

**Proyecto FIP N° 2004 – 28**

***INFORME FINAL***

***ACTUALIZACIÓN Y VALIDACIÓN DE LA  
CLASIFICACIÓN DE LAS ZONAS BIOGEOGRÁFICAS  
LITORALES***



**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**

**Enero de 2006**

## RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo general de este Proyecto fue actualizar la clasificación de las zonas zoogeográficas litorales de la costa de Chile, determinando los factores físicos y biológicos que permiten caracterizar esas zonas.

Se analizaron bases de datos de las características físicas de la costa de Chile, incluyendo rugosidad de la costa, ancho de la plataforma continental, vientos costeros, temperatura superficial del mar, radiación solar y concentración (satelital) de clorofila y de la distribución y abundancia de invertebrados y peces de ambientes inter y submareales y de fondos blandos y rocosos y base de datos de macroalgas.

### **a) Características físicas y ambientales de la costa de Chile**

La costa de Chile puede ser dividida en tres grandes zonas de acuerdo a la rugosidad de la misma: (i) una costa extremadamente rugosa entre 51 y 55°S, (ii) una costa rugosa entre 46 y 50°S y (iii) una costa poco rugosa desde 40°S hacia el norte. Cuatro zonas se pueden reconocer en base al ancho de la plataforma: (i) plataforma muy angosta (< 10 km) entre el límite norte y 33,5°S; (ii) plataforma menos angosta (>10 km, < 20 km) entre 33,5°S y 36°S; (iii) plataforma ancha (hasta 70 km) entre 36°S hasta 40°S; (iv) ancho difícilmente definible al sur de 40°S, por la extrema rugosidad de la zona.

Desde el punto de vista de los vientos, se tienen al menos 3 zonas geográficas: (i) la zona centro-norte del país, desde el límite norte del país hasta 39°S, con vientos meridionales hacia el norte durante todo el año; (ii) una zona de transición entre 39 y 45°S, en que la dirección de los vientos meridionales depende de la estación del año; e (iii) la zona austral del país, al sur de 45°S, en que los vientos meridionales soplan hacia el sur durante todo el año. Por otro lado, desde el punto de vista de los vientos perpendiculares a la costa, portadores de humedad, se puede distinguir dos zonas: (i) desde el límite norte del país hasta 39°S los vientos penetran débilmente en el continente (o incluso fluyen desde él, en el extremo norte de esta zona); (ii) desde 39°S hacia el sur los vientos perpendiculares fluyen intensamente hacia el continente, aportándole considerable humedad, particularmente entre 44 y 50°S.

La temperatura superficial del mar tiende a tener una disminución regular de norte a sur, sin presentar quiebres significativos a lo largo de la costa (al menos en la escala de este estudio). Sin embargo, el contraste estacional de la temperatura permite definir tres zonas: (i) contraste alto (>6°C) al norte de 25°S; (ii) contraste intermedio (>4, <6°C) entre 25 y 45°S; e (iii) contraste estacional débil (<4°C) al sur de 45°S. Por su parte, las características de la radiación no permiten establecer zonas biogeográficas, dado que esta variable decrece más o menos regularmente de norte a sur, salvo pequeñas anomalías.

La entrada de agua dulce permite hacer al menos tres clasificaciones: una zona comparativamente seca, que abarca desde el límite norte de Chile hasta unos 30°S, una zona de flujo intermedio, hasta 40°S, y una zona con gran entrada de agua dulce, al sur de 40°S.

## **b) Características de la fauna a lo largo de la costa de Chile**

Los taxa estudiados presentaron una fuerte variación en el recambio latitudinal de especies. Sin embargo, en todos los casos es posible identificar sectores en los cuales este recambio es más fuerte. Por ejemplo, en el caso de invertebrados del inter y submareal rocoso (datos Dr Vasquez), los datos muestran que los sitios localizados entre los 26 y 27°S presentan una importante aparición de especies provenientes desde el sur y un alto número de especies terminando su distribución hacia el sur. En el caso de las especies sésiles del intermareal rocoso (datos Dr Camus), los resultados indican la existencia de 2 zonas de importante recambio: a) localizada cerca de los 20°S y b) cerca de los 32-33°S. En el caso de los peces (datos Dr. Ojeda), tanto para especies submareales como intermareales, alrededor de los 36-39°S se localiza un punto de recambio manifestado por la entrada de especies provenientes del sur, mientras que entre los 36 y 39°S se manifiesta una fuerte desaparición de especies provenientes desde el norte. En el caso de peces submareales, entre los 53-55°S se localiza otro punto en el cual se produce una entrada de un número importante de especies desde el sur. Para los invertebrados submareales de fondos blandos (datos Dr. Lancelloti), se registraron tres puntos de recambio de especies interesantes: a) uno localizado entre los 20-23°S, y caracterizado por el termino de la distribución de especies hacia el sur; b) el segundo localizado entre los 27-28°S y caracterizado por la aparición de especies nuevas provenientes desde el sur; y c) el tercero localizado entre los 28-29°S caracterizado por un nuevo punto de fin de distribución de especies hacia el sur. Finalmente, en el caso de fondos blandos intermareales (datos Dr Jaramillo), los resultados muestran una fuerte variación entre localidades. Aunque es posible identificar algunos puntos de quiebre a través del gradiente latitudinal, por ejemplo, entre los 27-29°S, en los 33°S y entre los 40-41°S. La alta variabilidad entre sitios sugiere que para este ensamble los patrones de variación entre localidades adyacentes podrían ser tan fuertes como las diferencias entre regiones.

La clasificación biogeográfica de la diversidad de especies litorales para la costa de Chile desarrollada a partir de compilaciones de distintos estudios no fue consistente con lo registrado en el presente estudio ya que sólo concuerdan en la localización de los quiebres de los 30 y 36°S. Por ejemplo, la zona norte ha sido visualizada como homogénea en términos de su composición biótica, postulándose que a latitudes menores a los 30°S ya se estaría dentro de una región biogeográfica con una biota distinta a las registradas a mayores latitudes, y que la región sur propiamente tal estaría localizada desde los 41°S hacia mayores latitudes. El contacto entre ambas regiones llevaría a la formación de una zona transicional cuyos límites no están claramente definidos, pero los cuales se postulan entre los 40 y 41°S según Brattstrom & Johannsen (1983), o entre los 35 a 48°S según Lancelloti & Vásquez (1999). Sin embargo, la validez y alcance de las clasificaciones realizadas por estos autores ha sido discutida, principalmente debido al criterio de división geográfica para establecer la resolución del estudio (Camus 2001).

Ambos esquemas de clasificación biogeográficos (i.e. el desarrollado a partir de la literatura y el desarrollado en este Proyecto) de la diversidad litoral tampoco concuerdan con el esquema de clasificación zoogeográfica establecido por la normativa vigente. Así, este esquema reglamentario pareciera estar determinado por zonas administrativas (e.g., norte, norte-chico, Chile central, y el sur de Chile clasificado según el esquema de regionalización nacional).

Esta inconsistencia sugiere la necesidad de desarrollar un nuevo esquema de clasificación zoogeográfica para la biota de la costa expuesta de Chile. Por lo tanto, en este Proyecto se plantea

un nuevo esquema de clasificación considerando: 1) este esquema es desarrollado a partir de la descomposición de los patrones de diversidad en grupos taxonómicos representativos. Vale resaltar que los organismos analizados aquí fueron seleccionados tanto por criterios de hábitat (e.g., playas de arena), funcionales (e.g., especies herbívoras y sésiles), como taxonómicos (e.g., moluscos). Por lo tanto, no es esperable a priori registrar los mismos patrones bajo estos distintos criterios, y por ello la congruencia general de los patrones propuestos es relevante ya que integra diferentes perspectivas. 2) Este esquema también incorpora los antecedentes de factores ambientales que podrían estar influenciado los patrones de variación de la diversidad; 3) esta descomposición de los patrones geográficos en sus factores biológicos (diversidad) y bióticos (factores latitudinales y ambientales) son reunidos en “zonas zoogeográficas” de menor jerarquía que la utilizada para la clasificación de regiones y provincia biogeográficas.

De acuerdo a lo anterior se propone el siguiente esquema de zonación zoogeográfica:

- 1) Zona I (Norte de Chile): desde el límite norte de Chile hasta los 24° de Latitud Sur.
- 2) Zona II (zona zoogeográfica “buffer” entre las zonas zoogeográficas I y III) desde los 24°S hasta los 26° de latitud Sur.
- 3) Zona III (Transicional de Chile centro-norte) desde los 26°S hasta los 30° de Latitud Sur.
- 4) Zona IV (zona zoogeográfica “buffer” entre las zona transicional de Chile centro-norte y centro-centro) desde los 30°S hasta los 33° de Latitud Sur.
- 5) Zona V (Transicional de Chile centro-centro) desde los 33°S hasta los 38° de Latitud Sur.
- 6) Zona VI (“buffer” entre las zonas zoogeográficas V y VII ) desde los 38°S hasta los 41° de Latitud Sur.
- 7) Zona VII (Sur de Chile) desde los 41°S hasta los 48° de Latitud Sur
- 8) Zona VIII (Sur de Chile) desde los 48°S hasta los 54° de Latitud Sur
- 9) Zona IX (Sur de Chile) desde los 54°S hasta el límite sur de Chile continental.

Finalmente y dado que el conocimiento de la distribución y abundancia de las especies se encuentra en un permanente proceso de desarrollo, resulta fundamental la revisión periódica, de la delimitación de las distintas zonas zoogeográficas por lo que ella deberá seguir siendo regulada por una norma de nivel reglamentario. Se propone que esta revisión periódica se realice cada 5 años, en concordancia con la aparición periódica de nueva información, relevante a la distribución geográfica de los organismos.

## INDICE

	<b>página</b>
<b>1. OBJETIVO GENERAL</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>1</b>
<b>3. ANTECEDENTES</b>	<b>2</b>
<b>4. METODOLOGIA</b>	<b>6</b>
<b>5. RESULTADOS</b>	<b>33</b>
<b>7. BIBLIOGRAFIA</b>	<b>137</b>
<b>ANEXO TABLAS DE DATOS</b>	<b>140</b>
<b>ANEXO TABLAS DE FECHAS</b>	<b>152</b>
<b>ANEXO TABLAS ESPECIES INDICADORAS</b>	<b>160</b>
<b>ANEXO TALLER</b>	<b>187</b>
<b>9. HORAS HASTA AHORA REALIZADAS POR LOS INVESTIGADORES</b>	<b>191</b>

## INDICE DE TABLAS

**Tabla 1.** Resumen de las bases de datos disponibles para el desarrollo del proyecto. SM = Submareal, IM = Intermareal, R = Fondos Rocoso, B = Fondos Blandos.

**Tabla 2.** Resumen de los análisis de regresión de 1er, 2º y 3er orden para la relación entre el número de especies y latitud geográfica. Los valores de P significativos se muestran en negrillas y  $r^2$  corresponde al coeficiente de determinación del modelo respectivo.

**Tabla 3.** Resumen del análisis de resultados para los grupos taxonómicos de distintos tipos de hábitat del la zona submareal de la costa de Chile. En negrillas se indican resultados significativos cuando el análisis consideró la aplicación de una prueba de significancia.

**Tabla 4.** Resumen del análisis de resultados para los grupos taxonómicos de distintos tipos de hábitat del la zona intermareal de la costa de Chile. En negrillas se indican resultados significativos cuando el análisis consideró la aplicación de prueba de significancia.

**Tabla 5.** Resumen de estadística descriptiva de las variables ambientales utilizadas como variables independientes en los análisis regresión múltiple. N= Número de sitios, D.E. = Desviación estándar.

**Tabla 6.** Resumen de estadística descriptiva de las bases de datos de riqueza de especies para los distintos grupos y tipos de hábitats analizados. D.E. = Desviación estándar

**Tabla 7.** Correlación entre el patrón de variación geográfica de la riqueza de especies de los grupos taxonómicos y las variables ambientales. En negrillas se muestran los valores de P significativos luego de aplicar la corrección de Bonferroni a  $\alpha = 0.0125$ .

**Tabla 8.** Correlación entre el patrón de variación geográfica de la riqueza de especies de los grupos taxonómicos y las variables ambientales. En negrillas se muestran los valores de P significativos luego de aplicar la corrección de Bonferroni a  $\alpha = 0.0125$

**Tabla 9.** Estimación de la correlación semi-parcial cuadrática ( $sr^2$ ) para evaluar el efecto puro del espacio (latitud = LAT), y de cada variable ambiental (Temperatura = TEMP, Área de la plataforma continental, y del componente lineal [CLA] y cuadrático [CLA2] de la Clorofila-a) sobre el patrón de variación geográfica de la riqueza de especies que habitan el Submareal El efecto de los vientos perpendiculares (-P) a la costa y meridionales (-M) fue evaluado por separado debido a que la relación angular-lineal requiere transformar las variables a sus componentes seno (SEN-) y coseno (COS-); la sumatoria ( $\Sigma$ ) corresponde a la suma de la correlación semi-parcial cuadrática en cada modelo de regresión. Los valores de P en negrillas indican un efecto significativo de un determinado parámetro. E.E = Error estándar.

**Tabla 10.** Estimación de la correlación semi-parcial cuadrática ( $sr^2$ ) para evaluar el efecto puro del espacio (latitud = LAT), y de cada variable ambiental (Temperatura = TEMP, Área de la

plataforma continental, y del componente lineal [CLA] y cuadrático [CLA2] de la Clorofila-a) sobre el patrón de variación geográfica de la riqueza de especies que habitan el intermareal. El efecto de los vientos perpendiculares (-P) a la costa y meridionales (-M) fue evaluado por separado debido a que la relación angular-lineal requiere transformar las variables a sus componentes seno (SEN-) y coseno (COS-); la sumatoria ( $\Sigma$ ) corresponde a la suma de la correlación semi-parcial cuadrática en cada modelo de regresión. Los valores de P en negrillas indican un efecto significativo de un determinado parámetro. E.E = Error estándar.

**Tabla 11.** Análisis de regresión múltiple para el efecto de la Latitud (Lat), Temperatura (Temp), Clorofila-a (Cl-a) y del área de la Plataforma Continental (Area) sobre los patrones de variación geográfica de la riqueza de especies que habitan el Submareal de la costa Chilena. También se muestra el efecto de la regresión lineal- angular para evaluar el efecto de los vientos perpendiculares a la línea de costa (Vientos O-E) y meridionales (Vientos S-N) sobre la variación geográfica de la riqueza de especies submareales. En negrillas se muestran las regresiones significativas.  $r^2$  = coeficiente de determinación del modelo.

**Tabla 12.** Análisis de regresión múltiple para el efecto de la Latitud (Lat), Temperatura (Temp), Clorofila-a (Cl-a) y del área de la Plataforma Continental (Area) sobre los patrones de variación geográfica de la riqueza de especies que habitan el Intermareal de la costa Chilena. También se muestra el efecto de la regresión lineal- angular para evaluar el efecto de los vientos perpendiculares a la línea de costa (Vientos O-E) y meridionales (Vientos S-N) sobre la variación geográfica de la riqueza de especies intermareales. En negrillas se muestran las regresiones significativas.  $r^2$  = coeficiente de determinación del modelo.

**Tabla 13.** Análisis del orden en la entrada en el modelo de cada variable explicatoria y su importancia sobre la variación geográfica de la riqueza de Gastrópodos del intermareal rocoso. Los datos de vientos meridionales (-M) y perpendiculares (-P) a la costas fueron analizados por separado usando un modelo lineal-angular.  $r^2$  = coeficiente de determinado de cada modelo. Los modelos fueron ordenados en forma parsimoniosa usando el Criterio de Información de Akaike (AIC) (Datos Dra. Fernández).

**Tabla 14.** Análisis del orden en la entrada en el modelo de cada variable explicatoria y su importancia sobre la variación geográfica de la riqueza de especies Sésiles del intermareal rocoso. Los datos de vientos meridionales (-M) y perpendiculares (-P) a la costas fueron analizados por separado usando un modelo lineal-angular.  $r^2$  = coeficiente de determinado de cada modelo. Los modelos fueron ordenados en forma parsimoniosa usando el Criterio de Información de Akaike (AIC) (Datos Dr. Camus).

**Tabla 15.** Análisis del orden en la entrada en el modelo de cada variable explicatoria y su importancia sobre la variación geográfica de la riqueza de peces del intermareal rocoso. Los datos de vientos meridionales (-M) y perpendiculares (-P) a la costas fueron analizados por separado usando un modelo lineal-angular.  $r^2$  = coeficiente de determinado de cada modelo. Los modelos fueron ordenados en forma parsimoniosa usando el Criterio de Información de Akaike (AIC) (Datos Dr. Ojeda).

**Tabla 16.** Análisis del orden en la entrada en el modelo de cada variable explicatoria y su importancia sobre la variación geográfica de la riqueza de moluscos del intermareal rocoso. Los

datos de vientos meridionales (-M) y perpendiculares (-P) a la costas fueron analizados por separado usando un modelo linear-angular.  $r^2$  = coeficiente de determinado de cada modelo. Los modelos fueron ordenados en forma parsimoniosa usando el Criterio de Información de Akaike (AIC) (Datos Dr. Valdovinos).

**Tabla 17.** Análisis del orden en la entrada en el modelo de cada variable explicatoria y su importancia sobre la variación geográfica de la riqueza de invertebrados del intermareal rocoso. Los datos de vientos meridionales (-M) y perpendiculares (-P) a la costas fueron analizados por separado usando un modelo linear-angular.  $r^2$  = coeficiente de determinado de cada modelo. Los modelos fueron ordenados en forma parsimoniosa usando el Criterio de Información de Akaike (AIC) (Datos Dr. Vásquez)

**Tabla 18.** Análisis del orden en la entrada en el modelo de cada variable explicatoria y su importancia sobre la variación geográfica de la riqueza de invertebrados del intermareal de playas de arena. Los datos de vientos meridionales (-M) y perpendiculares (-P) a la costas fueron analizados por separado usando un modelo linear-angular.  $r^2$  = coeficiente de determinado de cada modelo. Los modelos fueron ordenados en forma parsimoniosa usando el Criterio de Información de Akaike (AIC) (Datos Dr. Jaramillo)

**Tabla 19.** Análisis del orden en la entrada en el modelo de cada variable explicatoria y su importancia sobre la variación geográfica de la riqueza de Peces del Submareal de la costa de Chile. Los datos de vientos meridionales (-M) y perpendiculares (-P) a la costas fueron analizados por separado usando un modelo linear-angular.  $r^2$  = coeficiente de determinado de cada modelo. Los modelos fueron ordenados en forma parsimoniosa usando el Criterio de Información de Akaike (AIC) (Datos Dr. Ojeda)

**Tabla 20.** Análisis del orden en la entrada en el modelo de cada variable explicatoria y su importancia sobre la variación geográfica de la riqueza de invertebrados de fondos blandos del Submareal. Los datos de vientos meridionales (-M) y perpendiculares (-P) a la costas fueron analizados por separado usando un modelo linear-angular.  $r^2$  = coeficiente de determinado de cada modelo. Los modelos fueron ordenados en forma parsimoniosa usando el Criterio de Información de Akaike (AIC) (Datos Dr. Lancelloti).

**Tabla 21.** Análisis del orden en la entrada en el modelo de cada variable explicatoria y su importancia sobre la variación geográfica de la riqueza de invertebrados del Submareal rocoso. Los datos de vientos meridionales (-M) y perpendiculares (-P) a la costas fueron analizados por separado usando un modelo linear-angular.  $r^2$  = coeficiente de determinado de cada modelo. Los modelos fueron ordenados en forma parsimoniosa usando el Criterio de Información de Akaike (AIC) (Datos Dr. Vásquez)

**Tabla 22.** Resumen del análisis de especies indicadoras para grupos taxonómicos que habitan la zona intermareal de la costa Chilena. Se muestra también la zona zoogeográfica que caracterizan, según los resultados del análisis de quiebres zoogeográficos de este estudio y su rango de distribución conocida. Trans=zona transicional.

**Tabla 23.** Resumen del análisis de especies indicadoras para grupos taxonómicos que habitan la zona Submareal de la costa Chilena. Se muestra también la zona zoogeografica que caracterizan

según los resultados del análisis de quiebres zoogeográficos de este estudio y su rango de distribución conocida. Trans=zona transicional.

## INDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Distribución de celdas para cálculo de vientos superficiales sobre el océano.
- Figura 2.** Áreas representadas por los datos de TSM a lo largo de la costa de Chile.
- Figura 3.** Distribución latitudinal de la entrada de agua dulce al sistema costero (valor medio anual) a partir de un mapa pluviométrico (círculos) y a partir de un balance hídrico (cuadrados). También se muestra el caudal de los ríos (triángulos). En los tres casos se presentan valores integrados cada 1° de latitud. El eje horizontal está invertido.
- Figura 4.** Rugosidad de la costa chilena, en unidades arbitrarias.
- Figura 5.** Ancho de la plataforma a lo largo de la costa de Chile, en kilómetros.
- Figura 6.** Climatología de los vientos a lo largo de la costa de Chile. Los paneles superior e inferior muestran la intensidad de los vientos meridionales y zonales, respectivamente (valores positivos hacia el norte y este). La escala es en m/s.
- Figura 7.** Intensidad del viento a lo largo de la costa de Chile durante el año, en m/s.
- Figura 8.** Vientos paralelos (arriba) y perpendiculares (abajo) a lo largo de la costa de Chile. Los vientos están en m/s. Vientos perpendiculares negativos penetran al continente.
- Figura 9.** Evolución anual de la TSM a lo largo de la costa de Chile, en pixeles de 1°x1°.
- Figura 10.** Temperaturas máxima (izquierda) y mínima (centro) durante el año a lo largo de la costa de Chile. La diferencia entre ellas representa (derecha) el contraste entre estaciones del año.
- Figura 11.** Variación mensual de la radiación en varias localidades a lo largo de la costa de Chile. El eje horizontal representa meses del año, el vertical radiación solar en  $W/m^2$  (ver texto).
- Figura 12.** Resumen de las características de la rugosidad de la línea de costa, ancho de la plataforma, vientos meridionales y zonales y temperatura de la superficie del mar.
- Figura 13.** Patrones de variación geográfica de la riqueza de macro invertebrados bentónicos asociados a fondos blandos submareales (A), fondos rocosos submareales (B) y dentro de discos de *Lessonia nigrescens* (C). La línea continua representa la tendencia espacial de la riqueza de especies mediante un ajuste polinomial de tercer-orden.
- Figura 14.** Patrones de variación geográfica de la cobertura e índices de diversidad de especies sésiles del intermareal rocoso a lo largo de la costa de Chile centro-norte. La línea continua representa la tendencia espacial mediante un ajuste polinomial de tercer-orden.

**Figura 15.** Patrones de variación geográfica del número de especies de peces litorales del hábitat submareal hasta 40 m (A) e intermareal (B) a través de la costa de Chile. La línea continua representa la tendencia espacial mediante un ajuste polinomial de tercer-orden.

**Figura 16.** Patrones de variación geográfica de la abundancia de individuos e índices de diversidad de macrofauna submareal de fondos blandos a lo largo de la costa de Chile. La línea continua representa la tendencia espacial estimada mediante un ajuste polinomial de tercer-orden.

**Figura 17.** Patrones de variación geográfica del número de especies de invertebrados de playas de arena a través de la costa de Chile. La línea continua representa la tendencia espacial mediante un ajuste polinomial de tercer-orden.

**Figura 18** Patrones de variación geográfica del número de especies de moluscos herbívoros del intermareal rocoso de la costa de Chile. La línea continua representa la tendencia espacial mediante un ajuste polinomial de tercer-orden.

**Figura 19.** Patrones de autocorrelación espacial en la diversidad de especies sesiles (algas e invertebrados) (A), Peces (B) e invertebrados (C) del intermareal rocoso. La autocorrelación espacial está medida como el índice de Moran's  $I$  a diferentes clases de distancia. La línea segmentada indica  $H_0: I = 0$  o ausencia de autocorrelación. El valor de  $P$  indica la significancia del correlograma general usando la corrección de Bonferroni para comparaciones múltiples.

**Figura 20.** Patrones de autocorrelación espacial en la diversidad de invertebrados del submareal de fondos blando (A), peces submareales (B) e invertebrados del submareal rocoso (C). La autocorrelación espacial está medida como el índice de Moran's  $I$  a diferentes clases de distancia. La línea segmentada indica  $H_0: I = 0$  o ausencia de autocorrelación. El valor de  $P$  indica la significancia del correlograma general usando la corrección de Bonferroni para comparaciones múltiples

**Figura 21.** Patrón de autocorrelación espacial en la diversidad de invertebrados herbívoros del intermareal rocoso. La autocorrelación espacial está medida como el índice de Moran's  $I$  a diferentes clases de distancia. La línea segmentada indica  $H_0: I = 0$  o ausencia de autocorrelación. El valor de  $P$  indica la significancia del correlograma general usando la corrección de Bonferroni para comparaciones múltiples

**Figura 22.** Relación entre similitud en la composición de especies y la distancia geográfica que separa a los sitios para distintos taxa y hábitat costeros. Se entrega información acerca del

número de sitios, rango latitudinal de la base de datos y numero de posibles comparaciones entre pares de sitios. El valor de  $r$  corresponde al coeficiente de Mantel y su significancia  $P$  evaluada mediante 1000 permutaciones de la matriz de distancia euclidiana.

**Figura 23.** Relación entre similitud en la composición de especies y la distancia geográfica que separa a los sitios para distintos taxa y hábitat costeros. Se entrega información acerca del número de sitios, rango latitudinal de la base de datos y numero de posibles comparaciones entre pares de sitios. El valor de  $r$  corresponde al coeficiente de Mantel y su significancia  $P$  evaluada mediante 1000 permutaciones de la matriz de distancia euclidiana.

**Figura 24.** Relación entre similitud en la composición de especies y la distancia geográfica que separa a los sitios para invertebrados herbívoros del intermareal rocoso. Se entrega información acerca del número de sitios, rango latitudinal de la base de datos y número de posibles comparaciones entre pares de sitios. El valor de  $r$  corresponde al coeficiente de Mantel y su significancia  $P$  evaluada mediante 10.000 permutaciones de la matriz de distancia euclidiana.

**Figura 25.** Resumen de correlaciones positivas y negativas a intervalos de distancia de 500 km. Se incluyen especies tanto intermareales como submareales y de fondos rocosos y arenosos.

**Figura 26.** Recambio de especies de invertebrados inter (A) y submareales (B) a través de los sitios de estudio. El área achurada indica el intervalo de confianza de la media para toda la zona de estudio (datos Dr. Vásquez).

**Figura 27.** Recambio de especies de invertebrados sésiles (algas + invertebrados) del intermareal rocoso a través de los sitios de estudio. El área achurada indica el intervalo de confianza de la media para toda la zona de estudio (datos Dr. Camus).

**Figura 28.** Recambio de especies para el grupo de los peces submareales (A) e intermareales (B) a través de los sitios de estudio. El área achurada indica el intervalo de confianza de la media para toda la zona de estudio (datos Dr. Ojeda).

**Figura 29.** Recambio de especies de invertebrados del submareal de fondos blandos a través de los sitios de estudio. El área achurada indica el intervalo de confianza de la media para toda la zona de estudio (datos Dr. Lancelloti).

**Figura 30.** Recambio de especies de invertebrados del intermareal arenoso a través de los sitios de estudio. El área achurada indica el intervalo de confianza de la media para toda la zona de estudio (datos Dr. Jaramillo).

**Figura 31.** Diversidad local de los gastrópodos herbívoros del intermareal rocoso (promedio espacial de 16 localidades adyacentes) en función de la latitud. (A) Se muestran tres regiones diferenciadas por su tendencia latitudinal y una transicional donde la relación es no-lineal (área achurada). A los datos se les ha removido la tendencia y valores los positivos y negativos reflejan localidades con diversidad mayor y menor que el promedio de todos los sitios (línea segmentada como referencia). (B) Recambio espacial de especies (diversidad beta entre comunidades adyacentes) usando una ventana espacial de 16 localidades y ajuste de regresiones polinomiales. En todos los casos,  $R^2$  corresponde al coeficiente de determinación del ajuste polinomial y las flechas indican las posiciones de los quiebres identificados por este método (datos Dr.a Fernández).

**Figura 32.** Diversidad local de moluscos del intermareal rocoso (promedio espacial de 8 localidades adyacentes) en función de la latitud promedio (A); en este caso la zona achurada corresponde a una zona de alta explotación y contaminación. (B) Recambio espacial de especies medido como la diversidad beta entre comunidades adyacentes. En todos los casos,  $R^2$  corresponde al coeficiente de determinación del ajuste polinomial y las flechas indican las posiciones de posibles quiebres identificados para este grupo taxonómico (datos Dr. Valdovinos).

**Figura 33.** Diversidad local de invertebrados del intermareal rocoso (promedio espacial de 8 localidades adyacentes) en función de la latitud promedio (A). Recambio espacial de especies medido como la diversidad beta entre comunidades adyacentes (B). La zona achurada corresponde a una zona de decaimiento en riqueza al aumentar la altitud y de alta diversidad beta. En todos los casos,  $R^2$  corresponde al coeficiente de determinación del ajuste polinomial y las flechas indican las posiciones de posibles quiebres identificados para este grupo taxonómico (datos Dr. Vásquez).

**Figura 34.** Diversidad local de especies sésiles del intermareal rocoso (promedio espacial de 16 localidades adyacentes) en función de la latitud promedio (A). Recambio espacial de especies medido como la diversidad beta entre comunidades adyacentes (B). La zona achurada corresponde a una zona de importante variación en los patrones de recambio y riqueza de especies. En todos los casos,  $R^2$  corresponde al coeficiente de determinación del ajuste polinomial y las flechas indican las posiciones de posibles quiebres identificados para este grupo taxonómico (datos Dr. Camus).

**Figura 35.** Diversidad local de peces del intermareal rocoso (promedio espacial de 2 localidades adyacentes) en función de la latitud promedio (A). Recambio espacial de especies medido como la diversidad beta entre comunidades adyacentes (B). La zona achurada corresponde a una zona de disminución de la riqueza de especies y recambio espacial de la composición específica. En todos los casos,  $R^2$  corresponde al coeficiente de determinación del ajuste polinomial y las flechas indican las posiciones de posibles quiebres identificados para este grupo taxonómico (datos Dr. Ojeda).

**Figura 36.** Diversidad local de invertebrados del intermareal de playas de arena expuestas (promedio espacial de 8 localidades adyacentes) en función de la latitud promedio (A). Recambio espacial de especies medido como la diversidad beta entre comunidades adyacentes (B). Se muestran 3 zonas con diferencias en el patrón de variación latitudinal de la riqueza de especies y recambio espacial de la composición específica. En todos los casos,  $R^2$  corresponde al coeficiente de determinación del ajuste polinomial y las flechas indican las posiciones de posibles quiebres identificados para este ensamble (datos Dr. Jaramillo).

**Figura 37.** Diversidad local de invertebrados del submareal rocoso (promedio espacial de 8 localidades adyacentes) en función de la latitud promedio (A). Recambio espacial de especies medido como la diversidad beta entre comunidades adyacentes (B). Se muestran 2 zonas con diferencias en el patrón de variación latitudinal de la riqueza de especies y recambio espacial de la composición específica. En todos los casos,  $R^2$  corresponde al coeficiente de determinación del ajuste polinomial y las flechas indican las posiciones de posibles quiebres identificados para este grupo taxonómico (datos Dr. Vásquez).

**Figura 38.** Diversidad local de peces del submareal (<40 m) de la costa de Chile (promedio espacial de 2 localidades adyacentes) en función de la latitud promedio (A). Recambio espacial de especies medido como la diversidad beta entre comunidades adyacentes (B). Se muestran 2 zonas con diferencias en el patrón de variación latitudinal de la riqueza de especies y recambio espacial de la composición específica. En todos los casos,  $R^2$  corresponde al coeficiente de determinación del ajuste polinomial y las flechas indican las posiciones de posibles quiebres identificados para este grupo taxonómico (datos Dr. Ojeda).

**Figura 39.** Diversidad de invertebrados de fondos blandos del submareal (<40 m) de la costa de Chile (promedio espacial de 2 localidades adyacentes) en función de la latitud (A). Recambio espacial de especies medido como la diversidad beta entre comunidades adyacentes (B). Se

muestran 3 zonas con diferencias en la tendencia latitudinal de la riqueza de especies y 2 zonas con tendencias diferentes para recambio espacial de la composición específica. La zona achurada indica una region con alta variación en los patrones de variación latitudinal del recambio de especies. En todos los casos,  $R^2$  corresponde al coeficiente de determinación del ajuste polinomial y las flechas indican las posiciones de posibles quiebres identificados para este grupo taxonómico (datos Dr. Lancelloti).

**Figura 40.** Resumen esquemático de la extensión de las escalas espaciales (líneas segmentadas) y de los quiebres en riqueza y recambio de especies (flechas) registrados en este estudio. Los rectángulos de color celeste, resaltan a regiones donde la localización precisa del quiebre podría fluctuar y/o podría corresponder a zonas de transición entre regiones biogeográficas.

**Figura 41.** Resumen esquemático de zonas biogeográficas definidas por diferentes autores (antecedentes históricos), los quiebres entre zonas zoogeográficas registrados en el presente estudio (antecedentes actuales) y las zonas zoogeográficas definidas por la reglamentación vigente (reglamento).

**Figura 42.** Resumen de los antecedentes biogeográficos (flechas negras), ambientales (flechas azules), quiebres en los patrones de diversidad y composición de especies identificados en este estudio (flechas rojas), actual clasificación zoogeográfica establecida por el reglamento vigente, y su integración en un esquema de clasificación el litoral expuesto de la costa de Chile: áreas en blanco = zona zoogeográfica norte; en negro = zonas zoogeograficas sur; achuradas corresponderían a zonas “buffer” donde podrían manifestarse transiciones entre zonas zoogeográficas para algunos grupos taxonómicos; gris = zona transicional.

**Figura 43.** Esquema de clasificación zoogeográfica en eco- regiones basadas en propiedades de los grupos taxonómicos y de una mezcla de factores ambientales propuesto en este estudio y las regiones y provincias biogeográficas propuestas por Sullivan et al. 1999 basadas sólo en factores abióticos.

**Figura 44.** Número de grupos taxonómicos muestreados por cada grado de latitud a través de la costa de Chile. La tendencia ajustada corresponde a un polinomio de 3er orden.

**Figura 45.** Representación de la localización de los quiebres en diversidad y composición específica y categorizaciones de algunas variables ambientales utilizadas para explicar las estructura geográfica de los taxa estudiados.

## **1. OBJETIVO GENERAL**

Actualizar y validar la clasificación de las zonas zoogeográficas litorales (excluyendo la zona comprendida entre latitud 54°30'S al sur y la zona de Chile Insular Oceánico) definidas en el D.S. MINECON N° 730/95, incorporando el concepto más amplio de zonación biogeográfica.

## **2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 2.1. Determinar indicadores geográficos, físicos, químicos y biológicos que permitan caracterizar las zonas biogeográficas.
- 2.2. Identificar las zonas biogeográficas en el litoral nacional sobre la base de información científica existente en el área comprendida entre el límite norte del país y 54° 30' S.
- 2.3. Identificar los recursos bentónicos y las principales especies vegetales y animales (micro y macroorganismos) que caracterizan cada zona biogeográfica, señalando sus rangos de distribución.
- 2.4. Ratificar o en su defecto proponer una nueva zonificación biogeográfica en el área de estudio.
- 2.5. Proponer un protocolo general y, cuando sea necesario, protocolos específicos para el traslado de recursos hidrobiológicos entre zonas biogeográficas distintas.
- 2.6. Proponer las modificaciones legales y/o reglamentarias para el traslado de organismos hidrobiológicos entre zonas biogeográficas distintas.

### 3. ANTECEDENTES

Las estadísticas recientes del sector pesquero nacional demuestran que entre los años 1994 y 2001 ha habido una tendencia a la disminución de los desembarques de productos pesqueros provenientes de capturas desde 7,8 millones de toneladas métricas (TM) en 1994 a 4,0 millones de TM en 2001 (Sernapesca, 2001). Contrastando con lo anterior, la producción y desembarque de productos de acuicultura, en particular de peces y moluscos, ha crecido en el mismo período de 184 mil TM a 632 mil TM. Este incremento es el resultado de intensificación de las actividades de acuicultura, así como de prácticas para la recuperación de bancos naturales de recursos hidrobiológicos litorales a través del establecimiento de Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB). Al mismo tiempo, en los últimos años ha habido un consistente aumento de la demanda de productos pesqueros tanto a nivel nacional como internacional. Como consecuencia de lo anterior, se anticipa un aumento de solicitudes de sectores costeros destinados a actividades de cultivo y a la designación de nuevas AMERB, así como una diversificación de especies de cultivo y repoblación, potencialmente incluyendo traslado y propagación de especies nativas entre distintas áreas costeras del país y la importación de especies exóticas con potencial de cultivo comercial.

Parte del mandato de la autoridad pesquera es minimizar los riesgos ambientales y sanitarios asociados a la internación de especies exóticas a una determinada zona biogeográfica o al traslado no controlado de recursos entre distintas zonas del país con fines de cultivo o repoblamiento. Para que la autoridad pueda aprobar el desarrollo de actividades de cultivo de especies exóticas o el traslado de cualquier organismo fuera de sus límites naturales de distribución, (por ejemplo trasladar ostras desde Chiloé a Arica, u ostiones desde Coquimbo a Puerto Montt), es imprescindible conocer y delimitar claramente áreas o zonas biogeográficas a fin de aplicar las regulaciones pertinentes que minimicen los riesgos sanitarios (traslado de enfermedades de una zona a otra), de propagación de plagas y/o los potenciales trastornos ecosistémicos causados por organismos que pueden ampliar su área de distribución, impactando la biodiversidad y equilibrio ecológico en el sector de destino.

La biodiversidad en zonas costeras está determinada principalmente por factores de topografía litoral y oceanográficos. La costa chilena, por su extensión latitudinal, presenta una gran variabilidad de ambientes y condiciones de corrientes, vientos y surgencias que determinan la distribución geográfica y abundancia de los organismos. A esto se agrega que la mayor parte de los grandes centros urbanos del país se encuentran a lo largo de la costa o en lugares cercanos a ella. Los efluentes de centros urbanos y áreas agrícolas, mineras e industriales afectan también los ambientes costeros e influyen en la biodiversidad y abundancia y en los límites biogeográficos de los recursos marinos bentónicos.

El Decreto Supremo MINECON N° 730/1995, que regula la internación de especies exóticas al país, reconoce la existencia de siete zonas zoogeográficas marítimas a lo largo de la costa de Chile continental y una zona que comprende las islas oceánicas. El DS N° 730/1995 define estas zonas zoogeográficas como áreas geográficas que de acuerdo a las características de sus masas de agua determinan la distribución de organismos acuáticos. Los límites de esas zonas son (tomados del Diario Oficial de Chile del 4 de Mayo de 1996):

- a) Desde el límite norte del territorio nacional a latitud 26°00'00''S
- b) Desde la latitud 26°00'00''S a latitud 34°00'00''S
- c) Desde la latitud 34°00'00''S a latitud 41°50'00''S
- d) Desde la latitud 41°50'00''S a latitud 43°44'17''S
- e) Desde la latitud 43°44'17''S a latitud 48°49'25''S
- f) Desde la latitud 48°49'25''S a latitud 54°30'00''S
- g) Desde la latitud 54°30'00''S al sur
- h) Chile insular oceánico

Los fundamentos de esta regulación están basados en información científica disponible hasta 1994. Estudios posteriores realizados en una fracción de las zonas zoogeográficas indicadas en el DS N° 730 (Zonas d y e [comprendidas entre 41°50' - 48°49' Lat S., FIP IT / 99-24]), han concluido sobre la base de la distribución de organismos bentónicos (crustáceos, moluscos y equinodermos), que la división de estas dos zonas no sería válida. Por otra parte, desde la fecha

del establecimiento de las 8 zonas zoogeográficas marítimas y la realización del estudio antes mencionado, se han generado variados esfuerzos de investigación en materias de la ecología del litoral nacional asociadas a la definición de zonas biogeográficas lo que permitiría validar la clasificación de las zonas actualmente vigentes, o en su defecto, establecer una nueva zonificación a la luz de los antecedentes disponibles actualmente.

Otros estudios (Lancelotti y Vasquez, 1999, 2000) sugieren una clasificación de tres zonas o regiones zoogeográficas (templada-cálida, templada transicional y templada-fría) sobre la base de la biodiversidad y distribución latitudinal de organismos pertenecientes a 7 grupos taxonómicos de macro-invertebrados bentónicos a lo largo de la costa chilena. Estos autores, sin embargo reconocen que la representación de grupos en distintas zonas estaría marcada por esfuerzos diferenciales de estudio más que por biodiversidad natural, y que el conocimiento de la distribución de los macro-invertebrados marinos chilenos conduciría a sobreestimación de endemismo regional lo que distorsiona gradientes latitudinales de biodiversidad.

Un estudio posterior (Figueroa, 2002), discute estudios sobre aspectos geográficos (ancho de la plataforma continental y topografía costera) y forzantes físicas e intercambios (vientos, radiación solar, ingreso de agua dulce y temperatura superficial) que permitirían definir 4 zonas geográficas a lo largo de la costa chilena entre las latitudes 18° y 42° S. Este estudio, sin embargo, no considera el efecto de las variables consideradas en la distribución de organismos.

La definición de zonas biogeográficas marinas a lo largo de la costa chilena, que permita regular traslados o introducción de especies para cultivo o explotación en áreas de manejo, requiere una fundamentación de carácter científico sobre la base de antecedentes de distribución de organismos determinada por propiedades oceanográficas diferenciales de las áreas costeras. Al mismo tiempo, y sobre la base de la validación de las zonas actuales o establecimiento de nueva zonificación resultante de la información científica actual, es imprescindible establecer un protocolo que regule las actividades de traslado de recursos hidrobiológicos independiente de su

objetivo (cultivo, repoblamiento, proceso industrial), de modo de asegurar la protección del patrimonio ambiental de las distintas zonas biogeográficas de nuestro país.

El presente proyecto de identificación de las zonas biogeográficas marinas litorales corresponde a una iniciativa de regulación ambiental de las actividades de cultivo y de áreas de Manejo.

En el contexto precitado, el Consejo de Investigación Pesquera, teniendo presente lo informado por la Subsecretaría de Pesca y las necesidades de investigación sectorial, decidió incluir el presente Proyecto en el programa de investigación pesquera del año 2004. El Proyecto fue adjudicado a la Universidad Austral de Chile.

## 4. METODOLOGÍA

### **4.1. En relación a Objetivo específico 1: Determinar indicadores físicos, geográficos, químicos y biológicos que permitan caracterizar las zonas biogeográficas**

#### **4.1.1. Variabilidad de factores geográficos y físicos relevantes a lo largo de la costa de Chile.**

En esta sección se analiza la variabilidad de factores geográficos y físicos relevantes a lo largo de la costa de Chile. En general, la zona estudiada se encuentra entre los 18°S y 56°S.

Los factores geográficos y físicos considerados en este trabajo, son aquellos que la literatura ha mostrado como relevantes para describir la distribución de la biota marina. A continuación se discuten brevemente cada uno de los factores considerados.

**Forma de la costa y ancho de la plataforma continental:** Por una parte, la forma de la costa influye en la intensidad de la surgencia costera (Fonseca y Farías, 1987; Figueroa y Moffat, 2000). Por otra, la forma de la plataforma continental afecta sensiblemente a la calidad de las aguas de surgencia (Sobarzo y Djurfeldt, 2004). Tanto la intensidad de la surgencia como la calidad de las aguas, afectan a los organismos marinos a través de la temperatura, cantidad de nutrientes y patrones de circulación.

**Vientos en la zona costera:** Los vientos determinan parte importante de la circulación costera, y por lo tanto afectan aspectos importantes de la biología de las especies como tiempos de residencia o la simple advección de aguas (Natunewicz et al, 2001; Poulin et al, 2002). También determinan la oportunidad y la intensidad de la surgencia. Por otra parte, los vientos determinan en gran parte la mezcla vertical de las aguas, con su consiguiente oxigenación.

**Temperatura superficial del mar en la zona costera (TSM):** Existen innumerables trabajos que muestran cómo la distribución de la TSM costera afecta a la fauna costera. Barry et al (1995), por

ejemplo, muestran que pequeños cambios ( $<1^{\circ}\text{C}$ ) en la temperatura del agua costera, producen variaciones apreciables en escala de décadas en la distribución geográfica de invertebrados marinos intermareales. Para Chile, Broitman et al (2001) mostraron que los gradientes latitudinales de TSM explican una proporción significativa de las variaciones regionales en la abundancia de los grupos funcionales más abundantes en la zona intermareal. Recientemente, Lagos et al (2005) mostraron que la TSM explica en la escala de algunas decenas de kilómetros, una fracción significativa de la variación en reclutamiento de algunas especies. Para el caso de Chile, la razón más inmediata para esperar correlación entre TSM y biodiversidad es la surgencia costera, en cuyo caso las diferencias de temperatura representan también diferencias en calidad de las aguas, e incluso en el patrón de circulación costera.

**Radiación solar:** La radiación no sólo afecta directamente a la temperatura del agua, sino que también determina en gran parte la estratificación térmica del agua marina costera. De este modo, afecta directamente a la biota reforzando o debilitando la termoclina, lo que a su vez afecta al grado de mezcla de las aguas. Además, la radiación es imprescindible para producir la fotosíntesis que alimenta toda la cadena trófica (Cloern 1999).

**Salinidad y/o entrada de agua dulce:** La entrada de agua dulce afecta sensiblemente a la salinidad de las aguas costeras, particularmente en la zona centro-sur de Chile (Dávila et al, 2002). Esto a su vez, afecta la estabilidad de la columna de agua. Hay mucha literatura acerca de la sensibilidad de la biota para cambios de salinidad (ver, por ejemplo, Richmond y Woodin, 1996).

#### **4.1.1.1. Origen y obtención de los datos**

##### **Variación en la forma de la costa y ancho de la plataforma continental**

La rugosidad de una costa es un importante elemento en el análisis de la relación entre aspectos biológicos y el ambiente. En este Proyecto, la rugosidad se representó a través de la dimensión fractal de la costa, obtenida por el método del conteo de bloques (Longley and Batty,

1989). La costa usada para este cálculo es aquella de las cartas náuticas que provee la Armada de Chile, a escala 1:500.000.

Otro aspecto físico relevante en estudios litorales es el ancho de la plataforma continental, definida aquí como la distancia entre la costa y la isóbata de 200 metros, perpendicularmente a la costa (Figuroa y Moffat, 2000). Esa variable fue calculada a partir de la digitación de las cartas náuticas anteriormente mencionadas.

### Variación de los vientos en la zona costera

Para el estudio de los vientos superficiales a lo largo de la costa de Chile se usaron datos principalmente medidos por el escaterómetro satelital QuikScat. Estos datos tienen una resolución espacial de  $0,25^\circ$  de latitud y de longitud. El satélite hace dos mediciones diarias, a partir de las cuales se obtuvieron distribuciones mensuales, que son las usadas en esta parte del estudio. La Figura 1 muestra la distribución de las celdas de  $0,25^\circ \times 0,25^\circ$  de latitud y longitud que fueron usadas. A partir de las distribuciones de escala  $0,25^\circ$ , se obtuvieron valores cada  $1^\circ$  de latitud, para el grado de longitud más cercano a la costa, en cada caso.

Los datos considerados en el presente Proyecto no incluyen observaciones puntuales en los mares interiores del sur de Chile. Esto se debe a varias causas. Por una parte, en el Proyecto es necesario considerar una cierta continuidad latitudinal en los datos, dado que de otra forma sería imposible definir zonas biogeográficas. Lo mismo se puede afirmar con respecto a una continuidad temporal de las observaciones. El único modo de compararlas es que sean homogéneas en su origen. Debido a la inexistencia de series de tiempo de vientos

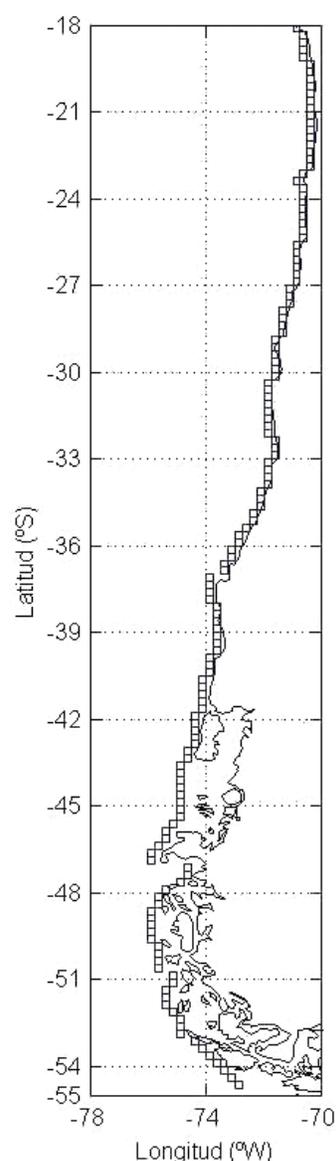


Figura 1. Distribución de celdas para cálculo de vientos superficiales sobre el océano.

*in situ* en la mayor parte de los mares interiores, de no usar datos satelitales hubiera sido imposible componer series de tiempo comparables, salvo que se usen modelos globales de mucha menor resolución espacial (Dávila, 2002; Dávila y Figueroa, 2002).

Cuando se realizan análisis de los vientos por componentes, es tradicional que se hagan descomponiendo el vector viento en sus partes "hacia el este" y "hacia el norte". La forma de la costa de Chile hace que en gran parte de ella, esta descomposición automáticamente produzca componentes del viento que son casi perpendiculares y paralelos a la costa, respectivamente. Sin embargo, la orientación de la costa en la zona austral de Chile hace que esta tradicional descomposición de los vientos no tenga ningún sentido físico. Por ello, en este Proyecto se introdujo una rotación local de los vientos, de modo que en cada región las componentes de los vientos sean efectivamente paralelas y perpendiculares a la costa (con respecto a una costa idealizada). Este procedimiento no introduce cambios significativos en el análisis de los vientos en la zona centro-norte del país, pero sí afecta sensiblemente a la interpretación de lo que ocurre en la zona sur-austral.

### **Variación de la temperatura superficial del mar en la zona costera**

Para el estudio de la temperatura a lo largo de la costa se usaron datos de temperatura superficial del mar (TSM) provenientes de <http://podaac.jpl.nasa.gov/sst/>. Los datos corresponden a TSM interpoladas óptimamente de Reynolds producidas por el National Center for Environmental Prediction (NCEP), las que consisten de campos de TSM globales semanales y mensuales, desde 1981, con 1 grado de resolución espacial. Estos datos tienen la ventaja que han sido compuestos a partir de datos de satélite (AVHRR) y de mediciones *in situ*. Para este Proyecto se ocuparon datos mensuales desde julio de 1999 a junio de 2004.

La Figura 2 muestra la grilla en la cual se calcularon los promedios de TSM usados en este estudio. Estos corresponde a pixeles de 1° de latitud x 1° de longitud. En cada caja el punto marca la posición para la que se calculó el promedio.

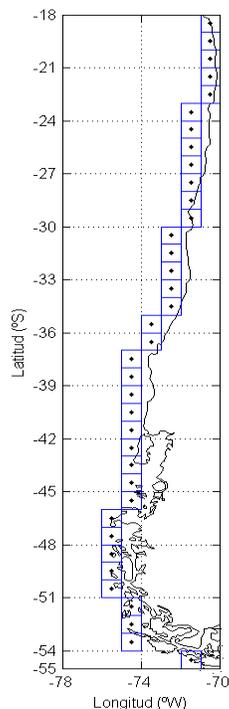


Figura 2. Áreas representadas por los datos de TSM a lo largo de la costa de Chile.

### **Variación de la radiación solar en la zona costera**

Para describir la variación latitudinal de la radiación solar, se ocuparon promedios climatológicos provenientes de estaciones meteorológicas ubicadas en la zona costera. Los datos fueron recolectados de los anuarios de la Dirección Meteorológica de Chile.

### **Variación de la entrada de agua dulce al sistema costero**

La Figura 3, modificada de Dávila et al (2002), muestra la distribución latitudinal de las entradas de agua dulce al sistema costero usando tres métodos distintos. En el primer método (círculos), se calculó la precipitación total caída en el área de estudio a partir del mapa pluviométrico de Devynck (1971) y esta precipitación total se distribuyó en las respectivas cuencas, descontando apropiadamente la evaporación. En el segundo método (cuadrados) se siguió el mismo procedimiento, pero a partir del balance hidrológico de la Dirección General de

Aguas de Chile, versión 1987. En el tercer método (triángulos), se consideró directamente el caudal de ríos, entregado por la Dirección General de Aguas de Chile, versión 1987. En todos los casos los datos se presentan integrados cada un grado de latitud. Nótese que el eje horizontal está invertido, a fin de mostrar el agua dulce "saliendo" del continente hacia el mar.

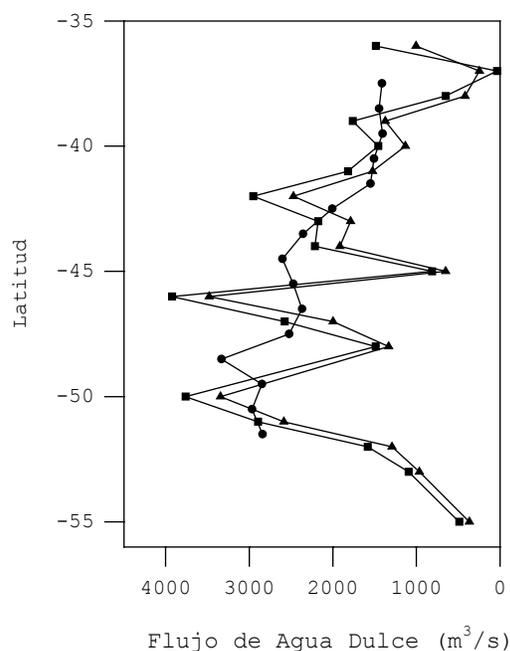


Figura 3. Distribución latitudinal de la entrada de agua dulce al sistema costero (valor medio anual) a partir de un mapa pluviométrico (círculos) y a partir de un balance hídrico (cuadrados). También se muestra el caudal de los ríos (triángulos). En los tres casos se presentan valores integrados cada  $1^\circ$  de latitud. El eje horizontal está invertido.

#### 4.1.2. Variabilidad geográfica de la fauna marina litoral en la costa de Chile.

##### 4.1.2.1. Origen y obtención de los datos

En este Proyecto se analizan datos de invertebrados y vertebrados (peces) recolectados a lo largo de la costa Chilena. A continuación se entrega un resumen de las metodologías utilizadas para la obtención de esos datos.

### **Invertebrados de fondos submareales (Investigador que provee los datos: Julio Vasquez)**

#### **Fondos rocosos submareales:**

La diversidad de macroinvertebrados bentónicos asociados a fondos rocosos submareales en el norte de Chile fue evaluada mediante muestreos destructivos con cuadrantes de 0,25 m<sup>2</sup>. En cada sitio de muestreo, se ubicó al azar uno de esos cuadrantes dentro de cuadrantes de 10 m<sup>2</sup> (1 m de ancho por 10 m de largo) ubicados a lo largo de transectas de 100 m ubicadas perpendicularmente a la línea de costa y subdivididas cada 10 m. En total se realizaron 10 lances por transecto (n=2). Dos buzos recolectaron en cada cuadrante, la fauna raspando las rocas con espátulas de metal envolviendo todo el material en una bolsa de malla numerada de 1 mm de trama. El material biológico fue fijado *in situ* con formalina diluida al 8 % en agua de mar y posteriormente conservada en alcohol al 70%. En el laboratorio, los invertebrados fueron separados e identificados al nivel taxonómico más bajo posible, utilizando la literatura considerada en Lancelloti y Vásquez (1999, 2000).

#### **Discos basales de algas pardas y fondos rocosos intermareales:**

Para evaluar la biodiversidad de invertebrados en los discos basales de algas pardas del norte de Chile, se recolectaron muestras en *Lessonia nigrencens*, *Lessonia trabeculata* y *Macrocystis integrifolia*. En todas las localidades, dos buzos cortaron los estipes de un mínimo de 5 plantas de cada una de las distintas algas pardas, desprendiendo del sustrato cada uno de los discos basales con una barreta de hierro. Cada disco basal fue colocado en bolsas de malla numeradas de 1 mm de trama, para posteriormente ser conservados en formalina al 10% en agua de mar, para su posterior análisis según Vásquez y Santelices (1984) y Vásquez *et al.* (2001).

### **Invertebrados de fondos rocosos (Investigador que provee los datos: Patricio Camus)**

Todos los sitios fueron muestreados usando series de cuadrantes dispuestos en forma paralela a la línea de costa (equivalentes a transectos horizontales), con el objetivo de caracterizar

la composición y abundancia de las especies macroscópicas sésiles presentes en el gradiente intermareal. Estas series paralelas se ubicaron dentro del rango vertical comprendido desde el límite intermareal superior definido por la presencia de cirripedios chthamaloídeos o gastrópodos littorínidos, hasta el límite inferior definido por la presencia de la macroalga *Lessonia nigrescens*. El número de series paralelas varió entre dos (en sitios donde no existía una zonación bien diferenciada encontrándose aproximadamente las mismas especies en todo el rango) y tres en sitios donde existía una mayor segregación vertical de las especies. El tamaño de muestra ( $n^\circ$  total de cuadrantes) fluctuó entre aproximadamente 30 y 60, dependiendo de las características topográficas y biológicas de cada sitio. Tanto las series de cuadrantes, como los cuadrantes dentro de cada serie, estuvieron espaciados por aproximadamente 1 a 1,5 m entre sí, correspondiendo a un diseño de muestreo sistemático (no aleatorio) para representar de la forma más regular posible la variación vertical y horizontal de la diversidad en el ambiente intermareal.

Los cuadrantes usados fueron de 50 x 50 cm, tamaño definido en muestreos preliminares y que mostraron estar por sobre el mínimo requerido para representar adecuadamente los atributos medidos en cada sitio. En cada cuadrante se registró la presencia y cobertura abundancia de las especies sésiles. La cobertura fue estimada mediante intersección de 100 puntos, aunque considerando la cobertura de substrato tanto primario como secundario, por lo cual la sumatoria de la coberturas de especies individuales puede superar el 100 % en un cuadrante dado. En ciertos casos (“singletons”), a las especies presentes en un cuadrante cuya posición no coincidió con una intersección de puntos, o que tenían una cobertura demasiado pequeña para ser registrada, se les asignó por defecto una abundancia de 1 % de cobertura.

#### **Invertebrados de fondos blandos submareales (Investigador que provee los datos: Domingo Lancelloti)**

El muestreo de la macrofauna submareal de fondos blandos se efectuó utilizando un cilindro de 0,01 ó 0,02 m<sup>2</sup> de superficie, el cual fue enterrado 10 cm en el sedimento superficial. En cada estación, se obtuvieron muestras replicadas ( $n=3$ ) para luego ser fijadas en formalina al 5% y guardadas en doble bolsa de polietileno convenientemente etiquetadas. En el laboratorio, las muestras fueron lavadas con agua corriente, recolectándose toda la fauna retenida en un tamiz de 500 micrones de abertura de malla. Se puso especial atención en extraer la fauna cuando

también sobre el tamiz quedó retenido sedimento. Los animales fueron separados e identificados al nivel taxonómico más bajo posible para luego ser contados y preservados en alcohol al 70%. Los taxa que fueron identificados a nivel específico son los incluidos en la base de datos. En esta base de datos, la densidad de la fauna fue expresada en individuos por  $0,01 \text{ m}^2$ .

### **Invertebrados de playas de arena (Investigador que provee los datos: Eduardo Jaramillo)**

La macrofauna de la parte central de cada playa fue muestreada durante la primavera de 1999 y el verano del 2000, en diez estaciones equidistantes entre sí y extendidas sobre seis transectos separados diez metros entre sí. La estación de muestreo n° 1 se ubicó sobre el nivel de la marea alta, la estación n° 2 en ese nivel, a la vez que la estación n° 10 se ubicó en el nivel de la marea baja. Las muestras se recolectaron con cilindros plásticos de  $0.05 \text{ m}^2$  de área enterrados a 30 cm de profundidad en el sustrato. El sedimento retenido se filtró en coladores con abertura de malla de 1000 micrones. En el laboratorio se procedió al sorteo, recuento y pesaje de los individuos para estimaciones de biomasa (peso libre de cenizas). Con los valores de abundancia por  $\text{m}^2$  (i.e. valores para cada estación de muestreo) se estimaron valores por metro lineal ( $\text{ind. m}^{-1}$ ; i.e., organismos ocurrentes a lo largo de una franja de 1 m de ancho que cubre toda la zona de muestreo), mediante interpolación entre las estaciones muestreadas.

### **Peces (Investigador que provee los datos: Patricio Ojeda)**

Básicamente, los muestreos de peces consistieron en: i) censos visuales a lo largo de transectos entre los 0 y 35 m de profundidad, y ii) muestreos de peces por tres días y tres noches utilizando tres mallas de recolección de peces (3x50m) consistentes de cinco paneles (graduados en tamaños de aberturas de 10 a 50 mm), ubicados de forma aleatoria en el fondo, en forma perpendicular a la línea de costa y en profundidades de 5 a 18 m. Las mallas se ubicaron en los sitios de muestreo una hora después del amanecer y se retiraron una hora después del atardecer.

**Invertebrados herbívoros de la zona intermareal rocosa (Investigador que provee los datos: Miriám Fernández)**

Durante los años 1998 y 2000 se muestrearon 53 sitios a lo largo de aproximadamente 3500 km de la costa de Chile, entre 18° 20'S y 42° 35' S. En cada banda latitudinal de 1 grado se muestreo al menos un sitio, aunque en la mayoría de los casos se muestrearon dos sitios en los 25 grados de latitud del estudio. Se muestrearon además cinco sitios en el extremo sur (53-54°S). El número de sitios por banda fue dependiente de (i) presencia de plataformas expuestas, y (ii) caminos de acceso. El muestreo se centró en organismos herbívoros, los que representan el grupo de invertebrados más diverso del intermareal rocoso del Pacífico Sudeste (Camus 1998, Broitman et al. 2001). El análisis incluyó chitones, gastrópodos y erizos aunque la diversidad esta básicamente determinada por los moluscos por ser el grupo mas numeroso.

Con el objetivo de proveer una buena representación de los diferentes microambientes del intermareal rocoso, se muestrearon tres niveles del intermareal (alto, medio y bajo) y diferentes microhabitats (paredes verticales y horizontales, pozas de marea, bolones). En cada microhabitat se identificaron todos los organismos encontrados en 5 minutos de búsqueda, en áreas de aproximadamente 1 metro cuadrado. Se realizaron al menos 5 búsquedas en cada microhabitat y considerando todos los microhabitats; se obtuvo un mínimo de 25 muestras por sitio. El esfuerzo de muestreo fue suficiente para caracterizar los patrones de diversidad, ya que la riqueza regional alcanzó la asíntota máxima después de 35 sitios muestreados y a nivel de sitio después de 20 unidades de muestreo. Debido a que cada sitio se visitó solo una vez, se realizaron en 10 sitios dos muestreos anuales con el objetivo de evaluar la magnitud de las fluctuaciones en diversidad. Para ese subconjunto de sitios, se encontró una correlación positiva y significativa entre la riqueza de especies total (diversidad del sitio) entre dos años consecutivos ( $r = 0.66$ ,  $p = 0.05$ ,  $n = 9$ ). No se detectaron diferencias significativas en el numero medio de especies por sitio entre dos años consecutivos (Student t-test para muestras pareadas,  $t = 1.10$ , d.f. = 8,  $p = 0.30$ ). Estos resultados sugieren que la tendencia latitudinal en diversidad puede ser bien caracterizada por este muestreo puntual.

**4.2. En relación a Objetivo específico 2: Identificar las zonas biogeográficas en el litoral nacional sobre la base de información científica existente en el área comprendida entre el límite norte del país y 54° 30'S**

Para desarrollar este objetivo se necesitó:

- i) Ensamblar una base de datos espacial de variables ambientales del océano costero de Chile (*Objetivo 1*)
- ii) Ensamblar una base de datos espacial que contenga la información disponible para diferentes taxa bentónicos (*Objetivo 1*).
- iii) Analizar la base de datos biológica usando herramientas de estadística espacial para determinar la existencia de gradientes zoogeográficos en el número (riqueza) y composición de especies.
- iv) Intentar explicar los patrones de variación biogeográfica en relación con la variabilidad ambiental del océano costero de Chile.

Las bases de datos disponibles para los análisis estadísticos han sido previamente descritas en los puntos 4.1.1. (Variabilidad de factores geográficos y físicos a lo largo de la costa de Chile) y 4.1.2. (Variabilidad geográfica de la fauna marina litoral en la costa de Chile). Estas bases de datos cumplen el requisito principal, esto es que han sido recolectadas previamente por los respectivos investigadores y que en todos los casos se cuenta con información acerca de las coordenadas geográficas de cada uno de los sitios de estudio. Esta información es crucial para poder realizar cualquier análisis que intente explorar la existencia de patrones espaciales o biogeográficos (Legendre y Legendre 1998, Lagos 2003).

