



INFORME FINAL

PROYECTO FIPA N°2019-22

ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DE MOLUSCOS, CRUSTÁCEOS Y PECES COSTEROS DE IMPORTANCIA COMERCIAL Y SU RELACIÓN CON LA VARIABILIDAD DE PRECIPITACIONES Y CAUDAL DE RÍOS EN CHILE

OFERENTE: UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

MANDANTE: SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA.
FONDO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA Y DE ACUICULTURA

JEFE DE PROYECTO: Dr. Luis Soto Mardones (Universidad del BíoBío)

EQUIPO DE INVESTIGACIÓN:

Gonzalo Saldías
Ricardo Pavez
Manuel González
Christian Caamaño
Camila Valenzuela
Sergio Núñez
Carlos González
Roberto San Martín
Arnaldo Zúñiga
Sebastián Vásquez
Marcos Arteaga

Concepción, 16 de marzo 2022

RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto FIPA N°2019-22 “Abundancia y distribución de moluscos, crustáceos y peces costeros de importancia comercial y su relación con la variabilidad de precipitaciones y caudal de ríos en Chile”, tiene el propósito central de establecer la relación entre precipitaciones, caudal de ríos y la abundancia y distribución de recursos de importancia económica en las zonas de influencia de la desembocadura de los principales ríos de la zona centro-norte y centro-sur de Chile.

El proyecto responde a un enfoque de trabajo multidisciplinario que involucró la mirada de diversos profesionales, *e.g.*, físicos, matemáticos, estadísticos, oceanógrafos, biólogos y bioeconomistas, para dar cuenta de las tareas y actividades enmarcadas en los cuatro objetivos específicos del estudio, a saber: 1) Establecer la variabilidad en las precipitaciones y caudales de ríos, con alguna actividad pesquera artesanal reconocida, y relacionar con variaciones en las condiciones costeras-oceánicas, según predicciones bajo distintos escenarios de cambio climático, 2) Caracterizar dos cuencas desde un punto de vista pesquero y determinar la abundancia y distribución de especies de interés comercial, 3) Establecer la relación entre la abundancia y distribución de estos recursos, mediante modelos de precipitaciones y caudal de río, asociados al cambio climático, 4) Evaluar los impactos socio-económicos de la variabilidad en la disponibilidad de estos recursos, bajo escenarios de cambio climático. En este Informe Final se responde a las tareas asociadas a los cuatro objetivos específicos componentes del estudio.

Para el caso del **objetivo específico #1**, las series temporales de precipitaciones superaron la extensión de 80 años y muestran una tendencia de largo plazo a la disminución, así como un descenso abrupto a partir del 2010. La escala estacional fue la señal predominante en las precipitaciones, la que se intensifica hacia el sur.

En la macrozona norte (32,6°S-34,2°S) se incluyeron las cuencas asociadas a las descargas de caudal de los ríos Aconcagua y Maipo. En la macrozona sur (34,2°S-37,5) las cuencas de los ríos Maule, Itata y Biobío. Las series de los caudales asociados a los 5 ríos superan la temporalidad de los 35 años, lo que permitió estudiar la influencia de señales considerando las escalas anual, interanual e interdecadal.

La comparación de las variables ambientales (caudales de ríos y precipitaciones) mediante correlación cruzada, verifican la alta dependencia de las precipitaciones sobre los caudales, exceptuando el río Aconcagua, cuyo aporte depende principalmente de los deshielos. Ésta directa dependencia, explicaría la disminución de los caudales a largo plazo y abrupto descenso del partir del 2008-2010.

En la escala anual, la mayoría de los caudales mostraron una tendencia decreciente, con una disminución abrupta a partir del 2010. Para el río Aconcagua se observó un comportamiento semi-anual explicado por las escasas lluvias invernales y máximas descarga en verano producto de los deshielos; en tanto que en el resto de los ríos

(Maipo, Maule, Itata y Biobío), se verificó un marcado patrón estacional que se intensifica hacia el sur. Por su parte, en la escala interanual, el análisis de la TSM mostró que el enfriamiento (La Niña) es amplificado por la fase fría de la señal interdecadal. La interacción de estas dos escalas temporales posibilita una prolongación del enfriamiento de las aguas del océano Pacífico, generando una disminución drástica de las precipitaciones a partir del año 2008. Las anomalías interdecadales de TSM muestran una fase fría muy marcada a partir del 2008-2010 en todo el dominio de estudio, resultando posiblemente una fuerte interacción océano-atmósfera que explicaría la disminución de las precipitaciones a partir del 2010.

Las series temporales de coberturas de las plumas para los 5 ríos ensayados obtenidas a partir de imágenes de Rrs645, capturaron la tendencia a la disminución de las plumas de ríos, a pesar que las series son relativamente cortas (2003-2020). La disminución de los caudales sobre la pluma y la biomasa fitoplanctónica se mantuvo independiente del caudal, y tanto los ríos Aconcagua, Maipo, Maule, Itata y Biobío mostraron el mismo comportamiento.

El modelo estadístico propuesto para pronóstico de escenarios de cambio climático (RCP4,5 y RCP8,5) correspondió a un modelo estadístico estacional, auto regresivo integrado de media móvil (SARIMA). El modelo fue aplicado a las series temporales de caudales de los ríos Maipo y Aconcagua bajo los dos escenarios de calentamiento global seleccionados, logrando una buena estimación de los caudales históricos y la predicción de los caudales de ríos desde el 2020 hasta el 2100. Las series proyectadas (~50 años) para los escenarios RCP4,5y RCP8,5no presentaron diferencias relevantes; sin embargo, para los últimos 20 años que se proyectan, parece existir una tendencia más clara a estabilizarse en el escenario RCP8,5.

Respecto del **objetivo específico #2**, la selección de las localidades (caletas pesqueras) y de las especies de peces, moluscos y crustáceos, respondió de buena forma a los criterios de selección establecidos para ambos casos, obteniendo información para todo el dominio meridional del estudio, a saber: macrozona norte (región de Valparaíso) y macrozona sur (regiones de El Maule y Biobío). Las caletas seleccionadas estuvieron relacionadas a los ríos Aconcagua, Maipo, Maule, Itata y Biobío. La excepción la constituyó la Región de Coquimbo en la que ninguno de los ríos identificados pudo responder a los criterios de selección (*e.g.*, ríos Limarí, Elqui, Petorca). De acuerdo a los diversos criterios de selección, las localidades pesqueras finalmente seleccionadas correspondieron a 17 caletas: a) Región de Valparaíso: Horcón, El Manzano, Ventanas, Algarrobo, El Quisco, Puertecito y Boca del Maipo; b) Región del Maule: Duao, río Maule, Pelluhue y Curanipe, y c) Región del Biobío: Tumbes, San Vicente, Talcahuano, Lo Rojas, Tubul y Llico.

La selección de recursos pesqueros costeros correspondió a: a) Peces: congrio colorado, congrio negro, corvina, lisa, róbalo y pejerrey de mar, b) Moluscos: almeja, lapa, cholga, huepo, navajuela y taquilla, y c) Crustáceos: jaiba peluda, jaiba mora y picoroco. La información utilizada correspondió a datos oficiales de desembarque

provenientes del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (Sernapesca), constituido por series temporales en la escala mensual de ~30-35 años.

El desembarque de las especies seleccionadas, asociadas con ambientes menos salinos (desembocaduras de ríos) presentaron una clara estacionalidad para un periodo máximo de 35 años. En la escala interanual se observó una tendencia decreciente en los desembarques, definiendo al menos dos fases distintas, una de altos niveles de desembarque en el primer tercio (o primera mitad) de la serie, y valores muy disminuidos hacia la última década.

Para el caso del **objetivo específico #3**, los resultados mostraron la alta dependencia de los caudales respecto de las precipitaciones tanto en la escala anual como interanual (correlaciones cruzadas en fase cero). La disminución de caudales y precipitaciones (a partir del 2008) se debió al acoplamiento entre las escalas interanual y decadal. Por su parte, el análisis cualitativo de las series temporales de desembarques de las especies de peces, moluscos y crustáceos en las caletas seleccionadas, verificó a la mayoría de ellas con una tendencia decreciente, especialmente en los últimos años de las series ensayadas, verificando un acoplamiento al comportamiento decreciente de la señal ambiental, con una disminución abrupta a partir de 2005-2010 en la mayoría de los casos, que puede ser explicado por la variabilidad de precipitaciones en la escala anual.

Al contrastar las series interanuales de caudales y desembarque mediante correlaciones cruzadas, se evidenció ausencia de dependencia, en la gran mayoría de las especies-recurso ensayadas, debido principalmente a la caída abrupta de los desembarques a partir del año 2010.

El análisis de la cobertura de las plumas de turbidez (escala mensual) reveló una clara tendencia a la disminución en todos los ríos (Aconcagua, Maipo, Maule, Itata y Biobío) para el período 2003-2020. Este mismo comportamiento se reflejó en la clorofila satelital determinada en el dominio de dichas plumas fluviales, resaltando la dependencia entre la disminución del caudal de los ríos y la biomasa de fitoplancton en el sistema costero.

El patrón del esfuerzo del viento meridional en las escalas interanual e interdecadal para la costa de Sudamérica se comportaron de manera distinta. En la escala interanual El Niño 1997-98 intensificó el viento hacia latitudes bajas, en tanto El Niño 2015-16 intensificó el esfuerzo del viento hacia el polo. En la escala interdecadal este proceso se invirtió. No obstante lo anterior, en ambas escalas el viento meridional se debilita en el dominio espacial del estudio, lo que posibilita la extensión/compresión de las plumas fluviales.

Los modelos de series de tiempo de desembarque presentaron estimaciones adecuadas tanto en las series anuales como en las interanuales. El ajuste sigue el comportamiento de las series de desembarque tanto en tendencia, como en estacionalidad, nivel, cambio estructural y variabilidad. Los ajustes de las series interanuales fueron estadísticamente mejores que los de las series anuales debido a

que las series interanuales pierden variabilidad y por ende los modelos capturan con mayor exactitud las componentes de las series.

Las predicciones de las series interanuales de desembarque no reflejaron una diferencia significativa entre los escenarios de cambio climático contrastados (RCP4,5 y RCP8,5). En cambio, las predicciones de las series anuales de desembarque en el escenario RCP4,5 fueron el doble de lo reportado para el escenario RCP8,5.

El modelamiento predictivo en un horizonte de largo plazo (al 2100) tuvo menor confiabilidad, destacando el comportamiento de forma de embudo en los intervalos de confianza que crecen significativamente. No obstante lo anterior, es relevante que todas las predicciones siguieron el comportamiento de la tendencia de las series de desembarque originales.

Por último, en el marco del análisis del impacto socio-económico (**objetivo específico #4**), para los casos de estudio ubicados en las cercanías de las desembocaduras de ríos Maipo, Itata y Biobío, se verificó que la población impactada directamente (buzos y pescadores artesanales) fluctúa entre un 1,2% al 2,1%. Por su parte, de acuerdo al análisis de la información de los censos 2002 y 2017, mostró que la población de las localidades analizadas registra una tendencia al envejecimiento, lo que se detecta por la disminución en los menores a 14 y un aumento de la población de los grupos de mayor edad, como el que excede los 65 años. Asimismo, en las comunas de las localidades asociadas a los casos de estudio se observó que de la población apta para trabajar sólo el 48,5 a 55,4% declara trabajar al algún rubro, ello relacionado en parte en el envejecimiento observado, elementos que plantean cierto grado de vulnerabilidad social.

Los peces como el “congrío negro”, “congrío colorado”, “lisa”, “pejerrey”, y “robalo” y el crustáceo “picoroco”, correspondieron a los recursos desembarcados cercanos a los ríos de estudio con mayor vulnerabilidad a la actividad extractiva, ya que comparados con las jaibas y moluscos presentan escasas medidas regulatorias para el control de su extracción, siendo mucho más vulnerable su condición al efecto pesquero y consecuentemente al efecto ambiental del cambio climático.

A pesar de que el análisis econométrico determinó en que no hay diferencias relevantes para los ingresos de los recursos proyectados anualmente entre los escenarios RCP4,5 y RCP8,5, el impacto económico de largo plazo para las localidades asociadas al río Maipo en la macrozona norte indicó a un nivel marginal que el escenario RCP8,5 generaría ingresos acumulados superiores por un valor de \$34 millones, de los cuales un 98% es representado por el congrío colorado. Y para las localidades asociadas al río Biobío en la macrozona sur, el escenario RCP8,5 generaría a un nivel marginal ingresos acumulados superiores, del orden de los \$172 millones, de los cuales el 53% estaría representado por navajuela. No obstante, la estacionalidad de los desembarques es más relevante sobre los ingresos que el efecto anual de los escenarios, en donde la macrozona norte se vería menos afectada que la macrozona sur.

En cuanto a las diferencias observadas para los recursos analizados, la almeja y congrio negro, son los recursos que muestran un mayor grado impacto económico, es decir, son más sensibles a los efectos de aumento de la concentración de CO₂ en la atmósfera. En el lado opuesto, el congrio colorado, navajuela y jaiba peluda, a la luz de los resultados presentaron un grado menor de impacto económico, por lo tanto, son menos sensibles a los efectos de los escenarios de cambio climático.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN EJECUTIVO	2
1. INTRODUCCIÓN.....	37
2. OBJETIVOS	38
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	38
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	38
3. ANTECEDENTES.....	38
4. DATOS Y METODOLOGÍAS	42
4.1. ÁREA DE ESTUDIO	42
4.2. METODOLOGÍA OBJETIVO ESPECÍFICO #1.....	42
4.2.1. Caudales de ríos.....	42
4.2.2. Precipitaciones.....	43
4.2.3. Aplicación de métodos estadísticos para la recuperación de datos faltantes de las series de precipitaciones y caudales de ríos	44
4.2.3.1. Escala anual	46
4.2.3.2. Escala interanual.....	46
4.2.3.3. Escala interdecadal	46
4.2.4. Comparaciones entre los caudales y precipitaciones versus la Temperatura Superficial del Mar	46
4.2.5. Dinámica espacio-temporal de las plumas de los ríos ensayados.....	48
4.2.5.1. Identificación y cuantificación del área de las plumas de ríos.....	48
4.2.5.2. Criterios para delimitación de plumas de ríos	48
4.2.6. Selección de las cuencas de ríos mediante el largo temporal de los caudales de ríos-precipitaciones y coberturas areales de imágenes de turbidez.	49
4.2.7. Pronóstico de variaciones de caudales en los escenarios de Cambio Climático 4,5 y 8,5 hacia el 2050 y 2100.....	49
4.2.7.1. Series de precipitaciones obtenidas de modelos numéricos globales en los escenarios RCP4,5 y RCP8,5.	50
4.2.7.2. Ajustes del Modelo estadístico SARIMA utilizando las series de precipitaciones obtenidas de modelos numéricos globales bajo los escenarios RCP4,5 y RCP8,5.....	51
4.2.8. Propuesta de formulación de un modelo para relacionar las series ambientales con las series históricas de desembarque.....	52
4.3. METODOLOGÍA OBJETIVO ESPECÍFICO #2.....	53
4.3.1. Selección de localidades (caletas de pescadores)	53
4.3.2. Selección de recursos pesqueros	54
4.3.3. Fuentes de datos pesqueros y socio-económicos.....	56
4.3.3.1. Información pesquera	56
4.3.3.2. Información social y económica	56
a) Índice de dependencia.....	57
b) Índice de masculinidad	58
4.3.4. Obtención de información primaria	59

4.3.4.1.	Ámbito pesquero y socioeconómico.....	59
4.3.4.2.	Ajuste metodológico en relación al levantamiento de información primaria	60
4.3.4.3.	Elaboración y aplicación de la entrevista a informante claves.....	62
a)	Aplicación de la entrevista.....	62
4.4.	METODOLOGÍA OBJETIVO ESPECÍFICO #3.....	63
4.4.1.	Climatologías y correlación cruzada entre series de desembarque y caudal de ríos.....	63
4.4.1.1.	Climatologías.....	64
4.4.1.2.	Correlación cruzada.....	64
4.4.1.3.	Ajuste lineal.....	65
4.4.2.	Regresión lineal de las series de desembarques.....	65
4.4.3.	Variabilidad ambiental asociadas a las plumas fluviales.....	67
4.5.	METODOLOGÍA OBJETIVO ESPECÍFICO #4.....	68
4.5.1.	Selección de recursos y localidades para evaluar el impacto socioeconómico del Cambio Climático.....	68
4.5.2.	Análisis econométrico y estimación de ingresos.....	68
4.5.2.1.	Datos de desembarque y precios.....	68
4.5.2.2.	Modelación para la estimación de precios.....	69
4.5.2.3.	Estimación de los ingresos derivados de las capturas.....	70
5.	RESULTADOS.....	71
5.1.	TALLERES INTERNOS DE TRABAJO INTERDISCIPLINARIO.....	71
5.2.	RESULTADOS OBJETIVO ESPECÍFICO #1.....	72
5.2.1.	Caudales.....	72
5.2.1.1.	Escala anual.....	72
5.2.1.2.	Escala interanual.....	74
5.2.1.3.	Escala interdecadal.....	76
5.2.2.	Precipitaciones.....	77
5.2.2.1.	Escala anual.....	77
5.2.2.2.	Escala interanual.....	80
5.2.3.	Comparaciones entre los caudales de ríos y precipitaciones.....	82
5.2.3.1.	Escala anual.....	82
5.2.3.2.	Escala interanual.....	83
5.2.3.3.	Escala interdecadal.....	84
5.2.4.	Comparaciones entre caudales y precipitaciones versus la TSM.....	85
5.2.4.1.	Escala anual.....	85
a)	Correlación cruzada en la Macrozona norte.....	86
b)	Correlación cruzada en la Macrozona sur.....	87
5.2.4.2.	Escala interanual.....	87
a)	Correlación cruzada en la Macrozona norte.....	88
b)	Correlación cruzada en la Macrozona sur.....	89
5.2.4.3.	Escala interdecadal.....	90

a)	Correlación cruzada en la Macrozona norte	91
b)	Correlación cruzada en la Macrozona sur	92
5.2.5.	Pronóstico de variaciones de caudales en los escenarios de Cambio Climático 4,5 y 8,5 hacia el 2100	93
5.2.5.1.	Macrozona norte, río Maipo	93
a)	Escenario RCP4,5	93
b)	Escenario RCP8,5	95
5.2.5.2.	Macrozona Sur, río Biobío	98
a)	Escenario RCP4,5	98
b)	Escenario RCP8,5	101
5.2.6.	Cobertura de las plumas de ríos	103
5.2.6.1.	Escala anual	103
5.2.6.2.	Escala interanual	106
5.2.6.3.	Escala interdecadal	107
5.3.	RESULTADOS OBJETIVO ESPECÍFICO #2	107
5.3.1.	Selección de localidades (caletas de pescadores)	107
5.3.2.	Caracterización de recursos pesqueros en caletas de las regiones de estudio 110	
5.3.3.	Distribución de plumas de ríos y caletas seleccionadas	112
5.3.4.	Series de tiempo de desembarque de recursos pesqueros seleccionados por caleta	113
5.3.4.1.	Región de Valparaíso	113
5.3.4.2.	Región del Maule	115
5.3.4.3.	Región del Biobío	116
5.3.5.	Caracterización de las caletas desde la perspectiva socioeconómica	119
5.3.5.1.	Desembarque de recursos pesqueros	119
a)	Región de Valparaíso	119
b)	Región del Maule	124
c)	Región del Biobío	127
5.3.5.2.	Pescadores artesanales activos	131
a)	Región de Valparaíso	132
b)	Región del Maule	134
c)	Región de Biobío	134
5.3.5.3.	Organizaciones de pescadores artesanales (OPA)	136
a)	Organizaciones por región	136
5.3.5.4.	Características demográficas en las localidades de estudio	137
a)	Región de Valparaíso	138
b)	Región del Maule	139
c)	Región del Biobío	139

5.3.6.	Caracterización productiva de las caletas.....	140
5.3.6.1.	Servicios básicos, e infraestructura portuaria, productiva y social	141
a)	Descripción de accesos.....	141
5.3.7.	Entrevista a informantes claves.....	144
5.3.7.1.	Principales resultados obtenidos a partir de la entrevista.....	144
5.4.	RESULTADOS OBJETIVO ESPECÍFICO #3.....	145
5.4.1.	Correlación cruzada entre series de desembarque y caudal de ríos	145
5.4.1.1.	Escala Anual	145
a)	Región de Valparaíso	145
b)	Región del Maule.....	149
c)	Región del Biobío.....	151
5.4.1.2.	Escala Interanual	155
a)	Región de Valparaíso	156
b)	Región del Maule.....	158
c)	Región del Biobío.....	159
5.4.2.	Regresión lineal de las series de desembarque.....	162
5.4.2.1.	Escala anual	162
5.4.3.	Variabilidad ambiental de parámetros asociados a las plumas fluviales. 177	
5.5.	RESULTADOS OBJETIVO ESPECÍFICO #4.....	180
5.5.1.	Descripción de los recursos seleccionados	180
5.5.2.	Estimación del impacto económico bajo los escenarios de cambio climático	181
5.5.2.1.	Precios Congrio colorado río Biobío.....	182
5.5.2.2.	Precios Congrio negro río Biobío	184
5.5.2.3.	Precios Almeja río Biobío.....	186
5.5.2.4.	Precios Navajuela río Biobío	188
5.5.2.5.	Precios Jaiba peluda río Biobío	190
5.5.2.6.	Precios Congrio colorado río Maipo	192
5.5.2.7.	Precios Almeja río Maipo	193
5.5.3.	Ingresos Proyectados.....	194
5.5.3.1.	Macrozona norte, río Maipo	194
d)	Escenario climático RCP4,5y RCP8,5	194
e)	Comparación y diferencia de ingresos bajo los escenarios climáticos RCP4,5y RCP8,5 197	
f)	Ingresos consolidados.....	200
5.5.3.2.	Macrozona sur, río Biobío.....	202
g)	Escenario climático RCP4,5 y RCP8,5	202
h)	Comparación y diferencia de ingresos bajo los escenarios climáticos RCP4,5y RCP8,5 210	

i) Ingresos consolidados.....	216
5.5.1. Aspectos sociales de las localidades seleccionadas.....	219
5.5.1.1. Localidades asociadas al delta del río Maipo	219
5.5.1.2. Localidades asociadas al delta del río Itata y río Biobío	220
5.5.2. Medidas administrativas vigentes para los recursos seleccionados.....	221
5.5.2.1. Peces	221
5.5.2.2. Crustáceos	222
5.5.2.3. Moluscos	222
5.5.3. Vulnerabilidad a la extracción pesquera libre de los recursos seleccionados	222
5.6. Resultados Taller de difusión.....	228
5.6.1. Conclusiones, reflexiones y comentarios finales de los asistentes	228
6. DISCUSIÓN	230
7. CONCLUSIONES	253
8. REFERENCIAS.....	259
9. ANEXOS.....	267
9.1. ANEXO 1. TALLERES DE TRABAJO	268
9.2. ANEXO 2. RED DE ESTACIONES DE CAUDALES.....	271
9.3. ANEXO3. RED DE ESTACIONES DE PRECIPITACIONES	274
9.4. ANEXO 4. DATOS INTERPOLADOS DE PRECIPITACIONES Y CAUDALES.....	284
9.5. ANEXO 5. DATOS DE PRECIPITACIONES DE MODELOS NUMÉRICOS GLOBALES: CMIP5.....	290
9.6. ANEXO 6. PRIMERA SOLICITUD DE INFORMACIÓN AL SERNAPESCA (a)	292
9.7. ANEXO 7. CONFIGURACIÓN DE LA BASE DE DATOS DE LOS PRECIOS DE RECURSOS DESEMBARCADOS EN PLAYA	294
9.8. ANEXO 8. INSTRUMENTO ENTREVISTA	304
9.9. ANEXO 9. PROTOCOLO INSTALACIÓN Y USO PLATAFORMA VIRTUAL GOOGLE MEET	307
9.10. ANEXO 10. REPORTE SONDEO VISUAL ACCESOS E INFRAESTRUCTURA DE CALETAS DEL MAULE Y BIOBIO DESDE PROYECTOS ANTERIORES	310
9.11. ANEXO 11. CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS EN LAS LOCALIDADES DE ESTUDIO.....	317
9.12. ANEXO 12. VARIABLES UTILIZADAS EN EL PROYECTO	338
9.13. ANEXO 13. REPORTE TALLER DE DIFUSIÓN RESULTADOS FIPA2019-22 ...	340
9.14. ANEXO 14. PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD	349

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ríos seleccionados para las macrozonas sur y norte, escala de años y porcentaje de datos faltantes.....	45
Tabla 2. Listado de informantes claves a entrevistar relacionados a la pesca artesanal, obtenidos por Inpesca de proyectos de investigación en las regiones del Maule y Biobío.	61
Tabla 3. Parámetros estimados para la en el Modelo SARIMA.....	93
Tabla 4. Parámetros estimados para la en el Modelo SARIMA.....	96
Tabla 5. Parámetros estimados del Modelo SARIMA.	99
Tabla 6. Parámetros estimados para la en el Modelo SARIMA.....	101
Tabla 7. Caletas pesqueras artesanales seleccionadas para la Región de Valparaíso, Maule y Biobío, por disponer de al menos un recurso pesquero para cada grupo (peces, moluscos, crustáceos), con extensión mensual de ~35 años.	109
Tabla 8. Recursos pesqueros dominantes en los desembarques de peces, moluscos y crustáceos costeros en las Macrozonas Norte (Región de Valparaíso) y Sur (Regiones de Maule y Biobío), considerando las caletas seleccionadas. Los nombres científicos de cada especie o recurso, fueron obtenidos desde http://www.sernapesca.cl/sites/default/files/nomina de especies.pdf	111
Tabla 9. Número de pescadores artesanales inscritos en el registro pesquero artesanal desde 1992 al 2020 por caleta seleccionada de la región de Valparaíso (Fuente: Sernapesca, elaboración propia).	133
Tabla 10. Número de pescadores artesanales inscritos en el registro pesquero artesanal desde 1992 al 2020 por caleta seleccionada de la región del Maule (Fuente: Sernapesca, elaboración propia).	134
Tabla 11. Número de pescadores artesanales inscritos en el registro pesquero artesanal desde 1992 al 2020 por caleta seleccionada de la región del Biobío (Fuente: Sernapesca, elaboración propia).	135
Tabla 12. Número de organizaciones de pescadores artesanales y número de usuarios por caleta en la región de Valparaíso (Fuente: Sernapesca, elaboración propia).	137

Tabla 13. Número de organizaciones de pescadores artesanales y número de usuarios por caleta en la región del Maule (Fuente: Sernapesca, elaboración propia)......	137
Tabla 14. Número de organizaciones de pescadores artesanales y número de usuarios por caleta en la región del Biobío (Fuente: Sernapesca, elaboración propia).	137
Tabla 15. Identificación de la presencia de infraestructura portuaria, productiva y social desde los estudios realizados presencialmente en las caletas seleccionadas en las regiones del Maule y del Biobío. Localidades ordenadas geográficamente de Norte a Sur.....	143
Tabla 16. Ajuste lineal asociados al caudal del río Aconcagua.	147
Tabla 17. Ajuste lineal asociados al caudal del río Maipo.....	149
Tabla 18. Ajuste lineal asociados al caudal del río Maule.	151
Tabla 19. Ajuste lineal asociados al caudal del río Itata.	153
Tabla 20. Ajuste lineal asociados al caudal del río Biobío.	155
Tabla 21. Parámetros estimados para la regresión correspondiente a la escala anual (Modelo SARIMA).....	163
Tabla 22. Parámetros del error para la regresión correspondiente a la escala anual (Modelo SARIMA).....	163
Tabla 23. Parámetros estimados para la regresión correspondiente a la escala interanual (Modelo SARIMA).	172
Tabla 24. Parámetros del error para la regresión correspondiente a la escala interanual (Modelo SARIMA).	172
Tabla 25. Ajuste lineal de las variables asociados a las plumas areales	178
Tabla 26. Descripción de los recursos seleccionados para el estudio de casos.	181
Tabla 27. Modelos estimados para los precios promedio trimestral de congrio colorado río Biobío.	182
Tabla 28. Modelos estimados para los precios promedio trimestral de congrio negro del río Biobío	184
Tabla 29. Modelos estimados para los precios promedio trimestral de almeja del río Biobío.	186
Tabla 30. Modelos estimados para los precios promedio trimestral de navajuela del río Biobío.	188

Tabla 31. Modelos estimados para los precios promedio trimestral de jaiba peluda del río Biobío.....	190
Tabla 32. Modelos estimados para los precios promedio trimestral de congrio colorado del río Maipo	192
Tabla 33. Estimación anual de las variables para Congrio colorado, río Maipo RCP4,5 y RCP8,5.....	196
Tabla 34. Estimación anual de las variables para Almeja, río Maipo RCP4,5y RCP8,5.	197
Tabla 35. Estimación anual de las variables para Congrio colorado, río Biobío RCP4,5 y RCP8,5.....	203
Tabla 36. Estimación anual de las variables para Congrio negro, río Biobío RCP4,5 y RCP8,5.....	205
Tabla 37. Estimación anual de las variables para Almeja, río Biobío RCP4,5 y RCP8,5	206
Tabla 38. Estimación anual de las variables para Navajuela, río Biobío RCP4,5 y RCP8,5	208
Tabla 39. Estimación anual de las variables para Jaiba peluda, río Biobío RCP4,5 y RCP8,5.....	209
Tabla 40. Principales medidas de administración vigentes hasta 2019, de los recursos pesqueros seleccionados en áreas de libre acceso. En negrita se indican las medidas administrativas que son aplicadas en las zonas geográficas bajo estudio.	224
Tabla 41. Resumen de los desembarques, históricos, a mediados y fines de siglo, para el escenario RCP4,5y RCP8,5	251
Tabla 42. Resumen de los ingresos, históricos, a mediados y fines de siglo, para el escenario RCP4,5y RCP8,5	251

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Posiciones de los 13 caudales de ríos que desembocan al mar. La línea segmentada azul, separa los dominios de la macrozona norte y sur.	43
Figura 2. Ejemplo de la delimitación de la cobertura areal de la pluma del río Maipo, considerando un umbral de referencia de $0,001 \text{ sr}^{-1}$	49
Figura 3. Series de caudales mensuales interpoladas de los ríos: (a) Aconcagua, (b) Maipo, (c) Maule, (d) Itata y (e) Biobío. Los puntos rojos indican los meses puntuales y la serie continúa en contorno azul representa las amplitudes de los caudales.....	72
Figura 4. Densidad Espectral de Potencia de los caudales de ríos: (a) Aconcagua, (b) Maipo, (c) Maule, (d) Itata y (e) Biobío.....	73
Figura 5. Climatologías mensuales de los caudales de ríos de la macrozona norte: (a) Aconcagua y (b) Maipo. Para la macrozona sur: (c) Maule, (d) Itata y (e) Biobío. Las barras de color rojo muestran la variabilidad de los caudales de ríos asociados a la desviación estándar.	74
Figura 6. Índice multivariado (a) MEI (fondo rojo asociado al evento cálido de El Niño, fondo azul asociado al evento frío de La Niña) y Anomalías interanuales de caudales de los ríos (punto negro meses y unido con línea roja): (b) Aconcagua, (c) Maipo, (d) Maule, (e) Itata y (f) Biobío.	75
Figura 7. Serie temporal de anomalías en la escala interanual de caudales (línea azul): (a) Aconcagua, (b) Maipo, (c) Maule, (d) Itata y (e) Biobío versus el índice MEI (color rojo), con su respectivo coeficiente de correlación cruzada de ambas series.	76
Figura 8. Índice interdecadal del Pacífico (línea roja) y series interdecadales de caudales de ríos (línea azul): (a1) Aconcagua, (b1) Maipo, (c1) Maule, (d1) Itata y (e1) Biobío. Las correlaciones cruzadas entre las series interdecadales versus el índice PDO (en línea roja): (a2) Aconcagua, (b2) Maipo, (c2) Maule, (d2) Itata y (e2) Biobío.	77

Figura 9. Series de precipitaciones mensuales interpoladas asociados a las cuencas de los ríos (puntos rojos indican los meses y unido con línea azul): (a) Aconcagua, (b) Maipo, (c) Maule, (d) Itata y (e) Biobío. 78

Figura 10. Densidad Espectral de Potencia de Precipitaciones en las regiones de los ríos: Aconcagua, Maipo, Maule, Itata y Biobío. 79

Figura 11. Climatologías mensuales de las precipitaciones en torno a las 5 cuencas de los ríos de la macrozona norte (línea negra): (a) Aconcagua, (b) Maipo y macrozona sur: (c) Maule, (d) Itata, (e) Biobío. La barra de colores rojos muestra la variabilidad de las precipitaciones asociados a la desviación estándar. 79

Figura 12. Índice multivariado (a) MEI (fondo rojo y azul corresponden a las anomalías cálidas/frías asociado a El Niño y La Niña, respectivamente) y Anomalías interanuales de precipitaciones de las cuencas de los ríos (puntos negros corresponde a los meses unido con línea roja) : (a) Aconcagua, (b) Maipo, (c) Maule, (d) Itata y (e) Biobío. 80

