el representante Porifera *indet.*


De acuerdo a los parámetros comunitarios, el área de estudio registra altos índices de diversidad, asociados a bajos niveles de dominancia. Ambos indicadores manifiestan una baja variabilidad entre las transectas.

	ESTUDIO COMUNIDADES BENTÓNICAS SUBMAREALES DE FONDO DURO PUNTA CACHOS – IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCHSD/082009	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	31
		Fecha de emisión: 21/08/2009	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

Un aspecto importante para los fines de este estudio, es considerar que el área de estudio comprende la AMERB de Pajonales. En específico el área de manejo denominada Área de Manejo Pajonales modificada a través del Decreto Supremo D.S. N° 578/2009, se encuentra delimitada de acuerdo a lo indicado en la **Figura 3.1.3.1**.



Figura 3.1.3.1. Límites del área de manejo de Pajonales.

	ESTUDIO COMUNIDADES BENTÓNICAS SUBMAREALES DE FONDO DURO PUNTA CACHOS – IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCHSD/082009	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	32
		Fecha de emisión: 21/08/2009	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

De acuerdo a la información de la Subsecretaría de Pesca (www.subpesca.cl), las especies extraídas en el área son:

Tabla 3.1.3
Especies extraídas desde el Área de Manejo de Caleta Pajonales

Nombre Común	Nombre Científico
Erizo	<i>Loxechinus albus</i>
Huiro negro	<i>Lessonia nigrescens</i>
Huiro palo	<i>Lessonia trabeculata</i>
Lapa	<i>Fissurella sp.</i>
Huiro	<i>Macrocystis pyrifera</i>
Loco	<i>Concholepas concholepas</i>

Fuente SUBPESCA

De acuerdo al Informe de Seguimiento Nº 7 del Área de Manejo Pajonales III Región (Estudios Marinos Ltda., 2008), en el período comprendido entre diciembre de 2007 y septiembre de 2008, se registraron 3 eventos de cosecha del recurso loco, extrayendo el 100% de la cuota autorizada; 5 eventos de cosecha de lapas, extrayendo el 36,27% de la cuota; 1 evento de cosecha de erizo comestible (6,57% de la cuota autorizada) y la extracción de 129 toneladas de huiro negro.

Lo anterior es concordante con los resultados obtenidos en el presente estudio, toda vez que cada una de las especies que son cosechadas en esta área de manejo fueron detectadas, identificadas y cuantificadas. No obstante, de acuerdo al Informe de Seguimiento Nº 7 del Área de Manejo Pajonales, el recurso loco estaría localizado en toda la franja de la AMERB (**Figura 3.1.3.2**); no obstante, el presente estudio mostró una distribución especialmente concentrada en el sur de Isla Cima Cuadrada.