En este Proyecto se detallan los análisis realizados sobre estas bases de datos biológicos, y que apuntan a responder las siguientes preguntas principales:

- i) ¿Existe un patrón espacial significativo en la variación latitudinal del número de especies para distintos taxa marinos ?

- ii) ¿ Existe un patrón espacial significativo en la variación latitudinal de la composición de especies para distintos taxa marinos ?
- iii) ¿Son explicadas estas variaciones por la estructura espacial, es decir, por el gradiente de bajas a altas latitudes ?
- iv) ¿Cuáles son las escalas espaciales que dominan en los patrones de variación de los taxa analizados ?
- v) ¿Dónde se localizan los principales quiebres en la distribución de los taxa estudiados ?
- vi) ¿ Pueden los patrones de variación de la diversidad y composición de especies de los diferentes taxa estudiados, ser explicados por los patrones de variación ambiental del océano costero de Chile ?

A continuación se describen los métodos de análisis estadísticos a usar para responder las preguntas planteadas anteriormente.

**Patrones biogeográficos de la diversidad de especies marinas (pregunta i). Análisis de autocorrelación.** Para representar gráficamente las escalas espaciales que están en juego en los patrones de biodiversidad se estimó el índice de autocorrelación de Moran's  $I$  (Sokal y Oden 1978). Este índice fue estimado de dos formas **a)** general y **b)** para distintas clases de distancia cubriendo toda el área de estudio. En esta segunda aproximación, el número de clases de distancia se seleccionó en base a la extensión y grano (separación entre sitios) lograda con la base de datos espacial respectiva. Bajo la hipótesis nula  $H_0$ , el análisis de autocorrelación de Moran's  $I$ , supone la ausencia de estructura o correlación espacial, en cuyo caso  $I = 0$ , y toma valores positivos o negativos dependiendo de la dirección de la autocorrelación espacial (Sokal y Oden 1978, Legendre y Legendre 1998). Debido a la pérdida de potencia en la medida que se comparan sitios más distantes, no se interpretaron las clases de distancia en las cuales se contó con menos del 5% del total de posibles comparaciones pareadas. La significancia de cada índice del correlograma de Moran se evaluó por separado aplicando la corrección de Bonferroni,  $\alpha' = \alpha/d$ , donde  $d$  = clases de distancia y  $\alpha = 0.05$ . Este análisis permite definir la existencia de un patrón espacial subyacente, es decir si la riqueza de especies varía de manera gradual, presenta abruptos

quiebres en número o bien si no presenta una tendencia espacial latitudinal. En todos los casos, el análisis de de auto correlación y construcción de respectivos correlogramas se desarrolló usando el programa SAAP-PC versión 4.3 (Wartenberg 1989) y su significancia se evaluó usando la corrección de Bonferroni descrita anteriormente.

**Patrones biogeográficos de la composición específica (pregunta ii). Prueba de Mantel para dos matrices de distancia.** Cada sitio dentro de una base de datos puede ser particularizado desde dos perspectivas: i) en términos de la composición de especies presentes en el, y ii) por su posición espacial o coordenadas geográficas (i.e, lat-long). Por lo tanto, dos sitios pueden ser comparados usando ambas perspectivas; es decir, estimando las diferencias en composición específica mediante algún índice que utilice el número de especies compartidas (e.g., índices de similitud o diversidad beta), y estimando la distancia geográfica o euclidiana que separa a los sitios. Este proceso rinde dos matrices de distancia: 1) la matriz biológica que resume las diferencias en composición específica entre todos los sitios, y 2) la matriz de distancia que resume la separación geográfica de todos los sitios entre sí. Sin embargo, al realizar una comparación biológica y espacial entre todos los sitios, se obtiene que entre los  $n$  pares de sitios comparables, sólo existen  $n(n-1)/2$  valores independientes, los cuales corresponden al triángulo superior (o inferior) de la matriz de similitud en la composición de especies y distancia geográfica, respectivamente. En este Proyecto se utilizó la prueba de Mantel (1967) para evaluar la correlación entre ambas matrices. El estadígrafo de la Prueba de Mantel se estandariza a  $r$ :

$$r = 1/(n - 1) \sum \sum [(a_{ij} - a_m)/s_a \cdot (b_{ij} - b_m)/s_b]$$

donde  $n$  es el número de sitios,  $a$  mide similitud en la composición específica entre los sitios  $i$  y  $j$ ; y  $b$  representa la distancia euclidiana entre estos sitios. Ambas matrices tienen medias  $a_m$  y  $b_m$ , respectivamente. Finalmente, la desviación estándar de las variables  $a$  y  $b$  esta representada por  $s$ , respectivamente. La hipótesis nula de la prueba supone que la similitud en la composición específica entre sitios es independiente de la distancia que los separa. Así, la prueba de Mantel (1967) indica cuándo las diferencias en composición específica están significativamente estructuradas a través del espacio (Koenig 1999). Debido a que cada elemento en ambas matrices

(similitud y distancia) no es independiente, la significancia de  $r$  debe ser evaluada mediante permutaciones. Esto se realizó construyendo una distribución de referencia  $r_D$ , la cual se obtiene al re-asignar aleatoriamente, el valor de similitud entre sitios a una diferente distancia y repetir el cálculo de  $r$ . Así,  $r$  se compara con la distribución de  $r_D$ . Bajo la hipótesis nula, se espera que el estadígrafo  $r$  este localizado cerca de la moda de la distribución de  $r_D$ . En el caso de una fuerte relación (positiva o negativa) entre las dos matrices, se espera que  $r$  sea más extremo (mayor o menor) que los límites de confianza de la distribución de  $r_D$  (Fortin y Gurevitch 1995). En este estudio se usaron 1000 permutaciones de la matriz de distancia geográfica. Se utilizó el índice de Jaccard (J) como medida de similitud entre sitios, para calcular la matriz biológica y se usó la distancia euclidiana para calcular la matriz de distancia espacial. El índice de Jaccard fue expresado como  $1-J$  para obtener una medida que refleje el esperado patron similitud ( $1-J = 1$ ) a corta distancia y disimilitud ( $1-J = 0$ ) a mayor distancia (Rivadeneira et al. 2003). El análisis fue realizado con el programa computacional PC-ORD (McCune y Meffort 1999) usando 1000 permutaciones por el método de Montecarlo como procedimiento para obtener la distribución de datos aleatorios  $r_D$ .

**Gradientes latitudinales de diversidad (pregunta iii). Análisis de regresión de  $n$ -orden.** Para evaluar la existencia de patrones latitudinales en la diversidad de especies se realizó una serie de análisis de regresión, enfocados a definir el orden o número de parámetros a incluir en el modelo de regresión funcional entre el número de especies y la latitud-longitud. Para esto se ajustaron secuencialmente modelos de 1er, 2º y 3er orden. Debido a que la variación espacial significativa está representada por la variación latitudinal, los modelos ajustados fueron de la siguiente forma:

$$1) S = a + b_1x$$

$$2) S = a + b_1x + b_2x^2$$

$$3) S = a + b_1x + b_2x^2 + b_3x^3$$

donde  $S$  es la diversidad en el sitio;  $x$  representan la latitud del sitio, y  $b_1$  a  $b_3$  son los parámetros (Astorga et al. 2003). En general, se ha determinado que un polinomio de tercer orden es capaz de describir con suficiente ajuste complejos patrones espaciales (Legendre y Legendre 1998). En

todos los casos se evaluó el coeficiente de determinación  $r^2$  para determinar el grado de explicación del componente latitudinal sobre la variación espacial de la diversidad de especies marinas.

**Escala espacial de la diversidad y composición específica (pregunta iv). Escala de decorrelación en los correlogramas de Mantel y Moran's.** En general, se ha definido que cuando el valor del índice de Moran's  $I$  y Mantel descritos anteriormente, pasa de valores positivos (correlaciones espaciales positivas) a negativos (correlaciones espaciales negativas), se está ante la presencia de la escala a la cual una variable que esta autocorrelacionada consigo misma pierde esta propiedad, es la denominada escala de recorrelación (distancia que denominaremos  $D_0$ ). Esta medida puede ser considerada, como la escala a la cual se manifiesta un determinado patrón espacial (Legendre y Legendre 1998, Lagos 2003). Su identificación es crucial, ya que permite distinguir en grano (distancia entre sitios de muestreo) y extensión (amplitud geográfica de la región de estudio) a la cual se deben desarrollar los estudios para que sean capaces de caracterizar el patrón subyacente, ya que es bien conocido, que es difícil detectar un patrón de gran escala si el muestreo se realizó sobre una pequeña extensión espacial (Weins 1989). En este sentido, los resultados de los análisis del índice de Moran's  $I$  y Mantel son explorados y resumidos para determinar la escala de recorrelación que representa los patrones de variación geográfica dominantes de la riqueza y composición de especies. De la misma forma, los resultados de estos análisis ya indican de manera preliminar la extensión espacial que podrían tener las regiones zoogeográficas a identificar en este Proyecto.

**Rangos de distribución y quiebres latitudinales en la diversidad de especies (pregunta v).** Como primera aproximación, y debido a que se está trabajando con datos de campo y no compilaciones, los datos fueron explorados para evidenciar la localización de puntos geográficos donde se produce un mayor número de pérdida y adición de especies. Para esto se confeccionaron matrices de datos con la presencia y ausencia de especies a lo largo del eje latitudinal. Luego se calculó la diferencia entre sitios, usando el índice denominado recambio de especies o  $\Delta S$ . Este índice fue calculado de norte a sur, por lo tanto toma valor 1 cuando la especie esta presente en el sitio norte y ausente en el sitio inmediatamente adyacente localizado hacia el sur, valor 0 cuando

esta presente en ambos sitios y -1 cuando esta ausente en el sitio norte y presente en el sitio sur. Luego se sumaron todos los valores de  $\Delta S$  (i.e.,  $\Sigma \Delta S$ ) para reflejar puntos geográficos donde se termina el rango de distribución hacia el sur de las especies provenientes del norte (valores positivos de  $\Sigma \Delta S$ ) y de la aparición de especies provenientes del sur (valores negativos de  $\Sigma \Delta S$ ). La significancia de cada punto geográfico de recambio de especies fue evaluada comparando el valor observado en el punto respecto al valor del intervalos de confianza del promedio regional.

Para identificar puntos de quiebre en los patrones de diversidad, se desarrolló un análisis espacial gráfico. Este análisis consiste en calcular promedios espaciales usando una “ventana” de ancho variable (el ancho corresponde al numero de sitios adyacentes utilizados para estimar el promedio espacial de diversidad; cuando el ancho = 2, se utilizan 2 sitios adyacentes para estimar el promedio). Luego este promedio es graficado como una función de la latitud promedio estimada para ambos sitios; sobre el gráfico resultante, se aplica un ajuste de tendencia tipo LOWESS (LOcally WEighted Smoothed Scatterplot, Trexel y Travis 1993, Lagos et al. 2005, *en prensa*). Identificadas las tendencias, se realiza un ajuste de regresión para obtener el coeficiente de determinación  $r^2$ , en la relación entre latitud y diversidad. El proceso se repite hasta identificar una tendencia que maximice el  $r^2$ . Esto se logra al descubrir qué puntos (diversidad promedio) generan una disminución en el  $r^2$  de la tendencia, lo cual es indicativo que este valor de diversidad promedio no pertenece al valor esperado para la tendencia de una determinada región, sino a la adyacente. Así, la posición promedio a la cual se localizan estos puntos de diversidad, corresponderán a puntos de quiebres zoogeográficos (Lagos et al. datos no publicados).

**Relación de los patrones zoogeográficos con variables ambientales (pregunta vi). Análisis de componentes de variación espacial y ambiental de de la riqueza de especies.** Para esto se requiere estudiar la relación entre la diversidad (riqueza de especies de un determinado taxa) con cada variable ambiental. La dirección y magnitud de cada relación bi-variada se estimó mediante el coeficiente de correlación de Pearson, usando la corrección de Bonferroni. Luego, se evaluó la contribución de cada variable ambiental a la varianza total del patrón de variación espacial de la diversidad de especies bentónicas. Esto se estimó usando la correlación semi-parcial cuadrática,  $sr^2$  (Tabachnik y Fidell 1989, SAS Institute 1996, Astorga et al. 2003). Esta técnica es necesaria,

ya que recientemente se ha demostrado que, al contrario de la estimación mediante la regresión de residuos, la estimación de  $sr^2$  en una regresión múltiple es no sesgada en la estimación de los parámetros (Freckleton 2002). Por lo tanto, esta medida expresa la contribución única de un determinado factor oceanográfico sobre la variación de la diversidad de especies bentónicas. En este caso, la hipótesis para la estimación de parámetros se basa en la prueba de t (i.e.,  $H_0: b = 0$ ) y se evaluó usando la suma de cuadrados de tipo II, debido a que son calculados para cada variable ajustada respecto al resto de variables independientes o factores oceanográficos (SAS Institute 1996). Dos conclusiones derivan de este análisis: 1) el efecto puro de un determinado factor oceanográfico sobre el patrón de biodiversidad, y 2) si las variables ambientales operan por separado o en conjunto sobre los patrones de diversidad. Identificando lo anterior, se requiere desarrollar modelos de regresión múltiple (con dos, tres o más parámetros ambientales, Lagos 2003).

El análisis de regresión intenta determinar qué componente de la variación ambiental, explica en mayor proporción el patrón de variación espacial de la diversidad de especies bentónicas. En cada caso se realizó un diagnóstico acerca de lo adecuado de cada modelo de regresión analizando los residuos. Cuando el gráfico de residuos mostró que la relación podría ser no lineal y la distribución de los residuos no normal, se le agregó un término cuadrático al modelo de regresión (Lichstein et al. 2002, Astorga et al. 2003). Esto con el fin de lograr ajustes significativos entre las variables ambientales y el patrón de variación espacial de la diversidad. En el caso de las relaciones múltiples y debido a que la posible presencia de multicolinealidad entre variables ambientales (e.g., vientos con la temperatura superficial del mar), no permite la aplicación de métodos automáticos en la selección de los modelos de regresión (e.g., stepwise), se desarrollaron los modelos de manera secuencial, agregando variables manualmente y en la medida que aumentó el valor del coeficiente de determinación ( $r^2$ ) del modelo respecto al anterior. El criterio de Información de Akaike fue usado para ordenar los modelos de manera parsimoniosa (mejor ajuste con un menor número de parámetros). La significancia de los modelos se evaluó mediante la corrección de Bonferroni (Legendre y Legendre 1998).

#### **4.3. En relación a Objetivo específico 3: Identificar los recursos bentónicos y las principales especies vegetales y animales (micro y macroorganismos) que caracterizan cada zona biogeográfica, señalando sus rangos de distribución**

El uso de especies indicadoras para establecer seguimientos o evaluaciones de las condiciones ambientales tiene una larga tradición en ecología, ecotoxicología, análisis de riesgo, control de la contaminación y manejo de especies y sus rangos de distribución. Sin embargo, esta tradición se ha encontrado con diversos problemas conceptuales y de procedimientos, lo que hace que las críticas al concepto de especies indicadoras sean válidas y no exista un consenso general acerca de cómo identificarlas (Noss 1990, Dufrene y Legendre 1997).

La importancia de identificar especies indicadoras tiene múltiples interpretaciones. Por ejemplo, Noss (1990) y Pearson y Casella (1992) han discutido la importancia de las especies indicadoras en el contexto aplicado, y resaltan que para hacer más aplicable y sólido el concepto de especies indicadoras, las especies identificadas deben poseer los siguientes atributos: (1) ser lo suficientemente sensitivas para proveer una alerta temprana del cambio; (2) estar distribuidas a través de un área geográfica amplia; (3) permitir una evaluación continua a través de un amplio rango de condiciones o “stress”, lo cual permite la aplicación de diseños experimentales comparativos; (4) independencia del tamaño de las muestras; (5) fácil y costo-efectiva de coleccionar, someter a ensayos, y/o calcular, de tal forma que permita diferenciar tendencias naturales de causas antropogénicas; (6) relevantes en fenómenos ecológicos significativos; (7) su status taxonómico debe ser bien conocido y estable y por tanto sus poblaciones bien definidas; (8) su biología debe estar bien entendida, de tal forma que sus recursos limitantes, enemigos naturales, tolerancias a parámetros físico-químicos del ambiente, y todos los estados del ciclo de vida puedan ser incorporados en diseños experimentales y pruebas de hipótesis; y (9) las especies deben ser de importancia económica de tal forma que los políticos y científicos lleguen a un consenso en relación a la necesidad de asignar recursos para el estudio de la especie. Sin embargo, pocas especies pueden cumplir estos requisitos, por lo que en la mayoría de los casos es mejor establecer un conjunto de especies indicadoras complementarias (Noss 1990), de tal forma que el concepto de especies indicadoras debería transformarse en taxon indicador (Pearson y Cassella 1992, Rodríguez et al. 1998). Además, a pesar de lo heurístico de estos criterios, poco se ha realizado en términos metodológicos, lo cual significa que no existen protocolos replicables para distintos taxa o regiones y que puedan servir de base para un análisis a escala biogeográfica.

La variedad de taxa incluidos en este Proyecto dificulta la identificación de especies indicadoras para las regiones zoogeográficas de la costa de Chile.

Recientemente, esta perspectiva ecológica-ambiental ha sido desarrollada por Dufrene y Legendre (1997) quienes además de incorporar en su análisis algunos de los atributos descritos anteriormente, ponen interés en detectar y describir el valor de diferentes especies para “indicar” condiciones ambientales. Esto acerca esta perspectiva al objetivo general de este Proyecto. El método consiste en combinar información acerca de la concentración de la abundancia relativa de una especie en un grupo particular (zona zoogeográfica) y la esperanza de la ocurrencia de una especie en dicha zona. En general, se ha propuesto que las especies que caracterizan o son indicadoras de un tipo de habitat corresponden a especies que deben estar sólo en ese tipo de habitat. Sin embargo, Dufrene & Legendre (1997) distinguen dos situaciones: 1) una especie puede estar presente en un sólo tipo de hábitat o zona geográfica (como se usará en este estudio) y sólo en algunos sitios de esa zona, mientras que otra especie más común puede estar en todos los sitios de esa misma zona. Bajo la perspectiva general del concepto, ambas especies deberían tener o asignársele el mismo valor como especie indicadora de esa zona zoogeográfica. Pero, la primera especie es una **indicadora asimétrica**: su presencia no puede ser predicha en todos los sitios de una zona pero claramente contribuye a la especificidad y distinción de esa zona, mientras que la segunda especie es una **indicadora simétrica**: su presencia contribuye tanto a la especificidad de la zona y además es posible predecir su ocurrencia en todos los sitios de esa zona. Es por esto que Dufrene & Legendre (1997) abogan por incorporar la importancia de la asimetría con el fin de flexibilizar el concepto y análisis para incorporar también el caso de la especie rara. Pero, este enfoque también considera el caso donde una especie se distribuye en todas las zonas, pero con baja ocurrencia en algunas y alta ocurrencia sólo en una región, en cuyo caso podría no tener valor como especie indicadora. Pero, su presencia contribuye a la especificidad de las zonas, al igual que los otros dos tipos de especies indicadoras (raras y comunes dentro de una misma zona).

En este análisis de especies indicadoras, los grupos pueden ser definidos por variables ambientales categóricas, niveles de perturbaciones, tratamientos experimentales, presencia – ausencia de una especie objetivo, o tipos de hábitat. En este estudio, los grupos fueron definidos

por las regiones zoogeográficas previamente identificadas. El método de Dufrene y Legendre (1997) permite generar valores de indicadores para cada especie dentro de cada grupo. El valor del indicador fluctúa entre cero (ausencia del indicador) a 100 (indicador perfecto). El indicador perfecto corresponde a la presencia de una especie que indica, sin error, la existencia de un grupo particular (e.g., biota regional), al menos sobre la base de datos analizados. Además, cuando se identifican más de dos grupos, el valor de indicador de una especie depende del conjunto de unidades muestrales pertenecientes al otro grupo, es decir, el valor de indicador de una especie a través de los grupos irá variando, si se omiten grupos (regiones zoogeográficas) del análisis. En este estudio la definición de la especie indicadora se realizó en base a datos de ocurrencia de la especie a través de los sitios y zonas analizadas. En estos casos los resultados podrían depender de los esfuerzo de muestreo desarrollados a través de un zona geográfica, y por lo tanto influenciar la identificación de una especies como indicadora. Sin embargo, esto ocurre en mayor medida cuando existe una perfecta correlación entre el número de sitios muestreados y la ocurrencia de la especie. Dado que la ocurrencia de la especie puede cambiar dependiendo de la región estudiada, entonces el método aún sigue siendo robusto para identificar especies indicadoras. Esto se refuerza más aún si la región estudiada se divide en una o más zonas como se realizó en el análisis previo de identificación de límites entre zonas zoogeográficas. En este Proyecto, todos los análisis relativos a estos objetivos se implementaron en el programa PC-ORD (Mcunne y Mefford 1999). Previamente, se realizó un chequeo de la calidad de las bases de datos y los taxa que incluyen para evaluar la potencial aplicabilidad del método descrito en este punto. La única base de datos que no fue utilizada fue la de moluscos intermareales (Dr. Valdovinos) ya que no se logró identificar un quiebre nítido en la región donde se distribuyen los sitios de estudio (Véase resultados). El análisis de especies indicadoras sugerido por Dufrene & Legendre (1997) fue realizado usando la rutina implementada en el programa PCORD (Mcunne & Mefford 1999). La técnica está enfocada principalmente a obtener el valor de significancia ( $P < 0,05$ ) para el valor máximo del indicador observado para cada especie y luego probar si el valor del indicador máximo es significativamente mayor que los valores del indicador obtenidos a partir de un proceso para re-asignación aleatoria de los sitios en que se registró la especie (Dufrene & Legendre 1997, Mcunne & Mefford 1999, Ferry et al. 2003). Esto puede desarrollarse de dos formas: **1)** evaluar la significancia del valor del indicador comparando la diferencia entre el valor máximo del indicador (IV) y el promedio de aquellos valores obtenidos por el proceso de re-

asignación aleatoria y ponderado por la desviación estándar de estos datos obtenidos aleatoriamente. Esto resulta en una comparación de  $z$  bajo el supuesto de que el estadígrafo permutado sigue una distribución normal. Comparación que puede realizarse por el método de montecarlo. La segunda aproximación, **2)** consiste en determinar la posición del valor del indicador IV dentro de un vector de 1000 datos obtenidos por permutaciones de los sitios, estos datos son ordenados en forma decreciente y se consideró significativo aquellos valores del Indicador que estuvieron dentro de las 50 primeras posiciones (i.e, de 50 sobre 1000 = 0.05 = valor de P). En este estudio se reporta los resultados de IV máximo y el IV promedio y su desviación estándar obtenido a partir de la reasignación aleatoria de sitios (como lo requiere la primera aproximación) y el valor de probabilidad fue obtenido por el segundo método, es decir una simple probabilidad permutacional (Dufrene & Legendre 1997). En síntesis el valor de P corresponde a la proporción de valores del indicador que son iguales o mayores al valor observado máximo del indicador ( $P = 1 + N^{\circ}$  de permutaciones con  $IV > IV_{\text{máx}} / 1 + \text{número total de permutaciones}$ ) (Mcunne & Mefford 1999)

#### **4.4. En relación a Objetivo específico 4: Ratificar o en su defecto proponer una nueva zonificación biogeográfica en el área de estudio**

Para cumplir con este objetivo se evaluaron los resultados obtenidos en los Objetivos específicos 4.1, 4.2 y 4.3.

#### **4.5. En relación a Objetivo específico 5: Proponer un protocolo general y cuando sea necesario, protocolos específicos para el traslado de recursos hidrobiológicos entre zonas biogeográficas distintas**

Para cumplir con este objetivo se recopilaron antecedentes sobre la normativa y el conocimiento actual en materia de traslado de especies hidrobiológicas. En base a esos estudios se entregan sugerencias para mejorar los protocolos existentes.

#### **4.6. En relación a Objetivo específico 6: Proponer las modificaciones legales y/o reglamentarias para el traslado de organismos hidrobiológicos entre zonas biogeográficas distintas**

Para cumplir con este objetivo se consideraran los resultados obtenidos en este Proyecto, así como una revisión de la normativa tanto legal como reglamentaria vigente en relación con control de enfermedades, primera importación y traslado de especies hidrobiológicas.

##### **Antecedentes.**

La definición expresa de zonas biogeográficas en normas jurídicas de rango legal o reglamentario, resulta fundamental para la implementación de estrategias de prevención del daño ambiental que pudiere derivar tanto de la primera importación de especies hidrobiológicas así como del combate de plagas y transporte de este tipo de organismos.

En efecto, tal como ha reconocido la Subsecretaria de Pesca la primera importación de especies hidrobiológicas puede involucrar riesgos para el equilibrio de los ecosistemas acuáticos producto del eventual contagio de enfermedades, formación de híbridos, etc.

Nuestro ordenamiento jurídico se ha hecho cargo de esta preocupación, toda vez que ella se relaciona con el cumplimiento de los deberes impuestos al estado, por la Constitución Política en su artículo 1º inciso 4º en cuya virtud este debe brindar protección a la población, ello sin perjuicio de lo establecido en el inciso primero del N°8 del artículo 19 de la carta fundamental, donde se establece que es un deber del estado el velar porque el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación no sea afectado y “... tutelar la preservación de la naturaleza...”.

En relación con lo señalado la ley 19.300 define medio ambiente como el sistema global constituido por elementos naturales y artificiales de naturaleza física, química o biológica, socioculturales y 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 diversas manifestaciones. Por su parte la misma ley entenderá por preservación de la naturaleza al conjunto de políticas, planes,

programas, normas y acciones, destinadas a asegurar la mantención de las condiciones que hacen posible la evolución y el desarrollo de las especies y de los ecosistemas del país.

Para el cumplimiento de estos deberes, el estado cuenta con dos instrumentos, la institucionalidad ambiental del estado y la legislación ambiental tanto general como sectorial.

En cuanto a la institucionalidad ambiental del estado, esta se encuentra constituida por tres tipos de órganos:

- Servicios Públicos con competencias ambientales sectoriales.
- Unidades Medio Ambientales en ministerios y servicios públicos.
- Comisión Nacional del Medio Ambiente.

Por su parte la legislación medio ambiental y de recursos naturales, se encuentra inspirada en una serie de principios entre los cuales destaca especialmente en el principio preventivo y precautorio incorporado en convenciones internacionales como la **Convención Sobre la Diversidad Biológica**, promulgada en Chile por Decreto Supremo N° 1963 de 1995, que en su artículo 8° establece que las partes contratantes “... **impedirán que se introduzcan, controlará o erradicará especies exóticas que amenacen ecosistemas, hábitat o especies.**”

En el derecho interno este principio se expresa en la creación de un sistema de evaluación de impacto ambiental, recogido por la ley 19.300 en sus artículos 8° y siguientes, sistema que se expresa a través de los estudios y declaraciones de impacto ambiental.

### **1.- Aspectos legales de un sistema de zonificación biogeográfica.**

El marco legal de esta materia esta representado por la Ley General de Pesca y Acuicultura norma a la que según su artículo 1° le corresponde reglar:

- la preservación de los recursos hidrobiológicos.
- Toda la actividad pesquera extractiva, de acuicultura, de investigación y deportiva, realizada en aguas terrestres, aguas interiores, mar territorial o zona económica exclusiva de la republica y áreas adyacentes.

- Actividades pesqueras, de procesamiento y transformación y el almacenamiento, transporte o comercialización de recursos hidrobiológicos.

Entre las múltiples materias reguladas por la ley en comento, existen aspectos donde la delimitación de zonas biogeográficas pueden cobrar especial relevancia.

#### **a.- La Importación de Especies Hidrobiológicas**

Se encuentra regulada en el Párrafo 3° Título II de la Ley general de Pesca y Acuicultura, artículos 11 al 13.

El artículo 12 de esta ley, establece que la primera importación de especies hidrobiológicas, requerirá además de la autorización previa de la subsecretaria, el ajustarse al procedimiento que señala el inciso segundo de este artículo y su reglamento.

Dicho reglamento determinará “ las condiciones y modalidades de los términos técnicos de referencia de los estudios, las entidades que lo efectuarán y los antecedentes que deben pronunciarse en la solicitud de internación de especies de primera importación.”

Agregando luego que se prohíben “... las internaciones a que se refiere este artículo y el anterior, sin cumplir las exigencias que en ellos se imponen...”.

Las Zonas biogeográficas en que se insertaran las especies importadas es un elemento esencial para el reglamento de este artículo según mas adelante se observará.

#### **b.- Manejo de Plagas Hidrobiológicas y Transporte .**

El artículo 86 de la Ley general de Pesca y Acuicultura establece que el Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción dictaran un “ **Reglamento que establecerá las medidas de protección y control para evitar la introducción de enfermedades de alto riesgo y especies que constituyan plagas, aislar su presencia en caso de que estas ocurran, evitar su propagación y propender a su erradicación.**”

## 2.- Nivel reglamentario.

a.- El DS 730 del Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción, de 1995, por el que se “**Aprueba el Reglamento de Internación de Especies de Primera Importación**” regula los procedimientos y requisitos necesarios para la primera importación de especies hidrobiológicas, en conformidad a lo dispuesto en el artículo 12 de la Ley General de Pesca y Acuicultura.

El artículo 1° de esta norma entrega dos conceptos:

- Zona Zoogeográfica Continental “Área geográfica del país que de acuerdo a características de los cuerpos de agua continentales determinan la distribución de órganos acuáticos.”
- Zona Zoogeográfica Marítima “Área geográfica del país que de acuerdo a las características de sus masas de agua, determinan la distribución de organismos acuáticos.”
- Por otra parte el artículo 2° de este reglamento, fija cinco zonas zoogeográficas continentales y el 3° ocho zonas zoogeográficas marítimas.

Las Zonas Zoogeográficas previamente enumeradas se relacionan con la exigencia del N° 5 del artículo 5° del reglamento, donde se exige como mención esencial de la solicitud de primera importación de una especie hidrobiológica, la zona zoogeográfica y el establecimiento en que se proyecta mantener la especie.

b.- El DS 96 de 1996 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, establece el Reglamento de Procedimiento para la Importación de Especies Hidrobiológicas.

Entre las menciones que el importador debe incorporar en su solicitud de importación deberá señalar, según el artículo 5 N° 11 el lugar de destino final de las especies.

**c.- Decreto Supremo N° 319 de 24 de agosto de 2001** del Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción, sobre Protección, Control y Erradicación de Enfermedades de Alto Riesgo para Las Especies Hidrobiológicas.

El artículo 1° de este Decreto Supremo, señala en su inciso 2° que “... las disposiciones del presente reglamento se aplicarán a las actividades de cultivo, **transporte**, repoblamiento y transformación de especies hidrobiológicas que se realicen en el territorio de la República. Así mismo, la importación de especies hidrobiológicas y las actividades de experimentación quedarán sometidas a las disposiciones del presente reglamento y de sus normas especiales.”

Por otra parte en su artículo 2° N° 29 se define Zonificación como la delimitación de zonas geográficas o hidrológicas en función de la presencia o ausencia de enfermedades de alto riesgo y/o de su agente causal.

Este concepto tiene una aplicación en el ámbito sanitario y no se relaciona directamente con la noción de zonificación biogeográfica recogido por el Decreto Supremo 730 de 1995 objeto de esta investigación.

Mas adelante entre los artículos 18 y 20, este reglamento fija el procedimiento de zonificación con propósitos sanitarios, procedimiento que si bien se centra en la presencia o ausencia de enfermedades, puede tener relación y resultar relevante para el mismo la zonificación zoogeográfica objeto de esta investigación.

Entre los artículos 48 y 54 del reglamento, se fijan las condiciones para el traslado de especies hidrobiológicas vivas o muertas entre diversos puntos del territorio nacional, en particular el artículo 50 del reglamento dispone que “ en el caso que se hubiere establecido una zonificación, el transporte de especies hidrobiológicas vivas solo podrá realizarse desde una zona de condición sanitaria equivalente o superior”.

No obstante lo anterior las restricciones de traslado de estas especies no obedecen a criterios biogeográficos, sino que solo sanitarios, materia que se deberá modificar.

Finalmente en el Título XIV del reglamento el artículo 72 prohíbe la liberación en cursos de agua de especies hidrobiológicas que presenten signos clínicos de enfermedad y los ejemplares muertos, partes de ellos o su sangre. Por su parte los artículos 73 y 74 de la norma en comento, establecen que la Subsecretaría de Pesca deberá autorizar o ser notificada en su caso de la liberación o escape de especies hidrobiológicas vivas provenientes desde centros de cultivo o experimentación.

Esta materia al igual que el traslado de especies tampoco se ve delimitada por criterios biogeográficos, situación que deberá ser modificada mediante una reforma al reglamento que se propone en los resultados.

**d.- Proyecto de Reglamento sobre Plagas Hidrobiológicas**, tenido a la vista, define en su artículo 4 letra s Zona Biogeográfica, indicando que ella es el área del país que de acuerdo con las características de sus masas de agua, determinan la distribución de organismos hidrobiológicos”.

La importancia de estas zonas se relaciona con la facultad de la subsecretaría de pesca de declarar por resolución fundada una o mas zonas geográficas en alguna de las categorías señaladas en el artículo 5° de este reglamento, esto es:

- Zona libre de Plaga.
- Zona en estado de latencia de plaga.
- Zona en riesgo de plaga.
- Zona de plaga.

Finalmente en el párrafo 1° del Título IV de este proyecto de reglamento se regulan los traslados de especies hidrobiológicas según su zona de origen.

## 5. RESULTADOS

### 5.1. En relación a Objetivo específico 1: Determinar indicadores físicos, geográficos, químicos y biológicos que permitan caracterizar las zonas biogeográficas

#### 5.1.1. Variabilidad de factores geográficos y físicos relevantes a lo largo de la costa de Chile.

##### Variación en la forma de la costa y ancho de la plataforma

A la izquierda de la Figura 4 se muestra la costa de Chile (con distintas escalas para longitud y latitud, a fin de tener una figura de tamaño adecuado), y a su derecha la rugosidad a lo largo de la costa de Chile, en unidades arbitrarias.

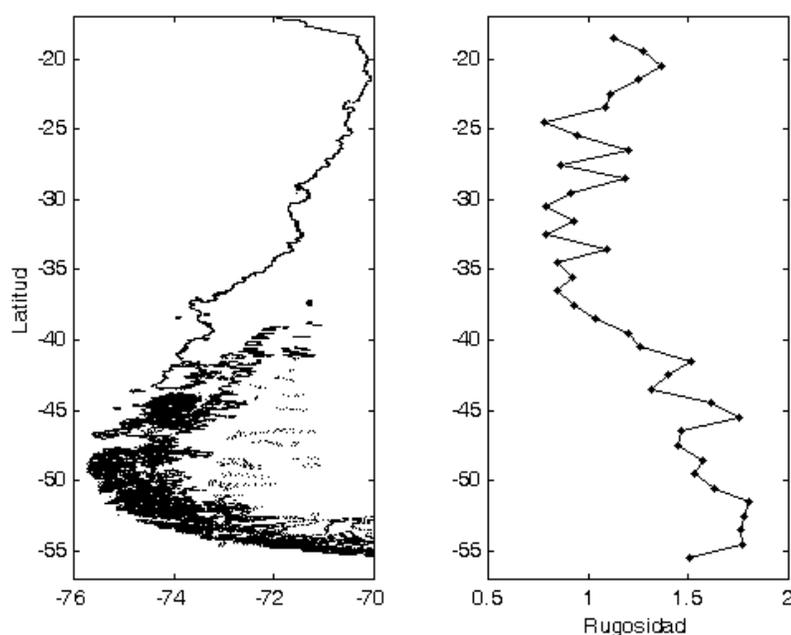


Figura 4. Rugosidad de la costa chilena, en unidades arbitrarias.

Si se define zonas poco rugosas, rugosas, y extremadamente rugosas como aquellas de dimensión fractal entre 1 y 1,2, entre 1,2 y 1,5, y mayores que 1,5, se observa que la costa chilena muestra una costa extremadamente rugosa entre 51 y 55°S y entre 45 y 46°S, una costa rugosa

entre 46 y 50°S, entre 41 y 42°S, y al sur de 55°S, y una costa poco rugosa en el resto del país (18 y 41°S, y 43 y 45°S) (ver Figura 4).

La Figura 5 (modificada de Figueroa, 2002) muestra el ancho de la plataforma continental desde el límite norte del país hasta 40°S (más al sur de esa latitud la definición del ancho de la plataforma se hace muy difuso, por la rugosidad de la geografía).

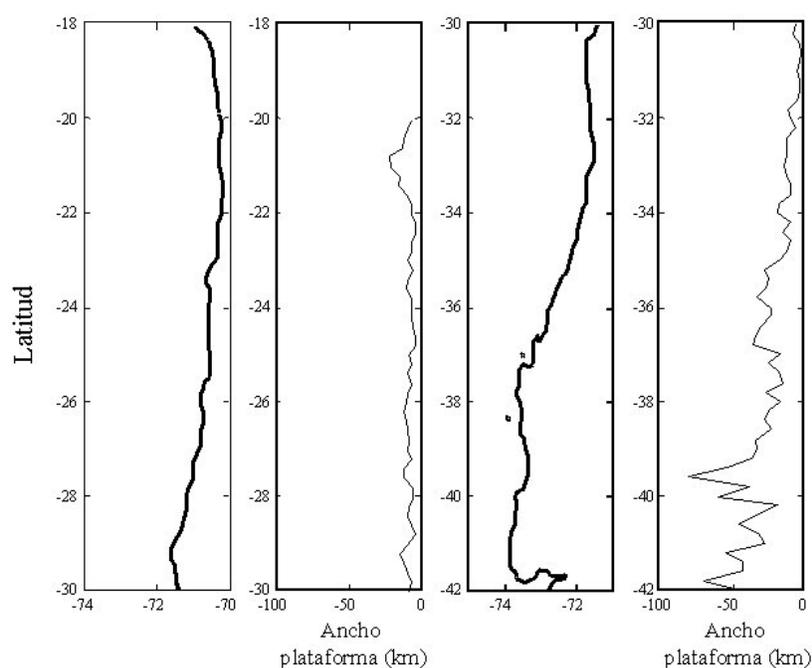


Figura 5. Ancho de la plataforma a lo largo de la costa de Chile, en kilómetros.

Como se observa en la Figura 5, en base a este parámetro pueden ser definidas tres zonas: una zona de plataforma estrecha, menor a 10 km en general, entre el límite norte del país y unos 33,5°S; una zona de plataforma menos estrecha, entre 10 y 20 km, entre 33,5 y 36°S; y una zona de plataforma ancha, hasta 70 km, desde 36 hasta los 40°S.

### **Variación de los vientos en la zona costera**

La Figura 6 muestra la climatología de los vientos a lo largo de la costa de Chile, obtenida a partir de 5 años de vientos Quikscat (Julio 1999 a Junio 2004). El panel superior muestra los

vientos meridionales (norte-sur), mientras que el inferior muestra la componente zonal (este-oeste). Los vientos, en m/s, son considerados positivos hacia el norte y hacia el este. En ambos casos una línea negra gruesa indica el valor cero.

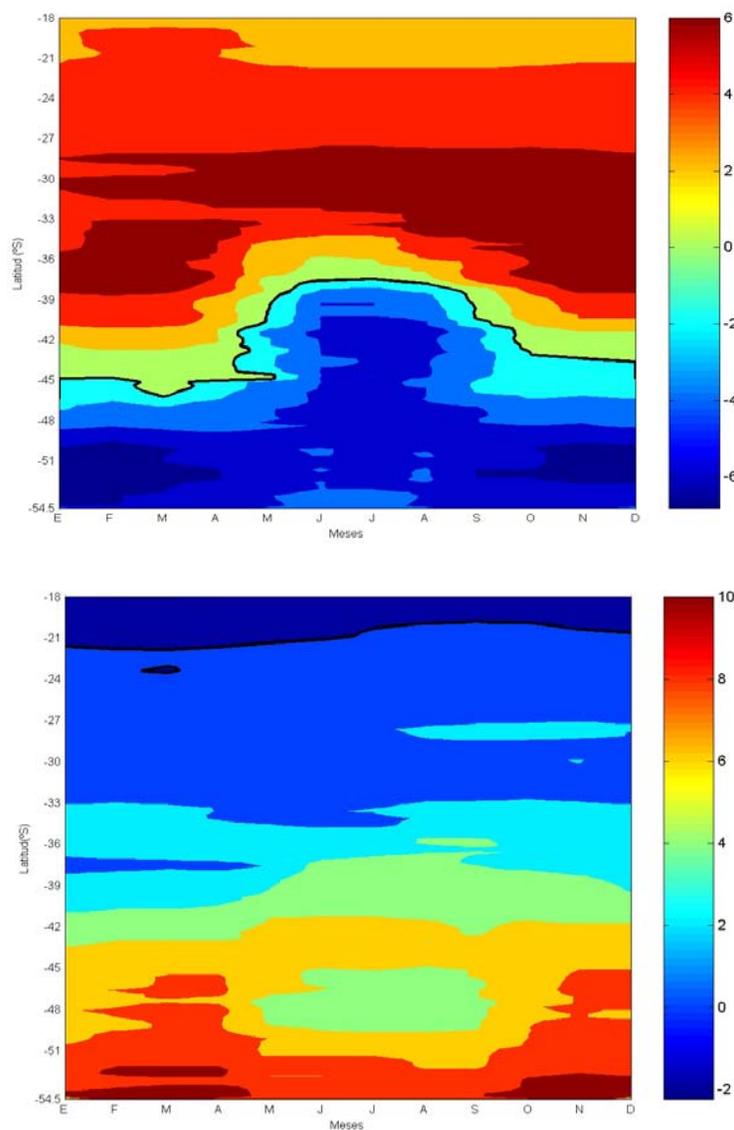


Figura 6. Climatología de los vientos a lo largo de la costa de Chile. Los paneles superior e inferior muestran la intensidad de los vientos meridionales y zonales, respectivamente (valores positivos hacia el norte y este). La escala es en m/s.

La Figura 6 muestra que a lo largo de la costa de Chile los vientos (promediados mensualmente) más intensos hacia el norte ocurren en una franja latitudinal ancha ( $39^{\circ}\text{S}$ - $28^{\circ}\text{S}$ ) entre septiembre y abril, y angosta ( $28^{\circ}\text{S}$ - $32^{\circ}\text{S}$ ) desde abril a septiembre, con valores mensuales máximos de 8 m/s. El límite norte de los vientos intensos hacia el norte ( $28^{\circ}\text{S}$ ) es constante durante el año. Los vientos hacia el sur más intensos a lo largo de la costa ocurren desde octubre a abril en el extremo sur de Chile ( $49^{\circ}\text{S}$ - $54^{\circ}\text{S}$ ).

La latitud que separa los vientos hacia el norte de aquellos hacia el sur, en la costa de Chile, está marcada con una línea negra gruesa en el panel superior de la Figura 6. Esta zona de vientos norte-sur casi ceros permanece cerca de  $45^{\circ}\text{S}$  desde enero a abril. De mayo a junio se desplaza hacia el norte, entre  $38$  y  $39^{\circ}\text{S}$ , donde permanece hasta septiembre. En los meses siguientes (octubre-diciembre) vuelve progresivamente a los  $45^{\circ}\text{S}$ . la zona de vientos meridionales débiles es muy estrecha: durante todo el año no abarca más de 3 o 4 grados de latitud. Por lo tanto, se puede afirmar que durante todo el año la mayor parte de la costa de Chile está sometida a intensos vientos meridionales, hacia el norte en la zona norte y central, y hacia el sur en la parte sur del país.

Con respecto a los vientos zonales (panel inferior de la Figura 6), se observa que en la mayor parte de Chile los vientos fluyen hacia el este. Sólo en la estrecha franja al norte de  $21^{\circ}\text{S}$  los vientos zonales soplan hacia el oeste. Los vientos zonales más intensos ocurren en el extremo sur. Estos vientos intensos ( $> 8$  m/s) hacia el este soplan en el verano entre  $45^{\circ}\text{S}$  y  $55^{\circ}\text{S}$ , y en la franja más estrecha de  $51^{\circ}\text{S}$  y  $55^{\circ}\text{S}$  en invierno.

Para cuantificar los efectos de mezcla y de entrada de energía producidos por el viento se debe considerar la magnitud (o intensidad) del viento total, y no sus componentes por separado. La Figura 7 muestra la evolución durante el año de la intensidad del viento a lo largo de la costa de Chile. Los promedios mensuales alcanzan valores de hasta 12 m/s en la zona austral del país, siendo en primavera-verano cuando estos vientos intensos ocurren en un área mayor. En invierno hay una zona de vientos muy débiles en la zona costera del centro del país ( $33^{\circ}\text{S}$ - $39^{\circ}\text{S}$ ).

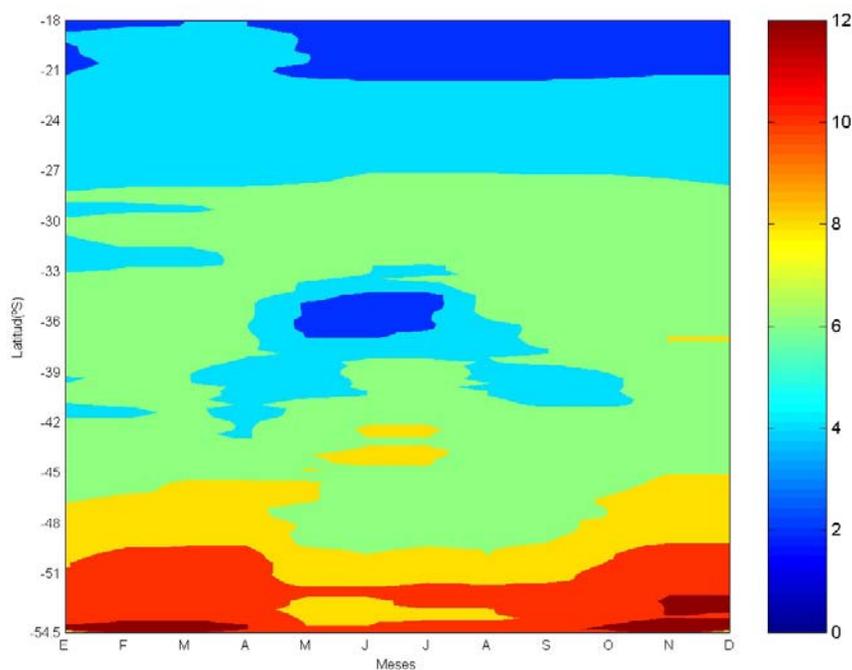


Figura 7. Intensidad del viento a lo largo de la costa de Chile durante el año, en m/s.

La Figura 8 muestra vientos paralelos a la costa (panel superior) y perpendiculares a ella (panel inferior). Los vientos paralelos a la costa son considerados positivos cuando fluyen hacia el norte o noroeste (estrictamente, cuando son antihorarios), mientras que los vientos perpendiculares son positivos cuando soplan desde el continente hacia el océano (así que los vientos perpendiculares negativos "entran" al continente).

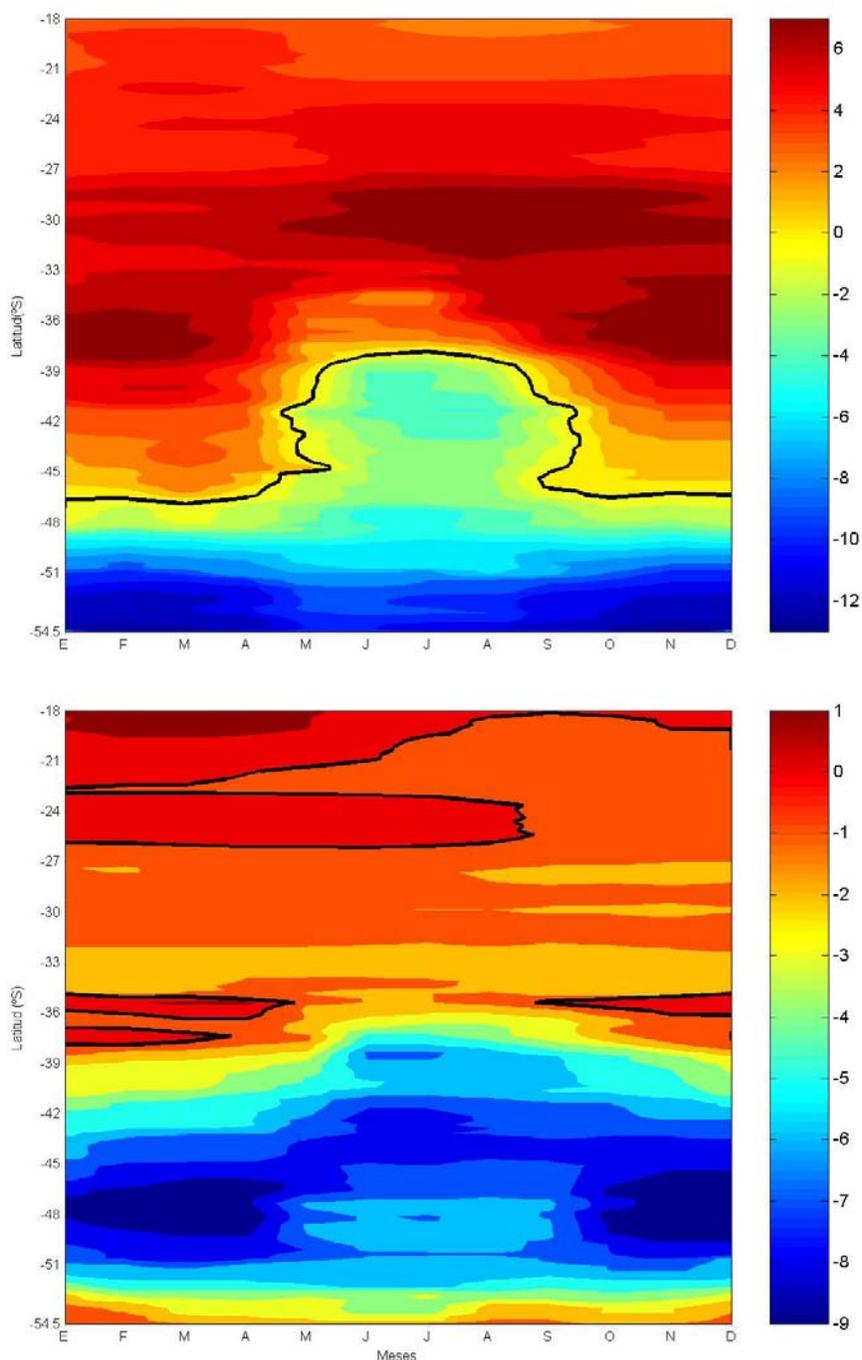


Figura 8. Vientos paralelos (arriba) y perpendiculares (abajo) a lo largo de la costa de Chile. Los vientos están en m/s. Vientos perpendiculares negativos penetran al continente.

Si bien a primera vista no parece haber gran diferencia entre los vientos meridionales (panel superior de la Figura 6) y los vientos paralelos a la costa (panel superior de la Figura 8), se observa que en la zona austral de Chile, la diferencia es sensible: mientras en el primer caso se

tenía vientos de hasta unos 6 m/s hacia al sur, ahora se tiene vientos de hasta 13 m/s paralelos a la costa, en general hacia el sureste en esa zona. Un viento el doble paralelo el doble de intenso puede generar mucha más mezcla vertical en la zona, y corrientes más intensas en la zona costera.

Por otra parte, los vientos perpendiculares a la costa (panel inferior de la Figura 8) son débiles en la zona norte de Chile, pero son fuertes desde unos 40°S hacia el sur. En toda la zona austral de Chile (40°S-53°S) esos vientos penetran al continente desde el océano, por lo tanto proveyendo humedad al continente en esa zona. La zona en que la entrada de los vientos es más intensa es alrededor de los 48°S, particularmente desde octubre a abril.

### Variación de la temperatura superficial del mar en la zona costera

En la Figura 9 se muestra la evolución anual de la TSM promedio a lo largo de la costa. En toda la costa se tiene un fuerte contraste invierno-verano, mientras que los mayores gradientes meridionales aparecen en verano.

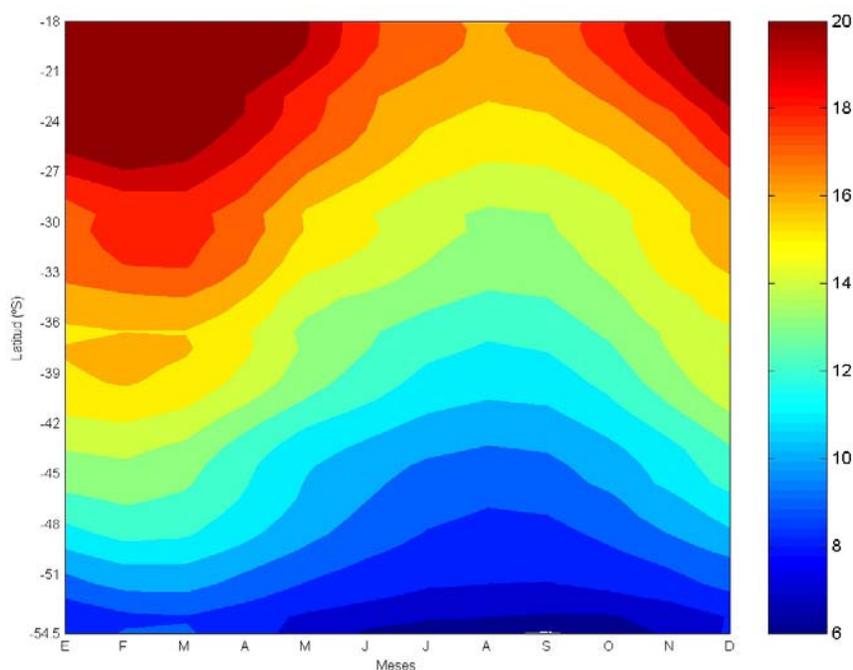


Figura 9. Evolución anual de la TSM a lo largo de la costa de Chile, en pixeles de 1°x1°.

A fin de mostrar en mayor detalle los contrastes verano-invierno, se muestra en la Figura 10 muestra las temperaturas mínimas (diagrama izquierdo) y máximas (diagrama central) en la costa, a cada latitud. En ambos casos se observa una disminución relativamente regular de las temperaturas costeras, de norte a sur. En el rango de latitudes consideradas la temperatura máxima durante el año varía en unos 15°C, mientras que la mínima varía en unos 11°C. El diagrama de la derecha muestra el contraste invierno-verano a cada latitud. Se observa que este contraste invierno-verano es mayor en la costa norte, donde alcanza más de 7°C, que en el extremo sur de Chile, donde apenas existen unos 2°C de diferencia entre las temperaturas máxima y mínima durante el año (todo esto usando promedios mensuales en cada latitud). El quiebre que se observa al sur de 37°S en la línea del contraste probablemente tiene que ver con la paulatina disminución de la surgencia hacia el sur de esa latitud, lo que hace que las temperaturas máximas sean algo mayores que las que se esperaría a esas latitudes si hubiese surgencia.

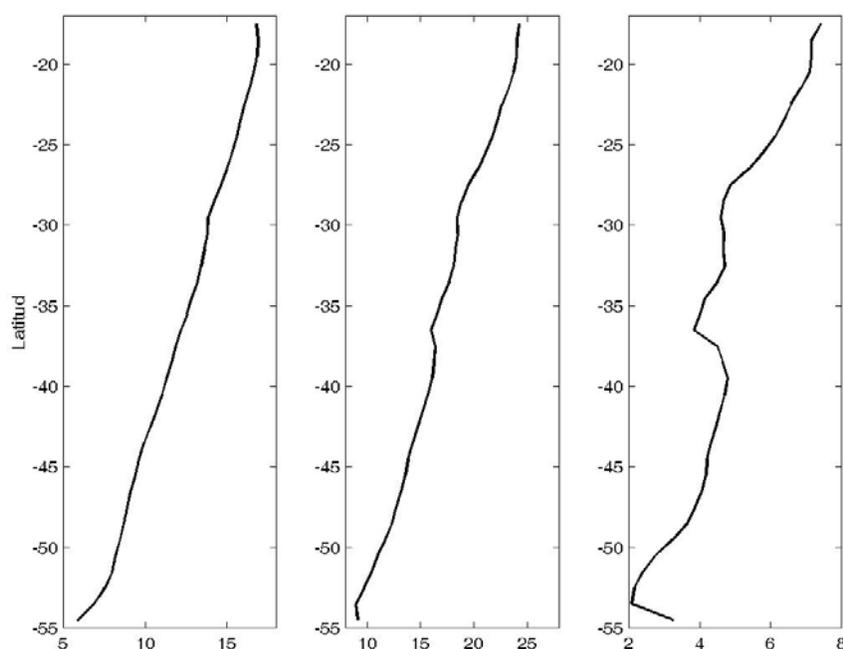


Figura 10. Temperaturas máxima (izquierda) y mínima (centro) durante el año a lo largo de la costa de Chile. La diferencia entre ellas representa (derecha) el contraste entre estaciones del año.

### Variación de la radiación solar en la zona costera

La Figura 11 muestra la variación de la radiación solar a lo largo de la costa de Chile. En todos los casos el eje horizontal representa los meses del año, mientras que cada eje vertical muestra la radiación promedio mensual en la localidad indicada. El eje vertical está hecho de modo que su largo indique  $350 \text{ W/m}^2$  como valor promedio mensual. Las curvas están a la latitud correspondiente a las respectivas localidades, pero han sido desplazadas longitudinalmente para efectos de claridad del esquema.

Se observa que, si bien hay una evidente variación estacional, la variación espacial no necesariamente sigue una dependencia puramente latitudinal. Así, por ejemplo, la estación ubicada en Chile central (alrededor de  $34^\circ\text{S}$ ) recibe en verano tanta radiación como las localidades del extremo norte chileno, debido a razones de meteorología local. También hay estaciones que durante todo el año reciben menos radiación de lo que les correspondería según su latitud, como es el caso de Valparaíso.

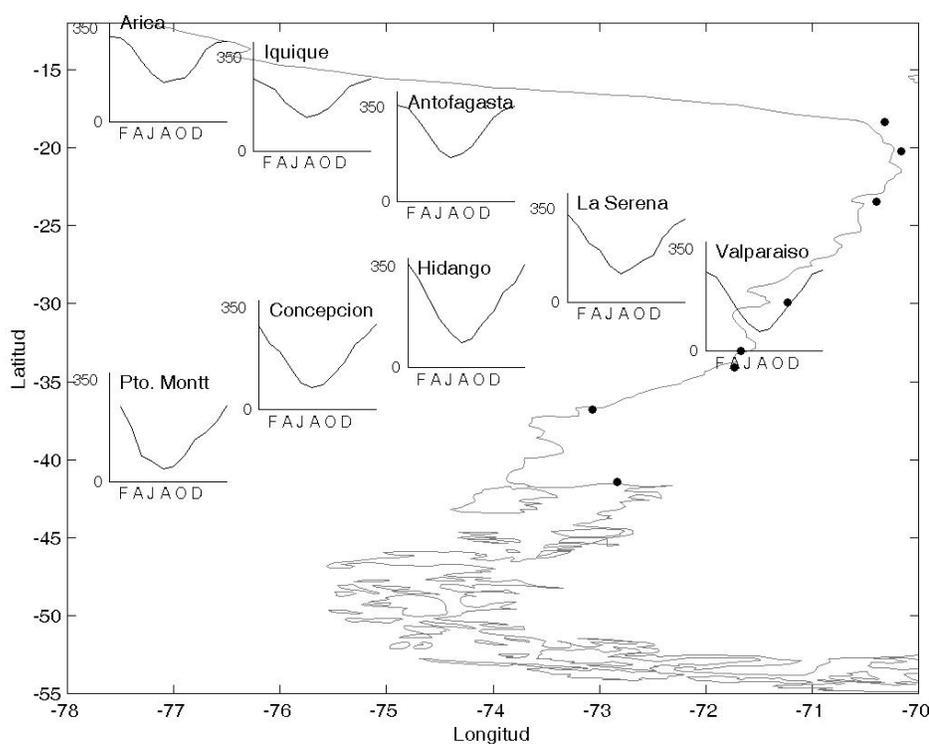


Figura 11. Variación mensual de la radiación en varias localidades a lo largo de la costa de Chile. El eje horizontal representa meses del año, el vertical radiación solar en  $\text{W/m}^2$  (ver texto).

### **Variación de la entrada de agua dulce al sistema costera**

El total de agua dulce que entra al sistema costero entre 37,5°S y 52°S es del orden de  $33 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s}$  (Dávila et al 2002). Se observa que este ingreso de agua en general se incrementa hacia el sur, pero muestra grandes variaciones latitudinales. Los caudales integrados por grado de latitud llegan hasta alcanzar valores cercanos a  $3000 \text{ m}^3/\text{s}$  por grado de latitud alrededor de 42°S, y aun mayores - cercanos a  $4000 \text{ m}^3/\text{s}$  por grado de latitud - cerca de 46°S y 50°S (ver Figura 3).

Otro aspecto importante es el de la estacionalidad de la entrada de agua dulce. En la zona sur-austral de Chile la entrada de agua dulce al sistema costero tiende a producirse básicamente por precipitaciones en la zona centro-sur, y por derretimiento de hielos en la zona austral. Dávila et al (2002) discuten este punto, encontrando que el cambio de régimen pluvial a nival ocurre alrededor de 43-45°S.

La Figura 12 muestra una zonificación general de la costa de Chile de acuerdo a las características de rugosidad de la línea de costa, ancho de la plataforma continental, vientos y temperatura superficial del mar.

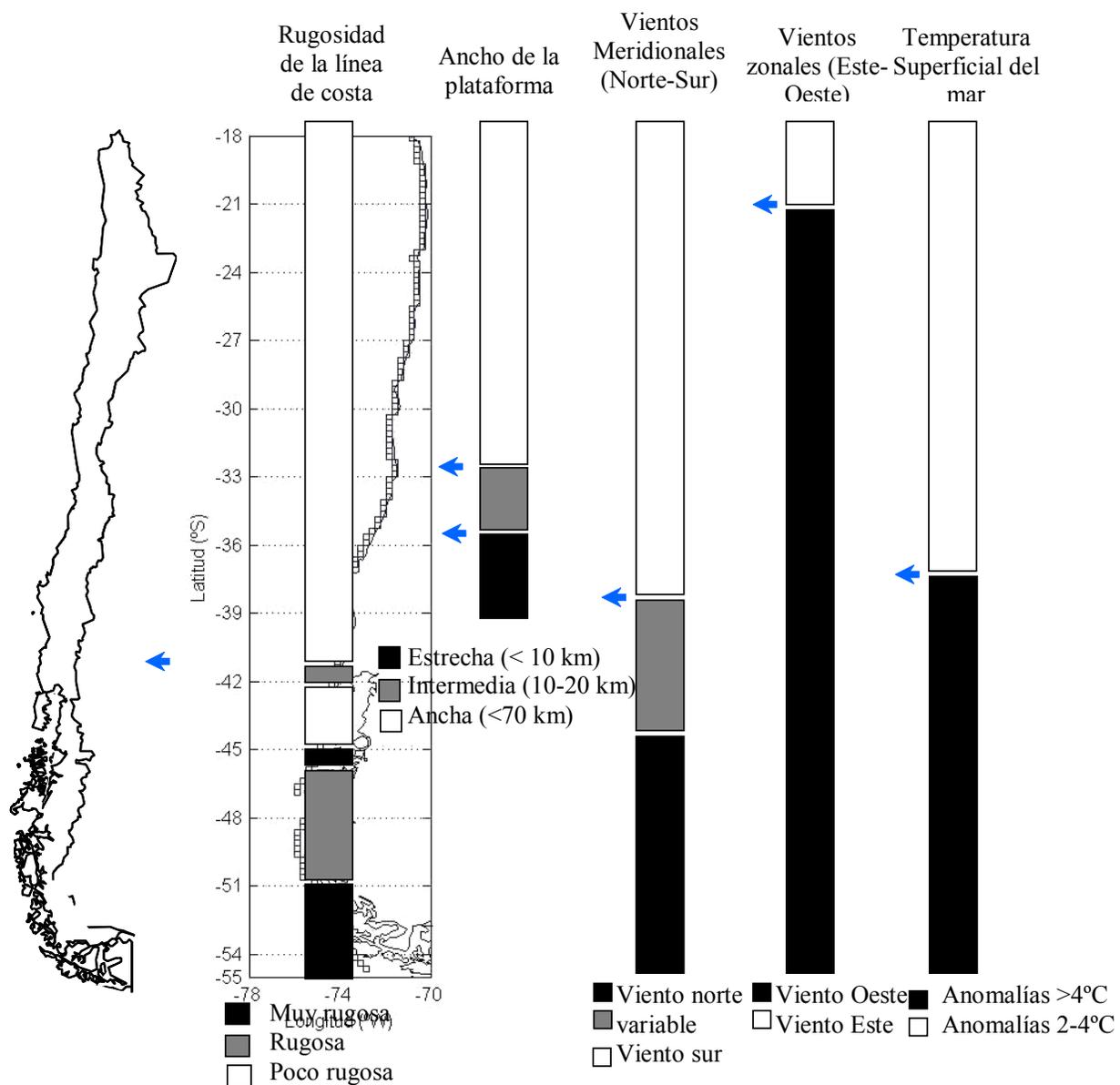


Figura 12. Resumen de las características de la rugosidad de la línea de costa, ancho de la plataforma, vientos meridionales y zonales y temperatura de la superficie del mar.