Figura 13. Series de anomalías interanuales de precipitaciones (líneas azules) y el índice MEI (línea roja) de las 5 cuencas de ríos. Coeficiente de correlaciones cruzadas entre las ambas anomalías (puntos rojos indican los meses unidos con línea roja). 81

Figura 14. Series de anomalías interdecadales de precipitaciones (líneas azules) versus Índice interdecadal del Pacífico (línea roja): (a1) Aconcagua, (b1) Maipo, (c1) Maule, (d1) Itata y (e1) Biobío. Correlaciones cruzadas entre las series interdecadales de anomalías de precipitaciones versus el PDO: (a2) Aconcagua, (b2) Maipo, (c2) Maule, (d2) Itata y (e2) Biobío. 82

Figura 15. Series de caudales de ríos (línea azul) y de precipitaciones (líneas rojas): (a1) Aconcagua, (b1) Maipo, (c1) Maule, (d1) Itata y (e1) Biobío. Correlaciones cruzadas entre las series de caudales de ríos versus precipitaciones: (a2) Aconcagua, (b2) Maipo, (c2) Maule, (d2) Itata y (e2) Biobío (los puntos rojos indican meses y unidos con línea negra). 83

Figura 16. Series de anomalías interanuales de caudales de ríos (línea azul) y de precipitaciones (líneas rojas): (a1) Aconcagua, (b1) Maipo, (c1) Maule, (d1) Itata y (e1) Biobío. Correlaciones cruzadas entre las series de caudales de ríos versus

precipitaciones: (a2) Aconcagua, (b2) Maipo, (c2) Maule, (d2) Itata y (e2) Biobío (los puntos rojos indican los meses unidos con línea negra).	84
Figura 17. Series de anomalías interanuales de caudales de ríos (línea azul) y de precipitaciones (líneas rojas): (a1) Aconcagua, (b1) Maipo, (c1) Maule, (d1) Itata y (e1) Biobío. Correlaciones cruzadas entre las series de caudales de ríos versus precipitaciones: (a2) Aconcagua, (b2) Maipo, (c2) Maule, (d2) Itata y (e2) Biobío.	85
Figura 18. Diagrama de Hovmöller de la TSM mensual a lo largo de la costa, para el período 1985-2019.	86
Figura 19. Correlación cruzada entre precipitación versus TSM a lo largo de la costa considerando la escala anual. (a) río Aconcagua y (b) río Maipo para la macrozona norte.....	87
Figura 20. Correlación cruzada entre precipitación versus TSM a lo largo de la costa considerando la escala anual. (a) río Maule, (b) río Itata y (c) río Biobío para la macrozona sur.	87
Figura 21. Anomalías de TSM interanual a lo largo de la costa del borde oriental del Pacífico Sur.	88
Figura 22. Correlación cruzada entre anomalías de caudal y anomalías de precipitación interanuales versus anomalías de TSM interanual a lo largo de la costa. (a) río Aconcagua, (b) río Maipo, para la macrozona norte.....	89
Figura 23. Correlación cruzada entre anomalías de caudales y anomalías de precipitación interanuales versus anomalías de TSM interanual a lo largo de la costa. (a) río Maule, (b) río Itata y (c) río Biobío, para la macrozona sur.....	90
Figura 24. Anomalías de TSM interdecadal a lo largo de la costa del borde oriental del Pacífico Sur.	91
Figura 25. Correlación cruzada entre anomalías de caudales y anomalías de precipitación interdecadal versus anomalías de TSM interdecadal a lo largo de la costa. (a)-(b) Aconcagua y (c)-(d) Maipo.....	92
Figura 26. Correlación cruzada entre anomalías de caudales y anomalías de precipitación interdecadal versus anomalías de TSM interdecadal a lo largo de la costa. (a)-(b) Maule, (c)-(d) Itata y (e)-(f) Biobío.....	92

Figura 27. Precipitaciones modeladas para el río Maipo bajo los escenarios RCP4,5 (líneas rojas) y RCP8,5(líneas azules).	93
Figura 28. Estimación de los caudales históricos en línea roja y la predicción de caudales a partir del 2020 hasta el 2100 para Río Maipo bajo el escenario RCP4,5.	94
Figura 29. (a) Predicción de los caudales (b) tendencia, (c) Estacionalidad y componente aleatoria, frente al escenario RCP4,5.	94
Figura 30. Análisis climatológico de la predicción desde 2020 hasta el 2100, frente al escenario RCP4,5 (Dickey-Fuller=-12,89).....	95
Figura 31. Estimación de los caudales históricos en línea roja y la predicción de caudales a partir del 2020 hasta el 2100 para Río Maipo bajo el escenario RCP8,5.	96
Figura 32. (a) Predicción de los caudales (b) tendencia, (c) Estacionalidad y componente aleatoria, frente al escenario RCP8,5.	97
Figura 33. Análisis climatológico de la predicción desde 2020 hasta el 2100, frente al escenario RCP8,5.	97
Figura 34. Precipitaciones modeladas por el río Biobío bajo los escenarios RCP4,5 y RCP8,5.....	98
Figura 35. Estimación de los caudales históricos en línea roja y la predicción de caudales a partir del 2020 hasta el 2100 para Río Biobío bajo el escenario RCP4,5.	99
Figura 36. (a) Predicción de los caudales (b) tendencia, (c) Estacionalidad y componente aleatoria, frente al escenario RCP4,5.	100
Figura 37. Análisis climatológico de la predicción desde 2020 hasta el 2100, frente al escenario RCP4,5.	101
Figura 38. Estimación de los caudales históricos en línea roja y la predicción de caudales a partir del 2020 hasta el 2100 para Río Biobío bajo el escenario RCP8,5.	102
Figura 39. (a) Predicción de los caudales (b) tendencia, (c) Estacionalidad y componente aleatoria, frente al escenario RCP8,5.	102

Figura 40. Análisis climatológico de la predicción desde 2020 hasta el 2100, frente al escenario RCP4,5.	103
Figura 41. Climatología de la cobertura areal de las plumas de los ríos ensayados, considerando como umbral el límite de $0,001 \text{ sr}^{-1}$. La línea blanca punteada indica el límite de las macrozonas norte y sur consideradas en este estudio.....	104
Figura 42. Series temporales (en la escala mensual) de la cobertura areal (Km^2) de las plumas de los ríos Aconcagua, Maipo, Maule, Itata y Biobío. Los puntos rojos indican los meses de la serie y son unidos con líneas continuas azul.....	104
Figura 43. Series de coberturas areales de plumas de ríos ensayados (km^2 , en línea negra) versus caudales ($\text{m}^3 \text{ s}^{-1}$, en línea azul) en la escala mensual (a1, b1, c1, d1, e1). Densidad espectral de potencia para las series de cobertura areal de las plumas de los ríos (a2, b2, c2, d2, e2). Correlación cruzada entre cobertura areal versus caudales de ríos (a3, b3, c3, d3, e3), los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea azul.....	105
Figura 44. Series de anomalías interanuales de coberturas areales de plumas de ríos (km^2 , línea negra) versus el índice MEI (línea roja, a1, b1, c1, d1, e1). Correlación cruzada entre cobertura areal versus caudales de ríos (a2, b2, c2, d2, e2), los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea azul.	107
Figura 45. Caletas pesqueras artesanales de las regiones de Valparaíso, Maule y Biobío que poseen desembarques de ~35 años en la escala mensual, para al menos un recurso pesquero asociado al grupo de los peces, moluscos y crustáceos.....	108
Figura 46. Ubicación geográfica de las caletas artesanales distribuidas en torno a las plumas fluviales de los ríos Aconcagua y Maipo (Región de Valparaíso), río Maule (Región del Maule) y los ríos Itata y Biobío (Región del Biobío).	112
Figura 47. Series temporales de especies de moluscos asociados al río Aconcagua (Región de Valparaíso).	114
Figura 48. Series temporales de especies de moluscos asociados al río Maipo (Región de Valparaíso).	114
Figura 49. Series temporales de especies de crustáceos asociados al río Aconcagua (Región de Valparaíso).	114

Figura 50. Series temporales de especies de peces asociados al río Maipo (Región de Valparaíso).	115
Figura 51. Series temporales de especies de peces asociados al río Maule (Región del Maule).	116
Figura 52. Series temporales de especies de peces asociados al río Itata (Región del Biobío).	117
Figura 53. Series temporales de especies de moluscos asociados al río Itata (Región del Biobío).	118
Figura 54. Series temporales de especies de crustáceos asociados al río Itata (Región del Biobío).	118
Figura 55. Series temporales de especies de peces asociados al río Biobío (Región del Biobío).	118
Figura 56. Series temporales de especies de moluscos asociados al río Biobío (Región del Biobío).	119
Figura 57. Representación espacial de los desembarques artesanales acumulados (periodo 2010-2020) por grupo de especies para las caletas seleccionadas de la región de Valparaíso (Fuente: Sernapesca, elaboración propia).	122
Figura 58. Desembarque acumulado en toneladas de los recursos hidrobiológicos más importantes de la caleta Horcón de la región de Valparaíso durante el periodo 2010 al 2020.	122
Figura 59. Desembarque acumulado en toneladas de los recursos hidrobiológicos más importantes de la caleta Ventana de la región de Valparaíso durante el periodo 2010 al 2020.	122
Figura 60. Desembarque acumulado en toneladas de los recursos hidrobiológicos más importantes de la caleta El Manzano de la región de Valparaíso durante el periodo 2010 al 2020.	123
Figura 61. Desembarque acumulado en toneladas de los recursos hidrobiológicos más importantes de la caleta Algarrobo de la región de Valparaíso durante el periodo 2010 al 2020.	123

Figura 62. Desembarque acumulado en toneladas de los recursos hidrobiológicos más importantes de la caleta El Quisco de la región de Valparaíso durante el periodo 2010 al 2020.....	123
Figura 63. Desembarque acumulado en toneladas de los recursos hidrobiológicos más importantes de la caleta El Puertecito (San Antonio) de la región de Valparaíso durante el periodo 2010 al 2020.	124
Figura 64. Desembarque acumulado en toneladas de los recursos hidrobiológicos más importantes de la caleta Boca del Maipo de la región de Valparaíso durante el periodo 2010 al 2020.	124
Figura 65. Representación espacial de los desembarques artesanales acumulados (periodo 2010-2020) por grupo de especies para las caletas seleccionadas de la región del Maule. (Fuente: Sernapesca, elaboración propia).....	125
Figura 66. Desembarque acumulado en toneladas de los recursos hidrobiológicos más importantes de la caleta Duao de la región del Maule durante el periodo 2010 al 2020.....	126
Figura 67. Desembarque acumulado en toneladas de los recursos hidrobiológicos más importantes de la caleta Río Maule de la región del Maule durante el periodo 2010 al 2020.....	126
Figura 68. Desembarque acumulado en toneladas de los recursos hidrobiológicos más importantes de la caleta Pelluhue de la región del Maule durante el periodo 2010 al 2020.....	126
Figura 69. Desembarque acumulado en toneladas de los recursos hidrobiológicos más importantes de la caleta Curanipe de la región del Maule durante el periodo 2010 al 2020.	127
Figura 70. Representación espacial de los desembarques artesanales acumulados (periodo 2010-2020) por grupo de especies para las caletas seleccionadas de la región del Biobío (Fuente: Sernapesca, elaboración propia).....	129
Figura 71. Desembarque acumulado en toneladas de los recursos hidrobiológicos más importantes de la caleta Tomé de la región del Biobío durante el periodo 2010 al 2020.....	129

Figura 72. Desembarque acumulado en toneladas de los recursos hidrobiológicos más importantes de la caleta Tumbes de la región del Biobío durante el periodo 2010 al 2020.	129
Figura 73. Desembarque acumulado en toneladas de los recursos hidrobiológicos más importantes de la localidad de Talcahuano de la región del Biobío durante el periodo 2010 al 2020.	130
Figura 74. Desembarque acumulado en toneladas de los recursos hidrobiológicos más importantes de la localidad San Vicente de la región del Biobío durante el periodo 2010 al 2020.	130
Figura 75. Desembarque acumulado en toneladas de los recursos hidrobiológicos más importantes de la caleta Lo Rojas de la región del Biobío durante el periodo 2010 al 2020.	130
Figura 76. Desembarque acumulado en toneladas de los recursos hidrobiológicos más importantes de la caleta Tubul de la región del Biobío durante el periodo 2010 al 2020.	131
Figura 77. Desembarque acumulado en toneladas de los recursos hidrobiológicos más importantes de la caleta Llico de la región del Biobío durante el periodo 2010 al 2020.	131
Figura 78. Representación espacial de los pescadores artesanales por categoría activos en los registros de pescadores del Servicio Nacional de Pesca desde 1992 a la fecha para las caletas seleccionadas de la región de Valparaíso. (Fuente: Sernapesca, elaboración propia).	133
Figura 79. Representación espacial de los pescadores artesanales por categoría activos en los registros de pescadores del Servicio Nacional de Pesca desde 1992 a la fecha para las caletas seleccionadas de la región del Maule (Fuente: Sernapesca, elaboración propia).	134
Figura 80. Representación espacial de los pescadores artesanales por categoría activos en los registros de pescadores del Servicio Nacional de Pesca desde 1992 a la fecha para las caletas seleccionadas de la región del Biobío (Fuente: Sernapesca, elaboración propia).	135

- Figura 81. (a₁, b₁): Series temporales en la escala mensual de caudal del río Aconcagua (línea negra) versus desembarque de moluscos para la región de Valparaíso (línea azul). (a₂, b₂): Climatología de desembarque (línea azul) versus caudales de ríos (línea roja). (a₃, b₃): Correlación cruzada entre desembarque versus caudales de ríos, los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea negra.146
- Figura 82. (a₁, b₁): Series temporales en la escala mensual de caudal del río Aconcagua (línea negra) versus desembarque de crustáceos para la región de Valparaíso (línea azul). (a₂, b₂): Climatología de desembarque (línea azul) versus caudales de ríos (línea roja). (a₃, b₃): Correlación cruzada entre desembarque versus caudales de ríos, los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea negra.146
- Figura 83. (a₁, b₁, c₁, d₁, e₁, f₁): Series temporales en la escala mensual de caudal del río Maipo (línea negra) versus desembarque de peces para la región de Valparaíso (línea azul). (a₂, b₂, c₂, d₂, e₂, f₂): Climatología de desembarque (línea azul) versus caudales de ríos (línea roja). (a₃, b₃, c₃, d₃, e₃, f₃): Correlación cruzada entre desembarque versus caudales de ríos, los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea negra.148
- Figura 84. (a₁): Series temporales en la escala mensual de caudal del río Maipo (línea negra) versus desembarque de moluscos para la región de Valparaíso (línea azul). (a₂): Climatología de desembarque (línea azul) versus caudales de ríos (línea roja). (a₃): Correlación cruzada entre cobertura areal versus caudales de ríos, los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea negra.149
- Figura 85. (a₁, b₁, c₁, d₁, e₁, f₁, g₁): Series temporales en la escala mensual de caudal del río Maule (línea negra) versus desembarque de peces para la región del M (línea azul). (a₂, b₂, c₂, d₂, e₂, f₂, g₂): Climatología de desembarque (línea azul) versus caudales de ríos (línea roja). (a₃, b₃, c₃, d₃, e₃, f₃, g₃): Correlación cruzada entre desembarque versus caudales de ríos, los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea negra.150
- Figura 86. (a₁, b₁, c₁, d₁): Series temporales en la escala mensual de caudal del río Itata (línea negra) versus desembarque de peces para la región del BíoBío (línea azul).

(a₂, b₂, c₂, d₂): Climatología de desembarque (línea azul) versus caudales de ríos (línea roja). (a₃, b₃, c₃, d₃): Correlación cruzada entre desembarque versus caudales de ríos, los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea negra.....152

Figura 87. (a₁, b₁, c₁, d₁): Series temporales en la escala mensual de caudal del río Itata (línea negra) versus desembarque de moluscos para la región del Biobío (línea azul). (a₂, b₂, c₂, d₂): Climatología de desembarque (línea azul) versus caudales de ríos (línea roja). (a₃, b₃, c₃, d₃): Correlación cruzada entre desembarque versus caudales de ríos, los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea negra.....152

Figura 88. (a₁, b₁): Series temporales en la escala mensual de caudal del río Itata (línea negra) versus desembarque de crustáceos para la región del BíoBío (línea azul). (a₂, b₂): Climatología de desembarque (línea azul) versus caudales de ríos (línea roja). (a₃, b₃): Correlación cruzada entre desembarque versus caudales de ríos, los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea negra.....153

Figura 89. (a₁, b₁, c₁): Series temporales en la escala mensual de caudal del río Biobío (línea negra) versus desembarque de peces para la región del Biobío (línea azul). (a₂, b₂, c₂): Climatología de desembarque (línea azul) versus caudales de ríos (línea roja). (a₃, b₃, c₃): Correlación cruzada entre desembarque versus caudales de ríos, los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea negra.154

Figura 90. (a₁, b₁, c₁, d₁): Series temporales en la escala mensual de caudal del río Biobío (línea negra) versus desembarque de moluscos para la región del Biobío (línea azul). (a₂, b₂, c₂, d₂): Climatología de desembarque (línea azul) versus caudales de ríos (línea roja). (a₃, b₃, c₃, d₃): Correlación cruzada entre desembarque versus caudales de ríos, los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea negra.155

Figura 91. (a₁, b₁): Series temporales en la escala interanual de caudal del río Aconcagua (línea roja) versus desembarque interanual de moluscos para la región de Valparaíso (línea Azul). (a₂, b₂): Correlación cruzada entre

desembarque versus caudales de ríos interanuales, los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea negra.	156
Figura 92. (a ₁ , b ₁): Series temporales en la escala mensual interanual de caudal del río Aconcagua (línea roja) versus desembarque de crustáceos para la región de Valparaíso (línea azul). (a ₂ , b ₂): Correlación cruzada entre desembarque versus caudales de ríos interanual, los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea negra.	157
Figura 93. (a ₁ , b ₁ , c ₁ , d ₁ , e ₁ , f ₁): Series temporales en la escala mensual de caudal del río Maipo (línea rojo) versus desembarque de peces para la región de Valparaíso (línea azul). (a ₂ , b ₂ , c ₂ , d ₂ , e ₂ , f ₂): Correlación cruzada entre desembarque versus caudales de ríos interanuales, los los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea negra.	158
Figura 94. (a ₁): Series temporales en la escala mensual de caudal del río Maipo (línea roja) versus desembarque de moluscos para la región de Valparaíso (línea azul). (a ₂) Correlación cruzada entre desembarque versus caudales de ríos interanuales, los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea negra.	158
Figura 95. (a ₁ , b ₁ , c ₁ , d ₁ , e ₁ , f ₁ , g ₁): Series temporales en la escala mensual de caudal del río Maule (línea roja) versus desembarque de peces para la región del M (línea azul). (a ₂ , b ₂ , c ₂ , d ₂ , e ₂ , f ₂ , g ₂): Correlación cruzada entre desembarque versus caudales de ríos interanuales, los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea negra.	159
Figura 96 (a ₁ , b ₁ , c ₁ , d ₁): Series temporales en la escala mensual de caudal del río Itata (línea roja) versus desembarque de moluscos para la región del BíoBío (línea azul). (a ₂ , b ₂ , c ₂ , d ₂) Correlación cruzada entre desembarque versus caudales de ríos interanuales, los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea negra.	160
Figura 97 (a ₁ , b ₁ , c ₁ , d ₁): Series temporales en la escala mensual de caudal del río Itata (línea roja) versus desembarque de peces para la región del BíoBío (línea azul). (a ₂ , b ₂ , c ₂ , d ₂): Correlación cruzada entre desembarque versus caudales de ríos	

interanuales, los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea negra.....	160
Figura 98 (a ₁ , b ₁): Series temporales en la escala mensual de caudal del río Itata (línea roja) versus desembarque de crustáceos para la región del Biobío. (a ₂ , b ₂) Correlación cruzada entre desembarque versus caudales de ríos interanuales, los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea negra.....	161
Figura 99 (a ₁ , b ₁ , c ₁): Series temporales en la escala mensual de caudal del río Biobío (línea roja) versus desembarque de peces para la región del Biobío (línea azul). (a ₂ , b ₂ , c ₂): Correlación cruzada entre desembarque versus caudales de ríos interanuales, los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea negra.....	161
Figura 100 (a ₁ , b ₁ , c ₁ , d ₁): Series temporales en la escala mensual de caudal del río Biobío (línea roja) versus desembarque de moluscos para la región del Biobío (línea azul). (a ₂ , b ₂ , c ₂ , d ₂): Correlación cruzada entre desembarque versus caudales de ríos interanuales, los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea azul.	162
Figura 101. Series de desembarque observadas (líneas negras) y predichas (líneas azules) en los escenarios RCP4,5 y RCP8,5 para los recursos (a,b) almeja y (d,c) congrio colorado. Macrozona norte (río Maipo). Las bandas celeste y gris corresponden a los límites de confianza de 80% y 95%, respectivamente.	165
Figura 102. Series de desembarque observadas (línea negra) y predichas (línea azul) en los escenarios RCP4,5 y RCP8,5 para los recursos, (a,b) Navajuela, (c,d) congrio colorado, (e,f) congrio negro, (g,h) almeja y (i,j) jaiba peluda. Macrozona sur (ríos Itata-Biobío). Las bandas celeste y gris corresponden a los límites de confianza de 80% y 95%, respectivamente.....	170
Figura 103. Series de desembarque interanuales observadas (líneas negras) y predichas (líneas azules) en los escenarios RCP4,5 y RCP8,5 para los recursos (a,b) almeja y (d,c) congrio colorado. Macrozona norte (río Maipo). Las bandas celeste y gris corresponden a los límites de confianza de 80% y 95%, respectivamente.	173

Figura 104. Series de desembarque interanuales observadas (línea negra) y predichas (línea azul) en los escenarios RCP4,5 y RCP8,5 para los recursos, (a,b) Navajuela, (c,d) congrio colorado, (e,f) congrio negro, (g,h) almeja y (i,j) jaiba peluda. Macrozona sur (ríos Itata-Biobío). Las bandas celeste y gris corresponden a los límites de confianza de 80% y 95%, respectivamente.....	177
Figura 105. Series temporales (en la escala mensual) de la cobertura areal (Km ²) de las plumas de los ríos Aconcagua, Maipo, Maule, Itata y Biobío.	178
Figura 106. Series temporales (en la escala mensual) de la TSM promediada de la cobertura areal (Km ²) de las plumas de los ríos Aconcagua, Maipo, Maule, Itata y Biobío.	179
Figura 107. Series temporales (en la escala mensual) de Clorofila integrada en el dominio de la cobertura areal (Km ²) de las plumas de los ríos Aconcagua, Maipo, Maule, Itata y Biobío.	179
Figura 108. Precios trimestrales estimados y observados para la especie congrio colorado del río Biobío.	183
Figura 109. Precios trimestrales estimados y observados para la especie congrio negro de la zona del Biobío.	185
Figura 110. Precios trimestrales estimados y observados para la especie almeja de la zona sur Biobío.	187
Figura 111. Precios trimestrales estimados y observados para la especie navajuela de la zona sur Biobío.	189
Figura 112. Precios trimestrales estimados y observados para la especie jaiba peluda de la zona del Biobío.	191
Figura 113. Precios trimestrales estimados y observados para la especie congrio colorado de la zona del Maipo.	193
Figura 114. Precios trimestrales estimados y observados para la especie almeja de la zona del Maipo.	194
Figura 115. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Congrio colorado, río Maipo y escenario RCP4,5.	195
Figura 116. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Congrio colorado, río Maipo y escenario RCP8,5.	195

Figura 117. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Almeja, río Maipo y escenario RCP4,5	196
Figura 118. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Almeja, río Maipo y escenario RCP8,5	197
Figura 119. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Congrio colorado, río Maipo escenario RCP4,5 y RCP8,5	198
Figura 120. Diferencia en ingresos trimestrales estimados de los desembarques Congrio colorado, río Maipo escenario RCP4,5 menos RCP8,5	198
Figura 121. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Almeja, río Maipo escenario RCP4,5 y RCP8,5.....	199
Figura 122. Diferencia en ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Almeja, río Maipo escenario RCP4,5 menos RCP8,5.....	199
Figura 123. Ingresos trimestrales totales estimados para el río Maipo, escenario RCP4,5 y RCP8,5.....	200
Figura 124. Ingresos trimestrales totales estimados para el río Maipo, escenario RCP4,5.....	201
Figura 125. Ingresos trimestrales totales estimados río Maipo, escenario RCP8,5	201
Figura 126. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Congrio colorado, río Biobío escenario RCP4,5	202
Figura 127. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Congrio colorado, río Biobío escenario RCP8,5	203
Figura 128. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Congrio negro, río Biobío escenario RCP4,5.....	204
Figura 129. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques Congrio negro, río Biobío escenario RCP8,5	204
Figura 130. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Almeja, río Biobío escenario RCP4,5	205
Figura 131. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Almeja, río Biobío escenario RCP8,5	206
Figura 132. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Navajuela, río Biobío escenario RCP4,5	207

Figura 133. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Navajuela, río Biobío escenario RCP8,5	207
Figura 134. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Jaiba peluda, río Biobío escenario RCP4,5	209
Figura 135. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Jaiba peluda, río Biobío escenario RCP8,5	209
Figura 136. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Congrio colorado, río Biobío escenario RCP4,5 y RCP8,5	210
Figura 137. Diferencia en ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Congrio colorado, río Biobío escenario RCP4,5 menos RCP8,5	211
Figura 138. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Congrio negro, río Biobío escenario RCP4,5 y RCP8,5	211
Figura 139. Diferencia en ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Congrio negro, río Biobío escenario RCP4,5 menos RCP8,5	212
Figura 140. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Almeja, río Biobío escenario RCP4,5 y RCP8,5	213
Figura 141. Diferencia en ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Almeja, río Biobío escenario RCP4,5 menos RCP8,5	213
Figura 142. Ingresos trimestrales estimados de desembarques de Navajuela, río Biobío escenario RCP4,5 y RCP8,5	214
Figura 143. Diferencia en ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Navajuela, río Biobío escenario RCP4,5 menos RCP8,5	215
Figura 144. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Jaiba peluda, río Biobío escenario RCP4,5 y RCP8,5	215
Figura 145. Diferencia en ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Jaiba peluda, río Biobío escenario RCP4,5 menos RCP8,5	216
Figura 146. Ingresos trimestrales totales estimados río Biobío, escenario RCP4,5y RCP8,5	217
Figura 147. Ingresos trimestrales totales estimados río Biobío, escenario RCP4,5.....	218
Figura 148. Ingresos trimestrales totales estimados río Biobío, escenario RCP8,5.....	218

Figura 149. Diagramas espacio-tiempo del esfuerzo del viento meridional del producto ERA-5 en la escala interanual (panel superior) y en la escala decadal (panel inferior), para el período 1985-2020.....232

Figura 150. Gráfico de dispersión mensual del caudal de los ríos Maipo, Maule y Biobío versus la concentración de clorofila integrada al interior de sus plumas fluviales. Los puntos rojos destacan el mes de Agosto para el período 2003-2018. Panel superior (río Maipo), panel medio (río Maule), panel inferior (río Biobío).236

Figura 151. Evolución de la concentración de los gases de efecto invernadero en los cuatro escenarios propuestos por el IPCC (IPCC 2014).240

ÍNDICE DE TABLAS ANEXOS

Tabla A - 1. Estaciones fluviométricas de la cuenca del río Aconcagua271

Tabla A - 2 . Estaciones fluviométricas de la cuenca del río Maipo271

Tabla A - 3. Estaciones fluviométricas de la cuenca del río Maule272

Tabla A - 4. Estaciones fluviométricas de la cuenca del río Itata.....272

Tabla A - 5. Estaciones fluviométricas de la cuenca del río Biobío:273

Tabla A - 6. Red de estaciones meteorológicas (datos de precipitaciones) en torno al río Aconcagua.....275

Tabla A - 7. Red de estaciones meteorológicas (datos de precipitaciones) en torno al río Maipo.....276

Tabla A - 8. Red de estaciones meteorológicas (datos de precipitaciones) en torno al río Maule.....278

Tabla A - 9. Red de estaciones meteorológicas (datos de precipitaciones) en torno al río Itata281

Tabla A - 10. Red de estaciones meteorológicas (datos de precipitaciones) en torno al río Biobío.....282

Tabla A - 11. Modelo Numéricos de Precipitaciones.....290

Tabla A - 12. Precios playa (\$/tonelada) de peces en caletas pre-seleccionadas, región de VALPARAÍSO294

Tabla A - 13. Precios playa (\$/tonelada) de moluscos en caletas pre-seleccionadas, región de VALPARAÍSO.....	295
Tabla A - 14. Precios playa (\$/tonelada) de crustáceos en caletas pre-seleccionadas, región de VALPARAÍSO.....	297
Tabla A - 15. Precios playa (\$/tonelada) de peces en caletas pre-seleccionadas, región del MAULE	297
Tabla A - 16. Precios playa (\$/tonelada) de moluscos en caletas pre-seleccionadas, región del MAULE.....	298
Tabla A - 17. Precios playa (\$/tonelada) de crustáceos en caletas pre-seleccionadas, región del MAULE.....	298
Tabla A - 18. Precios playa (\$/tonelada) de peces en caletas pre-seleccionadas, región del BIOBÍO.....	298
Tabla A - 19. Precios playa (\$/tonelada) de moluscos en caletas pre-seleccionadas, región del BIOBÍO.....	301
Tabla A - 20. Precios playa (\$/tonelada) de moluscos en caletas pre-seleccionadas, región del BIOBÍO.....	302
Tabla A - 21. Habitantes de la región de Valparaíso por grupo etario y género (Fuente INE Censo 2017, elaboración propia).....	317
Tabla A - 22. Índice de dependencia demográfica total, de menores y de mayores registrada en los censos de 2002 y 2017 (Fuente INE Censo2002 y 2017, elaboración propia).....	317
Tabla A - 23. Habitantes de la región de Valparaíso por común, grupo etario y género (Fuente INE Censo 2017, elaboración propia).....	320
Tabla A - 24. Habitantes de la región de Maule por grupo etario y género (Fuente INE Censo 2017, elaboración propia).....	325
Tabla A - 25. Índice de dependencia demográfica total, de menores y de mayores registrada en los censos de 2002 y 2017 (Fuente INE Censo2002 y 2017, elaboración propia).....	325
Tabla A - 26. Habitantes de la región de Maule por común, grupo etario y género (Fuente INE Censo 2017, elaboración propia).....	328

Tabla A - 27. Habitantes de la región de Valparaíso por grupo etario y género (Fuente INE Censo 2017, elaboración propia).....	331
Tabla A - 28. Índice de dependencia demográfica total, de menores y de mayores registrada en los censos de 2002 y 2017 (Fuente INE Censo 2002 y 2017, elaboración propia).....	331
Tabla A - 29. Habitantes de la región del Biobío por común, grupo etario y género (Fuente INE Censo 2017, elaboración propia).....	334
Tabla A - 30. Identificación de asistentes que participaron del taller (ver verificador en Anexo Reporte).....	341

ÍNDICE DE FIGURAS ANEXOS

Figura A - 1. Posiciones de las estaciones fluviométricas en la cuenca del río Aconcagua.....	271
Figura A - 2. Posición de la estación fluviométricas en la cuenca del río Maipo.....	271
Figura A - 3. Posición de la estación fluviométricas en la cuenca del río Maule.....	272
Figura A - 4. Posición de la estación fluviométricas en la cuenca del río Itata.....	272
Figura A - 5. Posición de las estaciones fluviométricas en la cuenca del río Biobío.....	273
Figura A - 6. Red de 31 estaciones meteorológicas en torno a la cuenca del río Aconcagua.....	274
Figura A - 7. Red de 56 estaciones meteorológicas en torno a la cuenca del río Maipo.....	276
Figura A - 8. Red de 53 estaciones meteorológicas en torno a la cuenca del río Maule.....	278
Figura A - 9. Red de 53 estaciones meteorológicas en torno a la cuenca del río Itata.....	280
Figura A - 10. Red de 29 estaciones meteorológicas en torno a la cuenca del río Biobío.....	282
Figura A - 11. Serie de tiempo de caudal del río Aconcagua ($m^3 s^{-1}$) para datos faltantes e interpolados, para el período 1960-2020.....	284