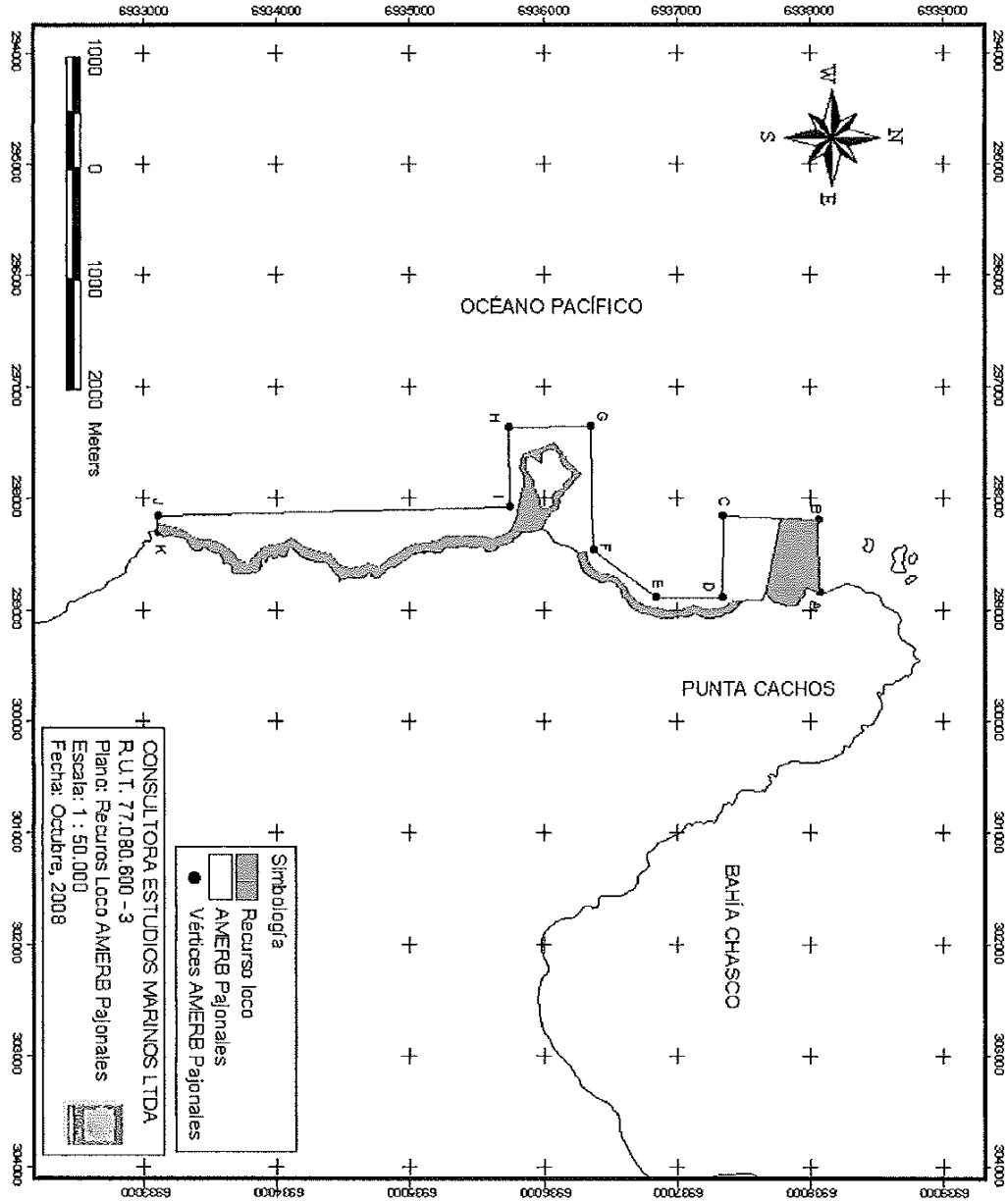



Figura 3.1.3.2. Área de distribución del recurso loco *C. concholepas* en la AMERB de Pajonales de acuerdo al Informe de Seguimiento Nº 7 del Área de Manejo Pajonales (Estudios Marinos Ltda., 2008).

	ESTUDIO COMUNIDADES BENTÓNICAS SUBMAREALES DE FONDO DURO PUNTA CACHOS – IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCHSD/082009	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	34
		Fecha de emisión: 21/08/2009	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

3.4 **Bibliografía del Estudio de Comunidades Macrobentónicas Submareales de Fondos Duros**

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.

Decreto Supremo 578 Exento. 2009. Modifica Decreto Nº 510 que Estableció Áreas de Manejo y de Explotación de Recursos Bentónicos en la III Región.

Estudios Marinos Ltda. 2008. Informe de Seguimiento Nº 7 del Área de Manejo Pajonales III Región. Período Diciembre 2007 – Septiembre 2008. 30 p.

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


Krebs, Ch. 1989. Ecological Methodology. University of British Columbia. Pub. Harper Collins 951pp.

Legendre, L. & P. Legendre. 1979. Ecologie numérique, Volume 2: la structure des donnés 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.

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).

	ESTUDIO COMUNIDADES BENTÓNICAS SUBMAREALES DE FONDO DURO PUNTA CACHOS – IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCHSD/082009	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	35
		Fecha de emisión: 21/08/2009	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

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.

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.

	ESTUDIO COMUNIDADES BENTÓNICAS SUBMAREALES DE FONDO DURO PUNTA CACHOS – IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCHSD/082009	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	36
		Fecha de emisión: 21/08/2009	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

ANEXO I

CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA



**ESTUDIO COMUNIDADES BENTÓNICAS
SUBMAREALES DE FONDO DURO
PUNTA CACHOS – IIIª REGIÓN
Campaña de Invierno**

Nº DOCUMENTO
INF-PCHSD/082009

EDICIÓN / REVISIÓN
2/1

Fecha de emisión:
21/08/2009

Emitido por:
Depto. Ambiental
EcoTecnos Ltda.

37

ARMADA DE CHILE
SERVICIO HIDROGRÁFICO
Y OCEANOGRÁFICO

SHOA ORDINARIO N° 13270/24/369 / Vrs

AUTORIZA A LA EMPRESA ECOTECNOS
LTDA. PARA REALIZAR ACTIVIDADES DE
INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA MARINA
EN LA III REGIÓN.