### 5.1.2. Variabilidad geográfica de la fauna marina litoral en la costa de Chile.

A continuación se entrega información acerca de las bases de datos biológicas contruidas para el desarrollo del Proyecto. En todos los casos, sólo se entrega la posición Latitudinal de los sitios de estudios debido a que es la principal variable en estudio y para la representación gráfica de los ajustes de regresión polinomiales, de los patrones latitudinales de la riqueza de especies y recambio específico.

Para los macroinvertebrados bentónicos que habitan en fondos blandos y rocosos submareales y los discos de *Lessonia nigrescens* (datos Dr. Vásquez, Tabla 1, 2 y 3, en anexo tablas de datos), se detectó una tendencia decreciente en el número de especies a través del rango latitudinal de los sitios de estudio (22 a 42°S, Fig. 13).

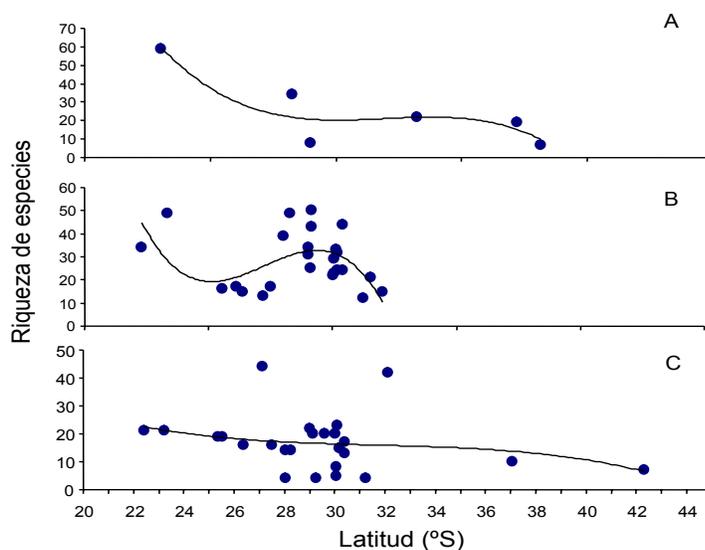


Figura 13 Patrones de variación geográfica de la riqueza de macro invertebrados bentónicos asociados a fondos blandos submareales (A), fondos rocosos submareales (B) y dentro de discos de *Lessonia nigrescens* (C). La línea continua representa la tendencia especial de la riqueza de especies mediante un ajuste polinomial de tercer-orden.

Para las especies sésiles que habitan intermareal rocoso (datos Dr. Camus, Tablas 4 y 5, en anexo tablas de datos) se detectaron claras tendencias latitudinales a través de los sitios de estudio (Fig. 14). Estas tendencias espaciales están caracterizadas por una disminución en la cobertura de especies sésiles entre los 26 y 28°S aproximadamente, y aumentos hacia los

extremos de la zona de estudio (18 a 34°S, Fig. 14). Un patrón inverso reflejaron los índices de diversidad, denotando un aumento en sus valores en la región de menor cobertura promedio, y con máximos localizados entre los 24 y 32°S.

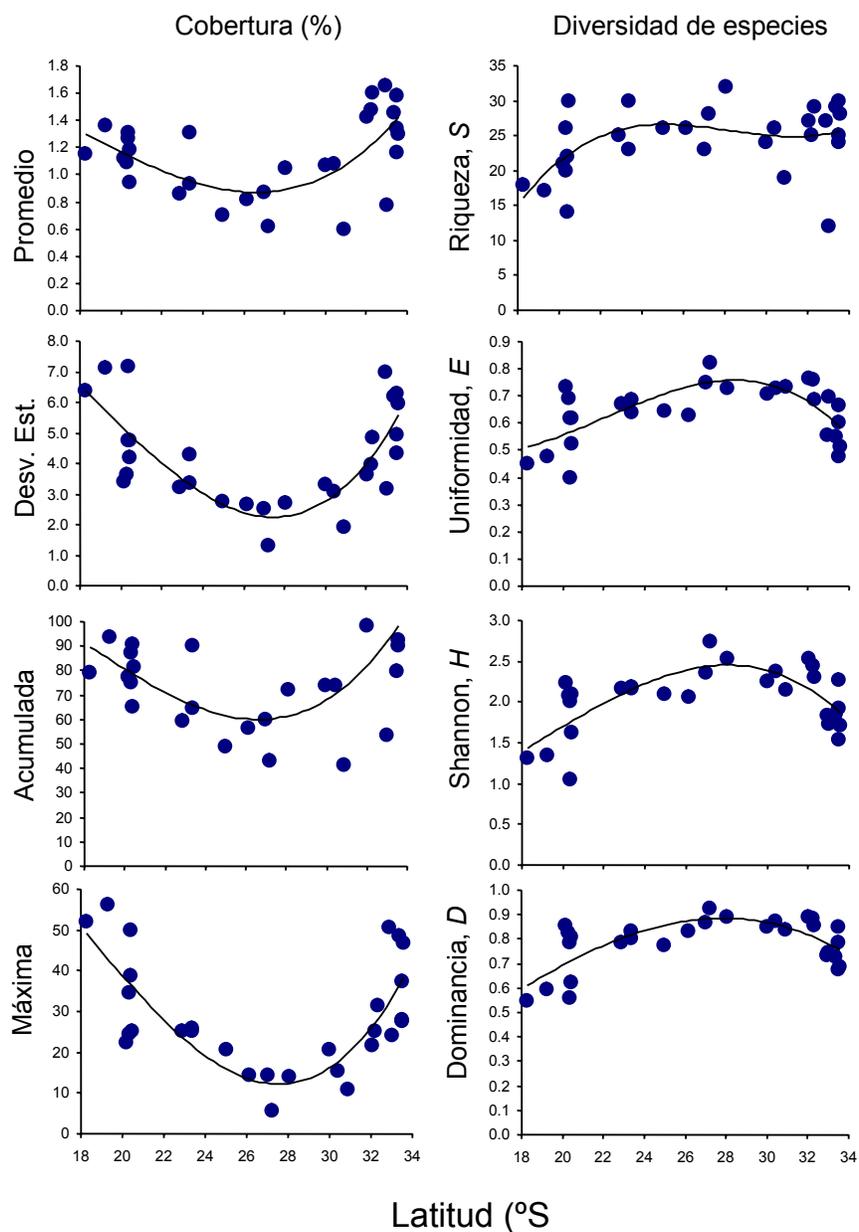


Figura 14. Patrones de variación geográfica de la cobertura e índices de diversidad de especies sésiles del intermareal rocoso a lo largo de la costa de Chile centro-norte. La línea continua representa la tendencia espacial mediante un ajuste polinomial de tercer-orden.

Para el grupo de los peces (Datos Dr. P. Ojeda, Tabla 6, en anexo tablas de datos), se observan claras tendencias latitudinales, con un máximo en riqueza de especies alrededor de los 25 y 30°S, tanto para especies intermareales como submareales (Fig. 15), hacia el sur se evidencia una disminución clinal hasta el extremo sur de la costa de Chile.

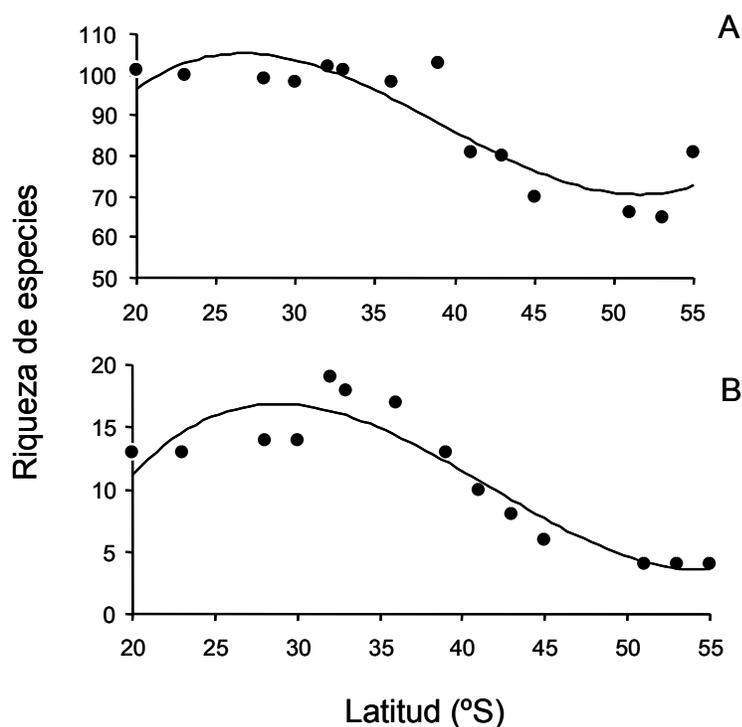


Figura 15. Patrones de variación geográfica del número de especies de peces litorales del hábitat submareal hasta 40 m (A) e intermareal (B) a través de la costa de Chile. La línea continua representa la tendencia espacial mediante un ajuste polinomial de tercer-orden.

Los patrones de abundancia individual y de diversidad de especies de invertebrados de hábitats submareales de fondos blandos (Datos Dr. Lancelloti, Tablas 7 y 8, en anexo tablas de datos), muestran diferencias con otros patrones de ensamblajes de fauna descritos previamente. Por ejemplo, a diferencia de la cobertura de especies sésiles del hábitat intermareal que presentan un patrón en “U” a través del gradiente latitudinal (Fig. 14), los macroinvertebrados de fondos blandos submareales presentan una disminución paulatina hacia altas latitudes (Fig. 16). Mientras que en el caso de la diversidad de especies, este último grupo no presenta una clara tendencia latitudinal (Fig. 16). Estas diferencias demuestran que no existe un patrón común de variación

geográfica de la fauna costera y resalta la necesidad de trabajar con grupos disimiles para lograr conclusiones generales.

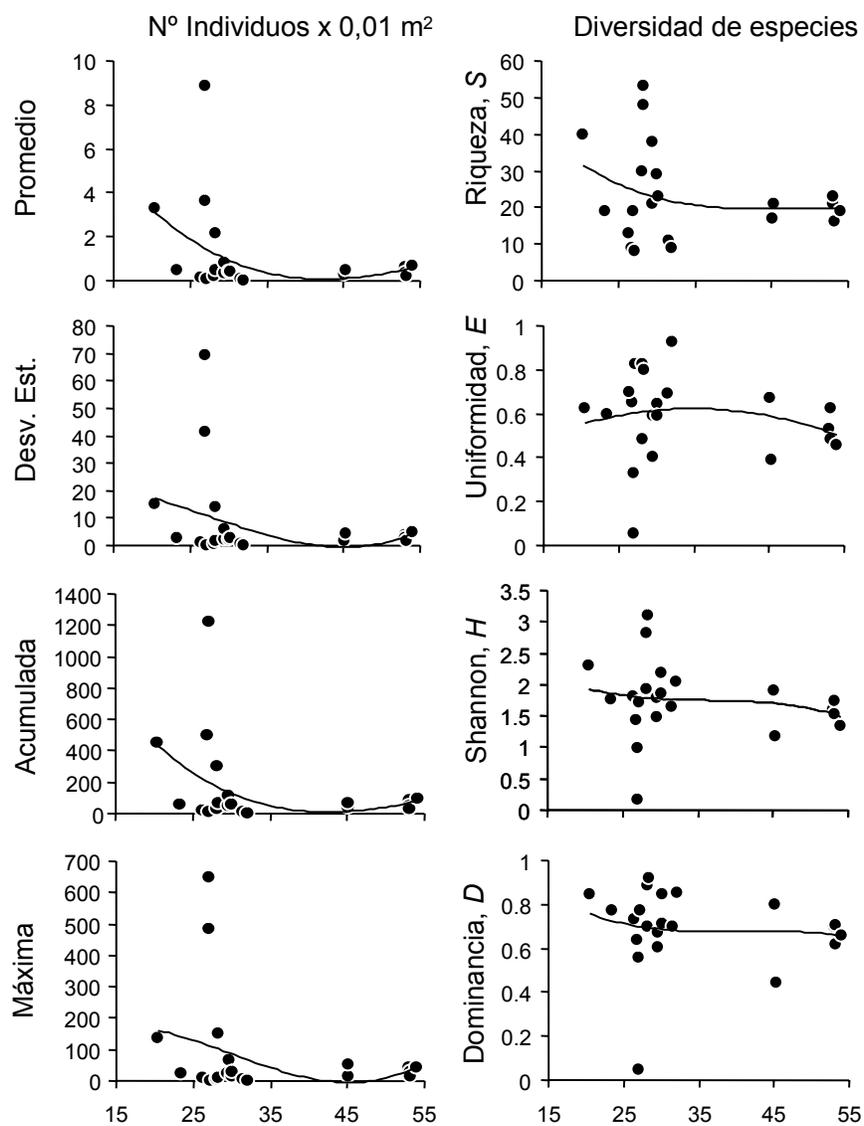


Figura 16. Patrones de variación geográfica de la abundancia de individuos e índices de diversidad de macrofauna submareal de fondos blandos a lo largo de la costa de Chile. La línea continua representa la tendencia espacial estimada mediante un ajuste polinomial de tercer-orden.

Para las especies de playas de arena (datos Dr. Jaramillo, Tabla 9, en anexo tablas de datos), los datos muestran un aumento en el número de taxa en sitios localizados entre los 26 y 32°S, pero también se denota un nuevo aumento a latitudes más extremas ( $> 38^{\circ}\text{S}$ ), lo cual se manifiesta en una compleja tendencia latitudinal (Fig. 17).

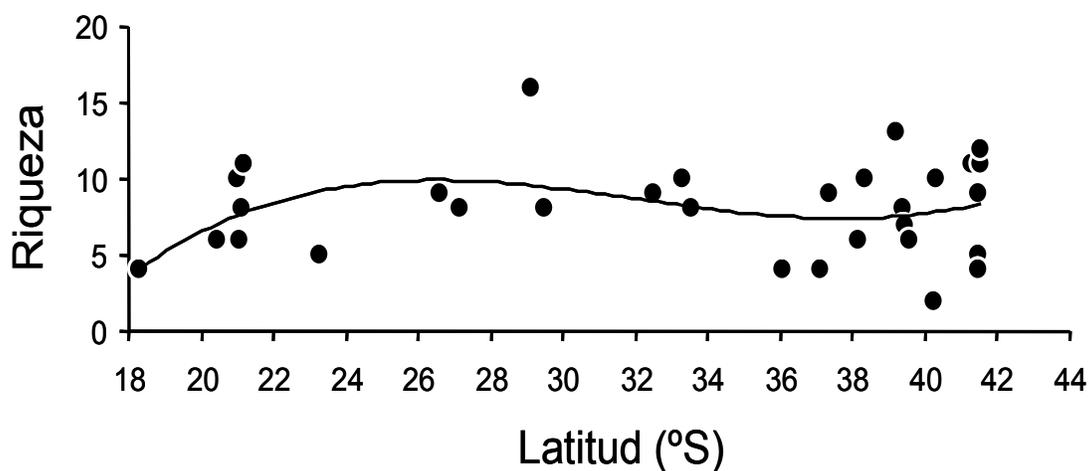


Figura 17 Patrones de variación geográfica del número de especies de invertebrados de playas de arena a través de la costa de Chile. La línea continua representa la tendencia espacial mediante un ajuste polinomial de tercer-orden.

Para las especies de invertebrados herbívoros del intermareal rocoso (Datos Dra. Fernandez, Tabla 10, en anexo tablas de datos), los datos muestran una tendencia que refleja un aumento en el número de especies en sitios localizados entre los 20 y 30°S. Pero, con valores máximo en riqueza de especies a los 33°S y mínimos a los 36°S. Este patrón de variación de la riqueza local hace que la tendencia ajustada no alcance la significancia (Fig. 18).

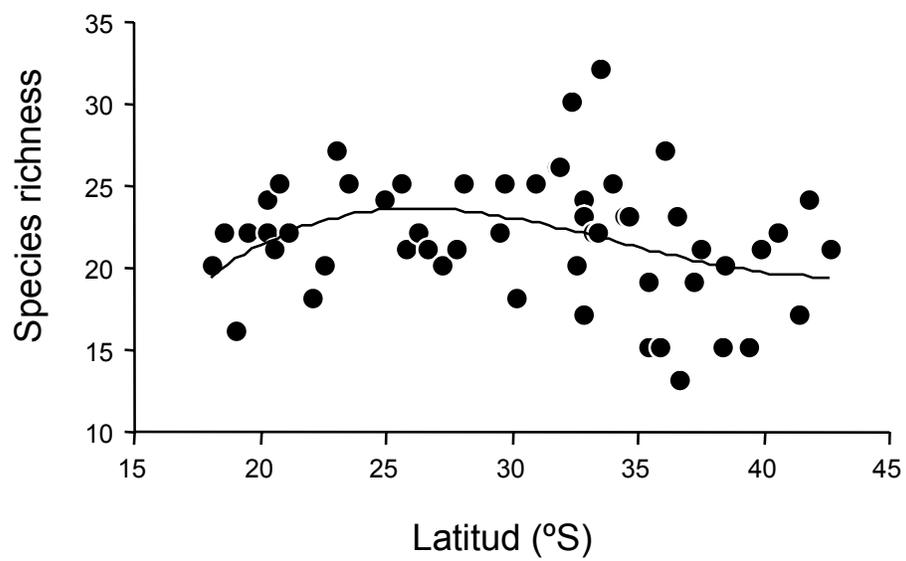


Figura 18 Patrones de variación geográfica del número de especies de invertebrados herbívoros del intermareal rocoso de la costa de Chile. La línea continua representa la tendencia espacial mediante un ajuste polinomial de tercer-orden.

**5.2. En relación a Objetivo específico 2: Identificar las zonas biogeográficas en el litoral nacional sobre la base de información científica existente en el área comprendida entre el límite norte del país y 54° 30'S**

En la siguiente tabla inserta (Tabla 1) se presenta un resumen de las bases de datos disponible para desarrollar los objetivos de la propuesta. Se puede notar la disponibilidad de diferentes grupos taxonómicos, los cuales presentan diferentes requerimiento de habitat, diferentes estrategias de historias de vida, distribución espacial y abundancia. Esta base de datos permitirá comparar los patrones geográficos entre taxas no emparentados, lo cual aumentará la generalidad de los resultados.

**Tabla 1.** Resumen de las bases de datos biológicos disponibles para el desarrollo del proyecto. SM = Submareal, IM = Intermareal, R = Fondos Rocoso, B = Fondos Blandos.

<b>Ensamblés</b>	<b>Hábitat</b>	<b>Rango latitudinal</b>	<b>Nº Sitios</b>	<b>Nº especies</b>	<b>Investigador</b>
Invertebrados	SM – B	23 - 38 °S	6	193	Dr. Vásquez
Invertebrados	Disco <i>Lessonia</i>	22 - 42 °S	25	92	Dr. Vásquez
Especies sésiles	IM – R	19 - 33 °S	29	66	Dr. Camus
Peces	IM – R	20 - 55 °S	14	20	Dr. Ojeda
Peces	SM – R	20 - 55 °S	14	151	Dr. Ojeda
Invertebrados	SM – B	20 - 54 °S	22	138	Dr. Lancelloti
Invertebrados	IM – B	18 - 41 °S	32	29	Dr. Jaramillo
Herbívoros	IM – R	18 - 54 °S	54	62	Dra. Fernández
Invertebrados	IM - R	33 - 41 °S	48	90	Dr. Valdovinos

### 5.2.1 Ensamble de datos

En el caso de los taxa intermareales, los patrones de autocorrelación mostraron resultados contrastantes. Por ejemplo, sólo la diversidad de peces intermareales evidencia la existencia de un gradiente espacial (latitudinal) entre los sitios de estudio. Esto se reflejó en correlaciones positivas en el número de especies hasta aproximadamente 1000 km. A mayores distancias entre sitios, las autocorrelaciones son negativas. Esto permite afirmar que para el ensamble de peces intermareales existe un decaimiento significativo en la correlación del número de especies en la medida que aumenta la distancia entre sitios, es decir, sitios cercanos ( $< 1000$  km) presentan números similares, mientras que sitios lejanos ( $> 1000$  km) presentan números distintos. Por otra parte, en el caso de algas e invertebrados (especies sésiles, Fig. 19 A), el patrón de diversidad evidenció un correlograma plano, indicativo de ausencia de autocorrelación positiva o negativa a cortas distancia, y sólo muestra una fuerte correlación negativa a distancia por sobre los 1250 km. En el caso de la diversidad de especies de invertebrados intermareales (Fig. 19 C), estos muestran un patrón en zig-zag en la medida que aumenta la distancia entre sitios lo cual indica una ausencia de autocorrelación y por lo tanto de una estructura regional o geográfica para este ensamble. Las causas de estos patrones espaciales no significativos serán discutidas en la sección respectiva.

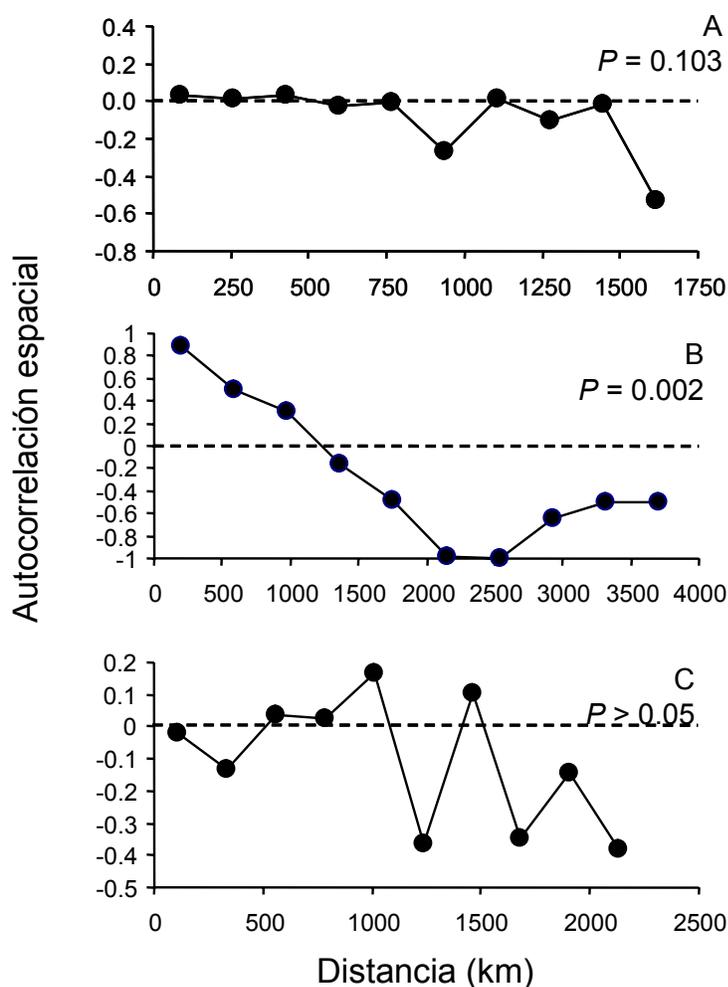


Figura 19. Patrones de autocorrelación espacial en la diversidad de especies sesiles (algas e invertebrados) (A), Peces (B) e invertebrados (C) del intermareal rocoso. La autocorrelación espacial está medida como el índice de Moran's  $I$  a diferentes clases de distancia. La línea segmentada indica  $H_0: I = 0$  o ausencia de autocorrelación. El valor de  $P$  indica la significancia del correlograma general usando la corrección de Bonferroni para comparaciones múltiples

En el caso de especies submareales, tanto el grupo de invertebrados de fondos blandos (Fig. 20 A) como de peces (Fig. 20 B) evidenciaron la existencia de patrones espaciales significativos. En el caso de los peces se evidenció un claro decaimiento de correlaciones positivas a corta distancia ( $< 1000$  km) y negativas a mayores distancias (Fig. 20 B). En el caso de los invertebrados submareales de fondos blandos, estos muestran un patrón un tanto más complejo, con un significativo decaimiento de valores positivos a negativos a distancia cercanas a

los 1000 km (Fig. 20 A). Finalmente, los invertebrados del submareal rocoso no presentaron un patrón espacial significativo (Fig. 20 C).

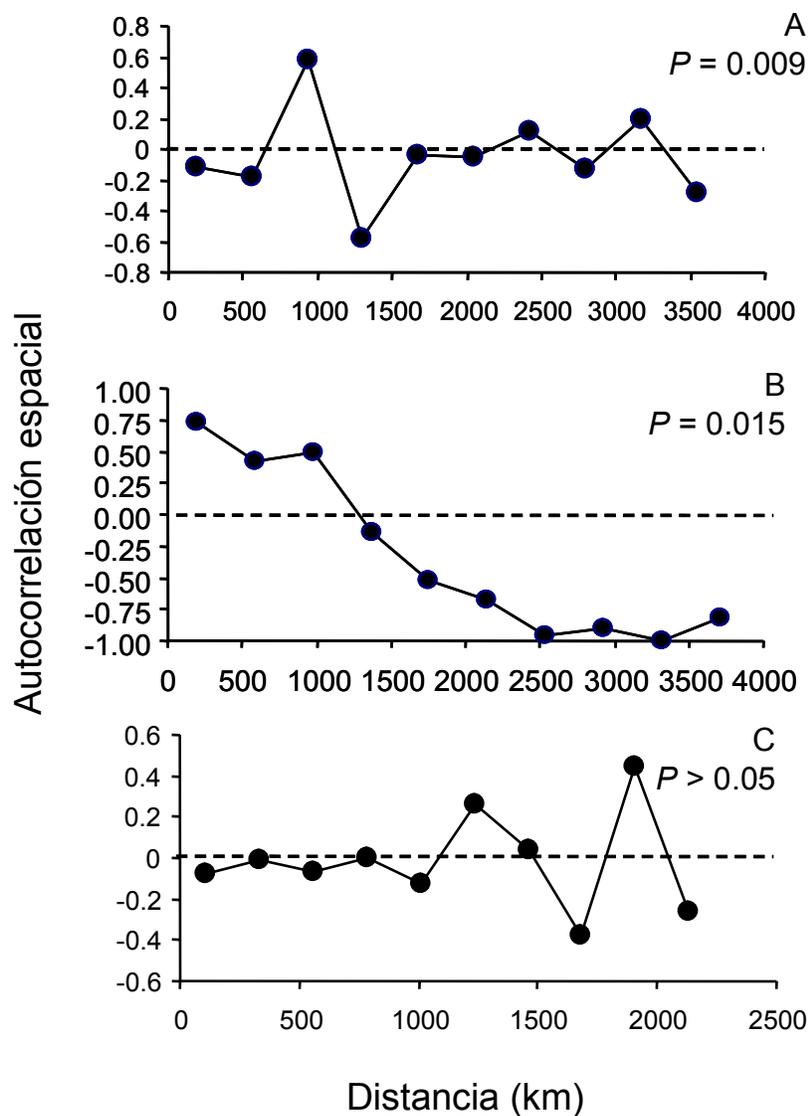


Figura 20. Patrones de autocorrelación espacial en la diversidad de invertebrados del submareal de fondos blando (A), peces submareales (B) e invertebrados del submareal rocoso (C). La autocorrelación espacial está medida como el índice de Moran's  $I$  a diferentes clases de distancia. La línea segmentada indica  $H_0: I = 0$  o ausencia de autocorrelación. El valor de  $P$  indica la significancia del correlograma general usando la corrección de Bonferroni para comparaciones múltiples

En el caso de los invertebrados herbívoros del intermareal rocoso (datos Dra. Fernandez, Tabla 10), se registró un claro decaimiento en autocorrelación a distancias entre 200 y 500 km, pero a mayores se manifiestan correlaciones tanto positivas (1000 km y > 2000 km) como (ca. 600 y 1500 km) lo cual determina que el patrón general no alcance la significancia (Figura 21).

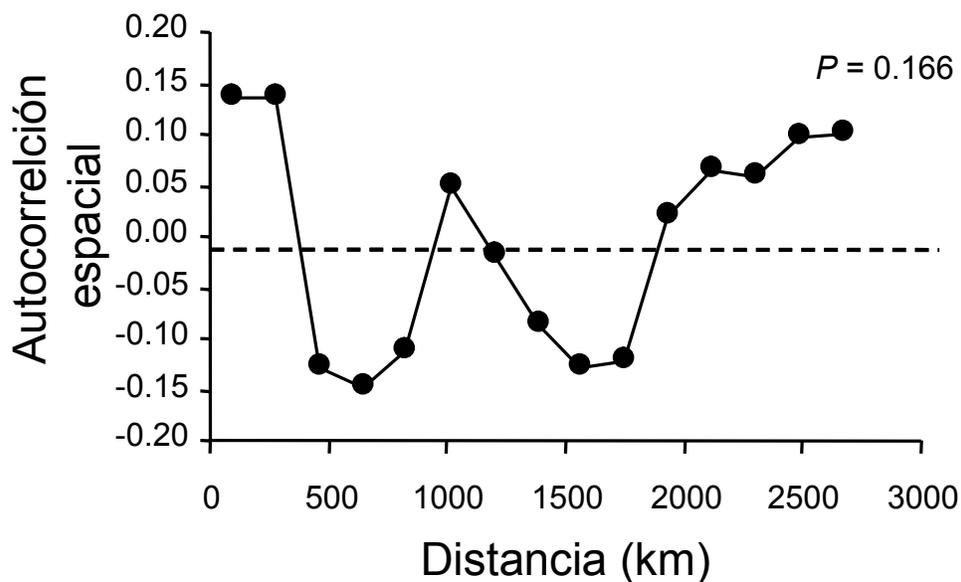


Figura 21. Patrón de autocorrelación espacial en la diversidad de invertebrados herbívoros del intermareal rocoso. La autocorrelación espacial está medida como el índice de Moran's  $I$  a diferentes clases de distancia. La línea segmentada indica  $H_0: I = 0$  o ausencia de autocorrelación. El valor de  $P$  indica la significancia del correlograma general usando la corrección de Bonferroni para comparaciones múltiples

Sobre la base de los resultados previos, es posible plantear que los patrones espaciales de la diversidad de especies marinas de la costa de Chile son variables, ya que no todos los grupos estudiados presentan un claro decaimiento en la autocorrelación en la medida que aumenta la distancia entre sitios.

### 5.3.2. Patrones zoogeográficos de la composición de especies marinas.

Al analizar los patrones de variación espacial de la composición específica de los sitios de estudios emergen más antecedentes acerca de la estructura biogeográfica de los taxa estudiados. Por ejemplo, en el caso de especies intermareales sólo el ensamble de especies sésiles del intermareal rocoso (algas + invertebrados) no mostraron un claro decaimiento en similitud en

composición específica en la medida que aumenta la distancia entre sitios comparados (Fig. 22 A). Para el caso de peces e invertebrados móviles, en ambos casos se manifiesta un claro patrón de decaimiento en similitud desde corta a mayor distancia entre sitios (Fig. 22 B y C). Esto se refleja en valores negativos para el coeficiente de Mantel en todas las relaciones analizadas. En el caso de los grupos taxonómicos que habitan el submareal de la costa de Chile (Fig. 23), en todos los casos se registraron patrones espaciales significativos en la relación entre la similitud entre sitios en la composición de especies y la distancia que separa los sitios. El patrón de decaimiento más notorio se registró en peces submareales (< 40 m, Fig. 23 B) y en los invertebrados herbívoros del intermareal rocoso (Fig. 24), los cuales a pesar de las grandes distancias involucradas nunca se registraron valores de similitud cercanos a cero.

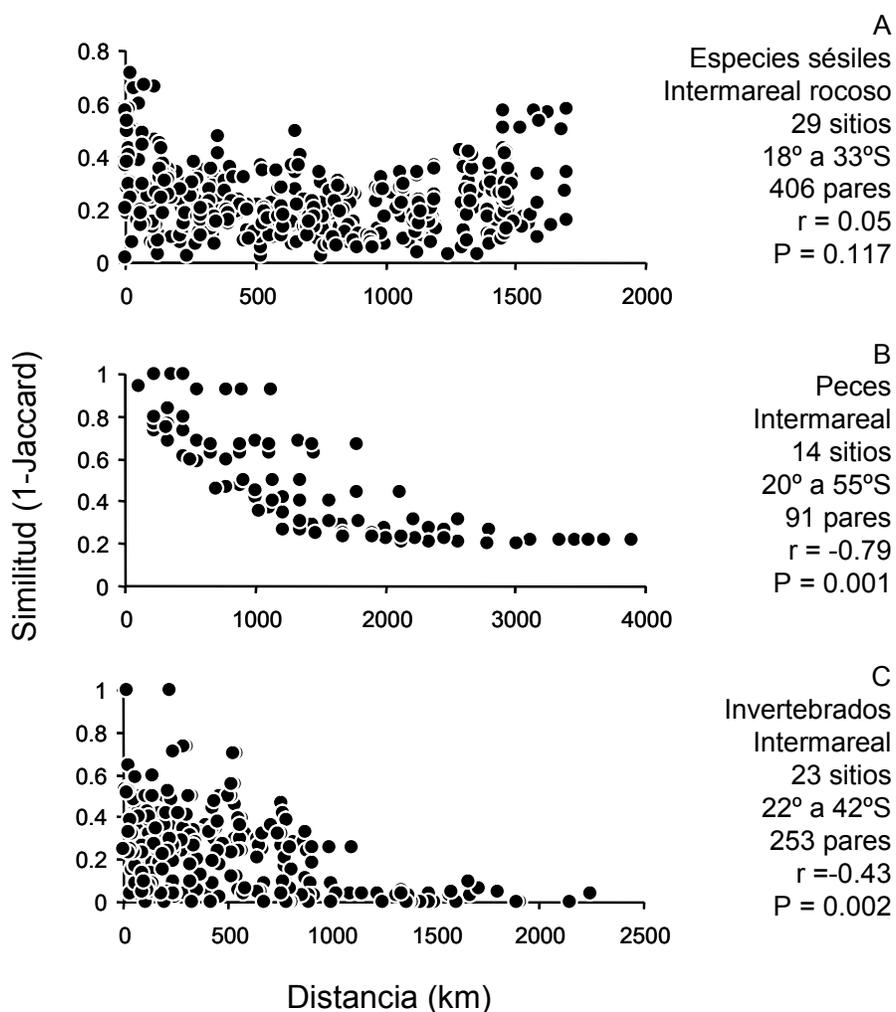


Figura 22. Relación entre similitud en la composición de especies y la distancia geográfica que separa a los sitios para distintos taxa y hábitat costeros. Se entrega información acerca del número de sitios, rango latitudinal de la base de datos y número de posibles comparaciones entre pares de sitios. El valor de  $r$  corresponde al coeficiente de Mantel y su significancia  $P$  evaluada mediante 1000 permutaciones de la matriz de distancia euclidiana.

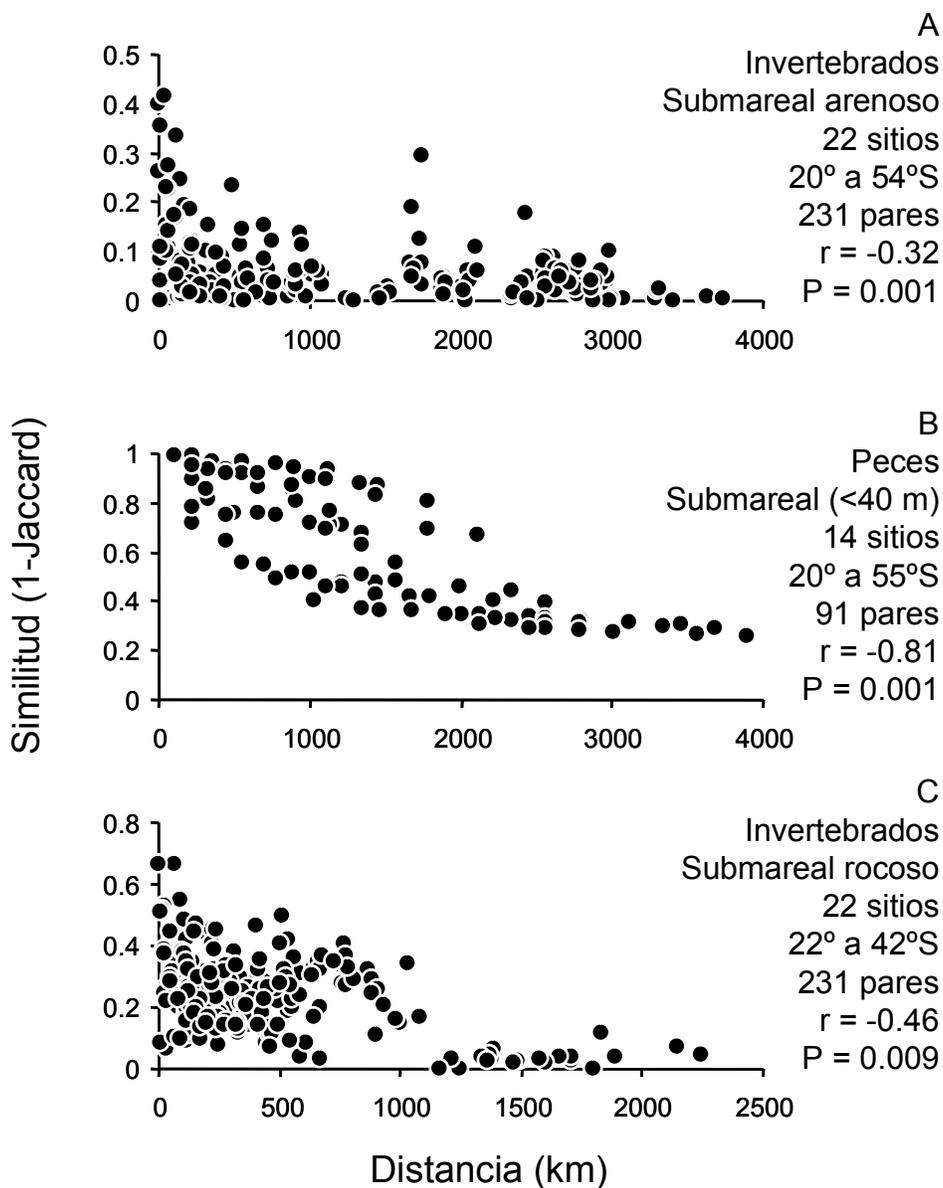


Figura 23. Relación entre similitud en la composición de especies y la distancia geográfica que separa a los sitios para distintos taxa y hábitat costeros. Se entrega información acerca del número de sitios, rango latitudinal de la base de datos y número de posibles comparaciones entre pares de sitios. El valor de  $r$  corresponde al coeficiente de Mantel y su significancia  $P$  evaluada mediante 1000 permutaciones de la matriz de distancia euclidiana.

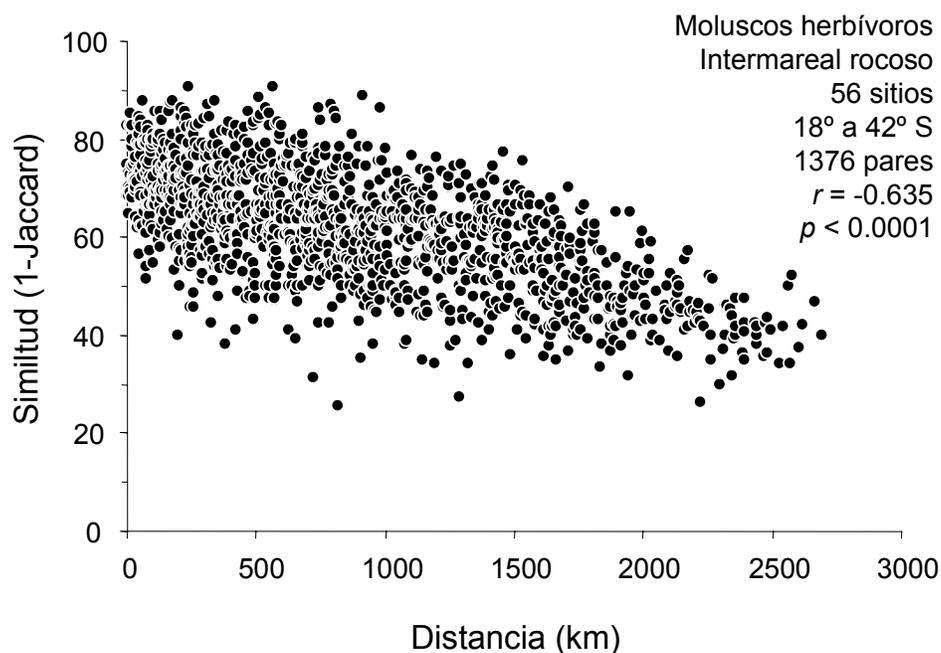


Figura 24. Relación entre similitud en la composición de especies y la distancia geográfica que separa a los sitios para invertebrados herbívoros del intermareal rocoso. Se entrega información acerca del número de sitios, rango latitudinal de la base de datos y número de posibles comparaciones entre pares de sitios. El valor de  $r$  corresponde al coeficiente de Mantel y su significancia  $P$  evaluada mediante 10.000 permutaciones de la matriz de distancia euclidiana.

### 5.3.3. Gradientes latitudinales de la diversidad de especies.

En general, sólo las variaciones espaciales de la diversidad de especies de peces sub e intermareales reflejaron un claro gradiente latitudinal a través de la costa de Chile (Tabla 2). Esto refleja que no todos los grupos taxonómicos presentan una misma “forma” del patrón espacial (vease ajustes de 3er orden para los diferentes taxa en las figuras 12 a 16 descritas previamente), y que la variación pura del espacio no es el factor fundamental que explica las variaciones latitudinales de la diversidad de especies sino que podría ser variables ambientales que tienen la misma estructura espacial (vease discusión general).

**Tabla 2.** Resumen de los análisis de regresión de 1er, 2º y 3er orden para la relación entre el número de especies y latitud geográfica. Los valores de P significativos se muestran en negrillas y  $r^2$  corresponde al coeficiente de determinación del modelo respectivo

hábitat	ensamble	modelo	P	$r^2$
Intermareal	Especies sésiles	Lineal	0.124	0.085
		Cuadrático	0.072	0.18
		Cúbico	0.097	0.219
	Peces	Lineal	<b>0.000</b>	0.70
		Cuadrático	<b>0.000</b>	0.90
		Cúbico	<b>0.000</b>	0.93
	Invertebrados	Lineal	0.065	0.15
		Cuadrático	0.189	0.15
		Cúbico	0.354	0.15
Submareal	Invertebrados	Lineal	0.689	0.08
		Cuadrático	0.734	0.03
		Cúbico	0.868	0.03
	Peces	Lineal	<b>0.000</b>	0.67
		Cuadrático	<b>0.001</b>	0.71
		Cúbico	<b>0.001</b>	0.81
	Invertebrados	Lineal	0.135	0.11
		Cuadrático	0.314	0.11
		Cúbico	0.520	0.11

#### 5.3.4. Escala espacial del patrón de diversidad y composición específica.

Al resumir las escalas de autocorrelación, se evidencia que: 1) A menor distancia (<1000 km) dominan o son más frecuentes las correlaciones positivas, aunque algunos taxa, contra lo esperado, presentan correlaciones negativas, y 2) a distancia entre 1000 y 1500 km se produce un cambio en esta dominancia pasando a ser más frecuentes las correlaciones negativas (Fig. 25).

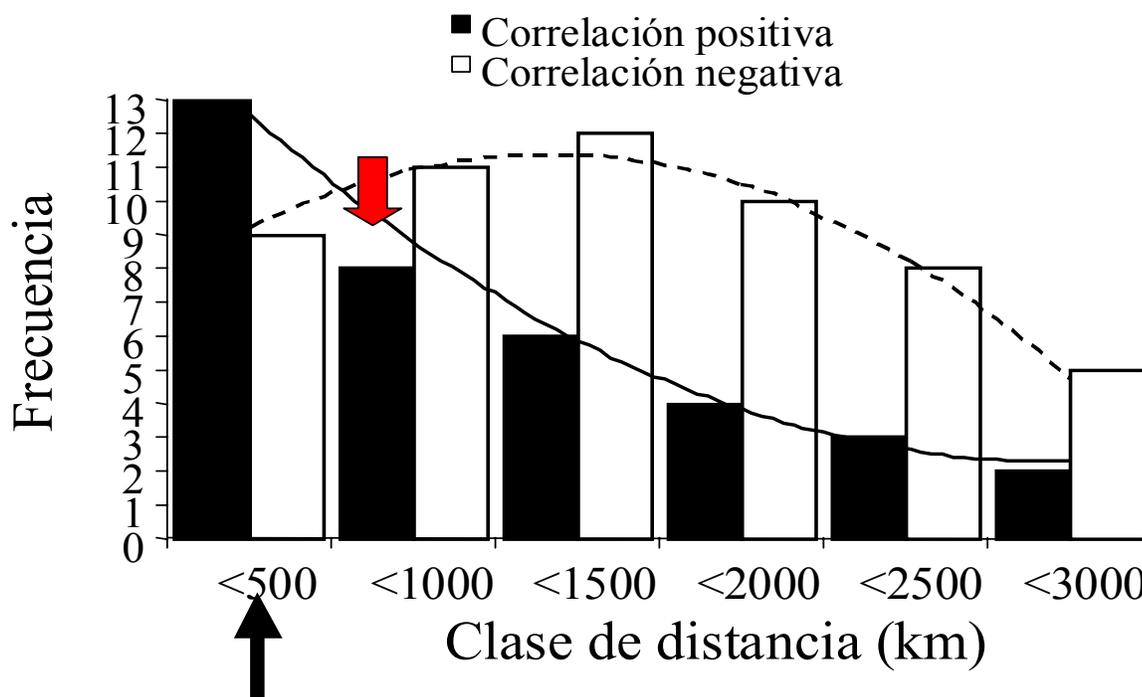


Figura 25. Resumen de correlaciones positivas y negativas a intervalos de distancia de 500 km. Se incluyen especies tanto intermareales como submareales y de fondos rocosos y arenosos. La flecha negra indica la escala espacial a la cual dominan las correlaciones positivas en la riqueza de especies (es decir entre sitios separados por menos de 500 km), mientras que la flecha roja indica la escala a la cual comienzan a dominar las correlaciones negativas (riqueza de especies distinta entre comunidades separadas por más de 1000 km).

Además, los taxa que mostraron una relación significativa entre similitud y distancia (Fig. 22 y 23), se observó que el decaimiento en valores de similitud mayores a 0.5 se registraron por sobre los 1000 – 2000 km, lo cual indica a existencia de composiciones taxonómicas de gran extensión espacial. Sin embargo, los valores de baja similitud también se observaron a corta distancia, lo cual evidencia la importancia de la variabilidad local en la composición de especies. Esto se resume en la Fig. 26 donde se ha integrado toda la información de similitud entre comunidades y la distancia que las separa. Los resultados indican que, a pesar de que a corta distancia (<500 km) se manifiestan tanto una baja como alta similitud entre comunidades, entre sitios localizados por más de 2000 km, ya no se manifiestan similitudes mayores a la esperada por simple azar (promedio regional de similitudes). Esto es coherente con lo esperado y demuestra que la estructura geográfica de la riqueza de especie también se manifiesta, aunque con una escala espacial mayor, en la estructura geográfica de la composición específica. Esto sugiere que a través del espacio no sólo existen un cambio en el número de especies, y que los aumentos y decrementos en riqueza se deben a simple adición o pérdida de especies desde un

ensamble común regional, sino que existe un real recambio en la composición de especies de los distintos taxa lo cual determina que existan regiones geográficas con distintas biotas.

### 5.2.1.1. Rangos de distribución y quiebres latitudinales en diversidad de especies.

Los taxa estudiados presentaron una fuerte variación en el recambio latitudinal de especies. Sin embargo, en todos los casos es posible identificar sectores en los cuales este recambio es más fuerte (o significativamente mayor al promedio para toda la zona de estudio). Por ejemplo, en el caso de invertebrados del inter y submareal rocoso (Fig. 26), los datos muestran que los sitios localizados entre los 26 y 27°S presentan una importante aparición de especies provenientes desde el sur [valores negativos de  $\Sigma(\Delta S)$ ] y un alto número de especies terminando su distribución hacia el sur [valores positivos de  $\Sigma(\Delta S)$ ]. Para las especies intermareales del mismo grupos se evidencia un segundo punto de quiebre cerca de los 31-32°S (Fig. 26A)

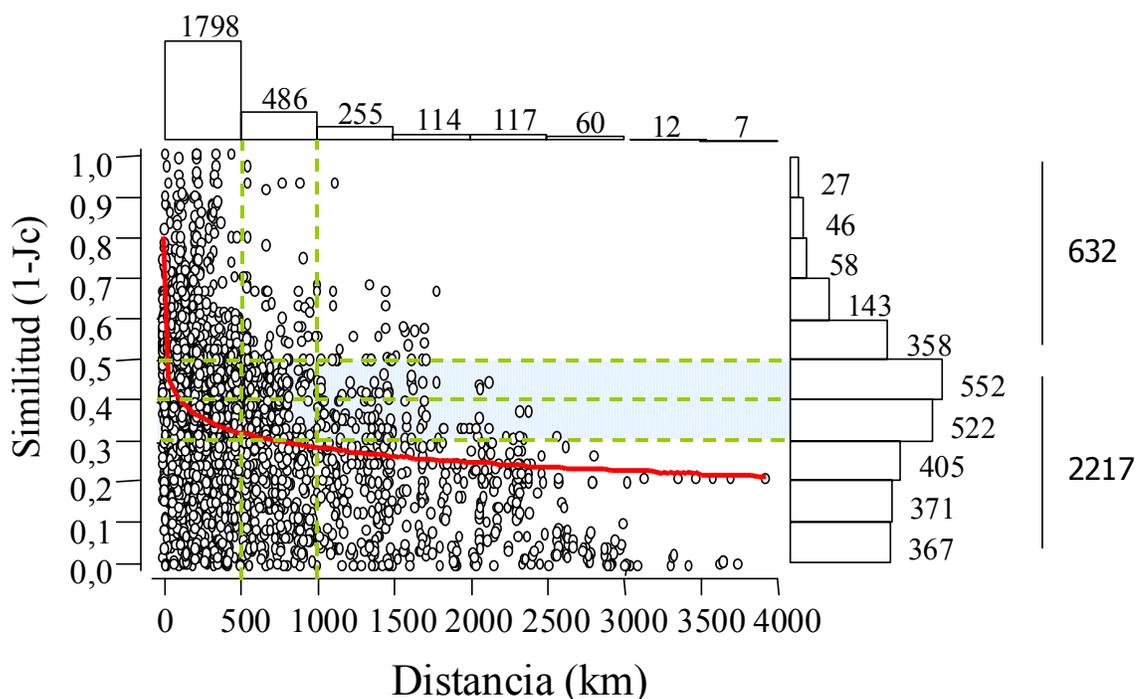
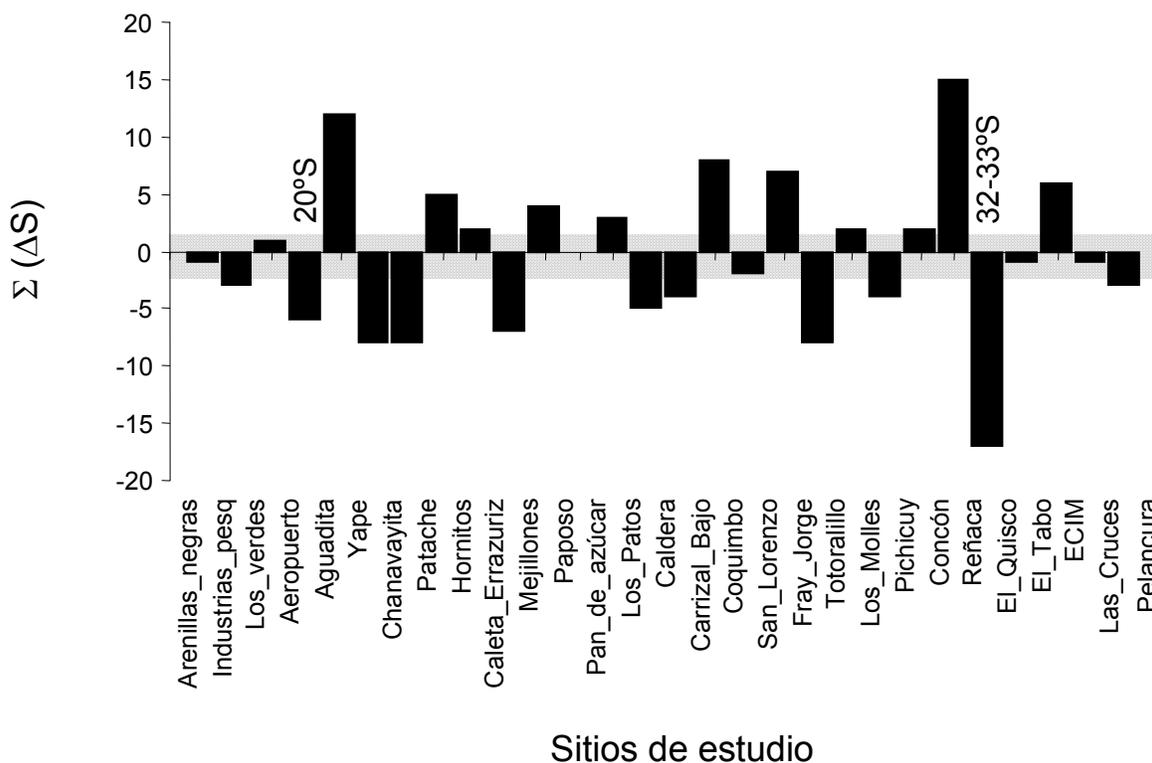


Figura 26. Resumen del decaimiento en similitud de la composición específica en la medida que aumenta la distancia entre sitios. Se integran todos los taxa, zonas (intermareal y submareal) y hábitat (arenoso rocoso) registrados en este estudio. Se muestran también los histogramas marginales para evidenciar los tamaños de muestra incluidos en cada clase de distancia y en niveles de similitud. El área celeste corresponde a los niveles donde se localiza la similitud promedio o esperada para toda la región y taxa estudiados. La línea roja representa la tasa de decaimiento en similitud vs. distancia descrito por un ajuste logarítmico.



**Figura 27.** Recambio de especies de invertebrados sésiles (algas + invertebrados) del inter mareal rocoso a través de los sitios de estudio. El área achurada indica el intervalo de confianza de la media para toda la zona de estudio (datos Dr. Camus)

En el caso de las especies sésiles del intermareal rocoso (Fig. 27), los resultados indican la existencia de 2 zonas de importante recambio: a) localizada cerca de los 20°S y b) cerca de los 32-33°S. Sin embargo debe notarse que entre estos dos puntos, existe una serie de localidades donde también existe un recambio mayor (positivo o negativo) al promedio regional. Esto podría indicar la existencia de “zonas” biogeográficas de menor extensión espacial.

En el caso de los peces (Fig. 28), tanto para especies submareales como intermareales, alrededor de los 36-39°S se localiza un punto de recambio manifestado por la entrada de especies provenientes del sur, mientras que entre los 36 y 39°S se manifiesta una fuerte desaparición de especies provenientes desde el norte. En el caso de especies submareales, entre los 53-55°S se localiza otro punto en el cual se produce una entrada de un número importante de especies desde el sur (Fig. 28A).

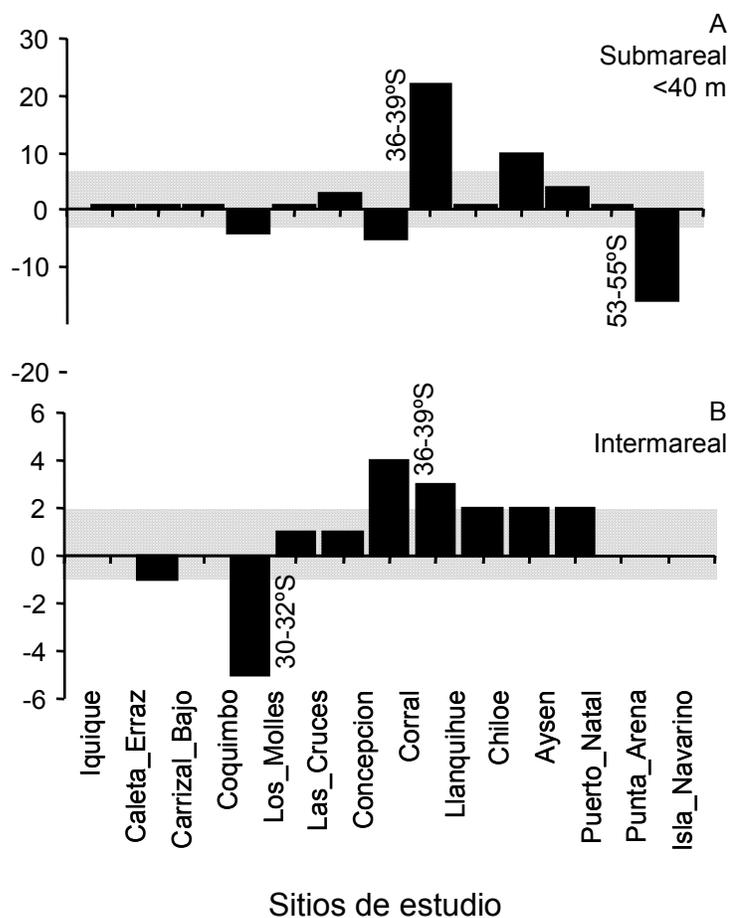


Figura 28. Recambio de especies para el grupo de los peces submareales (A) e intermareales (B) a través de los sitios de estudio. El área achurada indica el intervalo de confianza de la media para toda la zona de estudio (datos Dr. Ojeda)

Para los invertebrados submareales de fondos blandos (Fig. 29), se registraron tres puntos de recambio de especies interesantes: a) uno localizado entre los 20-23°S, y caracterizado por el termino de la distribución de especies hacia el sur; b) el segundo localizado entre los 27-28°S y caracterizado por la aparición de especies nuevas provenientes desde el sur; y c) el tercero localizado entre los 28-29°S caracterizado por un nuevo punto de fin de distribución de especies hacia el sur (Fig. 29).

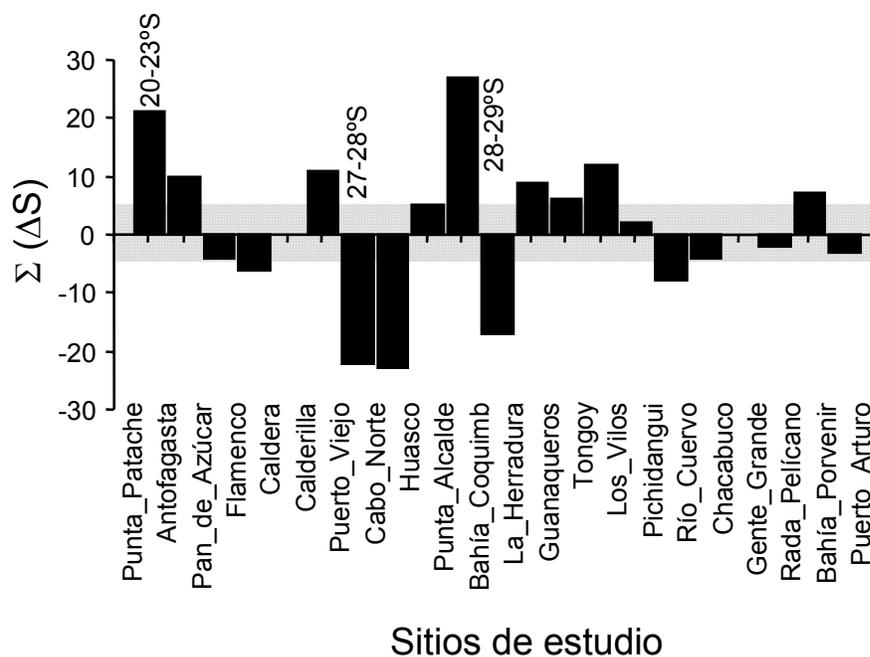


Figura 29. Recambio de especies de invertebrados del submareal de fondos blandos a través de los sitios de estudio. El área achurada indica el intervalo de confianza de la media para toda la zona de estudio (datos Dr. Lancelloti)

Finalmente, en el caso de fondos blandos intermareales (Fig. 30), los resultados muestran una fuerte variación entre localidades. Aunque es posible identificar algunos puntos de quiebre a través del gradiente latitudinal, por ejemplo, entre los 27-29°S, en los 33°S y entre los 40-41°S. La alta variabilidad entre sitios sugiere que para este ensamble los patrones de variación entre localidades adyacentes podrían ser tan fuertes como las diferencias entre regiones.

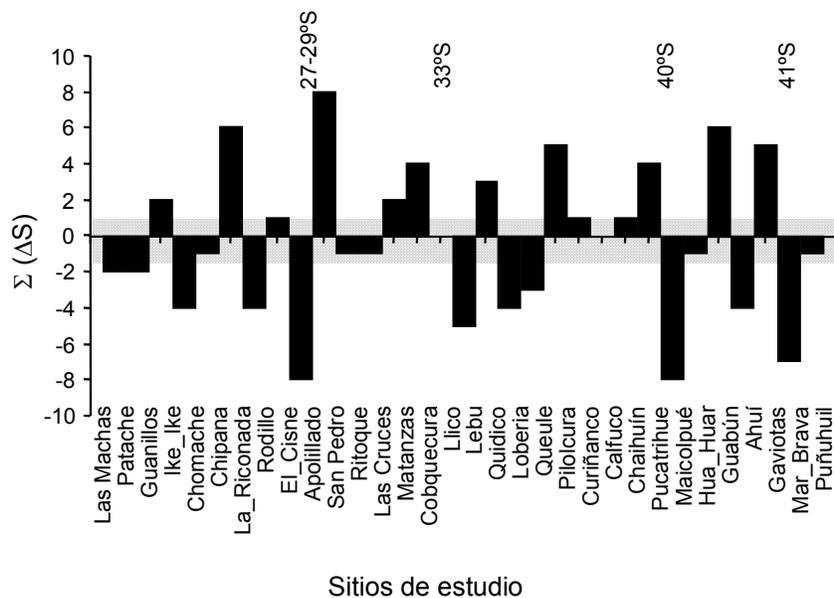


Fig. 30. Recambio de especies de invertebrados del intermareal arenoso a través de los sitios de estudio. El área achurada indica el intervalo de confianza de la media para toda la zona de estudio (datos Dr. Jaramillo)

### **5.2.1.2. Identificación de quiebres biogeográficos en la riqueza y recambio de especies**

#### **Hábitat Intermareal**

En el caso de los quiebres zoogeográficos registrados para los patrones de variación en la riqueza de especies de gastrópodos herbívoros intermareales (datos Dra. Fernandez), los resultados indican que usando una ventana espacial de 16 localidades se logra identificar regiones con tendencias latitudinales en la riqueza de especies, las cuales están separadas por abruptos cambios en la forma de estas tendencias (Figura 31A). Estos quiebres se localizan en los 26° y 32°S, dentro de estos 6 grados de latitud (aproximadamente 660 km de línea costa), se manifiesta la existencia de una zona transicional cuyo patrón de variación de la riqueza es no-lineal (o que podría ser lineal a escalas menores a 2 grados de latitud). Para este grupo taxonómico, la región norte se localizaría a latitudes menores a 26°S, con un número de especies estable y similar a la riqueza registrada para toda la zona de estudio (22 especies). La región sur se localizaría desde los 32°S hacia el sur, con un máximo de riqueza en los 32°S (30 especies) y con un descenso gradual hacia mayores latitudes. La región transicional estaría caracterizada por un aumento y descensos en riqueza en la medida que aumenta la latitud, lo cual puede ser descrito por un ajuste polinomial de tercer orden. En el caso del recambio de especies entre sitios adyacentes cuantificado como  $1-J_c$  (donde  $J_c$  = índice de similitud de Jaccard, Figura 31B), se pudo identificar que a los 32°S se manifiesta un máximo de diferencias en la composición específica lo cual indica la existencia de localidades con notorias diferencias en la estructura de sus comunidades. Tanto hacia mayores como menores latitudes se registró un descenso en las diferencias entre comunidades, registrándose un mínimo (comunidades muy similares en composición de especies) en los 21°S (Figura 31B).