Figura A - 12. Serie de tiempo de caudal del río Maipo ($m^3 s^{-1}$) para datos faltantes e interpolados, para el período 1980-2020.	285
Figura A - 13. Serie de tiempo de caudal del río Maule ($m^3 s^{-1}$) para datos faltantes e interpolados, para el período 1985-2020.	285
Figura A - 14. Serie de tiempo de caudal del río Itata ($m^3 s^{-1}$) para datos faltantes e interpolados, para el período 1985-2020.	286
Figura A - 15. Serie de tiempo de caudal del río Biobío ($m^3 s^{-1}$) para datos faltantes e interpolados, para el período 1970-2020.	286
Figura A - 16. Serie de tiempo de precipitaciones (mm) para el río Aconcagua contrastando datos faltantes e interpolados, para el período 1960-2020.	287
Figura A - 17. Serie de tiempo de precipitaciones (mm) para el río Maipo contrastando datos faltantes e interpolados, para el período 1980-2020.	287
Figura A - 18. Serie de tiempo de precipitaciones (mm) para el río Maule contrastando datos faltantes e interpolados, para el período 1985-2020.	288
Figura A - 19. Serie de tiempo de precipitaciones (mm) para el río Itata contrastando datos faltantes e interpolados, para el período 1985-2020.	288
Figura A - 20. Serie de tiempo de precipitaciones (mm) para el río Biobío contrastando datos faltantes e interpolados, para el período 1970-2020.	289
Figura A - 21. Vistas representativas del paisaje y edificaciones de caleta Duao.	311
Figura A - 22. Vistas representativas del paisaje y edificaciones de caleta Pelluhue ..	313
Figura A - 23. Vistas representativas del paisaje y edificaciones de caleta Tumbes.	315
Figura A - 24. Vistas representativas del paisaje y edificaciones de caleta San Vicente	316
Figura A - 25. Representación espacial de las localidades de estudio y de las comunas en las cuales están circunscritas, para la región de Valparaíso (Fuente: Biblioteca del congreso, elaboración propia).	319
Figura A - 26. Población humana, en número de habitantes por género e índice de masculinidad registrados durante el censo del 2017 en las comunas en donde se emplazan las caletas en estudio de la región de Valparaíso (Fuente INE Censo 2017, elaboración propia).	321

Figura A - 27. Representación del índice de menores (a) y mayores (b) registrados para las comunas seleccionadas de la región de Valparaíso en el Censo de 2017 (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).	321
Figura A - 28. Representación de la población que indica tener algún grado de educación en las comunas seleccionadas de la región de Valparaíso en el Censo de 2017 (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).	321
Figura A - 29. Representación del grado de educación alcanzado por la población encuestada en el Censo de 2017 en las comunas seleccionadas para la región de Valparaíso (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).....	322
Figura A - 30. Representación de la población que declara trabajar para las comunas seleccionadas de la región de Valparaíso, en el Censo de 2017 (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).....	322
Figura A - 31. Población que indica pertenecer a algún pueblo originario en las comunas seleccionadas de la región de Valparaíso (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).....	323
Figura A - 32. Proporción en porcentaje de habitantes de las comunas seleccionadas de la región de Valparaíso que se identifican con comunidades de pueblos originarios (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).....	323
Figura A - 33. Población que declara trabajar por sector productivo, en las comunas seleccionadas de la región de Valparaíso (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).....	324
Figura A - 34. Representación espacial de las localidades de estudio y de las comunas en las cuales están circunscritas, para la región del Maule (Fuente: Biblioteca del congreso, elaboración propia).	327
Figura A - 35. Población humana, en número de habitantes por género e índice de masculinidad registrados durante el censo del 2017 en las comunas en donde se emplazan las caletas en estudio de la región del Maule (Fuente: INE Censo 2017, elaboración propia).....	327
Figura A - 36. Representación del índice de menores (A) y mayores (B) registrados para las comunas seleccionadas de la región del Maule en el Censo de 2017 (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).	328

Figura A - 37. Representación de la población que indica tener algún grado de educación en las comunas seleccionadas de la región del Maule en el Censo de 2017 (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).	329
Figura A - 38. Representación del grado de educación alcanzado por la población encuestada en el Censo de 2017 en las comunas seleccionadas para la región del Maule (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).	329
Figura A - 39. Representación de la población que declara trabajar para las comunas seleccionadas de la región del Maule, en el Censo de 2017 (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).....	329
Figura A - 40. Población que declara trabajar por sector productivo, en las comunas seleccionadas de la región del Maule (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).	330
Figura A - 41. Población que indica pertenecer a algún pueblo originario en las comunas seleccionadas de la región del Maule (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).....	330
Figura A - 42. Proporción en porcentaje de habitantes de las comunas seleccionadas de la región del Maule que se identifican con comunidades de pueblos originarios (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).	330
Figura A - 43. Representación espacial de las localidades de estudio y de las comunas en las cuales están circunscritas, para la región del Biobío (Fuente: Biblioteca del congreso, elaboración propia).	333
Figura A - 44. Población humana, en número de habitantes por género e índice de masculinidad registrados durante el censo del 2017 en las comunas en donde se emplazan las caletas en estudio de la región del Biobío (Fuente: INE Censo 2017, elaboración propia).....	333
Figura A - 45. Representación del índice de menores (A) y mayores (B) registrados para las comunas seleccionadas de la región del Biobío en el Censo de 2017 (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).	334
Figura A - 46. Representación de la población que indica tener algún grado de educación en las comunas seleccionadas de la región del Biobío en el Censo de 2017 (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).	335

Figura A - 47. Representación del grado de educación alcanzado por la población encuestada en el Censo de 2017 en las comunas seleccionadas para la región del Biobío (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).....335

Figura A - 48. Representación de la población que declara trabajar para las comunas seleccionadas de la región del Biobío, en el Censo de 2017 (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).....335

Figura A - 49. Población que declara trabajar por sector productivo, en las comunas seleccionadas de la región del Biobío (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).336

Figura A - 50. Población que indica pertenecer a algún pueblo originario en las comunas seleccionadas de la región del Biobío (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).....336

Figura A - 51. Proporción en porcentaje de habitantes de las comunas seleccionadas de la región del Biobío que se identifican con comunidades de pueblos originarios (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).337

1. INTRODUCCIÓN

Recientemente, se ha mostrado evidencia robusta de la drástica disminución en el caudal de ríos debido al calentamiento global, tendencia estadística que se expresa claramente en la región centro-norte y centro-sur de Chile (24-40°S) a través del análisis de series temporales extensas de caudales y precipitaciones (Soto-Mardones *et al.* enviado 2019). El calentamiento global ha afectado fuertemente la distribución promedio de las precipitaciones en las escalas regional y estacional, provocando que los caudales de ríos con tendencia negativa sean más negativos.

El impacto de las descargas fluviales de ríos relativamente pequeños sobre el ecosistema costero ha sido poco estudiado a nivel global (Warrick & Fong, 2004, Saldías *et al.* 2020). La descarga de agua salobre al océano costero tiene implicancias importantes no sólo físicas por la alta diferencia en salinidad/densidad con el océano costero, sino por repercusiones biogeoquímicas debido al alto contenido de material sedimentario, concentración de nutrientes de origen terrestre, y contaminantes que traen consigo las descargas fluviales (*e.g.* Wetz *et al.* 2006, Goñi *et al.* 2013, Vargas *et al.* 2013), existiendo un impacto directo de las descargas de ríos sobre la razón de nutrientes aportadas a la zona costera, y su influencia sobre floraciones de diatomeas (Dortch & Whitledge 1992).

En Chile central los estudios de los impactos físicos y biogeoquímicos de las plumas fluviales son escasos, destacando la alta estacionalidad de las descargas fluviales (Sobarzo *et al.* 2007) y la variabilidad de plumas fluviales en escala diurna (Piñones *et al.* 2005), estacional (Saldías *et al.* 2012, Vargas *et al.* 2013, Vargas *et al.* 2016, Salcedo-Castro *et al.* 2020) e interanual (Saldías *et al.* 2016, Masotti *et al.* 2018). Recientemente, nuevos estudios revelan que el desplazamiento hacia el sur e intensificación del centro Anticiclón del Pacífico Sur (Schneider *et al.* 2017) está conectado con la reducción en lluvias y descargas de ríos durante periodos La Niña (Winckler *et al.* 2020).

Las regiones de Coquimbo, Valparaíso, Maule y especialmente Biobío, se han caracterizado por exhibir un sector pesquero importante, con gran relevancia social, económica y cultural, especialmente en la contribución a la fuerza laboral, a las economías territoriales y al abastecimiento de productos pesqueros para consumo en fresco, contribuyendo significativamente al dinamismo de la economía local y nacional.

El proyecto FIPA N°2019-22 “Abundancia y distribución de moluscos, crustáceos y peces costeros de importancia comercial y su relación con la variabilidad de precipitaciones y caudal de ríos en Chile”, tiene el propósito central de establecer la relación entre precipitaciones, caudal de ríos y la abundancia y distribución de recursos de importancia económica en las zonas de influencia de la desembocadura de los principales ríos de la zona centro-norte y centro-sur de Chile.

Este Informe Final incluye los resultados asociados a todas las actividades y tareas para los cuatro objetivos específicos componentes del estudio.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Establecer la relación entre precipitaciones, caudal de ríos, y la abundancia y distribución de recursos de importancia económica en las zonas de influencia de la desembocadura de los principales ríos de la zona centro-norte y centro-sur de Chile.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2.2.1. Establecer la variabilidad en las precipitaciones y caudales de ríos, con alguna actividad pesquera artesanal reconocida, y relacionar con variaciones en las condiciones costeras-oceánicas, según predicciones bajo distintos escenarios de cambio climático.

2.2.2. Caracterizar dos cuencas desde un punto de vista pesquero y determinar la abundancia y distribución de especies de interés comercial.

2.2.3. Establecer la relación entre la abundancia y distribución de estos recursos, mediante modelos de precipitaciones y caudal de río, asociados al cambio climático.

2.2.4. Evaluar los impactos socio-económicos de la variabilidad en la disponibilidad de estos recursos, bajo escenarios de cambio climático.

3. ANTECEDENTES

La evidencia internacional muestra la existencia de una influencia directa del calentamiento global a la variabilidad de las precipitaciones (Seckler *et al.* 1999, Vörösmarty *et al.* 2000, McCarthy *et al.* 2001, Milly *et al.* 2002, Oki *et al.* 2003, Arnell 2004, Trenberth 2011). A nivel global, los cambios en las precipitaciones están directamente relacionados a tendencias regionales y estacionales muy definidas (Sato *et al.* 2007). Asimismo, los informes de evaluación del IPCC (AR6 2021), reportan que los últimos años ha habido un aumento en la frecuencia e intensidad de eventos extremos (tormentas y precipitaciones) como resultado del calentamiento global (IPCC 2007a, IPCC 2014, WMO 2009a, Giorgi *et al.* 2011). En Chile, estos eventos extremos ocurren por una combinación de variabilidad climática, cambio climático y meteorología sinóptica, en los cuales las tendencias extremas no siempre siguen las tendencias globales sino más bien regionales (Garreaud 2017).

Dentro de este contexto, recientemente Soto-Mardones *et al.* (enviado 2019) han mostrado evidencia robusta de la drástica disminución en el caudal de ríos debido al calentamiento global, tendencia estadística que se expresa claramente en la región centro-norte y centro-sur de Chile (24-40°S) a través del análisis de series temporales largas (1910-2015) de caudales y precipitaciones. Este patrón de disminución generalmente se ha atribuido a factores antropogénicos, sin embargo, el artículo demuestra que esta disminución es atribuida a las precipitaciones, como variable meteorológica de largo periodo. El calentamiento global ha afectado fuertemente la distribución promedio de las precipitaciones en las escalas regional y estacional, provocando que los caudales de ríos con tendencia negativa sean más negativos. Una estimación de la tasa de cambio anual promedio durante diez años muestra una disminución sustancial de los flujos en las regiones centro-norte y centro-sur de Chile, lo que haría, a la tasa calculada, que los ríos en la zona central tenderían a desaparecer en un período aproximado de 100 años.

El impacto de las descargas fluviales de ríos relativamente pequeños sobre el ecosistema costero ha sido, en general, poco estudiado a nivel global (Warrick & Fong, 2004, Saldías *et al.* 2020), en comparación con el efecto de los grandes ríos como el Amazonas, Mississippi, y La Plata (Körtzinger 2003, Cai 2003, Piola *et al.* 2005). La descarga de agua salobre al océano costero tiene implicancias importantes no solo físicas por la alta diferencia en salinidad/densidad con el océano costero, sino por repercusiones biogeoquímicas debido al alto contenido de material sedimentario, concentración de nutrientes de origen terrestre, y contaminantes que traen consigo las descargas fluviales (*e.g.* Wetz *et al.* 2006, Goñi *et al.* 2013, Vargas *et al.* 2013). En este sentido, existe un impacto directo de las descargas de ríos sobre la razón de nutrientes aportadas a la zona costera, en especial de sílice, lo que influencia floraciones de fitoplancton (diatomeas) (Dortch & Whitedge 1992).

Debido al alto impacto de la productividad primaria (fitoplancton) en la producción pesquera de muchas zonas costeras, se ha hipotetizado que existe una relación directa entre zonas con alta productividad fitoplanctónica y una alta producción de peces pelágicos pequeños (*e.g.* Montecinos & Lange 2009). Una segunda vía de interacción entre las descargas fluviales y el ecosistema costero es a través de la creación de zonas de reproducción y crianza de estadios juveniles de peces y organismos bentónicos (Richardson 1988, Motos *et al.* 1996, García & Palomera 1996), debido al alto contenido de sedimentos y condiciones de turbidez características en plumas de ríos, que genera protección frente a depredadores y un ambiente rico en nutrientes alrededor de los frentes de la pluma (*e.g.* Emmett *et al.* 2004, De Robertis *et al.* 2005). Recientemente se ha evidenciado que existen marcados frentes costeros a lo largo de Chile centro-sur y asociados a zonas de descargas de ríos (Saldías & Lara, 2020). En estos sistemas han ocurrido fuertes descensos en los desembarques pesqueros cuando los ríos han disminuido drásticamente su caudal (Grimes 2001), como es el caso de la intervención del río Nilo que provocó una disminución del 90% de su caudal, un descenso en la producción primaria asociada al delta del río, acoplado a un descenso en los volúmenes de desembarque de recursos pesqueros y una simplificación de la

estructura de las comunidades (Bebars & Lasserre 1983), poniendo en evidencia la relación de dependencia entre la descarga de los ríos y la producción pesquera.

En Chile centro-sur los estudios de los impactos físicos y biogeoquímicos de las plumas fluviales son escasos, destacando una alta estacionalidad de las descargas fluviales (Sobarzo *et al.* 2007) y variabilidad de las plumas de ríos en escala diaria (Piñones *et al.* 2005), estacional (Saldías *et al.* 2012, Vargas *et al.* 2013, Vargas *et al.* 2016, Salcedo-Castro *et al.* 2020) e interanual (Saldías *et al.* 2016, Masotti *et al.* 2018). El ciclo anual de las descargas fluviales y las plumas de ríos de la región del Biobío es consistente con el régimen de lluvias en invierno y el derretimiento de la nieve en primavera, verificando un máximo de descarga invernal y un segundo máximo primaveral, que se ve reflejado en la extensión de plumas fluviales en la costa de Concepción (Saldías *et al.* 2012). En escala interanual se ha mostrado el efecto climático (*e.g.* El Niño Oscilación del Sur) sobre el desarrollo de plumas fluviales en la Región del Biobío con claro impacto para altas descargas de ríos y plumas (eventos cálidos) y descargas y plumas anómalamente pequeñas durante períodos fríos La Niña (Saldías *et al.* 2016). Debido al bajo pH y alta acidez que caracteriza a los ríos en comparación al océano, alto énfasis se ha puesto en el estudio del impacto negativo de las descargas fluviales en los organismos intermareales costeros, para tener una línea base de como futuras proyecciones climáticas podrían afectar al desarrollo de organismos costeros calcáreos (*e.g.* Pérez *et al.* 2015, Pérez *et al.* 2016, Vargas *et al.* 2016, Osorio *et al.* 2017, Saavedra *et al.* 2020). En términos de los efectos biológicos en la columna de agua, se ha reportado que la baja salinidad afecta significativamente la comunidad bacteriana y fitoplanctónica (Levipan *et al.* 2012, Iriarte *et al.* 2012), por lo que existe gran incertidumbre de los potenciales efectos que el cambio climático podría causar en la producción biológica costera a través de la disminución de caudales en la región.

Históricamente, la Región del Biobío (dentro del ámbito Coquimbo y Corral) se ha caracterizado por exhibir un sector pesquero importante, con gran relevancia social, económica y cultural, especialmente en la contribución a la fuerza laboral, a las economías territoriales y al abastecimiento de productos pesqueros para consumo en fresco, contribuyendo significativamente al dinamismo de la economía local y nacional. En la región, los estudios sobre el efecto de las descargas de ríos sobre recursos pesqueros son escasos, basados principalmente en peces costeros y bivalvos de importancia comercial, reportando una relación directa entre el desembarque y la descarga de ríos al océano costero frente a Concepción (Montes & Quiñones 1999, Quiñones & Montes 2008).

De acuerdo a los criterios de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, se reconoce que Chile es un país muy vulnerable al cambio climático (Gobierno de Chile 2017, 2021). En este contexto, nuestro país ha invertido esfuerzo en abordar esta contingencia a través de planes de acciones nacionales y sectoriales para establecer y direccionar mecanismos de adaptación a los efectos del cambio climáticos en la escala nacional y regional (Gobierno de Chile 2014, 2015, 2017). No obstante, lo anterior, son pocas las iniciativas recientes (FAO 2018) que

posibilitan la inclusión de estos efectos en la escala local hacia las comunidades eventualmente afectadas, como lo son los pescadores costeros y sus familias.

En los complejos ecosistemas costeros, las especies (incluidos recursos pesqueros) que responden tanto a cambios ambientales como bio-ecológicos, pueden variar a medida que las especies respondan a las nuevas condiciones asociadas al cambio climático, verificando cambios en diversidad y abundancia, modificando sus hábitats de reproducción y crianza, y estableciendo capacidades de adaptación a nuevos estados de equilibrio. En este contexto, la vulnerabilidad que presentan las pesquerías frente a la variación de los factores ambientales inducidos por el cambio climático puede repercutir directamente en las líneas de estrategia nacional.

En este proyecto de investigación y desarrollo, la problemática u oportunidad está centrada en establecer, a través de un enfoque inter-disciplinario y herramientas de modelación estadísticas de las variables ambientales (precipitaciones y caudales de ríos) ante escenarios de cambio en los servicios y beneficios ecosistémicos de dos comunidades de pescadores ubicadas entre Coquimbo-San Antonio y San Antonio-Corral, que se generarán en el ecosistema costero (incluido recursos pelágicos y bentónicos) producto de cambios en forzantes mediados por cambio climático, como es la disminución en el caudal de los principales ríos de la región.

4. DATOS Y METODOLOGÍAS

4.1. ÁREA DE ESTUDIO

Para la selección de las localidades (caletas) a ensayar en las macrozonas norte (Región de Valparaíso) y en la macrozona sur (Región del Maule y Región del Biobío) fueron determinadas principalmente por los siguientes criterios:

- (i) Existencia de ríos (y/o plumas fluviales).
- (ii) Estación meteorológica con mediciones de pluviosidad.
- (iii) Las zonas de extracción de moluscos, crustáceos y peces deben coincidir espacialmente con el dominio de la pluma de los ríos.
- (iv) Las series temporales de precipitaciones, caudales y especies marinas costeras, deben ser lo suficientemente extensas para establecer patrones temporales.

En razón a lo anterior, ha sido necesario hacer un barrido de toda la información disponible a lo largo de Chile. No obstante, la distribución de estaciones pluviométricas y de medición de caudales permitió contar con información para cuantificar las series en la mayoría de los ríos de Chile. Para el caso de la selección de las caletas de pescadores artesanales, éstas se situaron (zonas de pesca o extracción) en el dominio espacial de la desembocadura de ríos y/o en el entorno de sus plumas fluviales, además de contar con registros suficientes de desembarques oficiales para poder cuantificar la distribución temporal de los recursos pesqueros.

4.2. METODOLOGÍA OBJETIVO ESPECÍFICO #1

Establecer la variabilidad en las precipitaciones y caudales de ríos, con alguna actividad pesquera artesanal reconocida, y relacionar con variaciones en las condiciones costeras-oceánicas, según predicciones bajo distintos escenarios de cambio climático.

4.2.1. Caudales de ríos

A partir de las series de datos de caudales extraídos de la Dirección General de Agua (DGA) considerando la estación más cercana a la costa, insertas en las macrozonas norte (Región de Coquimbo y Región de Valparaíso) y en la macrozona sur (Región del Maule y Región del Biobío). Inicialmente, se exploraron las series de caudales de 13 ríos (Elqui, Limarí, Choapa, Aconcagua, Maipo, Mataquito, Maule, Itata, Biobío, Carampangue, Lebu, Toltén y Valdivia) desde los 28°S hasta los 40°Sur como muestra la Figura 1. Aplicando los criterios de los 30 años mínimos de largo de la serie, además de los criterios pesqueros se definieron los ríos Aconcagua y Maipo para la macrozona norte y los ríos Maule, Itata y Biobío para la macrozona sur. Las series mensuales de los ríos seleccionados muestran una temporalidad entre los 33 y 60 años, ajustándose a lo exigido por las bases de la oferta técnica.

Las series de caudales seleccionadas de la macrozona norte y sur están representadas en el Anexo 2, donde se exhibe la ubicación de las estaciones fluviométricas más cercanas al borde costero (desde la Figura A - 1 hasta la Figura A - 5) y las posiciones están representados desde la Tabla A - 1 hasta la Tabla A - 5. La Figura A - 1 muestra 2 estaciones (Puente Camo y Las Vegas en Bocatoma), las cuales fueron promediadas generando una serie temporal más larga (1970-2020). En cambio, las estaciones seleccionadas para las cuencas del Maipo (Figura A - 2), Maule (Figura A - 3) e Itata (Figura A - 4) están representadas por las estaciones únicas de Cabimbao, Forel y Coelemu, respectivamente. Para la cuenca del Biobío la serie temporal está representada por el promedio de las estaciones fluviométricas Desembocadura y Hualqui (Figura A - 5).

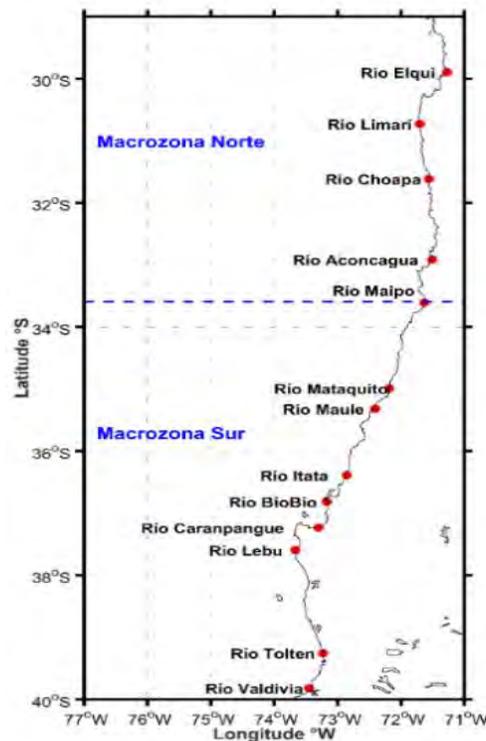


Figura 1. Posiciones de los 13 caudales de ríos que desembocan al mar. La línea segmentada azul, separa los dominios de la macrozona norte y sur.

4.2.2. Precipitaciones

En la oferta técnica se propuso obtener la serie de precipitaciones asociadas a un río determinado, considerando los registros de precipitaciones de todas las estaciones meteorológicas más cercanas al afluente y obtener una serie promedio acumulado mensual de precipitaciones representativas a lo largo del río. La exploración de las fuentes propuestas: Dirección Meteorológica de Chile (DMC) y la Dirección General de Aguas (DGA) se encontró que la mayoría de las estaciones meteorológica en torno a las cuencas de los 5 ríos, pertenecen a la DGA como muestran desde la Figura A - 6

hasta la Figura A - 10 presentadas en el Anexo 3. Bajo este contexto se priorizó por las estaciones fluviométrica perteneciente a la DGA.

En el Anexo 3, desde la Tabla A - 6 hasta la Tabla A - 10 muestran las estaciones meteorológicas de la DGA entorno a los ríos Aconcagua, Maipo, Maule, Itata y Biobío. La serie promedio de precipitaciones para el río Aconcagua (Tabla A - 6) consideró 31 estaciones meteorológicas, resultando una serie temporal disponible desde 1929 hasta el 2019 (90 años). Para la cuenca del río Maipo, la Tabla A - 7 muestra 56 estaciones meteorológicas (Figura A - 7). Asimismo, para los ríos: Maule (Tabla A - 8), Itata (Tabla A - 9) y Biobío (Tabla A - 10) se consideraron 53, 36 y 29 estaciones meteorológicas, respectivamente. Los promedios mensuales obtenidos de un centenar de estaciones meteorológicas provenientes de la DGA a lo largo de los ríos, asegura una serie temporal muy robusta y de largo periodo, las que se adjuntan en la escala mensual en el Anexo 3 de precipitaciones.

4.2.3. Aplicación de métodos estadísticos para la recuperación de datos faltantes de las series de precipitaciones y caudales de ríos

Mediante la aplicación de modelos de *Espacio-Estado* se procedió a la recuperación de los datos faltantes para las series mensuales de precipitaciones y caudales de los ríos Aconcagua, Maipo, Maule, Itata y Biobío. Específicamente, se consideró el modelo estructural básico asociado al enfoque de Espacio-Estado, que permite ajustar el nivel, la tendencia y la estacionalidad de una serie temporal mediante la utilización del filtro de Kalman para obtener un ajuste en las series analizadas. A continuación, se presenta la metodología de *Espacio-Estado*.

Este enfoque Espacio-Estado proporciona una metodología unificada para estudiar una amplia variedad de problemas en series temporales. Por ejemplo, es posible modelar separadamente el comportamiento de las diferentes componentes de una serie (tendencia, estacionalidad y ciclo), e inmediatamente conjugar estos submodelos en la obtención de un modelo único para la serie de interés. En este contexto, los modelos en *Espacio-Estado* son denominados de Modelos Estructurales. (Ver por ejemplo Durbin and Koopman, 2011). El modelo en Espacio Estado lineal Gaussiano puede ser escrito de varias formas, no obstante la considerada aquí es la siguiente:

$$y_t = Z_t \alpha_t + \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t \sim N(0, H_t)$$
$$\alpha_{t+1} = T_t \alpha_t + R_t \eta_t, \quad \eta_t \sim N(0, H_t)$$

donde y_t es un vector de observaciones; α_t es un vector no-observado llamado vector de estado, los términos del error o perturbaciones, ε_t y η_t , son supuestos temporalmente independientes (a lo largo de la serie) e independientes entre ellos en todo tiempo. Esta formulación tiene como principal ventaja la utilización de algoritmos asociados al Filtro de Kalman, para la realización de tareas de interés, como por ejemplo:

- Estimación de hiper parámetros.
- Filtraje: que consiste en la actualización del conocimiento del sistema cuando una nueva observación es disponible.
- Suavizamiento: que permite basar la estimación en base a la muestra completa y_1, y_2, \dots, y_t .
- Predicción: extrapolación del modelo.
- Tratamiento de datos faltantes.

Una vez obtenido el ajuste por el enfoque de *Espacio-Estado* mediante el filtro de Kalman los datos faltantes son reemplazados por la estimación obtenida en el tiempo específico, generando series mensuales corregidas de las precipitaciones y caudales

Las series se inician en periodos distintos dependiendo del río que se está analizando, lo que se debe a la existencia de variabilidad entre la información de precipitaciones y caudales en los distintos ríos. No existe alta cantidad de datos faltantes en las series de caudales, los que fluctúan entre 4,1% (Maipo) y 18,5% (Aconcagua); en tanto que, para las series de precipitaciones, las contribuciones de datos faltantes son aún más bajas fluctuando entre los 1,1% (Aconcagua) y 5,3% (Maule). La Tabla 1 muestra la longitud de las series, el periodo considerado y la contribución porcentual de datos faltantes.

Tabla 1. Ríos seleccionados para las macrozonas sur y norte, escala de años y porcentaje de datos faltantes.

Variables	Ríos	Total Obs	Período	N° Datos Faltantes	% Datos Faltantes
Caudales	Biobío	599	02/1971-12/2020	37	6,2
	Maipo	491	02/1921-12/2020	20	4,1
	Aconcagua	702	07/1962-12/2020	130	18,5
	Itata	425	08/1985-12/2020	24	5,6
	Maule	431	02/1985-12/2020	21	4,9
Precipitaciones	Biobío	599	02/1971-12/2020	8	1,3
	Maipo	491	02/1980-12/2020	16	3,3
	Aconcagua	702	07/1962-12/2020	8	1,1
	Itata	425	08/1985-12/2020	7	1,6
	Maule	431	02/1985-12/2020	23	5,3

El resultado de las interpolaciones bajo el enfoque de Espacio-Estado de las series caudales y precipitaciones correspondientes a los ríos Aconcagua, Maipo, Maule, Itata y Biobío. Las figuras interpoladas de caudales y precipitaciones se han incluido en el Anexo 4 (ver, Figura A - 11 a Figura A - 20).

4.2.3.1. Escala anual

Los criterios utilizados para el análisis de la escala anual de los caudales de los ríos ensayados y las series de precipitaciones, provienen del cálculo de la densidad espectral. Además, se realizó un análisis climatológico en la escala mensual para las series de caudales y precipitaciones.

4.2.3.2. Escala interanual

A las series de caudales de ríos y precipitaciones se les extrajo la señal anual mediante un filtro espectral de 12 meses, y además se le extrajo la media total de las series, resultando las anomalías interanuales de las series ensayadas de caudales y precipitaciones. Las series resultantes fueron comparadas con el Índice Multivariado MEI (El Niño/La Niña), el cual se calcula con la primera componente principal (sin rotar) de los seis parámetros ambientales (presión atmosférica al nivel del mar, viento zonal y meridional, temperatura superficial del mar, temperatura del aire a nivel del mar y nubosidad). Cabe señalar que valores positivos (> 1) del MEI representan la fase caliente del ENSO o El Niño, mientras que los valores negativos (< -1) del MEI están relacionados a la fase fría del ENSO o La Niña. (Wolter & Timlin 1993).

4.2.3.3. Escala interdecadal

Las series de caudales y precipitaciones fueron sometidas a la extracción de la señal decadal mediante un filtro espectral de 120 meses. Asimismo, se les extrajo la media total de las series, resultando las anomalías interdecadales de las series ensayadas de caudales y precipitaciones. Las series resultantes fueron comparadas con el Índice interdecadal del PDO (Pacific Decadal Oscillation).

Para las tres escalas de variabilidad ensayadas, se realizó una correlación cruzada entre las variables precipitaciones y caudales, y los índices interanuales e interdecadales, considerando cada uno de los ríos correspondientes a las macrozonas norte y sur en el dominio espacial del estudio. Este análisis abordó el propósito de distinguir y evaluar el grado de influencia tanto de señales de origen remoto ecuatorial (El Niño/La Niña), como los efectos de origen global correspondientes a las series resultantes en la escala interdecadal.

4.2.4. Comparaciones entre los caudales y precipitaciones versus la Temperatura Superficial del Mar

Estas comparaciones se basaron en el análisis de imágenes satelitales provenientes de los satélites TOPEX Poseidon (1985-2002) de resolución espacial de 4km x 4km y MODIS (2003-2019) de resolución espacial de 1km x 1km. Para integrar ambas mediciones de diferente resolución espacial, se grillaron ambas a una resolución espacial común de 2 km x 2 km utilizando análisis objetivo a través del método de Barnes (1994). Con ambos conjuntos de datos se armó una serie continua (1985-2019), procediendo a realizar diagramas de espacio-tiempo (del tipo Hovmöller)

extrayendo la información de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) de los primeros 6 pixeles equivalente a 12 km desde la costa hacia el océano, los que fueron promediados para generar una serie espacio-tiempo de esta variable en el área de estudio para el período 1985-2019 (~35 años).

El diagrama superficial de TSM en las distintas escalas ensayadas (anual, interanual, interdecadal), es fundamental para analizar el impacto de los eventos cálidos de El Niño y eventos fríos asociado a La Niña, sobre las precipitaciones y por ende sobre los caudales de ríos. Para las tres escalas de variabilidad, se realizó una correlación cruzada entre las variables precipitaciones y caudales, y las anomalías interanuales e interdecadales de la TSM considerando cada uno de los ríos correspondientes a las macrozonas norte y sur en el dominio espacial del estudio.

Para las series mensuales de caudales de ríos, precipitaciones y TSM, se filtró la señal anual mediante un filtro pasa-banda ($ws=12$ meses), restando el promedio total de cada una de las series, de esta forma se obtuvieron las anomalías interanuales de las series respectivas. De igual forma, se obtuvo la señal interdecadal filtrando el periodo de 10 años ($ws=120$ meses), restando el promedio total, lo que permitió obtener las anomalías interdecadales de las series respectivas. Las series de anomalías interanuales fueron contrastadas con el Índice Multivariado MEI, asimismo, las series de anomalías interdecadales fueron comparadas con el Índice Interdecadal del Pacífico (PDO).