VALPARAÍSO, 15 JUL 2009

VISTO: lo solicitado por la Empresa ECOTECNOS LTDA., mediante correo electrónico de fecha 03 de julio de 2009; lo dispuesto en el Decreto Supremo N° 192, de fecha 6 de marzo de 1969, modificado por Decreto Supremo N° 784, de fecha 14 de agosto de 1985, y las atribuciones que me confiere el Decreto Supremo N° 711, de fecha 22 de agosto de 1975, "Reglamento de Control de las Investigaciones Científicas y Tecnológicas Marinas efectuadas en la Zona Marítima de Jurisdicción Nacional",

RESUELVO:

- 1.- **AUTORIZÁSE** a la Empresa ECOTECNOS LTDA., para que por mandato de la Empresa ARCADIS GEOTÉCNICA, realice actividades de investigación tecnológica marina en el sector de Punta Cachos (III Región – Carta Náutica SHOA N° 3000), consistentes en mediciones de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, penetración de la luz, pH, toma de muestras de sedimentos, organismos bentónicos, fitoplanctónicos y zooplanctónicos, las cuales se realizarán a contar de esta fecha y hasta el 30 de agosto de 2009.
- 2.- **DECLÁRASE:**
 - a.- De acuerdo a la información proporcionada por la empresa citada en VISTO, este trabajo no requiere de inspección en terreno, ni de revisión de los antecedentes finales del estudio por parte del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA), en razón al carácter exploratorio de ellos. Por ende, este estudio se considerará sin valor oceanográfico.
 - b.- Conforme a lo dispuesto en el Decreto Supremo N° 711, anteriormente mencionado, al término del estudio el Representante Legal de la Empresa ECOTECNOS LTDA., Sr. Humberto DÍAZ Oviedo, deberá remitir al SHOA, una copia de los datos (en medio digital) y un informe escrito de los resultados obtenidos, en un plazo no mayor de 6 meses.
 - c.- Para el cumplimiento de lo anterior, considerar que previo al inicio de los trabajos, los ejecutores deberán concurrir a la Capitanía de Puerto de Caldera, para coordinar las actividades y requerir información respecto de las medidas de seguridad que se deben adoptar durante las operaciones de navegación y buceo en la mar.



**ESTUDIO COMUNIDADES BENTÓNICAS
SUBMAREALES DE FONDO DURO
PUNTA CACHOS – IIIª REGIÓN
Campaña de Invierno**

Nº DOCUMENTO
INF-PCHSD/082009

EDICIÓN / REVISIÓN
2/1

Fecha de emisión:
21/08/2009

Emitido por:
Depto. Ambiental
EcoTecnos Ltda.

38

SHOA ORDINARIO N° 13270/24/ 369 / Vrs
DE FECHA, **15 JUL 2009**


- d.- El Capitán de Puerto de Caldera tendrá la facultad de no autorizar la extracción de muestras de sedimentos y organismos bentónicos, si el área de estudio estuviere sometida a un régimen de concesión marítima de acuicultura u otra destinación ya otorgada, bajo la responsabilidad de un concesionario diferente al mandante señalado en el numeral 1 de la presente Resolución.
 - e.- Lo expuesto y dispuesto en los considerandos anteriores, no podrá bajo ningún pretexto perjudicar o amenazar los derechos de terceros, válidamente constituidos en el área de estudio.
- 3.- ANÓTESE y comuníquese a quienes corresponda, para su conocimiento y cumplimiento.




MARIANO ROJAS BUSTOS
CAPITÁN DE NAVÍO
DIRECTOR





CRISTIAN DIAZ TRIVINO
Teniente 2º Lt.

	ESTUDIO COMUNIDADES BENTÓNICAS SUBMAREALES DE FONDO DURO PUNTA CACHOS – IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCHSD/082009	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	39
		Fecha de emisión: 21/08/2009	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	

ANEXO II

RESPALDO FOTOGRÁFICO ESTUDIO DE COMUNIDADES SUBMAREALES DE FONDO DURO

	ESTUDIO COMUNIDADES BENTÓNICAS SUBMAREALES DE FONDO DURO PUNTA CACHOS – IIIª REGIÓN Campaña de Invierno	Nº DOCUMENTO INF-PCHSD/082009	EDICIÓN / REVISIÓN 2/1	40
		Fecha de emisión: 21/08/2009	Emitido por: Depto. Ambiental EcoTecnos Ltda.	