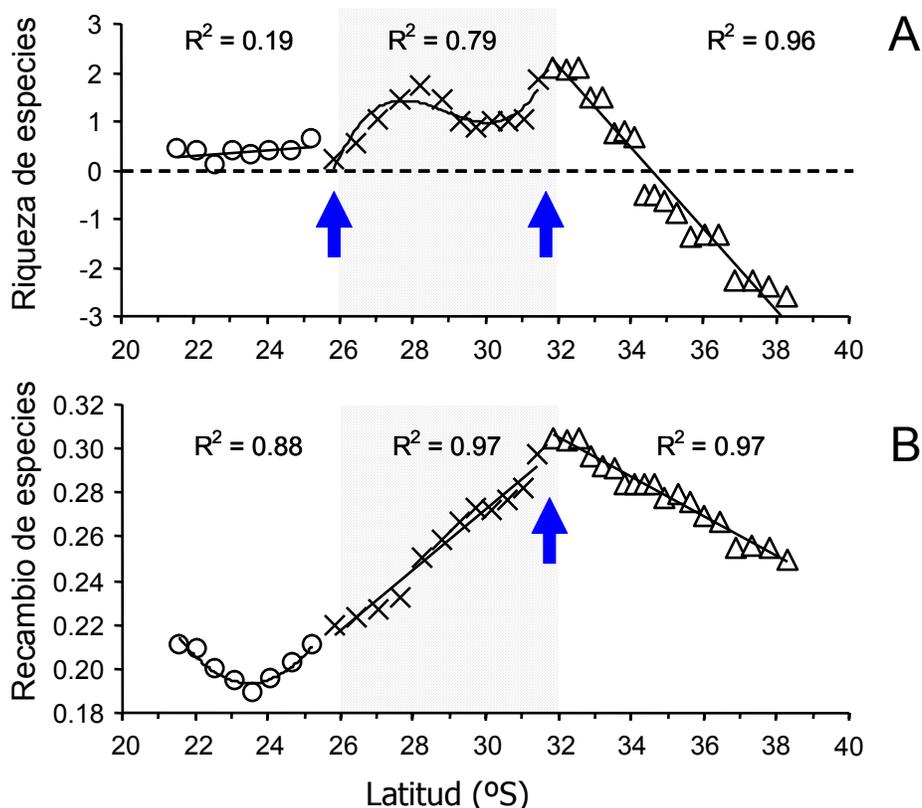


Figura 31. Diversidad local de los gastrópodos herbívoros del intermareal rocoso (promedio espacial de 16 localidades adyacentes) en función de la latitud. (A) Se muestran tres regiones diferenciadas por su tendencia latitudinal y una transicional donde la relación es no-lineal (área achurada). A los datos se les ha removido la tendencia y valores los positivos y negativos reflejan localidades con diversidad mayor y menor que el promedio de todos los sitios (línea segmentada como referencia). (B) Recambio espacial de especies (diversidad beta entre comunidades adyacentes) usando una ventana espacial de 16 localidades y ajuste de regresiones polinomiales. En todos los casos,  $R^2$  corresponde al coeficiente de determinación del ajuste polinomial y las flechas indican las posiciones de los quiebre identificados por este método (datos Dr.a Fernández).

En el caso de los moluscos intermareales (Figura 32A), entre los 36 y 37°S presentaron una disminución en el número de especies, lo cual podría sugerir la existencia de quiebres latitudinales en riqueza. Sin embargo, esta zona corresponde a las localidades de Talcahuano, San Vicente, Lenga, Bahía Lota y el sector de Isla Santa María, los cuales presentan condiciones anómalas debido a que son áreas muy alteradas por contaminación y sobre-explotación. Al remover estos sitios, la variación de la riqueza decae monótonicamente hacia mayores latitudes y se manifiestan máximos de recambio hacia los bordes de la zona de estudio, es decir, entre los

34°S y 41°S. Así, los moluscos intermareales tendrían patrones de variación latitudinal similares a los descritos para los gastrópodos intermareales descritos anteriormente.

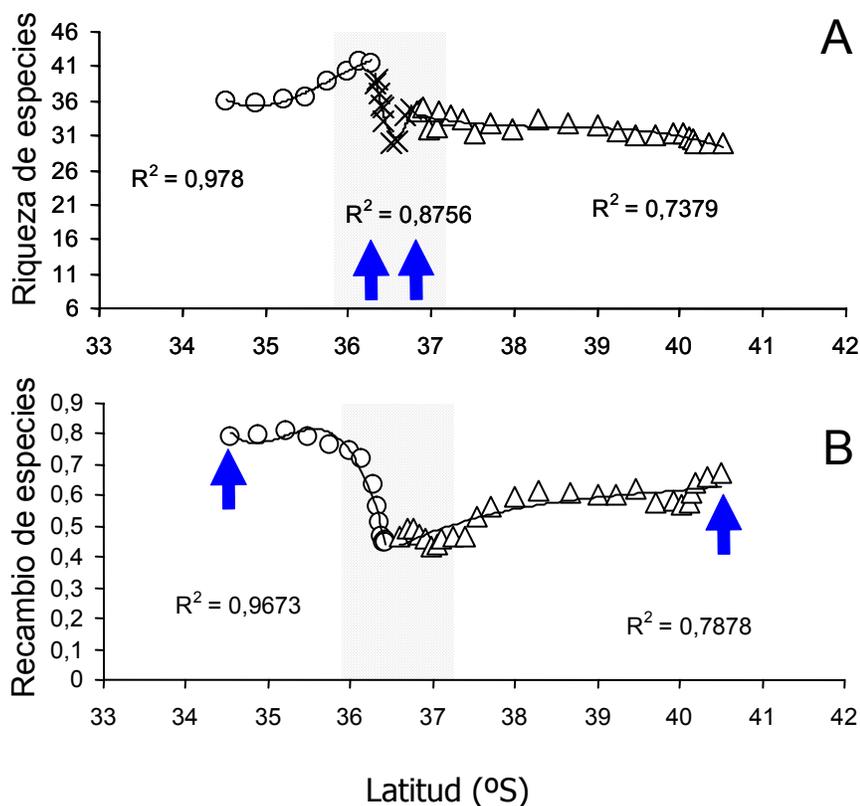


Figura 32. Diversidad local de moluscos del intermareal rocoso (promedio espacial de 8 localidades adyacentes) en función de la latitud promedio (A); en este caso la zona achurada corresponde a una zona de alta explotación y contaminación. (B) Recambio espacial de especies medido como la diversidad beta entre comunidades adyacentes. En todos los casos,  $R^2$  corresponde al coeficiente de determinación del ajuste polinomial y las flechas indican las posiciones de posibles quiebres identificados para este grupo taxonómico (datos Dr. Valdovinos).

Los invertebrados del intermareal rocoso (datos Dr. Vásquez) presentaron un decaimiento en riqueza desde los 26°S hasta los 29°S (Figura 33A). Patrón de variación geográfica que es relativamente similar a lo registrados en los dos grupos anteriores (Fig. 31 y 32). Sin embargo, a mayores latitudes, la riqueza se estabiliza dentro de valores cercanos a las 15 especies. En este grupo taxonómico, el recambio de especies presento valores máximos de diversidad beta entre los 26 y 28°S (Figura 33A). Por lo tanto, el descenso en el número de especies descrito anteriormente (Figura 33A) no sólo corresponde a una pérdida de especies sino a un reemplazo por nuevas especies.

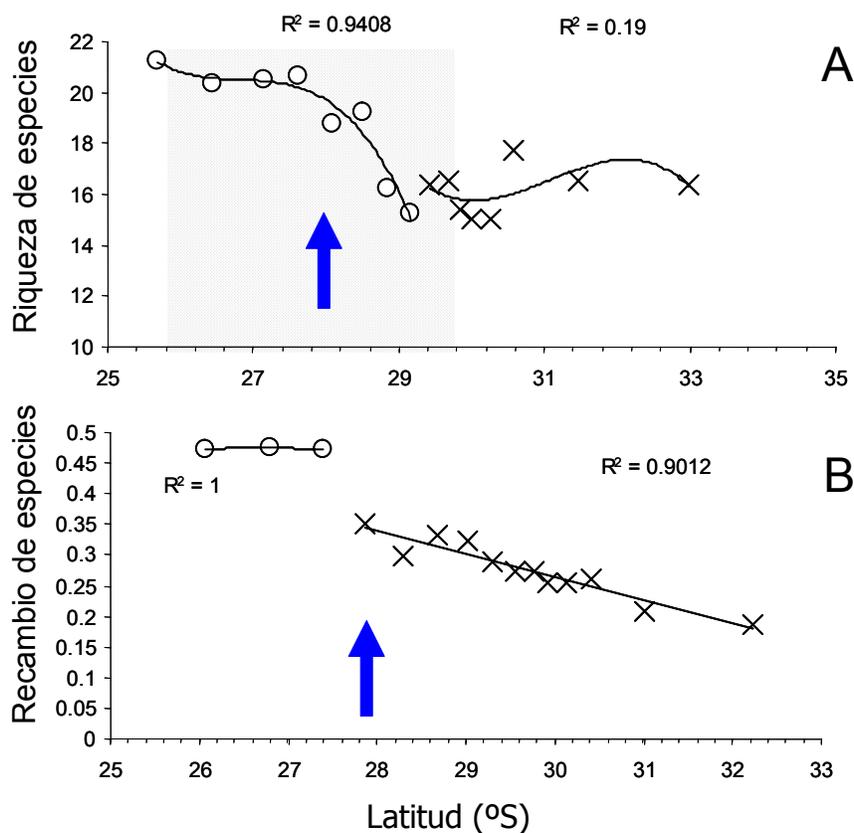


Figura 33. Diversidad local de invertebrados del intermareal rocoso (promedio espacial de 8 localidades adyacentes) en función de la latitud promedio (A). Recambio espacial de especies medido como la diversidad beta entre comunidades adyacentes (B). La zona achurada corresponde a una zona de decaimiento en riqueza al aumentar la altitud y de alta diversidad beta. En todos los casos,  $R^2$  corresponde al coeficiente de determinación del ajuste polinomial y las flechas indican las posiciones de posibles quiebres identificados para este grupo taxonómico (datos Dr. Vásquez).

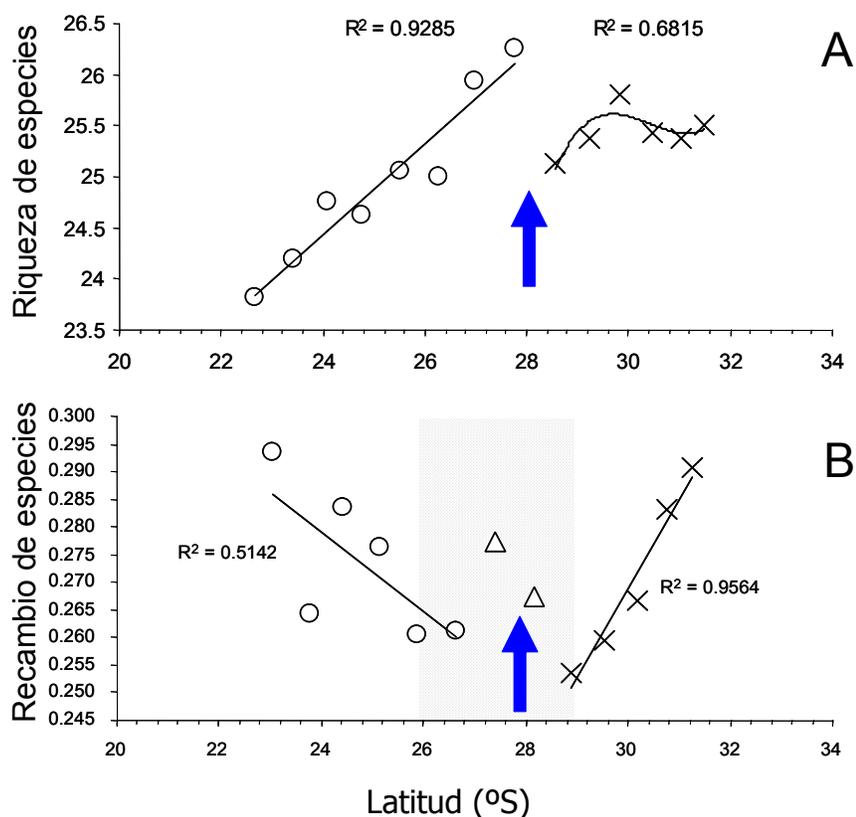


Figura 34. Diversidad local de especies sésiles del intermareal rocoso (promedio espacial de 16 localidades adyacentes) en función de la latitud promedio (A). Recambio espacial de especies medido como la diversidad beta entre comunidades adyacentes (B). La zona achurada corresponde a una zona de importante variación en los patrones de recambio y riqueza de especies. En todos los casos,  $R^2$  corresponde al coeficiente de determinación del ajuste polinomial y las flechas indican las posiciones de posibles quiebres identificados para este grupo taxonómico (datos Dr. Camus).

Las especies sésiles del intermareal rocoso (algas e invertebrados, Datos Dr. Camus) entre los 22 y 28°S presentaron un incremento en riqueza en la medida que aumenta la latitud, pero este patrón regional se rompe hacia mayores latitudes, ya que la riqueza cae abruptamente y se mantiene en valores cercanos a 23 especies (Figura 34A). Análisis previos realizados por el investigador sugerían que había un quiebre composición al para este ensamble de especies que estaría localizado cerca de los 30°S. Sin embargo, en la base de datos analizada en este informe se integro una mayor cantidad de datos de abundancia, por lo cual tales conclusiones previas se modifican ya que los resultados indican la presencia de un posible quiebre en 28°S (Figura 34A). Este quiebre aparece tanto en el análisis de la riqueza como la composición de especies (Figura 34B). Sin embargo, este quiebre se localiza dentro de una región de alta variación por lo que también podría corresponder al borde de una zona de transición más que a un quiebre bien

definido. Así, podría localizarse entre los 26 y 29°S. Este análisis, además permite plantear que los quiebres detentados en la comparación de la entrada y salida de especies entre localidades adyacente (Quiebres localizados a los 20, entre los 24-26, y 32-33°S) están muy influidos por sitios puntuales "anómalos" o por saltos importantes en distancia, y por parsimonia resulta más consistente no considerarlos como el resultados de factores de variación zoogeográfica.

En el caso de los peces intermareales (datos Dr. Ojeda) se registró un claro quiebre en las tendencias latitudinales en sitios localizados alrededor de los 33°S (Figura 35A). Con una disminución en riqueza hacia ambos los extremos norte y sur de la zona de estudio. En el caso del recambio de especies, se detectó que la disminución de especies se corresponde con una disminución en el recambio de especies, lo cual indica que estos patrones emergen en mayor medida por la pérdida de especies más que por cambios en la composición específica. Sin embargo, a partir de los 48°S se produce un quiebre en las tendencias latitudinales del recambio de especies (Figura 35B), lo cual podría ser indicativo de la entrada de especies nuevas provenientes desde el sur y de la formación de comunidades distintas a las registradas hacia el menores latitudes (es decir desde los 33°S a 46°S).

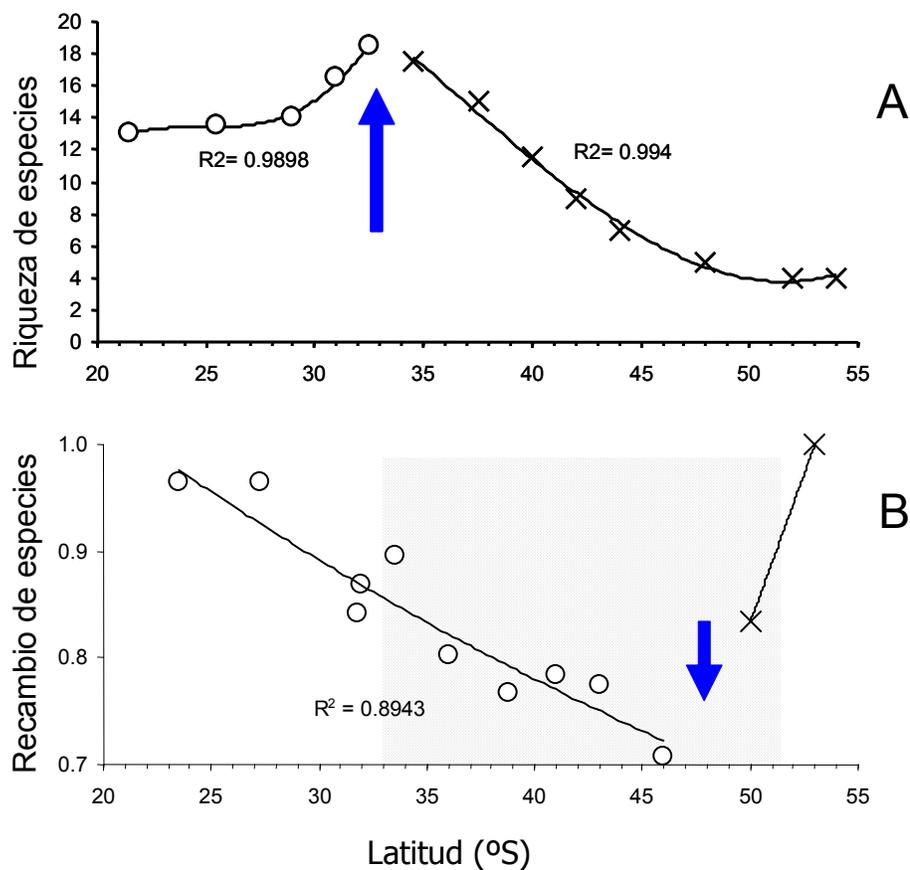


Figura 35. Diversidad local de peces del intermareal rocoso (promedio espacial de 2 localidades adyacentes) en función de la latitud promedio (A). Recambio espacial de especies medido como la diversidad beta entre comunidades adyacentes (B). La zona achurada corresponde a una zona de disminución de la riqueza de especies y recambio espacial de la composición específica. En todos los casos,  $R^2$  corresponde al coeficiente de determinación del ajuste polinomial y las flechas indican las posiciones de posibles quiebres identificados para este grupo taxonómico (datos Dr. Ojeda).

Los patrones de variación latitudinal de la riqueza y recambio de especies registrado en el ensamble de invertebrados del intermareal de playas de arena (Figura 36), evidencian cuatro puntos geográficos que pueden representar quiebres zoogeográficos. Se detectaron dos quiebres en la riqueza de especies los que estarían localizados aproximadamente en los 28 y 36°S (Figura 36A). Estos dos quiebres separan a tres regiones zoogeográficas: una localizada al norte de los 28°S, la cual presenta una tendencia al aumento en riqueza en la medida que aumenta la latitud; otra localizada aproximadamente entre los 28 y 36°S y caracterizada por una disminución en la riqueza de especies a medida que aumenta la latitud; y una tercera región localizada aproximadamente entre los paralelos 36° y 42°S, caracterizada por una disminución leve en la

riqueza de especies. Por otra parte, el análisis del recambio de especies también sugiere la presencia de dos quiebres; el más importante localizado aproximadamente en los 32°S, seguido por otro quiebre localizado aproximadamente en los 38°S (Figura 36B).

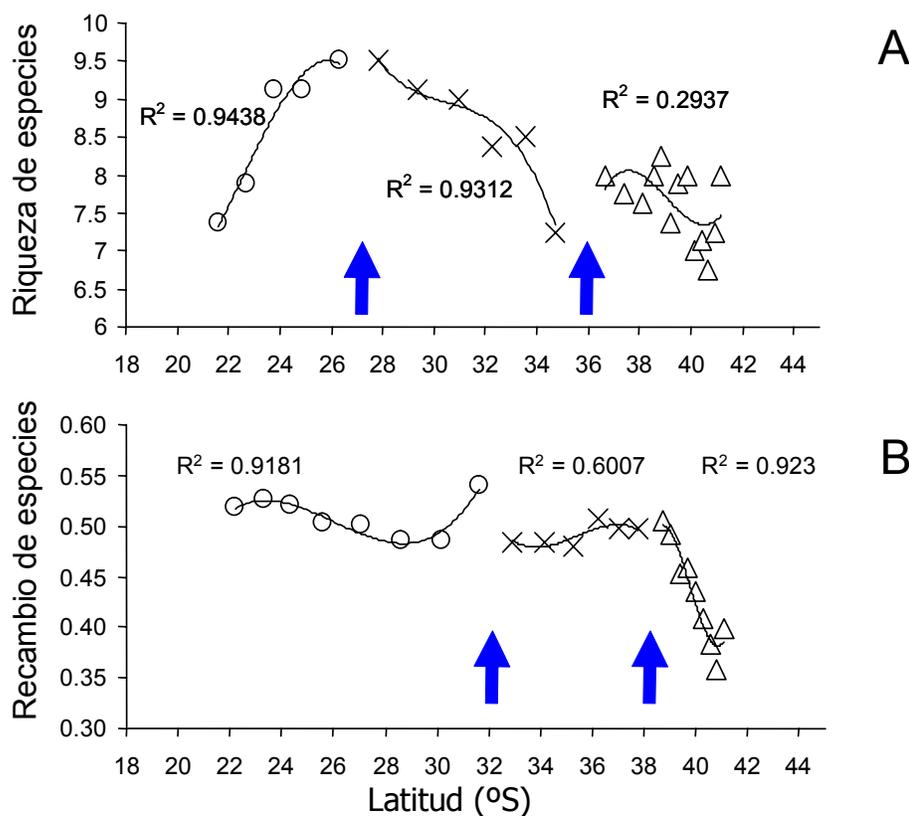


Figura 36. Diversidad local de invertebrados del intermareal de playas de arena expuestas (promedio espacial de 8 localidades adyacentes) en función de la latitud promedio (A). Recambio espacial de especies medido como la diversidad beta entre comunidades adyacentes (B). Se muestran 3 zonas con diferencias en el patrón de variación latitudinal de la riqueza de especies y recambio espacial de la composición específica. En todos los casos,  $R^2$  corresponde al coeficiente de determinación del ajuste polinomial y las flechas indican las posiciones de posibles quiebres identificados para este ensamble (datos Dr. Jaramillo).

Para el caso de la variabilidad latitudinal del ensamble de la macroinfauna (i.e. riqueza y composición de especies) de playas de arena, es necesario tener en cuenta la importancia de factores ambientales locales que podrían estar influyendo en esa variabilidad. Por ejemplo, tal como se señaló en el Informe de Avance (véase Rangos de distribución y quiebres latitudinales en la diversidad de especies), y sobre la base de los resultados descritos en este párrafo, se observa que existe una gran variabilidad entre localidades en las características del ensamble de

la macroinfauna. Esta alta variabilidad podría ser explicada por la existencia de diferentes tipos morfodinámicos de playas, lo que resulta en diferencias en la estructura de la macroinfauna. Esto permite explicar algunos eventuales puntos de quiebre en la composición biológica de la macroinfauna que emergieron de los análisis; específicamente los quiebres detectados en las latitudes 33, 40 y 41° S. En esas latitudes, los quiebres zoogeográficos probablemente son un artefacto resultante del paso de un tipo morfodinámico de playa a otro. Así por ejemplo, el quiebre de los 33°S (evidenciado por la disminución en el número de especies entre las playas de Matanzas y Cobquecura), puede ser explicado porque la primera playa tiene características intermedias y la segunda características de playa reflectiva (es necesario recordar aquí, que la riqueza de especies en ambientes arenosos intermareales, aumenta desde playas reflectivas a intermedias y de estas a playas disipativas). El quiebre de los 40°S, puede ser explicado de manera similar a lo anterior: el paso de una playa intermedia (Chaihuín con 6 especies) a una reflectiva (Pucatrihue con 2 especies). Finalmente, el quiebre que se vislumbra en los 41°S, responde al hecho de que en un rango latitudinal muy estrecho ocurren playas reflectivas de grano grueso (Gaviotas con 4 especies) y grano fino (Ahuí con 9 especies), playas intermedias (Guabún con 5 especies) y playas disipativas (Mar Brava y Puñuhil con 11 y 12 especies, respectivamente). Las consideraciones anteriores no son válidas para el quiebre zoogeográfico registrado entre los 27-29° S, ya que en esta área ocurren tipos morfodinámicos de playas similares a aquellos tipos de playas presentes hacia el norte del los 27°S; así, las diferencias en los patrones de variación latitudinal de la riqueza de especies no pueden ser atribuidas a eventuales diferencias en tipos morfodinámicos de playas arenosas sino a existencia de un verdadero quiebre zoogeográfico. El cual estaría caracterizado por la aparición hacia latitudes más australes de especies como *Orchestoidea tuberculata* y *Excireolana hirsuticauda*, la desaparición de especies que vienen de latitudes más boreales como *Ocypode gaudichaudii* y *Ogyrides tarazonai* y la presencia en una estrecha franja de *Tylos spinulosus* entre los 29 y 30°S.

### **Habitat Submareal**

Los patrones de variación geográfica de especies que habitan el submareal de la costa Chilena, también se registraron variaciones en las tendencias latitudinales. Por ejemplo, los invertebrados del submareal rocoso (Datos Dr. Vásquez) presentaron un máximo en diversidad y

recambio de especies localizado en los 29°S (Figura 37), hacia ambos lados de este punto disminuye tanto la diversidad como los cambios en composición específica. Esto indica que este aumento en riqueza se corresponde no sólo con una simple adición de especies a las comunidades, sino también a la formación de estructuras comunitarias distintas. Lo anterior sugiere que para este grupo taxonómico y para este tipo de hábitat, los 29°S representan un posible quiebre en los patrones de distribución zoogeográfica. En este sentido vale rescatar que este quiebre estaría dentro de la zona de transición registrada para los gasterópodos intermareales (Figura 31), para el mismo grupo de la zona intermareal (Figura 33) y para el ensamble de especies sésiles del intermareal rocoso (Figura 34). Esto refleja la existencia de un punto geográfico que tiene influencia incluso sobre taxas distantes. Esto refleja la importancia de mantener las bases de datos segregadas y realizar el análisis e identificación de puntos de quiebre biogeográfico para grupos taxonómicos por separado.

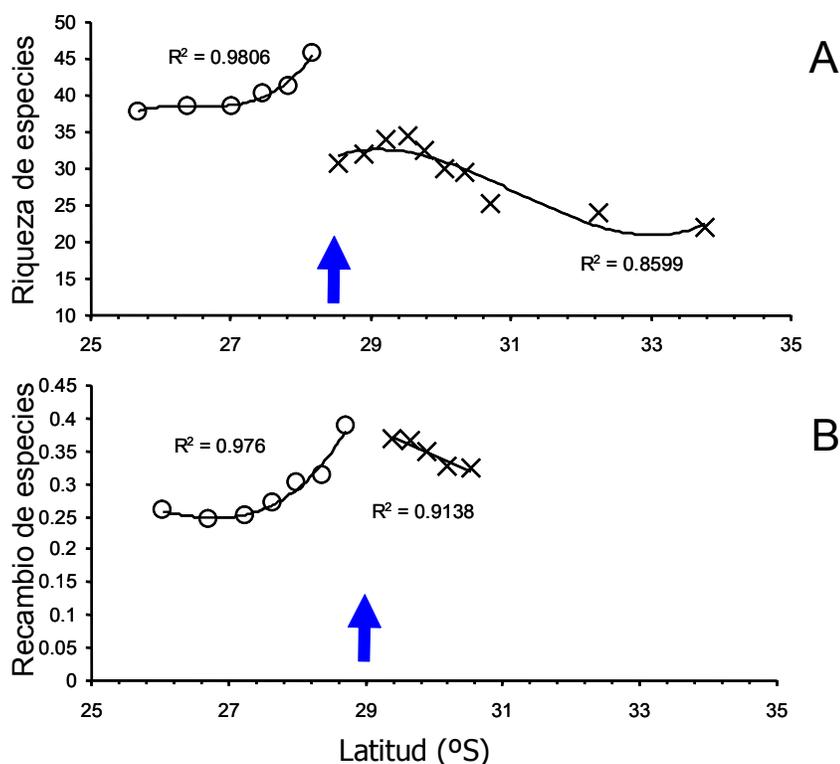


Figura 37. Diversidad local de invertebrados del submareal rocoso (promedio espacial de 8 localidades adyacentes) en función de la latitud promedio (A). Recambio espacial de especies medido como la diversidad beta entre comunidades adyacentes (B). Se muestran 2 zonas con diferencias en el patrón de variación latitudinal de la riqueza de especies y recambio espacial de la composición específica. En todos los casos,  $R^2$  corresponde al coeficiente de determinación del ajuste polinomial y las flechas indican las posiciones de posibles quiebres identificados para este grupo taxonómico (datos Dr. Vásquez).

En el caso de los patrones de variación geográfica de los peces submareales de la costa de Chile (hasta 40 m de profundidad, Datos Dr. Ojeda), se pudo registrar que la riqueza de especies presenta un quiebre localizado en los 38°S y con un claro decaimiento en diversidad hacia sur de este punto, mientras que hacia el norte la riqueza se mantiene estable (ca. 100 especies, Figura 38A). Sin embargo, aunque este quiebre también se manifiesta en las tendencias espaciales del recambio en composición específica (Figura 38B), en este caso se manifiesta un mínimo de recambio, lo que implica la existencia de comunidades similares en composición. Es decir, alta riqueza de especies y comunidades similares. Así, las diferencias en composición presentaron valores máximos hacia los extremos de la costa de Chile (20-30°S por el norte y 50°S el extremo sur). Esto sugiere que el quiebre de los 28°S, más bien podría corresponder a una zona de alta diversidad y bajo recambio localizada entre los 34 y 43°S (Figura 38).

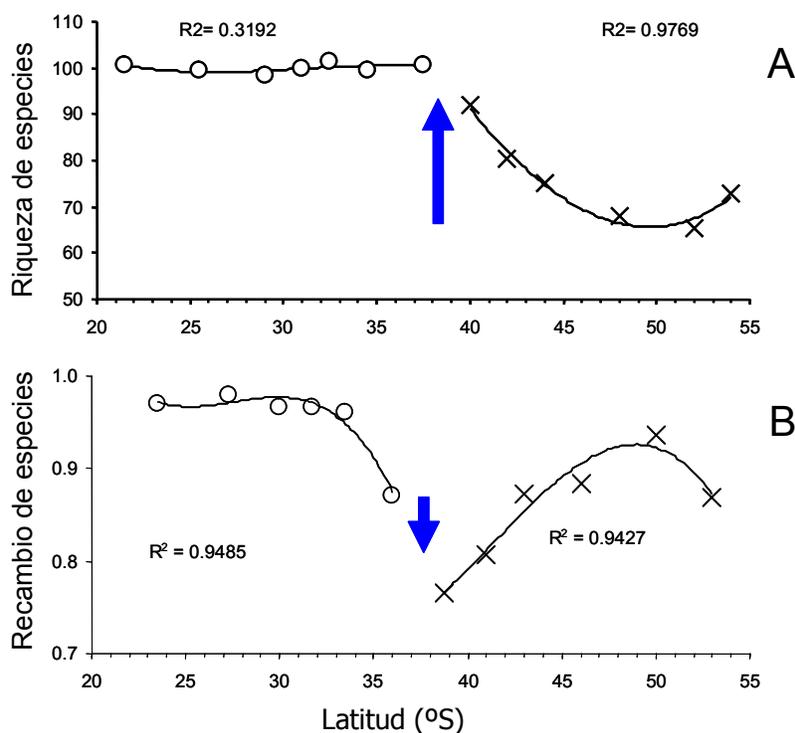


Figura 38. Diversidad local de peces del submareal (<40 m) de la costa de Chile (promedio espacial de 2 localidades adyacentes) en función de la latitud promedio (A). Recambio espacial de especies medido como la diversidad beta entre comunidades adyacentes (B). Se muestran 2 zonas con diferencias en el patrón de variación latitudinal de la riqueza de especies y recambio espacial de la composición específica. En todos los casos,  $R^2$  corresponde al coeficiente de determinación del ajuste polinomial y las flechas indican las posiciones de posibles quiebres identificados para este grupo taxonómico (datos Dr. Ojeda).

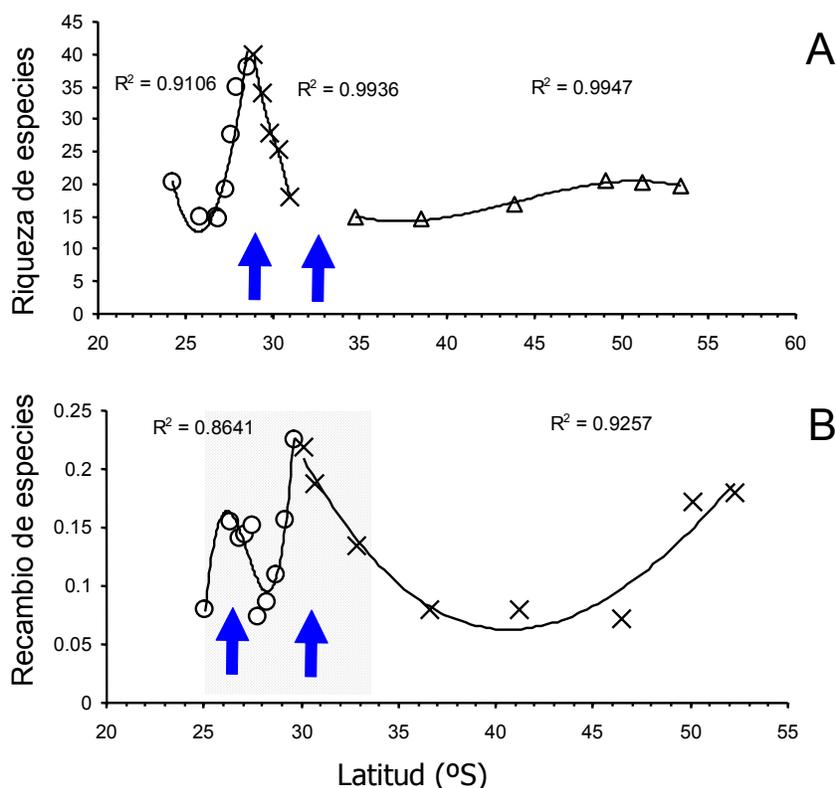


Figura 39. Diversidad de invertebrados de fondos blandos del submareal (<40 m) de la costa de Chile (promedio espacial de 2 localidades adyacentes) en función de la latitud (A). Recambio espacial de especies medido como la diversidad beta entre comunidades adyacentes (B). Se muestran 3 zonas con diferencias en la tendencia latitudinal de la riqueza de especies y 2 zonas con tendencias diferentes para recambio espacial de la composición específica. La zona achurada indica una region con alta variación en los patrones de variación latitudinal del recambio de especies. En todos los casos,  $R^2$  corresponde al coeficiente de determinación del ajuste polinomial y las flechas indican las posiciones de posibles quiebres identificados para este grupo taxonómico (datos Dr. Lancelloti).

Finalmente, en el caso de invertebrados de fondos blandos del submareal de la costa de Chile (Datos Dr. Lancelloti), los resultados indica la existencia de quiebres localizado en los 29° y 33°S (Figura 39A). En los 29°S él quiebre parece estar determinado por un aumento en la diversidad y una abrupta disminución hacia el sur y norte de este punto, mientras que el quiebre de los 33°S pareciera ser el resultado de la presencia de dos regiones con tendencias latitudinales contrastantes ya que entre los 29 y 33 grados la diversidad disminuye en la medida que aumenta

la latitud, pero desde los 33°S hacia el sur la riqueza de especies se mantiene relativamente constante e incluso con un leve incremento a latitudes mayores a 50°S (Figura 39A). También se pudo detectar que el quiebre determinado por el aumento en riqueza de especies se corresponde con una zona de alta variación en el patrón latitudinal de recambio de especies (Figura 39B). Esta región se localizaría aproximadamente entre los 26 y 32°S. Resultado que es consistente con la localización de la región transicional postulada para el ensamble de gastrópodos, y similar en localización a los quiebre registrados para invertebrados y otras especies sésiles del intermareal rocoso.

Resumiendo, entre las principales conclusiones que podemos extraer de los análisis realizados hasta este punto podemos sugerir que los patrones de variación geográfica de la riqueza de especies de los grupos taxonómicos estudiados no siempre presentan un claro patrón de variación latitudinal. De hecho en este estudio sólo los grupos de peces, moluscos y organismos sésiles presentaron una asociación significativa con la latitud y no todos con la misma dirección (negativa: peces y moluscos; positiva: organismos Sésiles, Tabla 3 y 4). Lo anterior permite poner una nota de cautela acerca de la existencia y generalidad de los gradientes latitudinales en riqueza de especies, y como se a destacado a lo largo de este informe, resalta la necesidad de desarrollar los análisis por grupos separados.

**Tabla 3.** Resumen del análisis de resultados para los grupos taxonómicos de distintos tipos de hábitat de la zona submareal de la costa de Chile. En negrillas se indican resultados significativos cuando el análisis consideró la aplicación de una prueba de significancia.

Análisis	Submareal		
	Arenoso	Rocoso	
	Invertebrados	Peces	Invertebrados
Gradiente latitudinal (correlación de riqueza con latitud)	-0,205	<b>-0,827</b>	-0,274
Escala espacial de la riqueza (km)	<b>1200</b>	<b>1300</b>	1500
Escala espacial del recambio (km)	<b>&lt; 500</b>	<b>&lt;1000</b>	<b>&lt; 500</b>
Quiebres en riqueza de especies (°S)	29	38	28
Quiebres en recambio de especies (°S)	30	37	29
Recambio entre sitios adyacentes (°S)	22-23 27-28 28-29	36-39 53-55	26-27

Los patrones de variación geográfica de la riqueza de especies de los grupos taxonómicos estudiados presentaron escalas espaciales con una extensión aproximada de 300 a 700 km (3 grupos intermareales: moluscos, Gastrópodos, invertebrados de fondos blandos, Tabla 4) y 1000-1500 (todos los submareales y organismos sésiles, invertebrados y peces del intermareal rocoso, Tabla 3 y 4). Por otra parte, los patrones de variación geográfica del recambio en composición de especies (diversidad beta) de los grupos taxonómicos estudiados también presentaron diferencia entre ellos, pero con una ocurrencia mayor de escalas espaciales con una extensión aproximada menor a 500 km en 5 de los grupos estudiados y mientras que escalas espaciales mayores, entre 800 a 1000 km se registraron en 4 grupos taxonómicos (Tabla 3 y 4). Así, es posible sugerir que estas són las escalas dominantes de los procesos que estructuran tanto el número (riqueza) como la composición específica (diversidad beta) de las comunidades litorales de la costa Chile. Por tanto es esperable que por sobre estas escalas se manifiesten tanto diferencias significativas en la riqueza de especies de comunidades separadas por distancias mayores a 500 km. Mientras que a escalas mayores a 800 km se deberían manifestar cambios en composición de especies, es decir, comunidades pertenecientes a regiones con biotas significativamente distintas.

**Tabla 4.** Resumen del análisis de resultados para los grupos taxonómicos de distintos tipos de hábitat del la zona intermareal de la costa de Chile. En negrillas se indican resultados significativos cuando el análisis consideró la aplicación de prueba de significancia.

Criterio	Intermareal					Arenoso Invertebrados
	Invertebrados	Moluscos	Rocoso Gastrópodos	Peces	Sésiles	
Gradiente latitudinal (correlación entre diversidad y latitud)	-0,293	<b>-0,32</b>	-0,171	<b>-0,778</b>	<b>0,325</b>	0,034
Escala espacial de la riqueza de especies (Moran's I = 0)	1200	300	400 - 1200	<b>1200</b>	1000	700
Escala espacial del recambio de especies (1-Jc)	<b>&lt; 500</b>	<b>&lt; 500</b>	<b>&lt; 1000</b>	<b>&lt;1000</b>	<b>800</b>	<b>&lt; 500</b>
Quiebres en riqueza de especies	26-29	36-37	27 36	33	28	26-28 36
Quiebres en recambio de especies	28	34-35 40-41	32 38	48	26-29	32 38
Recambio entre sitios adyacentes	26-27 31-32	36-37	27-29 33 40-41	30-32 36-39	20 32-33	18 22 29 33 36

A pesar de la variación espacial en riqueza y composición de especies de los grupos estudiados, éstos presentaron cierta consistencia la manifestación de quiebres en los patrones de distribución geográfica. Por ejemplo, e independiente del grupo, se registraron quiebres zoogeográficos en la riqueza de especies entre los 26°S, 28°-29°S, 32°S-33°S, y entre los 36-37° de Latitud Sur. Así mismo, y también independiente del grupo, se registraron quiebres zoogeográficos en los cambios en composición de especies localizados en los 21°S, 24°S, 26°S, 28°S, 30°S, 32°-33°S, 36°-38°S, 41°S. Estos resultados son complementarios a los registrados mediante el análisis de aparición/desaricón de especies hacia el sur realizado en las secciones anteriores (Rangos de distribución y quiebres latitudinales en diversidad de especies) donde se registraron quiebres biogeográficos en el recambio entre sitios adyacentes localizados en los 18°S, 20°S, 22°-23°S, 26°-27°S, 27°-28°S, 28°-29°S, 30°-33°S, 36°-39°S, 40-41°S. Sin embargo, estos como se discutió en esta sección, este análisis podría estar reflejando condiciones de

recambio de especies que no resultan de procesos zoogeográficos sino de procesos locales de contaminación y/o sobre explotación como en el caso de los moluscos de la zona centro-sur de Chile (Datos Dr. Valdovinos), o cambios en tipos de hábitats como en el caso de las playas de arena de la costa de Chile (Datos Dr. Jaramillo)

Finalmente, en la Figura 40 se resumen esquemáticamente las escalas espaciales y los quiebres en riqueza y recambio de especies registrados en este estudio. Se puede apreciar claramente la alta variación en riqueza y composición dado por una alta ocurrencia de quiebres y zonas donde estos quiebres ocurren sucesivamente a lo largo de la costa Chilena. Sin embargo, a este nivel también se puede lograr otro nivel de integración ya que en esta misma figura también se pueden observar los quiebres que ocurren tanto en riqueza como recambio de especies. Por ejemplo, se puede rescatar que a los 26°S existe un quiebre en ambos patrones geográficos, lo cual pone en evidencia la existencia de zona en donde además de haber cambio en número de especies (es decir, pasar desde una comunidad de alta riqueza a una comunidad de baja riqueza), existe un cambio en la composición de las especies que forman esas comunidades. Por lo tanto, este punto geográfico no corresponde a una simple adición o pérdida de especies sino a un real cambio en la estructura (y en consecuencia en la función) de las comunidades localizadas hacia ambos extremos. Algo similar podemos concluir en para los quiebres en riqueza y recambio de especies localizados en las latitudes de 28°-29°S, 32-32°S y 36-37°S. Así mismo, que estos puntos se manifieste en dos (o más) grados de latitud, es decir, aproximadamente 220 km de línea de costa, sugiere que los puntos de quiebre, mas bien corresponden a “zonas” de transición donde entran en contacto las biotas de las dos regiones adyacentes.

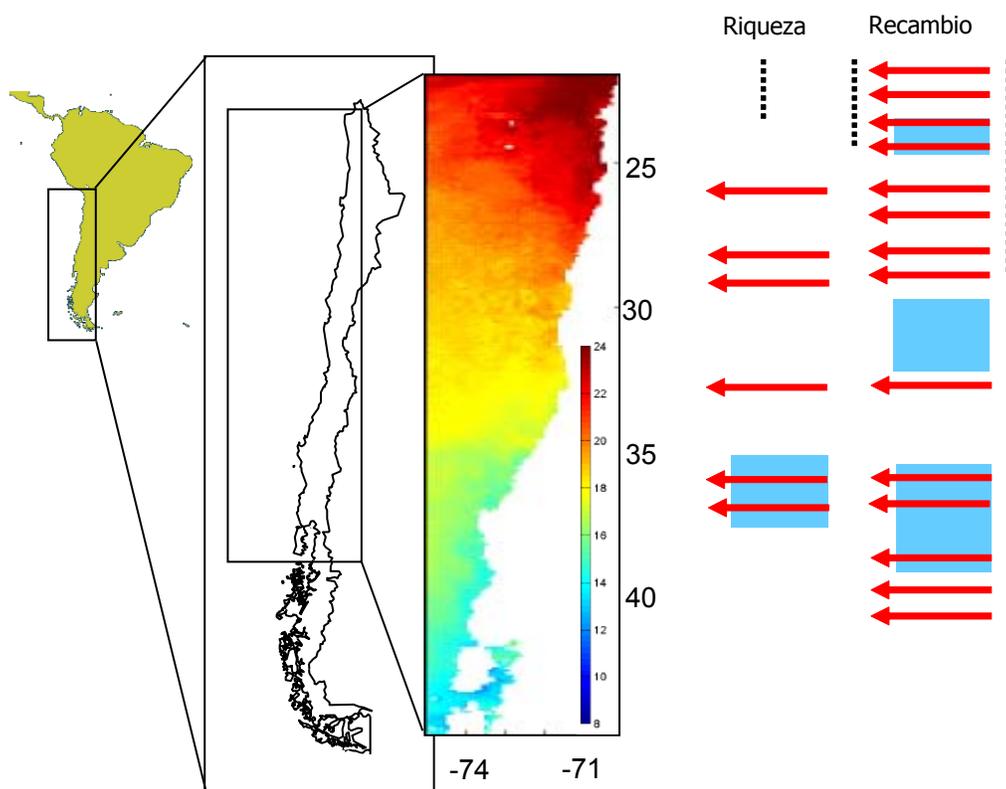


Figura 40. Resumen esquemático de la extensión de las escalas espaciales (líneas segmentadas) y de los quiebres en riqueza y recambio de especies (flechas) registrados en este estudio. Los rectángulos de color celeste, resaltan a zonas donde la localización precisa del quiebre podría fluctuar y/o podría corresponder a zonas de transición entre regiones biogeográficas.

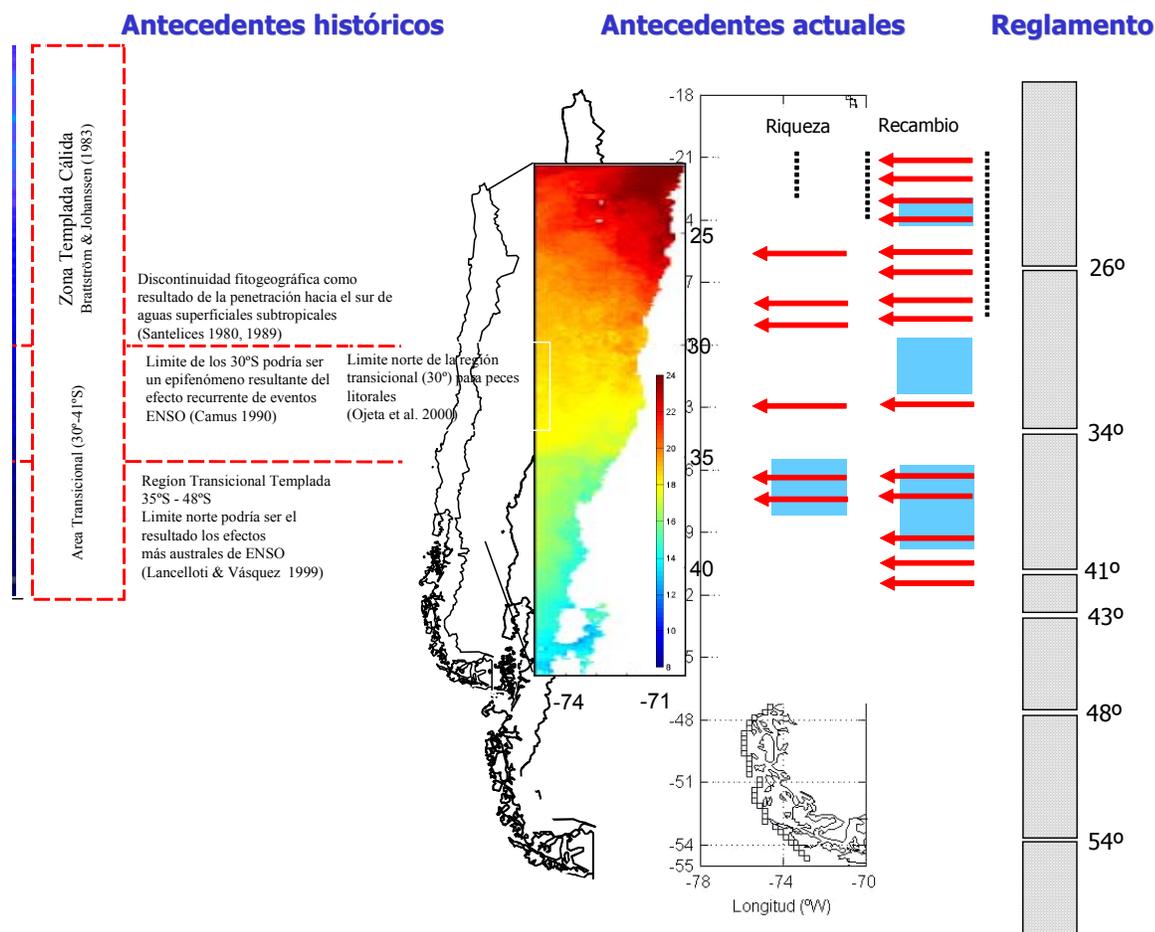


Figura 41. Resumen esquemático de zonas biogeográficas definidas por diferentes autores (antecedentes históricos), los quiebres entre zonas zoogeográficas registradas en el presente estudio (antecedentes actuales) y las zonas zoogeográficas definidas por la reglamentación vigente (reglamento).

La clasificación biogeográfica de la diversidad de especies litorales para la costa de Chile desarrollada a partir de compilaciones de distintos estudios presenta algunas diferencias respecto a lo registrado en este estudio (Figura 41). Por ejemplo, la zona norte ha sido visualizada como homogénea en términos de su composición biótica, postulándose que a latitudes menores a los 30°S ya se estaría dentro de una región biogeográfica con una biota distinta a las registradas a mayores latitudes, y que la región sur propiamente tal estaría localizada desde los 41°S hacia mayores latitudes. El contacto entre ambas regiones llevaría a la formación de una zona transicional cuyos límites no están claramente definidos, pero los cuales se postulan entre los 40

y 41°S según Brattstrom & Johannsen (1983), o entre los 35 a 48°S según Lancelloti & Vásquez (1999). Sin embargo, la validez y alcance de las clasificaciones realizadas por estos autores ha sido discutida, principalmente debido al criterio de división geográfica para establecer la resolución del estudio (Camus 2001).

Este esquema de clasificación biogeográfica no es consistente con lo registrado en el presente estudio ya que sólo concuerdan en la localización de los quiebres de los 30 y 36°S. Ambos esquemas de clasificación geográficos de la diversidad litoral tampoco concuerdan con el esquema de clasificación zoogeográfica establecido por la normativa vigente. Así, este esquema reglamentario pareciera estar determinado por zonas administrativas (e.g., norte, norte-chico, Chile central, y el sur de Chile clasificado según el esquema de regionalización nacional). Esta inconsistencia sugiere la necesidad de desarrollar un nuevo esquema de clasificación geográfica para la biota de la costa expuesta de Chile. En la Figura 42 se plantea un esquema tentativo en el cual, con fines operativos, se incorpora una nueva terminología. Por ejemplo, 1) este esquema es desarrollado a partir de la descomposición de los patrones de diversidad en grupos taxonómicos representativos. Vale resaltar que los organismos analizados aquí fueron seleccionados tanto por criterios de hábitat (e.g., playas de arena), funcionales (e.g., especies herbívoras y sésiles), como taxonómicos (e.g., moluscos). Por lo tanto, no es esperable a priori registrar los mismos patrones bajo estos distintos criterios, y por ello la congruencia general de los patrones propuestos es relevante ya que integra diferentes perspectivas. 2) Este esquema también incorpora los antecedentes de factores ambientales que podrían estar influenciado los patrones de variación de la diversidad; 3) esta descomposición de los patrones zoogeográficos en sus factores biológicos (diversidad) y bióticos (factores latitudinales y ambientales) son reunidos en una categoría de menor jerarquía que la utilizada para la clasificación de regiones y provincia biogeográficas. Un buen ejemplo de esto es la clasificación desarrollada por Sullivan et al. (1999) para la costa del caribe y Latinoamérica con fines de identificar áreas geográficas prioritarias para la conservación (Figura 43). Estos autores usan el concepto de “eco-región”, que puede ser definido como la distribución espacial de un grupo taxonómico la cual es determinada por factores ambientales en escalas de decenas a centenas de km (i.e, meso-escala, Sullivan et al. 1999, Lagos et al. 2005). Esta escala geográfica es lo suficientemente grande como para hacerla manejable en términos administrativos, pero también lo suficientemente pequeña para considerar

patrones y tendencias en la distribución latitudinal de algunos grupos taxonómicos particulares. Además, el concepto de ecoregión puede ser aplicado para definir diferentes combinaciones de los patrones bióticos y abióticos, de tal forma que podemos definir zonas zoogeográficas que representan una transición entre otras dos zonas zoogeográficas. Sin embargo, de acuerdo a Brown & Lomolino (1996) y dado que gran parte de los taxa estudiados en este proyecto corresponden a animales hemos decidido mantener el concepto generico de **“zona zoogeográfica”** como unidad de clasificación. En la figura 42 se postula un nuevo esquema de zonas zoogeográficas para la costa expuesta de Chile. En general, estas “zonas” no tienen una extensión espacial mayor a 800 km, ni menor a 200 km. Esto debido a que en este estudio se determinó que por sobre esas escalas espaciales se manifiestan los patrones en recambio y riqueza de especies, respectivamente. Además, permiten distinguir zonas localizadas dentro de regiones y provincias zoogeográficas de mayor extensión. Por ejemplo, en el esquema de la figura 42 se muestra que dentro de la región que históricamente ha sido definida como “transicional” (entre los 35 y 41°S) es posible distinguir zonas zoogeograficas “transicionales” propiamente tal y zonas zoogeográficas que denominamos “buffer” y que cuales representan tanto condiciones de quiebres históricamente establecidos (41°S, Brattstrom & Johannsen 1983, Lancelloti & Vasquez 1999, Ojeda et al. 1999) como los detectados por este estudio (38°S, en peces intermareales y submareales e invertebrados del intermareal arenoso). Así mismo, el nuevo quiebre identificado alrededor de los 33-32°S correspondería al límite sur de otra zona zoogeográfica buffer que limitaría al norte con el conocido quiebre de los 30°S (Santelices 1980, 1989, Camus 1990, Ojeda et al. 1999). La región norte también presentaría sólo una zona zoogeográfica separada por una zona zoogeográfica buffer localizada entre los 24°-26°S de la zona transicional norte. Además, aunque dentro de las zonas norte y transicional se registró evidencia de posibles quiebres en la distribución de los taxa y variables ambientales estudiados, se ha optado por definirlos como una sola zona con el fin de entregar herramientas que hagan operativos los resultados de este estudio. Dado que menos zonas podrían ser más manejables en términos administrativos, se ha optado por remover posibles límites existentes a los 21°S de la zona norte y a los 36°S de la zona transicional. Esto permite definir 9 unidades o zonas zoogeográficas para todo el territorio nacional

Finalmente, aunque no se logró identificar una clara formación de zonas zoogeográficas en la costa de la zona sur de Chile, dada la ausencia de bases de datos para las latitudes entre los 44 y 52°S, se requiere ser parsimonioso en las proposiciones, por tanto se sugiere un esquema proactivo que divida la costa expuesta de la zona sur en (al menos) sus regiones administrativas. Esto se refuerza ante los resultados registrados en el desarrollo del proyecto del FIP n° 99-24 sobre la zoogeografía de los canales nord-patagónicos, donde no se encontró una diferenciación latitudinal biogeográfica entre las regiones XI y XII, y los análisis involucraron fauna intermareal y submareal además de rocosa y arenosa (i.e., no es muy descabellado pensar que no hay grandes variaciones). Así, las proposiciones que sostienen que en la zona del Estrecho de Magallanes habría una diferenciación importante para ciertos grupos, no ha sido registrada por el proyecto citado y los resultados de este estudio, por lo tanto, de ser necesario dichas premisas deferían ser abordadas cuando se cuente con más datos.

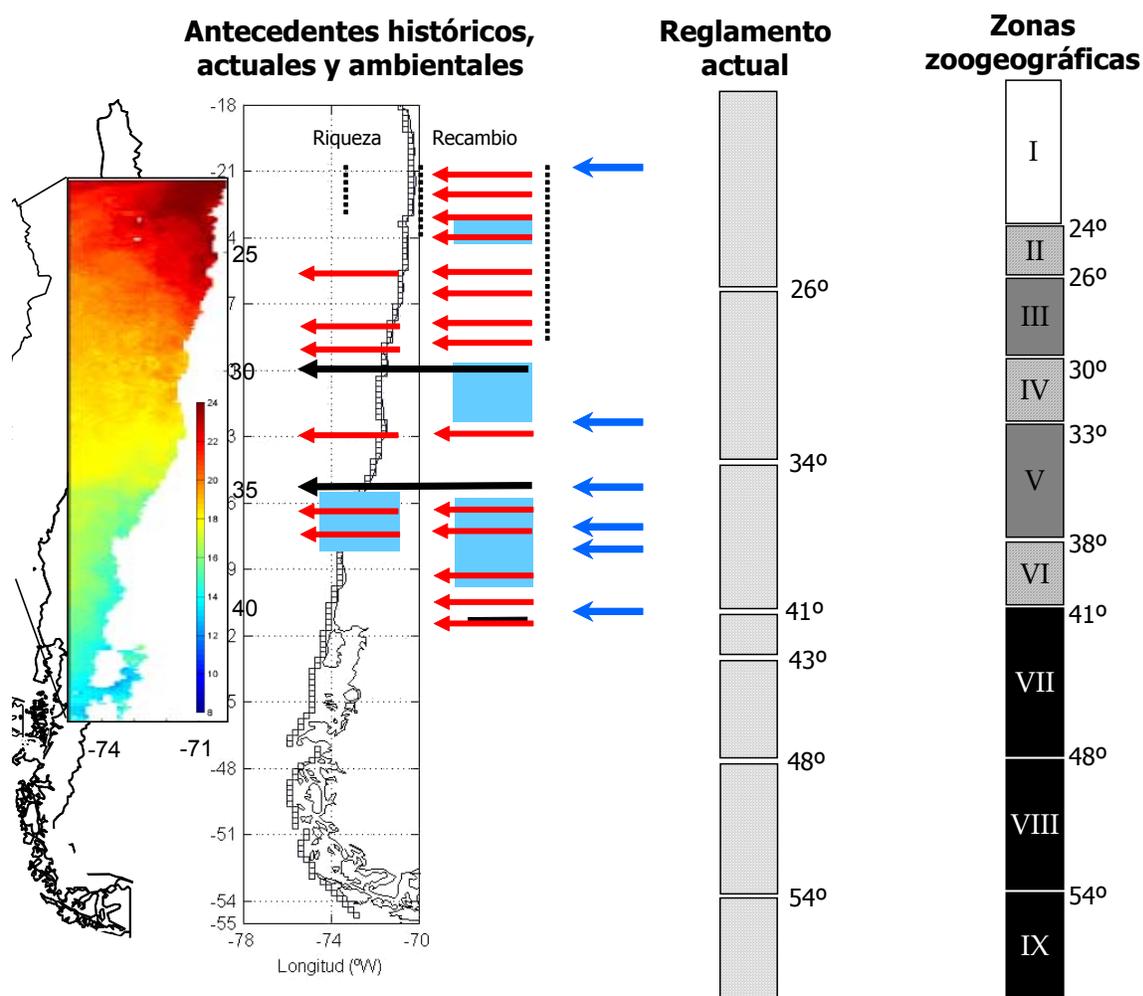


Figura 42. Resumen de los antecedentes biogeográficos (flechas negras), ambientales (flechas azules), quiebres en los patrones de diversidad y composición de especies identificados en este estudio (flechas rojas), actual clasificación zoogeográfica establecida por el reglamento vigente, y su integración en un esquema de clasificación el litoral expuesto de la costa de Chile: áreas en blanco = zona zoogeografica norte; en negro = zonas zoogeograficas de la zona sur; achuradas corresponderían a zonas “buffer” donde podrían manifestarse transiciones entre zonas zoogeograficas para algunos grupos taxonómicos; en gris = zona transicional de Chile Central .

Por otro lado, con fines prácticos es importante considerar que la región XI lleva más tiempo que la XII sometida a actividades de acuicultura (principalmente salmonicultura, con mucho tráfico de organismos de distinto tipo dentro de la región). La región XII sólo fue “abierto” recientemente en forma masiva a estas actividades, lo que podría ser un estado de situación diferente. Esto refuerza la idea de mantener las la XI y XII separadas. Finalmente, estas

zonas zoogeográficas están de acuerdo con lo ya establecido por la normativa por lo que deberían mantenerse dentro del esquema de clasificación hasta contar con datos biológicos y físicos más precisos. Finalmente, aunque el esquema de la figura 42 integra gran parte de la información pertinente, este no debe ser considerado como un esquema único y válido para distintos grupos taxonómicos. Esto equivaldría a homologarlo a un esquema de clasificación biogeográfica. En consecuencia, la aplicación “ciega” de este esquema de clasificación no asegura que pueda incorporar situaciones o casos particulares. Por lo tanto, nuestra propuesta consiste en usar los resultados descritos en las tablas 3 y 4 de esta sección junto a la información ambiental y su influencia sobre los patrones de diversidad de especies, para ir definiendo zonas zoogeográficas para grupos taxonómicos particulares. Esta descomposición taxonómica será una herramienta de gran utilidad para refinar los protocolos establecidos para el traslado de especies entre zonas zoogeográficas de la costa de Chile.

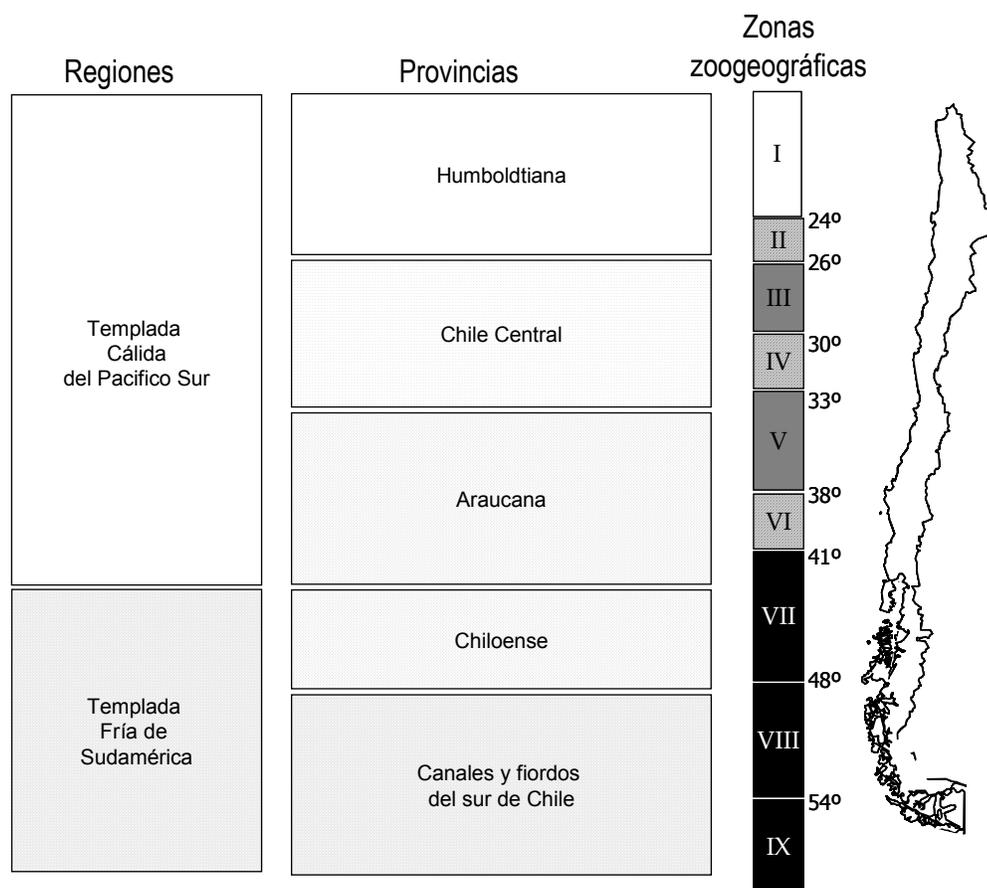


Figura 43. Esquema de clasificación zoogeográfica en eco- regiones basadas en propiedades de los grupos taxonómicos y de una mezcla de factores ambientales propuesto en este estudio y las regiones y provincias biogeográficas propuestas por Sullivan et al. 1999 basadas sólo en factores abióticos.

### 5.2.1.3. Relación de los patrones biogeográficos con variables ambientales: Análisis de componentes de variación espacial y ambiental de la riqueza de especies.