El filtro Pasa Banda que se utiliza es la función de transferencia, dada por la expresión matemática:

$$a(1)y(n)=b(1)x(n)+b(2)x(n-1)+\dots+b(n_b+1)x(n-n_b)-a(2)y(n-1)-\dots-a(n_a+1)y(n-n_a).$$

n_a : Orden de filtrado de retroalimentación

n_b : Orden de filtrado de prealimentación.

El filtro de media móvil que desliza una ventana de longitud n_a de largo de los datos, calculando los promedios de los datos contenidos en cada ventana.

La siguiente ecuación de diferencias define el filtro de media móvil de un vector:

$$y(n)=b(1)x(n)+b(2)x(n-1)+\dots+b(n_b+1)x(n-n_b).$$

Donde $b(i)=1/n_a$, n_a tamaño de la ventana.

4.2.5. Dinámica espacio-temporal de las plumas de los ríos ensayados

4.2.5.1. Identificación y cuantificación del área de las plumas de ríos

Las series de tiempo de la cobertura aproximada del área de las plumas de baja salinidad se realizaron a través del uso de imágenes de color del océano procesadas en las bandas de alta resolución (*e.g.* Figura 2) de los sensores MODIS y SeaWiFS, y para ambas áreas de estudio entre las regiones de Coquimbo y Biobío.

El uso de las imágenes de alta resolución espacial (píxeles de 0,5x0,5 km y 1x1 km) permitió cuantificar el área de impacto de condiciones de plumas asociadas a la descarga de sedimentos y una alta turbidez relativa del agua. Es necesario destacar que esta metodología se ha implementado en un estudio previo por uno de los co-investigadores de esta propuesta para la zona de la región del Biobío (Saldías *et al.* 2012). Un punto clave en este aspecto es el poder contar con mediciones de campo para poder validar un nivel de corte en los píxeles satelitales que están asociados a la presencia de las plumas fluviales. Debido a la falta de datos de campo de salinidad para ambas zonas de estudio, se usaron las series de descarga de agua dulce de los ríos en cuestión para relacionarlos con las condiciones de turbidez promedio en un área junto a las bocas de los ríos. De esta forma, fue posible obtener un valor promedio de la radiación del color del océano en una banda en particular (Rrs (645) por ejemplo) que mejor se correlaciona con la variación temporal de las descargas de agua dulce en ambas regiones, y que mejor explicaría un valor de turbidez límite para la cuantificación del área de impacto.

Esta metodología se ha usado exitosamente en la costa de California para poder cuantificar el área de impacto de las plumas de ríos (Nezlin *et al.* 2005), y se usa por primera vez en la zona costera de Chile. A través de esta metodología satelital de píxeles costeros con condiciones de plumas de ríos fue posible ir atrás en el tiempo hasta el comienzo de las mediciones con alta resolución espacial (~1 km) usando tanto datos de SeaWiFS (1997-2010) como de MODIS (2000-2020).

4.2.5.2. Criterios para delimitación de plumas de ríos

La literatura reciente ha establecido diversos umbrales de turbidez que han sido utilizados para la delimitación del contorno de las plumas de ríos, específicamente, considerando la turbidez de sus aguas. Algunos de ellos (Shi & Wang 2007; Saldías *et al.*, 2012) han utilizado el valor umbral de radiancia normalizada nLw (555 y 645 nm) de $1,5 \text{ mW cm}^{-2} \mu\text{m}^{-1} \text{ sr}^{-1}$, que convertido en reflectancia es de $0,008 \text{ sr}^{-1}$. Asimismo, en el artículo de Petus *et al.* (2014) utilizaron un umbral de $1,8 \text{ mW cm}^{-2} \mu\text{m}^{-1} \text{ sr}^{-1}$, que equivale a $0,009 \text{ sr}^{-1}$. Por su parte, lo reseñado en el trabajo de Fernández-Novoa *et al.*, (2017) establecen un umbral $> 0,2 \text{ mW cm}^{-2} \mu\text{m}^{-1} \text{ sr}^{-1}$, equivalente a $0,001 \text{ sr}^{-1}$. Estos autores indican que, en todo caso, aunque algo de turbidez puede detectarse por debajo de este valor, el material y el agua dulce se diluyen lo suficiente como para seguir una dinámica similar al agua oceánica.

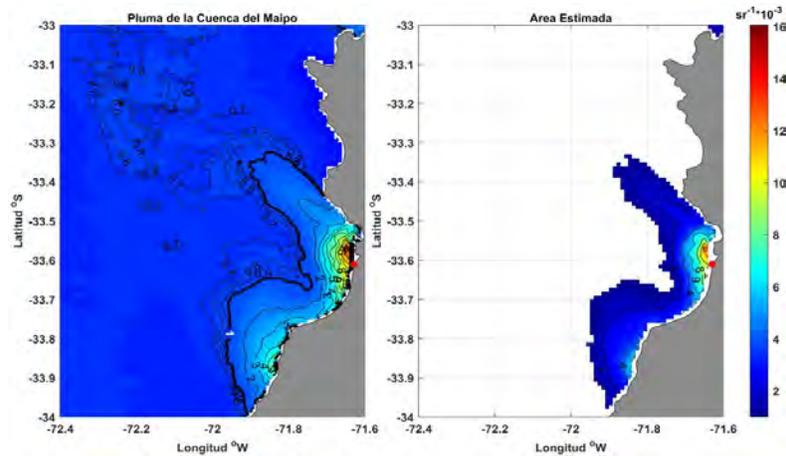


Figura 2. Ejemplo de la delimitación de la cobertura areal de la pluma del río Maipo, considerando un umbral de referencia de $0,001 \text{ sr}^{-1}$.

Utilizando imágenes de la radiación del color del océano en la banda Rrs645, se diseñó un programa computacional que permite atrapar los contornos de turbidez considerando el valor umbral o de referencia límite, el cual, en el contexto de este trabajo, y teniendo en cuenta los valores de literatura precitados, corresponde a un valor de referencia para delimitar las plumas de los ríos ensayados $0,001 \text{ sr}^{-1}$ (ver, Figura 2).

4.2.6. Selección de las cuencas de ríos mediante el largo temporal de los caudales de ríos-precipitaciones y coberturas areales de imágenes de turbidez.

Las cuencas seleccionadas de acuerdo a los Términos Técnicos de Referencia del proyecto se consideró el ensayo de cinco casos de estudio, dos referidos a la denominada “Macrozona Norte” situada entre Valparaíso y San Antonio, y tres referidos a la “Macrozona Sur” situada entre San Antonio y Corral. Para la macrozona norte se seleccionaron las cuencas de los ríos Aconcagua y Maipo, en cambio, para la macrozona sur fueron seleccionadas las cuencas de los ríos Maule, Itata y Biobío. Los criterios de selección se basaron fundamentalmente en el largo temporal de las series de caudales de ríos y precipitaciones, las cuales superaron los 35 años. El segundo criterio de selección incorporó las coberturas areales de las plumas de ríos utilizando imágenes de la radiación del color del océano en la banda Rrs645, que permite ver las caletas de pescadores que están bajo la influencia de las coberturas areales de las plumas ríos.

4.2.7. Pronóstico de variaciones de caudales en los escenarios de Cambio Climático 4,5 y 8,5 hacia el 2050 y 2100.

Usando las series temporales de precipitaciones, después de haber estimados los datos faltantes de las series a analizar, se realizaron procesos de ajuste y predicción, utilizando los modelos de espacio-estado. Con este propósito, se utilizó el modelo SARIMA (Seasonal Autorregresive Integrated Moving Average) con variables explicativas. Se asumió que los caudales de ríos pueden ser explicados por las

precipitaciones y una serie de intervenciones que identifican cambios estructurales en las series de caudales. Se entiende por cambio de estructura un cambio abrupto de las amplitudes de las series. Esto último es muy importante debido a que se detectó un cambio estructural en las fechas de las series temporales de los caudales analizados, a saber: para el río Maipo en febrero del 2007 y para el río Biobío en diciembre del 2009.

Por otro lado, el modelo propuesto fue aplicado a dos escenarios de cambio climático, a saber:

- RCP 4,5 = + 4,5 W/m². En este escenario las emisiones aumentan hasta el año 2040 y posteriormente disminuyen.

- RCP 8,5 = + 8,6 W/m². En este escenario las emisiones continúan aumentando durante todo el siglo XXI.

4.2.7.1. Series de precipitaciones obtenidas de modelos numéricos globales en los escenarios RCP4,5 y RCP8,5.

Las bases de datos de precipitaciones se obtuvieron de la agencia internacional COPERNICUS (<https://www.copernicus.eu/>). En donde se muestran 28 modelos numéricos que involucran a 20 centros internacionales de modeladores climáticos. Los experimentos coordinados comprenden la quinta fase del Coupled Model Intercomparison Project (CMIP5). El CMIP5 (<https://pcmdi.iini.gov/mips/cmip5/availability.html>) proporciona un contexto de múltiples modelos para:

1) evaluar los mecanismos responsables de las diferencias del modelo en retroalimentaciones poco entendidas asociadas con el ciclo del carbono y con las nubes.

2) examinar la "predictibilidad" del clima y explorar la capacidad de los modelos para predecir el clima en décadas.

3) determinar la razón de por qué los modelos forzados de manera similar producen una variedad de respuestas.

En la Tabla 1A incorporada al Anexo 7, se muestran 28 modelos del CMIP5 en los cuales las salidas de los datos de precipitaciones modeladas están disponibles, dado que son de código abierto. Ante la diversidad de modelos disponible, se seleccionaron dos modelos (Francés y USA), debido a que contaban con suficientes y relevantes artículos científicos (Anexo 4) relevantes que abordaban las siguientes características.

(i) Descripción de la base física, modelo utilizado para producir el registro de datos.

(ii) Validación para evaluar la fidelidad del registro de datos.

(iii) Comparación de datos de otros modelos.

Los modelos seleccionados son:

- (1) El modelo francés IPSL-CM5A-LR del Instituto Pierre-Simon Laplace, de resolución temporal desde 1950 hasta el 2100 y cobertura espacial global (1,9°x3,75°).
- (2) El modelo de USA es GFDL-ESM2M del laboratorio de la NOAA de resolución temporal desde 1950 hasta el 2100 y cobertura espacial global (2°x2,5°).

Ambos modelos reproducen los escenarios de calentamiento global RCP4,5 y RCP8,5. De las series globales se extrajo el área de las cinco cuencas de los ríos estudiados, asociada a la cobertura de las estaciones meteorológicas consideradas. Obteniendo un total de 20 series temporales de precipitaciones modeladas, cinco series para los escenarios de calentamiento Global, respectivamente.

4.2.7.2. Ajustes del Modelo estadístico SARIMA utilizando las series de precipitaciones obtenidas de modelos numéricos globales bajo los escenarios RCP4,5 y RCP8,5.

En este estudio se busca hacer una predicción a largo plazo de los datos asociados a los caudales de ríos seleccionados para el estudio. Se utilizó los datos de salida de los modelos propuestos por la agencia internacional National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), bajo los escenarios de cambio climático RCP4,5 y RCP8,5, como referencia para ajustar el modelo SARIMA. Asimismo, se seleccionaron las series temporales de precipitaciones modeladas por la NOAA, ya que al comparar los escenarios de cambio climático RCP4,5 y RCP8,5 por ejemplo con el propuesto por IPSL-CM5A-LR desarrollado en el Institut Pierre Simon Laplace, se pudo concluir que no existían diferencias estadísticamente significativas en los escenarios. Además, el modelo NOAA presenta un comportamiento similar a las precipitaciones históricas de los ríos analizados. Por lo anterior, al estimar y predecir los caudales de los ríos se obtiene una mejor bondad de ajuste en la modelación en el sentido estadístico y por consiguiente una mejor bondad en predicciones a largo plazo.

El modelo de referencia GFDL-ESM2M (NOAA, USA) provee un conjunto de datos que contiene 4 Variables Climáticas Esenciales: tasa de precipitación diaria, temperaturas diarias promedio, temperatura diaria máxima y mínima. Esta información corresponde a mapas con cobertura global, de resolución temporal diaria y de cobertura temporal para el período 1950-2100. Asimismo, se extrajo un área similar al área que cubrieron las estaciones meteorológicas de los ríos Maipo y Biobío (representativos de las macrozonas norte y sur, respectivamente), y se promedió espacialmente, generando dos series de tiempo de precipitaciones.

Para el proceso de estimación y predicción de los caudales de los ríos Biobío y Maipo, el modelo GFDL-ESM2M, se dividió en 3 series de precipitaciones, las cuales correspondieron a: A) Horizonte histórico, (diseñadas para el proceso de estimación. Para el río Biobío la serie comienza el 02-1971 y finaliza el 12-2020 y para el río

Maipo comienza en 02-1980 y finaliza el 12-2020); B) Horizonte futuro RCP 4,5; y C) Horizonte futuro RCP 8,5 (diseñadas para el proceso de predicción. Para el río Biobío y Maipo la serie comienza el 01-2021 y finaliza el 12-2100).

4.2.8. Propuesta de formulación de un modelo para relacionar las series ambientales con las series históricas de desembarque

En la sección anterior (4.2.7.2) se identificó el modelo estadístico apropiado para la *estimación* de las series históricas de variables ambientales y *predicción* de caudales hacia el 2100. Para este Informe Final, se seleccionaron las series temporales de los caudales de ríos Maipo y Biobío, que representan a las macrozonas norte y sur, respectivamente.

El modelo propuesto para pronóstico de escenarios de cambio climático (RCP4,5 y RCP8,5) es un modelo estadístico estacional, autorregresivo integrado de media móvil (SARIMA), que permite identificar, estimar y predecir un modelo estadístico que puede ser interpretado como generador de la información de la muestra. En este sentido, si el modelo estimado es usado para la predicción debe suponerse que las características de la serie son constantes en el tiempo, especialmente para los períodos futuros. Por lo tanto, la predicción se efectúa sobre una base válida considerando que el modelo es estacionario o estable. Dentro de este tipo de técnicas se destaca, los modelos $AR(p)$, $MA(q)$, $ARMA(p, q)$, $ARIMA(p, d, q)$ y $SARIMA(P, D, Q)(p, d, q)_s$. Se define el modelo $SARIMA(P, D, Q)(p, d, q)_s$, ya que es el más general y contiene los otros casos y nos dice que cuando existe estacionalidad, pueden existir estructuras ARIMA intra período y entre los s períodos. Los ARIMA intra se refieren a modelos de la forma:

$$\phi(L)(1 - L)^d Y_t = \theta(L)\varepsilon_t, \quad \varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2)$$

donde $\phi(L) = 1 - \phi_1 L - \phi_2 L^2 - \dots - \phi_p L^p$, $\theta(L) = 1 - \theta_1 L - \theta_2 L^2 - \dots - \theta_q L^q$, ε_t es el ruido blanco. Los ARIMA entre se refieren a modelos $ARIMA(P, D, Q)_s$ de la forma

$$\phi(L^s)(1 - L)^D Y_t = \theta(L^s)\varepsilon_t, \quad \varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2)$$

y se define el modelo $SARIMA(P, D, Q)(p, d, q)_s$, como

$$\phi(L)\phi(L^s)(1 - L)^d(1 - L)^D Y_t = \theta(L)\theta(L^s)\varepsilon_t, \quad \varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2)$$

donde $(1 - L)^d(1 - L)^D Y_t$ es la transformación (filtro lineal) que elimina la tendencia y la estacionalidad de la serie.

Los resultados de aplicación del modelo SARIMA (estimación y predicción) a las series de caudales ríos Maipo y Biobío se presentan en el capítulo de Resultados (5.2.5. Pronóstico de variaciones de caudales en los escenarios de Cambio Climático 4,5 y 8,5 hacia el 2100). En este capítulo, se muestran la *estimación* de los caudales históricos y la *predicción* de los caudales de ambos ríos frente a los dos escenarios de cambio climático (RCP4,5 y RCP8,5). El modelo SARIMA es calibrado (con covariables) usando

la precipitación modelada por la agencia internacional NOAA-USA y los cambios estructurales que presentaban las series de caudales. Cabe mencionar, que antes de definir el modelo apropiado, se estimaron los datos faltantes de las series de caudales por la metodología de espacio estado. Además, se realizó un análisis preliminar en el cual se consideraron distintas propuestas de modelado y predicción (Técnicas paramétricas y no paramétricas; enfoque espacio estado), lo que demostró que el modelo SARIMA con variables explicativas para los escenarios sugeridos, mostraron la mejor bondad de ajuste.

La aplicación del modelo SARIMA a las series de caudales de los ríos Maipo y Biobío fue posible dado que las series históricas cumplieron con las restricciones exigidas por el modelo, es decir, tienen estacionalidad y sin ruido abruptos (cambios abruptos de las amplitudes). Además, cumplieron con los supuestos de normalidad e independencia de los residuos. Por otro lado, debido a que se cuenta con series históricas de caudales entre 35 a 65 años, se posibilita realizar una predicción a muy largo plazo, para el caso entre el 2020 al 2100.

Por lo tanto, la propuesta de formulación del modelo para relacionar las series ambientales con las series históricas de abundancia es el modelo SARIMA. Este modelo ya fue probado en los caudales de los ríos Maipo y Biobío bajo los escenarios RCP4,5 y RCP8,5, siendo aplicado a las series de recursos pesqueros (peces, moluscos y crustáceos). Las series históricas de recursos pesqueros cumplieron con la extensión temporal de 35 años así como la estacionalidad, faltando determinar el ruido abrupto y que los modelos propuestos cumplan con los supuestos de normalidad e independencia de los residuos.

4.3. METODOLOGÍA OBJETIVO ESPECÍFICO #2

Caracterizar dos cuencas desde un punto de vista pesquero y determinar la abundancia y distribución de especies de interés comercial.

4.3.1. Selección de localidades (caletas de pescadores)

En atención a los Términos Técnicos de Referencia del proyecto, se consideró la selección de caletas pesqueras en tres regiones del país, a saber: a) Región de Valparaíso, b) Región del Maule y c) Región del Biobío.

La identificación de las caletas pesqueras es una actividad importante por lo que se establecieron criterios rigurosos para su selección, con el propósito de establecer la menor incertidumbre posible en las relaciones de la información proveniente de dichas localidades y la variabilidad en la descarga de aguas continentales en la costa, que entendemos como un proceso más bien local.

La selección de las caletas pesqueras se basó principalmente en los siguientes criterios:

- a) Verificación y validación del nombre de las localidades (caletas de pescadores), a través del Decreto 632, de la Subsecretaría de Marina, Ministerio de Defensa Nacional, que fija la nómina oficial de caletas de pescadores artesanales a lo largo de la costa de Chile, actualizado al 18 de enero de 2014 (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile).
- b) Selección de las caletas piloto en relación con su ubicación espacial (geo-referencia), así como de los sitios de pesca o extracción, que necesariamente deben situarse en las cercanías de descargas de ríos, o en el dominio de variabilidad de las plumas fluviales.
- c) Selección de caletas piloto en función de la importancia local (provincial y regional) en término de desembarques de recursos pesqueros del grupo de los moluscos, crustáceos y peces costeros.
- d) Selección de las caletas piloto en función de la extensión de las series históricas de datos (al menos en la escala mensual) para recursos pesqueros del grupo de los moluscos, crustáceos y peces costeros.
- e) Selección de caletas pilotos en función de la disponibilidad de información referente a indicadores pesqueros, sociales y económicos de las especies de moluscos, crustáceos, peces costeros explotados por pescadores artesanales organizados en las caletas.

La aplicación de estos criterios ha permitido seleccionar las siguientes caletas pesqueras:

- Región de Valparaíso (7 caletas pesqueras):
Caleta Quintay, Caleta Algarrobo, Caleta Horcón, Caleta Ventanas, Caleta El Manzano, Puertecito SN, Boca del Maipo.
- Región del Maule (4 caletas pesqueras):
Caleta Duao, Caleta río Maule, Caleta Pelluhe, Caleta Curanipe.
- Región del Biobío (6 caletas pesqueras):
Caleta Talcahuano, Caleta Tumbes, Caleta San Vicente, Caleta Lo Rojas, Caleta Tubul, Caleta Llico.

4.3.2. Selección de recursos pesqueros

La obtención de series de datos de especies costeras históricamente explotadas por el sector pesquero artesanal, y que evidencian una consistencia apropiada en el tiempo no es un tema sencillo, sobre todo considerando a los recursos bentónicos los cuales están inmersos dentro de las denominadas pesquerías de data pobre. En este caso, los métodos de declaración, las influencias de la variabilidad de las condiciones ambientales sobre los recursos hidrobiológicos, el mercado, la normativa, entre otros ámbitos, pueden establecer fuentes de incertidumbre en la conformación de series de

datos biológico-pesqueros apropiadas para la obtención de indicadores de abundancia.

A partir de la información de desembarque oficial (Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura), se realizó un pre-procesamiento, interpolación y finalmente validación de las series de datos históricos de recursos pesqueros del grupo de los peces, moluscos y crustáceos, que cumplan con los requisitos estructurales mínimos para ser utilizados en la modelación conjunta con series ambientales, en la escala mensual.

Los criterios de selección de las especies marinas explotadas en cada una de las caletas seleccionadas fueron los siguientes:

- a) Especies marinas costeras correspondientes a los siguientes grupos:
 - Especies de moluscos
 - Especies de crustáceos
 - Especies de peces
- b) Selección de especies marinas que constituyan recursos pesqueros explotados por las comunidades ribereñas de pescadores asentados en las caletas seleccionadas.
- c) Selección de especies marinas que dispongan de información que evidencie la relación funcional entre indicadores pesqueros o socio-económicos y descarga de aguas continentales.
- d) Selección de especies marinas que constituyan un nivel importante de impacto social y económico en las caletas seleccionadas, por ejemplo, el número de participantes de las actividades pesqueras desarrolladas en el área de estudio seleccionada.
- e) Selección de especies marinas en función de la extensión de las series históricas de datos (al menos en la escala mensual) para recursos explotados en cada caleta (moluscos, crustáceos y peces costeros).

La aplicación de estos criterios ha permitido seleccionar las siguientes especies marinas en el grupo de los peces, moluscos y crustáceos:

- Región de Valparaíso:
Moluscos: Lapa (*Fissurella spp.*), Almeja (*Venus antiqua*).
Crustáceos: Jaiba mora (*Homalaspis plana*), Jaiba peluda (*Cancer spp.*).
Peces: Congrio colorado (*Genypterus chilensis*), Congrio negro (*Genypterus maculatus*), Corvina (*Cilus gilberti*), Lisa (*Mugil cephalus*), Róbalo (*Eleginops maclovinus*).
- Región del Maule:
Congrio colorado (*Genypterus chilensis*), Congrio negro (*Genypterus maculatus*), Corvina (*Cilus gilberti*), Lisa (*Mugil cephalus*), Róbalo (*Eleginops maclovinus*).
- Región del Biobío:

Moluscos: Almeja (*Venus antiqua*), Cholga (*Aulacomya ater*), Huepo (*Ensis macha*), Navajuela (*Tagelus dombeii*), Taquilla (*Mulinia edulis*).

Crustáceos: Jaiba peluda (*Cancer spp.*), Picoroco (*Austromegabalanus psittacus*).

Peces: Congrio colorado (*Genypterus chilensis*), Congrio negro (*Genypterus maculatus*), Pejerrey de mar (*Odontesthes regia*), Machuelo (*Ethmidium maculatum*).

Para el caso de las series temporales de recursos pesqueros, las series de datos históricos mostraron datos faltantes que constituyeron elementos claves para la selección final de las series. En este caso, las series que presentaron una menor contribución de datos faltantes ($\leq 11\%$), fueron ordenadas en forma estacional mediante análisis objetivo para la recuperación de datos (iteración de Barnes, Barnes 1964).

4.3.3. Fuentes de datos pesqueros y socio-económicos

4.3.3.1. Información pesquera

Los procesos de selección de las localidades costeras y de las especies marinas a considerar en la modelación estadística, que cumplieron con los criterios precitados en la sección anterior estuvieron basados, en el marco del presente Informe Final, en la obtención de datos principalmente desde: i) el Servicio Nacional de Pesca a través de las Bases de datos de desembarque históricos para el período 1960-2017 (Anuario Estadístico de Pesca) para las especies seleccionadas de moluscos, crustáceos, peces costeros; ii) Catastro de pescadores artesanales por caletas, y también se utilizó el Sistema integral de Información y Atención Ciudadana (SIAC) del Servicio Nacional de Pesca (Acceso a Información Pública, Ley 20.285), plataforma por la cual se solicitó información oficial para Chile de datos de desembarques históricos (en escala diaria, semanal y mensual) por caleta artesanal, de desembarques en el período 1997-2019.

Asimismo, se revisaron las Bases de datos de Áreas de Manejo de Recursos Bentónicos (AMERBS) del Servicio Nacional de Pesca, los Estudios realizados en Áreas de Manejo de la Subsecretaría de Pesca, y los Proyectos Indicadores Investigación Situación Pesquería Bentónicos del Instituto de Fomento Pesquero: Bases de datos históricos de desembarques e indicadores de esfuerzo pesquero de moluscos, crustáceos y peces costeros (Acceso a web libre IFOP), entre otras fuentes regionales y locales.

4.3.3.2. Información social y económica

Con el propósito de obtener información socio-económica relacionada a la evolución de indicadores de mercado, como volúmenes de desembarques de los recursos de importancia económica seleccionados, variabilidad de usuarios dedicados a la actividad extractiva, niveles de ingresos, relaciones etarias, de educación, de género, de organización social al interior de las caletas, etc. (al menos en la escala mensual); se indagó en las siguientes fuentes oficiales de información: i) Anuario Estadístico de Pesca del Servicio Nacional de Pesca, esto es, Bases de datos de indicadores de mercado, destino de la pesca, entre otros, para el período 1960-2017, para las

especies seleccionadas de moluscos, crustáceos, peces costeros, ii) Registro de Organizaciones Artesanales (ROA) obtenido específicamente del sistema “Reporteador” del Servicio Nacional de Pesca. Series de datos de tipos de organización en las comunidades ribereñas, N° de socios, entre otros, iii) Volúmenes y precios de recursos comercializados y exportados (moluscos, crustáceos, peces) del Instituto de Fomento Pesquero, iv) Datos de intermediarios, volúmenes, precios de recursos comercializados y exportados (moluscos, crustáceos, peces), e informes de exportación con datos de volúmenes y valores FOB generados a partir de los productos o líneas de elaboración y sus principales países de destino, datos provenientes del Servicio Nacional de Aduanas, v) Datos en el ámbito social, especialmente respecto de información de: Número de pescadores activos en cada caleta, nivel etario, nivel educacional, sector laboral, proporción de género, entre otros, provenientes del Instituto Nacional de Estadísticas, entre otras fuentes oficiales de información.

La información demográfica utilizada en la caracterización sociodemográfica, fue utilizada en la escala regional y comunal, considerando que los pescadores de las caletas seleccionadas están insertos en estas comunas y que las características esenciales de los aspectos socio-económicos a describieron guardaron relación con dichos aspectos en las caletas seleccionadas.

a) Índice de dependencia

Se utilizó el índice de dependencia correspondiente a un índice demográfico que expresa la proporción existente entre la población dependiente y la activa, con la finalidad de caracterizar a las poblaciones de las regiones y comunas en las cuales se insertan las caletas preseleccionadas para la realización del piloto. En las estadísticas internacionales se suele simplificar la definición de ambas poblaciones en términos de edad, obviando el hecho de que una parte importante de la población en edad laboral no es población activa (es decir, no está incorporada al mercado de trabajo por una u otra razón). Suelen utilizarse los segmentos de edad limitados por los 15 y los 65 años.

$$T = \frac{n1}{n2} \times 100$$

T: (Total) Tasa de dependencia.

n1: Número de personas entre 0 y 14 (menores) y los mayores de 65 años.

n2: Número de personas entre 15 y 64 años (Edad laboral).

A medida que la tasa se incrementa, aumenta la carga que supone para la parte productiva de la población para mantener a la parte económicamente dependiente: por un lado los niños y por otro los ancianos. Las previsiones presupuestarias en educación, sanidad, pensiones y otros tipos de gasto social deben ajustarse como consecuencia de ello, además de cambiar su composición.

La tasa de dependencia se puede descomponer en tasa de dependencia de población infantil (la menor de 15 años) y tasa de dependencia de población envejecida (la mayor de 65 años).

$$TDI = \frac{n_1}{n_2} \times 100$$

TDI: Tasa de dependencia de población infantil.

n1: Número de personas entre 0 y 14.

n2: Número de personas entre 15 y 64 años.

$$TDE = \frac{n_1}{n_2} \times 100$$

TDE: Tasa de dependencia de población envejecida o que por motivos no puede trabajar.

n1: Número de personas mayores de 65.

n2: Número de personas entre 15 y 64 años

b) Índice de masculinidad

Se utilizó el índice de masculinidad, también llamado razón de sexo que es un índice demográfico que expresa la razón de hombres por mujeres en un determinado territorio, expresada en tanto por ciento. Se calcula usando la fórmula:

$$I_{masculinidad} = 100 \times \text{Hombres/Mujeres}$$

Asimismo, se debe aclarar que en la primera solicitud realizada al Servicio Nacional de Pesca el 06 de enero de 2020 (Consulta SIAC 460004720, ANEXO 6a) no fue entregada la información económica de la actividad comercial y de procesamiento requerida, por lo cual el 10 de octubre nuevamente fue solicitada (Consulta SIAC AH010T000108) al portal de internet del Servicio (Anexo 6b), correspondiente específicamente a los datos históricos de comercialización y destino de la pesca, por caleta o por puerto de desembarque de moluscos, crustáceos y peces, en referencia a: i) precio en playa, ii) destino de la pesca (país de destino), iii) línea de elaboración (fresco, congelado, conservas, etc.), incluyéndose la identificación y número de plantas procesadoras que operan sobre estos recursos. En este caso en la información entregada por Sernapesca, no incluyó el país de destino de la materia prima exportada, argumentándose mediante correo que el Servicio no identifica o registra esa información. De forma complementaria, para obtener esta información, se realizó una revisión de los últimos informes sectoriales de Pesca y Acuicultura, elaborados anualmente por la Subsecretaría de Pesca, sobre antecedentes de exportación de la materia prima relacionada a los recursos seleccionados, que aporta Aduana y sistematiza el Instituto de Fomento Pesquero.

La información de precio tranzado en playa por año, región, caleta y mes de desembarque de especies de moluscos, crustáceos y peces históricos disponible de

parte del Servicio para este proyecto fue desde enero 2000 a diciembre 2019, y desde enero 1998 a diciembre 2019 respecto a información del destino de materia prima y producción, la que incluye, plantas de proceso y línea de elaboración.

Sin embargo, la revisión y análisis del indicador de precio playa de los desembarques (primera transacción), determinó que las bases de datos tenían discontinuidades importantes que no permitieron realizar una evaluación histórica, tanto para los recursos como para las caletas, incluso varios de los recursos seleccionados no presentaron datos actualizados (Anexo 7), y en algunos casos hubo inconsistencia ya que aparecieron valores mensuales de precios de los recursos cuando no hubo un valor desembarque para ese recurso, por lo que estos indicadores fueron descartados de considerar en el análisis de información secundaria.

Toda la información pesquera y la económico-social que logró ser obtenida desde las fuentes oficiales, fueron sistematizada en planillas electrónicas de formato Excel, no obstante fue procesada y analizada toda aquella información que dio cuenta de los resultados comprometidos para ser informados en el marco del presente Informe Final.

4.3.4. Obtención de información primaria

4.3.4.1. Ámbito pesquero y socioeconómico

Para complementar la caracterización pesquera desde el punto de vista biológico-pesquero y socio-económico, inicialmente se contempló la realización de un levantamiento de información de campo, a lo largo del litoral de las localidades o caletas seleccionadas.

La obtención de una adecuada caracterización de las comunidades de pescadores desde la dimensión socio-económica, además de la información secundaria, requiere de un levantamiento de información primaria, con lo cual será posible precisar los elementos que caracterizan a estas comunidades y que en algunos casos no lograron ser obtenidos por la vía de solicitud oficial de los datos o porque la configuración de la información oficial enviada estaba incompleta y no permitió un satisfactorio análisis. Tal como se detalló en la Propuesta Técnica, el abordar este levantamiento de información requiere la realización de diversas actividades que implican labores en terreno, tal como la implementación de la prospección y el sondeo en cada localidad, que además conlleva la realización censos visuales, entrevistas y encuestas, ya sea a informantes claves o pescadores artesanales, todo lo cual permite realizar una descripción en profundidad de la caleta, así como las comunidades que la componen, su actividad productiva, y aspectos relevantes en relación a la historia de la actividad de desembarque de los recursos seleccionados para el análisis, considerando la identificación de:

- Recursos explotados.
- Área distribucional de los recursos que se extraen por localidad.
- Rendimientos de pesca.

- Posicionamiento geográfico de los focos principales de actividad extractiva.
- Descripción de los tipos de artes de pesca y embarcaciones utilizadas.
- Estacionalidad de la extracción y tendencias históricas.
- Comercialización.
- Precios (tendencias históricas).
- Compradores (tendencias históricas).
- Instituciones visibilizadas por la comunidad.
- Actores claves, entre otros elementos.