Fotografía 3.2.1. Pradera de *Lessonia trabeculata* transecta T1.



Fotografía 3.2.2. Vista de fondos blanqueados, *Tetrapygyus niger* transecta T1.



Fotografía 3.2.3. Camarón de roca *Rinchocynetes typus* en transecta T2.



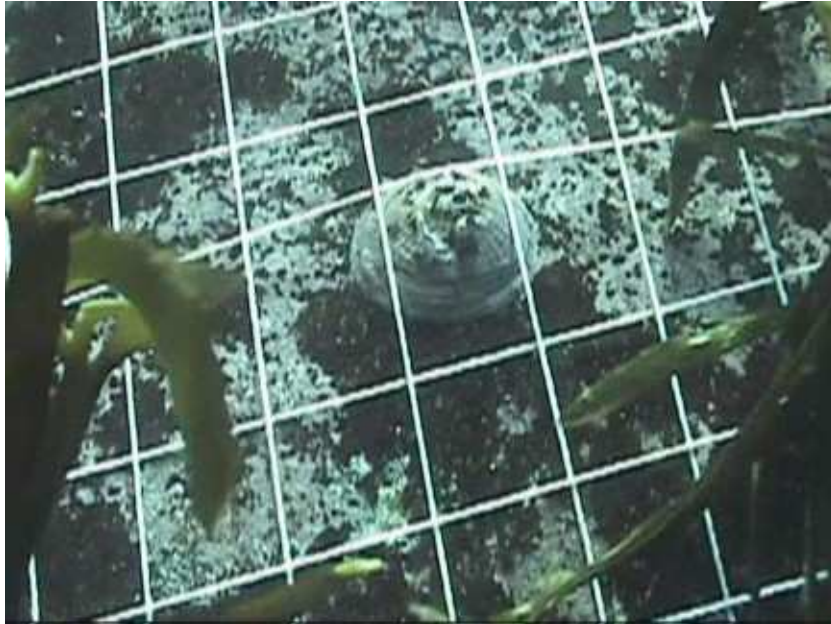
Fotografía 3.2.4. Camarón de roca *Rinchocynetes typus* y *Phymactis clematis* en transecta T3.



Fotografía 3.2.5. *Meyenaster gelatinosus* en transecta T3.



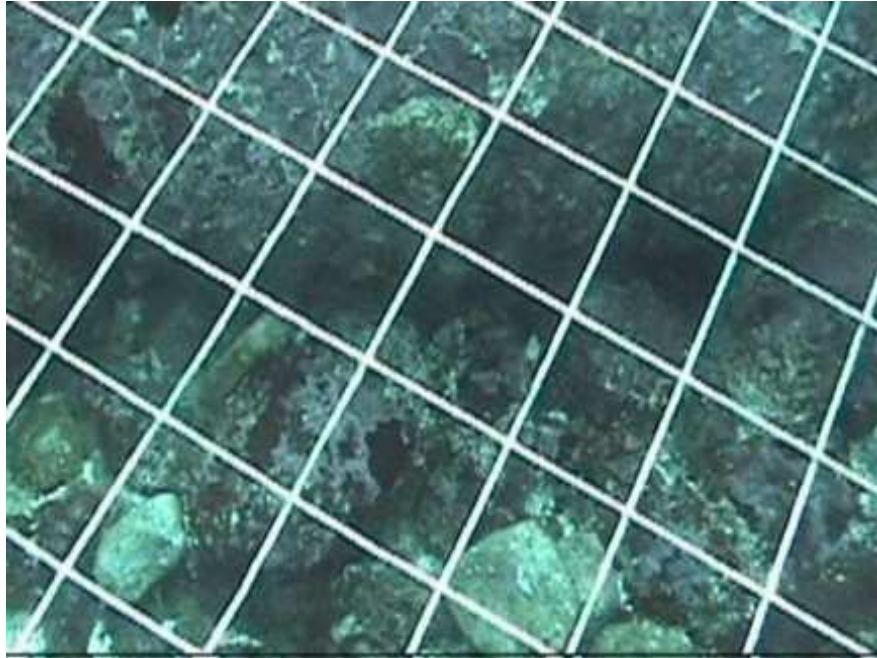
Fotografía 3.2.6. *Concholepas concholepas* en la transecta T4.



Fotografía 3.2.7. *Fissurella costata* en la transecta T5.



Fotografía 3.2.8. *Glossophora kunthii* en transecta T6.



Fotografía 3.2.9. *Mesophyllum indet.* en la Transecta Control.