En esta sección se integra la información ambiental y biológica con el objetivo de determinar la influencia de las variables ambientales sobre los patrones de variación zoogeográfica descritos en las secciones previas. El análisis está basado en regresiones múltiples (véase metodología) y dado que la diversidad es el resultado de procesos interactivos, los datos han sido transformados a escala logarítmica, lo cual permite la aplicación de modelos de regresión bajo el supuesto de aditividad de los efectos involucrados en el análisis (variables ambientales y espaciales). Además, dado que las escalas de variación de la riqueza y recambio de

especies se manifiestan en escalas de cientos de kilómetros, este análisis fue desarrollado a escala de un grado de latitud (111 km lineales), para esto se promedió la riqueza de especies de sitios localizados a distancia menores a 1 grado. Además, al igual que en las secciones anteriores los resultados son presentados por separado para cada grupo taxonómico o ensamble de especies.

De manera exploratoria se analizaron 4 variables ambientales (Tabla 5) con las nueve bases de datos biológicas (Tabla 6). En general, la integración de todos los datos permite realizar un análisis que involucra toda la costa de Chile. Sin embargo, las bases de datos biológicas denotan un mayor esfuerzo de muestreo en la región localizada en torno a los 30 grados, y con una total ausencia de muestreos desarrollados en la costa expuesta del sur de Chile entre los 46 y 50°S (Figura 44). Esto sugiere una extensión espacial adecuada de los datos para el análisis biogeográfico, pero pone una nota de cautela ante la posibilidad de la modificación de los patrones de variación geográfica de la diversidad de especies dentro de estas zonas no muestreadas. Así, mismo, vale resaltar que los quiebres zoogeográficos identificados en la región adyacente a los 30°S son pocos (ca. 28° y 32-33°S) y para varios grupos. Esto podría indicar que hemos identificado, con una alta certidumbre, una zona donde existen importantes cambios en la diversidad regional de distintos taxa.

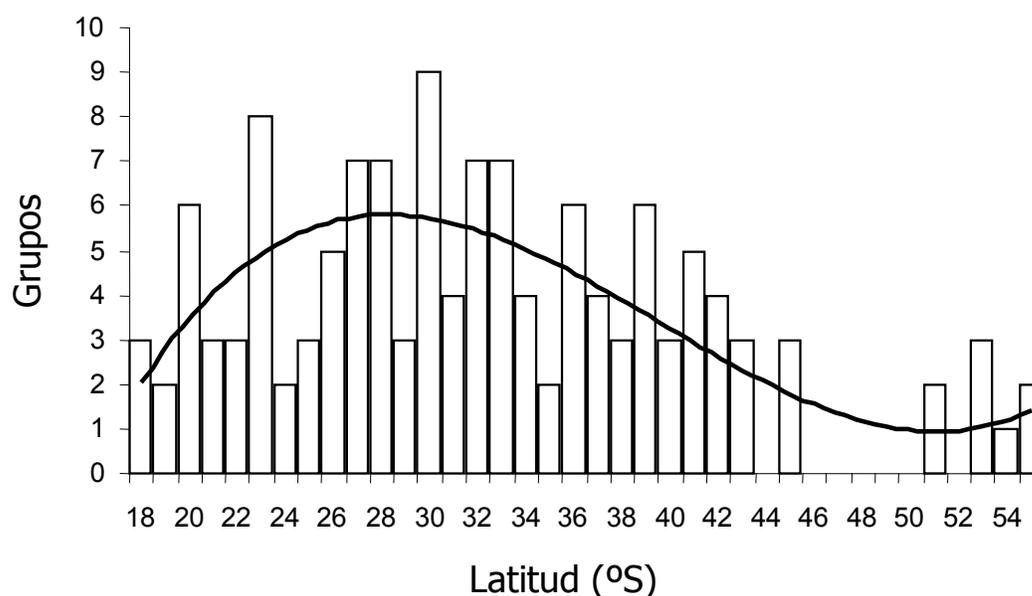


Figura 44. Número de grupos taxonómicos muestreados por cada grado de latitud a través de la costa de Chile. La tendencia ajustada corresponde a un polinomio de 3er orden.

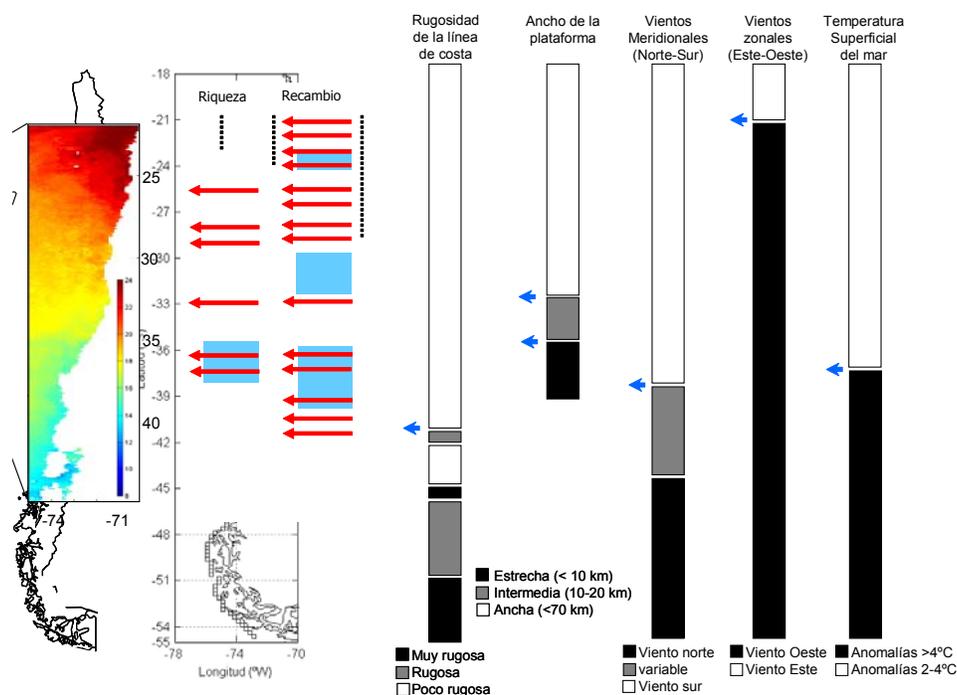


Figura 45. Representación de la localización de los quiebres en diversidad y composición específica y categorizaciones de algunas variables ambientales utilizadas para explicar la estructura geográfica de los taxa estudiados.

Por otra parte, con la excepción de los vientos zonales Este-Oeste, es posible plantear que en costa del norte de Chile la variabilidad de factores ambientales son relativamente constantes y con un aumento en variabilidad desde los 33° hacia el sur (Véase la sección de indicadores ambientales descrito anteriormente). Además, a pesar de que la variación ambiental opera en forma gradual a través del gradiente latitudinal, también muestra variaciones temporales que permiten categorizar a las variables en distintos regímenes ambientales. Esta categorización se presenta en la Figura 45. En ésta se muestra que algunos cambios de la variabilidad ambiental permiten sugerir la existencia de regiones que representan distintas categorías de variación. Además, algunos de los quiebres registrados en los patrones biológicos son concordantes con algunos cambios en el régimen ambiental (e.g., Cambio en el ancho de la plataforma continental a los 33°S donde ocurre un quiebre tanto en el número como la composición de especies). Esta concordancia justifica el uso de la perspectiva zoogeográfica, ya que en general, sostiene que gran parte de la variación en riqueza y abundancia de especies puede ser explicado por

variaciones ambientales. Así, en esta sección nos enfocamos a establecer una relación objetiva entre los patrones de riqueza de especies de los taxa estudiados y la variabilidad ambiental que opera frente a los sitios desde donde se recopiló la información.

Las variables ambientales utilizadas como factores explicativos de las variaciones en riqueza se muestran en la Tabla 5. Además de estas variables se analizó la influencia de los vientos paralelos y meridionales de la costa de Chile. Estos últimos fueron transformados a sus componentes seno y coseno con el fin de realizar un ajustes de regresión lineal (la riqueza de especies) con una variable angular (velocidad y dirección del viento en grados). En la Tabla 6 se resumen las propiedades de las bases de datos biológicas que fueron analizadas. En general, es posible resaltar que las bases de datos cubren un amplio espectro de grupos taxonómicos y de hábitat costeros, lo cual refleja la importancia y generalidad de los resultados presentados en este capítulo.

**Tabla 5.** Resumen de estadística descriptiva de las variables ambientales utilizadas como variables independientes en los análisis regresión múltiple. N= Número de sitios, D.E. = Desviación estándar.

Variable	N	Medio	D.E.	Mínimo	Máximo
Latitud (°S)	38	36.500	11.113	18	55
Clorofila (mg·m <sup>3</sup> )	38	1.326	0.490	0.7	2.98
Area (km <sup>2</sup> )	37	5.671	5.319	1.01	18.42
Temperatura (°S)	37	14.466	3.574	7.44	19.93

**Tabla 6.** Resumen de estadística descriptiva de las bases de datos de riqueza de especies para los distintos grupos y tipos de hábitats analizados. D.E. = Desviación estándar

Habitat	Grupo	Sitios	Riqueza de especies				
			Promedio	D.E.	Mínimo	Máximo	
Submareal	Rocoso	Invertebrados	10	25.6	12.9	12	49
	Rocoso	Peces	14	11.2	5.3	4	19
	Arenoso	Invertebrados	10	22.5	11.3	10	44
Intermareal	Rocoso	Sésiles	13	24.1	4.2	17	32
	Rocoso	Peces	14	88.9	14.4	65	103
	Rocoso	Invertebrados	12	19.3	12.3	4	44
	Rocoso	Gastrópodos	25	22.3	2.9	15	28
	Rocoso	Moluscos	9	33.5	4.1	26	40
	Arenoso	Invertebrados	16	7.8	2.8	4	16

Como una primera aproximación, se realizó un análisis exploratorio basado en el coeficiente de correlación lineal con el fin de detectar asociaciones significativas entre variables. En este análisis la latitud (componente  $y$  del polinomio de datos espaciales, véase métodos) presentó una asociación significativa en el caso de los peces del submareal y submareal rocoso, mientras que sólo los moluscos del intermareal presentaron una asociación con dicha variable espacial (Tabla 7). En el caso de la Clorofila-a (satelital), ningún taxa presentó una asociación lineal significativa. En el caso del ancho de la plataforma continental y la temperatura superficial del mar, nuevamente los peces del inter y submareal y los moluscos del intermareal presentaron asociaciones significativas (Tabla 8).

**Tabla 7.** Correlación entre el patrón de variación geográfica de la riqueza de especies de los grupos taxonómicos y las variables ambientales. En negrillas se muestran los valores de  $P$  significativos luego de aplicar la corrección de Bonferroni a  $\alpha = 0.0125$ .

Hábitat		Grupo	Latitud			Clorofila - a		
			<i>r</i>	<i>P</i>	<i>N</i>	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>N</i>
Submareal	Rocoso	Invertebrados	-0.581	0.078	10	-0.036	0.921	10
	Rocoso	Peces	-0.778	<b>0.001</b>	14	0.196	0.502	14
	Arenoso	Invertebrados	-0.278	0.437	10	0.076	0.835	10
Intermareal	Rocoso	Sésiles	0.466	0.108	13	-0.536	0.059	13
	Rocoso	Peces	-0.827	<b>0.000</b>	14	0.115	0.695	14
	Rocoso	Invertebrados	-0.336	0.284	12	-0.374	0.231	12
	Rocoso	Gastrópodos	-0.222	0.285	25	-0.430	0.032	25
	Rocoso	Moluscos	-0.810	<b>0.008</b>	9	-0.220	0.570	9
	Arenoso	Invertebrados	0.153	0.572	16	-0.455	0.077	16

Sin embargo, esta presencia (o ausencia) de correlación entre la riqueza de especies puede deberse a dos factores: 1) el análisis supone una relación lineal entre variables y 2) el análisis supone que la relación de cada variable ambiental con el patrón de riqueza no es afectado por la presencia simultánea de las otras variables. Esto quiere decir que el efecto simultáneo de la temperatura no depende de la latitud. Esto está lejos de la realidad ya que la latitud está estrechamente ligada a la variación de la temperatura, y en general de las variables ambientales analizadas en este estudio. Con el objetivo de entender la magnitud del efecto de cada variable ambiental, habiendo removido el efecto simultáneo del resto de variables, se realizó un análisis de regresión múltiple y se estimó la correlación semi-parcial cuadrática.

**Tabla 8.** Correlación entre el patrón de variación geográfica de la riqueza de especies de los grupos taxonómicos y las variables ambientales. En negrillas se muestran los valores de  $P$  significativos luego de aplicar la corrección de Bonferroni a  $\alpha = 0.0125$

Hábitat	Grupo	Área de la Plataforma continental			Temperatura Superficial del Mar			
		$r$	$P$	$N$	$r$	$P$	$N$	
Submareal	Rocoso	Invertebrados	-0.382	0.277	10	0.575	0.082	10
	Rocoso	Peces	-0.835	<b>0.000</b>	13	0.784	<b>0.002</b>	13
	Arenoso	Invertebrados	-0.158	0.663	10	0.244	0.497	10
Intermareal	Rocoso	Sésiles	-0.272	0.370	13	-0.539	0.058	13
	Rocoso	Peces	-0.875	<b>0.000</b>	13	0.897	<b>0.000</b>	13
	Rocoso	Invertebrados	-0.354	0.259	12	0.327	0.298	12
	Rocoso	Gastrópodos	-0.181	0.387	25	0.164	0.433	25
	Rocoso	Moluscos	-0.534	0.139	9	0.787	<b>0.012</b>	9
	Arenoso	Invertebrados	0.034	0.901	16	-0.250	0.350	16

Los resultados de la estimación de la correlación semi-parcial cuadrática se muestran en las Tablas 9 y 10 para grupos taxonómicos del intermareal y submareal respectivamente. En este análisis la relación de la riqueza de especies con la Clorofila-a fue modelo mediante la incorporación del componente cuadrático, ya que logra representar mejor el ajuste entre ambas variables. Además, se incluyó el análisis de regresión lineal-circular para los datos de vientos.

En general, este análisis indicó que sólo algunas variables ambientales mostraron un efecto significativo sobre los patrones de variación geográfica de la riqueza de especies (tabla 9) Por ejemplo, los gastrópodos del intermareal rocoso y vientos perpendiculares a la costa, ambos tipos de vientos en el caso de los organismos sésiles y moluscos del intermareal rocoso, los vientos meridionales en el caso de invertebrados del intermareal (Tabla 9). Mientras que en el caso de la riqueza de especies submareales, la latitud y la temperatura mostraron una influencia significativa sobre la variación geográfica de la riqueza de invertebrados y peces del submareal rocoso (Tabla 10). En consecuencia, este análisis logra detectar asociaciones que el análisis de regresión simple no detecta o bien que detectaba pero que ahora desaparecen al controlar por el efecto del resto de variables, como en el caso del ancho de la plataforma. Sin embargo, el análisis de la correlación semi-parcial permite además distinguir la importancia de los efectos individuales de cada variable respecto a los efectos simultáneos de un conjunto de variables. Cuando la sumatoria del efecto puro de cada variable (efecto puro medido por la correlación

semi-parcial cuadrática,  $sr^2$ , y representado por el símbolo  $\Sigma$  en las Tablas 9 y 10) se corresponde con el coeficiente de determinación ( $r^2$ ) del modelo de regresión que incluye a todas estas variables podemos decir que los efectos son individuales (y por lo tanto aditivos), cualquier diferencia entre la  $sr^2$  respecto a  $r^2$  puede ser atribuida a efectos sinérgicos o interacción entre variables ambientales. Es decir, cada variable ambiental no afecta por separado a los patrones de riqueza de especies sino simultáneamente y de manera intrincada. En las Tablas 11 y 12 se muestran los resultados del análisis de regresión que incluye a todas las variables, pero separando la regresión lineal-angular de los datos de vientos. Por ejemplo, en el caso de la riqueza de peces del intermareal rocoso  $sr^2 = 0.15$  (Tabla 10) mientras que el del modelo que incluye las mismas variables  $r^2 = 0.91$ . Esto genera una diferencia de aproximadamente 0.75 que puede ser explicada por la interacción entre las variables ambientales estudiadas (y no simple aditividad de los efectos involucrados) o por correlaciones de estas variables con una variable que tienen una relación común con el conjunto de variables pero que no ha sido considerada en este estudio. Esto abre la necesidad de desarrollar estudios incluyendo otros factores además de los analizados en este estudio.

Finalmente, aunque los análisis anteriores nos la eventualidad de que las variables actúen en conjunto, esto no indica la importancia relativa de cada variables ambientales sobre los patrones de variación de la riqueza de especies. Esto es importante, ya que aunque dos variables afecten simultáneamente a dos taxa distinto, la importancia relativa de cada variable ambiental puede ser distinta para cada taxa. Por ejemplo, que la temperatura y latitud afecten significativamente la riqueza de peces y gastrópodos, pero mientras para los peces podría ser la latitud la variable más importante (en términos de un alto coeficiente de determinación) para los gastrópodos podría se la temperatura ya variable crucial y en segundo lugar la latitud. Esta aproximación fue realizada usando una ajuste secuencial de modelos que incluían desde una variable (es decir, modelo de un parámetro) hasta tener un modelo completo con todas las variables consideradas, es decir de 5 parámetros (lo mismo en el modelo lineal-circular para el análisis de los vientos). Los resultados se muestran en las Tablas 13 a 21 para los grupos taxonómicos correspondientes. Todos los modelos fueron ordenados bajo el criterio de maximizar el coeficiente de determinación y luego usando un criterio de información de Akaike que corresponde a una relación entre la dódima de ajuste del modelo y el número de parámetros

del modelo. En este análisis es posible observar el caso donde el modelo completo (5 parámetros) fue significativo, por ejemplo los peces del intermareal rocoso previamente citados con un  $r^2 = 0.908$  (Tabla 11,  $r^2 = 0.91$  en la Tabla 10). Sin embargo, la variable más importante para este grupo taxonómico fue la Temperatura (TEMP en Tabla 15) la cual explica gran parte de la variación de la riqueza de peces ( $r^2 = 0.820$ , Tabla 15), seguido por el área de la plataforma que explica una porción levemente menor con un  $r^2 = 0.766$ , y que incrementa el coeficiente de determinación a un  $r^2 = 0.943$  cuando ambas variables son incluidas en el modelo de 2 parámetros. Luego, ante inclusiones de una nuevas variables (e.g., Latitud en el modelo de 3 parámetros) no aumenta sustantivamente el coeficiente de determinación. Así, es posible identificar la importancia relativa de las variables ambientales relevantes para comprender las variaciones en riqueza. Los resultados descritos en las Tablas 13 a 21 demuestran que la variación ambiental afecta de manera distinta a los distintos grupos taxonómicos y la prioridad de una variable ambiental sobre otra para explicar los patrones zoogeográficos dependerá del grupo taxonómico con el cual se está trabajando. Esto refuerza la idea de mantener el análisis zoogeográfico disgregado, y al menos hasta contar con bases de datos de mejor resolución y extensión espacial, es mejor mantenerlas en su totalidad dentro del esquema de clasificación de las zonas zoogeográficas. Así, en la propuesta de zonificación zoogeográfica desarrollada más adelante, se consideran todas las categorías de variabilidad ambiental descritas en la Figura 45.

**Tabla 9.** Estimación de la correlación semi-parcial cuadrática ( $sr^2$ ) para evaluar el efecto puro del espacio (latitud = LAT), y de cada variable ambiental (Temperatura = TEMP, Área de la plataforma continental, y del componente lineal [CLA] y cuadrático [CLA2] de la Clorofila-a) sobre el patrón de variación geográfica de la riqueza de especies que habitan el Submareal El efecto de los vientos perpendiculares (-P) a la costa y meridionales (-M) fue evaluado por separado debido a que la relación angular-lineal requiere transformar las variables a sus componentes seno (SEN-) y coseno (COS-); la sumatoria ( $\Sigma$ ) corresponde a la suma de la correlación semi-parcial cuadrática en cada modelo de regresión. Los valores de P en negrillas indican un efecto significativo de un determinado parámetro. E.E = Error estándar.

Hábitat	Grupo	Variable	GL	Parámetro	E.E.	T	P	$sr^2$	
Arenoso	Invertebrados	LAT	1	-0.17	0.10	-1.66	0.17	0.35	
		CLA	1	2.13	2.42	0.88	0.43	0.10	
		CLA2	1	-0.66	1.00	-0.66	0.54	0.06	
		AREA	1	-0.02	0.05	-0.40	0.71	0.02	
		TEMP	1	-0.52	0.34	-1.50	0.21	0.29	
		$\Sigma$						0.81	
		SEN-P	1	-0.09	0.11	-0.82	0.44	0.09	
		COS-P	1	0.01	0.11	0.14	0.90	0.00	
		$\Sigma$						0.09	
		SEN-M	1	0.09	0.10	0.88	0.41	0.10	
	COS-M	1	-0.13	0.14	-0.90	0.40	0.10		
	$\Sigma$						0.20		
	Rocoso	Invertebrados	LAT	1	-0.22	0.06	-3.84	<b>0.02</b>	0.39
			CLA	1	3.37	2.27	1.49	0.21	0.06
CLA2			1	-0.98	1.13	-0.87	0.43	0.02	
AREA			1	-0.03	0.05	-0.51	0.64	0.01	
TEMP			1	-0.67	0.20	-3.37	<b>0.03</b>	0.30	
$\Sigma$								0.77	
SEN-P			1	0.20	0.27	0.75	0.48	0.07	
COS-P			1	0.11	0.27	0.41	0.69	0.02	
$\Sigma$								0.10	
SEN-M			1	0.03	0.18	0.15	0.88	0.00	
COS-M		1	-0.13	0.28	-0.46	0.66	0.03		
$\Sigma$							0.03		
Peces			LAT	1	0.04	0.02	2.42	<b>0.05</b>	0.07
			CLA	1	-0.97	0.45	-2.16	0.07	0.05
	CLA2		1	0.31	0.15	2.12	0.07	0.05	
	AREA		1	-0.02	0.01	-2.00	0.09	0.05	
	TEMP		1	0.15	0.05	2.79	<b>0.03</b>	0.09	
	$\Sigma$							0.32	
	SENP		1	0.00	0.03	0.12	0.91	0.00	
	COSP		1	0.01	0.03	0.26	0.80	0.01	
	$\Sigma$							0.01	
	SENM		1	-0.12	0.08	-1.40	0.19	0.15	
COSM	1	0.04	0.11	0.37	0.72	0.01			
$\Sigma$						0.16			

**Tabla 10.** Estimación de la correlación semi-parcial cuadrática ( $sr^2$ ) para evaluar el efecto puro del espacio (latitud = LAT), y de cada variable ambiental (Temperatura = TEMP, Área de la plataforma continental, y del componente lineal [CLA] y cuadrático [CLA2] de la Clorofila-a) sobre el patrón de variación geográfica de la riqueza de especies que habitan el intermareal. El efecto de los vientos perpendiculares (-P) a la costa y meridionales (-M) fue evaluado por separado debido a que la relación angular-lineal requiere transformar las variables a sus componentes seno (SEN-) y coseno (COS-); la sumatoria ( $\Sigma$ ) corresponde a la suma de la correlación semi-parcial cuadrática en cada modelo de regresión. Los valores de P en negrillas indican un efecto significativo de un determinado parámetro. E.E = Error estándar.

Hábitat	Grupo	Variable	GL	Parámetro	E.E.	T	P	$sr^2$		
Rocoso	Gastrópodos	LAT	1	-0.01	0.01	-0.94	0.36	0.04		
		CLA	1	-0.03	0.11	-0.29	0.78	0.00		
		CLA2	1	0.00	0.03	-0.01	0.99	0.00		
		AREA	1	0.00	0.01	0.02	0.99	0.00		
		TEMP	1	-0.03	0.04	-0.90	0.38	0.03		
									$\Sigma$	0.07
		SENP	1	0.03	0.01	2.61	<b>0.02</b>	0.19		
		COSP	1	0.04	0.01	2.72	<b>0.01</b>	0.20		
									$\Sigma$	0.39
		SENM	1	-0.01	0.02	-0.39	0.70	0.01		
		COSM	1	0.03	0.02	2.00	0.06	0.15		
									$\Sigma$	0.16
		Sésiles		LAT	1	-0.03	0.03	-0.82	0.44	0.05
				CLA	1	0.06	0.45	0.13	0.90	0.00
CLA2	1			-0.04	0.17	-0.23	0.83	0.00		
AREA	1			-0.01	0.04	-0.34	0.74	0.01		
TEMP	1			-0.12	0.12	-1.00	0.35	0.07		
							$\Sigma$	0.13		
SENP	1			0.08	0.02	3.27	<b>0.01</b>	0.46		
COSP	1			-0.01	0.03	-0.30	0.77	0.00		
							$\Sigma$	0.46		
SENM	1			-0.07	0.02	-2.83	<b>0.02</b>	0.25		
COSM	1			0.08	0.02	4.36	<b>0.00</b>	0.59		
							$\Sigma$	0.84		
Peces				LAT	1	0.01	0.01	1.01	0.35	0.01
				CLA	1	-0.29	0.18	-1.65	0.14	0.04
		CLA2	1	0.10	0.06	1.75	0.12	0.04		
		AREA	1	0.00	0.00	-1.33	0.23	0.02		
		TEMP	1	0.03	0.02	1.61	0.15	0.03		
									$\Sigma$	0.15
		SENP	1	0.06	0.09	0.69	0.51	0.04		
		COSP	1	0.04	0.09	0.39	0.71	0.01		
									$\Sigma$	0.05
		SENM	1	-0.02	0.03	-0.71	0.49	0.04		
		COSM	1	-0.02	0.04	-0.46	0.66	0.02		
									$\Sigma$	0.06
		Invertebrados		LAT	1	0.08	0.16	0.50	0.64	0.03
				CLA	1	-0.84	1.51	-0.56	0.60	0.04
CLA2	1			0.17	0.36	0.48	0.65	0.03		
AREA	1			0.00	0.06	0.02	0.99	0.00		

		TEMP	1	0.33	0.55	0.59	0.57	0.04
							$\Sigma$	0.13
		SENP	1	0.30	0.17	1.78	0.11	0.26
		COSP	1	-0.04	0.13	-0.27	0.79	0.01
							$\Sigma$	0.26
		SENM	1	-0.27	0.19	-1.41	<b>0.19</b>	0.17
		COSM	1	0.21	0.30	0.70	<b>0.50</b>	0.04
							$\Sigma$	0.22
<hr/>								
Moluscos		LAT	1	-0.01	0.01	-0.84	0.46	0.06
		CLA	1	-0.13	0.22	-0.58	0.61	0.03
		CLA2	1	0.03	0.05	0.50	0.65	0.02
		AREA	1	0.00	0.02	0.28	0.80	0.01
		TEMP	1	0.04	0.05	0.81	0.48	0.06
							$\Sigma$	0.18
		SENP	1	0.06	0.02	2.97	<b>0.02</b>	0.51
		COSP	1	0.00	0.03	-0.14	0.89	0.00
							$\Sigma$	0.52
		SENM	1	-0.04	0.02	-2.49	<b>0.05</b>	0.38
		COSM	1	0.03	0.02	1.56	0.17	0.15
							$\Sigma$	0.53
<hr/>								
Arenoso	Invertebrados	LAT	1	-0.03	0.03	-1.22	0.25	0.06
		CLA	1	-0.34	0.29	-1.17	0.27	0.05
		CLA2	1	0.06	0.07	0.83	0.43	0.03
		AREA	1	0.00	0.01	-0.33	0.75	0.00
		TEMP	1	-0.16	0.10	-1.59	0.14	0.10
							$\Sigma$	0.23
		SENP	1	0.08	0.04	1.82	0.09	0.20
		COSP	1	0.03	0.05	0.58	0.57	0.02
							$\Sigma$	0.22
		SENM	1	0.05	0.04	1.11	0.29	0.07
		COSM	1	0.08	0.04	1.85	0.09	0.19
							$\Sigma$	0.26

**Tabla 11.** Análisis de regresión múltiple para el efecto de la Latitud (Lat), Temperatura (Temp), Clorofila-a (Cl-a) y del área de la Plataforma Continental (Area) sobre los patrones de variación geográfica de la riqueza de especies que habitan el Submareal de la costa Chilena. También se muestra el efecto de la regresión lineal- angular para evaluar el efecto de los vientos perpendiculares a la línea de costa (Vientos O-E) y meridionales (Vientos S-N) sobre la variación geográfica de la riqueza de especies submareales. En negrillas se muestran las regresiones significativas.  $r^2$  = coeficiente de determinación del modelo.

Hábitat	Grupo	Fuente de Variación		GL	SC	CM	F	P	$r^2$
Rocoso	Peces	Lat, Temp., Cl-a, Area	Modelo	5	0.47	0.09	15.51	<b>0.00</b>	0.92
			Error	7	0.04	0.01			
			Total	12	0.51				
		Vientos O-E	Modelo	2	0.03	0.02	0.32	0.73	0.05
			Error	11	0.60	0.05			
			Total	13	0.64				
		Vientos S-N	Modelo	2	0.10	0.05	0.98	0.41	0.15
			Error	11	0.54	0.05			
			Total	13	0.64				
	Invertebrados	Lat, Temp., Cl-a, Area	Modelo	5	0.38	0.08	6.79	<b>0.04</b>	0.89
			Error	4	0.05	0.01			
			Total	9	0.43				
		Vientos O-E	Modelo	2	0.03	0.02	0.30	0.75	0.08
			Error	7	0.40	0.06			
			Total	9	0.43				
Vientos S-N		Modelo	2	0.02	0.01	0.16	0.86	0.04	
		Error	7	0.41	0.06				
		Total	9	0.43					
Arenoso	Invertebrados	Lat, Temp., Cl-a, Area	Modelo	5	0.17	0.03	0.78	0.61	0.49
			Error	4	0.17	0.04			
			Total	9	0.34				
		Vientos O-E	Modelo	2	0.03	0.02	0.33	0.73	0.09
			Error	7	0.31	0.04			
			Total	9	0.34				
		Vientos S-N	Modelo	2	0.05	0.02	0.54	0.60	0.13
			Error	7	0.30	0.04			
			Total	9	0.34				

**Tabla 12.** Análisis de regresión múltiple para el efecto de la Latitud (Lat), Temperatura (Temp), Clorofila-a (Cl-a) y del área de la Plataforma Continental (Area) sobre los patrones de variación geográfica de la riqueza de especies que habitan el Intermareal de la costa Chilena. También se muestra el efecto de la regresión lineal- angular para evaluar el efecto de los vientos perpendiculares a la línea de costa (Vientos O-E) y meridionales (Vientos S-N) sobre la variación geográfica de la riqueza de especies intermareales. En negrillas se muestran las regresiones significativas.  $r^2$  = coeficiente de determinación del modelo.

Hábitat	Grupo	Fuente de Variación	GL	SC	CM	F	P	$r^2$	Hábitat	
Rocoso	Gastrópodos	Lat, Temp., Cl-a, Area	Modelo	5	0.02	0.00	1.13	0.38	0.23	
			Error	19	0.06	0.00				
			Total	24	0.08					
		Vientos O-E	Modelo	2	0.03	0.02	7.26	<b>0.00</b>	0.40	
			Error	22	0.05	0.00				
			Total	24	0.08					
	Vientos S-N	Modelo	2	0.01	0.01	2.02	0.16	0.15		
		Error	22	0.06	0.00					
		Total	24	0.08						
	Sésiles		Lat, Temp., Cl-a, Area	Modelo	5	0.03	0.01	1.43	0.32	0.51
				Error	7	0.03	0.00			
				Total	12	0.07				
Vientos O-E			Modelo	2	0.04	0.02	6.75	<b>0.01</b>	0.57	
			Error	10	0.03	0.00				
			Total	12	0.07					
Vientos S-N		Modelo	2	0.05	0.02	11.10	<b>0.00</b>	0.69		
		Error	10	0.02	0.00					
		Total	12	0.07						
Peces			Lat, Temp., Cl-a, Area	Modelo	5	0.06	0.01	13.81	<b>0.00</b>	0.91
				Error	7	0.01	0.00			
				Total	12	0.07				
	Vientos O-E		Modelo	2	0.00	0.00	0.04	0.96	0.01	
			Error	11	0.07	0.01				
			Total	13	0.07					
	Vientos S-N	Modelo	2	0.01	0.00	0.43	0.66	0.07		
		Error	11	0.07	0.01					
		Total	13	0.07						
	Invertebrados		Lat, Temp., Cl-a, Area	Modelo	5	0.24	0.05	0.51	0.76	0.30
				Error	6	0.56	0.09			
				Total	11	0.80				
Vientos O-E		Modelo	2	0.22	0.11	1.68	0.24	0.27		
		Error	9	0.58	0.06					
		Total	11	0.80						

	Vientos S-N	Modelo	2	0.17	0.09	1.22	0.34	0.21	
		Error	9	0.63	0.07				
		Total	11	0.80					
<hr/>									
Moluscos	Lat, Temp., Cl-a, Area	Modelo	5	0.02	0.00	1.67	0.36	0.74	
		Error	3	0.01	0.00				
		Total	8	0.02					
	Vientos O-E	Modelo	2	0.01	0.01	5.57	<b>0.04</b>	0.65	
		Error	6	0.01	0.00				
		Total	8	0.02					
	Vientos S-N	Modelo	2	0.01	0.01	5.17	<b>0.05</b>	0.63	
		Error	6	0.01	0.00				
		Total	8	0.02					
<hr/>									
Arenoso	Invertebrados	Lat, Temp., Cl-a, Area	Modelo	5	0.16	0.03	3.24	<b>0.05</b>	0.62
			Error	10	0.10	0.01			
			Total	15	0.26				
	Vientos O-E	Modelo	2	0.06	0.03	1.78	0.21	0.21	
		Error	13	0.21	0.02				
		Total	15	0.26					
	Vientos S-N	Modelo	2	0.08	0.04	2.62	0.11	0.29	
		Error	13	0.19	0.01				
		Total	15	0.26					
<hr/>									

**Tabla 13.** Análisis del orden en la entrada en el modelo de cada variable explicatoria y su importancia sobre la variación geográfica de la riqueza de Gastrópodos del intermareal rocoso. Los datos de vientos meridionales (-M) y perpendiculares (-P) a la costas fueron analizados por separado usando un modelo linear-angular.  $r^2$  = coeficiente de determinado de cada modelo. Los modelos fueron ordenados en forma parsimoniosa usando el Criterio de Información de Akaike (AIC) (Datos Dra. Fernández).

Parámetros	$r^2$	AIC	Variables en el modelo				
1	0.192	-146.0	CLA				
1	0.174	-145.4	CLA2				
1	0.064	-142.3	LAT				
1	0.038	-141.6	TEMP				
1	0.034	-141.5	AREA				
2	0.194	-144.1	LAT	CLA			
2	0.193	-144.0	CLA	CLA2			
2	0.192	-144.0	CLA	TEMP			
2	0.192	-144.0	CLA	AREA			
2	0.181	-143.7	LAT	CLA2			
2	0.178	-143.6	CLA2	AREA			
2	0.177	-143.5	CLA2	TEMP			
2	0.168	-143.3	LAT	TEMP			
2	0.064	-140.3	LAT	AREA			
2	0.042	-139.7	AREA	TEMP			
3	0.229	-143.2	LAT	CLA	TEMP		
3	0.225	-143.0	LAT	CLA2	TEMP		
3	0.195	-142.1	LAT	CLA	CLA2		
3	0.195	-142.1	LAT	CLA	AREA		
3	0.193	-142.0	CLA	CLA2	TEMP		
3	0.193	-142.0	CLA	CLA2	AREA		
3	0.192	-142.0	CLA	AREA	TEMP		
3	0.181	-141.7	LAT	CLA2	AREA		
3	0.178	-141.6	CLA2	AREA	TEMP		
3	0.169	-141.3	LAT	AREA	TEMP		
4	0.229	-141.2	LAT	CLA	AREA	TEMP	
4	0.229	-141.2	LAT	CLA	CLA2	TEMP	
4	0.226	-141.1	LAT	CLA2	AREA	TEMP	
4	0.197	-140.1	LAT	CLA	CLA2	AREA	
4	0.194	-140.0	CLA	CLA2	AREA	TEMP	
5	0.229	-139.2	LAT	CLA	CLA2	AREA	TEMP
1	0.210	-146.6	COSP				
1	0.195	-146.1	SENP				
2	0.397	-151.3	SENP	COSP			
1	0.149	-144.7	COSM				
1	0.001	-140.7	SENM				
2	0.155	-142.9	SENM	COSM			

**Tabla 14.** Análisis del orden en la entrada en el modelo de cada variable explicatoria y su importancia sobre la variación geográfica de la riqueza de especies Sésiles del intermareal rocoso. Los datos de vientos meridionales (-M) y perpendiculares (-P) a la costas fueron analizados por separado usando un modelo lineal-angular.  $r^2$  = coeficiente de determinado de cada modelo. Los modelos fueron ordenados en forma parsimoniosa usando el Criterio de Información de Akaike (AIC) (Datos Dr. Camus).

Parámetros	$r^2$	AIC	Variables en el modelo				
1	0.306	-68.9	TEMP				
1	0.295	-68.7	CLA				
1	0.289	-68.6	CLA2				
1	0.239	-67.7	LAT				
1	0.058	-64.9	AREA				
2	0.451	-70.0	LAT	TEMP			
2	0.444	-69.8	CLA	TEMP			
2	0.429	-69.4	CLA2	TEMP			
2	0.418	-69.2	LAT	CLA			
2	0.399	-68.8	LAT	CLA2			
2	0.372	-68.2	AREA	TEMP			
2	0.315	-67.1	LAT	AREA			
2	0.295	-66.7	CLA	CLA2			
2	0.295	-66.7	CLA	AREA			
2	0.290	-66.6	CLA2	AREA			
3	0.497	-69.1	LAT	CLA2	TEMP		
3	0.495	-69.0	LAT	CLA	TEMP		
3	0.478	-68.6	LAT	AREA	TEMP		
3	0.452	-68.0	CLA	AREA	TEMP		
3	0.451	-68.0	CLA	CLA2	TEMP		
3	0.441	-67.7	CLA2	AREA	TEMP		
3	0.430	-67.5	LAT	CLA	CLA2		
3	0.425	-67.4	LAT	CLA	AREA		
3	0.410	-67.0	LAT	CLA2	AREA		
3	0.296	-64.7	CLA	CLA2	AREA		
4	0.504	-67.3	LAT	CLA2	AREA	TEMP	
4	0.502	-67.2	LAT	CLA	AREA	TEMP	
4	0.497	-67.1	LAT	CLA	CLA2	TEMP	
4	0.458	-66.1	CLA	CLA2	AREA	TEMP	
4	0.435	-65.6	LAT	CLA	CLA2	AREA	
5	0.505	-65.3	LAT	CLA	CLA2	AREA	TEMP
1	0.570	-75.2	SENP				
1	0.119	-65.8	COSP				
2	0.574	-73.3	SENP	COSP			
1	0.441	-71.7	COSM				
1	0.099	-65.5	SENM				
2	0.689	-77.4	SENM	COSM			

**Tabla 15.** Análisis del orden en la entrada en el modelo de cada variable explicatoria y su importancia sobre la variación geográfica de la riqueza de peces del intermareal rocoso. Los datos de vientos meridionales (-M) y perpendiculares (-P) a la costas fueron analizados por separado usando un modelo linear-angular.  $r^2$  = coeficiente de determinado de cada modelo. Los modelos fueron ordenados en forma parsimoniosa usando el Criterio de Información de Akaike (AIC) (Datos Dr. Ojeda).

Parámetros	$r^2$	AIC	Variables en el modelo				
1	0.820	-86.2	TEMP				
1	0.766	-82.8	AREA				
1	0.743	-81.6	LAT				
1	0.010	-64.0	CLA2				
1	0.006	-64.0	CLA				
2	0.843	-86.0	AREA	TEMP			
2	0.837	-85.5	CLA2	TEMP			
2	0.836	-85.4	LAT	TEMP			
2	0.831	-85.0	CLA	TEMP			
2	0.810	-83.5	LAT	CLA2			
2	0.807	-83.3	CLA2	AREA			
2	0.801	-82.9	LAT	AREA			
2	0.800	-82.8	CLA	AREA			
2	0.800	-82.8	LAT	CLA			
2	0.038	-62.4	CLA	CLA2			
3	0.870	-86.4	CLA	CLA2	TEMP		
3	0.870	-86.4	CLA2	AREA	TEMP		
3	0.866	-86.1	LAT	AREA	TEMP		
3	0.863	-85.7	CLA	AREA	TEMP		
3	0.858	-85.3	LAT	CLA2	AREA		
3	0.849	-84.5	LAT	CLA	AREA		
3	0.839	-83.6	LAT	CLA2	TEMP		
3	0.836	-83.4	LAT	CLA	TEMP		
3	0.828	-82.8	LAT	CLA	CLA2		
3	0.822	-82.3	CLA	CLA2	AREA		
4	0.895	-87.1	CLA	CLA2	AREA	TEMP	
4	0.885	-86.0	LAT	CLA	CLA2	TEMP	
4	0.874	-84.8	LAT	CLA	CLA2	AREA	
4	0.872	-84.6	LAT	CLA2	AREA	TEMP	
4	0.868	-84.2	LAT	CLA	AREA	TEMP	
5	0.908	-86.9	LAT	CLA	CLA2	AREA	TEMP
1	0.006	-70.0	COSP				
1	0.002	-69.9	SENP				
2	0.008	-68.0	SENP	COSP			
1	0.055	-70.7	SENM				
1	0.030	-70.3	COSM				
2	0.072	-69.0	SENM	COSM			

**Tabla 16.** Análisis del orden en la entrada en el modelo de cada variable explicatoria y su importancia sobre la variación geográfica de la riqueza de moluscos del intermareal rocoso. Los datos de vientos meridionales (-M) y perpendiculares (-P) a la costas fueron analizados por separado usando un modelo linear-angular.  $r^2$  = coeficiente de determinado de cada modelo. Los modelos fueron ordenados en forma parsimoniosa usando el Criterio de Información de Akaike (AIC) (Datos Dr. Valdovinos).

Parámetros	$r^2$	AIC	Variables en el modelo				
1	0.623	-58.7	LAT				
1	0.594	-58.0	TEMP				
1	0.290	-53.0	AREA				
1	0.041	-50.3	CLA				
1	0.026	-50.2	CLA2				
2	0.676	-58.1	LAT	TEMP			
2	0.652	-57.4	CLA	TEMP			
2	0.643	-57.2	CLA2	TEMP			
2	0.643	-57.2	LAT	CLA			
2	0.636	-57.0	LAT	CLA2			
2	0.630	-56.9	LAT	AREA			
2	0.596	-56.1	AREA	TEMP			
2	0.384	-52.3	CLA	AREA			
2	0.371	-52.1	CLA2	AREA			
2	0.124	-49.1	CLA	CLA2			
3	0.711	-57.1	LAT	CLA	TEMP		
3	0.704	-56.9	LAT	CLA2	TEMP		
3	0.688	-56.4	LAT	AREA	TEMP		
3	0.672	-56.0	LAT	CLA	CLA2		
3	0.668	-55.9	CLA	CLA2	TEMP		
3	0.662	-55.7	CLA	AREA	TEMP		
3	0.653	-55.5	CLA2	AREA	TEMP		
3	0.644	-55.2	LAT	CLA	AREA		
3	0.638	-55.1	LAT	CLA2	AREA		
3	0.402	-50.6	CLA	CLA2	AREA		
4	0.729	-55.7	LAT	CLA	CLA2	TEMP	
4	0.713	-55.2	LAT	CLA	AREA	TEMP	
4	0.706	-55.0	LAT	CLA2	AREA	TEMP	
4	0.678	-54.1	LAT	CLA	CLA2	AREA	
4	0.674	-54.0	CLA	CLA2	AREA	TEMP	
5	0.735	-53.9	LAT	CLA	CLA2	AREA	TEMP
1	0.649	-59.3	SENP				
1	0.135	-51.2	COSP				
2	0.650	-57.4	SENP	COSP			
1	0.484	-55.9	SENM				
1	0.254	-52.6	COSM				
2	0.633	-57.0	SENM	COSM			

**Tabla 17.** Análisis del orden en la entrada en el modelo de cada variable explicatoria y su importancia sobre la variación geográfica de la riqueza de invertebrados del intermareal rocoso. Los datos de vientos meridionales (-M) y perpendiculares (-P) a la costas fueron analizados por separado usando un modelo lineal-angular.  $r^2$  = coeficiente de determinado de cada modelo. Los modelos fueron ordenados en forma parsimoniosa usando el Criterio de Información de Akaike (AIC) (Datos Dr. Vásquez)

Parámetros	$r^2$	AIC	Variables en el modelo				
1	0.238	-31.8	LAT				
1	0.237	-31.7	TEMP				
1	0.183	-30.9	AREA				
1	0.139	-30.3	CLA				
1	0.109	-29.9	CLA2				
2	0.254	-30.0	CLA	TEMP			
2	0.248	-29.9	CLA2	TEMP			
2	0.245	-29.9	LAT	AREA			
2	0.243	-29.9	AREA	TEMP			
2	0.243	-29.9	LAT	CLA			
2	0.241	-29.8	LAT	CLA2			
2	0.240	-29.8	LAT	TEMP			
2	0.234	-29.7	CLA	AREA			
2	0.230	-29.7	CLA2	AREA			
2	0.188	-29.0	CLA	CLA2			
3	0.269	-28.3	CLA	CLA2	TEMP		
3	0.262	-28.2	CLA	AREA	TEMP		
3	0.260	-28.1	LAT	CLA	TEMP		
3	0.259	-28.1	CLA2	AREA	TEMP		
3	0.254	-28.0	LAT	CLA	AREA		
3	0.253	-28.0	LAT	CLA	CLA2		
3	0.252	-28.0	LAT	CLA2	AREA		
3	0.249	-27.9	LAT	CLA2	TEMP		
3	0.246	-27.9	LAT	AREA	TEMP		
3	0.236	-27.7	CLA	CLA2	AREA		
4	0.298	-26.8	LAT	CLA	CLA2	TEMP	
4	0.271	-26.3	LAT	CLA	AREA	TEMP	
4	0.269	-26.3	CLA	CLA2	AREA	TEMP	
4	0.262	-26.2	LAT	CLA2	AREA	TEMP	
4	0.257	-26.1	LAT	CLA	CLA2	AREA	
5	0.298	-24.8	LAT	CLA	CLA2	AREA	TEMP
1	0.266	-32.2	SENP				
1	0.014	-28.7	COSP				
2	0.272	-30.3	SENP	COSP			
1	0.171	-30.8	SENM				
1	0.041	-29.0	COSM				
2	0.214	-29.4	SENM	COSM			

**Tabla 18.** Análisis del orden en la entrada en el modelo de cada variable explicatoria y su importancia sobre la variación geográfica de la riqueza de invertebrados del intermareal de playas de arena. Los datos de vientos meridionales (-M) y perpendiculares (-P) a la costas fueron analizados por separado usando un modelo lineal-angular.  $r^2$  = coeficiente de determinado de cada modelo. Los modelos fueron ordenados en forma parsimoniosa usando el Criterio de Información de Akaike (AIC) (Datos Dr. Jaramillo)

Parámetros	$r^2$	AIC	Variables en el modelo				
1	0.210	-65.5	CLA				
1	0.159	-64.5	CLA2				
1	0.104	-63.5	TEMP				
1	0.053	-62.6	LAT				
1	0.006	-61.8	AREA				
2	0.459	-69.6	CLA	TEMP			
2	0.442	-69.1	LAT	TEMP			
2	0.408	-68.1	LAT	CLA			
2	0.367	-67.1	CLA2	TEMP			
2	0.312	-65.7	LAT	CLA2			
2	0.267	-64.7	CLA	CLA2			
2	0.254	-64.4	CLA	AREA			
2	0.182	-63.0	CLA2	AREA			
2	0.147	-62.3	AREA	TEMP			
2	0.066	-60.8	LAT	AREA			
3	0.568	-71.2	LAT	CLA	TEMP		
3	0.561	-70.9	CLA	CLA2	TEMP		
3	0.532	-69.9	LAT	CLA2	TEMP		
3	0.522	-69.6	LAT	CLA	CLA2		
3	0.487	-68.4	CLA	AREA	TEMP		
3	0.471	-67.9	LAT	AREA	TEMP		
3	0.422	-66.5	LAT	CLA	AREA		
3	0.416	-66.4	CLA2	AREA	TEMP		
3	0.385	-65.5	CLA	CLA2	AREA		
3	0.338	-64.3	LAT	CLA2	AREA		
4	0.614	-71.0	LAT	CLA	CLA2	TEMP	
4	0.592	-70.1	LAT	CLA	AREA	TEMP	
4	0.567	-69.1	LAT	CLA2	AREA	TEMP	
4	0.562	-69.0	CLA	CLA2	AREA	TEMP	
4	0.522	-67.6	LAT	CLA	CLA2	AREA	
5	0.618	-69.2	LAT	CLA	CLA2	AREA	TEMP
1	0.194	-65.2	SENP				
1	0.014	-62.0	COSP				
2	0.215	-63.6	SENP	COSP			
1	0.219	-65.7	COSM				
1	0.100	-63.4	SENM				
2	0.287	-65.2	SENM	COSM			

**Tabla 19.** Análisis del orden en la entrada en el modelo de cada variable explicatoria y su importancia sobre la variación geográfica de la riqueza de Peces del Submarea de la costa de Chile. Los datos de vientos meridionales (-M) y perpendiculares (-P) a la costas fueron analizados por separado usando un modelo lineal-angular.  $r^2$  = coeficiente de determinado de cada modelo. Los modelos fueron ordenados en forma parsimoniosa usando el Criterio de Información de Akaike (AIC) (Datos Dr. Ojeda)

Parámetros	$r^2$	AIC	Variables en el modelo				
1	0.745	-55.8	AREA				
1	0.738	-55.5	TEMP				
1	0.629	-51.0	LAT				
1	0.017	-38.3	CLA2				
1	0.011	-38.2	CLA				
2	0.799	-56.9	CLA2	AREA			
2	0.797	-56.8	LAT	TEMP			
2	0.791	-56.4	CLA	AREA			
2	0.785	-56.1	AREA	TEMP			
2	0.763	-54.8	CLA2	TEMP			
2	0.756	-54.4	CLA	TEMP			
2	0.749	-54.0	LAT	AREA			
2	0.706	-52.0	LAT	CLA2			
2	0.695	-51.5	LAT	CLA			
2	0.044	-36.7	CLA	CLA2			
3	0.862	-59.8	LAT	AREA	TEMP		
3	0.827	-56.9	CLA2	AREA	TEMP		
3	0.818	-56.2	CLA	AREA	TEMP		
3	0.814	-55.9	CLA	CLA2	AREA		
3	0.810	-55.6	LAT	CLA2	AREA		
3	0.803	-55.2	LAT	CLA	TEMP		
3	0.801	-55.0	LAT	CLA	AREA		
3	0.798	-54.8	LAT	CLA2	TEMP		
3	0.795	-54.7	CLA	CLA2	TEMP		
3	0.724	-50.8	LAT	CLA	CLA2		
4	0.870	-58.6	LAT	CLA	CLA2	TEMP	
4	0.864	-58.0	LAT	CLA	AREA	TEMP	
4	0.862	-57.8	LAT	CLA2	AREA	TEMP	
4	0.848	-56.6	CLA	CLA2	AREA	TEMP	
4	0.825	-54.7	LAT	CLA	CLA2	AREA	
5	0.917	-62.5	LAT	CLA	CLA2	AREA	TEMP
1	0.042	-39.9	SENP				
1	0.014	-39.5	COSP				
2	0.055	-38.1	SENP	COSP			
1	0.141	-41.4	SENM				
1	0.001	-39.3	COSM				
2	0.151	-39.6	SENM	COSM			

**Tabla 20.** Análisis del orden en la entrada en el modelo de cada variable explicatoria y su importancia sobre la variación geográfica de la riqueza de invertebrados de fondos blandos del Submareal. Los datos de vientos meridionales (-M) y perpendiculares (-P) a la costas fueron analizados por separado usando un modelo lineal-angular.  $r^2$  = coeficiente de determinado de cada modelo. Los modelos fueron ordenados en forma parsimoniosa usando el Criterio de Información de Akaike (AIC) (Datos Dr. Lancelloti).

Parámetros	$r^2$	AIC	Variables en el modelo				
1	0.033	-30.0	LAT				
1	0.025	-29.9	CLA				
1	0.023	-29.9	TEMP				
1	0.016	-29.8	CLA2				
1	0.002	-29.7	AREA				
2	0.161	-29.4	LAT	AREA			
2	0.133	-29.1	LAT	TEMP			
2	0.122	-29.0	AREA	TEMP			
2	0.077	-28.5	CLA	CLA2			
2	0.060	-28.3	LAT	CLA			
2	0.054	-28.2	LAT	CLA2			
2	0.046	-28.1	CLA	TEMP			
2	0.039	-28.1	CLA2	TEMP			
2	0.027	-28.0	CLA	AREA			
2	0.019	-27.9	CLA2	AREA			
3	0.436	-31.4	LAT	CLA	TEMP		
3	0.395	-30.7	LAT	CLA2	TEMP		
3	0.204	-28.0	LAT	CLA	AREA		
3	0.201	-27.9	LAT	CLA2	AREA		
3	0.180	-27.7	LAT	AREA	TEMP		
3	0.138	-27.2	CLA	AREA	TEMP		
3	0.136	-27.1	CLA2	AREA	TEMP		
3	0.089	-26.6	LAT	CLA	CLA2		
3	0.081	-26.5	CLA	CLA2	TEMP		
3	0.077	-26.5	CLA	CLA2	AREA		
4	0.473	-30.1	LAT	CLA	CLA2	TEMP	
4	0.438	-29.4	LAT	CLA	AREA	TEMP	
4	0.395	-28.7	LAT	CLA2	AREA	TEMP	
4	0.208	-26.0	LAT	CLA	CLA2	AREA	
4	0.145	-25.3	CLA	CLA2	AREA	TEMP	
5	0.493	-28.5	LAT	CLA	CLA2	AREA	TEMP
1	0.085	-30.6	SENP				
1	0.000	-29.7	COSP				
2	0.087	-28.6	SENP	COSP			
1	0.039	-30.1	COSM				
1	0.033	-30.0	SENM				
2	0.134	-29.1	SENM	COSM			

**Tabla 21.** Análisis del orden en la entrada en el modelo de cada variable explicatoria y su importancia sobre la variación geográfica de la riqueza de invertebrados del Submarea rocosa. Los datos de vientos meridionales (-M) y perpendiculares (-P) a la costas fueron analizados por separado usando un modelo lineal-angular.  $r^2$  = coeficiente de determinado de cada modelo. Los modelos fueron ordenados en forma parsimoniosa usando el Criterio de Información de Akaike (AIC) (Datos Dr. Vásquez)

Parámetros	$r^2$	AIC	Variables en el modelo				
1	0.352	-31.8	LAT				
1	0.342	-31.7	TEMP				
1	0.186	-29.5	AREA				
1	0.028	-27.8	CLA2				
1	0.008	-27.6	CLA				
2	0.533	-33.1	LAT	CLA			
2	0.500	-32.4	LAT	CLA2			
2	0.433	-31.2	CLA	TEMP			
2	0.413	-30.8	CLA2	TEMP			
2	0.391	-30.4	CLA	CLA2			
2	0.385	-30.4	CLA	AREA			
2	0.374	-30.2	CLA2	AREA			
2	0.363	-30.0	LAT	AREA			
2	0.352	-29.8	LAT	TEMP			
2	0.346	-29.7	AREA	TEMP			
3	0.691	-35.2	LAT	CLA	TEMP		
3	0.598	-32.6	LAT	CLA2	TEMP		
3	0.591	-32.4	LAT	CLA	CLA2		
3	0.570	-31.9	LAT	CLA	AREA		
3	0.555	-31.6	LAT	CLA2	AREA		
3	0.505	-30.5	CLA	CLA2	TEMP		
3	0.483	-30.1	CLA	AREA	TEMP		
3	0.472	-29.9	CLA2	AREA	TEMP		
3	0.401	-28.6	CLA	CLA2	AREA		
3	0.363	-28.0	LAT	AREA	TEMP		
4	0.888	-43.4	LAT	CLA	CLA2	TEMP	
4	0.875	-42.3	LAT	CLA	AREA	TEMP	
4	0.836	-39.6	LAT	CLA2	AREA	TEMP	
4	0.595	-30.5	LAT	CLA	CLA2	AREA	
4	0.506	-28.5	CLA	CLA2	AREA	TEMP	
5	0.895	-42.0	LAT	CLA	CLA2	AREA	TEMP
1	0.057	-28.1	SENP				
1	0.006	-27.5	COSP				
2	0.079	-26.3	SENP	COSP			
1	0.039	-27.9	COSM				
1	0.014	-27.6	SENM				
2	0.043	-25.9	SENM	COSM			

**5.3. En relación a Objetivo específico 3: Identificar los recursos bentónicos y las principales especies vegetales y animales (micro y macroorganismos) que caracterizan cada zona biogeográfica, señalando sus rangos de distribución.**

En las Tablas 22 y 23, se resumen los resultados de los análisis realizados tendientes a identificar las distintas especies que caracterizan las distintas zonas zoogeográficas de la costa chilena. En esas Tablas, se muestran todas las especies que de acuerdo a esos análisis caracterizarían las zonas zoogeográficas identificadas en este estudio. Posteriormente a los resultados obtenidos en los análisis, cada investigador evaluó en base a su conocimiento y a la literatura científica disponible, cual de esas especies podía realmente considerarse como indicadora de una zona zoogeográfica en particular. De ahí que se presentan los criterios utilizados por los investigadores para determinar cuales especies de las resultantes de los análisis pueden considerarse como indicadoras de las zonas zoogeográficas norte, transicional y sur. En el Anexo de tablas de especies indicadoras se detallan los análisis resumidos en las Tablas 22 y 23

Vale resaltar que algunas especies indicadoras identificadas aportan tanto a la especificidad de la zona como a la probabilidad de ser registradas a través de distintas zonas (indicadora simétricas, presentes en todos los sitios de una zona). Sin embargo, también se registró el caso inverso donde algunas especies identificadas sólo están presentes en una zona zoogeográfica pero no en todos los sitios y por lo tanto aportan a la especificidad de la zona pero no es posible predecir su ocurrencia a través de los sitios (indicadores asimétricos) (descripción realizada en métodos sección 4.3). Este esquema de identificación sigue siendo válido cuando consideramos más de una zona geográfica: existen especies que está presente en todas las zonas y aportan a la especificidad de cada zona, pero puede estar en baja ocurrencia dentro de una zona y en alta ocurrencia dentro de otra. En este caso no es posible predecir su ocurrencia en los sitios de ambas zonas. Por lo que, desde la perspectiva de indicadores asimétricos, esta especie puede tener un alto valor como especie indicadora dentro de la región en la cual se manifiesta en alta ocurrencia. Varias especies identificadas en este estudio pertenecen a este último grupo de indicadores asimétricos. Aspecto que ha sido poco considerado, ya que en general sólo se valora a las especies simétricas como indicadores propiamente tal, y el aporte a la especificidad de las especies raras dentro de una región (pero que pueden ser comunes en otra) lo considera como

“ruido” a remover. Ese sesgo es el que trata de incorporar la metodología utilizada en este estudio. En cualquier caso debe tenerse en cuenta que nuestras conclusiones podrían estar influenciadas por el tamaño de la muestra (es decir, sitios muestreados para un determinado grupo taxonómico), pero esta consideración es inherente a cualquier estudio de esta naturaleza. Obviamente, la ciencia es un proceso abierto que está en constante refinamiento. Pero, estamos seguros que la calidad de las bases de datos son lo mejor que existe en su clase y por lo tanto ponen las bases para establecer criterios de clasificación tanto de la estructura geográfica de los patrones de diversidad como de la identificación de qué especies están aportando a tales patrones.

### **Invertebrados de la zona intermareal rocosa (M. Fernández, C. Valdovinos)**

*Enoplochiton niger*, *Fissurella maxima*, *Thais haemastoma* y *Tegula luctuosa*: moluscos indicadores de la zona zoogeográfica norte, tal como lo indican los resultados presentados en la Tabla 22.

*Fissurella costata* y *Scurria viridula*: estos moluscos son buenos indicadores de la zona zoogeográfica transicional.

*Fissurella picta*, *Scurria scurra* y *Scurria zebrina*: estas tres especies de moluscos claramente son indicadoras de la zona zoogeográfica sur.

*Scurria plana*, *Fissurella crassa*, *Nucella crassilabrum*, *Scurria ceciliana*, *Concholepas concholepas*, *Tonicia chilensis* y *Tonicia elegans*: se sugiere que estas especies de moluscos no sean consideradas como indicadoras de zonas zoogeográficas, debido a sus amplios rangos de distribución a lo largo de la costa chilena; esto aún cuando presentan mayores abundancias o frecuencias de ocurrencia en las zonas bioindicadas.

Otras especies de moluscos que no aparecen en los análisis y que podrían ser consideradas como indicadoras son las siguientes: i) en la zona zoogeográfica norte: *Acanthopleura echinata* (18.0-37.0°S); ii) en la zona zoogeográfica transicional: *Nacella (Patinigera) clypeater* (33.0-42.0°S), *Tegula ignota* (34.0-42.0°S) y *Tonicia disjuncta* (30.0-45.0°S), y iii) en la zona

zoogeográfica sur: *Nacella (Patinigera) magellanica* (42.0-55.0°S). Estos moluscos son especies conspicuas y prácticamente exclusivas de las zonas bioindicadas.

### **Peces de la zona intermareal rocosa (P. Ojeda)**

*Scartichthys gigas*: se distribuye desde el extremo norte hasta la zona centro sur, sin embargo, es más común en la zona norte, con escasísimos registros en la zona centro sur; es claramente una especie indicadora de la zona zoogeográfica norte.

*Scartichthys viridis*: también se distribuye desde el extremo norte hasta la zona centro sur, sin embargo, sus abundancias son muchísimo más altas en la zona central, desapareciendo al sur de Concepción. Debiera considerarse como especie indicadora de las zonas zoogeográficas norte y transicional.

*Myxodes viridis*: se distribuye desde el extremo norte hasta el extremo de la zona centro sur; sin embargo, sus mayores abundancias se observan en la zona norte siendo escasos sus registros en la zona central; es claramente una especie indicadora de la zona zoogeográfica norte.

*Tomicodon chilensis*: se distribuye desde el extremo norte hasta el extremo de la zona centro sur, sin embargo, existen muy pocos registros de esta especie al sur de la IV Región, por lo cual debiera considerarse como especie indicadora de la zona zoogeográfica norte.

*Girella laevis* y *Girella nigra*: estas dos especies co-existen en simpatria en pozas intermareales de las zonas norte y central de la costa de Chile. Sus mayores abundancias sin embargo, se encuentran en la zona norte, por lo que debieran considerarse especies indicadoras de la zona zoogeográfica norte.

*Auchenionchus microcirrhis*: se distribuye desde el extremo norte hasta la zona centro sur; sin embargo, su frecuencia y abundancia son mucho mayores en la zona norte y en la zona central (V Región) con escasísimos registros al sur de Concepción. Debiera considerarse especie indicadora de la zona zoogeográfica norte y tal vez de la transicional.

*Helcogrammoides chilensis*: al igual que la especie anterior se distribuye desde el extremo norte hasta la zona centro sur; sin embargo, su frecuencia y abundancia son mucho mayores en la zona norte y en la zona central (V Región) con escasísimos registros al sur de Concepción. Debiera considerarse especie indicadora de la zona zoogeográfica norte y tal vez de la transicional.

*Calliclinus geniguttatus*: se distribuye desde la zona centro sur (V Región) hasta el extremo sur de Chile. Su frecuencia y abundancia son mucho mayores en la zona centro sur con escasos registros en la zona central. Debiera considerarse como especie indicadora de la zona zoogeográfica sur.

*Calliclinus nudiventris*: se distribuye desde Concepción hacia el sur; sin embargo, sus mayores registros y abundancias se han observado en la región de los canales por lo que debiera considerarse como especie indicadora de la zona zoogeográfica sur.

#### **Peces de la zona submareal (P. Ojeda)**

*Seriola mazatlanana*: especie pelágica que se distribuye desde el extremo norte hasta la IV Región, siendo mucho más común entre la I y III Región por lo que debe considerarse como especie indicadora típica de la zona zoogeográfica norte.

*Seriola lalandi*: especie pelágica que se distribuye desde el extremo norte hasta la IV Región, siendo mucho más común entre la III y IV Región, por lo que debe considerarse como especie indicadora típica de la zona zoogeográfica norte.

*Anisotremus scapularis*: especie del litoral rocoso que se distribuye desde el extremo norte hasta la IV Región, siendo mucho más común entre la II y III Región, por lo que debe considerarse como especie indicadora típica de la zona zoogeográfica norte.

*Isacia conceptionis*: especie común del litoral rocoso y arenoso que se distribuye desde el extremo norte hasta la VIII Región (Talcahuano), sin embargo su frecuencia y abundancia son

mucho mayores en la zona norte, por lo que debe considerarse como especie indicadora típica de la zona zoogeográfica norte.