Sin embargo, debido a la condición sanitaria imperante en la actualidad en el país producto del coronavirus Covid-19, este plan de trabajo no pudo ser desarrollado de acuerdo a lo planificado con las visitas domiciliarias locales a los usuarios en el terreno, proponiéndose y acordándose en el equipo de trabajo optar por un levantamiento por la vía no presencial que se detalló como “ajuste metodológico” en la siguiente sección.

4.3.4.2. Ajuste metodológico en relación al levantamiento de información primaria

Se ha informado como muy probable que si las restricciones sanitarias impuestas por el Gobierno continuaban para mitigar los efectos de la pandemia del Covid-19, provocaría en este proyecto no levantar información presencial directamente desde los usuarios (recolectores, pescadores, dirigentes, sectorialistas, institucionales) y sus caletas. Esta posibilidad finalmente se cumplió, por lo cual el equipo de investigadores de Inpesca abordó una estrategia complementaria para rescatar la información primaria ofertada en este proyecto, utilizándose para este caso medios de telefonía celular y tecnológicos virtuales confiables que permitieron, la aplicación de entrevistas a individuales informantes claves (Ver formato entrevista ANEXO 8), quienes calificaron como dirigentes y pescadores artesanales que dispusieron de elementos básicos, como teléfono, además se realizaron entrevistas a profesionales de las Direcciones Zonales y de Servicio Nacional de Pesca.

Frente a esta situación, y a partir de contactos establecidos en proyectos anteriores realizados en el sector costero, fue confeccionado un catastro telefónico en donde se identificó a los informantes claves, con sus nombres, direcciones y teléfonos, y el rol que cumplen en las actividades pesqueras de los moluscos, crustáceos y peces, también se acogieron datos otorgados por las oficinas regionales de Sernapesca y Direcciones Zonales de la Subpesca de las regiones seleccionadas.

De manera específica, debe señalarse que el listado de contactos elaborado alcanzó una muestra de 22 personas (Tabla 2), que fueron utilizados como una base de consulta para ver posibilidad que fuesen entrevistados (nombre, teléfono, caleta), el cual se pudo lograr de confeccionar desde la revisión de proyectos de investigación realizados por Inpesca en las caletas seleccionadas de las regiones del Maule y Biobío. En este listado de contactos, se destacó que en la región del Biobío hubo varias caletas con datos de informantes (Chome, Talcahuano, San Vicente, Tumbes), siendo

Talcahuano la localidad con más contactos (n= 7). En la región del Maule solamente en la caleta de Duao, se logró encontrar contactos (n= 4).

Tabla 2. Listado de informantes claves a entrevistar relacionados a la pesca artesanal, obtenidos por Inpesca de proyectos de investigación en las regiones del Maule y Biobío.

Localidades	Nombre	Teléfono
Región del Maule		
Duao	María Bustamante Jofre	984754158
	Yonathan Muñoz Valenzuela	993000494
	Pablo Núñez Bustamante	991238265
	Graciela Bravo Bravo	957603263
Región del Biobío		
Chome	Vladimir Silva	986247933
	Camilo Riffo Morales	989767626
	Osvaldo Riffo Moraga	963244657
	Maria Angelica Silva Villegas	990039015
Tumbes	Gustavo Fonseca	999028460
Talcahuano	Marcos Garcés Sandoval	979198292
	José Parra Martínez	983752391
	Manuel Reyes	941673290
	Alex Bello	998838404
	Pedro Irigoyen	998459737
	David Castro	990335062
	Moisés Bahamonde	974997944
San Vicente	David Castro	990335062
	César Jorquera	974094417
	Sergio Inostroza	983546182
	Hernán Maldonado	979784319
	Héctor Silva	962190047
	Álvaro Monares Benavides	951290487

Todas las personas del listado fueron contactadas telefónicamente para ser entrevistadas durante febrero de 2021, sin embargo, se debe aclarar que surgieron algunos inconvenientes que impidieron efectuar un proceso exitoso. Uno de ellos fue que varios números de teléfonos ya no estaban vigentes o tienen actualmente otro dueño. Otro factor fue la desconfianza que genera entregar datos a través del teléfono, y varios de los contactados no accedieron a la entrevista por no tener interés en participar de la encuesta. También hubo personas que se encontraban trabajando quienes solicitaron que los llamaran más tarde y al volver a hacer contacto con ellos no respondieron el teléfono, o simplemente se encontraban con buzón de voz.

En este contexto, es importante mencionar que actualmente investigadores de este proyecto que asesoran al plan de manejo de pesquerías bentónicas del Golfo de

Arauco, promovido por la contingencia sanitaria han desarrollado protocolos de instalación y uso de plataformas virtuales como “Google Meet (versión licenciada)” y “Zoom (versión libre)” (Anexo 9) para llevar a cabo las reuniones contempladas en la agenda del comité de manejo, realizándose inducciones individuales a los miembros del comité, tales como representantes y dirigentes de la pesca artesanal, buzos, compradores, plantas de proceso, profesionales Subpesca y Sernapesca, entre otros. Esta metodología, en el caso de ser requerida, ha estado a disposición del proyecto como una alternativa a la efectuada bajo la estrategia entrevista telefónica empleada, y para ser desarrollada en los talleres de difusión comprometidos.

De todas formas, es importante recalcar que, con el anterior ajuste metodológico para el levantamiento de información primaria, no se alteraron los aspectos establecidos en el contrato de investigación celebrado respecto a los resultados esperados.

4.3.4.3. Elaboración y aplicación de la entrevista a informante claves

Para estructurar la entrevista del levantamiento de información primaria bajo la modalidad de contacto telefónico, primero se realizó una revisión desde proyectos nacionales claves en el área bio-pesquera en donde se han implementado entrevistas y encuestas aplicadas en el sector costero con actividad de pesca artesanal, con el objeto de seleccionar la estructura, forma y contenidos que fue consultado a los usuarios (Robotham *et al.* 1997, Stotz *et al.* 2004, Sánchez *et al.* 2003, Jerez *et al.* 2006, González *et al.* 2015, Tapia *et al.* 2017, GEAM, 2018, González *et al.* 2018, Cesso 2018, Odivers 2018, FIPA 218-49). Como segundo paso, fue analizada la información secundaria levantada proveniente de los recursos más importantes de la caleta, usuarios, organizaciones, entre otros, definiéndose brechas de conocimiento. El tercer paso, correspondió a la identificación de los indicadores socioeconómicos comprometidos y que no estaban siendo abordados desde las fuentes secundarias. Y finalmente el cuarto paso, fue la realización de una reunión interna del equipo Inpesca (26 de enero) para integrar y estructurar el tipo de información solicitada en la entrevista, definiéndose 8 preguntas (Ver formato entrevista Anexo 8).

a) Aplicación de la entrevista

En cada caso en el cual se logró establecer contacto telefónico con la persona, primero se le contextualizó el objetivo de llamado, dejando espacio para que ellos decidieran aceptar o rechazar la entrevista, pasando luego a una segunda fase con aquellos informantes que aceptaron realizar la entrevista, la cual consideró una presentación de cada una de las 8 preguntas. Cada una de las entrevistas que lograron finalmente ser aplicadas, fue grabada por medio de una grabadora de audio lo cual facilitó su transcripción para la elaboración de los reportes y análisis de contenidos contemplados específicamente bajo esta modalidad de levantamiento de información.

Por las razones antes señaladas, solo dos de veintidós pescadores pudieron responder satisfactoriamente la entrevista, pertenecientes a la caleta de Duao (Región del Maule). Dado el bajo número de pescadores que lograron ser entrevistados, no fue

posible estructurar tablas ni gráficos para un análisis de los antecedentes recopilados, por lo cual las respuestas fueron solamente descritas en el mismo texto.

De manera más particular, la entrevista a los informantes clave de la pesca artesanal y profesionales institucionales estuvo orientada a caracterizar los aspectos socio-económicos sobre:

- Perfil Agentes extractivos (género, aspectos etarios, educación, procedencias, pertenencia a organizaciones).
- Compradores (intermediarios, venta directa a plantas)
- Eslabones de la cadena productiva
- Precio playa, precio de productos elaborados para mercados nacionales e internacionales
- Canales de comercialización
- Ingresos
- Empleo alternativo
- Perspectivas de mercado futuro
- Acceso a servicios básicos

4.4. METODOLOGÍA OBJETIVO ESPECÍFICO #3

Establecer la relación entre la abundancia y distribución de estos recursos, mediante modelos de precipitaciones y caudal de río, asociados al cambio climático.

4.4.1. Climatologías y correlación cruzada entre series de desembarque y caudal de ríos.

Para el análisis de las climatologías y de la correlación cruzada entre las series de desembarque de las especies recursos y las series ambientales de caudales, se utilizaron las siguientes series de ríos, localidades y especies finalmente seleccionadas para las macrozonas norte y sur.

Macrozona norte: ríos Aconcagua y Maipo, y Macrozona sur: ríos Maule, Itata y Biobío (ver Figura 3). En cada uno de estos ríos, se vincularon las siguientes localidades pesqueras (caletas de pescadores artesanales), a saber: a) Región de Valparaíso (Caletas Horcón, Ventanas, El Quisco, Puertecito y Boca del Maipo); b) Región del Maule (Caleta Duao, río Maule, Pullehue y Curanipe); c) Región del Biobío (caletas Talcahuano, Tumbes, San Vicente, Lo Rojas, Tubul y Llico.)

Para la región de Valparaíso, se consideró un total de 5 especies de peces (congrío colorado, congrío negro, corvina, lisa, róbalo), 2 especies de moluscos (lapa y almeja), y 2 especies de crustáceos (jaiba mora y jaiba peluda). En la región del Maule se consideró solo especies de peces (n=5), debido a que las series oficiales de moluscos y crustáceos no respondieron a los criterios de clasificación (o selección) mínimos para ser considerados como especies a ensayar. Por último, para la Región del Biobío, fueron seleccionadas 4 especies de peces (congrío colorado, congrío negro, tritre y

pejerrey de mar), 5 especies de moluscos (almeja, cholga, huepo, navajuela y taquilla), y 2 especies de crustáceos (jaiba peluda y picoroco).

4.4.1.1. Climatologías

Para las series temporales de caudales y desembarques, se realizaron climatologías estacionales consistentes en promediar los mismos meses del período 1985-2019, con el propósito de obtener una serie temporal de 12 meses. Estas climatologías se desarrollaron considerando todas las especies-recurso de peces, moluscos y crustáceos asociadas a las caletas pesqueras seleccionadas en torno a los ríos (caudales) de las macrozonas norte y sur.

4.4.1.2. Correlación cruzada

La correlación cruzada es una medida de la similitud entre dos señales, frecuentemente usada para encontrar características relevantes en una señal desconocida por medio de la comparación con otra que sí se conoce.

Es función del tiempo relativo entre señales, a veces también se la llama producto escalar desplazado.

Sean X_i y Y_{i+k} dos variables aleatorias e independientes, luego la función de covarianza cruzada está dada por:

$$\gamma_{xy}(k) = E[(X_T - \mu_T)][(Y_{T+k} - \mu_{T+k})]$$

Es decir, la covarianza entre X e Y , a k intervalos o retardos del tiempo T , para $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

Así mismo, la estimación de la función de autocovarianza muestral, cuyo cálculo es:

$$\gamma_{xy}(k) = \begin{cases} \frac{1}{N} \sum_{T=1}^{N-k} (X_T - \bar{X})(Y_{T+k} - \bar{Y}), & k = 0, 1, \dots, N-1 \\ \frac{1}{N} \sum_{T=1-k}^N (X_T - \bar{X})(Y_{T+k} - \bar{Y}), & k = -1, -2, \dots, -(N-1) \end{cases}$$

El tamaño de los coeficientes de covarianza cruzada depende de las unidades con que X_T e Y_T son medidas. De ahí, la necesidad de estandarizar la función de covarianza cruzada para obtener la función de correlación cruzada, definida por:

$$\rho_{xy}(k) = \frac{\gamma_{xy}(k)}{\sigma_x \sigma_y}$$

Si bien las funciones de covarianza cruzada y correlación cruzada son generalizadas de las funciones de autocovarianza y autocorrelación, sin embargo a diferencia de éstas últimas que son simétricas en torno al origen, la función de correlación cruzada es simétrica.

En el análisis de las correlaciones cruzadas entre el caudal de los ríos ensayados versus el desembarque de las especies recursos de peces, moluscos y crustáceos, se consideró dos escalas de variabilidad, a saber: a) escala anual y b) escala interanual.

Para la escala anual se consideró la información mensual para el período 1985-2019; en tanto, para la escala interanual a las series temporales de caudales y desembarque de recursos pesqueros, se les extrajo la señal anual mediante un filtro espectral de 12 meses, y además se le extrajo la media total de las series, resultando las anomalías interanuales de las series ensayadas en cada caso.

4.4.1.3. Ajuste lineal

Para cada una de las series (caudales y desembarques) se consideró los datos mensuales de las series, para luego, realizar una regresión lineal simple, donde el valor β_1 representa la pendiente de la regresión lineal.

$$(\bar{X}_a)_t = \beta_0 + \beta_1 t + \epsilon_t, \quad \epsilon_t \sim N(\mu, \sigma^2) \quad (1)$$

4.4.2. Regresión lineal de las series de desembarques

La metodología está basada en los modelos SARIMA descritos en la Sección 4.2.7.2 del presente Informe Final. Para el caso de la estimación y predicción de los caudales el Modelo SARIMA consideró como covariable las series modeladas de precipitaciones propuestas por la NOAA. Para ambos escenarios (RCP4,5 y RCP8,5) se utilizó el modelo GFDL-ESM2M (NOAA), que se muestra en la Figura 27 (para el caudal del río Maipo) y en la Figura 34 (para el caso del río Biobío).

En este análisis, no se ha considerado como co-variable para la predicción las series de caudales, ya que se ha demostrado con anterioridad la alta dependencia existente entre los caudales (Figura 3) y las series de precipitaciones (Figura 15).

En particular, el modelo SARIMA es calibrado (con co-variables) usando la precipitación modelada por la agencia internacional NOAA-USA, las series de caudales ajustadas y predichas hasta el año 2100 por la metodología de espacio-estado y los cambios estructurales que presentaban las series de desembarques de especies-recurso. Además, se realizó un análisis preliminar en el cual se consideraron distintas propuestas de modelación y predicción (técnicas paramétricas y no paramétricas; enfoque espacio-estado), lo que demostró que el modelo SARIMA con variables explicativas para los escenarios de cambio climático sugeridos (RCP4,5 y RCP8,5) mostraron la mejor bondad de ajuste.

La predicción se realizó desde enero de 2020 en adelante, dada la existencia de una serie histórica mensual desde enero de 1985 hasta diciembre de 2019. Para lo anterior, se consideró los datos de caudales proyectados hasta el año 2100 con la metodología espacio-estado, considerando los escenarios RCP4,5 y RCP8,5. Además,

las precipitaciones desde el año 2020 al 2100 fueron obtenidas de la agencia NOAA-USA, considerando también ambos escenarios de cambio climático.

El modelo SARIMA entrega los parámetros (Ar_i , MA_i , SAR_i) que indican las componentes autorregresivas, de diferenciación y medias móviles, respectivamente. Estos parámetros explican el comportamiento de la serie, indicando si en su estructura hay una tendencia estacional y/o una tendencia de nivel de las series, que son las componentes que más se repiten en la serie de tiempo. El termino PBE es principalmente la covariable asociado a la precipitación y el otro termino llamado cambio estructural indica que existen modificaciones instantáneas o permanentes, invariables e inesperadas en uno o más componentes estructurales, debido a eventos específico. El cambio estructural no se asume como un cambio instantáneo, sino como un periodo de transición suave entre diferentes regímenes a lo largo del tiempo.

Robustez y validación del modelo de regresión

El modelo de regresión lineal fue finalmente aplicado a 5 recursos pesqueros, a saber: congrio colorado, congrio negro, almeja, navajuela y jaiba peluda. Para la macrozona norte (río Maipo) se consideró congrio colorado y almeja, en tanto que para la Macrozona sur (río Biobío) se consideró a congrio colorado, congrio negro, navajuela, almeja y jaiba peluda. El criterio para esta selección estuvo basado principalmente en el acceso a series suficientemente extensas de variables económicas (*v.g.*, precio), lo que será utilizado como insumo en el capítulo correspondiente al objetivo específico 4.

El modelo fue ajustado con la serie de datos observados (1985-2019) y posterior a su calibración, se realizó la predicción desde 2020-2100, para ambas escalas de variabilidad temporal (anual e interanual). Al construir un modelo, se prueba si una covariable influye en la variable de respuesta. La variable de respuesta en este caso son los desembarques (de peces, moluscos y crustáceos), y cuya co-variable es la precipitación modelada. Entonces, si el modelo seleccionado muestra que los estimadores son estadísticamente significativos, esto indica que las precipitaciones influyen estadísticamente en los desembarques. Por otro lado, la calidad predictiva del modelo se ve reflejada en las variables del error (*e.g.*, ME, RMSE, MAE, MPE, MAPE, MASE).

En la escala anual, se utilizaron dos modelos diferentes para cada escenario (RCP4,5 y RCP8,5), en cambio, en escala interanual se utiliza un solo modelo para la predicción de los dos escenarios. En el caso de las series interanuales es necesario indicar que, al no encontrar predicciones modeladas de precipitaciones en la escala interanual para ambos escenarios, se procedió a extraer la señal anual (filtro paso bajo) de la serie de precipitaciones modeladas por la agencia NOAA (ver Figura 27 y Figura 34), obteniendo series interanuales de precipitaciones modeladas, las que finalmente fueron utilizadas como covariables del modelo SARIMA.

Análisis de sensibilidad del modelo

Para establecer la calidad predictiva del modelo, primero se consideró el 85% de la serie histórica dejando el 15% fuera del análisis. Por tanto, con el 85% de las series se realizó la estimación, y luego se llevó a cabo la predicción sobre el 15% restante. Posteriormente, en el dominio de este 15% se comparó la serie histórica con la predicha, obteniendo las variables del error. Este proceso se realizó con todos los modelos que se pudieron estimar, utilizando como criterios de selección del mejor modelo no solamente los de bondad de ajuste (AIC y BIC), sino también la raíz del error cuadrático medio (RMSE) y el error porcentual absoluto medio (MAPE). Con estos criterios se selecciona la calidad del ajuste y la sensibilidad de predicción del modelo.

4.4.3. Variabilidad ambiental asociadas a las plumas fluviales.

Con el propósito de analizar algunas variables respuesta en el océano costero a la variabilidad de los caudales de los ríos seleccionados en este estudio, se procesó y analizó la distribución espacial y temporal de información satelital asociada con: a) la temperatura superficial de mar y b) la biomasa de fitoplancton (estimada como clorofila satelital), como una respuesta del océano costero a la disminución del caudal de los ríos seleccionados en el estudio. Con la información satelital de la turbidez en aguas costeras (Rrs645 nm), considerando la escala mensual, se calculó la cobertura areal (km², ver Figura 42) de la pluma fluvial al interior de la isolínea de turbidez que entrega el valor referencial de 0,001 sr⁻¹ (Fernández-Novoa *et al.*, 2017). Posteriormente, con los criterios de delimitación de la cobertura areal fueron extraídas la TSM y la clorofila-a generando series temporales en la escala mensual para el período 2003-2019.

Estas variables fueron:

- Información satelital de la temperatura superficial del mar (TSM, °C, producto Modis Aqua), considerando la misma cobertura areal de la pluma identificada en el análisis de turbidez, para el período 2003-2019, promediada para cada mes.
- Información satelital de clorofila-a (mg m⁻³, producto Modis Aqua), considerando la misma cobertura areal de la pluma identificada en el análisis de turbidez, para el período 2003-2019, considerando la integración de los datos en la escala mensual.

A partir de estas variables complementarias, se realizó una correlación entre los caudales de los ríos seleccionados y la cobertura de la pluma (a través del análisis de turbidez), con el propósito de identificar los efectos de la disminución de la descarga de aguas continentales a la zona costera (ver Figura 43) expresadas en estas variables al interior de la pluma fluvial.

4.5. METODOLOGÍA OBJETIVO ESPECÍFICO #4

4.5.1. Selección de recursos y localidades para evaluar el impacto socioeconómico del Cambio Climático

Con la finalidad de estimar impactos socio-económicos producidos por la variación en los recursos pesqueros ocasionados por el efecto del cambio climático, se determinó realizar una selección de los recursos que ya fueron analizados en los capítulos anteriores, tal como lo sugieren las bases del proyecto. De esta manera, esta selección de recursos más acotada para el estudio de casos, consideró los siguientes criterios de selección:

- I. Que los recursos a seleccionar (peces, moluscos y crustáceos) estuviesen asociados a la pluma de los ríos seleccionados.
- II. Los recursos a seleccionar fueran de importancia, ya sea a nivel de desembarque y/o de valor, para ese río y caleta.
- III. Disponer de una serie de datos de precios consistente, que permita establecer la tendencia a largo plazo.

Una vez seleccionados dichos recursos pesqueros, se procedió a realizar un análisis econométrico, tal como se detalla en el capítulo siguiente con la finalidad de analizar los precios e ingresos y su proyección futura en los escenarios de cambio climático RCP4,5 y RCP8,5.

4.5.2. Análisis econométrico y estimación de ingresos

4.5.2.1. Datos de desembarque y precios

Los datos corresponden a desembarques históricos mensuales (toneladas) desde el año 1985 al 2019 y datos mensuales proyectados desde el año 2020 al 2100, que fueron estimados por el modelo serie de tiempo expuesto en los capítulos anteriores.

Los precios usados en las estimaciones corresponden a precios playa. Estos precios representan la primera venta del recurso realizada por los pescadores, posterior a su extracción. Los datos disponibles para realizar las estimaciones provienen del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), quienes recogen datos de precios durante el año por caleta y recurso. Esta información se complementó con datos y del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), específicamente para los moluscos y crustáceos.

La serie utilizada corresponde a datos de precios (\$/tonelada) que abarca al periodo de años 2000 al 2019. Estos datos, además fueron transformados a precios reales de diciembre 2020, con la finalidad extraer el efecto inflacionario en la evolución de su tendencia.

4.5.2.2. Modelación para la estimación de precios

Para la estimación de los precios se utilizaron los precios playa recolectados por SERNAPESCA e IFOP. Estas observaciones corresponden a observaciones semirregulares que dichas instituciones realizan en las caletas bajo estudio que no responden necesariamente a una sistematización, encontrándose dispar número de observaciones por mes y por especie. Con el objeto de homogenizar y reducir la variabilidad diaria de las observaciones de precios se utilizaron promedios trimestrales. La razón central para hacer esta reducción es que la variabilidad observada en los datos de precios puede responder muy probablemente a situaciones particulares de stock, al momento en que se recoge, etc., y no a tendencias en los precios. Este promedio trimestral permite recoger la tendencia en los precios de cada especie reduciendo la variación particular proveniente de la recolección de los datos. También, permite homogenizar la frecuencia en el cual se presentan los datos y deja un número de observaciones razonables para poder estimar los modelos de precios.

Para el modelo de precios se define una estructura general a priori la cual se presenta a continuación.

$$P_t = f(Q_t, Q_{t-1}, P_{t-1}, \beta) + e_t \quad (1)$$

Donde P_t corresponde al precio promedio trimestral de la especie evaluada para el trimestre t , Q_t es el desembarque trimestral de la especie en el trimestre t , Q_{t-1} es el desembarque de la especie en el trimestre anterior ($t - 1$), P_{t-1} es el precio promedio trimestral de la especie en el periodo anterior, β es un vector de parámetros de la función $f(\cdot)$ que en conjunto con ella definen la relación entre las variables anteriores, y e_t es el término de error asociado a la estimación que representa lo que no es capturado por los otros componentes del modelo. Asimismo, por ejemplo, el modelo inicial considerado es el modelo lineal que tiene la siguiente forma:

$$P_t = \beta_0 + \beta_1 Q_t + \beta_2 Q_{t-1} + \beta_3 P_{t-1} + e_t \quad (2)$$

Donde la función $f(\cdot)$ en (2) es una función lineal. Adicionalmente, se consideraron otras relaciones entre la variable explicada, en este caso P_t , y las variables explicativas (Q_t, Q_{t-1}, P_{t-1}) presentes en la literatura básica de econometría, como lo son las variables antes mencionadas en logaritmos, por ejemplo, en remplazo P_t se usa $\ln P_t$, o en remplazo de Q_t se usa $\ln Q_t$, o cuadrado de dichas variables donde en remplazo de Q_t se puede usar Q_t^2 . Estas transformaciones son generalmente usadas para mejorar el grado de explicación o ajuste del modelo, pero algunas veces tiene consecuencias no deseadas (Wooldridge, 2015).

En el caso de una pesquería de la macrozona norte no fue posible la estimación del modelo de precios. Por ello se utilizó el modelo de precios de la misma pesquería en la macrozona sur, ajustando los valores por un índice que refleje las diferencias de precios observadas.

La idea principal detrás de la modelación y estimación de los precios es, por medio de la información disponible, intentar rescatar de la mejor forma posible la relación entre

precio y cantidad, de manera simple, pero con el menor error de predicción posible. Cabe señalar que todos los modelos utilizados para la estimación de precios utilizan un rezago de los precios dentro de sus variables explicativas, y una variable de desembarques, que puede estar expresada de distintas formas. Lo anterior implica que los precios presentan persistencia manteniendo niveles de precios similares entre distintos trimestres. Las variables de desembarques alteran dicha persistencia e introducen el quiebre lo que generalmente cambia la tendencia de precios ajustando las estimaciones. Justamente estos efectos son los buscados con los modelos de precios de tal forma que muestren los cambios de precios para distintos niveles de desembarques.

La relación entre precios y las variables explicativas, ya sea de precios rezagados o alguna expresión de desembarques, puede ser negativa o positiva de acuerdo con la relación histórica observada. En este sentido se debe tener cautela en la interpretación de los parámetros de cada modelo puesto que representan relaciones históricas entre precios y cantidad que se pueden entender como producto del equilibrio de mercado, los que son resultados de movimientos de oferta y demanda sin posibilidad de identificar cual es la fuerza que produce el cambio de precios.

Se consideró un buen modelo aquel que sea simple en el número de variables y el cual tiene una alta bondad de ajuste medido por el coeficiente de determinación. Es claro que en la literatura existen herramientas estadísticas más complejas y que generalmente entregan mejores resultados en términos de predicciones. Sin embargo, dada las limitaciones propias de los datos disponibles en este caso particular se destacó que no existe ganancia sustancial en aplicar modelos más sofisticados que requieren de condiciones en términos de cantidad de datos y variables que en este caso no se cumplen.

4.5.2.3. Estimación de los ingresos derivados de las capturas

Para la estimación de los ingresos derivados de las especies en análisis, se propuso estimar el valor de las especies seleccionadas por medio de la estimación de un modelo estadístico de los precios usando datos históricos de precios y desembarques. Para posteriormente utilizar dicho modelo de precios para estimar los precios que corresponderían a los desembarques proyectados en los objetivos anteriores. La idea central de esta aproximación es rescatar la relación entre precio y cantidad de mercado de los datos históricos, y aplicar dicha relación a las estimaciones de desembarques para poder estimar su valor económico. Esta metodología implica asumir que la relación entre precio y desembarques históricos contienen toda la información subyacente de los mercados de cada especie relevante para hacer una estimación de precios adecuada y fiable. Claramente, esta metodología ad-hoc no permite recuperar los mecanismos subyacentes de formación de precio en cada mercado. Sin embargo, a lo menos permite recuperar las tendencias existentes entre precios y cantidad que claramente tiene que ver con los equilibrios de fuerzas de corto plazo entre oferta y demanda.

Para la estimación del ingreso derivado de las capturas se utilizó el siguiente procedimiento:

- Se estima un modelo de precios según la metodología descrita previamente.
- Con el modelo de precios se predice el precio dado los desembarques estimados en los objetivos anteriores.
- Luego, con los precios estimados (\hat{P}_t) y desembarques estimados (\hat{Q}_t) se procede a calcular los ingresos de acuerdo con la siguiente formula:

$$\hat{I}_t = \hat{P}_t \hat{Q}_t \quad (3)$$

Los ingresos estimados mediante (3) corresponden a la valoración de los desembarques a precios playa. Estos ingresos son los percibidos por los pescadores en el primer eslabón productivo. Este valor puede ser interpretado como una cota inferior de los ingresos producidos por los desembarques. Es de esperar que un mayor encadenamiento productivo genere valor agregado a los desembarques y con esto mayores ingresos asociados. Sin embargo, es difícil anticipar cuales podrían ser los encadenamientos de las pesquerías evaluadas dado que la mayoría de ellas dan pie a productos poco elaborados sin mayor procesamiento, salvo recursos como el caso navajuela que, por ejemplo, es utilizado para conservas.

La misma metodología de estimación de ingresos es aplicada para los desembarques estimados bajo los escenarios RCP4,5 y RCP8,5. Es decir, se usan los modelos de precios para proyectar los precios de los desembarques bajo cada escenario y luego se calculan los ingresos totales de acuerdo con la ecuación (3). De esta manera, tanto los precios estimados como los desembarques difieren bajo cada escenario. Luego, se analizan los ingresos estimados por cada especie y por macrozona en su conjunto.

5. RESULTADOS

5.1. TALLERES INTERNOS DE TRABAJO INTERDISCIPLINARIO

En el marco del presente proyecto FIPA 2019-22, se coordinó y realizaron 3 talleres interdisciplinarios de investigadores de los Departamentos de Física, Estadística y Matemáticas de la Universidad del Biobío, en conjunto con el Departamento de Pesquerías del Instituto de Investigación Pesquera. Estos talleres fueron realizados en forma online, con presentaciones y discusiones sobre el desarrollo, avances y propuestas. El Primer Taller “Bases de Datos Ambientales y Pesquero” se realizó el 25 de agosto de 2020. El Segundo Taller “Avances y Análisis de Bases de Datos Ambientales y Pesqueros” se realizó el 8 de septiembre 2020 y el Tercer Taller “Resultados de Datos Ambientales, recursos Pesqueros y Estimación y Predicción del Modelo Estadístico” realizado el 27 de noviembre 2020. El programa de los Talleres

de adjunta en el Anexo 1. Además, se incluye en la sección de anexo, la participación por actividades realizadas por cada investigador Anexo 14.

La identificación de las Bases de Datos del presente estudio es individualizada en el Anexo 12.

5.2. RESULTADOS OBJETIVO ESPECÍFICO #1

5.2.1. Caudales

5.2.1.1. Escala anual

Con posterioridad al ordenamiento de las series interpoladas de caudales en la escala mensual, estas fueron agrupadas con criterios, y se presentan en la Figura 3, con su respectiva posición en el borde costero. En general, las amplitudes de las series de caudales muestran oscilaciones durante el año, asociadas muy posiblemente a un comportamiento estacional. En gran parte de las series analizadas fue posible determinar una tendencia descendente en las amplitudes de los caudales, principalmente a partir del año 2000.

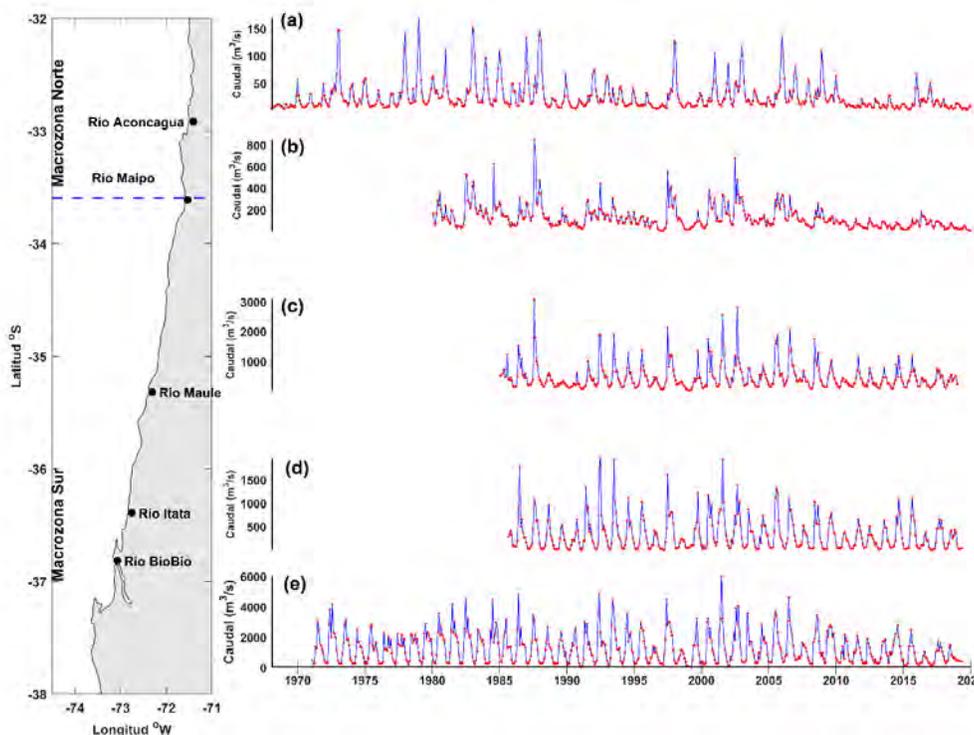


Figura 3. Series de caudales mensuales interpoladas de los ríos: (a) Aconcagua, (b) Maipo, (c) Maule, (d) Itata y (e) Biobío. Los puntos rojos indican los meses puntuales y la serie continúa en contorno azul representa las amplitudes de los caudales.