*Menticirrhus ophicephalus*: especie común del litoral arenoso que se distribuye desde el extremo norte hasta la IV Región; sin embargo, su frecuencia y abundancia son mucho mayores en la zona norte por lo que debe considerarse como especie indicadora típica de la zona zoogeográfica norte.

*Sciaena deliciosa*: especie bentopelágica de la plataforma continental en fondos arenosos y que se distribuye desde el extremo norte hasta la V Región; sin embargo, su frecuencia y abundancia son mucho mayores entre la I y III Región, por lo que debe considerarse como especie indicadora típica de la zona zoogeográfica norte.

*Sciaena fasciata*: especie bentónica del litoral rocoso que se distribuye desde el extremo norte hasta la V Región; sin embargo, su frecuencia y abundancia son mucho mayores entre la I y III Región por lo que debe considerarse como especie indicadora típica de la zona zoogeográfica norte.

*Stellifer minor*: especie bentopelágica de fondos arenosos y que se distribuye desde el extremo norte hasta la V Región; sin embargo, su frecuencia y abundancia son mucho mayores entre la I y III Región, por lo que debe considerarse como especie indicadora típica de la zona zoogeográfica norte.

*Sarda chilensis*: especie pelágica que se distribuye desde el extremo norte hasta la VIII Región; sin embargo, su frecuencia y abundancia son mucho mayores entre la I y III Región por lo que debe considerarse como especie indicadora típica de la zona zoogeográfica norte.

*Bathyraja brachiurops*: especie de raya bentodemersal que se distribuye desde la IX Región hasta el extremo austral. Su frecuencia y abundancia aumenta hacia el estrecho de Magallanes por lo que debe considerarse como especie indicadora típica de la zona zoogeográfica sur.

*Austromenidia nigricans*: especie de pejerrey que se distribuye desde la IX Región hasta el extremo austral. Su frecuencia y abundancia aumenta hacia el estrecho de Magallanes por lo que debe considerarse como especie indicadora típica de la zona zoogeográfica sur.

*Cottoperca gobio*: especie bentodemersal de aguas frías que se distribuye desde la costa de la IX Región hasta el extremo austral. Especie común y frecuente de la zona de los canales patagónicos, por lo que debe considerarse como especie indicadora típica de la zona zoogeográfica sur.

*Seriollella caerulea*: especie de cojinoba que se distribuye desde Chiloé hasta el extremo austral. De amplia distribución sobre la plataforma continental del extremo austral por lo que debe considerarse como especie indicadora típica de la zona zoogeográfica sur.

*Seriollella punctata*: otra especie de cojinoba que se distribuye desde Chiloé hasta el extremo austral. De amplia distribución sobre la plataforma continental del extremo austral, por lo que debe considerarse como especie indicadora típica de la zona zoogeográfica sur.

*Champscephalus esox*: especie de pez-hielo que se distribuye desde la IX Región hasta el extremo austral. Especie común y frecuente de la zona de los canales patagónicos por lo que debe considerarse como especie indicadora típica de la zona zoogeográfica sur.

*Heterogobius chiloensis*: especie de góbido que se distribuye desde Chiloé hasta el extremo austral. Sus mayores abundancias han sido reportadas para la zona de Chiloé, por lo que debe considerarse como especie indicadora típica de la zona zoogeográfica sur.

*Careproctus pallidus*: especie bentodemersal que se distribuye desde la X Región hasta el extremo austral. Es frecuente aunque no muy abundante sobre la plataforma continental del extremo austral, por lo que debe considerarse como especie indicadora típica de la zona zoogeográfica sur.

*Macruronus magellanicus*: especie de merluza bentodemersal que se distribuye desde la X Región hasta el extremo austral. Sus mayores abundancias ocurren tanto en la plataforma continental del extremo austral así como en los canales patagónicos, por lo que debe considerarse como especie indicadora típica de la zona zoogeográfica sur.

*Salitota australis*: especie bentodemersal que se distribuye desde Chiloé hasta el extremo austral. Sus mayores abundancias ocurren sobre la plataforma continental del extremo austral, por lo que debe considerarse como especie indicadora típica de la zona zoogeográfica sur.

*Patagonotothen wiltoni*, *Patagonotothen brevicauda*, *Patagonotothen canina*, *Patagonotothen cornucola*, *Patagonotothen longipes*, *Patagonotothen sima* y *Patagonotothen tessellata*: estas siete especies de nototénidos se distribuyen desde la IX región hasta el extremo austral del continente. Son peces litorales de fondos rocosos y arenosos y sus mayores abundancias ocurren en los canales patagónicos por lo que deben considerarse como especies indicadoras típicas de la zona zoogeográfica sur.

*Paralichthys patagonicus*: especie de lenguado bentodemersal de fondos arenosos que se distribuye desde Chiloé hasta el extremo austral. Sus mayores abundancias ocurren en los canales patagónicos, por lo que debe considerarse como especie indicadora típica de la zona zoogeográfica sur.

*Austrolycus depressiceps*: especie de zoarcido litoral que se distribuye desde Chiloé hasta el extremo austral. Sus mayores abundancias ocurren en los canales patagónicos por lo que debe considerarse como especie indicadora típica de la zona zoogeográfica sur.

*Medialuna ancietae*: esta especie de la familia Kyphosidae no aparece en los análisis, sin embargo debiera considerarse como indicadora de la zona zoogeográfica norte. Esta especie se distribuye desde los 18 °S hasta los 24 °S

### **Invertebrados del submareal rocoso (J. Vásquez)**

*Pagurus villosus*: esta especie de crustáceo es poco frecuente a lo largo de la costa de Chile, por lo tanto no debe considerarse como indicadora de la zona zoogeográfica transicional.

*Crepidatella dilatata*: este molusco se distribuye a lo largo de gran parte de la costa de Chile, sin un patrón de incremento o disminución de su abundancia poblacional. Por lo tanto, esta especie no debe ser utilizada como indicador de una determinada zona zoogeográfica.

*Glycymeris ovatus*: esta especie no aparece en los análisis, sin embargo debiera ser considerada como indicadora de la zona zoogeográfica transicional.

*Fusitriton magellanicus* y *Nassarius taeniolatus*: situación similar a la de la especie anterior; ambos moluscos no aparecen en los análisis, sin embargo son taxa muy conspicuos en la zona zoogeográfica sur, por lo cual debieran ser consideradas como indicadoras de esa región zoogeográfica.

### **Especies sésiles de la zona intermareal rocosa (P. Camus)**

*Mazzaella laminarioides*: macroalga asociada principalmente a la zona zoogeográfica transicional; en el norte grande está virtualmente ausente y aunque también ha sido encontrada en la zona austral, su frecuencia y abundancia son mucho menores que en la zona central. En este sentido, ya que su distribución no se restringe a la zona zoogeográfica transicional únicamente, puede considerarse como una especie representativa de esa zona, más que indicadora en términos estrictos.

*Codium dimorphum*: situación similar a *Mazzaella*; esta macroalga se ha registrado en la zona austral y el norte grande, pero es claramente mucho más abundante y frecuente en la zona zoogeográfica transicional, por lo cual también se la considera como representativa.

*Bosiella chiloensis*: en teoría, esta macroalga no ha sido registrada más al sur de Chiloé ni en el norte grande, por lo que puede ser una buena indicadora de la zona zoogeográfica transicional. Sin embargo es poco frecuente y poco abundante.

*Adenocystis utricularis*: esta especie de macroalga está más ligada a la zona transicional; sin embargo, es poco conocida y en teoría es de distribución muy amplia (prácticamente de Arica a la Antártida). Además, su situación taxonómica no es clara, ya que en la literatura su distribución estaría confundida con la de otra alga casi igual, pero del género *Utriculidium*. Se sugiere no usar esta especie como indicadora ni representativa.

*Ectocarpus confervoides*: especie de macroalga claramente ligada a la zona zoogeográfica norte, pero su distribución sería en todo Chile y su taxonomía no es muy clara. Se sugiere no considerar esta especie.

*Balanus flosculus*: esta especie de cirripedio puede ser considerada como indicadora de la zona zoogeográfica transicional (la situación para *Balanus laevis*, es casi la misma que para *B. flosculus*, y aunque no está marcada como significativa, también puede ser considerada como representativa).

Demospongiae no determinada: esta esponja de color anaranjado es muy representativa de la zona zoogeográfica norte (y quizá una buena indicadora). Aunque en la práctica no podría confundirse con ninguna otra esponja, no ha podido ser identificada a nivel de especie.

Otra especie que no aparece en los análisis y que podría ser indicadora es *Hypnea cenomyce*: el nombre específico requiere confirmación porque sólo ha sido descrita para islas oceánicas, pero es claramente una *Hypnea*. Aunque no fue significativa, esta especie es muy característica (frecuente y abundante) de la zona zoogeográfica norte.

### **Invertebrados de la zona intermareal arenosa (E. Jaramillo)**

Gliceridae: los anélidos de esta familia ocurren en los niveles más bajos de la zona intermareal. Estos poliquetos han sido registrados a lo largo de toda la costa de Chile, sin un patrón de incremento o disminución de sus abundancias a lo largo de su distribución. Sobre la

base de esos antecedentes, este taxon no puede ser considerado como indicador de alguna zona biogeográfica, aun cuando los análisis indiquen que este grupo es indicador de la zona zoogeográfica norte.

*Ocypode gaudichaudii*: este crustáceo braquiuro habita en los niveles superiores de la zona intermareal de playas de arena del norte de Chile. El límite sur de su distribución se ubica aproximadamente en el paralelo 23°S. Por lo tanto, esta especie puede ser usada como indicadora de la zona zoogeográfica norte de la costa chilena.

*Ogyrides tarazonai*: este crustáceo braquiuro ocurre en los niveles más bajos de la zona intermareal e intermareal somero. Esta especie ha sido registrada solamente en la costa de la zona norte del país. Sin embargo, aun cuando esta especie ocurre solo en la zona zoogeográfica norte, no podría ser considerada como especie indicadora debido a sus bajas abundancias poblacionales.

*Orchestoidea tuberculata*: este crustáceo anfípodo habita en los niveles más altos de la zona intermareal. Posee una muy amplia distribución latitudinal en la costa de Chile, la cual se extiende desde aproximadamente los 25°S hasta los 43°S. Nuestros datos no muestran un patrón de incremento o disminución de su abundancia a lo largo de su distribución latitudinal. Por lo tanto, esta especie no puede ser considerada como indicadora de una zona de transición, como muestran los resultados de los análisis de quiebres biogeográficos.

*Excirolana hirsuticauda*: este crustáceo isópodo se caracteriza por habitar en los niveles medios de la zona intermareal. El patrón de distribución latitudinal de esta especie es muy similar a la de *O. tuberculata*, aunque a diferencia de ese anfípodo, no esta presente en todas las playas. Sobre la base de estos antecedentes, es posible considerar a esta especie como indicadora de la zona zoogeográfica sur, tal como lo muestran los resultados de los análisis de quiebres biogeográficos.

Cabe destacar que una especie con eventual importancia en la determinación de patrones biogeográficos es el crustáceo isópodo *Tylos spinulosos* (aun cuando no haya emergido de los análisis de quiebres biogeográficos). Esta especie presenta una restringida distribución latitudinal

(25° - 29°S) y es un organismo característico de los niveles superiores de las playas de arena de esta franja de la costa de Chile.

### **Invertebrados de la zona submareal arenosa (D. Lancellotti)**

*Diastylis tongoyensis*: este crustáceo cumáceo fue descrito recientemente para la zona de Tongoy y alrededores. Los cumáceos no son muy conocidos (y por lo tanto, casi nunca citados), sin embargo, se ha registrado esta especie de manera abundante desde la zona de Huasco hasta el límite de la III Región. Muestras provenientes de bahías de la VII y VIII Región no registraron la presencia de este cumáceo. Por lo tanto, esta especie puede ser considerada como característica de la zona zoogeográfica norte.

*Dispio uncinata*: al igual que la especie anterior, este poliqueto es poco conocido. Ha sido encontrado abundantemente en la zona de Huasco y Caldera-Bahía Inglesa. Por lo anterior, esta especie puede considerarse como indicadora de la zona zoogeográfica Norte.

*Goniada uncinigera*: esta especie se ha encontrado en la zona de Huasco pero también en Chiloé y algo más al sur. En la zona de Punta Arenas y alrededores se han registrado altas abundancias de otra especie del mismo género. Se sugiere que *Goniada uncinigera* sea considerada como una especie de la zona zoogeográfica transicional.

*Oliva peruviana*: si bien este molusco ha sido registrado hasta los 37° S, es una especie definitivamente típica de la gran mayoría de los fondos blandos submareales de la ecorregión norte (desde fondos de arena fina hasta grava). De acuerdo a lo anterior, esta especie puede ser considerada indicadora de la zona zoogeográfica norte

*Pinnixa transversalis*: este crustáceo vive dentro de tubos construídos por el poliqueto *Chaetopterus variopedatus* y probablemente es un simbiote obligado de éste. Este crustáceo es muy abundante en ambientes fangosos de la III y IV Región. No se ha registrado en el sur de Chile (aunque probablemente esta presente), pero su ocurrencia dependerá de la presencia del poliqueto. Si bien puede ser interesante considerar esta asociación cangrejo-poliqueto como

indicador, el poco conocimiento taxonómico del poliqueto y la dependencia del mismo, sugiere no considerar a esta especie como indicadora.

*Prionospio peruana*: este poliqueto es común y abundante en las zonas de Coquimbo, Huasco y Caldera; también se ha encontrado en Antofagasta. El rango de distribución geográfica citado para esta especie va desde el norte de Perú hasta la zona de Chiloé. En muestras provenientes de la XI y XII Regiones no se ha registrado a este poliqueto, pero sí a la especie *Prionospio patagonica*. Por otro lado, desde Los Vilos al norte no se ha registrado la presencia de *P. patagonica*. Esto resulta muy interesante, ya que son especies muy emparentadas que pueden ser usadas como indicadoras de dos macrozonas: *P. peruana* de la ecorregión Norte y *P. patagonica* de la Sur. Ambos poliquetos sobreponen su distribución en la zona zoogeográfica transicional.

*Aglaophamus macroura*: los poliquetos neftidos son bien interesantes y de relativamente fácil identificación, aunque sus diferencias son más bien sutiles. Esto último induce a la confusión; además estos organismos son poco estudiados, por lo que no debieran ser considerados como indicadores. No obstante lo anterior, la literatura siempre cita a *A. macroura* para la zona zoogeográfica sur lo que coincide con el análisis realizado en este estudio.

*Edwardsia intermedia*: esta actinia de fondos blandos está citada sólo para la zona zoogeográfica sur y hasta ahí el análisis es consistente. Sin embargo, esta especie (o una muy emparentada) está presente bajo los 40-50 m de profundidad entre Huasco y Coquimbo. Esto, junto a que es una especie poco conocida, sugiere no incluirla como especie indicadora.

*Prionospio patagonica*: ver texto para *P. peruana*.

*Tharyx longisetosa*: esta especie de poliqueto tiene una distribución mucho más amplia que la mostrada en la Tabla 23 . Ha sido registrada abundantemente en Huasco y, también en Chiloé. Por lo tanto, se sugiere no considerarla como especie indicadora.

*Euzonus* sp.: género de poliqueto que se distribuye a lo largo de toda la costa chilena, por lo que la especie indeterminada no debiera ser considerada dentro de los taxa indicadores de zonas biogeográficas.

*Malletia chilensis*: especie poco conocida/estudiada, sin embargo, su distribución se restringe al rango geográfico que se señala en la Tabla 23. Esta especie debe ser considerada como característica de la zona zoogeográfica transicional.

**Tabla 22.** Resumen del análisis de especies indicadoras para grupos taxonómicos que habitan la zona intermareal de la costa Chilena. Se muestra también la zona zoogeográfica que caracterizan, según los resultados del análisis de quiebres zoogeográficos de este estudio y su rango de distribución conocida. Trans=región transicional.

Hábitat		Grupo	Especie	Zona zoogeográfica	Rango de distribución	
Intermareal	Rocoso	invertebrados	<i>Enoplochiton niger</i>	Norte	8.0 °S – 32.0 °S	
			<i>Fissurella crassa</i>	Norte	0.0 °S – 55.0 °S	
			<i>Fissurella maxima</i>	Norte	18.0 °S – 42.0 °S	
			<i>Loxechinus albus</i>	Norte	0.0 °S – 53.0 °S	
			<i>Scurria plana</i>	Norte	18.0 °S – 53.0 °S	
			<i>Tetrapyrgus niger</i>	Norte	8.0 °S – 53.0 °S	
			<i>Thais haemastoma</i>	Norte	25.0 °S – 32.0 °S	
			I	<i>Concholepas concholepas</i>	Norte	8.0 °S – 53.0 °S
				<i>Liopetrolisthes mitra</i>	Norte	8.0 °S – 40.0 °S
				<i>Tegula luctuosa</i>	Norte	18.0 °S – 42.0 °S
				<i>Fissurella costata</i>	Trans	25.0 °S – 43.0 °S
				<i>Scurria viridula</i>	Trans	18.0 °S – 31.0 °S
				<i>Fissurella picta</i>	Sur	35.0 °S – 55.0 °S
				<i>Nucella crassilabrum</i>	Sur	27.0 °S – 42.0 °S
				<i>Scurria ceciliana</i>	Sur	18.0 °S – 53.0 °S
				<i>Scurria scurra</i>	Sur	18.0 °S – 55.0 °S
				<i>Scurria zebrina</i>	Sur	18.0 °S – 55.0 °S
		<i>Tonicia chilensis</i>	Sur	8.0 °S – 56.0 °S		
		<i>Tonicia elegans</i>	Sur	8.0 °S – 40.0 °S		
		Peces	<i>Scartichthys gigas</i>	Norte	18.0 °S – 40.0 °S	
			<i>Scartichthys viridis</i>	Norte	18.0 °S – 36.0 °S	
			<i>Scartichthys crapulatus</i>	Norte	28.0 °S – 34.0 °S	
			<i>Myxodes viridis</i>	Norte	18.0 °S – 44.0 °S	
			<i>Tomicodon chilensis</i>	Norte	18.0 °S – 44.0 °S	
			<i>Girella laevisfrons</i>	Norte	18.0 °S – 40.0 °S	
			<i>Graus nigra</i>	Norte	18.0 °S – 40.0 °S	
			<i>Auchenionchus microcirrhis</i>	Norte	18.0 °S – 38.0 °S	
			<i>Auchenionchus variolosus</i>	Norte	32.0 °S – 36.0 °S	
			<i>Helcogrammoides chilensis</i>	Norte	20.0 °S – 36.0 °S	
<i>Calliclinus geniguttatus</i>	Sur		32.0 °S – 56.0 °S			
<i>Calliclinus nudiventris</i>	Sur		36.0 °S – 46.0 °S			
Sésiles	<i>Demospongiae nd</i>	Norte	18.0°S – 26.0°S			
	<i>Ectocarpus confervoides</i>	Norte	20.0°S – 56.0°S			
	<i>Gelidium chilense</i>	Trans	15.5°S – 33.0°S			
	<i>Mazzaella laminarioides</i>	Trans	12.0°S – 56.0°S			
	<i>Codium dimorphum</i>	Trans	20.0°S - 45.0°S			
	<i>Balanus flosculus</i>	Trans				
	<i>Adenocystis utricularis</i>	Trans	18.0°S – 56.0°S			
	<i>Bosiella chiloensis</i>	Trans	33.0°S – 42.0°S			

Continuación Tabla 22.

<b>Zona</b>	<b>hábitat</b>	<b>Grupo</b>	<b>Especie</b>	<b>Zona zoogeográfica</b>	<b>Rango de distribución</b>
	Arenoso	Invertebrados	Gliceridae	Norte	19.3 °S – 55.1 °S
			<i>Lepidopa chilensis</i>	Norte	8.0 °S – 39.0 °S
			<i>Ocypode gaudichaudii</i>	Norte	18.0 °S – 24.0 °S
			<i>Ogyrides tarazonai</i>	Norte	21.0 °S – 21.2 °S
			<i>Orchestoidea tuberculata</i>	Trans	23.7 °S – 43.1 °S
			<i>Excirolana hirsuticauda</i>	Sur	27.0 °S – 43.0 °S

**Tabla 23.** Resumen del análisis de especies indicadoras para grupos taxonómicos que habitan la zona Submareal de la costa Chilena. Se muestra también la zona zoogeográfica que caracterizan según los resultados del análisis de quiebres zoogeográficos de este estudio y su rango de distribución conocida. Trans=zona zoogeográfica transicional.

Hábitat	Grupo	Especie	Zona zoogeográfica	Rango de distribución	
Submareal	Rocoso	Invertebrados	<i>Pagurus villosus</i>	Trans	
			<i>Crepidatella dilatata</i>	Sur	34.0 °S – 55.0 °S
		Peces	<i>Alopias vulpinus</i>	Norte	18.0 °S – 44.0 °S
			<i>Heptranchias perlo</i>	Norte	18.0 °S – 40.0 °S
			<i>Helanichus griseus</i>	Norte	18.0 °S – 44.0 °S
			<i>Charchodon charcharias</i>	Norte	18.0 °S – 44.0 °S
			<i>Cephaloscilium ventriosum</i>	Norte	18.0 °S – 40.0 °S
			<i>Sphyrna zygaena</i>	Norte	18.0 °S – 40.0 °S
			<i>Squatina armata</i>	Norte	18.0 °S – 44.0 °S
			<i>Triakis maculate</i>	Norte	18.0 °S – 40.0 °S
			<i>Aplodactylus punctatus</i>	Norte	18.0 °S – 40.0 °S
			<i>Trachionotus paitensis</i>	Norte	18.0 °S – 20.0 °S
			<i>Seriola mazatlana</i>	Norte	18.0 °S – 28.0 °S
			<i>Seriola lalandi</i>	Norte	18.0 °S – 28.0 °S
			<i>Trachurus murphy</i>	Norte	18.0 °S – 38.0 °S
			<i>Cheilodactylus variegatus</i>	Norte	18.0 °S – 40.0 °S
			<i>Sardinops sagal</i>	Norte	18.0 °S – 40.0 °S
			<i>Coryphaena hippurus</i>	Norte	18.0 °S – 44.0 °S
			<i>Engraulis ringens</i>	Norte	18.0 °S – 38.0 °S
			<i>Epigonus crassicaudus</i>	Norte	18.0 °S – 44.0 °S
			<i>Tomicodon chilensis</i>	Norte	18.0 °S – 44.0 °S
			<i>Sicyases hildenbrandi</i>	Norte	18.0 °S – 40.0 °S
			<i>Maurolicus muelleri</i>	Norte	18.0 °S – 44.0 °S
			<i>Anisotremus scapularis</i>	Norte	18.0 °S – 32.0 °S
			<i>Isacia conceptionis</i>	Norte	18.0 °S – 38.0 °S
			<i>Girella laevisfrons</i>	Norte	18.0 °S – 40.0 °S
			<i>Graus nigra</i>	Norte	18.0 °S – 40.0 °S
			<i>Semicossyphus darwini</i>	Norte	18.0 °S – 40.0 °S
			<i>Semicossyphus maculatus</i>	Norte	18.0 °S – 40.0 °S
			<i>Auchenionchus microcirrhys</i>	Norte	18.0 °S – 38.0 °S
			<i>Labrisomus philippii</i>	Norte	18.0 °S – 42.0 °S
			<i>Mugil cephalus</i>	Norte	18.0 °S – 42.0 °S
			<i>Ophictus ater</i>	Norte	18.0 °S - 40.0 °S
			<i>Ophictus remiger</i>	Norte	18.0 °S – 40.0 °S
			<i>Ophictus dicellurus</i>	Norte	18.0 °S – 40.0 °S
			<i>Ophictus callaensis</i>	Norte	18.0 °S – 40.0 °S
			<i>Ophictus pacifici</i>	Norte	18.0 °S – 40.0 °S
			<i>Hippoglossina montemaris</i>	Norte	18.0 °S – 40.0 °S
			<i>Paralichthys adpersus</i>	Norte	18.0 °S – 40.0 °S
			<i>Chromis crusma</i>	Norte	18.0 °S – 38.0 °S
			<i>Chromis intercrusma</i>	Norte	18.0 °S – 40.0 °S
			<i>Menticirrhus ophicephalus</i>	Norte	18.0 °S – 34.0 °S
			<i>Sciaena deliciosa</i>	Norte	18.0 °S – 34.0 °S
			<i>Sciaena fascista</i>	Norte	18.0 °S – 34.0 °S
			<i>Stellifer minor</i>	Norte	18.0 °S – 34.0 °S
			<i>Sarda chilensis</i>	Norte	18.0 °S – 40.0 °S

Continuación Tabla 23

Zona	hábitat	Grupo	Especie	Zona zoogeográfica	Rango de distribución
Submareal	Rocoso	Peces	<i>Scomber japonicus</i>	Norte	18.0 °S – 34.0 °S
			<i>Thunnus alalunga</i>	Norte	18.0 °S – 44.0 °S
			<i>Thunnus albacares</i>	Norte	18.0 °S – 42.0 °S
			<i>Thunnus obesus</i>	Norte	18.0 °S – 36.0 °S
			<i>Acanthistius pictus</i>	Norte	18.0 °S – 38.0 °S
			<i>Hemilutjans macropthalmos</i>	Norte	18.0 °S – 40.0 °S
			<i>Tetragonorus cuvieri</i>	Norte	18.0 °S – 36.0 °S
			<i>Xiphias gladius</i>	Norte	18.0 °S – 40.0 °S
			<i>Bathyraja brachiurops</i>	Sur	38.0 °S – 54.0 °S
			<i>Austromeniidia nigricans</i>	Sur	38.0 °S – 56.0 °S
			<i>Cottoperca gobio</i>	Sur	38.0 °S – 56.0 °S
			<i>Seriollela caerulea</i>	Sur	42.0 °S – 56.0 °S
			<i>Seriollela punctata</i>	Sur	42.0 °S – 56.0 °S
			<i>Champscephalus esox</i>	Sur	38.0 °S – 56.0 °S
			<i>Heterogobius chilensis</i>	Sur	42.0 °S – 56.0 °S
			<i>Careproctus pallidus</i>	Sur	40.0 °S – 56.0 °S
			<i>Macruronus magellanicus</i>	Sur	40.0 °S – 56.0 °S
			<i>Merluccius australis</i>	Sur	36.0 °S – 56.0 °S
			<i>Salitota australis</i>	Sur	42.0 °S – 56.0 °S
			<i>Dissostichus eleginoides</i>	Sur	38.0 °S – 56.0 °S
			<i>Patagonotothen wiltoni</i>	Sur	38.0 °S – 56.0 °S
			<i>Patagonotothen brevicauda</i>	Sur	38.0 °S – 56.0 °S
			<i>Patagonotothen canina</i>	Sur	38.0 °S – 56.0 °S
			<i>Patagonotothen cornucola</i>	Sur	38.0 °S – 56.0 °S
			<i>Patagonotothen longipes</i>	Sur	38.0 °S – 56.0 °S
			<i>Patagonotothen sima</i>	Sur	38.0 °S – 56.0 °S
			<i>Patagonotothen tessellata</i>	Sur	38.0 °S – 56.0 °S
			<i>Hippoglossina mystacium</i>	Sur	38.0 °S – 56.0 °S
			<i>Paralichthys patagonicus</i>	Sur	38.0 °S – 56.0 °S
			<i>Autrolycus depressiceps</i>	Sur	40.0 °S – 56.0 °S
Arenoso	Invertebrados	<i>Diastylis tongoyensis</i>	Trans	30.0 °S – 30.0 °S	
		<i>Dispio uncinata</i>	Trans	33.0 °S – 33.0 °S	
		<i>Goniada uncinigera</i>	Trans	39.9 °S – 39.9 °S	
		<i>Oliva peruviana</i>	Trans	0.0 °S – 37.0 °S	
		<i>Pinnixa transversalis</i>	Trans	18.0 °S – 55.0 °S	
		<i>Prionospio peruana</i>	Trans	5.0 °S – 42.0 °S	
		<i>Aglaophamus macroura</i>	Sur	41.9 °S – 54.9 °S	
		<i>Edwardsia intermedia</i>	Sur	41.0 °S – 54.0 °S	
		<i>Prionospio patagonica</i>	Sur	33.4 °S – 54.9 °S	
		<i>Tharyx longisetosa</i>	Sur	30.1 °S – 42.4 °S	
		<i>Euzonus</i> sp.	Sur	32.6 °S – 53.2 °S	
		<i>Malletia chilensis</i>	Sur	29.0 °S – 37.0 °S	

**5.4. En relación a Objetivo específico 4: Ratificar o en su defecto proponer una nueva zonificación biogeográfica en el área de estudio.**

De acuerdo a los resultados de este Proyecto y como fue planteado en el objetivo específico 2, es necesario modificar los actuales límites zoogeográficos vigentes y definidos en el D.S. MINECOM N° 730/95. Las nuevas zonas zoogeográficas serían las siguientes:

De acuerdo a lo anterior se propone el siguiente esquema de zonación zoogeográfica:

- 1) Zona I (Norte de Chile): desde el límite norte de Chile hasta los 24° de Latitud Sur.
- 2) Zona II (zona zoogeográfica “buffer” entre las zonas zoogeográficas I y III) desde los 24°S hasta los 26° de latitud Sur.
- 3) Zona III (Transicional de Chile centro-norte) desde los 26°S hasta los 30° de Latitud Sur.
- 4) Zona IV (zona zoogeográfica “buffer” entre las zona transicional de Chile centro-norte y centro-centro) desde los 30°S hasta los 33° de Latitud Sur.
- 5) Zona V (Transicional de Chile centro-centro) desde los 33°S hasta los 38° de Latitud Sur.
- 6) Zona VI (“buffer” entre las zonas zoogeográficas V y VII ) desde los 38°S hasta los 41° de Latitud Sur.
- 7) Zona VII (Sur de Chile) desde los 41°S hasta los 48° de Latitud Sur
- 8) Zona VIII (Sur de Chile) desde los 48°S hasta los 54° de Latitud Sur
- 9) Zona IX (Sur de Chile) desde los 54°S hasta el límite sur de Chile continental.

**5.5. En relación a Objetivo específico 5: Proponer un protocolo general y, cuando sea necesario, protocolos específicos para el traslado de recursos hidrobiológicos entre zonas biogeográficas distintas**

El desarrollo de protocolos para el traslado de recursos hidrobiológicos entre distintas zonas biogeográficas tiene entre sus objetivos principales los siguientes:

- i) Minimizar los riesgos de propagar enfermedades, parásitos y plagas como resultado del traslado de especies desde una zona biogeográfica a otra.
- ii) Minimizar los riesgos de la liberación y establecimiento de especies que han sido transportados desde una zona biogeográfica a otra.

Esto con el fin de que los ecosistemas naturales se mantengan en un estado libre de factores bioóxicos que pueda tener un efecto nocivo sobre su estructura y función. La elaboración de este tipo de protocolos ha sido abordada en el *Proyecto FIP n° 2001-24 “Re poblamiento de bancos de macha en la playa Las Machas de Arica, I Región”* realizado por la Universidad Católica del Norte (2003). En ese estudio, se detallan las condiciones que se deben cumplir, cuando se considere el traslado de recursos bentónicos con fines de repoblación. La generalidad y los principios elaborados en dicho protocolo pueden ser extrapolados a otros organismos y otros fines del traslado. Por lo tanto, no resulta estrictamente necesario desarrollar protocolos adicionales específicos. Sin embargo, dicho protocolo no considera el traslado de especies entre distintas zonas biogeográficas. Es decir, aunque se considera como importante el itinerario y medio de transporte, este no indica tener especiales consideraciones en el traslado de especies desde el sur hacia el norte o viceversa; tampoco considera el traslado de especies fuera de su rango de distribución natural. Sólo desde esta perspectiva ecológica, es que se puede comprender mejor la necesidad de establecer un marco de consideraciones para el traslado de especies.

### PROTOCOLO III

#### CONSIDERACIONES PARA REDUCIR RIESGOS AMBIENTALES EN EL TRANSPORTE DE ORGANISMOS BENTÓNICOS

##### Traslado de Adultos, Juveniles y Larvas.

3.1. El traslado, en todos sus aspectos y etapas, debe considerar la preocupación por el bienestar del organismo

3.2. El traslado de recursos hidrobiológicos en cualquiera de sus etapas, estados y origen deberá contar con la documentación pertinente (guía de despacho, guía de libre tránsito, certificado sanitario, etc.).

3.3. Las medidas a considerar en el traslado de una especie con fines de repoblamiento deberán estar acorde con el título X y XIV del "Reglamento sobre las medidas de protección, control y erradicación de las enfermedades de alto riesgo para las especies hidrobiológicas", sin perjuicio de los programas sanitarios generales que se elaboren.

3.4. Sin perjuicio de lo anterior, el traslado de animales deberá incluir un plan del traslado, donde se establecerá:

- (a) itinerario del traslado (ruta y medio de transporte a utilizar)
- (b) lugar de disposición de organismos muertos
- (c) lugar de disposición de residuos líquidos
- (d) desinfección del medio de transporte
- (e) desinfección/eliminación de residuos sólidos

3.5. De ser requerido, el plan de traslado anterior deberá establecer, durante el transcurso del viaje, el reemplazo de la matriz líquida en donde se encuentran los organismos o del agua utilizada para mitigar la desecación sufrida por ellos. Ello implica que, al momento de liberar los organismos, estos ya estarán inmersos en agua proveniente del lugar receptor o que estos ya hayan sido bañados con agua de ese lugar. En el caso que el lugar donante tenga un historial de plagas, el recambio de agua durante el traslado será siempre obligatorio. En toda ocasión, el reemplazo de la matriz líquida y los baños deberán realizarse en tierra firme y lejos de cursos de aguas.

3.6. El traslado deberá incluir un plan de contingencia en caso que suceda una eventual mortandad masiva durante el traslado, indicando:

- (a) potenciales lugares de disposición de los organismos muertos a lo largo de la ruta de traslado
- (b) desinfección/eliminación de residuos líquidos o sólidos
- (c) desinfección del medio de transporte
- (d) la toma de muestras para determinar la(s) causa(s) de mortalidad

Así, además de las consideraciones y requisitos técnicos y administrativos para el traslado de especies bentónicas, se debe considerar la estructura geográfica de las zonas zoogeográficas identificadas en este estudio y los rasgos de historia de vida de las especies indicadoras y

representativas, que puedan dar luces acerca de los procesos ecológicos que podían verse afectados por el traslado e introducción de una especie o más especies.

**PROTOCOLO  
CONSIDERACIONES ECOLÓGICAS PARA EL TRASLADO DE ESPECIES ENTRE  
ZONAS ZOOGEOGRÁFICAS DEL LITORAL DE CHILE**

- 1) Con una perspectiva precautoria debe evitarse el traslado de especie fuera de su rango de distribución.
- 2) Cualquier solicitud de traslado de especies dentro de su rango de distribución, pero hacia una distinta eco-región de Chile debería considerar el desarrollo de estudios de línea base que den evidencia acerca de los potenciales efectos positivos y negativos de la especie sobre la estructura y función de la comunidad a la cual sería introducida. En esta evaluación se debería considerar :
  - (a) La zona zoogeografica de donde la especie es originaria
  - (b) Localización del centro de masas de la distribución de la especie (rango de distribución promedio con mayor abundancia).
  - (c) Relación entre de la distancia del sitio de colecta y el sitio de introducción con la distancia entre los extremos del rango de distribución de la especie trasladada.
  - (d) Nivel trófico de la especie, identificando las presas y depredadores de su zona de origen y las especies que podrían cumplir estos roles en la zona a la cual será trasportada.
  - (e) Identificar el rol directo de la especie introducida sobre la riqueza de especies de la comunidad (efectos de bio-ingenieros ecosistemicos autogénico y/o alogénico).
- 3) Comparar los rasgos de historia de vida de la especie a trasladar e introducir con las características de las especies indicadoras de taxa relacionados o cercanos presentes en la eco-región de destino, considerando
  - (a) ciclo de vida,
  - (b) tipo y estacionalidad de la reproducción
  - (c) tipo de desarrollo larval (dispersante vs. incubante)
  - (d) influencia de factores ambientales sobre los procesos reproductivos.

Sobre la base de los antecedentes anteriores, el traslado de especies debería considerar los siguientes criterios:

- (a) Minimizar la distancia de traslado (Basado en los resultados de este informe se recomienda el traslado menor a 200 km entre zonas zoogeográficas dentro del rango de distribución de la especie y dentro zonas pertenecientes a una misma región biogeográfica y de 700 km para el traslado entre zonas zoogeográficas pertenecientes a distintas regiones biogeográficas. Sin embargo, se debe considerar que estas escalas pueden estar influenciadas por los grupos taxonomicos estudiados y la extensión y grano espacial de los sitios estudiados, por lo cual pueden verse modificadas en estudios posteriores).

- (b) Favorecer el traslado de especies hacia zonas zoogeográficas en las cuales están presentes pero en baja abundancia.
- (c) Evitar el traslado de especies de alto nivel trófico y con efectos importantes sobre la riqueza de especies (ingenieros ecosistémicos)
- (d) Evitar el traslado de especies sobre las cuales no se tengan antecedentes ecológicos validados (publicados).

Las consideraciones descritas en ambos protocolos de traslado con complementarios, mientras el primero prioriza los requisitos técnicos y administrativos para el traslado de especies, el segundo prioriza los criterios ecológicos para el traslado de especies. Posteriores interpretaciones a estos protocolos, deben poner énfasis en los rasgos de historia de vida de la especie particular y usar los criterios esbozados en este punto como criterios generales que deben ser refinados para la especie respectivas. Los resultados detallados en este estudio en términos de las zonas zoogeográficas y el análisis de especies indicadoras, provee de un marco general para realizar estas comparaciones con las especies a trasladar e introducir en el ambiente natural.

Para esta comparación se debe considerar el proceso desarrollado para seleccionar las especies indicadoras de cada zona zoogeográfica. En nuestro análisis se consideró la importancia tanto de los aspectos de especificidad de una especie a una zona y su ocurrencia dentro y entre zonas. Además, los resultados (estadísticos) de las especies indicadoras luego pasó por el filtro de todos los expertos que las postularon como **especie indicadora o representativas**. Esto justifica la relevancia de la descripción de la historia natural de la especie desarrollado para cada grupo taxonómico y zona zoogeográfica identificada. Por lo tanto, para responder la pregunta con qué especie indicadora se debe realizar la comparación de una especie a trasladar, se recomienda seleccionar las especies indicadoras con estrategias de vida similares, es decir que pertenezcan al mismo grupo taxonómico, desarrollo larval similar (por ejemplo, desarrollo pelágico o

directo,etc.). Estas comparaciones deben apuntar a posibles interacciones que se puedan establecer entre la especie a trasladar con las especies indicadoras y la comunidad de la zona, las posibles modificaciones de patrones y estructuras ecológicas reconocibles en dicha comunidad y, especialmente, si esas estructuras y patrones están bien definidos y determinados por la o las especie indicadoras.

**5.6. En relación a Objetivo específico 6: Proponer las modificaciones legales y/o reglamentarias para el traslado de organismos hidrobiológicos entre zonas biogeográficas distintas.**

**Sugerencias**

i) El concepto de zonas zoogeográficas debe ser revisado, a fin de dar cuenta integra de los factores determinantes de la misma, toda vez que se ha establecido a partir de este estudio que las características de las masas de aguas no son el único factor relevante para su caracterización. Esta modificación no puede ir más allá de decir que las zonas zoogeográficas están determinadas por una serie de factores bióticos y abióticos, cuya identificación e importancia relativa requiere de más estudios en el tema.

Sin perjuicio de lo anterior, también se observa una incoherencia entre el término que recoge el artículo 1 n° 13 del Decreto 730 y el contenido del concepto a él asociado, toda vez que este hace referencia a los “organismos acuáticos”, noción que da cuenta, tanto de los componentes bióticos vegetales y animales, por lo que el término zoogeográfico es insuficiente y podría ser sustituido por biogeográfico. Como este estudio se basa en datos zoogeográficos, esta modificación es necesaria pero requiere de un estudio que incorpore los taxas distantes (i.e., plantas).

La importancia de lo expuesto, radica en que un adecuado concepto de zona biogeográfica puede constituir una eficaz herramienta de interpretación o hermenéutica jurídica, toda vez que

según establece el artículo 20 del Código Civil, en relación con las palabras de la ley “... cuando el legislador las haya definido expresamente para ciertas materias, se les dará en estas su significado legal...” .

El concepto de clasificación biogeográfica dentro del cual se pueden enmarcar los resultados de este estudio podría llegar a ser parte de una estructura jerárquica en la cual se considere la existencia de **Regiones** y **Provincias** biogeográficas según lo descrito por estudios previos tales como el de Sullivan et al. (1999) y los resumidos en la Figura 41 de la sección patrones de diversidad de especies. En términos relativos, los resultados de Sullivan et al. (1999) basados en las propiedades físicas del ambiente concuerdan con las Regiones y Provincias que históricamente han sido reportadas para la costa oriental de América del sur (Figura 41 y 43). En nuestro esquema de clasificación y considerando la naturaleza de los datos utilizados en este estudio, se propone el concepto de **zona zoogeográfica** que podría ser re-definido, sólo con fines operacionales y sujeto a futuros refinamientos como **una unidad espacial caracterizada por la formación de agrupaciones taxonómicas similares tanto en composición como número de especies y que está determinada por una combinación de factores ambientales que operan en escalas de decenas a centenas de kilómetros**. Esta definición es operativa en el sentido que incorpora la noción de grupo taxonómico utilizada comúnmente en estudios de esta naturaleza (e.g., Brattstrom & Johannsen 1983, Lancelloti & Vásquez. 1999) y enfatiza la necesidad de someter a prueba la validez de las zonas identificadas para otros grupos taxonómicos. Pero, además incorpora los resultados de este estudio al referirse explícitamente a escalas espaciales finitas, perspectiva cuya importancia ha permeado en el estudio de los patrones geográficos de la diversidad de especies (Legendre & Legendre 1998). Una búsqueda de artículos relativos a la costa de Chile han utilizado este concepto zoogeográfico (e.g., Lancelloti y Vasquez 2000, Brattström y Johannsen 1983, Thiel 2002). El concepto de zona zoogeográfica a nivel de grupos taxonómicos es usado en forma explícita o implícita, lo cual resalta el carácter genérico de éste. Similares enfoques se pueden registrar en artículos internacionales (una búsqueda de la palabra “zoogeography” en el Journal of Biogeography arrojó 43 artículos desde 1999 a la fecha, con 8 títulos que hacen referencia a la zoogeografía de grupos taxonómicos, los cuales son listados en la sección de las referencias de esta carta). En general, estos estudios presentan la identificación de agrupaciones dentro del grupo taxonómico estudiado y su relación con unidades espaciales

(regiones, provincias, zonas) las que pueden estar definidas por procesos geográficos y/o ambientales. Además, el concepto de zona zoogeográfica debe considerarse como de menor jerarquía al utilizado para definir las **regiones zoogeográficas**, que en particular en nuestro estudio estamos remitidos sólo a la **región zoogeográfica neotropical** (Cox 2001). En consecuencia, la aproximación desarrollada en este estudio y este concepto de **zona zoogeográfica** podrían proveer de un marco general, generico, para ir refinando tanto la identificación de patrones geograficos de grupos taxonómicos y otras zonas geograficas cuya extensión no ha sido parte de los muestreos analizados en este estudio. Además, esta definición es lo suficientemente amplia en relación a los procesos ambientales que permite la incorporación otras variables que puedan estra disponible a futuro y que sea de especial relevancia para explicar los patrones de diversidad de los grupos estudiados y otros grupos taxonomicos cuyos patrones de distribución puedan ser sistematizados para su análisis.

ii) El análisis de clasificación en “zonas zoogeograficas”, realizado en el marco del Proyecto, permite concluir que es necesario modificar los actuales limites de las zonas zoogeográficas recogidas por el artículo 3 del Decreto Supremo N° 730 de 1995 del Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción, a fin que estas reflejen la realidad observada en la actualidad.

En consecuencia y a partir de los resultados de este estudio y sin perjuicio de las modificaciones que más adelante se proponen, es necesario sustituir los actuales límites de las zonas zoogeográficas recogidas por el articulo y decreto antes indicado. Los límites para el nuevo esquema de clasificación en zonas zoogeograficas son:

- 1) Zona I (Norte de Chile): desde el límite norte de Chile hasta los 24° de Latitud Sur.
- 2) Zona II (zona zoogeográfica “buffer” entre las zonas zoogeográficas I y III) desde los 24°S hasta los 26° de latitud Sur.
- 3) Zona III (Transicional de Chile centro-norte) desde los 26°S hasta los 30° de Latitud Sur.
- 4) Zona IV (zona zoogeográfica “buffer” entre las zona transicional de Chile centro-norte y centro-centro) desde los 30°S hasta los 33° de Latitud Sur.
- 5) Zona V (Transicional de Chile centro-centro) desde los 33°S hasta los 38° de Latitud Sur.

- 6) Zona VI (“buffer” entre las zonas zoogeográficas V y VII ) desde los 38°S hasta los 41° de Latitud Sur.
- 7) Zona VII (Sur de Chile) desde los 41°S hasta los 48° de Latitud Sur
- 8) Zona VIII (Sur de Chile) desde los 48°S hasta los 54° de Latitud Sur
- 9) Zona IX (Sur de Chile) desde los 54°S hasta el límite sur de Chile continental.

iii) Desde el punto de vista funcional y teniendo presente que el establecimiento de estas “zonas zoogeográficas” un marco de clasificación biogeográfico, no sólo resulta relevante para la primera importación de especies hidrobiológicas, sino que también para el transporte dentro del territorio nacional y liberación al medio natural de estas especies, es recomendable incorporar el concepto propuesto en este estudio de **zona zoogeográfica** en el artículo 2 de la Ley General de Pesca y Acuicultura.

iv) Dado que el conocimiento de la distribución y abundancia de las especies se encuentra en un permanente proceso de desarrollo, resulta fundamental la revisión periódica, de la delimitación de las distintas zonas biogeográficas por lo que ella deberá seguir siendo regulada por una norma de nivel reglamentario.

Sin perjuicio de lo anterior y teniendo presente que tal como se ha señalado en este estudio, la clasificación en zonas biogeográficas (y/o zoogeográficas) tienen importancia tanto para la primera importación de especies hidrobiológicas, como para el traslado y liberación de las mismas, proponemos la dictación de un reglamento que incorpore el concepto de zona biogeográfica, su ámbito de aplicación, la delimitación de las mismas, así como la forma y periodicidad de su determinación.

La revisión periódica de estas zonas se deberá realizar cada 5 años, en concordancia con la aparición periódica de nueva información, relevante a la distribución geográfica de los organismos.

v) En relación con las actividades de transporte dentro del territorio de la república y liberación de especies hidrobiológicas vivas, desde centros de cultivo o experimentación, se observa que el Decreto Supremo N° 319 de 2001 del Ministerio de Economía Fomento y

Reconstrucción, no incorpora en sus procedimientos, la variable zoogeográfica, sino que solo la zonificación sanitaria referidas en los números 28 y 29 del artículo 2º de la norma en comento.

Para ello se propone modificar el reglamento de Medidas de Protección, Control y Erradicación de Enfermedades de Alto Riesgo para las Especies Hidrobiológicas, incorporando los conceptos relevantes para una clasificación biogeográfica (regiones, provincias y zonas zoogeograficas) en los siguientes aspectos:

- a.- Título III referido a Programas Sanitarios, en particular a los artículos 11 a 17.
- b.- Título IV de la Zonificación, en particular artículo 20.
- c.- Título VI de los Centros de Experimentación, artículo 25.
- d.- Título VII De las Plantas Procesadoras, artículo 35.
- e.- Título VIII De la Producción de Ovas de Peces, artículo 40.
- f.- Título IX De la Introducción de Enfermedades de Alto Riesgo.
- g.- Título X Del Transporte de Especies Hidrobiológicas y sus Muestras.
- h.- Título XIV Disposiciones Varias, artículos 73 y 74.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

Astorga, A., M. Fernández, Lagos N.A., & E. Boschi. 2003. Two oceans, two taxa and one mode of development: latitudinal diversity patterns of South American crabs and test for causal processes. *Ecology Letters* 6: 420-427

Brattström H & A Johanssen (1983) Ecological and regional zoogeography of the marine benthic fauna of Chile. *Sarsia* 68: 289-339.

Brown J. & M. Lomolino (1996) *Biogeography*. Sinauer Associates Inc. 2<sup>nd</sup> edition. MA. USA. 691 pags.

Cloern, JE, AE Alpine, BE Cole, RIJ Wong, JF Arthur, MD Ball. 1983. River discharge controls

Cloern, JE. 1999. The relative importance of light and nutrient limitation of phytoplankton growth: a simple index of coastal ecosystem sensitivity to nutrient enrichment. *Aquatic Ecology* 33:3-16.

Dávila, P., and D. Figueroa, 2002. Comparison of the analyzed surface winds from ECMWF and NCEP with observable data, over the southeastern Pacific (35°-62°S, 70°-90°W), *Australian Meteorological Magazine*, 50, 279-293.

Dávila, P., D. Figueroa, and E. Müller. 2002. Freshwater input into the coastal ocean and its relation with the salinity distribution off austral Chile (35-55°S), *Continental Shelf Research*, 22 (3), 521-534.

Dávila, P.. 2002. Variabilidad espacio-temporal de la Corriente del Cabo de Horn, frente a Chile Austral, Ph.D. thesis, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

Dawson M. (2001) Phylogeography in coastal marine animals: a solution from California? *Journal of Biogeography* 28: 723-736

Day, J.C. and Roff, J.C. 2000. Planning for Representative Marine Protected Areas: A Framework for Canada's Oceans. Report prepared for World Wildlife Fund Canada,

Devynck, J.L., 1971. Precipitaciones diarias en Chile (periodo 1950-1969) y mapa pluviométrico de Chile (promedio anual, periodo 1931-1960), Departamento de Geofísica, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

Dufrene, M. and P. Legendre. (1997) Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs* 67:345-366.

Fernández, M. E. Jaramillo, P. Marquet, C. Moreno, S. Navarrete, P. Ojeda, C. Valdovinos, & J. Vásquez. 2000. Diversity, ecology and biogeography of Chilean benthic nearshore ecosystems: an overview and needs for conservation. *Revista Chilena de Historia Natural* 73: 629-662.

- Figuerola, D. 2002. Forcing of physical exchanges in the nearshore Chilean ocean, in *The oceanography and ecology of the nearshore and bays in Chile*, edited by J.C. Castilla, and J.L. Largier, pp. 31-43, Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- Figuerola, D., and C. Moffat. 2000. On the influence of topography in the induction of coastal upwelling along the Chilean coast., *Geophys. Res. Lett.*, 27, 3905-3908.
- Hayden, BP & Dolan, R. (1976) Coastal marine fauna and marine climate of the Americas. *Journal of Biogeography* 3: 71-81
- Henriquez-Andrade R. G. Anaya, J.C. Barrera, M. Carvajal, M. Martinez, J. Vaca, C. Valdes (2005) An analysis of critical areas for biodiversity conservation in the Gulf of California Region. *Ocean & Coastal Management* 48 : 31-50
- Lagos, N.A. (2003) Dinámica espacial del reclutamiento de cirripedios intermareales: una exploración empírica de la formación de patrones en el acople bento-oceánico. Tesis de Doctorado, Depto. Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas, P. Universidad Católica de Chile, 176 Págs.
- Lancellotti, D. y J.A. Vásquez. 1999. Biogeographical patterns of benthic invertebrates in the southeastern Pacific littoral. *Journal of Biogeography* 26: 1001-1006.
- Lancellotti, D. y J.A. Vásquez. 2000. Zoogeografía de macroinvertebrados bentónicos de la costa de Chile: contribución para la conservación marina. *Revista chilena Historia Natural* 73: 99-129.
- Legendre P. & Legendre L. (1998) Numerical ecology, Second English edition. Elsevier Science, Amsterdam, The Netherlands.
- Legendre P. (1993) Spatial autocorrelation: trouble or new paradigm? *Ecology*, 74(6), 1659-1673.
- Lichstein J., Simons T., Shriener S. & Franzreb K. (2002) Spatial autocorrelation and autoregressive models in ecology. *Ecol. Monogr.* 73: 445-463.
- Little, S., S. Ellner, M. Pascual, M. Neubert, D. Kaplan, T. Sauer, H. Caswell, and A. Solow (1996) Detecting nonlinear dynamics in spatio-temporal systems, examples from ecological models. *Physica D* 96:321-333.
- Longhurst Alan R., 1998. Ecological geography of the sea. Academic Press: 398 pags.
- Longley, P.A., and M. Batty. 1989. On the fractal measurement of geographical boundaries, *Geogr. Anal.*, 21, 47-67.
- Noss, R. F. 1990. Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach. *Conservation Biology* Vol. 4, N° 4, pp 355-364.

Pearson, D. L. y F. Cassola. 1992. World-wide Species Richness Patterns of Tiger Beetles (Coleoptera: Cicindelidae): Indicator Taxon for Biodiversity and Conservation Studies. *Conservation Biology* Vol. 6, N° 3, pp. 376-390

Rodriguez, J. P., D. L. Pearson & R. Barrera R. 1998. A test for Adequacy of Bioindicator Taxa: Are Tiger Beetles (Coleoptera: Cicindelidae) Appropriate Indicators for Monitoring the Degradation of Tropical Forests in Venezuela? *Biological Conservation* Vol. 83, N° 1, pp. 69-76.

Roff J.C., M.E Taylor & L. Laughren (2003) Geophysical approaches to the classification, delineation and monitoring of marine habitats and their communities. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 13: 77-90

Sala E., O. Aburto, G. Paredes, I. Parra, J.C. Barrera, P.K. Dayton (2002) A General Model for Designing Networks of Marine Reserves. *Science* 298: 1991-1993

SAS Institute (1996) SAS/STAT User's Guide. Release 6.03 edition SAS Institute Inc. NC, USA.

Sokal R. & Oden N. (1978) Spatial autocorrelation in biology. 1. Methodology. *Biol. Jour. Linn. Soc.* 10: 199-228.

Tabachnik B., & Fidell L. (1989) Using multivariate statistics. Harper Collins. NY.Toronto.

Trexler, J. C., and J. Travis. 1993. Nontraditional regression analyses. *Ecology* 74:1629-1637.

Vallega A. (2002) The regional approach to the ocean, the ocean regions, and the ocean regionalization – a post modern dilemma. *Ocean & Coastal Management* 45: 721-760

van Rensburg B.J., Chown S.L. & Gaston K.J. (2002) Species Richness, Environmental Correlates, and Spatial Scale: A Test Using South African Birds. *Am. Nat.* 159: 566-577.

Vásquez, J A and B. Santelices. 1984. Comunidades de macroinvertebrados en discos adhesivos de *Lessonia nigrescens* Bory (Phaeophyta) en Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural* 57: 131-154.

Vásquez, J.A., D. Véliz & L.M. Pardo. 2001. Vida bajo las grandes algas pardas. En: K. Alveal y T. Antezana, (Eds.), *Sustentabilidad de la Biodiversidad. Un problema actual, bases científico técnicas, teorizaciones y perspectivas.* Ediciones Universidad de Concepción, Concepción (CHILE). 293-3008.

Wartenberg D. (1989) SAAP 4.3: spatial autocorrelation analyses program. Exter softwares, New York.

**ANEXO TABLAS DE DATOS**

**Tabla 1.** Riqueza de macroinvertebrados bentónicos asociados a fondos blandos submareales a través de la costa de Chile (Datos Dr. J. Vasquez).

<b>sitio</b>	<b>latitud</b>	<b>riqueza</b>
Bahía_Mejillones_del_Sur	23° 05' S	59
Huayco	28° 28' S	34
Isla_Chañaral	29° 01' S	8
Bahía_Algarrobo	33° 21' S	22
Lota	37° 20' S	19
Lebu	38° 15' S	7

**Tabla 2.** Riqueza de macroinvertebrados bentónicos asociados a fondos rocosos submareales del norte de Chile (Datos Dr. J. Vasquez).

sitio	latitud	riqueza
Iquique	22° 32' S	34
Antofagasta	23° 24' S	49
Esmeralda	25° 54' S	16
Pan_de_Azucar	26° 10' S	17
Torres_del_Inca	26° 36' S	15
Puerto_Viejo	27° 20' S	13
Total_Bajo	27° 50' S	17
Carrizal_Bajo	28° 05' S	39
Huasco	28° 27' S	49
Isla_Chañaral	29° 01' S	31
Isla_Chañaral	29° 01' S	34
Chungungo	29° 12' S	25
Isla_Choros	29° 14' S	50
Isla_Choros	29° 14' S	43
Totalillo_Centro	30° 02' S	22
Lagunillas	30° 05' S	23
Lagunillas	30° 06' S	29
Lengua_de_Vaca	30° 14' S	33
Fray_Jorge	30° 42' S	44
San_Lorenzo	30° 20' S	32
San_Lorenzo	30° 20' S	24
Fray_Jorge	30° 42' S	24
Puerto_Oscuro	31° 25' S	12
Los_Vilos	31° 55' S	21
Totalillo_Sur	32° 01' S	15

**Tabla 3.** Riqueza de macroinvertebrados bentónicos asociados a discos de *Lessonia nigrescens* a lo largo de la costa de Chile (Datos Dr. J. Vasquez).

<b>sitio</b>	<b>latitud</b>	<b>riqueza</b>
Michilla	22° 44' S	21
Caleta_Constitución	23° 24' S	21
Cifuncho	25° 39' S	19
Esmeralda	25° 54' S	19
Torres_del_Inca	26° 36' S	16
Bahia_Cisne	27° 14' S	44
Totalal_Bajo	27° 50' S	16
Carrizal_Bajo	28° 04' S	4
Carrizal_Bajo	28° 05' S	14
Huayco	28° 27' S	14
Isla_Chañaral	29° 01' S	22
Isla_Choros	29° 14' S	20
Caleta_Chungungo	29° 26' S	4
Coquimbo	29° 59' S	20
Totalalillo_Centro	30° 02' S	20
El_Frances	30° 06' S	8
El_Frances	30° 08' S	5
Lagunillas	30° 13' S	23
San_Lorenzo	30° 20' S	15
Talinay	30° 40' S	13
Fray_Jorge	30° 42' S	17
Puerto_Oscuro	31° 25' S	4
Los_Molles	32° 14' S	42
Lota	37° 06' S	10
Castro	42° 30' S	7

**Tabla 4.** Variación geográfica de la cobertura de especies sesiles del intermareal rocoso a lo largo de la costa norte y centro de Chile (Datos Dr. P. Camus).

sitio	latitud	Cobertura de especies			
		prom.	dev. est.	suma	max.
Arenillas_negras	19.29	1.36	7.10	93.80	56.00
Industrias_pesqueras	18.30	1.15	6.38	79.23	52.00
Los_verdes	20.18	1.12	3.39	77.18	22.30
Aeropuerto	20.32	1.09	3.63	75.04	24.30
Aguadita	20.36	1.26	4.76	87.21	34.42
Yape	20.40	1.31	7.16	90.52	50.00
Chanavayita	20.42	0.94	4.77	65.08	38.80
Patache	20.48	1.18	4.18	81.34	24.98
Hornitos	22.88	0.86	3.20	59.19	25.10
Caleta_Errazuriz	23.39	1.31	4.27	90.25	25.75
Mejillones	23.41	0.93	3.35	64.37	25.16
Paposo	25.00	0.70	2.73	48.57	20.44
Pan_de_azúcar	26.15	0.82	2.67	56.54	14.42
Los_Patos	27.00	0.87	2.51	60.14	14.24
Caldera	27.22	0.62	1.31	42.83	5.67
Carrizal_Bajo	28.09	1.05	2.71	72.25	13.88
Coquimbo	29.99	1.07	3.30	73.79	20.64
San_Lorenzo	30.43	1.07	3.06	74.07	15.42
Fray_Jorge	30.92	0.59	1.91	41.01	10.78
Totalillo	32.05	1.42	3.65	98.17	21.46
Los_Molles	32.22	1.48	3.97	101.84	25.29
Pichicuy	32.32	1.60	4.85	110.66	31.25
Concón	32.92	1.65	6.97	114.08	50.68
Reñaca	33.00	0.78	3.18	53.50	24.00
El_Quisco	33.39	1.45	6.17	100.34	48.32
El_Tabo	33.51	1.59	4.95	109.37	27.73
ECIM	33.53	1.16	4.33	79.86	27.94
Las_Cruces	33.54	1.34	6.27	92.70	37.48
Pelancura	33.56	1.30	5.96	89.84	46.68

**Tabla 5.** Variación geográfica de índices de diversidad especies sesiles del intermareal rocoso a lo largo de la costa norte y centro de Chile (Datos Dr. P. Camus).

sitio	latitud	Diversidad de especies			
		S	E	H	D'
Arenillas_negras	19.29	17	0.476	1.348	0.596
Industrias_pesqueras	18.30	18	0.452	1.306	0.545
Los_verdes	20.18	21	0.731	2.225	0.854
Aeropuerto	20.32	20	0.691	2.069	0.826
Aguadita	20.36	26	0.616	2.009	0.783
Yape	20.40	14	0.397	1.047	0.560
Chanavayita	20.42	22	0.523	1.616	0.621
Patache	20.48	30	0.615	2.091	0.806
Hornitos	22.88	25	0.670	2.156	0.786
Caleta_Errazuriz	23.39	23	0.687	2.155	0.833
Mejillones	23.41	30	0.640	2.178	0.801
Paposo	25.00	26	0.643	2.096	0.771
Pan_de_azúcar	26.15	26	0.630	2.051	0.834
Los_Patos	27.00	23	0.748	2.346	0.867
Caldera	27.22	28	0.824	2.745	0.922
Carrizal_Bajo	28.09	32	0.729	2.526	0.890
Coquimbo	29.99	24	0.708	2.250	0.850
San_Lorenzo	30.43	26	0.729	2.375	0.870
Fray_Jorge	30.92	19	0.731	2.151	0.838
Totalillo	32.05	27	0.766	2.526	0.892
Los_Molles	32.22	25	0.759	2.443	0.882
Pichicuy	32.32	29	0.686	2.311	0.855
Concón	32.92	27	0.557	1.835	0.732
Reñaca	33.00	12	0.697	1.732	0.745
El_Quisco	33.39	29	0.548	1.846	0.728
El_Tabo	33.51	30	0.666	2.267	0.847
ECIM	33.53	24	0.602	1.914	0.786
Las_Cruces	33.54	25	0.476	1.532	0.674
Pelancura	33.56	28	0.511	1.704	0.686

**Tabla 6.** Variación latitudinal de la riqueza de peces intermareales y submareales (hasta 40 m de profundidad) a lo largo de la costa de Chile (Datos Dr. P. Ojeda)

<b>sitio</b>	<b>latitud</b>	<b>intermareal</b>	<b>submareal</b>
Iquique	20°	13	101
Caleta_Errazuriz	23°	13	100
Carrizal_Bajo	28°	14	99
Coquimbo	30°	14	98
Los_Molles	32°	19	102
Las_Cruces	33°	18	101
Concepcion	36°	17	98
Corral	39°	13	103
Llanquihue	41°	10	81
Chiloe	43°	8	80
Aysen	45°	6	70
Puerto_Natales	51°	4	66
Punta_Arenas	53°	4	65
Isla_Navarino	55°	4	81

**Tabla 7.** Variación geográfica de la abundancia individual de (en 0.01 m<sup>2</sup>) de invertebrados de fondos blandos submareales a lo largo de la costa de Chile (Datos Dr. Lancelloti).

sitio	latitud	Número de Individuos x 0.01 m <sup>2</sup>			
		promedio	des. est.	suma	máximo
Punta_Patache	20° 48' 00"	3.285	14.797	453.267	134.933
Antofagasta	23° 38' 36"	0.441	2.428	60.824	22.529
Pan_de_Azúcar	26° 08' 10"	0.074	0.516	10.167	5.667
Flamenco	26° 35' 00"	0.134	0.806	18.5	8.833
Caldera	27° 03' 30"	3.593	41.209	495.833	484.167
Calderilla	27° 05' 10"	8.855	69.016	1222	647.167
Puerto_Viejo	27° 18' 30"	0.036	0.199	4.917	1.917
Cabo_Norte	28° 15' 00"	0.176	0.669	24.31	6.89
Huasco	28° 27' 30"	2.161	13.861	298.264	150.185
Punta_Alcalde	28° 33' 00"	0.476	1.49	65.674	9.785
Bahía_Coquimbo	29° 56' 00"	0.316	2.124	43.667	24.333
La_Herradura	29° 58' 35"	0.819	6.025	113.067	66.8
Guanaqueros	30° 11' 20"	0.422	1.926	58.204	14.333
Tongoy	30° 17' 00"	0.42	2.625	57.9	29.25
Los_Vilos	31° 54' 10"	0.044	0.281	6.083	3.083
Pichidangui	32° 07' 20"	0.012	0.053	1.667	0.333
Río_Cuervo	45° 10' 10"	0.3	1.549	41.429	12.524
Chacabuco	45° 25' 33"	0.498	4.343	68.738	50.799
Gente_Grande	53° 05' 00"	0.611	3.898	84.271	40.542
Rada_Pelicano	53° 15' 00"	0.339	2.448	46.778	27.833
Bahía_Porvenir	53° 18' 00"	0.222	1.415	30.704	15.778
Puerto_Arturo	54° 08' 00"	0.674	4.599	92.962	43.635

**Tabla 8.** Variación geográfica de índices de diversidad de invertebrados de fondos blandos submareales a lo largo de la costa de Chile (Datos Dr. Lancelloti).

sitio	latitud	Índices de Diversidad			
		S	E	H	D'
Punta_Patache	20° 48' 00"	40	0.626	2.31	0.8468
Antofagasta	23° 38' 36"	19	0.597	1.757	0.7744
Pan_de_Azúcar	26° 08' 10"	9	0.653	1.435	0.6396
Flamenco	26° 35' 00"	13	0.701	1.799	0.7324
Caldera	27° 03' 30"	19	0.056	0.166	0.0464
Calderilla	27° 05' 10"	19	0.332	0.977	0.5558
Puerto_Viejo	27° 18' 30"	8	0.823	1.712	0.7693
Cabo_Norte	28° 15' 00"	30	0.826	2.809	0.889
Huasco	28° 27' 30"	53	0.482	1.916	0.6969
Punta_Alcalde	28° 33' 00"	48	0.801	3.1	0.9222
Bahía_Coquimbo	29° 56' 00"	21	0.588	1.789	0.6686
La_Herradura	29° 58' 35"	38	0.405	1.473	0.6037
Guanaqueros	30° 11' 20"	29	0.647	2.178	0.8428
Tongoy	30° 17' 00"	23	0.588	1.844	0.7112
Los_Vilos	31° 54' 10"	11	0.69	1.654	0.6996
Pichidangui	32° 07' 20"	9	0.929	2.042	0.855
Río_Cuervo	45° 10' 10"	17	0.672	1.905	0.8012
Chacabuco	45° 25' 33"	21	0.386	1.175	0.4458
Gente_Grande	53° 05' 00"	21	0.528	1.608	0.6996
Rada_Pelicano	53° 15' 00"	23	0.486	1.524	0.6174
Bahía_Porvenir	53° 18' 00"	16	0.624	1.73	0.7019
Puerto_Arturo	54° 08' 00"	19	0.454	1.337	0.6575

**Tabla 9.** Variación geográfica de la riqueza de especies de playas de arena a lo largo de la costa norte y centro de Chile (Datos Dr. E. Jaramillo).