Con el propósito de determinar la eventual estacionalidad de las series ensayadas, se realizaron estimaciones de densidad espectral de potencia para las series de caudales de los ríos Aconcagua, Maipo, Maule, Itata y Biobío (Figura 4). Los resultados de este análisis reflejan una clara señal dominante en la escala de los 12 meses, destacando un marcado comportamiento estacional de los caudales. Asimismo, en parte de las series (ríos Aconcagua y Maipo) resalta la presencia de una señal semianual en el caudal de estos ríos (Figura 4 a, b).

Para dimensionar las amplitudes de caudal anual, se realizaron las climatologías mensuales de los 5 ríos precitados, las que se presentan en la Figura 5. Las series ensayadas muestran que el caudal medio varía desde un mínimo en la región norte (río Aconcagua, $\sim 25 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$) hasta alcanzar un máximo en la región sur (río Biobío, $\sim 968 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$). Los ríos de la macrozona norte (*v.g.*, Aconcagua y Maipo) se comportan en forma diferente, exhibiendo una climatología que verifica, para el río Aconcagua, un máximo caudal estival ($\sim 50 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$), en cambio el máximo caudal del río Maipo lo alcanza en invierno ($\sim 200 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$). Las amplitudes de los ríos de la macrozona norte (Aconcagua y Maipo) muestran claramente el comportamiento semianual del caudal, atribuible al aporte de los deshielos de los macizos andinos en primavera-verano y de las precipitaciones en invierno; en cambio, en los ríos de la macrozona sur los principales aportes provienen de las precipitaciones invernales (Figura 5 c, d, e).

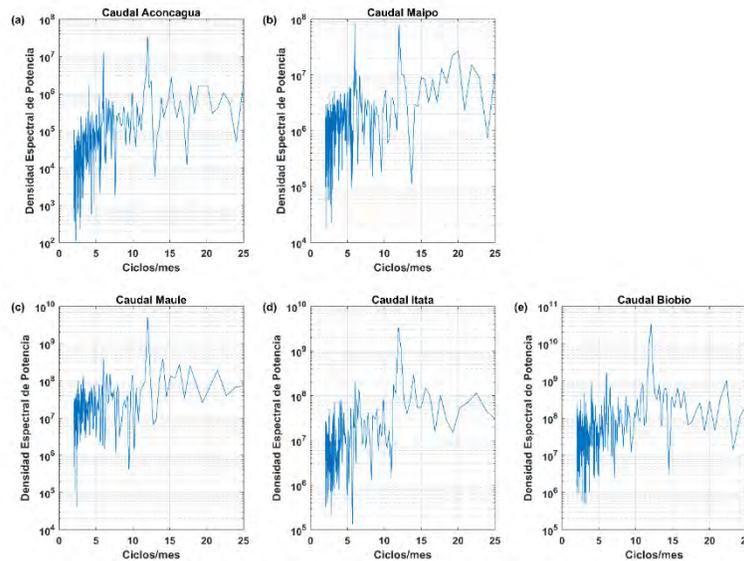


Figura 4. Densidad Espectral de Potencia de los caudales de ríos: (a) Aconcagua, (b) Maipo, (c) Maule, (d) Itata y (e) Biobío.

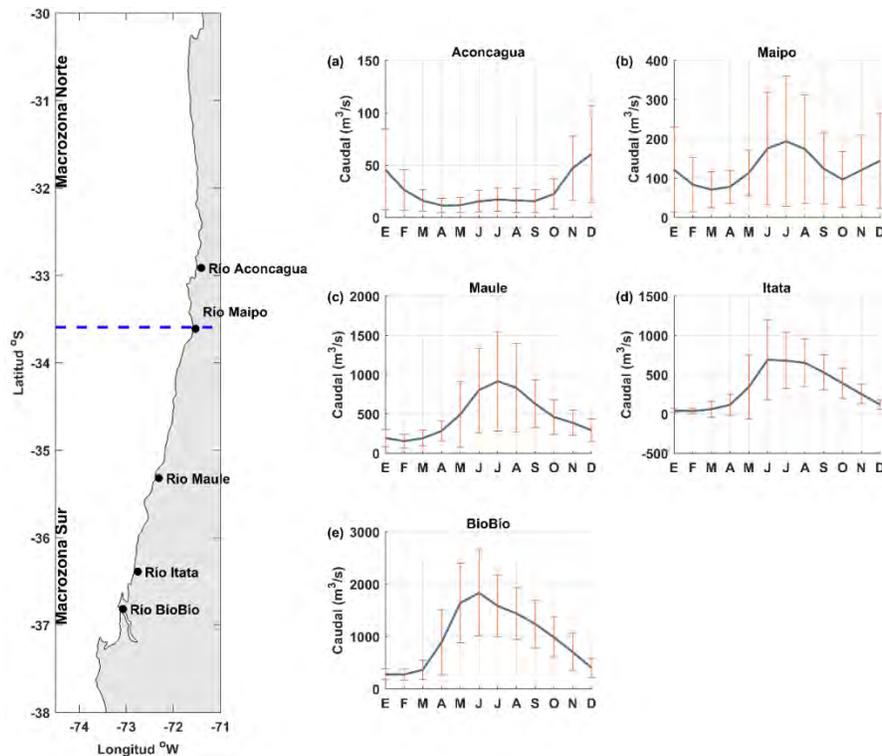


Figura 5. Climatologías mensuales de los caudales de ríos de la macrozona norte: (a) Aconcagua y (b) Maipo. Para la macrozona sur: (c) Maule, (d) Itata y (e) Biobío. Las barras de color rojo muestran la variabilidad de los caudales de ríos asociados a la desviación estándar.

5.2.1.2. Escala interanual

Para analizar la influencia de señales interanuales asociadas a eventos alternados de El Niño y La Niña en las series largas de caudales de los ríos seleccionados (Figura 3), las señales estacionales se filtraron en un período de 12 meses y se le restó el promedio total, resultando en anomalías interanuales del caudal (Figura 6). Las anomalías interanuales de los caudales fueron comparadas con el índice multivariado MEI, según se reseña en el capítulo de metodología correspondiente. Los eventos cálidos más importantes asociados al índice MEI son: 1973, 1983-1984, 1987-1988, 1997-1998, 2001-2002 y 2015-2016. De igual forma, los eventos fríos asociados a La Niña correspondieron a los años 1972-1973, 1974-1976, 1988-1989, 1999-2000, 2007-2008, 2010-2011.

Al comparar las series de anomalías interanuales de caudales de los ríos con el índice multivariado MEI (Figura 7.a1, b1, c1, d1, e1), se verifica la clara influencia de los eventos cálidos El Niño. Los eventos más intensos de los últimos 40 años corresponden a los eventos de los años 1983-84, 1997-1998 y 2001-2002, los cuales están presentes en las 5 series de caudales ensayadas. En cambio, para el último evento cálido más intenso de la década (El Niño 2015-2016), se muestra un efecto más bien nulo sobre el borde costero de la región centro-sur de Chile. Este evento es aminorado por un enfriamiento que se inicia a partir del año 2010 y que continúa

hasta la fecha, que se destaca de mejor manera en el posterior análisis en la escala inter-decadal.

Por otro lado, los eventos fríos más importantes asociados a La Niña correspondieron a los años 1989, 1999-2000 y coinciden con el índice MEI; sin embargo, las anomalías interanuales de los caudales para el período 2010-2020 muestra una tendencia al enfriamiento (anomalías negativas), tendencia que no se relaciona necesariamente con el índice ecuatorial MEI.

A diferencia de los resultados reseñados para la escala anual, en este caso, las anomalías de los caudales de los ríos seleccionados siguen la tendencia explicada por el índice ecuatorial MEI, pero este indicador no explica la disminución asociada al período 2010-2020.

Por otra parte, las correlaciones cruzadas entre las series de anomalías interanuales de los caudales de los 5 ríos seleccionados versus el índice ecuatorial MEI se presentan en las Figura 7.a2, b2, c2, d2 y e2. Para los ríos de la macrozona norte (Aconcagua y Maipo) las series de anomalías interanuales de caudales revelaron una mayor correlación con el índice ecuatorial (MEI) en torno a los 6 meses (Figura 7a2, Figura 7b2), lo que se explica por el comportamiento semianual de las series para esta región (Figura 4a, 4b, 5a, 5b). Para la macrozona sur, las anomalías interanuales de los caudales versus el índice MEI comienzan a disminuir en torno a los 3 meses (río Maule, Figura 7c2), 2 meses (río Itata, Figura 7d2) y 1 mes (río Biobío, Figura 7e2). Resalta en la escala interanual que las anomalías de caudales para esta región responden a la señal de origen remoto, por lo que hacia el sur el desfase disminuye revelando que los caudales exhiben una mayor dependencia con las precipitaciones.

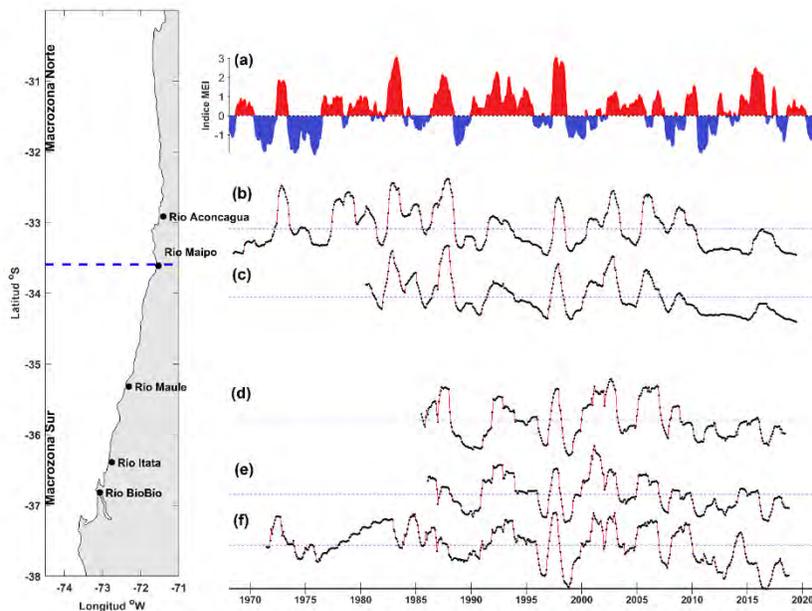


Figura 6. Índice multivariado (a) MEI (fondo rojo asociado al evento cálido de El Niño, fondo azul asociado al evento frío de La Niña) y Anomalías interanuales de caudales de los ríos

(punto negro meses y unido con línea roja): (b) Aconcagua, (c) Maipo, (d) Maule, (e) Itata y (f) Biobío.

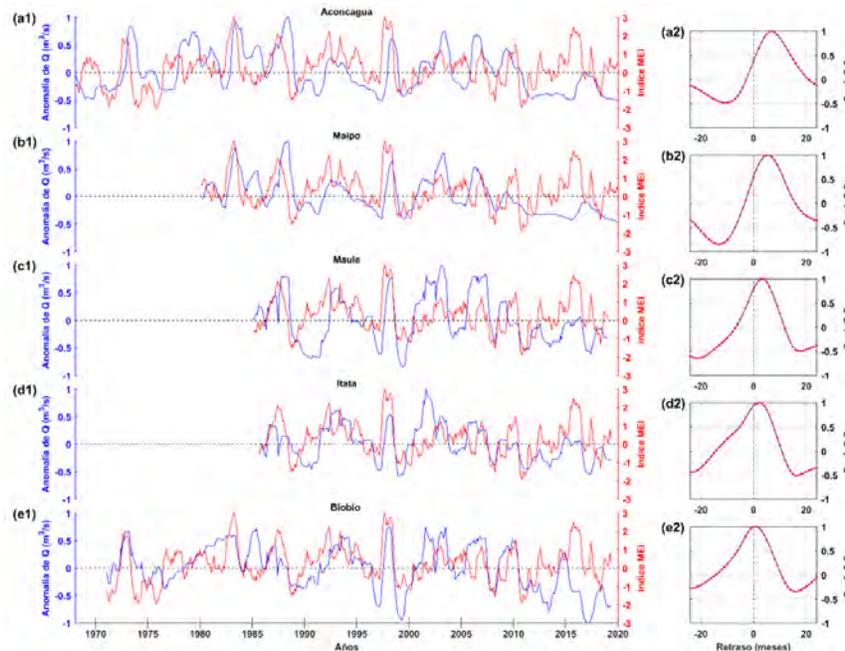


Figura 7. Serie temporal de anomalías en la escala interanual de caudales (línea azul): (a) Aconcagua, (b) Maipo, (c) Maule, (d) Itata y (e) Biobío versus el índice MEI (color rojo), con su respectivo coeficiente de correlación cruzada de ambas series.

5.2.1.3. Escala interdecadal

Para analizar la influencia de la señal interdecadal sobre las series mensuales de caudales de los ríos ensayados, se extrajo la señal de 10 años la que se restó al promedio total, resultando las anomalías interdecadales de caudales para cada río. Las series de anomalías interdecadales (Figura 8 a1 hasta e1) se compararon con el Índice de Oscilación Interdecadal del Pacífico (PDO).

El índice PDO mostró 5 fases cálidas y 4 fases frías para el período 1970-2020. Para el caso del río Aconcagua, la señal interdecadal de la anomalía del caudal (Figura 8 a2) muestra 2 fases cálidas y tres fases frías (anomalías negativas). Los resultados del análisis de correlación cruzada desarrollado con el propósito de comparar el grado de coherencia entre las dos señales, revela que el mayor grado de correlación se alcanza en torno a los 71 meses.

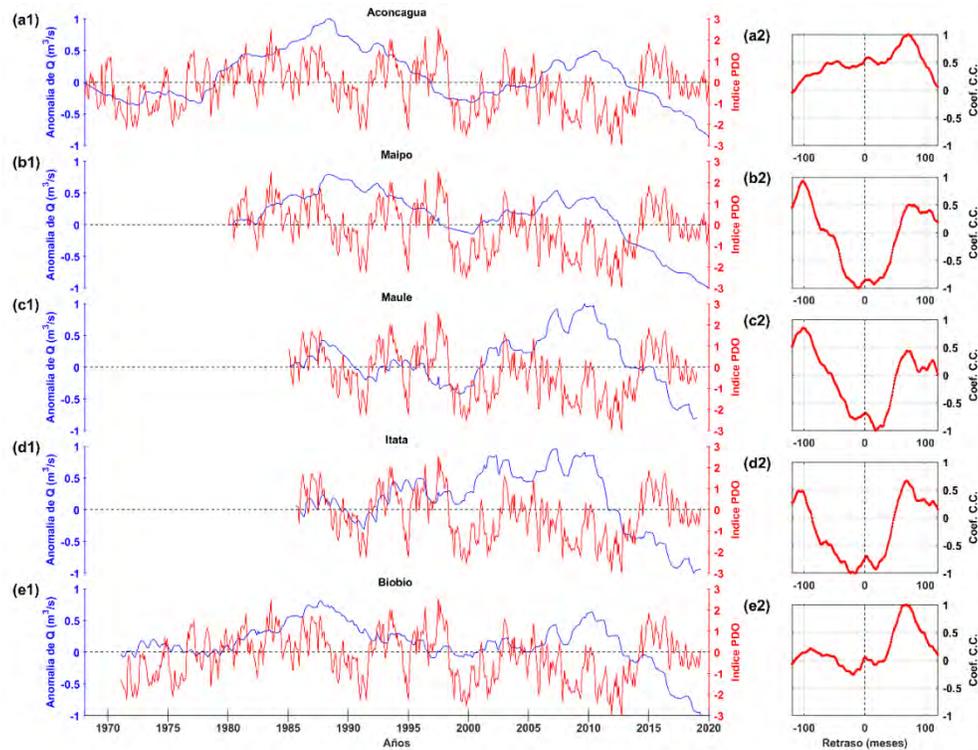


Figura 8. Índice interdecadal del Pacífico (línea roja) y series interdecadales de caudales de ríos (línea azul): (a1) Aconcagua, (b1) Maipo, (c1) Maule, (d1) Itata y (e1) Biobío. Las correlaciones cruzadas entre las series interdecadales versus el índice PDO (en línea roja): (a2) Aconcagua, (b2) Maipo, (c2) Maule, (d2) Itata y (e2) Biobío.

Para el caso de los ríos Maipo y Maule, las señales interdecadales de anomalías de los caudales (Figura 8b2, 8c2) muestran un comportamiento diferente al río más septentrional, evidenciando un retraso de 102 y 103 meses, respectivamente. Sin embargo, los ríos más sureños (ríos Itata y Biobío, Figura 8 d2, 8e2) muestran señales de anomalías de caudales en la escala interdecadal similares a las del río Aconcagua con una correlación más alta en torno a los 68 y 69 meses, respectivamente.

Por último, cabe destacar, ahora en la escala interdecadal de anomalías de caudales, un comportamiento muy marcado tendiente al enfriamiento a partir del 2008-2010 que se exhibe hasta el final de la serie. Este resultado, al igual que el reseñado para el análisis en la escala interanual (Figura 7), no muestra una tendencia similar a la exhibida por el índice PDO (Figura 8).

5.2.2. Precipitaciones

5.2.2.1. Escala anual

En la oferta técnica se propuso obtener la serie de precipitaciones asociada a un río determinado, considerando los registros de precipitaciones de todas las estaciones meteorológicas más cercana al afluente y obtener una serie promedio de precipitaciones representativa a lo largo del río. La media mensual de las series

históricas de precipitaciones asociado a los ríos Aconcagua, Maipo, Maule, Itata y Biobío han permitido obtener series temporales largas de 90, 89, 90, 89 y 59 años, respectivamente. La Figura 9 muestra las series medias mensuales históricas de precipitaciones en torno a los 5 ríos propuestos, las cuales fueron interpoladas con criterios estadísticos (ver Metodología Objetivo esp.#1).

Al aplicar la densidad espectral de potencia sobre las series promedios de precipitaciones (Figura 10), se encuentran dos máximos en torno al ciclo anual (12 meses) y una muy débil señal semianual (6 meses). La frecuencia de 12 meses explicaría los incrementos estacionales (invierno) de las amplitudes de las precipitaciones en la escala anual, específicamente en los ríos Maipo, Maule, Itata y Biobío (Figura 5). Resalta el aporte de precipitaciones en la escala semianual en las 5 series ensayadas (Figura 10 a, b, c, d, e).

La climatología de las precipitaciones en la escala anual correspondientes a los 5 ríos ensayados (Figura 11), muestran las máximas precipitaciones en invierno las que varían desde un mínimo en la región norte (~100 mm) y alcanzan un máximo en la región sur (~300 mm). En el verano, los aportes de las precipitaciones en la macrozona norte son nulos, en cambio en la macrozona sur las precipitaciones alcanzan los 50 mm en promedio. Las precipitaciones de verano justifican en gran parte los aportes de caudales en la macrozona sur (Figura 9).

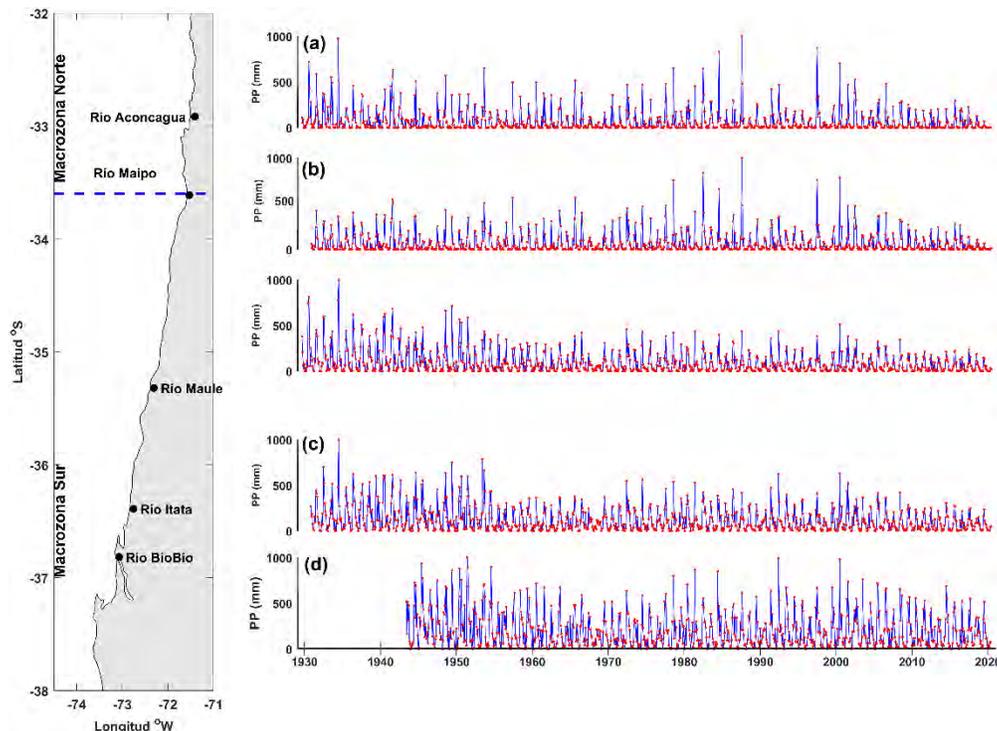


Figura 9. Series de precipitaciones mensuales interpoladas asociados a las cuencas de los ríos (puntos rojos indican los meses y unido con línea azul): (a) Aconcagua, (b) Maipo, (c) Maule, (d) Itata y (e) Biobío.

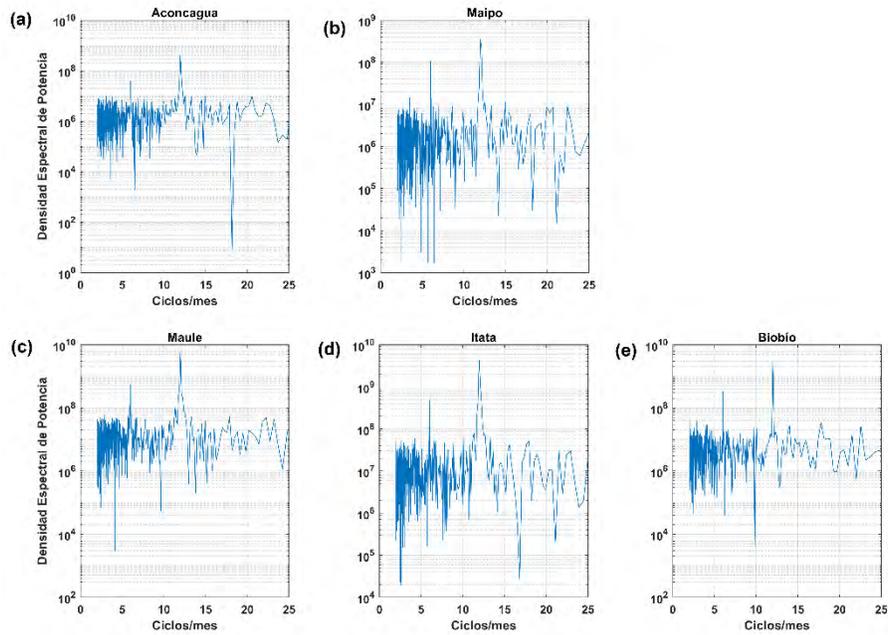


Figura 10. Densidad Espectral de Potencia de Precipitaciones en las regiones de los ríos: Aconcagua, Maipo, Maule, Itata y Biobío.

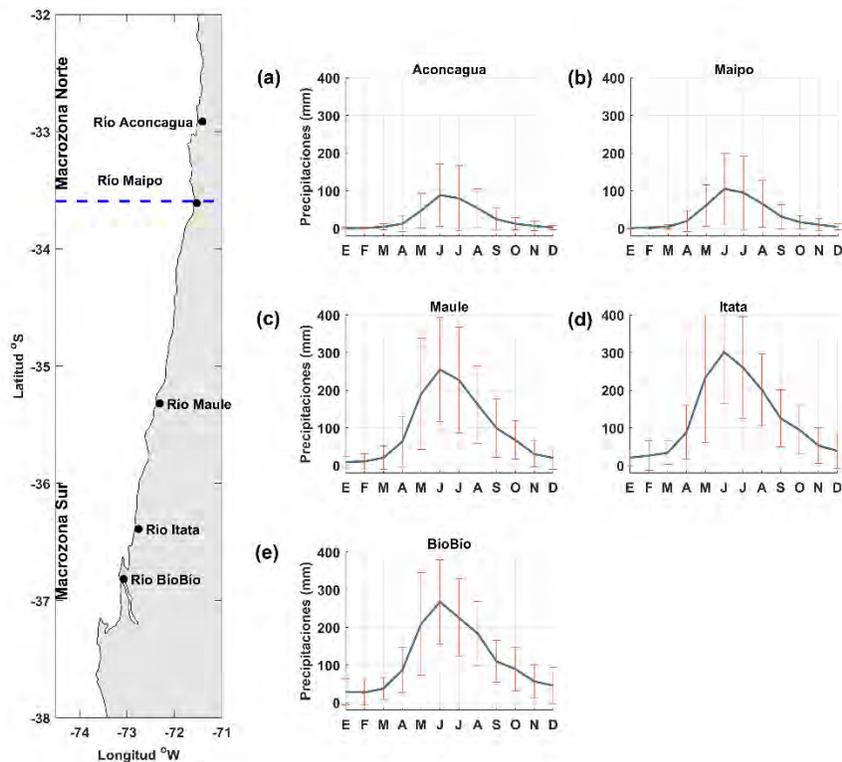


Figura 11. Climatologías mensuales de las precipitaciones en torno a las 5 cuencas de los ríos de la macrozona norte (línea negra): (a) Aconcagua, (b) Maipo y macrozona sur: (c) Maule, (d) Itata, (e) Biobío. La barra de colores rojos muestra la variabilidad de las precipitaciones asociados a la desviación estándar.

5.2.2.2. Escala interanual

Las series de anomalías interanuales de precipitaciones (Figura 12) muestran similar comportamiento temporal con el índice MEI, resaltando la similitud con los eventos cálidos asociado al El Niño y a los eventos fríos asociada a La Niña más destacados del último siglo.

Este resultado muestra que las anomalías de precipitaciones están altamente influenciadas por la señal interanual al menos hasta el año 2010. En las series de anomalías interanuales de precipitaciones se observa, además, una marcada tendencia hacia las anomalías negativas, proceso que comienza desde 2008 y se extiende hasta el final de la serie (2020). En esta escala de análisis, resalta el evento cálido de El Niño 1997-1998 que impacta claramente en todas las series de precipitaciones. En cambio, El Niño 2015-2016 no logra tener efecto en la variabilidad de las anomalías de precipitaciones. Un patrón similar se observó en las series de anomalías interanuales de caudales (Figura 7a1, b1, c1, d1, e1).

Por otra parte, la correlación cruzada entre las series de anomalías interanuales de precipitaciones versus el índice MEI (Figura 12a1, b1, c1, d1 y e1) muestran que la alta correlación uniforme entre ambas series se alcanza aproximadamente al tercer mes (Figura 12a2, c2, d2, e2). Estos resultados difieren con la fase muy desigual entre las anomalías interanuales de caudales versus el índice MEI (Figura 7a2, b2, c2, d2, e2).

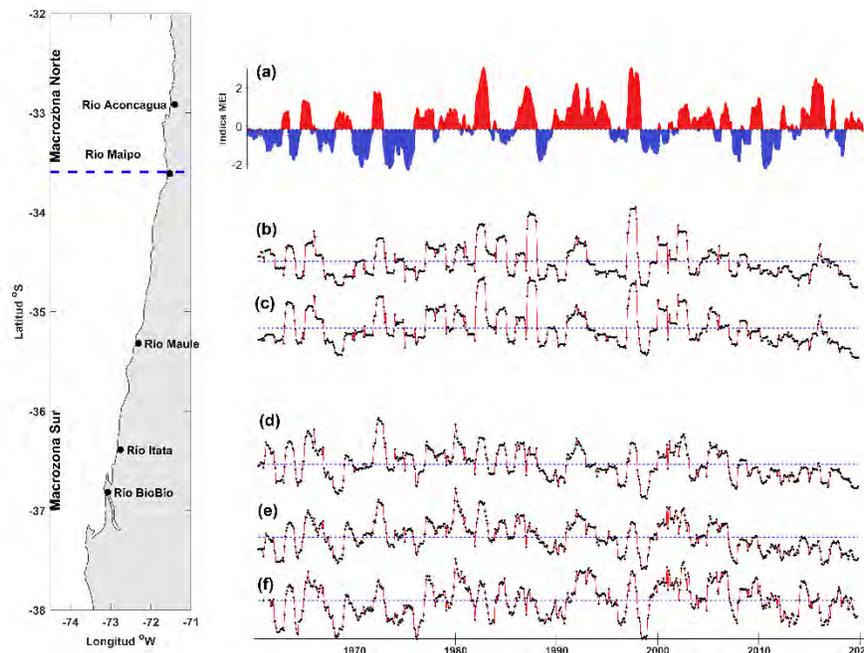


Figura 12. Índice multivariado (a) MEI (fondo rojo y azul corresponden a las anomalías cálidas/frías asociado a El Niño y La Niña, respectivamente) y Anomalías interanuales de precipitaciones de las cuencas de los ríos (puntos negros corresponde a los meses unido con línea roja) : (a) Aconcagua, (b) Maipo, (c) Maule, (d) Itata y (e) Biobío.

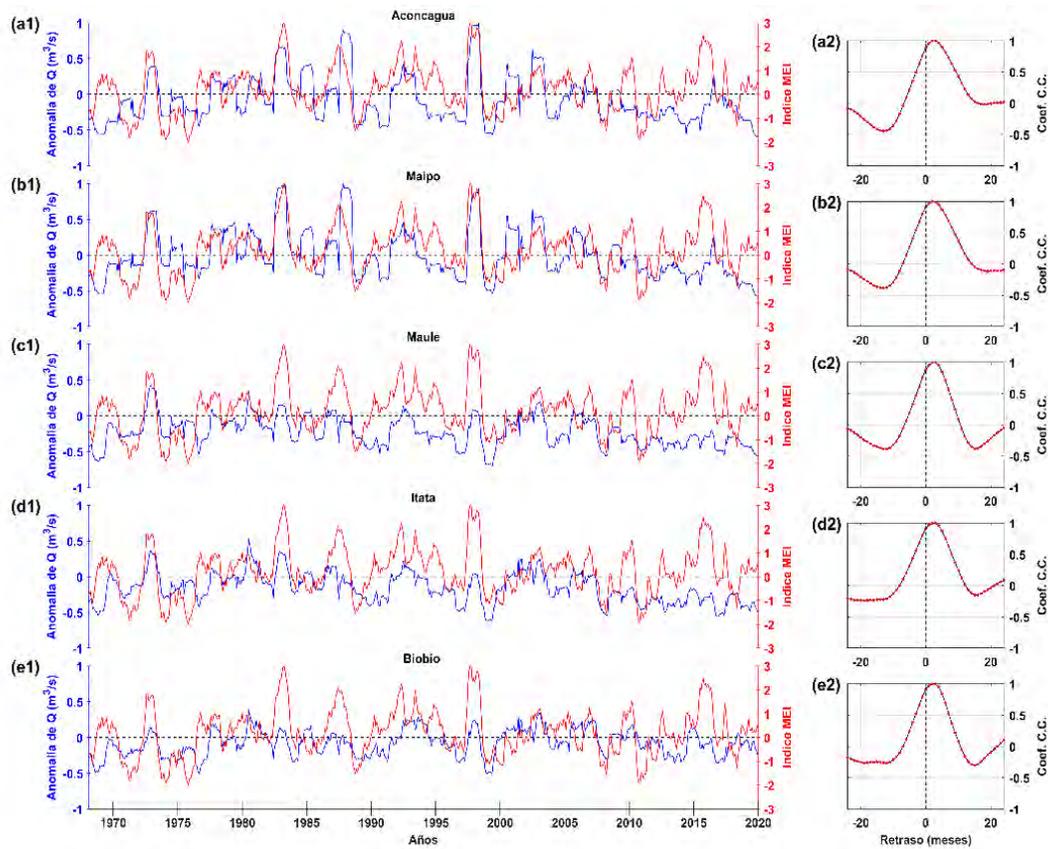


Figura 13. Series de anomalías interanuales de precipitaciones (líneas azules) y el índice MEI (línea roja) de las 5 cuencas de ríos. Coeficiente de correlaciones cruzadas entre las ambas anomalías (puntos rojos indican los meses unidos con línea roja).