Playa	Latitud Sur	Riqueza
Las Machas	18°29'	.4
Patache	20°48'	6
Guanillos	21°11'	8
Ike_Ike	21°07'	6
Chomache	21°04'	10
Chipana	21°18'	11
La_Riconada	23°28'	5
Rodillo	26°59'	9
El_Cisne	27°14'	8
Apolillado	29°10'	16
San Pedro	29°52'	8
Ritoque	32°50'	9
Las Cruces	33°30'	10
Matanzas	33°58'	8
Cobquecura	36°08'	4
Llico	37°12'	4
Lebu	37°37'	9
Quidico	38°14'	6
Loberia	38°37'	10
Queule	39°23'	13
Pilolcura	39°40'	8
Curiñanco	39°41'	7
Calfuco	39°44'	7
Chaihuín	39°56'	6
Pucatrihue	40°28'	2
Maicolpué	40°34'	10
Hua_Huar	41°28'	11
Guabún	41°48'	5
Ahuí	41°49'	9
Gaviotas	41°51'	4
Mar_Brava	41°54'	11
Puñuhuil	41°55'	12

**Tabla 10.** Variación geográfica de la riqueza de moluscos herbívoros del intermareal rocoso a lo largo de la costa de Chile (Datos Dra. M. Fernández).

Sitio	Latitud	Longitud	Riqueza
Arenillas Negras	18°20'	70°18'	20
Corazones	18°35'	70°18'	22
Camaronos	19°00'	70°15'	16
Pisagua Viejo	19°30'	70°14'	22
Cavanha	20°13'	70°10'	24
Huayquique	20°14'	70°10'	22
Chucumata	20°35'	70°11'	21
Chanavayita	20°41'	70°11'	25
Río Seco	21°05'	70°09'	22
Punta Atala	22°10'	70°12'	18
Poza Verde	22°35'	70°14'	20
Mejillones	23°00'	70°34'	27
El Lagarto	23°25'	70°35'	25
Paposo	24°55'	70°27'	24
Las Bandurrias	25°32'	70°27'	25
Caleta Cifuncho	25°40'	70°38'	21
Pan de Azúcar	26°18'	70°40'	22
Obispito	26°50'	70°46'	21
Chorillos	27°15'	70°57'	20
Caleta Pajonales	27°50'	71°05'	21
Carrizal Bajo	28°02'	71°08'	25
El Tembladero	29°30'	71°26'	22
El Arrayán	29°41'	71°18'	25
Guañaqueros	30°11'	71°26'	18
Punta Talca	30°52'	71°41'	25
Chigualoco	31°50'	71°32'	26
Los Vilos	31°55'	71°30'	26
Los Molles	32°23'	71°30'	30
Montemar	33°05'	71°39'	20
Curaumilla	33°10'	71°45'	17
Quintay north	33°11'	71°42'	24
Quintay south	33°11'	71°42'	23
El Quisco	33°23'	71°41'	22
Punta de Tralca	33°28'	71°42'	22
Las Cruces	33°30'	71°38'	32
Matanzas	33°58'	71°51'	25
Punta de Lobos	34°26'	72°02'	23
Bucalemu	34°39'	72°03'	23
El Rincón	35°21'	72°25'	19
Constitución	35°21'	72°25'	15
Pelluhue	35°49'	72°33'	15
Buchupureo	36°04'	72°48'	27
Merquiche	36°35'	72°51'	23

Continuación **Tabla 10**

---

Isla Quiriquina	36°40'	73°03'	13
Punta Lavapié	37°10'	73°39'	19
Punta Millonhue	37°35'	73°39'	21
Tirúa	38°20'	73°35'	15
Casa de Piedra	38°30'	73°32'	20
Mehuín	39°28'	73°12'	15
Los Liles	39°52'	73°35'	21
Pucatrihue	40°33'	73°45'	22
Estaquilla	41°30'	73°50'	17
Mar Brava	41°47'	73°53'	24
P.N. Chiloé	42°35'	74°09'	21

---

**ANEXO TABLAS DE FECHAS**

**Tabla 1.** Fechas en las cuales fueron realizados los muestreos en los distintos sitios de estudio. Base de datos del Dr. J. Vasquez.

<b>sitio</b>	<b>fecha</b>
Iquique	2000 sep
Antofagasta	1995 ene-ago
Michilla	1996-1998 muestreos estacionales
Caleta Constitución	1996-2004 muestreos estacionales
Cifuncho	1991 nov - 1992 jun, nov - 1993 jun
Esmeralda	1997 jun a 1998 jun muestreos mensuales
Torres del Inca	1997 jun a 1998 jun muestreos mensuales
Bahia Cisne	1997 jun a 1998 jun muestreos mensuales - 2003 sept
Puerto Viejo	2003 sept
Total Bajo	1997 jun a 1998 jun muestreos mensuales
Carrizal Bajo	1997 jun a 1998 jun muestreos mensuales
	1997 ago a 2000 jul muestreos estacionales
Carrizal Bajo	1997 jun a 1998 jun muestreos mensuales
Playa Blanca	2001-2004 muestreos estacionales
Huasco	1997 jun a 1998 jun muestreos mensuales
Isla Chañaral	1997 jun a 1998 jun muestreos mensuales
Isla Choros	1997 jun a 1998 jun muestreos mensuales
Caleta Chungungo	1997 jun a 1998 jun muestreos mensuales
Coquimbo	1997 jun a 1998 jun muestreos mensuales
Totalillo Centro	1997 jun a 1998 jun muestreos mensuales
El Frances	1997 jun a 1998 jun muestreos mensuales
El Frances	1997 jun a 1998 jun muestreos mensuales
Lagunillas	1997 jun a 1998 jun muestreos mensuales
San Lorenzo	1997 jun a 1998 jun muestreos mensuales
	1997 ago a 2000 jul muestreos estacionales
Talinay	1997 jun a 1998 jun muestreos mensuales
Fray Jorge	1997 jun a 1998 jun muestreos mensuales
Puerto Oscuro	1997 jun a 1998 jun muestreos mensuales
Los Molles	1997 jun a 1998 jun muestreos mensuales
Bahia Algarrobo	1998-1999 enero y agosto
Lota	1995 ene
Lebu	1998 ene
Castro	1998 ene

Muestreos mensuales = enero, abril, julio y oct

**Tabla 2.** Fechas en las cuales fueron realizados los muestreos en los distintos sitios de estudio. Base de datos del Dr. P. Camus.

<b>sitio</b>	<b>fecha</b>
Arenillas Negras	1993 marzo a 1994 marzo, muestreos semestrales
Industrias Pesqueras	1993 marzo a 1994 marzo, muestreos semestrales
Los Verdes	1993 marzo a 1994 marzo, muestreos semestrales
Aeropuerto	1993 marzo a 1994 marzo, muestreos semestrales
Aguadita	1993 marzo a 1994 marzo, muestreos semestrales
Yape	1993 marzo a 1994 marzo, muestreos semestrales
	1998 marzo a 1999 marzo, muestreos semestrales
Chanavayita	1993 marzo a 1994 marzo, muestreos semestrales
	1998 marzo a 1999 marzo, muestreos semestrales
Patache	1993 marzo a 1994 marzo, muestreos semestrales
	1998 marzo a 1999 marzo, muestreos semestrales
Hornitos	1998 marzo a 1999 marzo, muestreos semestrales
Caleta Errázuriz	1993 marzo a 1994 marzo, muestreos semestrales
	1998 marzo a 1999 marzo, muestreos semestrales
Mejillones	1993 marzo a 1994 marzo, muestreos semestrales
	1996 marzo a 1997 marzo, muestreos estacionales
	1998 marzo a 1999 marzo, muestreos semestrales
Paposo	1998 marzo a 1999 marzo, muestreos semestrales
Pan de Azúcar	1998 marzo a 1999 marzo, muestreos semestrales
Los Patos	1998 marzo a 1999 marzo, muestreos semestrales
Caldera	1998 marzo a 1999 marzo, muestreos semestrales
Carrizal Bajo	1996 marzo a 1997 marzo, muestreos estacionales
	1998 marzo a 1999 marzo, muestreos semestrales
Coquimbo	1996 marzo a 1997 marzo, muestreos estacionales
San Lorenzo	1996 marzo a 1997 marzo, muestreos estacionales
	1998 marzo a 1999 marzo, muestreos semestrales
Fray Jorge	1998 marzo a 1999 marzo, muestreos semestrales
Totalillo	1998 marzo a 1999 marzo, muestreos semestrales
Los Molles	1993 marzo a 1994 marzo, muestreos semestrales
	1998 marzo a 1999 marzo, muestreos semestrales
Pichicuy	1998 marzo a 1999 marzo, muestreos semestrales
Concón	1993 marzo a 1994 marzo, muestreos semestrales
Reñaca	1993 marzo a 1994 marzo, muestreos semestrales
El Quisco	1993 marzo a 1994 marzo, muestreos semestrales
El Tabo	1993 marzo a 1994 marzo, muestreos semestrales
ECIM	1993 marzo a 1994 marzo, muestreos semestrales
Las Cruces	1993 marzo a 1994 marzo, muestreos semestrales
	1998 marzo a 1999 marzo, muestreos semestrales
Pelancura	1993 marzo a 1994 marzo, muestreos semestrales

**Tabla 3.** Fechas en las cuales fueron realizados los muestreos en los distintos sitios de estudio. Base de datos del Dr. P. Ojeda.

sitio	fecha
Iquique	1997,1998 - may 1998 a may 1999
Caleta Errazuriz	jul 1996 a nov 1997
Carrizal Bajo	jul 1996 a nov 1997
Coquimbo	mar 1989 a sep 1990
Los Molles	mar 1994 a jul 1996
Las Cruces	1997 a 2005 (bimensuales)
Concepción	sep 1998 a ene 1999
Corral	1975-1976
Llanquihue	1987, 1991 y 1992
Chiloe	ene 1960 - abr 1975
Aysen	oct 1995, nov 1992
Puerto Natales	oct - nov 1996
Punta Arenas	ene-jul 1980, abr 1992
Isla Navarino	1987-1988

**Tabla 4.** Fechas en las cuales fueron realizados los muestreos en los distintos sitios de estudio. Base de datos de D. Lancelloti.

sitio	Fecha
Patache	mar, 1995
Antofagasta	abr, 1996
Tongoy	may, 1998
Guañeros	may, 1998
Bahía Coquimbo	may, 1998
Calderilla	may, 1998
Caldera	may, 1998
Flamenco	may, 1998
Pan de Azúcar	may, 1998
Copiapó	may, 1998
Los Vilos	may, 1998
Pichidanguí	may, 1998
La Herradura	may, 1998
Huasco	ago, 1997 al 2000
Cabo Norte	ago, 1997 al 2000
Pta Alcalde	ago, 1997 al 2000
Pelícano	abr, 1997
Pto Arturo	sep, 1995
Porvenir	sep, 1996
Gente Grande	sep, 1995 - mar, 1996
Río Cuervo	sep, 1996
Chacabuco	sep, 1996

**Tabla 5.** Fechas en las cuales fueron realizados los muestreos en los distintos sitios de estudio. Base de datos del Dr E. Jaramillo.

sitio	fecha
Las Machas	nov, 1999
Patache	nov, 1999
Guanillos	nov, 1999
Ike - Ike	nov, 1999
Chomache	nov, 1999
Chipana	nov, 1999
La Rinconada	feb, 2000
Rodillo	mar 1997
El Cisne	mar 1997
Apolillado	feb, 2000
San Pedro	feb, 2000
Ritoque	dec, 1999
Las Cruces	dec, 1999
Matanzas	dec, 1999
Cobquecura	feb, 2000
Llico	mar 2000
Lebu	mar 2000
Quidico	mar 2000
Loberia	mar 2000
Queule	mar 2000
Pilolcura	nov, 1999
Curiñanco	nov, 1999
Calfuco	nov, 1999
Pucatrihue	dec, 1999
Maicolpue	dec, 1999
Hua - Huar	dec, 1999
Guabún	nov, 1999
Ahui	nov, 1999
Gaviotas	nov, 1999
Mar Brava	nov, 1999
Puñihuil	nov, 1999

**Tabla 6.** Fechas en las cuales fueron realizados los muestreos en los distintos sitios de estudio. Base de datos de la Dra. M. Fernandez.

Sitio	Fecha
Arenillas Negras	Primavera 1999
Corazones	Primavera 1999
Camarones	Primavera 1999
Pisagua Viejo	Primavera 1999
Cavanca	Otoño 1999
Huayquique	Primavera 1999
Chucumata	Primavera 1999
Chanavayita	Otoño 1999
Río Seco	Primavera 1999
Caleta Urco	Otoño 1999
Punta Atala	Primavera 1999
Poza Verde	Primavera 1999
Mejillones	Primavera 1999
El Lagarto	Primavera 1999
Paposo	Verano 2000
Las Bandurrias	Otoño 1999
Caleta Cifuncho	Verano 2000
Pan de Azúcar	Verano 2000
Obispito	Verano 2000
Chorillos	Verano 2000
Caleta Pajonales	Verano 2000
Carrizal Bajo	Otoño 1999
El Tembladero	Primavera 1998
El Arrayán	Primavera 1998
Guaqueros	Primavera 1998
Punta Talca	Primavera 1998
Chigualoco	Verano 2000
Los Vilos	Verano 2000
Los Molles	Primavera 1998
Montemar	Verano 1999
Curaumilla	Verano 2000
Quintay norte	Otoño 1999
Quintay sur	Verano 1999
El Quisco	Otoño 1999
Punta de Tralca	Otoño 1999
Las Cruces	Primavera 1998
Matanzas	Primavera 1998
Punta de Lobos	Primavera 1998
Bucalemu	Primavera 1998
El Rincón	Otoño 1998
Constitución	Primavera 1998
Pelluhue	Primavera 1998
Buchupureo	Primavera 1998
Merquiche	Verano 2000
Isla Quiriquina	Verano 2000
Punta Lavapié	Otoño 1999
Punta Millonhue	Verano 2000
Tirúa	Otoño 1999

Continuación **Tabla 6**

Sitio	Fecha
Casa de Piedra	Verano 2000
Mehuín	Verano 2000
Los Liles	Otoño 1999
Pucatrihue	Otoño 1999
Estaquilla	Otoño 1999
Mar Brava	Verano 1999
P.N. Chiloé	Verano 1999

**ANEXO TABLA ESPECIES INDICADORAS**

Tabla 1. Análisis de especies indicadoras para el grupo funcional de los Gastrópodos herbívoros del intermareal rocoso. Se muestra la ocurrencia relativa de las especies en las zonas zoogeográficas determinadas en el análisis de quiebres biogeográficos. El promedio (prom. expresado en porcentaje) corresponde a la ocurrencia promedio de una especie en la eco-región (Norte, Trans y Sur) sobre la ocurrencia promedio de esa especie en todos los sitios (columna A). En el caso de la columna B, el promedio corresponde al porcentaje de sitios de una eco-región en la cual la especie está presente. En la columna C se muestra el valor de indicador (VI) para cada especie obtenido al combinar los datos de ocurrencia relativa de las columnas A y B. como especie indicador. La columna D muestra los resultados de la estimación de la significancia del VI máximo de una determina especie estimada mediante 1000 re-asignaciones aleatoria de los sitios (Datos Dra. Miriam Fernández)

Especies	A Ocurrencia relativa en todas las zonas zoogeográficas					B Ocurrencia relativa dentro de cada zona zoogeográfica					C Valor de indicador (VI) en cada ecoregion					D Prueba de significancia del VI en la zonz zoogeografica				
	Prom.	Max.	Norte	Trans	Sur	Prom.	Max.	Norte	Trans	Sur	Prom.	Max.	Norte	Trans	Sur	Zona	VI	Prom.	D.E.	P
<i>Acanthopleura echinata</i>	33	40	40	33	27	73	88	88	73	59	25	35	35	24	16	Norte	34.9	30.3	5.54	0.17
<i>Callistochiton viviparus</i>	33	100	0	100	0	3	9	0	9	0	3	9	0	9	0	Trans	9.1	5.7	2.28	0.26
<i>Calyptraea trochiformis</i>	33	58	58	42	0	7	13	13	9	0	4	7	7	4	0	Norte	7.2	7.4	4.71	0.43
<i>Chaetopleura benaventi</i>	33	100	0	0	100	4	11	0	0	11	4	11	0	0	11	Sur	11.1	7.8	4.58	0.34
<i>Chaetopleura peruviana</i>	33	55	0	55	45	5	9	0	9	7	3	5	0	5	3	Trans	5	7.4	4.69	0.57
<i>Chiton cummingsii</i>	33	45	45	43	12	42	56	56	55	15	17	25	25	24	2	Norte	25.2	20	5.71	0.18
<i>Chiton granosus</i>	33	35	33	32	35	95	100	94	91	100	32	35	31	29	35	Sur	35.1	34.3	3.48	0.18
<i>Chiton latus</i>	33	52	0	48	52	38	59	0	55	59	19	31	0	26	31	Sur	30.9	21.4	6.12	0.09
<i>Collisella parasitica</i>	33	45	45	22	33	41	56	56	27	41	15	25	25	6	13	Norte	25.5	22	5.99	0.24
<i>Concholepas concholepas</i>	33	36	31	36	33	75	82	69	82	74	25	30	21	30	24	Trans	29.8	30.9	4.86	0.56
<i>Crassilabrum crassilabrum</i>	33	70	30	0	70	7	15	6	0	15	4	10	2	0	10	Sur	10.4	10.3	5.85	0.41
<i>Crepidula sp</i>	33	48	35	17	48	18	26	19	9	26	7	13	7	2	13	Sur	12.5	14.5	5.65	0.50
<i>Diloma nigerrima</i>	33	49	49	36	15	8	13	13	9	4	3	6	6	3	1	Norte	6.2	8.4	4.15	0.77
<i>Enoplochiton niger</i>	33	65	65	35	0	52	100	100	55	0	28	65	65	19	0	Norte	64.7	22	6.19	<b>0.01</b>
<i>Fissurella bridgesii</i>	33	62	0	38	62	8	15	0	9	15	4	9	0	3	9	Sur	9.2	8.6	4.16	0.49
<i>Fissurella costata</i>	33	64	6	64	30	33	64	6	64	30	17	41	0	41	9	Trans	40.7	17.3	5.47	<b>0.01</b>
<i>Fissurella crassa</i>	33	46	46	30	24	72	100	100	64	52	26	46	46	19	12	Norte	46.4	29.7	4.98	<b>0.01</b>
<i>Fissurella cumingi</i>	33	100	0	0	100	2	7	0	0	7	2	7	0	0	7	Sur	7.4	6.8	3	0.48
<i>Fissurella latimarginata</i>	33	54	46	0	54	5	7	6	0	7	2	4	3	0	4	Sur	4	7.2	4.39	1.00
<i>Fissurella limbata</i>	33	40	40	36	24	83	100	100	91	59	29	40	40	33	14	Norte	40	32.3	5.04	0.07
<i>Fissurella maxima</i>	33	53	53	32	16	48	75	75	45	22	19	39	39	14	3	Norte	39.4	23.2	6.64	<b>0.03</b>

<i>Fissurella nigra</i>	33	100	0	0	100	4	11	0	0	11	4	11	0	0	11	Sur	11.1	7.2	3.98	0.26
<i>Fissurella picta</i>	33	100	0	0	100	22	67	0	0	67	22	67	0	0	67	Sur	66.7	18.9	5.78	<b>0.01</b>
<i>Fissurella pulchra</i>	33	70	30	0	70	7	15	6	0	15	4	10	2	0	10	Sur	10.4	8.5	3.76	0.33
<i>Heliaster helianthus</i>	33	43	43	42	15	73	94	94	91	33	28	40	40	38	5	Norte	40.3	29	5.75	0.08
<i>Hemiarthrum setulosum</i>	33	100	0	0	100	1	4	0	0	4	1	4	0	0	4	Sur	3.7	5.2	2.07	1.00
<i>Loxechinus albus</i>	33	54	54	24	22	39	63	63	27	26	15	34	34	6	6	Norte	33.8	21	5.28	<b>0.02</b>
<i>Meyenaster gelatinosus</i>	33	100	0	0	100	1	4	0	0	4	1	4	0	0	4	Sur	3.7	5.3	2.13	1.00
<i>Mitrella unifasciata</i>	33	63	63	0	37	7	13	13	0	7	4	8	8	0	3	Norte	7.8	8.8	5.25	0.50
<i>Nacella clypeater</i>	33	100	0	0	100	4	11	0	0	11	4	11	0	0	11	Sur	11.1	6.9	3.69	0.22
<i>Nassarius gayi</i>	33	100	0	100	0	3	9	0	9	0	3	9	0	9	0	Trans	9.1	5.4	2.07	0.18
<i>Nodilittorina araucana</i>	33	33	33	33	33	100	100	100	100	100	33	33	33	33	33	Norte	33.3	33	3.33	1.00
<i>Nodilittorina peruviana</i>	33	39	39	39	23	86	100	100	100	59	30	39	39	39	14	Norte	38.6	33	5.04	0.14
<i>Nucella calcar</i>	33	100	0	0	100	2	7	0	0	7	2	7	0	0	7	Sur	7.4	6.7	2.9	0.41
<i>Nucella crassilabrum</i>	33	100	0	0	100	16	48	0	0	48	16	48	0	0	48	Sur	48.1	16.8	5.69	<b>0.01</b>
<i>Onchidella marginata</i>	33	55	0	55	45	11	18	0	18	15	6	10	0	10	7	Trans	10	10.8	5.67	0.36
<i>Patiria chilensis</i>	33	58	30	58	12	21	36	19	36	7	9	21	6	21	1	Trans	21.1	12.2	4.78	0.06
<i>Plaxiphora aurata</i>	33	100	0	0	100	4	11	0	0	11	4	11	0	0	11	Sur	11.1	8	4.33	0.36
<i>Prisogaster niger</i>	33	38	29	34	38	36	41	31	36	41	12	15	9	12	15	Sur	15.3	21	6.41	0.93
<i>Scurria araucana</i>	33	36	32	36	32	92	100	88	100	89	31	36	28	36	29	Trans	36.2	33.8	4.05	0.31
<i>Scurria bohemita</i>	33	37	37	34	29	80	88	88	82	70	27	32	32	28	21	Norte	31.9	32.2	4.71	0.65
<i>Scurria ceciliana</i>	33	43	27	31	43	78	100	63	73	100	27	43	17	22	43	Sur	42.5	33	4.27	<b>0.01</b>
<i>Scurria orbignyi</i>	33	40	29	31	40	49	59	44	45	59	17	24	13	14	24	Sur	23.7	24.9	5.14	0.65
<i>Scurria parasitica</i>	33	34	34	34	32	98	100	100	100	93	33	34	34	34	29	Norte	34.2	34.2	3.47	1.00
<i>Scurria plana</i>	33	67	67	29	4	31	63	63	27	4	17	42	42	8	0	Norte	41.8	17.4	6.02	<b>0.01</b>
<i>Scurria scurra</i>	33	48	10	42	48	64	93	19	82	93	27	44	2	35	44	Sur	44.4	29.5	4.94	<b>0.01</b>
<i>Scurria variabilis</i>	33	48	20	48	32	31	45	19	45	30	12	22	4	22	9	Trans	22	17.4	5.39	0.16
<i>Scurria viridula</i>	33	53	47	53	0	57	91	81	91	0	29	48	38	48	0	Trans	48	22.7	6.9	<b>0.02</b>
<i>Scurria zebrina</i>	33	55	16	29	55	52	85	25	45	85	21	47	4	13	47	Sur	46.6	27.7	5.49	<b>0.01</b>
<i>Siphonaria lessoni</i>	33	34	32	34	34	98	100	94	100	100	33	34	30	34	34	Trans	34	33.6	3.41	0.55
<i>Stichaster striatus</i>	33	44	44	37	19	57	75	75	64	33	21	33	33	24	6	Norte	32.7	25.3	5.74	0.08
<i>Tegula atra</i>	33	40	40	32	28	84	100	100	82	70	29	40	40	27	20	Norte	39.7	32.9	4.89	0.06
<i>Tegula luctuosa</i>	33	48	33	48	19	6	9	6	9	4	2	4	2	4	1	Trans	4.3	7.3	4.35	0.75
<i>Tegula tridentata</i>	33	61	21	61	19	20	36	13	36	11	9	22	3	22	2	Trans	22	12.8	5.23	0.10
<i>Tetrapygus niger</i>	33	43	43	38	19	72	94	94	82	41	26	41	41	31	8	Norte	40.6	29.8	5.55	<b>0.03</b>
<i>Thais haemastoma</i>	33	100	100	0	0	8	25	25	0	0	8	25	25	0	0	Norte	25	8.7	4.61	<b>0.01</b>
<i>Tonicia atrata</i>	33	49	30	22	49	28	41	25	18	41	10	20	7	4	20	Sur	19.8	18.5	5.38	0.35

<i>Tonica chilensis</i>	33	76	0	24	76	37	85	0	27	85	24	65	0	7	65	Sur	64.5	23.5	5.08	<b>0.01</b>
<i>Tonica elegans</i>	33	61	7	32	61	28	52	6	27	52	14	31	0	9	31	Sur	31.5	18.8	5.48	<b>0.05</b>
<i>Tonica sp.</i>	33	100	0	0	100	2	7	0	0	7	2	7	0	0	7	Sur	7.4	5.9	2.22	0.33
<i>Trimusculus peruvianus</i>	33	63	63	0	37	3	6	6	0	4	2	4	4	0	1	Norte	3.9	6.8	3.6	1.00

Tabla 2. Análisis de especies indicadoras para el grupo de invertebrados del intermareal rocoso. Se muestra la ocurrencia relativa de las especies en las zonas zoogeográficas determinadas en el análisis de quiebres biogeográficos. El promedio (prom. expresado en porcentaje) corresponde a la ocurrencia promedio de una especie en la eco-región (Norte y Trans) sobre la ocurrencia promedio de esa especie en todos los sitios (columna A). En el caso de la columna B, el promedio corresponde al porcentaje de sitios de una eco-región en la cual la especie está presente. En la columna C se muestra el valor de indicador (VI) para cada especie obtenido al combinar los datos de ocurrencia relativa de las columnas A y B. como especie indicador. La columna D muestra los resultados de la estimación de la significancia del VI máximo de una determina especie estimada mediante 1000 re-asignaciones aleatoria de los sitios (Datos Dr. Vásquez)

Especies	A Ocurrencia relativa en todas las zonas zoogeográficas				B Ocurrencia relativa dentro de cada zona zoogeográfica				C Valor de indicador (VI) en cada ecoregion				D Prueba de significancia del VI en la zonz zoogeografica				
	Prom.	Max.	Norte	Trans	Prom.	Max	Norte	Trans	Prom.	Max.	Norte	Trans	Zona	VI	Prom.	D.E.	P
<i>Allopetrolisthes angulosus</i>	50	51	49	51	43	44	43	44	22	22	21	22	Trans	22.1	32.1	10.62	1.00
<i>Anthonydium chilensis</i>	50	100	100	0	14	29	29	0	14	29	29	0	Norte	28.6	12.2	4.13	0.06
<i>Brachidontes granulata</i>	50	62	62	38	81	100	100	63	43	62	62	24	Norte	61.5	45.1	8.73	0.10
<i>Chiton cumingsi</i>	50	70	70	30	41	57	57	25	24	40	40	8	Norte	39.8	28.3	10.67	0.20
<i>Concholepas concholepas</i>	50	84	84	16	59	100	100	19	44	84	84	3	Norte	84.2	31.2	9.76	<b>0.01</b>
<i>Fissurela crassa</i>	50	53	53	47	27	29	29	25	13	15	15	12	Norte	15.2	25.2	10.73	1.00
<i>Fissurela limbata</i>	50	70	70	30	31	43	43	19	18	30	30	6	Norte	29.8	24.1	9.45	0.37
<i>Fissurella latimarginata</i>	50	100	100	0	14	29	29	0	14	29	29	0	Norte	28.6	12.4	4.75	0.08
<i>Fissurella maxima</i>	50	70	70	30	21	29	29	13	12	20	20	4	Norte	19.9	18.8	7.94	0.63
<i>Heliaser helianthus</i>	50	77	77	23	28	43	43	13	18	33	33	3	Norte	33.2	20	7.02	0.14
<i>Jhelius Cirratus</i>	50	100	100	0	14	29	29	0	14	29	29	0	Norte	28.6	12.4	4.75	0.08
<i>Liopetrolisthes mitra</i>	50	82	82	18	35	57	57	13	25	47	47	2	Norte	46.9	22.6	8.43	<b>0.05</b>
<i>Loxechinus albus</i>	50	77	77	23	28	43	43	13	18	33	33	3	Norte	33.2	19.7	7.72	0.11
<i>Pachycheles grossimanus</i>	50	57	57	43	88	100	100	75	45	57	57	32	Norte	57.1	48.9	7.66	0.34
<i>Pagurus edwardsi</i>	50	53	53	47	13	14	14	13	7	8	8	6	Norte	7.6	14.2	6.73	1.00
<i>Petrolisthes tuberculatus</i>	50	53	47	53	76	81	71	81	38	43	33	43	Trans	43.2	47.4	8.2	1.00
<i>Semimytilus algosus</i>	50	62	62	38	81	100	100	63	43	62	62	24	Norte	61.5	46.3	9.45	0.16
<i>Synalpheus spinifrons</i>	50	64	64	36	78	100	100	56	42	64	64	20	Norte	64	45	9.21	0.09
<i>Tegula atra</i>	50	70	70	30	31	43	43	19	18	30	30	6	Norte	29.8	23.4	9.86	0.29
<i>Tegula luctuosa</i>	50	76	76	24	66	100	100	31	42	76	76	7	Norte	76.2	36.1	8.57	<b>0.01</b>
<i>Tetrapygus niger</i>	50	53	53	47	54	57	57	50	27	30	30	23	Norte	30.5	36.3	8.91	1.00
<i>Acanthocyclus gayi</i>	50	100	100	0	7	14	14	0	7	14	14	0	Norte	14.3	8.8	3.86	0.33
<i>Acantopleura echinata</i>	50	60	60	40	24	29	29	19	12	17	17	7	Norte	17.3	21.9	8.78	0.65
<i>Allopetrolisthes punctatus</i>	50	57	57	43	50	57	57	44	26	32	32	19	Norte	32.4	35.8	10.04	0.73

<i>Allopetrolisthes spinifrons</i>	50	53	53	47	27	29	29	25	13	15	15	12	Norte	15.2	24.2	9.03	1.00
<i>Athyon chilensis</i>	50	100	100	0	7	14	14	0	7	14	14	0	Norte	14.3	8.8	3.86	0.33
<i>Calyptraea trochiformis</i>	50	53	53	47	54	57	57	50	27	30	30	23	Norte	30.5	38.5	9.64	1.00
<i>Loxechinus albus</i>	50	100	100	0	7	14	14	0	7	14	14	0	Norte	14.3	8.8	3.86	0.33
<i>Mitrella unifasciata</i>	50	82	82	18	17	29	29	6	12	23	23	1	Norte	23.4	14.7	7.51	0.25
<i>Pisoides edwardsi</i>	50	58	58	42	37	43	43	31	19	25	25	13	Norte	24.8	27.9	8.48	0.69
<i>Scurria scurra</i>	50	58	58	42	74	86	86	63	38	50	50	26	Norte	49.6	42.6	8.68	0.34
<i>Tegula tridentata</i>	50	77	77	23	28	43	43	13	18	33	33	3	Norte	33.2	21	8.86	0.18
<i>Acanthocyclus gayi</i>	50	52	48	52	60	63	57	63	30	33	27	33	Trans	32.6	40.5	9.01	1.00
<i>Austromegabalanus psittacus</i>	50	58	58	42	37	43	43	31	19	25	25	13	Norte	24.8	29	9.53	0.67
<i>Enoplochiton niger</i>	50	75	75	25	38	57	57	19	24	43	43	5	Norte	43	24.8	8.85	0.11
<i>Pilumnoides perlatus</i>	50	57	57	43	50	57	57	44	26	32	32	19	Norte	32.4	33.7	9.06	0.61
<i>Taliepus dentatus</i>	50	66	34	66	42	56	29	56	23	37	10	37	Trans	37.3	33.8	8.06	0.34
<i>Atoniella latinus</i>	50	100	100	0	7	14	14	0	7	14	14	0	Norte	14.3	8.1	3.54	0.25
<i>Perumytilus purpuratus</i>	50	58	58	42	37	43	43	31	19	25	25	13	Norte	24.8	26.9	7.59	0.60
<i>Achelia assimilis</i>	50	100	100	0	7	14	14	0	7	14	14	0	Norte	14.3	8.7	3.83	0.32
<i>Alpheus chilensis</i>	50	100	100	0	7	14	14	0	7	14	14	0	Norte	14.3	8.7	3.83	0.32
<i>Anisodoris rudbergi</i>	50	100	100	0	7	14	14	0	7	14	14	0	Norte	14.3	8.7	3.83	0.32
<i>Anthothoe chilensis</i>	50	57	43	57	17	19	14	19	8	11	6	11	Trans	10.6	16.9	7.78	1.00
<i>Aulacomya ater</i>	50	53	53	47	13	14	14	13	7	8	8	6	Norte	7.6	15.5	7.91	1.00
<i>Balanus flosculus</i>	50	64	36	64	20	25	14	25	11	16	5	16	Trans	15.9	23	11.03	1.00
<i>Balanus laevis</i>	50	100	100	0	7	14	14	0	7	14	14	0	Norte	14.3	8.7	3.83	0.32
<i>Callistochiton viviparus</i>	50	70	70	30	10	14	14	6	6	10	10	2	Norte	9.9	12.6	5.31	1.00
<i>Chaetopleura peruviana</i>	50	70	70	30	10	14	14	6	6	10	10	2	Norte	9.9	12.6	5.31	1.00
<i>Chiton granosus</i>	50	72	28	72	26	38	14	38	16	27	4	27	Trans	27.2	26.3	9.87	0.44
<i>Diloma nigerrina</i>	50	53	53	47	13	14	14	13	7	8	8	6	Norte	7.6	13.9	8.61	1.00
<i>Eatoniella latina</i>	50	100	100	0	14	29	29	0	14	29	29	0	Norte	28.6	12.3	4.78	0.08
<i>Fissurella costata</i>	50	100	100	0	7	14	14	0	7	14	14	0	Norte	14.3	8.7	3.83	0.32
<i>Notochamalus scabrosus</i>	50	100	100	0	7	14	14	0	7	14	14	0	Norte	14.3	8.7	3.83	0.32
<i>Phragmatopoma moerchi</i>	50	57	43	57	17	19	14	19	8	11	6	11	Trans	10.6	17.5	7.77	1.00
<i>Phymactis clematis</i>	50	70	70	30	10	14	14	6	6	10	10	2	Norte	9.9	12.6	5.31	1.00
<i>Platynereis australis</i>	50	100	100	0	7	14	14	0	7	14	14	0	Norte	14.3	8.7	3.83	0.32
<i>Prisogaster niger</i>	50	70	70	30	10	14	14	6	6	10	10	2	Norte	9.9	12.6	5.31	1.00
<i>Shiphonaria lessoni</i>	50	100	100	0	7	14	14	0	7	14	14	0	Norte	14.3	8.7	3.83	0.32
<i>Petrolisthes tuberculatus</i>	50	53	53	47	13	14	14	13	7	8	8	6	Norte	7.6	14.3	7.17	1.00
<i>Petrolisthes granosus</i>	50	100	0	100	13	25	0	25	13	25	0	25	Trans	25	18.6	7.64	0.31
<i>Petrolisthes laevigatus</i>	50	100	0	100	6	13	0	13	6	13	0	13	Trans	12.5	13.1	5.71	0.59
<i>Petrolisthes violaceus</i>	50	100	0	100	13	25	0	25	13	25	0	25	Trans	25	18.6	7.64	0.31
<i>Alpheus inca</i>	50	100	0	100	6	13	0	13	6	13	0	13	Trans	12.5	12.8	5.55	0.52
<i>Gaudichaudia gaudichaudii</i>	50	100	0	100	13	25	0	25	13	25	0	25	Trans	25	17.9	7.66	0.20
<i>Littorina peruviana</i>	50	100	0	100	6	13	0	13	6	13	0	13	Trans	12.5	12.3	4.78	0.55

<i>Amphiporoa typa</i>	50	100	0	100	6	13	0	13	6	13	0	13	Trans	12.5	13.2	5.94	0.57
<i>Ophiactis kröyeri</i>	50	100	0	100	3	6	0	6	3	6	0	6	Trans	6.2	8.8	3.89	1.00
<i>Collisella araucana</i>	50	100	0	100	3	6	0	6	3	6	0	6	Trans	6.2	8.5	3.76	1.00
<i>Pyura chilensis</i>	50	100	0	100	9	19	0	19	9	19	0	19	Trans	18.7	14.8	8.79	0.50
<i>Panapeus chilensis</i>	50	100	0	100	3	6	0	6	3	6	0	6	Trans	6.2	8.8	3.89	1.00
<i>Chtamalus scabrosus</i>	50	100	0	100	3	6	0	6	3	6	0	6	Trans	6.2	8.9	3.92	1.00
<i>Crepipatella dilatata</i>	50	100	0	100	3	6	0	6	3	6	0	6	Trans	6.2	8.9	3.92	1.00
<i>Homalapsis plana</i>	50	100	0	100	3	6	0	6	3	6	0	6	Trans	6.2	8.9	3.92	1.00
<i>Pachycheles chilensis</i>	50	100	0	100	3	6	0	6	3	6	0	6	Trans	6.2	8.9	3.92	1.00
<i>Patiria chilensis</i>	50	100	0	100	3	6	0	6	3	6	0	6	Trans	6.2	8.9	3.92	1.00
<i>Stichaster striatus</i>	50	100	0	100	3	6	0	6	3	6	0	6	Trans	6.2	8.9	3.92	1.00
<i>Colisella orbigny</i>	50	100	0	100	3	6	0	6	3	6	0	6	Trans	6.2	8.9	3.92	1.00
<i>Littorina araucana</i>	50	100	0	100	6	13	0	13	6	13	0	13	Trans	12.5	12	3.78	0.62
<i>Taliepus marginatus</i>	50	100	0	100	3	6	0	6	3	6	0	6	Trans	6.2	8.1	3.54	1.00
<i>Tricolia macleani</i>	50	100	0	100	3	6	0	6	3	6	0	6	Trans	6.2	8.1	3.54	1.00
<i>Hemigrapsus crenulatus</i>	50	100	0	100	3	6	0	6	3	6	0	6	Trans	6.2	8	3.44	1.00
<i>Mytilus chilensis</i>	50	100	0	100	3	6	0	6	3	6	0	6	Trans	6.2	8	3.44	1.00
<i>Venus antiqua</i>	50	100	0	100	3	6	0	6	3	6	0	6	Trans	6.2	8	3.44	1.00
<i>Choromytilus chorus</i>	50	100	0	100	3	6	0	6	3	6	0	6	Trans	6.2	8.7	3.83	1.00
<i>Nereis callaona</i>	50	100	0	100	3	6	0	6	3	6	0	6	Trans	6.2	8.7	3.83	1.00
<i>Perinereis falklanics</i>	50	100	0	100	3	6	0	6	3	6	0	6	Trans	6.2	8.7	3.83	1.00
<i>Perinereis longidonta</i>	50	100	0	100	3	6	0	6	3	6	0	6	Trans	6.2	8.7	3.83	1.00
<i>Pseudonereis gallapagensis</i>	50	100	0	100	3	6	0	6	3	6	0	6	Trans	6.2	8.7	3.83	1.00
<i>Syllis magdalena</i>	50	100	0	100	3	6	0	6	3	6	0	6	Trans	6.2	8.7	3.83	1.00
<i>Trimusculus peruvianus</i>	50	100	0	100	3	6	0	6	3	6	0	6	Trans	6.2	8.7	3.83	1.00

Tabla 3. Análisis de especies indicadoras para el grupo de peces del intermareal rocoso. Se muestra la ocurrencia relativa de las especies en las zonas zoogeográficas determinadas en el análisis de quiebres biogeográficos. El promedio (prom. expresado en porcentaje) corresponde a la ocurrencia promedio de una especie en la eco-región (Norte y Sur) sobre la ocurrencia promedio de esa especie en todos los sitios (columna A). En el caso de la columna B, el promedio corresponde al porcentaje de sitios de una eco-región en la cual la especie está presente. En la columna C se muestra el valor de indicador (VI) para cada especie obtenido al combinar los datos de ocurrencia relativa de las columnas A y B. como especie indicador. La columna D muestra los resultados de la estimación de la significancia del VI máximo de una determina especie estimada mediante 1000 re-asignaciones aleatoria de los sitios (Datos Dr. Ojeda)

Especies	A Ocurrencia relativa en todas las zonas zoogeográficas				B Ocurrencia relativa dentro de cada zona zoogeográfica				C Valor de indicador (VI) en cada ecoregion				D Prueba de significancia del VI en la zonz zoogeografica				
	Prom.	Max.	Norte	Sur	Prom.	Max	Norte	Sur	Prom.	Max.	Norte	Sur	Zona	VI	Prom.	D.E.	P
<i>Hypsoblennius sordidus</i>	50	62	62	38	81	100	100	63	43	62	62	24	Norte	61.5	48.5	8.63	0.19
<i>Scartichthys gigas</i>	50	80	80	20	63	100	100	25	43	80	80	5	Norte	80	42.6	11.15	<b>0.02</b>
<i>Scartichthys viridis</i>	50	89	89	11	56	100	100	13	45	89	89	1	Norte	88.9	37.4	12.55	<b>0.01</b>
<i>Scartichthys crapulatus</i>	50	100	100	0	33	67	67	0	33	67	67	0	Norte	66.7	27.2	11.85	<b>0.04</b>
<i>Bovichthys chilensis</i>	50	53	47	53	35	38	33	38	18	20	16	20	Sur	19.9	31.4	12.23	1.00
<i>Myxodes cristatus</i>	50	60	40	60	42	50	33	50	22	30	13	30	Sur	30	36.1	12.66	0.65
<i>Myxodes ornatus</i>	50	100	100	0	17	33	33	0	17	33	33	0	Norte	33.3	17.2	9.22	0.12
<i>Myxodes viridis</i>	50	67	67	33	75	100	100	50	42	67	67	17	Norte	66.7	47.5	9.45	<b>0.07</b>
<i>Gobiesox marmoratus</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00
<i>Tomicodon chilensis</i>	50	100	100	0	42	83	83	0	42	83	83	0	Norte	83.3	30.7	11.78	<b>0.01</b>
<i>Sicyases sanguineus</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00
<i>Ophiogobius jenynsi</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00
<i>Girella laevisfrons</i>	50	80	80	20	63	100	100	25	43	80	80	5	Norte	80	42.6	11.15	<b>0.02</b>
<i>Graus nigra</i>	50	80	80	20	63	100	100	25	43	80	80	5	Norte	80	42.6	11.15	<b>0.02</b>
<i>Auchenionchus microcirrhis</i>	50	89	89	11	56	100	100	13	45	89	89	1	Norte	88.9	37.4	12.55	<b>0.01</b>
<i>Auchenionchus variolosus</i>	50	89	89	11	56	100	100	13	45	89	89	1	Norte	88.9	37.4	12.55	<b>0.01</b>
<i>Calliclinus geniguttatus</i>	50	75	25	75	67	100	33	100	42	75	8	75	Sur	75	47.4	9.94	<b>0.03</b>
<i>Calliclinus nudiventris</i>	50	100	0	100	31	63	0	63	31	63	0	63	Sur	62.5	30.1	12.52	<b>0.03</b>
<i>Helcogrammoides chilensis</i>	50	89	89	11	56	100	100	13	45	89	89	1	Norte	88.9	37.4	12.55	<b>0.01</b>
<i>Helcogrammoides cunninghami</i>	50	53	47	53	35	38	33	38	18	20	16	20	Sur	19.9	31.4	12.23	1.00

Tabla 4. Análisis de especies indicadoras para el ensamble de especies sésiles del intermareal rocoso. Se muestra la ocurrencia relativa de las especies en las zonas zoogeográficas determinadas en el análisis de quiebres biogeográficos. El promedio (prom. expresado en porcentaje) corresponde a la ocurrencia promedio de una especie en la eco-región (Norte y Trans) sobre la ocurrencia promedio de esa especie en todos los sitios (columna A). En el caso de la columna B, el promedio corresponde al porcentaje de sitios de una eco-región en la cual la especie está presente. En la columna C se muestra el valor de indicador (VI) para cada especie obtenido al combinar los datos de ocurrencia relativa de las columnas A y B. como especie indicador. La columna D muestra los resultados de la estimación de la significancia del VI máximo de una determina especie estimada mediante 1000 re-asignaciones aleatoria de los sitios (Datos Dr. Camus)

Especies	A Ocurrencia relativa en todas las zonas zoogeográficas				B Ocurrencia relativa dentro de cada zona zoogeográfica				C Valor de indicador (VI) en cada ecoregion				D Prueba de significancia del VI en la zonz zoogeografica				
	Prom.	Max.	Norte	Trans	Prom.	Max	Norte	Trans	Prom.	Max.	Norte	Trans	Zona.	VI	Prom.	D.E.	P
<i>Porphyra columbina</i>	50	53	53	47	100	100	100	100	50	53	53	47	Norte	53	58.4	8.46	0.82
<i>Ulva lactuca</i>	50	61	61	39	30	38	38	23	16	23	23	9	Norte	22.8	25.3	8.23	0.60
<i>Gelidium rex</i>	50	97	3	97	15	23	6	23	11	22	0	22	Trans	22.5	14.5	6.38	0.15
<i>Chaetomorpha firma</i>	50	81	19	81	44	50	50	38	20	31	9	31	Trans	31.2	34	9.67	0.57
<i>Colpomenia sinuosa</i>	50	78	78	22	68	75	75	62	36	59	59	13	Norte	58.6	48.4	10.21	0.17
<i>Trematocarpus dichotomus</i>	50	98	98	2	23	31	31	15	16	31	31	0	Norte	30.8	24	9.14	0.19
<i>Chondrus canaliculatus</i>	50	87	87	13	33	50	50	15	23	43	43	2	Norte	43.4	27.9	10.32	0.09
<i>Polysiphonia sp.</i>	50	52	52	48	94	100	88	100	47	48	45	48	Norte	48.2	54	7.67	0.91
<i>Grateloupia doryophora</i>	50	60	40	60	10	13	13	8	5	5	5	5	Trans	5	11.7	5.54	1.00
<i>Rhodoglossum denticulatum</i>	50	94	94	6	27	31	31	23	15	30	30	1	Norte	29.5	23.4	7.43	0.21
<i>Endarachne binghamiae</i>	50	89	89	11	23	38	38	8	17	33	33	1	Norte	33.2	21.3	7.75	0.13
<i>Perumytilus purpuratus</i>	50	69	31	69	80	85	75	85	41	58	23	58	Trans	58.3	51.3	10.77	0.22
<i>Jehlius cirratus</i>	50	52	48	52	97	100	94	100	49	52	45	52	Trans	52	53.1	6.63	0.59
<i>Notochthamalus scabrosus</i>	50	57	43	57	96	100	100	92	48	52	43	52	Trans	52.4	56.2	7.94	0.72
<i>Phymactis clematis</i>	50	52	48	52	71	81	81	62	36	39	39	32	Trans	39.3	48.2	10.84	0.86
<i>Demospongiae nd</i>	50	100	100	0	38	75	75	0	38	75	75	0	Norte	75	28.9	7.16	<b>0.01</b>
<i>Cladophoropsis herpestica</i>	50	100	100	0	6	13	13	0	6	13	13	0	Norte	12.5	8.2	4.68	0.43
<i>Corallina officinalis</i>	50	77	77	23	80	85	75	85	39	57	57	20	Norte	57.4	57	11.3	0.49
<i>Hildenbrandia lecanellieri</i>	50	57	57	43	97	100	94	100	48	53	53	43	Norte	53.4	55	7.56	0.63
<i>Corallinaceae nd1</i>	50	68	68	32	77	85	69	85	37	47	47	27	Norte	46.8	49	10.1	0.57
<i>Semimytilus algosus</i>	50	76	24	76	20	25	25	15	9	12	6	12	Trans	11.7	19.3	6.77	0.89
<i>Balanus laevis</i>	50	87	13	87	39	54	25	54	25	47	3	47	Trans	46.7	29.7	8.9	0.06
<i>Austromegabalanus psittacus</i>	50	83	83	17	26	38	38	15	17	31	31	3	Norte	31.1	23.8	7.9	0.21
<i>Ulva rigida</i>	50	53	47	53	88	100	75	100	44	53	35	53	Trans	53.3	50.3	7.26	0.30
<i>Gelidium chilense</i>	50	77	23	77	87	92	81	92	45	71	19	71	Trans	70.7	53.5	9.52	<b>0.04</b>

<i>Ralfsia confusa</i>	50	50	50	50	90	92	88	92	45	46	44	46	Trans	46.2	55.8	10.19	0.89
<i>Colpomenia tuberculata</i>	50	55	55	45	35	38	31	38	17	17	17	17	Norte	17.5	26.9	8.01	0.95
<i>Hypnea cenomyce</i>	50	98	98	2	33	50	50	15	25	49	49	0	Norte	48.9	29.4	10.8	0.07
<i>Chlorophyta nd</i>	50	77	77	23	72	75	75	69	37	57	57	16	Norte	57.5	46.1	8.53	0.11
<i>Peyssonnelia sp.</i>	50	64	64	36	65	69	69	62	33	44	44	22	Norte	43.9	44.1	10.32	0.46
<i>Ectocarpus confervoides</i>	50	96	96	4	46	69	69	23	34	66	66	1	Norte	66.3	34.3	9.38	<b>0.02</b>
<i>Bangia atropurpurea</i>	50	100	100	0	3	6	6	0	3	6	6	0	Norte	6.2	6.9	1	1.00
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	50	58	58	42	42	46	38	46	21	22	22	19	Norte	21.9	32.2	10	0.90
<i>Oulactis coliumensis</i>	50	100	100	0	6	13	13	0	6	13	13	0	Norte	12.5	9.1	4.07	0.44
<i>Colpomenia phaeodactyla</i>	50	66	66	34	31	31	31	31	16	21	21	11	Norte	20.6	26.6	8.58	0.72
<i>Petalonia fascia</i>	50	84	84	16	55	56	56	54	28	47	47	9	Norte	47.1	38.7	9.89	0.18
<i>Paranthus nivea</i>	50	95	95	5	33	50	50	15	24	48	48	1	Norte	47.6	28.6	10.01	0.06
<i>Anthothoe chilensis</i>	50	100	100	0	3	6	6	0	3	6	6	0	Norte	6.2	6.8	0.99	1.00
<i>Enteromorpha compressa</i>	50	58	58	42	11	15	6	15	5	7	4	7	Norte	6.5	11.6	5.33	0.88
<i>Cladophora peruviana</i>	50	67	33	67	28	31	25	31	14	21	8	21	Trans	20.7	22.5	7.6	0.54
<i>Mazzaella laminarioides</i>	50	98	2	98	49	85	13	85	42	83	0	83	Trans	82.8	31.4	8.43	<b>0.01</b>
<i>Codium dimorphum</i>	50	96	4	96	65	92	38	92	45	89	1	89	Trans	88.9	42.8	10.9	<b>0.01</b>
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	50	71	29	71	14	15	13	15	7	11	4	11	Trans	10.9	14.9	6.44	0.67
<i>Balanus flosculus</i>	50	85	15	85	67	85	50	85	40	72	8	72	Trans	71.9	46.3	12.42	<b>0.03</b>
<i>Pyura chilensis</i>	50	67	67	33	7	8	6	8	3	4	4	3	Norte	4.2	9.1	4.58	1.00
<i>Gelidium lingulatum</i>	50	77	23	77	38	38	38	38	19	30	9	30	Trans	29.6	27.9	7.58	0.32
<i>Phaeophyta nd1</i>	50	54	46	54	53	69	38	69	27	38	17	38	Trans	37.6	35.7	9.13	0.36
<i>Corallinaceae nd</i>	50	79	21	79	10	13	13	8	4	6	3	6	Trans	6	12.1	5.45	0.90
<i>Glossophora kunthii</i>	50	100	100	0	6	13	13	0	6	13	13	0	Norte	12.5	8.5	4.88	0.47
<i>Dendrymenia skottsbergii</i>	50	91	9	91	22	31	13	31	15	28	1	28	Trans	28.1	18.8	7.24	0.18
<i>Halopteris hordacea</i>	50	100	100	0	6	13	13	0	6	13	13	0	Norte	12.5	8.7	4.93	0.49
<i>Nothogenia fastigiata</i>	50	68	68	32	25	38	13	38	10	12	9	12	Norte	12.2	23.1	9.03	0.89
<i>Gymnogongrus furcellatus</i>	50	100	100	0	3	6	6	0	3	6	6	0	Norte	6.2	6.9	1	1.00
<i>Anemonia alicemartinae</i>	50	100	100	0	6	13	13	0	6	13	13	0	Norte	12.5	8.1	4.93	0.42
<i>Corallinaceae nd3</i>	50	58	58	42	10	13	13	8	5	7	7	3	Norte	7.3	12.4	5.7	0.88
<i>Lessonia nigrescens</i>	50	100	100	0	6	13	13	0	6	13	13	0	Norte	12.5	10.2	3.96	0.52
<i>Dasya sp.</i>	50	100	100	0	3	6	6	0	3	6	6	0	Norte	6.2	6.9	1	1.00
<i>Rhizoclonium tortuosum</i>	50	53	47	53	11	15	6	15	6	8	3	8	Trans	8.1	11.5	5.76	0.67
<i>Montemaria horridula</i>	50	93	93	7	19	31	6	31	4	6	6	2	Norte	5.8	19.2	6.85	1.00
<i>Rama novazelandiae</i>	50	95	5	95	11	15	6	15	7	15	0	15	Trans	14.7	11.2	5.68	0.30
<i>Ahnfeltiopsis durvillaei</i>	50	91	9	91	15	23	6	23	11	21	1	21	Trans	21.1	14.6	6.17	0.23
<i>Chondracanthus chamissoi</i>	50	100	0	100	8	15	0	15	8	15	0	15	Trans	15.4	9.2	4.84	0.26
<i>Adenocystis utricularis</i>	50	100	0	100	23	46	0	46	23	46	0	46	Trans	46.2	17.3	6.08	<b>0.01</b>
<i>Rizoclonium ambiguum</i>	50	100	0	100	8	15	0	15	8	15	0	15	Trans	15.4	9.5	3.98	0.20
<i>Enteromorpha linza</i>	50	100	0	100	4	8	0	8	4	8	0	8	Trans	7.7	6.9	1	0.48
<i>Ulva costata</i>	50	100	0	100	4	8	0	8	4	8	0	8	Trans	7.7	6.8	0.98	0.41

<i>Bosiella chiloensis</i>	50	100	0	100	19	38	0	38	19	38	0	38	Trans	38.5	16.1	6.84	<b>0.02</b>
<i>Sarcothalia crispata</i>	50	100	0	100	4	8	0	8	4	8	0	8	Trans	7.7	6.9	1	0.52
<i>Laurencia chilensis</i>	50	100	0	100	4	8	0	8	4	8	0	8	Trans	7.7	6.8	0.99	0.45

Tabla 5. Análisis de especies indicadoras para el grupo de invertebrados del intermareal de playas arenosas. Se muestra la ocurrencia relativa de las especies en las zonas zoogeográficas determinadas en el análisis de quiebres biogeográficos. El promedio (prom. expresado en porcentaje) corresponde a la ocurrencia promedio de una especie en la eco-región (Norte, Trans y Sur) sobre la ocurrencia promedio de esa especie en todos los sitios (columna A). En el caso de la columna B, el promedio corresponde al porcentaje de sitios de una eco-región en la cual la especie está presente. En la columna C se muestra el valor de indicador (VI) para cada especie obtenido al combinar los datos de ocurrencia relativa de las columnas A y B. como especie indicador. La columna D muestra los resultados de la estimación de la significancia del VI máximo de una determina especie estimada mediante 1000 re-asignaciones aleatoria de los sitios (Datos Dr. Jaramillo)

Especies	A Ocurrencia relativa en todas las zonas zoogeográficas					B Ocurrencia relativa dentro de cada zona zoogeográfica					C Valor de indicador (VI) en cada ecoregion					D Prueba de significancia del VI en la zonz zoogeografica				
	Prom.	Max.	Norte	Trans	Sur	Prom.	Max.	Norte	Trans	Sur	Prom.	Max.	Norte	Trans	Sur	Zona	VI	Prom.	D.E.	P
<i>Emerita analoga</i>	33	33	33	33	33	100	100	100	100	100	33	33	33	33	33	Norte	33.3	33	3.33	1.00
<i>Excirolana braziliensis</i>	33	38	38	38	23	87	100	100	100	60	30	38	38	38	14	Norte	38.5	34.4	5.25	0.29
<i>Orchestoidea tuberculata</i>	33	47	6	47	47	71	100	13	100	100	32	47	1	47	47	Trans	47.1	33.9	5.64	<b>0.01</b>
<i>Excirolana hirsuticauda</i>	33	51	7	42	51	61	93	13	78	93	27	47	1	33	47	Sur	47.4	32.5	6.29	<b>0.02</b>
<i>Phalerisida maculata</i>	33	36	30	34	36	55	60	50	56	60	18	22	15	19	22	Sur	21.7	28.9	6.6	1.00
<i>Nephtys impressa</i>	33	44	44	33	23	57	75	75	56	40	20	33	33	18	9	Norte	33	28.5	7.19	0.27
<i>Mesodema donacium</i>	33	36	31	36	33	41	44	38	44	40	14	16	12	16	13	Trans	16.2	25.1	8.41	1.00
<i>Leitoscoloplos sp.</i>	33	47	47	21	32	35	50	50	22	33	13	24	24	5	11	Norte	23.7	22.7	7.48	0.38
<i>Gliceridae</i>	33	68	68	20	12	37	75	75	22	13	19	51	51	4	2	Norte	50.9	20.6	7.24	<b>0.01</b>
<i>Macrochiridotea setifer</i>	33	68	0	32	68	23	47	0	22	47	13	32	0	7	32	Sur	31.6	19.5	7.17	0.09
<i>Phoxocephalopsis sp.</i>	33	68	0	68	32	27	56	0	56	27	15	38	0	38	9	Trans	37.5	19.4	7.72	0.07
<i>Batyporeiapus magellanicus</i>	33	68	0	32	68	23	47	0	22	47	13	32	0	7	32	Sur	31.6	20.1	7.78	0.08
<i>Excirolana monodi</i>	33	64	0	36	64	21	40	0	22	40	11	26	0	8	26	Sur	25.7	18.8	7.21	0.18
<i>Lepidopa chilensis</i>	33	65	65	35	0	32	63	63	33	0	17	41	41	12	0	Norte	40.8	18.9	8.2	<b>0.03</b>
<i>Ocypode gaudichaudii</i>	33	100	100	0	0	29	88	88	0	0	29	88	88	0	0	Norte	87.5	17.8	8.17	<b>0.01</b>
<i>Euzonus heterocirrus</i>	33	53	25	22	53	17	27	13	11	27	7	14	3	2	14	Sur	14.1	16.1	7.28	0.54
<i>Phoxorgia sp.</i>	33	53	0	53	47	14	22	0	22	20	7	12	0	12	9	Trans	11.7	16.8	8.78	0.66
<i>Macrochiridotea mehuinensis</i>	33	55	0	45	55	8	13	0	11	13	4	7	0	5	7	Sur	7.3	11.7	6.99	0.69
<i>Chaetilia paucidens</i>	33	77	0	77	23	10	22	0	22	7	6	17	0	17	2	Trans	17.1	11	7.75	0.32
<i>Spionidae</i>	33	55	0	45	55	8	13	0	11	13	4	7	0	5	7	Sur	7.3	11.4	7.03	0.60
<i>Lumbrinereis sp.</i>	33	65	65	0	35	6	13	13	0	7	3	8	8	0	2	Norte	8.2	10.2	5.03	0.60
<i>Huarpe sp.</i>	33	100	0	0	100	4	13	0	0	13	4	13	0	0	13	Sur	13.3	10.3	5.28	0.33
<i>Ogyrides tarazonai</i>	33	100	100	0	0	8	25	25	0	0	8	25	25	0	0	Norte	25	10.6	5.33	<b>0.05</b>
<i>Tylos spinulosus</i>	33	100	0	100	0	4	11	0	11	0	4	11	0	11	0	Trans	11.1	9	2.76	0.48
<i>Blepharipoda spinimana</i>	33	100	100	0	0	4	13	13	0	0	4	13	13	0	0	Norte	12.5	9.2	2.74	0.24

<i>Bellia picta</i>	33	100	0	0	100	2	7	0	0	7	2	7	0	0	7	Sur	6.7	9.5	2.71	1.00
<i>Ovalipes punctatus</i>	33	100	0	100	0	4	11	0	11	0	4	11	0	11	0	Trans	11.1	9	2.76	0.48
<i>Cheus sp.</i>	33	100	0	100	0	4	11	0	11	0	4	11	0	11	0	Trans	11.1	9	2.76	0.48
<i>Lysianasidae</i>	33	100	100	0	0	4	13	13	0	0	4	13	13	0	0	Norte	12.5	9.2	2.76	0.25

Tabla 6. Análisis de especies indicadoras para el grupo de peces del submareal de la costa Chilena. Se muestra la ocurrencia relativa de las especies en las zonas zoogeográficas determinadas en el análisis de quiebres biogeográficos. El promedio (prom. expresado en porcentaje) corresponde a la ocurrencia promedio de una especie en la eco-región (Norte y Sur) sobre la ocurrencia promedio de esa especie en todos los sitios (columna A). En el caso de la columna B, el promedio corresponde al porcentaje de sitios de una eco-región en la cual la especie está presente. En la columna C se muestra el valor de indicador (VI) para cada especie obtenido al combinar los datos de ocurrencia relativa de las columnas A y B. como especie indicador. La columna D muestra los resultados de la estimación de la significancia del VI máximo de una determina especie estimada mediante 1000 re-asignaciones aleatoria de los sitios (Datos Dr. Ojeda)

Especies	A Ocurrencia relativa en todas las zonas zoogeográficas				B Ocurrencia relativa dentro de cada zona zoogeográfica				C Valor de indicador (VI) en cada ecoregion				D Prueba de significancia del VI en la zonz zoogeografica				
	Prom.	Max.	Norte	Sur	Prom.	Max	Norte	Sur	Prom.	Max.	Norte	Sur	Zona.	VI	Prom.	D.E.	P
<i>Alopias vulpinus</i>	50	75	75	25	67	100	100	33	42	75	75	8	Norte	75	46.2	8.67	<b>0.01</b>
<i>Callorhynchus callorhynchus</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00
<i>Prionace gluca</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00
<i>Cetorhinus malimus</i>	50	60	60	40	83	100	100	67	43	60	60	27	Norte	60	51.2	8.49	0.19
<i>Heptranchias perlo</i>	50	100	100	0	50	100	100	0	50	100	100	0	Norte	100	40.1	8.91	<b>0.01</b>
<i>Helanchnus griseus</i>	50	75	75	25	67	100	100	33	42	75	75	8	Norte	75	46.2	8.67	<b>0.01</b>
<i>Notorynchus cepedianus</i>	50	67	67	33	75	100	100	50	42	67	67	17	Norte	66.7	49.4	8.54	0.06
<i>Charchodon charcharias</i>	50	75	75	25	67	100	100	33	42	75	75	8	Norte	75	46.2	8.67	<b>0.01</b>
<i>Isurus olyrinchus</i>	50	60	60	40	83	100	100	67	43	60	60	27	Norte	60	51.2	8.49	0.19
<i>Lamna nasus</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00
<i>Bathyraja brachiurops</i>	50	87	13	87	48	83	13	83	37	72	2	72	Sur	72.5	33	10.4	<b>0.04</b>
<i>Bathyraja griseocauda</i>	50	100	0	100	8	17	0	17	8	17	0	17	Sur	16.7	14.3	2.53	0.46
<i>Bathyraja magellanica</i>	50	100	0	100	8	17	0	17	8	17	0	17	Sur	16.7	14.3	2.53	0.46
<i>Bathyraja scaphiops</i>	50	100	0	100	8	17	0	17	8	17	0	17	Sur	16.7	14.3	2.53	0.46
<i>Psammobatis rudis</i>	50	100	0	100	8	17	0	17	8	17	0	17	Sur	16.7	14.3	2.53	0.46
<i>Psammobatis scobina</i>	50	53	47	53	94	100	88	100	47	53	41	53	Sur	53.3	53.3	5.42	1.00
<i>Raja chilensis</i>	50	100	0	100	8	17	0	17	8	17	0	17	Sur	16.7	14.3	2.53	0.46
<i>Raja flavirostris</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00
<i>Raja trachyderma</i>	50	100	0	100	8	17	0	17	8	17	0	17	Sur	16.7	14.3	2.53	0.46
<i>Cephaloscilium ventriosum</i>	50	100	100	0	50	100	100	0	50	100	100	0	Norte	100	40.1	8.91	<b>0.01</b>
<i>Schroederichthys bivius</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00
<i>Schroederichthys chilensis</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00
<i>Sphyrna zygaena</i>	50	100	100	0	50	100	100	0	50	100	100	0	Norte	100	40.1	8.91	<b>0.01</b>
<i>Squalus acanthias</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00

<i>Squatina armata</i>	50	75	75	25	67	100	100	33	42	75	75	8	Norte	75	46.2	8.67	<b>0.01</b>
<i>Galeorhinus galeus</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00
<i>Mustelus whitneyi</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00
<i>Triakis maculata</i>	50	100	100	0	50	100	100	0	50	100	100	0	Norte	100	40.1	8.91	<b>0.01</b>
<i>Agonopsis chiloensis</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00
<i>Aplodactylus punctatus</i>	50	100	100	0	50	100	100	0	50	100	100	0	Norte	100	40.1	8.91	<b>0.01</b>
<i>Austromenidia nigricans</i>	50	89	11	89	56	100	13	100	45	89	1	89	Sur	88.9	35.5	12	<b>0.01</b>
<i>Odonthestes regia</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00
<i>Aphos porosus</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00
<i>Bovichthys chilensis</i>	50	60	60	40	42	50	50	33	22	30	30	13	Norte	30	37.4	12.4	0.65
<i>Cottoperca gobio</i>	50	89	11	89	56	100	13	100	45	89	1	89	Sur	88.9	35.5	12	<b>0.01</b>
<i>Brama australis</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00
<i>Parona signata</i>	50	67	67	33	75	100	100	50	42	67	67	17	Norte	66.7	49.4	8.54	0.06
<i>Decapterus macrosoma</i>	50	100	100	0	6	13	13	0	6	13	13	0	Norte	12.5	14.3	2.53	1.00
<i>Selene peruviana</i>	50	100	100	0	19	38	38	0	19	38	38	0	Norte	37.5	22.3	9.82	0.21
<i>Trachionotus paitensis</i>	50	100	100	0	50	100	100	0	50	100	100	0	Norte	100	40.1	8.91	<b>0.01</b>
<i>Seriola mazatlana</i>	50	100	100	0	44	88	88	0	44	88	88	0	Norte	87.5	35.4	11.7	<b>0.01</b>
<i>Seriola lalandi</i>	50	100	100	0	50	100	100	0	50	100	100	0	Norte	100	40.1	8.91	<b>0.01</b>
<i>Trachurus murphy</i>	50	100	100	0	44	88	88	0	44	88	88	0	Norte	87.5	35.4	11.7	<b>0.01</b>
<i>Schedophilus huttoni</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00
<i>Seriollella caerulea</i>	50	100	0	100	42	83	0	83	42	83	0	83	Sur	83.3	30	10.9	<b>0.01</b>
<i>Seriollella porosa</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00
<i>Seriollella violacea</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00
<i>Seriollella punctata</i>	50	100	0	100	42	83	0	83	42	83	0	83	Sur	83.3	30	10.9	<b>0.01</b>
<i>Champscephalus esol</i>	50	89	11	89	56	100	13	100	45	89	1	89	Sur	88.9	35.5	12	<b>0.01</b>
<i>Cheilodactylus variegatus</i>	50	100	100	0	50	100	100	0	50	100	100	0	Norte	100	40.1	8.91	<b>0.01</b>
<i>Clupea bentincki</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00
<i>Ethmidium maculatum</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00
<i>Sardinops sagal</i>	50	86	86	14	58	100	100	17	44	86	86	2	Norte	85.7	43.1	10.1	<b>0.01</b>
<i>Sprattus fuegensis</i>	50	57	43	57	88	100	75	100	45	57	32	57	Sur	57.1	50.7	8.44	0.49
<i>Congiopodus peruvianus</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00
<i>Coryphaena hippurus</i>	50	75	75	25	67	100	100	33	42	75	75	8	Norte	75	46.2	8.67	<b>0.01</b>
<i>Sindoscopus australis</i>	50	60	60	40	42	50	50	33	22	30	30	13	Norte	30	37.4	12.4	0.65
<i>Engraulis ringens</i>	50	86	86	14	58	100	100	17	44	86	86	2	Norte	85.7	43.1	10.1	<b>0.01</b>
<i>Epigonus crassicaudus</i>	50	75	75	25	67	100	100	33	42	75	75	8	Norte	75	46.2	8.67	<b>0.01</b>
<i>Micromesistius australis</i>	50	100	0	100	25	50	0	50	25	50	0	50	Sur	50	23.4	9.91	0.06
<i>Thyrsites atun</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00
<i>Gobiosol marmoratus</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00
<i>Tomicodon chilensis</i>	50	75	75	25	67	100	100	33	42	75	75	8	Norte	75	46.2	8.67	<b>0.01</b>
<i>Sicyases hildenbrandi</i>	50	100	100	0	50	100	100	0	50	100	100	0	Norte	100	40.1	8.91	<b>0.01</b>
<i>Sicyases sanguineus</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00

<i>Heterogobius chiloensis</i>	50	100	0	100	42	83	0	83	42	83	0	83	Sur	83.3	30	10.9	<b>0.01</b>
<i>Maurolicus muelleri</i>	50	75	75	25	67	100	100	33	42	75	75	8	Norte	75	46.2	8.67	<b>0.01</b>
<i>Anisotremus scapularis</i>	50	100	100	0	31	63	63	0	31	63	63	0	Norte	62.5	29.9	11.5	<b>0.05</b>
<i>Isacia conceptionis</i>	50	100	100	0	44	88	88	0	44	88	88	0	Norte	87.5	35.4	11.7	<b>0.01</b>
<i>Harpagifer bispinnis</i>	50	100	0	100	17	33	0	33	17	33	0	33	Sur	33.3	18.8	9.82	0.19
<i>Harpagifer georgianus</i>	50	100	0	100	8	17	0	17	8	17	0	17	Sur	16.7	14.3	2.53	0.46
<i>Girella laevisfrons</i>	50	100	100	0	50	100	100	0	50	100	100	0	Norte	100	40.1	8.91	<b>0.01</b>
<i>Graus nigra</i>	50	100	100	0	50	100	100	0	50	100	100	0	Norte	100	40.1	8.91	<b>0.01</b>
<i>Kyphosus analogus</i>	50	100	100	0	6	13	13	0	6	13	13	0	Norte	12.5	14.3	2.53	1.00
<i>Semicossyphus darwini</i>	50	100	100	0	50	100	100	0	50	100	100	0	Norte	100	40.1	8.91	<b>0.01</b>
<i>Semicossyphus maculatus</i>	50	100	100	0	50	100	100	0	50	100	100	0	Norte	100	40.1	8.91	<b>0.01</b>
<i>Auchenionchus microcirrhis</i>	50	100	100	0	44	88	88	0	44	88	88	0	Norte	87.5	35.4	11.7	<b>0.01</b>
<i>Auchenionchus variolosus</i>	50	100	100	0	19	38	38	0	19	38	38	0	Norte	37.5	24.7	10.7	0.27
<i>Calliclinus geniguttatus</i>	50	67	33	67	75	100	50	100	42	67	17	67	Sur	66.7	46.9	9.73	0.11
<i>Calliclinus nudiventris</i>	50	67	33	67	38	50	25	50	21	33	8	33	Sur	33.3	30.9	14.8	0.52
<i>Labrisomus philippii</i>	50	86	86	14	58	100	100	17	44	86	86	2	Norte	85.7	43.1	10.1	<b>0.01</b>
<i>Careproctus crassus</i>	50	100	0	100	8	17	0	17	8	17	0	17	Sur	16.7	14.3	2.53	0.46
<i>Careproctus pallidus</i>	50	100	0	100	50	100	0	100	50	100	0	100	Sur	100	33.5	9.48	<b>0.01</b>
<i>Macruronus magellanicus</i>	50	100	0	100	50	100	0	100	50	100	0	100	Sur	100	33.5	9.48	<b>0.01</b>
<i>Merluccius australis</i>	50	80	20	80	63	100	25	100	43	80	5	80	Sur	80	41.2	11	<b>0.03</b>
<i>Merluccius gayi</i>	50	67	67	33	75	100	100	50	42	67	67	17	Norte	66.7	49.4	8.54	0.06
<i>Maerluccius hubsi</i>	50	100	0	100	8	17	0	17	8	17	0	17	Sur	16.7	14.3	2.53	0.46
<i>Salitota australis</i>	50	100	0	100	42	83	0	83	42	83	0	83	Sur	83.3	30	10.9	<b>0.01</b>
<i>Mugil cephalus</i>	50	86	86	14	58	100	100	17	44	86	86	2	Norte	85.7	43.1	10.1	<b>0.01</b>
<i>Gymnothorax modesta</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00
<i>Normanichthys crockeri</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00
<i>Dissostichus eleginoides</i>	50	89	11	89	56	100	13	100	45	89	1	89	Sur	88.9	35.5	12	<b>0.01</b>
<i>Eleginops maclovinus</i>	50	67	33	67	75	100	50	100	42	67	17	67	Sur	66.7	46.9	9.73	0.11
<i>Paranotothenia angustata</i>	50	100	0	100	8	17	0	17	8	17	0	17	Sur	16.7	14.3	2.53	0.46
<i>Paranotothenia magellanica</i>	50	100	0	100	8	17	0	17	8	17	0	17	Sur	16.7	14.3	2.53	0.46
<i>Patagonotothen wiltoni</i>	50	100	0	100	50	100	0	100	50	100	0	100	Sur	100	33.5	9.48	<b>0.01</b>
<i>Patagonotothen brevicauda</i>	50	89	11	89	56	100	13	100	45	89	1	89	Sur	88.9	35.5	12	<b>0.01</b>
<i>Patagonotothen canina</i>	50	89	11	89	56	100	13	100	45	89	1	89	Sur	88.9	35.5	12	<b>0.01</b>
<i>Patagonotothen cornucola</i>	50	89	11	89	56	100	13	100	45	89	1	89	Sur	88.9	35.5	12	<b>0.01</b>
<i>Patagonotothen longipes</i>	50	89	11	89	56	100	13	100	45	89	1	89	Sur	88.9	35.5	12	<b>0.01</b>
<i>Patagonotothen sima</i>	50	89	11	89	56	100	13	100	45	89	1	89	Sur	88.9	35.5	12	<b>0.01</b>
<i>Patagonotothen tessellata</i>	50	89	11	89	56	100	13	100	45	89	1	89	Sur	88.9	35.5	12	<b>0.01</b>
<i>Patagonotothen trigramma</i>	50	100	0	100	8	17	0	17	8	17	0	17	Sur	16.7	14.3	2.53	0.46
<i>Ophictus ater</i>	50	100	100	0	50	100	100	0	50	100	100	0	Norte	100	40.1	8.91	<b>0.01</b>
<i>Ophictus remiger</i>	50	100	100	0	50	100	100	0	50	100	100	0	Norte	100	40.1	8.91	<b>0.01</b>
<i>Ophictus dicellurus</i>	50	100	100	0	50	100	100	0	50	100	100	0	Norte	100	40.1	8.91	<b>0.01</b>

<i>Ophictus callaensis</i>	50	100	100	0	50	100	100	0	50	100	100	0	Norte	100	40.1	8.91	<b>0.01</b>
<i>Ophictus pacifici</i>	50	100	100	0	50	100	100	0	50	100	100	0	Norte	100	40.1	8.91	<b>0.01</b>
<i>Genypterus blacodes</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00
<i>Genypterus chilensis</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00
<i>Genypterus maculatus</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00
<i>Oplegnathus insignis</i>	50	100	100	0	13	25	25	0	13	25	25	0	Norte	25	18.2	9.7	0.49
<i>Hippoglossina montemaris</i>	50	100	100	0	50	100	100	0	50	100	100	0	Norte	100	40.1	8.91	<b>0.01</b>
<i>Hippoglossina mystacium</i>	50	89	11	89	56	100	13	100	45	89	1	89	Sur	88.9	35.5	12	<b>0.01</b>
<i>Hippoglossina macrops</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00
<i>Paralichthys adpersus</i>	50	100	100	0	50	100	100	0	50	100	100	0	Norte	100	40.1	8.91	<b>0.01</b>
<i>Paralichthys microps</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00
<i>Paralichthys patagonicus</i>	50	89	11	89	56	100	13	100	45	89	1	89	Sur	88.9	35.5	12	<b>0.01</b>
<i>Pinguipes chilensis</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00
<i>Caulolatilus princeps</i>	50	100	100	0	50	100	100	0	50	100	100	0	Norte	100	40.1	8.91	0.01
<i>Prolatilus jugularis</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00
<i>Chromis crusma</i>	50	100	100	0	44	88	88	0	44	88	88	0	Norte	87.5	35.4	11.7	<b>0.01</b>
<i>Chromis intercrusma</i>	50	100	100	0	50	100	100	0	50	100	100	0	Norte	100	40.1	8.91	<b>0.01</b>
<i>Nelilosus latifrons</i>	50	100	100	0	13	25	25	0	13	25	25	0	Norte	25	18.2	9.7	0.49
<i>Salvelinus alpinus</i>	50	100	0	100	8	17	0	17	8	17	0	17	Sur	16.7	14.3	2.53	0.46
<i>Cilus gilberti</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00
<i>Cynoscion analis</i>	50	100	100	0	25	50	50	0	25	50	50	0	Norte	50	27.2	10.6	0.11
<i>Menticirrhus ophicephalus</i>	50	100	100	0	38	75	75	0	38	75	75	0	Norte	75	34.5	11.2	<b>0.03</b>
<i>Micropogonias furnieri</i>	50	100	0	100	8	17	0	17	8	17	0	17	Sur	16.7	14.1	2.51	0.43
<i>Sciaena deliciosa</i>	50	100	100	0	38	75	75	0	38	75	75	0	Norte	75	34.5	11.2	<b>0.03</b>
<i>Sciaena fasciata</i>	50	100	100	0	38	75	75	0	38	75	75	0	Norte	75	34.5	11.2	<b>0.03</b>
<i>Stellifer minor</i>	50	100	100	0	38	75	75	0	38	75	75	0	Norte	75	34.5	11.2	<b>0.03</b>
<i>Sarda chilensis</i>	50	100	100	0	50	100	100	0	50	100	100	0	Norte	100	40.1	8.91	<b>0.01</b>
<i>Scomber japonicus</i>	50	100	100	0	38	75	75	0	38	75	75	0	Norte	75	34.5	11.2	<b>0.03</b>
<i>Thunnus alalunga</i>	50	75	75	25	67	100	100	33	42	75	75	8	Norte	75	46.2	8.67	<b>0.01</b>
<i>Thunnus albacares</i>	50	86	86	14	58	100	100	17	44	86	86	2	Norte	85.7	43.1	10.1	<b>0.01</b>
<i>Thunnus obesus</i>	50	100	100	0	44	88	88	0	44	88	88	0	Norte	87.5	35.4	11.7	<b>0.01</b>
<i>Sebastes capensis</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00
<i>Sebastes oculatus</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00
<i>Acanthistius pictus</i>	50	100	100	0	50	100	100	0	50	100	100	0	Norte	100	40.1	8.91	<b>0.01</b>
<i>Hemilutjans macropthalmos</i>	50	100	100	0	50	100	100	0	50	100	100	0	Norte	100	40.1	8.91	<b>0.01</b>
<i>Paralabral humeralis</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00
<i>Stromateus brasiliensis</i>	50	100	0	100	8	17	0	17	8	17	0	17	Sur	16.7	14.3	2.53	0.46
<i>Stromateus stellatus</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00
<i>Leptonotus blainvillianus</i>	50	50	50	50	100	100	100	100	50	50	50	50	Norte	50	49.5	5	1.00
<i>Tetragonorus cuvieri</i>	50	100	100	0	44	88	88	0	44	88	88	0	Norte	87.5	35.4	11.7	<b>0.01</b>
<i>Iphias gladius</i>	50	100	100	0	50	100	100	0	50	100	100	0	Norte	100	40.1	8.91	<b>0.01</b>

<i>Autrolycus depressiceps</i>	50	100	0	100	50	100	0	100	50	100	0	100	Sur	100	33.5	9.48	<b>0.01</b>
<i>Crossostomus sobrali</i>	50	100	0	100	8	17	0	17	8	17	0	17	Sur	16.7	14.3	2.53	0.46
<i>Ilucoetes facali</i>	50	100	0	100	8	17	0	17	8	17	0	17	Sur	16.7	14.3	2.53	0.46
<i>Phucocoetes latitans</i>	50	100	0	100	8	17	0	17	8	17	0	17	Sur	16.7	14.3	2.53	0.46

Tabla 7. Análisis de especies indicadoras para el grupo de invertebrados de fondos blandos del Submareal.. Se muestra la ocurrencia relativa de las especies en las zonas zoogeográficas determinadas en el análisis de quiebres biogeográficos. El promedio (Prom. expresado en porcentaje) corresponde a la ocurrencia promedio de una especie en la eco-región (Norte, Trans y Sur) sobre la ocurrencia promedio de esa especie en todos los sitios (columna A). En el caso de la columna B, el promedio corresponde al porcentaje de sitios de una eco-región en la cual la especie está presente. En la columna C se muestra el valor de indicador (VI) para cada especie obtenido al combinar los datos de ocurrencia relativa de las columnas A y B. como especie indicador. La columna D muestra los resultados de la estimación de la significancia del VI máximo de una determina especie estimada mediante 1000 re-asignaciones aleatoria de los sitios (Datos Dr. Lancelloti)

Especies	A Ocurrencia relativa en todas las zonas zoogeográficas				B Ocurrencia relativa dentro de cada zona zoogeográfica				C Valor de indicador (VI) en cada ecoregion				D Prueba de significancia del VI en la zonz zoogeografica				
	Prom.	Max.	Norte	Sur	Prom.	Max.	Norte	Sur	Prom.	Max.	Norte	Sur	Zona	VI	Prom.	D.E.	P
<i>Adelomelon martensi</i>	50	100	0	100	6	13	0	13	6	13	0	13	Sur	12.5	8.9	2.72	0.36
<i>Admete magellanica</i>	50	100	0	100	6	13	0	13	6	13	0	13	Sur	12.5	9.2	2.78	0.40
<i>Aeneator fontainei</i>	50	100	100	0	4	7	7	0	4	7	7	0	Trans	7.1	9	2.73	1.00
<i>Aesopus aliciae</i>	50	100	100	0	11	21	21	0	11	21	21	0	Trans	21.4	16.9	7.83	0.44
<i>Agathotoma ordinaria</i>	50	100	100	0	4	7	7	0	4	7	7	0	Trans	7.1	9	2.73	1.00
<i>Aglaophamus macroura</i>	50	100	0	100	25	50	0	50	25	50	0	50	Sur	50	17.4	6.75	<b>0.01</b>
<i>Aglaophamus peruana</i>	50	100	100	0	14	29	29	0	14	29	29	0	Trans	28.6	18.3	7.73	0.22
<i>Amphioplus magellanicus</i>	50	100	100	0	21	43	43	0	21	43	43	0	Trans	42.9	25	10.6	0.10
<i>Amphipholis squamata</i>	50	100	100	0	18	36	36	0	18	36	36	0	Trans	35.7	24	9.8	0.14
<i>Argopecten purpuratus</i>	50	100	100	0	4	7	7	0	4	7	7	0	Trans	7.1	8.9	2.72	1.00
<i>Anasterias antarctica</i>	50	100	0	100	6	13	0	13	6	13	0	13	Sur	12.5	8.8	2.68	0.34
<i>Arbacia dufresnii</i>	50	100	0	100	6	13	0	13	6	13	0	13	Sur	12.5	8.9	2.72	0.36
<i>Astarte longirostris</i>	50	100	0	100	6	13	0	13	6	13	0	13	Sur	12.5	9.2	2.78	0.40
<i>Aulacomya ater</i>	50	100	100	0	4	7	7	0	4	7	7	0	Trans	7.1	9	2.73	1.00
<i>Betaeus truncatus</i>	50	100	100	0	4	7	7	0	4	7	7	0	Trans	7.1	9	2.73	1.00
<i>Capitella capitata</i>	50	100	0	100	6	13	0	13	6	13	0	13	Sur	12.5	8.7	2.61	0.31
<i>Blepharipoda spinimana</i>	50	51	51	49	10	13	7	13	5	6	4	6	Trans	6.2	12.5	6.07	1.00
<i>Branchiocardia abranchiata</i>	50	100	100	0	4	7	7	0	4	7	7	0	Trans	7.1	9.4	2.83	1.00
<i>Caecum chilense</i>	50	100	100	0	31	50	50	13	25	50	50	0	Trans	50	33.6	12.1	0.09
<i>Neotrypaea uncinata</i>	50	100	100	0	14	29	29	0	14	29	29	0	Trans	28.6	23.3	9.56	0.31
<i>Cancellaria buccinoides</i>	50	100	100	0	7	14	14	0	7	14	14	0	Trans	14.3	13.5	6.91	0.59
<i>Cancer coronatus</i>	50	100	100	0	4	7	7	0	4	7	7	0	Trans	7.1	9.4	2.83	1.00
<i>Cancer setosus</i>	50	100	100	0	4	7	7	0	4	7	7	0	Trans	7.1	8.9	2.72	1.00
<i>Carazziella carrascoi</i>	50	100	100	0	14	29	29	0	14	29	29	0	Trans	28.6	19	7.93	0.15

<i>Carditella naviformis</i>	50	55	55	45	10	13	7	13	5	6	4	6	Trans	5.6	12.4	5.87	1.00
<i>Carditopsis flabellum</i>	50	82	82	18	13	14	14	13	7	12	12	2	Trans	11.7	17.3	7.06	0.81
<i>Chaetopleura fulva</i>	50	100	0	100	6	13	0	13	6	13	0	13	Sur	12.5	8.6	2.56	0.29
<i>Chama pelucida</i>	50	100	100	0	4	7	7	0	4	7	7	0	Trans	7.1	9	2.73	1.00
<i>Chaetilia paucidens</i>	50	100	100	0	4	7	7	0	4	7	7	0	Trans	7.1	9.1	2.76	1.00
<i>Chaetopterus variopedatus</i>	50	100	100	0	11	21	21	0	11	21	21	0	Trans	21.4	15.8	7.93	0.37
<i>Cilara secalina</i>	50	100	100	0	11	21	21	0	11	21	21	0	Trans	21.4	16.3	7.17	0.39
<i>Cirratulus cirratus</i>	50	55	45	55	44	50	50	38	22	22	22	21	Sur	22.4	33.2	10.3	0.96
<i>Cistenides ehlersi</i>	50	100	0	100	25	50	0	50	25	50	0	50	Sur	50	20.3	7.62	0.01
<i>Cossura chilensis</i>	50	66	66	34	33	38	29	38	16	19	19	13	Trans	18.8	28.6	10.1	0.84
<i>Cyamiomacra chilensis</i>	50	100	0	100	6	13	0	13	6	13	0	13	Sur	12.5	8.6	2.56	0.29
<i>Cyclocardia compressa</i>	50	100	100	0	4	7	7	0	4	7	7	0	Trans	7.1	9	2.73	1.00
<i>Diastylis tongoyensis</i>	50	99	99	1	42	71	71	13	35	70	70	0	Trans	70.4	36.2	9.33	<b>0.02</b>
<i>Diopatra obliqua</i>	50	100	100	0	14	29	29	0	14	29	29	0	Trans	28.6	18.9	8.16	0.22
<i>Dispia uncinata</i>	50	100	100	0	29	57	57	0	29	57	57	0	Trans	57.1	29.8	9.97	<b>0.02</b>
<i>Edwardsia intermedia</i>	50	100	0	100	19	38	0	38	19	38	0	38	Sur	37.5	15.2	6.37	<b>0.03</b>
<i>Ensis macha</i>	50	98	98	2	21	29	29	13	14	28	28	0	Trans	27.9	22.4	9.24	0.33
<i>Eualus dozei</i>	50	100	100	0	4	7	7	0	4	7	7	0	Trans	7.1	9.5	2.83	1.00
<i>Eurhomalea lenticularis</i>	50	100	0	100	6	13	0	13	6	13	0	13	Sur	12.5	9.1	2.75	0.38
<i>Eurypanopeus crenatus</i>	50	100	100	0	7	14	14	0	7	14	14	0	Trans	14.3	13.9	5.74	0.60
<i>Eurypodius latreillei</i>	50	98	98	2	24	36	36	13	18	35	35	0	Trans	35	25.7	9.95	0.18
<i>Glycymeris ovatus</i>	50	100	100	0	4	7	7	0	4	7	7	0	Trans	7.1	9	2.73	1.00
<i>Goniada uncinigera</i>	50	100	100	0	36	71	71	0	36	71	71	0	Trans	71.4	33.3	10.1	<b>0.02</b>
<i>Halicarcinus planatus</i>	50	76	76	24	32	50	14	50	11	12	11	12	Trans	12.1	27.3	10.3	0.94
<i>Harmothoe brevipalpa</i>	50	100	100	0	11	21	21	0	11	21	21	0	Trans	21.4	16.5	8.43	0.42
<i>Harmothoe exanthema</i>	50	100	100	0	25	50	50	0	25	50	50	0	Trans	50	28.7	11.6	0.08
<i>Hemipodus simplex</i>	50	98	98	2	30	36	36	25	18	35	35	0	Trans	35.2	30.8	11.8	0.27
<i>Hemipodus longipapillatus</i>	50	100	0	100	6	13	0	13	6	13	0	13	Sur	12.5	8.7	2.61	0.31
<i>Hepatus chilensis</i>	50	100	100	0	4	7	7	0	4	7	7	0	Trans	7.1	9.1	2.76	1.00
<i>Isolda viridis</i>	50	85	85	15	13	14	14	13	7	12	12	2	Trans	12.2	16.7	7.3	0.61
<i>Kellia tumbesiana</i>	50	100	100	0	4	7	7	0	4	7	7	0	Trans	7.1	9.5	2.83	1.00
<i>Kennerlia patagonica</i>	50	71	29	71	16	25	7	25	10	18	2	18	Sur	17.8	15.3	7.65	0.47
<i>Latreutes antiborealis</i>	50	100	100	0	11	21	21	0	11	21	21	0	Trans	21.4	15.8	7.05	0.41
<i>Leitoscoloplos chilensis</i>	50	69	69	31	38	50	50	25	21	34	34	8	Trans	34.3	30.1	9.13	0.31
<i>Lumbrineris bifilaris</i>	50	100	100	0	14	29	29	0	14	29	29	0	Trans	28.6	21.7	9.05	0.24
<i>Mediomastus branchiferus</i>	50	88	88	12	71	79	79	63	38	69	69	8	Trans	68.8	57.3	11.4	0.17
<i>Megalomma monoculata</i>	50	100	100	0	7	14	14	0	7	14	14	0	Trans	14.3	13.4	6.03	0.52
<i>Mitrella unifasciata</i>	50	100	100	0	14	29	29	0	14	29	29	0	Trans	28.6	21.3	9.85	0.31
<i>Monoculopsis vallentini</i>	50	100	100	0	18	36	36	0	18	36	36	0	Trans	35.7	22.1	10.1	0.14
<i>Mooreonuphis peruana</i>	50	100	100	0	14	29	29	0	14	29	29	0	Trans	28.6	21.6	9	0.25
<i>Mysella deanneae</i>	50	100	100	0	11	21	21	0	11	21	21	0	Trans	21.4	16.2	7.68	0.48

<i>Mysella molinae</i>	50	74	74	26	34	43	43	25	19	32	32	7	Trans	31.6	30.7	11.2	0.44
<i>Naineris chilensis</i>	50	100	100	0	14	29	29	0	14	29	29	0	Trans	28.6	18.2	7.68	0.19
<i>Nassarius gayi</i>	50	100	100	0	29	57	57	0	29	57	57	0	Trans	57.1	36.2	12.2	0.09
<i>Nephtys ferruginea</i>	50	100	100	0	7	14	14	0	7	14	14	0	Trans	14.3	13.1	6.32	0.53
<i>Nephtys impressa</i>	50	77	77	23	45	64	64	25	28	49	49	6	Trans	49.2	36.8	11.7	0.14
<i>Nephtys monilibrachiata</i>	50	77	77	23	30	36	36	25	17	27	27	6	Trans	27.3	26.8	10.4	0.43
<i>Ninoe chilensis</i>	50	100	100	0	11	21	21	0	11	21	21	0	Trans	21.4	16.2	7.96	0.40
<i>Ninoe falklandica</i>	50	100	0	100	13	25	0	25	13	25	0	25	Sur	25	12.4	5.55	0.10
<i>Notomastus chilensis</i>	50	97	3	97	38	50	50	25	13	24	1	24	Sur	24.3	43	13	0.94
<i>Nucula pisum</i>	50	92	92	8	66	75	57	75	29	53	53	6	Trans	52.5	50.6	14.1	0.44
<i>Nuculana cuneata</i>	50	88	88	12	10	13	7	13	4	6	6	2	Trans	6.3	13.1	5.36	1.00
<i>Oliva peruviana</i>	50	95	95	5	46	79	79	13	38	74	74	1	Trans	74.5	39.1	10.5	<b>0.01</b>
<i>Ovalipes trimaculatus</i>	50	100	100	0	4	7	7	0	4	7	7	0	Trans	7.1	9.1	2.76	1.00
<i>Paguristes wedelli</i>	50	100	100	0	4	7	7	0	4	7	7	0	Trans	7.1	9.4	2.83	1.00
<i>Pagurus gaudichaudi</i>	50	100	0	100	6	13	0	13	6	13	0	13	Sur	12.5	9.1	2.76	0.39
<i>Pagurus villosus</i>	50	100	100	0	21	43	43	0	21	43	43	0	Trans	42.9	27.8	10.1	0.10
<i>Paraprionospio pinnata</i>	50	78	78	22	10	13	7	13	4	6	6	3	Trans	5.6	13.2	5.99	1.00
<i>Pareurythoe chilensis</i>	50	100	100	0	11	21	21	0	11	21	21	0	Trans	21.4	17	7.15	0.46
<i>Pinnixa bahamondei</i>	50	100	0	100	6	13	0	13	6	13	0	13	Sur	12.5	9.1	2.75	0.38
<i>Pinnixa transversalis</i>	50	100	100	0	25	50	50	0	25	50	50	0	Trans	50	32.7	10.8	<b>0.05</b>
<i>Pinnixa valdiviensis</i>	50	100	100	0	14	29	29	0	14	29	29	0	Trans	28.6	19.4	9.36	0.24
<i>Polinices uber</i>	50	100	100	0	21	43	43	0	21	43	43	0	Trans	42.9	23.9	10.6	0.09
<i>Priene scabrum</i>	50	100	100	0	11	21	21	0	11	21	21	0	Trans	21.4	17.1	8.15	0.42
<i>Prionospio patagonica</i>	50	100	0	100	25	50	0	50	25	50	0	50	Sur	50	20.5	7.13	<b>0.01</b>
<i>Prionospio peruana</i>	50	86	86	14	88	100	100	75	48	86	86	10	Trans	86.5	64.7	12.5	<b>0.02</b>
<i>Protothaca thaca</i>	50	100	100	0	7	14	14	0	7	14	14	0	Trans	14.3	13	6.86	0.56
<i>Pseudocoristhes sicarius</i>	50	100	100	0	7	14	14	0	7	14	14	0	Trans	14.3	12.7	5.72	0.55
<i>Pythinella montemarensis</i>	50	100	100	0	11	21	21	0	11	21	21	0	Trans	21.4	16.3	7.12	0.40
<i>Pyura chilensis</i>	50	100	100	0	4	7	7	0	4	7	7	0	Trans	7.1	9.1	2.76	1.00
<i>Rissoina inca</i>	50	100	100	0	7	14	14	0	7	14	14	0	Trans	14.3	13.2	6.41	0.53
<i>Salitra radwini</i>	50	100	100	0	25	50	50	0	25	50	50	0	Trans	50	31	11.7	0.06
<i>Semele solida</i>	50	100	100	0	4	7	7	0	4	7	7	0	Trans	7.1	8.9	2.72	1.00
<i>Spiophanes bombyx</i>	50	82	18	82	83	88	79	88	43	71	14	71	Sur	71.4	64.6	13.6	0.28
<i>Spiophanes soederstroemi</i>	50	99	99	1	44	50	50	38	25	50	50	0	Trans	49.7	46.6	12.2	0.31
<i>Sympagurus haigae</i>	50	100	100	0	4	7	7	0	4	7	7	0	Trans	7.1	9.4	2.83	1.00
<i>Tagelus dombeii</i>	50	100	100	0	25	50	50	0	25	50	50	0	Trans	50	26.8	10.1	0.06
<i>Tegula atra</i>	50	100	100	0	7	14	14	0	7	14	14	0	Trans	14.3	11.9	5.75	0.48
<i>Tegula quadricostata</i>	50	100	100	0	4	7	7	0	4	7	7	0	Trans	7.1	9	2.73	1.00
<i>Tharyx longisetosa</i>	50	97	3	97	45	75	14	75	37	73	0	73	Sur	72.7	28.8	9.92	<b>0.01</b>
<i>Thyasira tomeana</i>	50	100	100	0	4	7	7	0	4	7	7	0	Trans	7.1	9.5	2.83	1.00
<i>Trigonostoma tuberculosus</i>	50	100	100	0	7	14	14	0	7	14	14	0	Trans	14.3	13.4	6.23	0.60

<i>Turritella cingulata</i>	50	100	100	0	29	57	57	0	29	57	57	0	Trans	57.1	39.3	11.7	0.07
<i>Venus antiqua</i>	50	100	100	0	11	21	21	0	11	21	21	0	Trans	21.4	15.6	6.62	0.45
<i>Xanthochorus buxeus</i>	50	100	100	0	25	50	50	0	25	50	50	0	Trans	50	29	12.5	0.12
<i>Volutomitra fragillima</i>	50	100	0	100	6	13	0	13	6	13	0	13	Sur	12.5	9.2	2.78	0.40
<i>Xanthochorus cassidiformis</i>	50	100	100	0	4	7	7	0	4	7	7	0	Trans	7.1	8.9	2.7	1.00
<i>Yoldiella valetii</i>	50	100	0	100	6	13	0	13	6	13	0	13	Sur	12.5	8.7	2.61	0.31
<i>Euzonus sp.</i>	50	100	0	100	25	50	0	50	25	50	0	50	Sur	50	18.9	7.27	<b>0.01</b>
<i>Falsilunaria sp.</i>	50	100	0	100	6	13	0	13	6	13	0	13	Sur	12.5	9.2	2.78	0.40
<i>Gari solida</i>	50	96	96	4	10	13	7	13	4	7	7	1	Trans	6.8	14.1	5.65	1.00
<i>Gomezia serrata</i>	50	75	75	25	16	25	7	25	6	6	5	6	Trans	6.2	17.3	7.13	1.00
<i>Hiatella solida</i>	50	79	21	79	10	13	7	13	6	10	1	10	Sur	9.9	11.4	5.33	0.71
<i>Laonice cirrata</i>	50	100	0	100	13	25	0	25	13	25	0	25	Sur	25	13.3	5.14	0.12
<i>Limatula pygmaea</i>	50	100	0	100	13	25	0	25	13	25	0	25	Sur	25	12.5	5.97	0.14
<i>Luidia magellanica</i>	50	100	0	100	6	13	0	13	6	13	0	13	Sur	12.5	8.6	2.56	0.29
<i>Lyonsia delicata</i>	50	100	100	0	4	7	7	0	4	7	7	0	Trans	7.1	9	2.73	1.00
<i>Macoma inornata</i>	50	100	0	100	19	38	0	38	19	38	0	38	Sur	37.5	14.8	6.45	0.02
<i>Malletia chilensis</i>	50	100	0	100	19	38	0	38	19	38	0	38	Sur	37.5	16	6.75	<b>0.03</b>
<i>Munida subrugosa</i>	50	100	0	100	13	25	0	25	13	25	0	25	Sur	25	11.8	4.89	0.08
<i>Mytilus edulis chilensis</i>	50	100	0	100	13	25	0	25	13	25	0	25	Sur	25	12.5	4.72	0.08
<i>Neactaeonina fragilis</i>	50	100	0	100	6	13	0	13	6	13	0	13	Sur	12.5	9.2	2.78	0.40
<i>Neastacilla magellanica</i>	50	100	0	100	6	13	0	13	6	13	0	13	Sur	12.5	9.2	2.78	0.40
<i>Ophiophragmus chilensis</i>	50	100	100	0	4	7	7	0	4	7	7	0	Trans	7.1	8.9	2.7	1.00
<i>Patiria chilensis</i>	50	100	100	0	4	7	7	0	4	7	7	0	Trans	7.1	9	2.73	1.00
<i>Phragmatopoma moerchi</i>	50	100	100	0	4	7	7	0	4	7	7	0	Trans	7.1	9	2.73	1.00
<i>Phylo felix</i>	50	100	0	100	13	25	0	25	13	25	0	25	Sur	25	12.1	5.18	0.09
<i>Pisone oerstedii</i>	50	100	100	0	7	14	14	0	7	14	14	0	Trans	14.3	12.8	5.71	0.56
<i>Scoloplos (Leodamas) tribulosus</i>	50	100	0	100	13	25	0	25	13	25	0	25	Sur	25	13.2	5.6	0.14
<i>Tegula luctuosa</i>	50	100	100	0	4	7	7	0	4	7	7	0	Trans	7.1	9	2.73	1.00
<i>Thais haemastoma</i>	50	100	100	0	4	7	7	0	4	7	7	0	Trans	7.1	9	2.73	1.00
<i>Travisia kerguelensis</i>	50	100	0	100	25	50	0	50	25	50	0	50	Sur	50	18.4	8.15	0.01
<i>Tripylaster philippii</i>	50	100	0	100	13	25	0	25	13	25	0	25	Sur	25	12.2	5	0.09
<i>Pseudechinus magellanicus</i>	50	100	0	100	13	25	0	25	13	25	0	25	Sur	25	11.3	5.42	0.08

Tabla 8. Análisis de especies indicadoras para el grupo de invertebrados del Submareal rocoso. Se muestra la ocurrencia relativa de las especies en las zonas zoogeográficas determinadas en el análisis de quiebres biogeográficos. El promedio (Prom. expresado en porcentaje) corresponde a la ocurrencia promedio de una especie en la eco-región (Norte, Trans y Sur) sobre la ocurrencia promedio de esa especie en todos los sitios (columna A). En el caso de la columna B, el promedio corresponde al porcentaje de sitios de una eco-región en la cual la especie está presente. En la columna C se muestra el valor de indicador (VI) para cada especie obtenido al combinar los datos de ocurrencia relativa de las columnas A y B. como especie indicador. La columna D muestra los resultados de la estimación de la significancia del VI máximo de una determina especie estimada mediante 1000 re-asignaciones aleatoria de los sitios (Datos Dr. Vasquez)

Especies	A Ocurrencia relativa en todas las zonas zoogeográficas				B Ocurrencia relativa dentro de cada zona zoogeográfica				C Valor de indicador (VI) en cada ecoregion				D Prueba de significancia del VI en la zonz zoogeográfica				
	Prom.	Max.	Trans	Sur	Prom.	Max	Trans	Sur	Prom.	Max.	Trans	Sur	Zona	VI	Prom.	D.E.	P
<i>Acanthonyx petiveri</i>	50	100	100	0	8	15	15	0	8	15	15	0	Trans	15.4	11.7	5.94	0.49
<i>Allopetrolisthes angulosus</i>	50	63	63	37	61	77	77	44	33	49	49	16	Trans	48.8	42.3	9.03	0.24
<i>Alpheus inca</i>	50	68	68	33	34	46	46	22	19	31	31	7	Trans	31.2	29.6	9.88	0.47
<i>Anisotremus scapularis</i>	50	100	100	0	8	15	15	0	8	15	15	0	Trans	15.4	11.7	5.94	0.49
<i>Aplodactylus punctatus</i>	50	59	41	59	9	11	8	11	5	7	3	7	Sur	6.6	11.6	5.77	1.00
<i>Allopetrolisthes spinifrons</i>	50	100	100	0	8	15	15	0	8	15	15	0	Trans	15.4	11.7	5.94	0.49
<i>Austromegabalanus psittacus</i>	50	51	51	49	45	46	46	44	23	24	24	22	Trans	23.5	32.2	8.45	1.00
<i>Balanus laevis</i>	50	81	81	19	29	46	46	11	20	37	37	2	Trans	37.2	25.1	9.06	0.19
<i>Brachidontes granulata</i>	50	56	56	44	89	100	100	78	45	56	56	34	Trans	56.2	50.5	6.46	0.17
<i>Crassilabrum crassilabrum</i>	50	53	53	47	59	62	62	56	29	32	32	26	Trans	32.3	39.4	8.53	1.00
<i>Crepidula coquimbensis</i>	50	100	100	0	8	15	15	0	8	15	15	0	Trans	15.4	12.6	6.03	0.57
<i>Entodesma cuneata</i>	50	100	100	0	8	15	15	0	8	15	15	0	Trans	15.4	12.6	6.03	0.57
<i>Fissurella crassa</i>	50	59	41	59	19	22	15	22	10	13	6	13	Sur	13.1	19	7.57	1.00
<i>Fissurella peruviana</i>	50	85	85	15	36	62	62	11	27	52	52	2	Trans	52.1	32.5	10.45	0.06
<i>Gaudichaudia gaudichaudil</i>	50	56	44	56	70	78	62	78	35	43	27	43	Sur	43.4	41.5	7.65	0.63
<i>Nassarius gayi</i>	50	60	60	40	70	85	85	56	37	51	51	22	Trans	51.1	45.7	7.92	0.42
<i>Liopetrolisthes mitra</i>	50	68	68	33	17	23	23	11	10	16	16	4	Trans	15.6	18.2	8.03	0.58
<i>Megalobrachium peruvianum</i>	50	51	51	49	23	23	23	22	11	12	12	11	Trans	11.8	20.2	9.69	1.00
<i>Mitrella unifasciata</i>	50	55	55	45	62	69	69	56	32	38	38	25	Trans	38.4	40.7	8.45	0.65
<i>Pachycheles grossimanus</i>	50	50	50	50	77	78	77	78	39	39	38	39	Sur	39.1	45.8	7.85	1.00
<i>Pagurus edwardsi</i>	50	68	68	33	68	92	92	44	38	62	62	14	Trans	62.3	45.4	8.6	0.10
<i>Pagurus villosus</i>	50	100	100	0	31	62	62	0	31	62	62	0	Trans	61.5	29.7	10.66	<b>0.04</b>
<i>Petrolisthes tuberculatus</i>	50	68	68	33	34	46	46	22	19	31	31	7	Trans	31.2	27.6	8.69	0.39
<i>Pilumnoides perlatus</i>	50	54	54	46	72	77	77	67	36	41	41	31	Trans	41.2	44.8	7.58	0.59
<i>Protothaca thaca</i>	50	100	100	0	8	15	15	0	8	15	15	0	Trans	15.4	12.6	6.03	0.57

<i>Pyura chilensis</i>	50	73	73	27	42	62	62	22	26	45	45	6	Trans	45.2	32.6	9.09	0.19
<i>Rissoina inca</i>	50	78	78	22	25	38	38	11	16	30	30	2	Trans	29.8	24.6	9.39	0.37
<i>Semimytilus algosus</i>	50	65	65	35	47	62	62	33	26	40	40	12	Trans	39.9	35.3	8.53	0.41
<i>Synalpheus spinifrons</i>	50	60	60	40	70	85	85	56	37	51	51	22	Trans	51.1	44	7.59	0.27
<i>Thais haemastoma</i>	50	100	100	0	15	31	31	0	15	31	31	0	Trans	30.8	18.6	7.93	0.16
<i>Taliepus dentatus</i>	50	56	44	56	70	78	62	78	35	43	27	43	Sur	43.4	43.1	8.56	0.70
<i>Tegula atra</i>	50	54	46	54	41	44	38	44	21	24	18	24	Sur	23.8	31.6	10.16	1.00
<i>Tegula tridentata</i>	50	50	50	50	77	78	77	78	39	39	38	39	Sur	39.1	45.7	7.92	1.00
<i>Tetrapygyus niger</i>	50	51	49	51	55	56	54	56	27	28	27	28	Sur	28.2	35.6	8.8	1.00
<i>Aulacomya ater</i>	50	59	41	59	28	33	23	33	15	20	9	20	Sur	19.7	23.4	7.73	0.67
<i>Argopecten purpuratus</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	9	1.91	1.00
<i>Calyptraea trochiformis</i>	50	56	56	44	76	85	85	67	38	47	47	29	Trans	47.3	46.7	8.78	0.63
<i>Carditella tegulata</i>	50	100	100	0	12	23	23	0	12	23	23	0	Trans	23.1	16.6	8.02	0.35
<i>Eatoniella latina</i>	50	100	100	0	23	46	46	0	23	46	46	0	Trans	46.2	22.9	8.62	0.08
<i>Latreutes antiborealis</i>	50	100	100	0	19	38	38	0	19	38	38	0	Trans	38.5	19.8	9.1	0.09
<i>Loxechinus albus</i>	50	58	58	42	13	15	15	11	7	9	9	5	Trans	8.9	15.4	6.69	1.00
<i>Meyenaster gelatinosus</i>	50	68	68	33	17	23	23	11	10	16	16	4	Trans	15.6	18.9	8.09	0.65
<i>Nauticarica magellanica</i>	50	100	100	0	8	15	15	0	8	15	15	0	Trans	15.4	11.8	6.01	0.50
<i>Pachycheles chilensis</i>	50	63	37	63	53	67	38	67	28	42	14	42	Sur	42.3	34.8	8.2	0.24
<i>Patiria chilensis</i>	50	51	51	49	45	46	46	44	23	24	24	22	Trans	23.5	32.3	8.16	1.00
<i>Petrolisthes desmaresti</i>	50	63	63	37	30	38	38	22	16	24	24	8	Trans	24.4	25.6	9.15	0.66
<i>Pinnotheres politus</i>	50	58	58	42	26	31	31	22	14	18	18	9	Trans	17.9	23.3	7.84	1.00
<i>Prisogaster niger</i>	50	100	100	0	15	31	31	0	15	31	31	0	Trans	30.8	19.1	8.23	0.17
<i>Pisoides edwardsi</i>	50	59	41	59	56	67	46	67	29	39	19	39	Sur	39.4	35.5	8.75	0.34
<i>Priene scabra</i>	50	100	100	0	15	31	31	0	15	31	31	0	Trans	30.8	19.1	8.23	0.17
<i>Rynchocinetes typus</i>	50	58	58	42	40	46	46	33	20	27	27	14	Trans	26.8	30.4	8.33	0.66
<i>Semicosipus maculatus</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	9	1.91	1.00
<i>Tegula luctuosa</i>	50	68	68	33	34	46	46	22	19	31	31	7	Trans	31.2	26.6	7.19	0.33
<i>Turritella cingulata</i>	50	83	83	17	32	54	54	11	23	45	45	2	Trans	44.6	28.6	9.2	0.08
<i>Xhathochorus cassidiformis</i>	50	100	100	0	8	15	15	0	8	15	15	0	Trans	15.4	11.8	6.01	0.50
<i>Agathotoma ordinaria</i>	50	100	100	0	8	15	15	0	8	15	15	0	Trans	15.4	11.8	6.01	0.50
<i>Petrolisthes tuberculatus</i>	50	63	37	63	53	67	38	67	28	42	14	42	Sur	42.3	34.2	7.93	0.21
<i>Chiton cumingsi</i>	50	63	63	37	30	38	38	22	16	24	24	8	Trans	24.4	25	7.68	0.65
<i>Concholepas concholepas</i>	50	68	68	33	34	46	46	22	19	31	31	7	Trans	31.2	27.2	7.48	0.34
<i>Crepidula fecunda</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	9.1	1.93	1.00
<i>Tricolia macleani</i>	50	78	78	22	25	38	38	11	16	30	30	2	Trans	29.8	23.8	7.96	0.37
<i>Phymactis clematis</i>	50	73	73	27	21	31	31	11	13	23	23	3	Trans	22.6	20.2	9.08	0.59
<i>Phymantea pluvia</i>	50	73	73	27	21	31	31	11	13	23	23	3	Trans	22.6	20	7.64	0.66
<i>Thais chocolata</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	9.1	1.93	1.00
<i>Acanthopleura echinata</i>	50	51	51	49	23	23	23	22	11	12	12	11	Trans	11.8	20.8	7.57	1.00
<i>Atholoba achates</i>	50	68	68	33	17	23	23	11	10	16	16	4	Trans	15.6	18	7.25	0.60

<i>Acanthocyclus gayi</i>	50	59	41	59	9	11	8	11	5	7	3	7	Sur	6.6	11.8	5.93	1.00
<i>Acanthocyclus halserii</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Achelia assimilis</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Aeneator fontanei</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Allopetrolisthes punctatus</i>	50	59	41	59	9	11	8	11	5	7	3	7	Sur	6.6	11.9	6.09	1.00
<i>Allopetrolisthes spinifrons</i>	50	100	100	0	15	31	31	0	15	31	31	0	Trans	30.8	18.9	7.72	0.14
<i>Alpheus chilensis</i>	50	59	41	59	9	11	8	11	5	7	3	7	Sur	6.6	11.8	5.93	1.00
<i>Amphiporoa tya</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Anasterias antarctica</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Anisodoris rudberghi</i>	50	58	58	42	13	15	15	11	7	9	9	5	Trans	8.9	15.7	7.39	1.00
<i>Anthothoe chilensis</i>	50	62	62	38	44	54	54	33	23	33	33	13	Trans	33.3	31.9	9.24	0.44
<i>Anthyonidium chilensis</i>	50	100	100	0	8	15	15	0	8	15	15	0	Trans	15.4	12	5.71	0.54
<i>Asteropella rotundicostata</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Atholoba achates</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Austrocidaris canaliculata</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Balanus flosculus</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Betaeus emarginatus</i>	50	100	100	0	12	23	23	0	12	23	23	0	Trans	23.1	14.6	7.01	0.23
<i>Betaeus truncatus</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Bocardia chilensis</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Callistochiton viviparus</i>	50	100	100	0	8	15	15	0	8	15	15	0	Trans	15.4	11.8	6.1	0.49
<i>Campylonotus vagans</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Chaetopleura peruviana</i>	50	100	100	0	8	15	15	0	8	15	15	0	Trans	15.4	13.1	6.15	0.60
<i>Chama pelucida</i>	50	73	73	27	21	31	31	11	13	23	23	3	Trans	22.6	20	8.39	0.62
<i>Chiton granosus</i>	50	59	41	59	9	11	8	11	5	7	3	7	Sur	6.6	11.9	6.09	1.00
<i>Ciclostremiscus trigonatus</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Cilara secalina</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Ciona intestinalis</i>	50	100	100	0	8	15	15	0	8	15	15	0	Trans	15.4	11.2	5.8	0.45
<i>Crassidinopsis emarginata</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Crassibulum quiriquinae</i>	50	100	100	0	12	23	23	0	12	23	23	0	Trans	23.1	16.5	7.03	0.35
<i>Diloma nigerrina</i>	50	100	100	0	12	23	23	0	12	23	23	0	Trans	23.1	16.8	7.95	0.35
<i>Dynamenella eatoni</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Enoplochiton niger</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Eualus dozei</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Exosphearona studeri</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Fissurella costata</i>	50	68	68	33	17	23	23	11	10	16	16	4	Trans	15.6	18.4	7.77	0.59
<i>Fissurella latimarginata</i>	50	59	41	59	19	22	15	22	10	13	6	13	Sur	13.1	17.6	6.91	1.00
<i>Fissurella limbata</i>	50	59	41	59	9	11	8	11	5	7	3	7	Sur	6.6	11.9	6	1.00
<i>Fissurella maxima</i>	50	59	41	59	9	11	8	11	5	7	3	7	Sur	6.6	11.9	6.09	1.00
<i>Halicarcinus planatus</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Halosydna parva</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Heliaster helianthus</i>	50	73	73	27	21	31	31	11	13	23	23	3	Trans	22.6	21.1	8.95	0.66

<i>Hippolyte williamsi</i>	50	68	68	33	17	23	23	11	10	16	16	4	Trans	15.6	17.3	7.19	0.57
<i>Homalopsis plana</i>	50	68	68	33	17	23	23	11	10	16	16	4	Trans	15.6	19	7.5	0.68
<i>Ianaropsis tridens</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Jhelius cirratus</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Kellia tumbesiana</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Linucula pisum</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Liotia cancellata</i>	50	100	100	0	8	15	15	0	8	15	15	0	Trans	15.4	12	5.71	0.54
<i>Margarella violacea</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Munida subrugosa</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Nacella mytilina</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Nereis calloana</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Nereis grubei</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Notochamalus scabrosus</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Odontaster penicillatus</i>	50	59	41	59	9	11	8	11	5	7	3	7	Sur	6.6	11.9	6.09	1.00
<i>Ophiactis asperulata</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Ophiactis carnosus</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Ophiactis chilensis</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Pachycheles crinimatus</i>	50	74	26	74	15	22	8	22	9	17	2	17	Sur	16.5	14.8	7.23	0.52
<i>Paguristhes tomemosus</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Pagurus comptus</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Pagurus forceps</i>	50	100	100	0	12	23	23	0	12	23	23	0	Trans	23.1	14.1	6.66	0.23
<i>Paraeutheria ringei</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Paralomis granulosa</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Paraxanthus barbiger</i>	50	51	51	49	23	23	23	22	11	12	12	11	Trans	11.8	20.4	8.74	1.00
<i>Patalus mollis</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Patiria obesa</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Patiriella fimbrinata</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Perinereis falklandica</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Perumytilus purpuratus</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Petricola rugosa</i>	50	100	100	0	8	15	15	0	8	15	15	0	Trans	15.4	11.2	5.8	0.45
<i>Petrolisthes violaceus</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Phragmatopoma moerchi</i>	50	74	26	74	15	22	8	22	9	17	2	17	Sur	16.5	14.8	7.23	0.52
<i>Pinnixia bahamondei</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Platynereis australis</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Porania antarctica</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Pseudechinus magellanicus</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Pseudonereis gallapaguensis</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Scurria scurra</i>	50	58	58	42	26	31	31	22	14	18	18	9	Trans	17.9	23.4	7.65	1.00
<i>Shiphonaria lessoni</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Stichaster striatus</i>	50	100	100	0	8	15	15	0	8	15	15	0	Trans	15.4	12	5.71	0.54
<i>Styela melicanæ</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00

<i>Taliepus marginatus</i>	50	58	58	42	13	15	15	11	7	9	9	5	Trans	8.9	14.5	6.63	1.00
<i>Tegula quadricostata</i>	50	59	41	59	19	22	15	22	10	13	6	13	Sur	13.1	17.7	6.68	1.00
<i>Tricolia umbilicata</i>	50	100	100	0	8	15	15	0	8	15	15	0	Trans	15.4	11.2	5.8	0.45
<i>Trophon laciniatus</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Verruca laevigata</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Ximenopsis falklandica</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.9	1.9	1.00
<i>Bunodactis hermafroditica</i>	50	100	100	0	8	15	15	0	8	15	15	0	Trans	15.4	11.8	6.1	0.49
<i>Hiatella solida</i>	50	85	15	85	26	44	8	44	20	38	1	38	Sur	37.9	21.1	8.68	0.15
<i>Urechis chilensis</i>	50	59	41	59	9	11	8	11	5	7	3	7	Sur	6.6	11.2	5.89	1.00
<i>Barbatia pusilla</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	9	1.91	1.00
<i>Cancer setosus</i>	50	59	41	59	19	22	15	22	10	13	6	13	Sur	13.1	18.1	7.89	1.00
<i>Crepidatella dilatata</i>	50	88	12	88	32	56	8	56	25	49	1	49	Sur	48.8	24.2	9.72	0.05
<i>Salitra darwini</i>	50	100	100	0	8	15	15	0	8	15	15	0	Trans	15.4	12.3	5.83	0.56
<i>Thecacera darwini</i>	50	58	58	42	13	15	15	11	7	9	9	5	Trans	8.9	15.2	7.32	1.00
<i>Ophiactis kröyeri</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.7	1.81	1.00
<i>Anisodoris fontaini</i>	50	100	100	0	4	8	8	0	4	8	8	0	Trans	7.7	8.7	1.81	1.00
<i>Tonicia chilensis</i>	50	100	0	100	17	33	0	33	17	33	0	33	Sur	33.3	16.1	7.57	0.09
<i>Tonicia elegans</i>	50	100	0	100	11	22	0	22	11	22	0	22	Sur	22.2	12.2	6.13	0.18
<i>Collisella tegulata</i>	50	100	0	100	6	11	0	11	6	11	0	11	Sur	11.1	9	1.91	0.41
<i>Alpheopsis chilensis</i>	50	100	0	100	6	11	0	11	6	11	0	11	Sur	11.1	9.1	1.93	0.44
<i>Collisella variabilis</i>	50	100	0	100	6	11	0	11	6	11	0	11	Sur	11.1	9.1	1.93	0.44
<i>Chiton magnificus</i>	50	100	0	100	6	11	0	11	6	11	0	11	Sur	11.1	9.1	1.93	0.44
<i>Panopeus chilensis</i>	50	100	0	100	6	11	0	11	6	11	0	11	Sur	11.1	9.1	1.93	0.44
<i>Chiton latus</i>	50	100	0	100	6	11	0	11	6	11	0	11	Sur	11.1	9	1.91	0.42
<i>Bunodactis hermafroditica</i>	50	100	0	100	6	11	0	11	6	11	0	11	Sur	11.1	8.9	1.9	0.40
<i>Balanus flosculus</i>	50	100	0	100	6	11	0	11	6	11	0	11	Sur	11.1	8.9	1.9	0.40
<i>Fissurella oriens</i>	50	100	0	100	6	11	0	11	6	11	0	11	Sur	11.1	9	1.91	0.42
<i>Arbacea dufresnii</i>	50	100	0	100	6	11	0	11	6	11	0	11	Sur	11.1	9	1.91	0.42
<i>Cosmasterias lurida</i>	50	100	0	100	6	11	0	11	6	11	0	11	Sur	11.1	9	1.91	0.42
<i>Heterophoxus oculatus</i>	50	100	0	100	6	11	0	11	6	11	0	11	Sur	11.1	9	1.91	0.42
<i>Patiriella fimbriata</i>	50	100	0	100	6	11	0	11	6	11	0	11	Sur	11.1	9	1.91	0.42
<i>Phinidia inca</i>	50	100	0	100	6	11	0	11	6	11	0	11	Sur	11.1	9	1.91	0.42

**ANEXO TALLER DE TRABAJO**

**TALLER:****ACTUALIZACIÓN Y VALIDACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN DE LAS ZONAS BIOGEOGRÁFICAS LITORALES**

Proyecto FIP n° 2004-28

**Fecha:** 19 Junio 2005

**Ciudad:** Valdivia

**Programa:**

**9:00-9:10:** Introducción al Taller y Objetivos del Proyecto FIP n° 2004-28. Eduardo Jaramillo (Universidad Austral de Chile).

- **Características y uso de base de datos: potenciales y restricciones para análisis biogeográficos.**

Moderador: E. Jaramillo

9:10-9:15: Introducción general: E. Jaramillo

9:15-9:30: Descripción de la base de datos de invertebrados bentónicos intermareales asociados a playas arenosas expuestas. Eduardo Jaramillo

9:30-9:45: Descripción de la base de datos de invertebrados bentónicos intermareales asociados a fondos rocosos. Patricio Camus (Universidad Católica de la Santísima Concepción).

9:45-10:00. Descripción de la base de datos de gasterópodos intermareales asociados a fondos rocosos a lo largo de la costa de Chile Miriam Fernández (Pontificia Universidad Católica de Chile).

10:00-10.15: Descripción de la base de datos de invertebrados asociados a macroalgas. Julio Vasquez (Universidad Católica del Norte, Coquimbo).

**10:15: 10.45: Café**

10:45-11:00: Descripción de la base de datos de invertebrados bentónicos submareales. Claudio Valdovinos (Universidad de Concepción).

11:00-11.15: Descripción de la base de datos de peces intermareales y submareales. Patricio Ojeda (Pontificia Universidad Católica de Chile).

11:15-12:00: Análisis de variables ambientales a lo largo de la costa de Chile. Dante Figueroa (Universidad de Concepción).

**12:30-14:00: Almuerzo**

14:30-15:30: Patrones de variación geográfica de la diversidad marina en el litoral chileno: identificación de quiebres biogeográficos. Nelson Lagos (Universidad Santo Tomás).

15:30-16:00: Aplicación de resultados y aspectos legales de la zonificación biogeográfica del mar chileno. Wladimir Riesco (Universidad Austral de Chile).

**16:00-16:30: Café**

• **Perspectivas de integración de bases de datos en un contexto biogeográfico**

Moderador: Pablo Marquet (Pontificia Universidad Católica de Chile)

16:30-16:45: Introducción general, P. Marquet

16:45-18:30: Discusión abierta

18:30-19:00: Redacción de conclusiones

**Invitados:**

Juan Carlos Castilla (Pontificia Universidad Católica de Chile)

Sergio Navarrete (Pontificia Universidad Católica de Chile)

Wolfgang Stotz (Universidad Católica del Norte)

Ruben Escribano (Universidad de Concepción)

Ricardo Norambuenta (Subsecretaría de Pesca)

Georgina Lembeye (Subsecretaría de Pesca)

Ernesto Ortiz (Evaluador FIP)

## 9. HORAS HASTA AHORA REALIZADAS POR LOS INVESTIGADORES

	<b>EJ</b>	<b>MF</b>	<b>PM</b>	<b>PC</b>	<b>JV</b>	<b>DF</b>	<b>CV</b>	<b>PO</b>	<b>NL</b>	<b>DL</b>	<b>HC</b>	<b>VR</b>	<b>CD*</b>
<b>Horas hasta hora realizadas</b>	300	200	50	150	100	150	150	100	100	100	100	100	100
<b>Horas comprometidas en el Proyecto</b>	<b>300</b>	<b>200</b>	<b>50</b>	<b>150</b>	<b>100</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	

**EJ** Eduardo Jaramillo                      **CV** Claudio Valdovinos  
**MF** Miriam Fernandez                      **PO** Patricio Ojeda  
**PM** Pablo Marquet                              **NL** Nelson Lagos  
**PC** Patricio Camus                              **DL** Domingo Lancellotti  
**JV** Julio Vásquez                              **HC** Heraldo Contreras  
**DF** Dante Figueroa                              **VR** Vladimir Riesco  
**CD** Cristian Duarte

\* Cristian Duarte no estaba incluido dentro del equipo de trabajo inicial, sin embargo participo en el desarrollo del Proyecto.