El índice PDO desde el 1960 al 2020 muestra 4 fases cálidas y 4 fases frías. Durante ese mismo periodo las series interdecadales de anomalía de precipitaciones muestran solamente dos fases cálidas y tres fases frías (Figura 14 a1, b1, c1, d1 y e1). Las correlaciones cruzadas entre ambas series asociada a los 5 ríos seleccionados, muestran que el máximo coeficiente se alcanza en torno a los 72 meses, aproximadamente (Figura 14 a2, b2, c2, d2 y e2).

Cabe destacar que la disminución de las anomalías interdecadales de precipitaciones asociados para los 5 ríos, no es coherente con la tendencia exhibida por el índice de la PDO para el último tramo de la serie (con posterioridad al año 2010), patrón que ya fue observado (ver Figura 8) para las series de anomalías de caudales en la mayoría de los ríos ensayados.

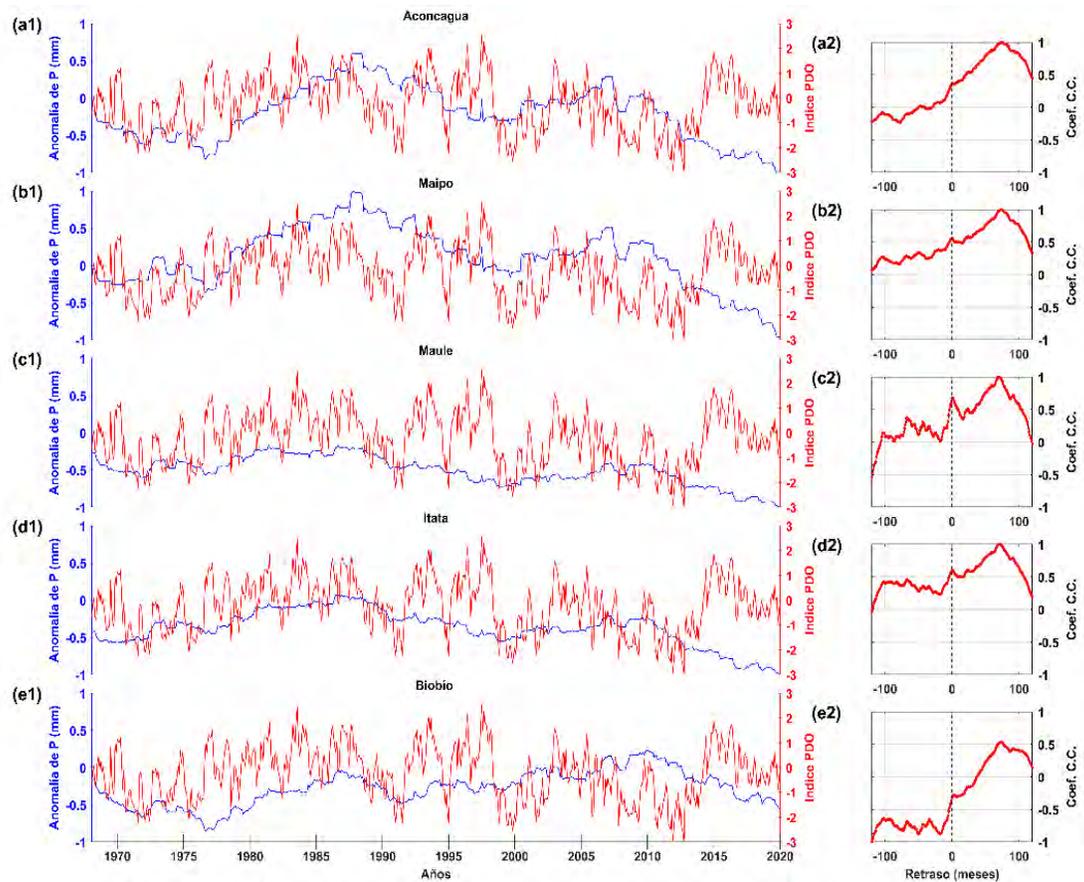


Figura 14. Series de anomalías interdecadales de precipitaciones (líneas azules) versus Índice interdecadal del Pacífico (línea roja): (a1) Aconcagua, (b1) Maipo, (c1) Maule, (d1) Itata y (e1) Biobío. Correlaciones cruzadas entre las series interdecadales de anomalías de precipitaciones versus el PDO: (a2) Aconcagua, (b2) Maipo, (c2) Maule, (d2) Itata y (e2) Biobío.

5.2.3. Comparaciones entre los caudales de ríos y precipitaciones

5.2.3.1. Escala anual

Con el propósito de evaluar el grado de dependencia de los caudales frente a las precipitaciones, ambas series fueron graficadas considerando la extensión temporal de los caudales (Figura 15 a1, b1, c1, d1, e1). Las correlaciones cruzadas entre ambas series se encuentran en fase (en el mes 0) para los ríos Maipo, Maule, Itata y Biobío (Figura 15b2, c2, d2, e2), revelando la alta dependencia de los caudales respecto de las series de precipitaciones. A diferencia de lo anterior, el caso del río Aconcagua muestra un desfase de 6 meses, coherente con el comportamiento semianual de estas señales, donde los máximos caudales se verifican en el período estival.

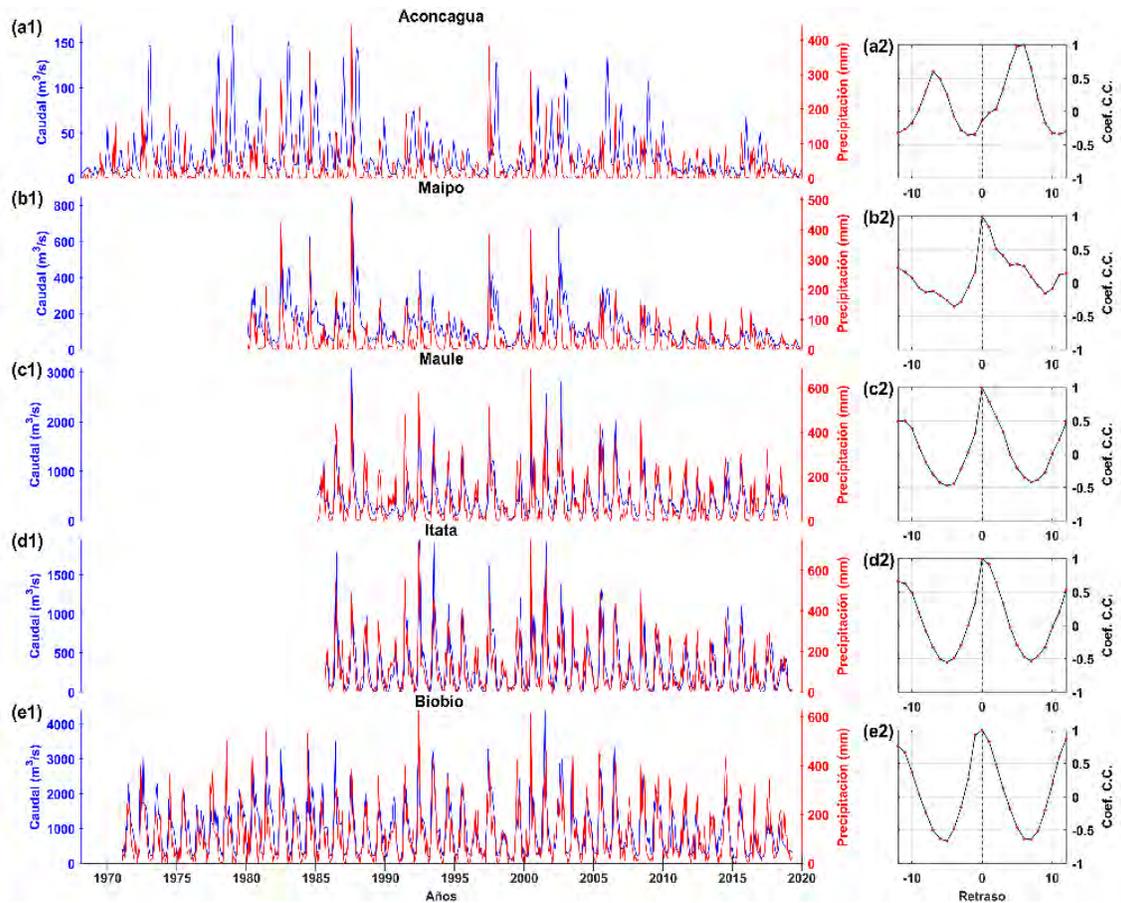


Figura 15. Series de caudales de ríos (línea azul) y de precipitaciones (líneas rojas): (a1) Aconcagua, (b1) Maipo, (c1) Maule, (d1) Itata y (e1) Biobío. Correlaciones cruzadas entre las series de caudales de ríos versus precipitaciones: (a2) Aconcagua, (b2) Maipo, (c2) Maule, (d2) Itata y (e2) Biobío (los puntos rojos indican meses y unidos con línea negra).

5.2.3.2. Escala interanual

Las series interanuales correspondientes a las anomalías de caudales versus las anomalías de las precipitaciones (Figura 16.a1, b1, c1, d1, e1) muestran gráficamente un alto grado de similitud para virtualmente todos los ríos ensayados. Las correlaciones cruzadas entre ambas series resaltan un alto coeficiente (desfase de 6 meses) para el río Aconcagua (macrozona norte), evidenciando una tendencia gradual a decaer (meses) hacia el sur con desfases menores de 3, 2, 1 para los ríos Maipo, Maule e Itata, respectivamente (Figura 16a2, b2, c2, d2), y en fase (mes 0) para el río Biobío (Figura 16e2). Este resultado muestra un alto grado de dependencia de los caudales respecto de las precipitaciones en la escala interanual, exceptuando el río Aconcagua.

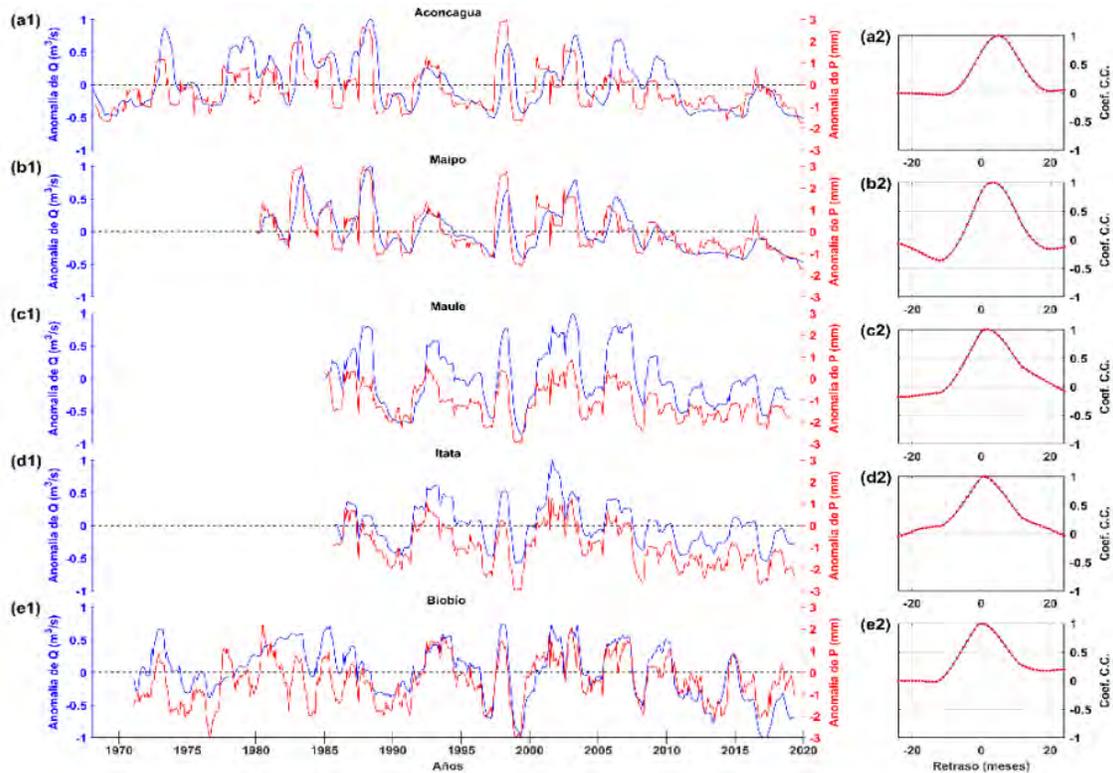


Figura 16. Series de anomalías interanuales de caudales de ríos (línea azul) y de precipitaciones (líneas rojas): (a1) Aconcagua, (b1) Maipo, (c1) Maule, (d1) Itata y (e1) Biobío. Correlaciones cruzadas entre las series de caudales de ríos versus precipitaciones: (a2) Aconcagua, (b2) Maipo, (c2) Maule, (d2) Itata y (e2) Biobío (los puntos rojos indican los meses unidos con línea negra).

5.2.3.3. Escala interdecadal

Las series de anomalías de caudales versus anomalías de precipitaciones analizadas en la escala interdecadal (Figura 17a1, b1, c1, d1, e1), destacan máximos coeficientes de correlación cruzada en el mes cero (en fase) para los 5 ríos ensayados (Figura 17.a2, b2, c2, d2, e2). Al igual como se reseñó en el punto anterior, en la escala interdecadal también se verifica una alta dependencia de los caudales respecto de la señal de precipitaciones.

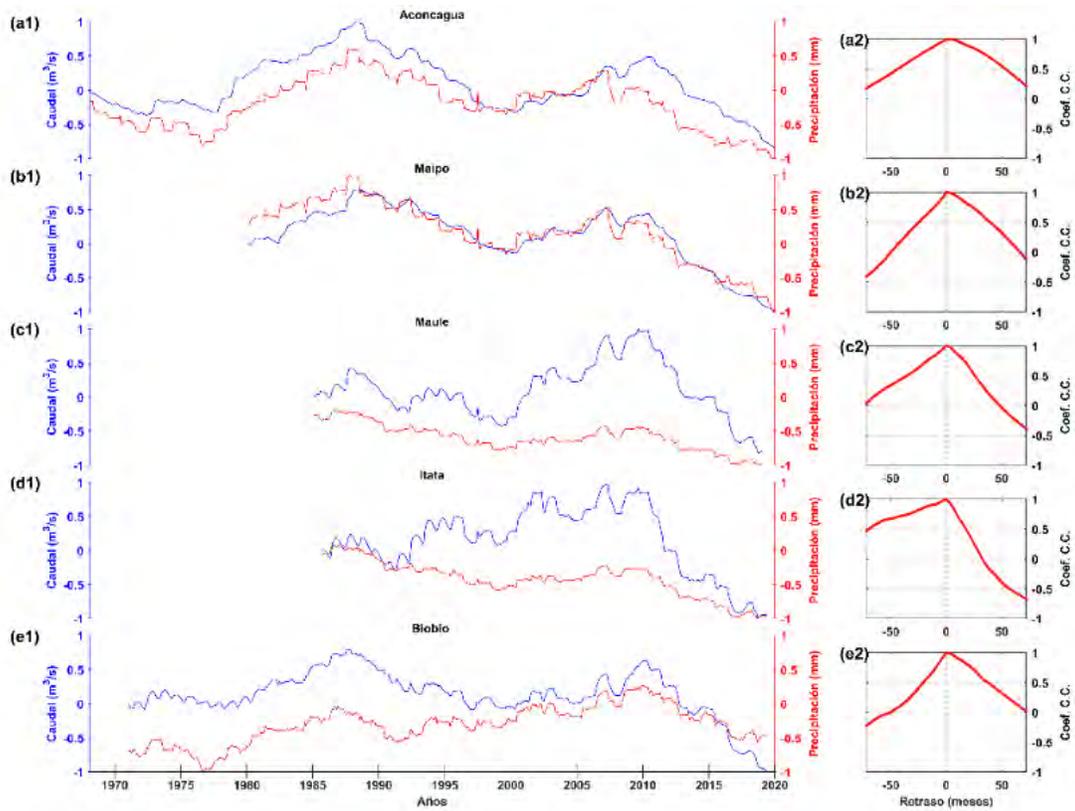


Figura 17. Series de anomalías interanuales de caudales de ríos (línea azul) y de precipitaciones (líneas rojas): (a1) Aconcagua, (b1) Maipo, (c1) Maule, (d1) Itata y (e1) Biobío. Correlaciones cruzadas entre las series de caudales de ríos versus precipitaciones: (a2) Aconcagua, (b2) Maipo, (c2) Maule, (d2) Itata y (e2) Biobío.

5.2.4. Comparaciones entre caudales y precipitaciones versus la TSM

5.2.4.1. Escala anual

La serie temporal de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) estuvo compuesta por imágenes de satélites TOPEX-Poseidon (1985-2002) y MODIS-Aqua (2003-2019). En la composición de las imágenes los primeros 6 píxeles (más costeros) fueron promediados formando la distribución superficial espacio-tiempo, y a la vez generando una serie temporal de 35 años.

El diagrama de Hovmöller de la TSM en la escala anual es fundamental para analizar el impacto de los eventos cálidos de El Niño y eventos fríos La Niña, sobre las precipitaciones y por ende sobre los caudales de ríos (Figura 18). Para analizar el grado de influencia de la TSM sobre caudales y precipitaciones, se realizó un análisis de correlación cruzada entre los caudales mensuales (ver Figura 3) y las precipitaciones (ver Figura 9) versus cada serie latitudinal de TSM, considerando el sector más costero (máximo de 6 km desde la costa) (Figura 18).

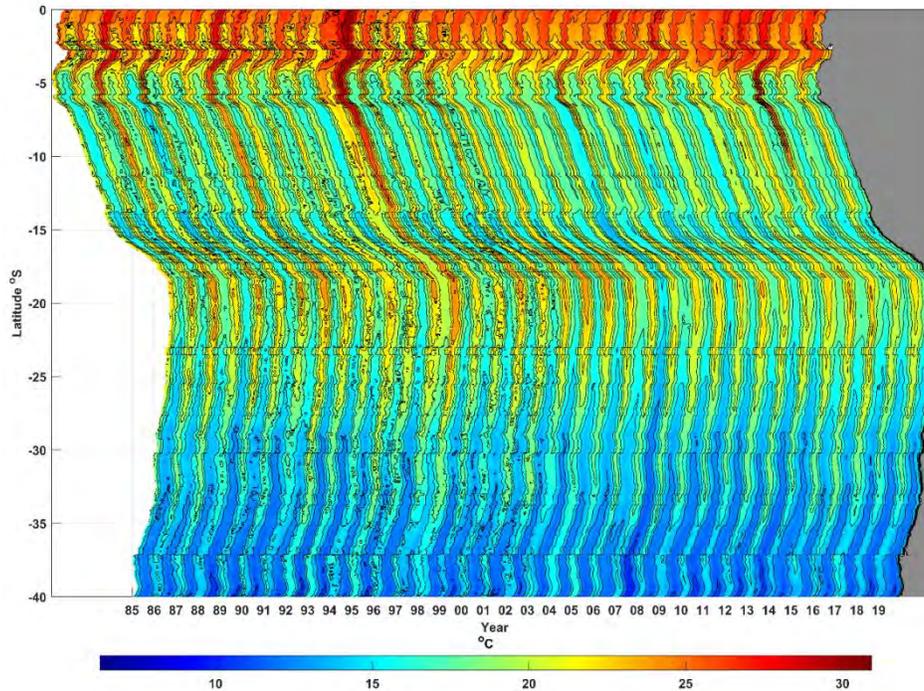


Figura 18. Diagrama de Hovmöller de la TSM mensual a lo largo de la costa, para el período 1985-2019.

Los resultados del diagrama de Hovmöller muestran, en general, la variabilidad a lo largo de la costa de la TSM, desde la zona ecuatorial hasta el sector centro-sur de Chile (40°S). En este análisis resalta lo siguiente: a) un patrón de distribución meridional de la TSM con un comportamiento similar en la zona costera del centro-sur de Chile, fluctuando entre los 10-15°C (área de estudio, 30-40°S). No obstante, en esta región también se observa claramente el efecto de señales de origen remoto (ecuatoriales y antárticas) que modifican la distribución meridional y temporal de la TSM; b) la distribución de la TSM revela asimismo un claro patrón estacional (cálidos= verano, fríos= invierno), c) en años cálidos, las bandas costeras de mayor TSM se extienden claramente hacia el sur, en tanto que para el caso de años fríos, las bandas de menor TSM se extienden hasta regiones más septentrionales, d) se verifica la predominancia de efectos locales sobre las bandas meridionales de distribución de la TSM.

a) Correlación cruzada en la Macrozona norte

El análisis de la correlación cruzada para los ríos asociados a la macrozona norte se realizó considerando sólo la serie de precipitaciones, debido a la alta dependencia de los caudales respecto de las precipitaciones demostrado en el capítulo anterior.

Para el río Aconcagua, se verifica una alta correlación cruzada entre precipitaciones y TSM a lo largo de la banda costera (Figura 19a), con un retardo en torno a los 4-5 meses. Esto se explica ya que en la escala anual el máximo de precipitaciones ocurre en invierno (Figura 11a), y el máximo de la TSM ocurre en febrero. Este mismo comportamiento se verifica para el caso del río Maipo (Figura 19b).

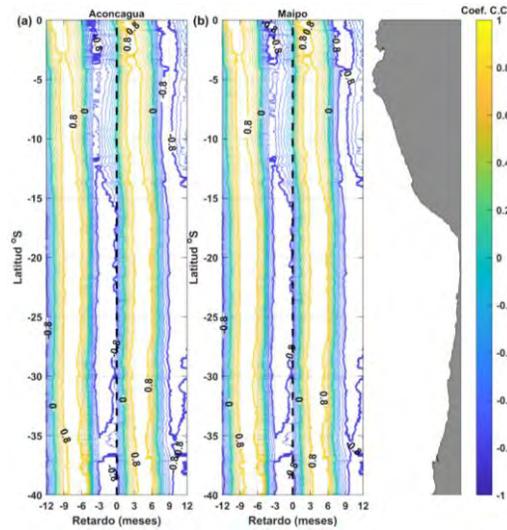


Figura 19. Correlación cruzada entre precipitación versus TSM a lo largo de la costa considerando la escala anual. (a) río Aconcagua y (b) río Maipo para la macrozona norte.

b) Correlación cruzada en la Macrozona sur

El análisis de la correlación cruzada para los ríos asociados a la macrozona sur muestran, para los ríos Maule, Itata y Biobío, una alta correlación cruzada entre precipitaciones y TSM a lo largo de la banda costera (Figura 20a,b,c), con un retardo en torno a los 4-5 meses, comportamiento similar a lo reseñado para los ríos ensayados en la macrozona norte.

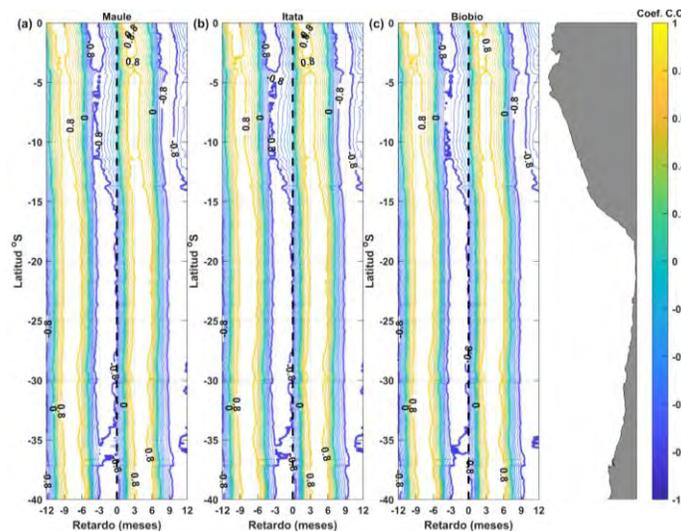


Figura 20. Correlación cruzada entre precipitación versus TSM a lo largo de la costa considerando la escala anual. (a) río Maule, (b) río Itata y (c) río Biobío para la macrozona sur.

5.2.4.2. Escala interanual

Con el propósito de analizar las series de precipitaciones y TSM en la escala interanual, a las series espaciales de TSM (ver Figura 18) se les extrajo la señal anual

con una ventana de 12 meses, obteniendo la distribución espacial de las anomalías interanuales de TSM (Figura 21), las que posibilitan distinguir claramente eventos El Niño moderados y fuertes en las costas de Sudamérica.

Para el período de estudio (~35 años), las anomalías de TSM interanuales evidencian la dominancia de eventos fríos (Diagrama de Hovmöller, Figura 21). Los eventos fríos de menor duración (1-2 años) se relacionan con eventos La Niña (*e.g.*, 1989-90), en tanto que eventos de mayor extensión temporal (*e.g.*, 2007-2016) se relacionan con procesos asociados a escalas mayores (posiblemente interdecadales). En esta figura, también se destaca la manifestación de eventos cálidos El Niño, especialmente el consignado al período 1997-98, revelando la escasa influencia de El Niño 2015-16 especialmente en el área de estudio de la región costera de Chile centro-sur.

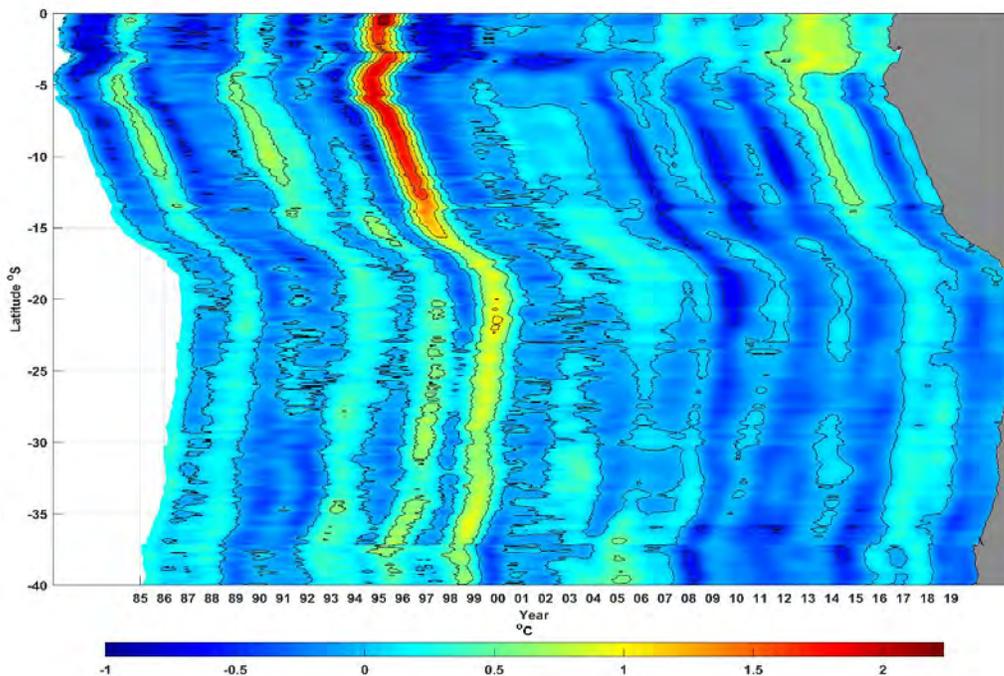


Figura 21. Anomalías de TSM interanual a lo largo de la costa del borde oriental del Pacífico Sur.

a) Correlación cruzada en la Macrozona norte

Para medir el impacto que se induce en las precipitaciones por parte de la señal de TSM en la escala interanual, se realizó una correlación cruzada de las series temporales de anomalías interanuales de precipitaciones (ver Figura 9) versus las anomalías interanuales de la TSM (Figura 21).

Para el río Aconcagua, se observan altas correlaciones cruzadas con la presencia de leve variabilidad meridional entre 0 y 15°S, y un retardo de 6 meses. En cambio, entre los 15°-40°S los resultados de la correlación cruzada revelan que ambas series se encuentran en fase (mes 0) (Figura 22a). Lo anterior se explica debido a que en la región tropical y subtropical los procesos atmosféricos responden diferencialmente

en la escala interanual. Por su parte, el río Maipo también sigue el mismo patrón de variabilidad reseñado para las correlaciones cruzadas del río Aconcagua (Figura 22b).

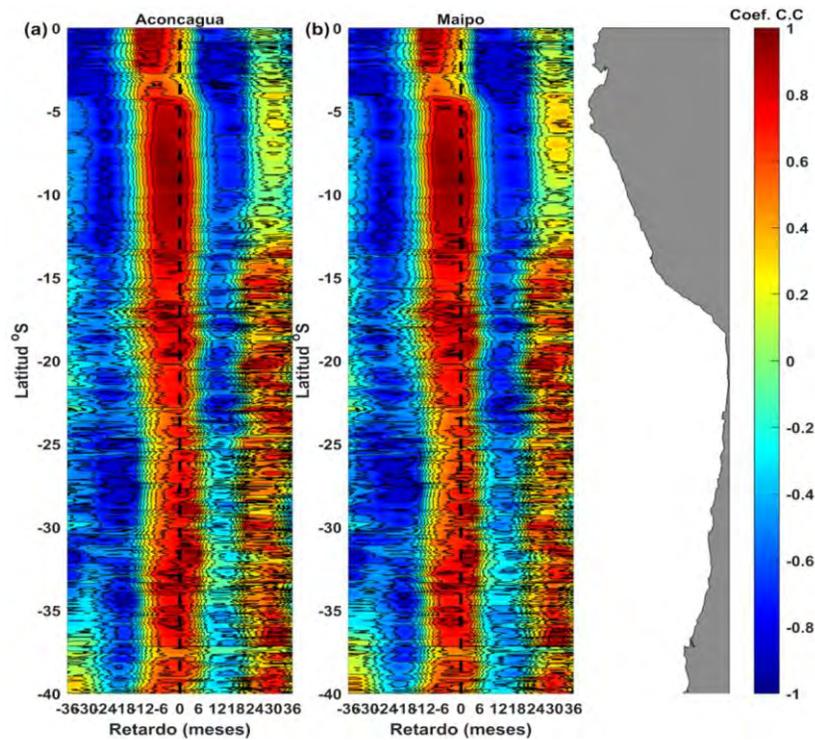


Figura 22. Correlación cruzada entre anomalías de caudal y anomalías de precipitación interanuales versus anomalías de TSM interanual a lo largo de la costa. (a) río Aconcagua, (b) río Maipo, para la macrozona norte.

b) Correlación cruzada en la Macrozona sur

Para los ríos de la macrozona sur (ríos Maule, Itata y Biobío), el análisis de correlación cruzada entre las anomalías de precipitaciones y las anomalías de la TSM en la escala interanual, revelan una alta correlación, con un retardo de 6 meses de las precipitaciones respecto de la TSM a lo largo de la banda costera (Figura 23a, b, c).

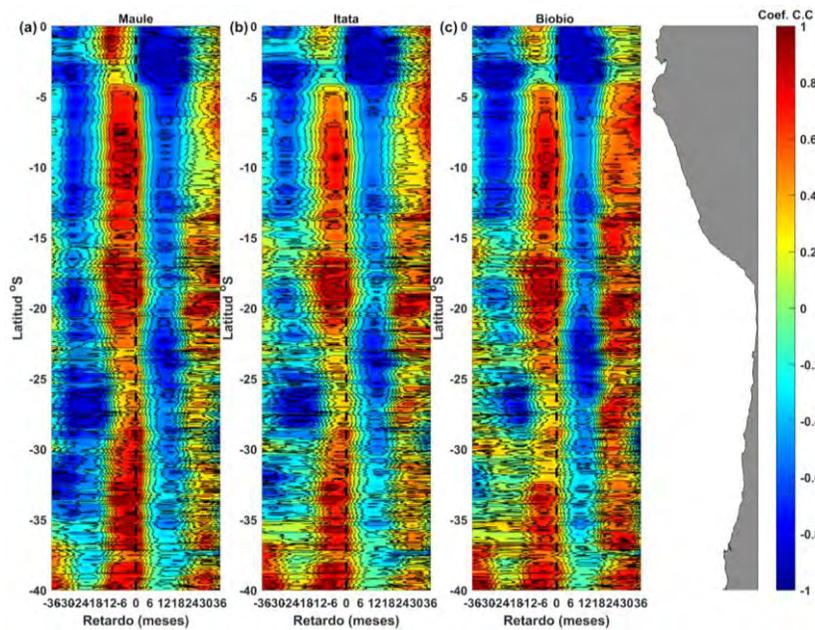


Figura 23. Correlación cruzada entre anomalías de caudales y anomalías de precipitación interanuales versus anomalías de TSM interanual a lo largo de la costa. (a) río Maule, (b) río Itata y (c) río Biobío, para la macrozona sur.

5.2.4.3. Escala interdecadal

Finalmente, para analizar las series de precipitaciones y TSM en la escala interdecadal, a las series espaciales de TSM (ver Figura 18) se les extrajo la señal decadal con una ventana de 120 meses, obteniendo la distribución espacial de las anomalías interdecadales de TSM (Figura 24), las que posibilitan distinguir claramente eventos oceanográficos de más de 10 años de extensión frente a las costas de Sudamérica.

Para el período de estudio (~35 años), el diagrama espacio-tiempo de Hovmöller de las anomalías interdecadales de la TSM muestran la presencia de tres fases claramente distinguibles, con el dominio una fase neutra (anomalías en torno a cero) entre los años 1985-1997; una fase cálida (anomalías positivas) entre los años 1996-2007, y por último una fase fría (anomalías negativas) que domina el último tercio de la serie ensayada, esto es entre los años 2009 y 2019.

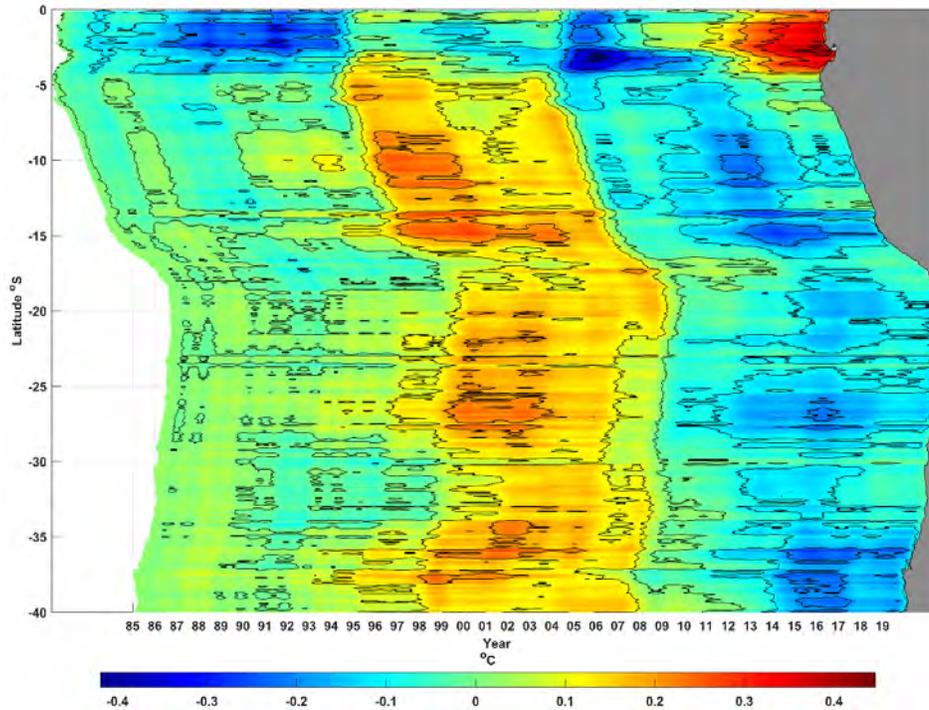


Figura 24. Anomalías de TSM interdecadal a lo largo de la costa del borde oriental del Pacífico Sur.

Es importante resaltar que estas fases en la escala interdecadal (especialmente las fases cálidas y frías), tienen claro impacto en la manifestación de eventos cálidos El Niño y fríos La Niña, que se verifican en la escala interanual (ver Figura 21). En el caso de El Niño 1997-98, se observa entonces un efecto multiplicador por estar inserto en la fase cálida interdecadal. Este efecto sinérgico también se verifica para los eventos fríos La Niña 2008 y 2010 por encontrarse en la fase fría interdecadal del último tercio de la serie. Por el contrario, el caso de El Niño costero 2015-16 no se expresa apropiadamente hacia el sur debido a la atenuación producida por estar inserto en la fase fría interdecadal (Figura 24).

a) Correlación cruzada en la Macrozona norte

Para medir el impacto que se induce en las precipitaciones por parte de la señal de TSM en la escala interdecadal, se realizó una correlación cruzada de las series temporales de anomalías interdecadales de precipitaciones (ver Figura 8) versus las anomalías interdecadales de la TSM (Figura 24).

Para los ríos insertos en la macrozona norte, se observa una respuesta meridional oscilante de las anomalías de precipitaciones respecto de las anomalías de la TSM, en la escala interdecadal (Figura 25a,b). En este contexto, los coeficientes de correlación cruzada entre ambas series (precipitaciones y TSM) muestran también este comportamiento oscilante, con un máximo desfase (~60 meses) entre los 5 y los 20°S. En tanto, para la región costera situada entre los 20 y los 35°S el máximo de desfase se verifica en los ~80 meses.

b) Correlación cruzada en la Macrozona sur

Para los ríos de la macrozona sur (ríos Maule, Itata y Biobío), también se observa una respuesta oscilante con la latitud para las anomalías de las precipitaciones respecto de las anomalías de la TSM en la estaca interdecadal de análisis (Figura 26a,b,c).

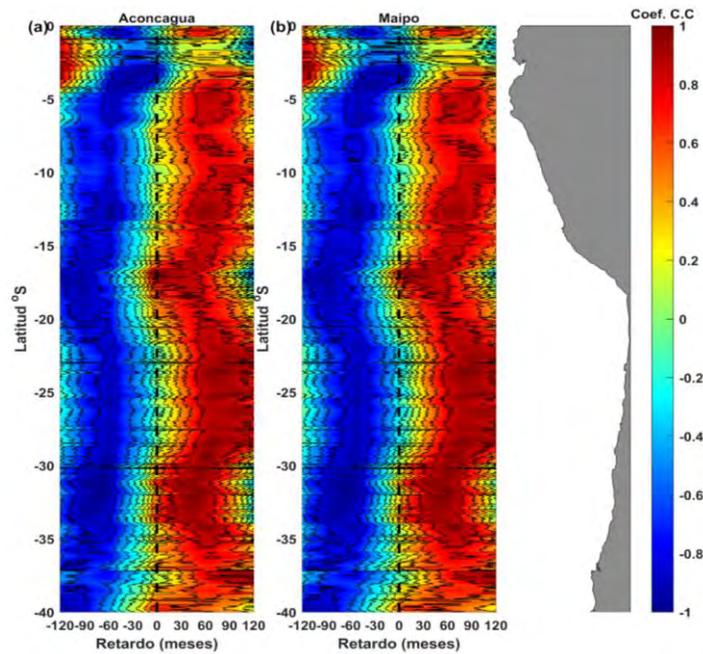


Figura 25. Correlación cruzada entre anomalías de caudales y anomalías de precipitación interdecadal versus anomalías de TSM interdecadal a lo largo de la costa. (a)-(b) Aconcagua y (c)-(d) Maipo.

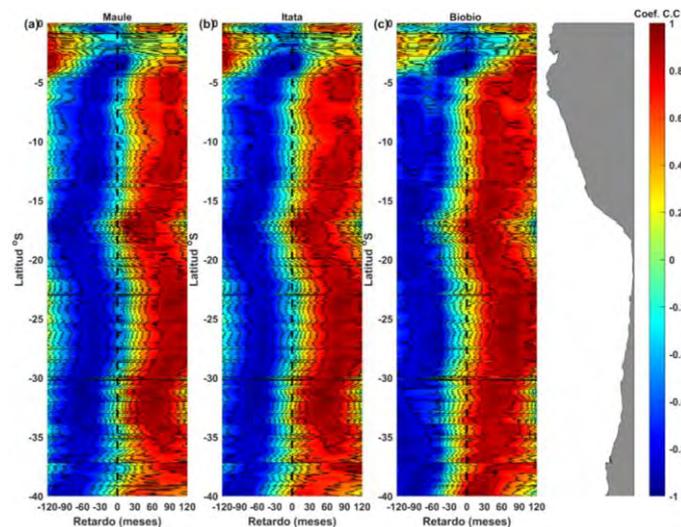


Figura 26. Correlación cruzada entre anomalías de caudales y anomalías de precipitación interdecadal versus anomalías de TSM interdecadal a lo largo de la costa. (a)-(b) Maule, (c)-(d) Itata y (e)-(f) Biobío.

5.2.5. Pronóstico de variaciones de caudales en los escenarios de Cambio Climático 4,5 y 8,5 hacia el 2100

5.2.5.1. Macrozona norte, río Maipo

a) Escenario RCP4,5

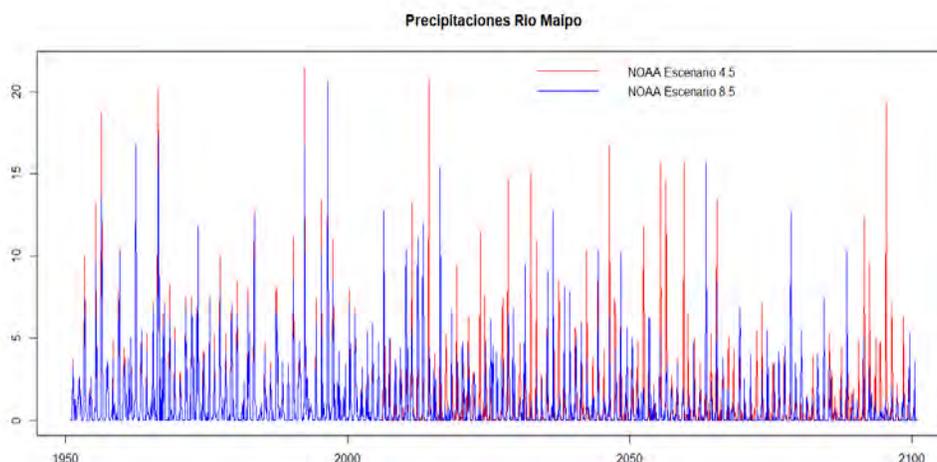


Figura 27. Precipitaciones modeladas para el río Maipo bajo los escenarios RCP4,5 (líneas rojas) y RCP8,5 (líneas azules).

Aplicando el modelo SARIMA propuesto para el escenario RCP4,5 para el caudal del río Maipo, se utilizó como variable de calibración la serie temporal de precipitaciones modelada (Figura 27, líneas rojas, GFDL-ESM2M NOAA). Después de realizar diversos ensayos, se establecieron los parámetros estimados para la en el modelo SARIMA (Tabla 3).

Tabla 3. Parámetros estimados para la en el Modelo SARIMA.

Parámetros	Ar1	A2	Ar3	Ar4	Ar5	Intercept	Precipitación E4.5	Cambio estructural
Estimación	0,613	-0,048	0,041	-0,0025	0,104	145,18	4,2056	-81,9347
Error estándar	0,045	0,053	0,053	0,053	0,045	14,261	1,3304	23,5859

El modelo ajustado se ha seleccionado usando dos criterios:

- (i) Criterios de Información Akaike (AIC).
- (ii) Criterio de información Bayesiana (BIC).

En el trabajo de modelación estadística es de primordial importancia la selección del modelo, es decir, elegir dentro de un conjunto de modelos alternativos el más apropiado para el conjunto disponible de datos (en este caso los índices AIC y BIC). El AIC fue propuesto por Akaike (1974) como un estimador insesgado asintótico de la

información de Kullback-Leibler esperada, entre un modelo candidato ajustado y el verdadero modelo. El BIC fue derivado por Schwarz en 1978 como una aproximación a una transformación de la probabilidad, posterior de un modelo candidato. Los criterios propuestos para el modelo fueron: i) AIC: 5666,45, ii) BIC: 5703,54.

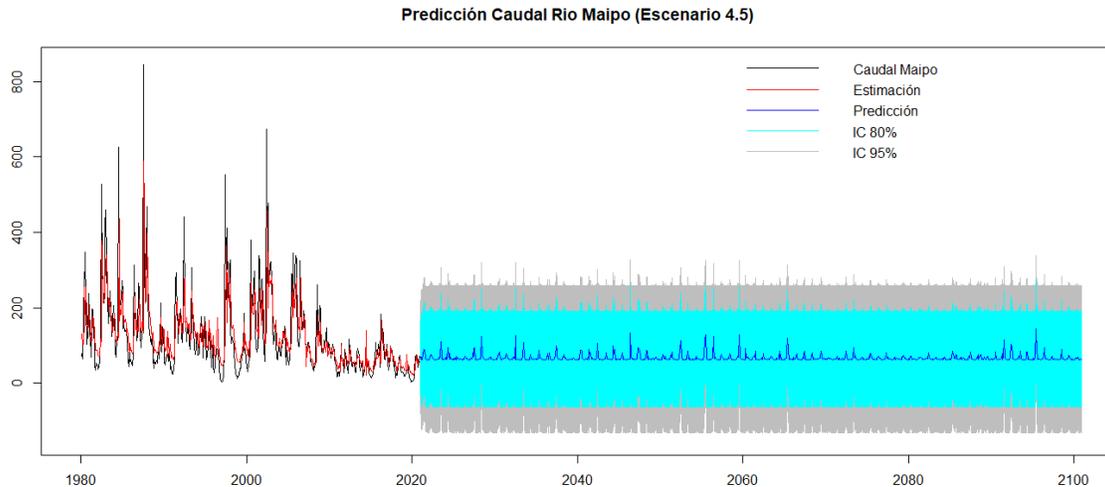


Figura 28. Estimación de los caudales históricos en línea roja y la predicción de caudales a partir del 2020 hasta el 2100 para Río Maipo bajo el escenario RCP4,5.

Para el río Maipo, bajo el escenario RCP4,5, la Figura 28 muestra la serie temporal de los caudales históricos (1980-2019, en línea negra) y la estimación realizada por el modelo SARIMA (línea roja), así como la predicción de caudales a partir del 2020 y hasta el 2100.

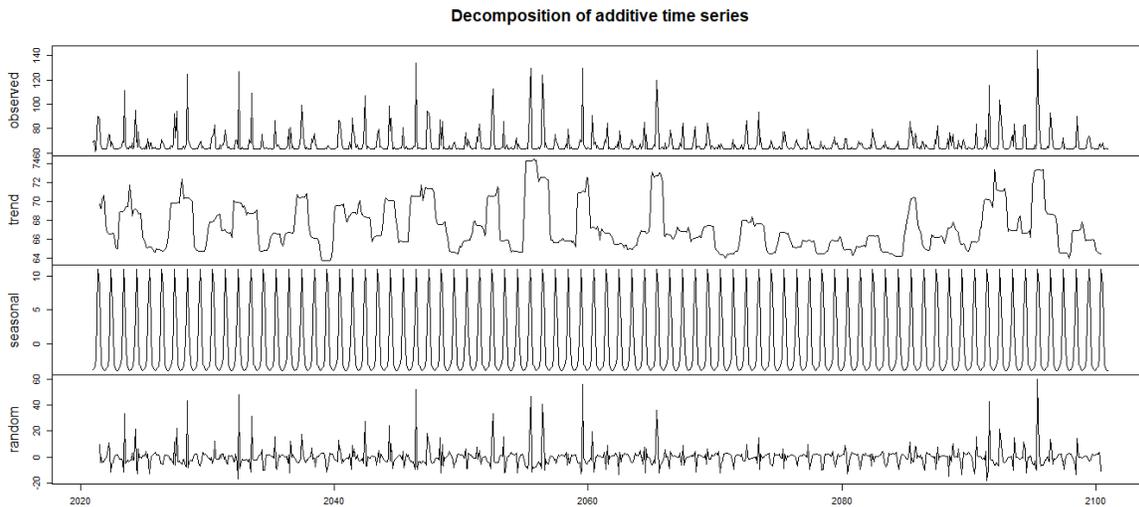


Figura 29. (a) Predicción de los caudales (b) tendencia, (c) Estacionalidad y componente aleatoria, frente al escenario RCP4,5.

La Figura 29 a muestra la predicción de la serie temporal de caudales desde el 2020 hasta el 2100 y su respectiva descomposición en tres componentes: Tendencia de la

serie (Figura 29b), Estacionalidad de la serie predicha (Figura 29 c) y la componente aleatoria, que permite agregar la variabilidad esperada en función de la evolución histórica de los datos (Figura 29d).

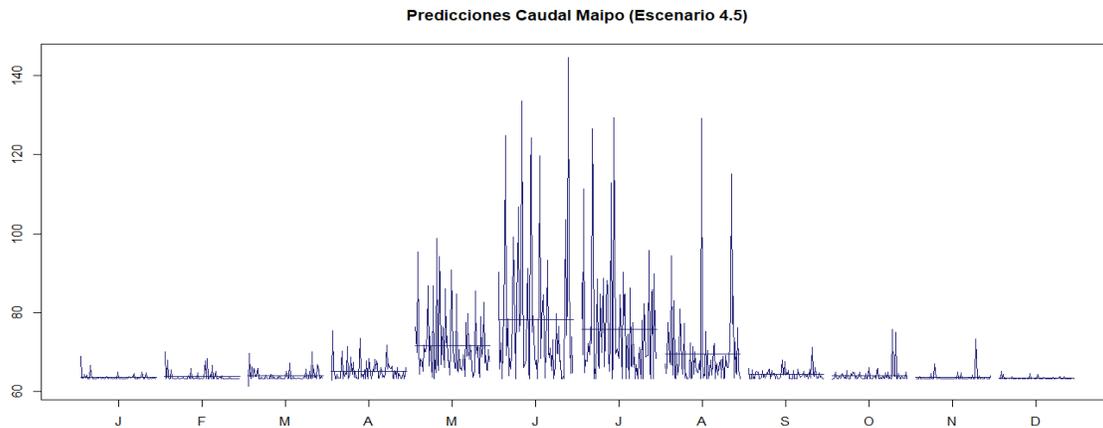


Figura 30. Análisis climatológico de la predicción desde 2020 hasta el 2100, frente al escenario RCP4,5 (Dickey-Fuller=-12,89).

Para comprobar la estacionalidad de la predicción de la serie de caudales (2020-2100) se aplicó la prueba de Estacionariedad de Dickey-Fuller (Figura 30). Cabe destacar que la serie temporal de caudales de la predicción concentra las mayores amplitudes en meses de invierno, lo que guarda relación con el comportamiento histórico de la serie de caudales estudiada. Es posible observar que en los meses de primavera y verano los caudales disminuyen en torno a los 60 m³/s.

Las predicciones de caudales 2020-2100 (Figura 29) muestra en general que las amplitudes de los caudales tienden a seguir la tendencia a la baja, observada en los caudales históricos a partir del 2010 hasta el 2019. El descenso durante este periodo de los caudales históricos ya había sido reportado en capítulo de resultado (punto 5.2.1). La predicción de los caudales hasta el año 2100 muestra un intervalo de confianza entre el 80 y 95%.

Por otro lado, el escenario RCP4,5 se caracteriza por el aumento de la concentración del CO₂ hasta el 2040, descendiendo posteriormente. El impacto del aumento del CO₂ sobre las precipitaciones modeladas (Figura 27, color rojo, ESM2M, NOAA) muestra un descenso a partir del 2060 hasta el 2090. Este resultado es coherente con la predicción de los caudales durante ese mismo periodo.

b) Escenario RCP8,5

Se aplicó el modelo SARIMA para el escenario RCP8,5 sobre el caudal del río Maipo utilizando como variable de calibración la serie temporal de precipitaciones modelada (Figura 27 líneas azules, GFDL-ESM2M NOAA). Los parámetros estimados para la en el modelo SARIMA se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Parámetros estimados para la en el Modelo SARIMA.

Parámetros	Ar1	A2	Ar3	Ar4	Ar5	Intercept	Precip. (mm)E4.5	Cambio estructural
Estimación	0,613	-0,051	0,047	-0,007	0,104	145,289	4,539	-83,0511
Error estándar	0,045	0,053	0,053	0,053	0,045	14,1809	1,461	23,4499

Para el modelo ajustado, los valores del AIC y BIC fueron: 5666,12 y 5703,0 respectivamente.

Para el río Maipo, frente a un escenario más extremo correspondiente al RCP8,5, la Figura 31 muestra la serie temporal de los caudales históricos (1980-2019, en línea negra) y la estimación realizada por el modelo SARIMA (línea roja) y la predicción de caudales a partir del 2020 hasta el 2100.

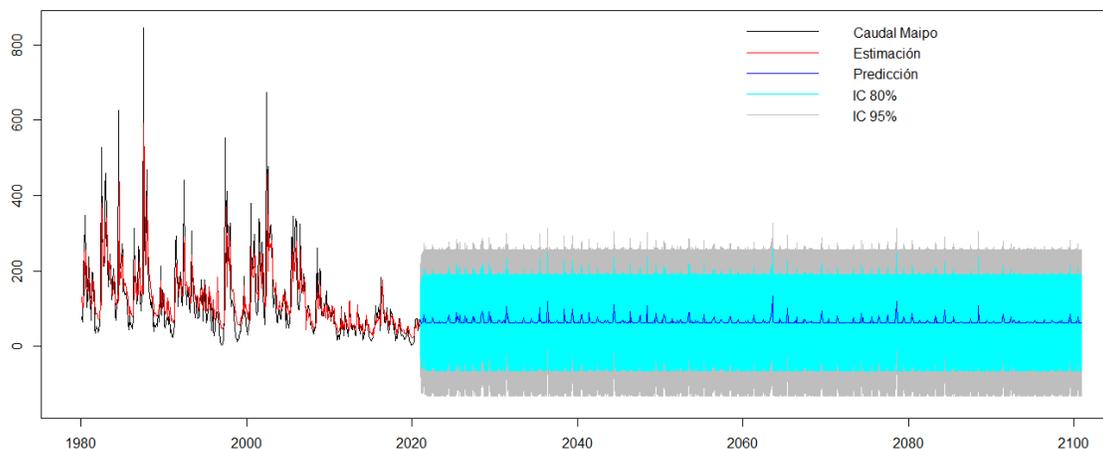


Figura 31. Estimación de los caudales históricos en línea roja y la predicción de caudales a partir del 2020 hasta el 2100 para Río Maipo bajo el escenario RCP8,5.

La Figura 32 muestra el comportamiento de la predicción de la serie temporal de caudales desde 2020 hasta el 2100 y su respectiva descomposición en tres componentes, a saber: Tendencia de la serie (Figura 32b), Estacionalidad de la serie predicha (Figura 32c) y la componente aleatoria, que permite agregar la variabilidad esperada en función de la evolución histórica de los datos (Figura 32.d).

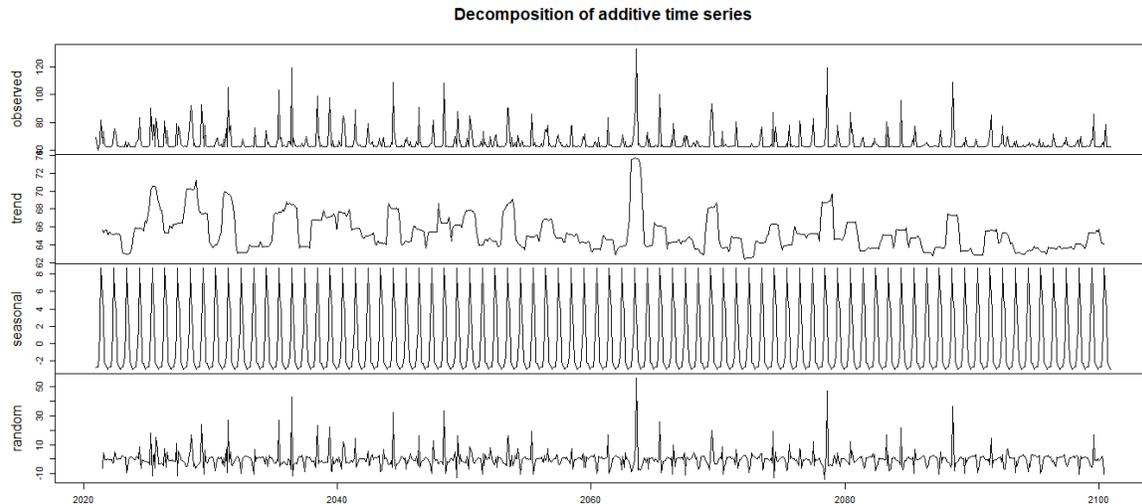


Figura 32. (a) Predicción de los caudales (b) tendencia, (c) Estacionalidad y componente aleatoria, frente al escenario RCP8,5.

En este escenario más extremo (RCP8,5), las concentraciones de CO₂ incrementan en forma indefinida, en cambio, las precipitaciones modeladas (Figura 27, color azul, ESM2M, NOAA) muestran un suave descenso de las amplitudes hasta el 2100. Asimismo, las predicciones del modelo estadístico verifican que las amplitudes tienden a seguir el mismo patrón reportado por las precipitaciones modeladas (Figura 32).

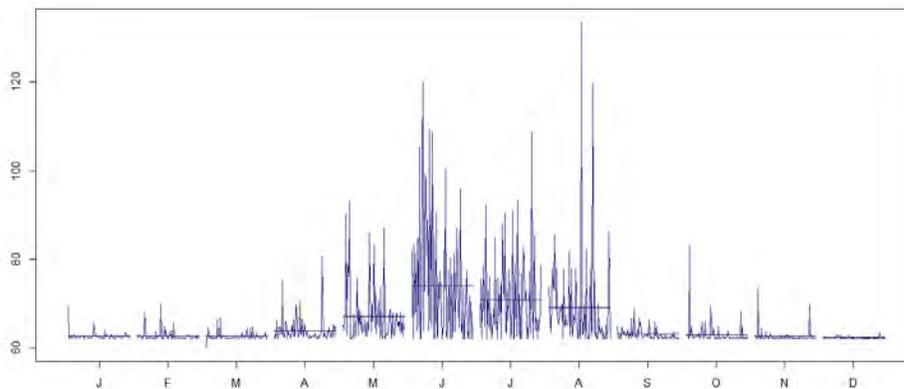


Figura 33. Análisis climatológico de la predicción desde 2020 hasta el 2100, frente al escenario RCP8,5.

Por otro lado, la prueba estadística de Estacionariedad de Dickey-Fuller (Figura 33) entrega el valor de -12,124. La serie temporal de caudales predichos (2020-2100) tienen un patrón estacional. La predicción concentra las mayores amplitudes de los caudales en los meses de invierno, lo que guarda relación con el comportamiento histórico de la serie estudiada. Es posible observar que en los meses de primavera y verano los caudales disminuyen en torno a los 60 m³/s.

5.2.5.2. Macrozona Sur, río Biobío

a) Escenario RCP4,5

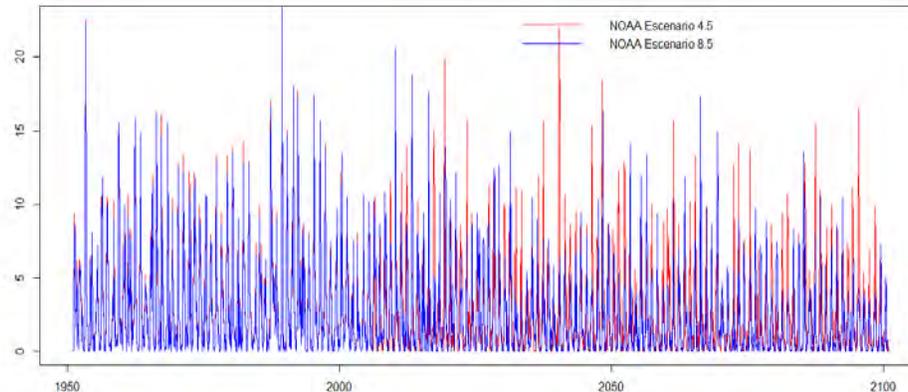


Figura 34. Precipitaciones modeladas por el río Biobío bajo los escenarios RCP4,5 y RCP8,5.

El modelo SARIMA para el escenario RCP4,5 sobre la serie de caudal del río Biobío, utilizó como variable de calibración la serie temporal de precipitaciones modelada (Figura 34 líneas azules, GFDL-ESM2M NOAA). Los parámetros estimados para la en el modelo SARIMA se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Parámetros estimados del Modelo SARIMA.

Parámetro	Ar1	A2	Ar3	Ar4	Ar5	Intercept	Precipit E4,5	Cambio estructural
Estimación	1,5830	-0,8194	-1,055	0,3684	0,1960	989,7747	12,2871	-376,5290
Error estándar	0,0423	0,0429	0,0734	0,0686	0,0464	39,7906	6,0088	73,4166

Para el modelo ajustado, los valores del AIC y BIC fueron 9061,46 y 9101,02, respectivamente.

Para el río Biobío bajo un escenario moderado RCP4,5, la Figura 35 muestra la serie temporal de los caudales históricos (1970-2019, en línea negra) y la estimación realizada por el modelo SARIMA (línea roja), así como la predicción de caudales a partir del 2020 hasta el 2100.

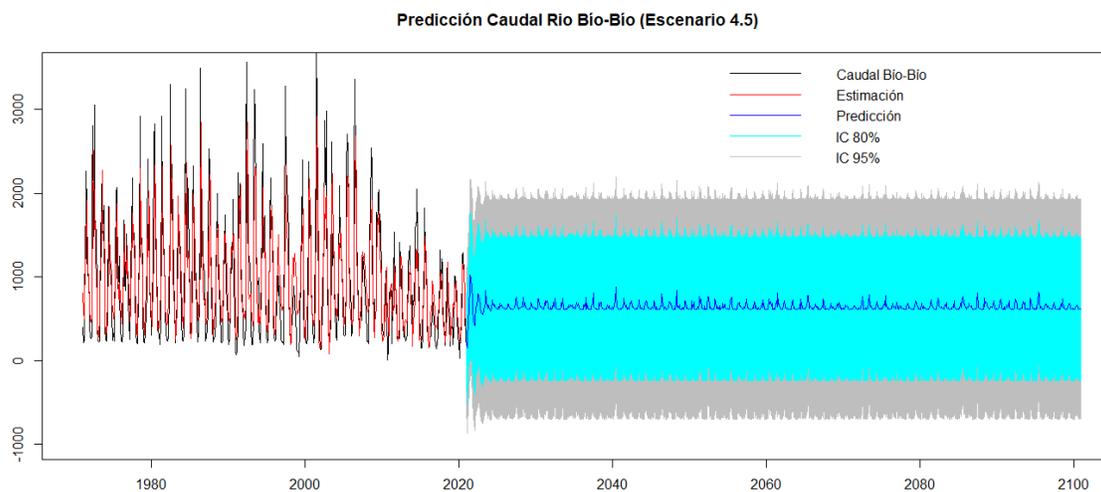


Figura 35. Estimación de los caudales históricos en línea roja y la predicción de caudales a partir del 2020 hasta el 2100 para Río Biobío bajo el escenario RCP4,5.

La Figura 36 a muestra el comportamiento de la predicción de la serie temporal de caudales desde 2020 hasta el 2100 y su respectiva descomposición en tres componentes: tendencia de la serie (Figura 36b), estacionalidad de la serie predicha (Figura 36 c) y la componente aleatoria, que permite agregar la variabilidad esperada en función de la evolución histórica de los datos (Figura 36 d).

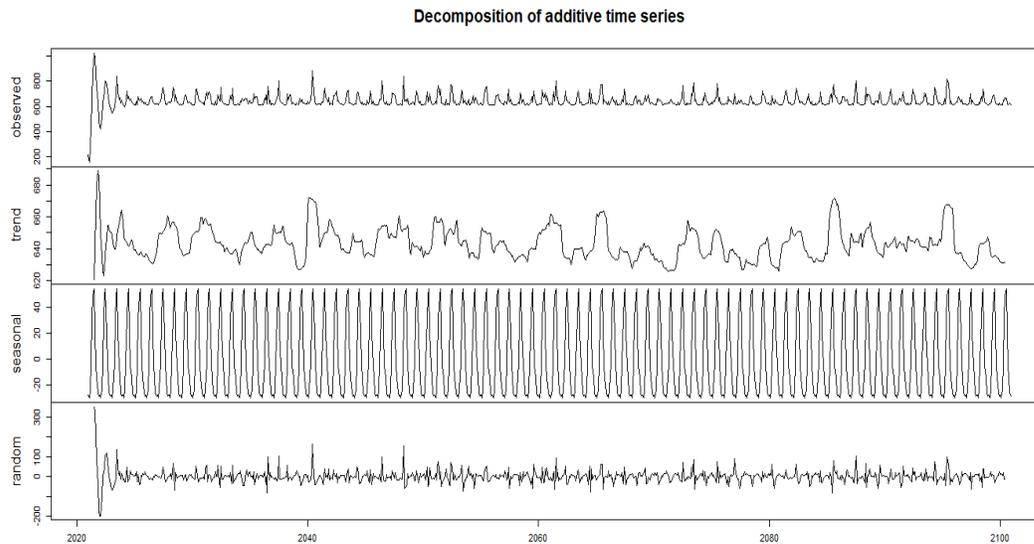


Figura 36. (a) Predicción de los caudales (b) tendencia, (c) Estacionalidad y componente aleatoria, frente al escenario RCP4,5.

En el escenario RCP4,5 las precipitaciones obtenidas del modelo (Figura 34, color rojo, ESM2M, NOAA) muestran una leve disminución de las amplitudes a partir del 2020. La estimación del modelo estadístico reproduce las fluctuaciones temporales de los caudales históricos entre 1970 hasta el 2019 (Figura 35, color rojo).

La predicción del modelo estadístico evidencia que la serie temporal de caudales (Figura 35) sigue la tendencia promedio observada de los caudales históricos a partir del 2010 hasta el 2019, y las fluctuaciones de las amplitudes de los caudales son dadas por los intervalos de confianza entre 80 y 95%, respectivamente. La predicción de los caudales hasta el 2100 no muestra fluctuaciones abruptas y tiende a mantenerse constante en el tiempo, coincidiendo con la tendencia mostrada por las precipitaciones modeladas (Figura 34, color rojo, ESM2M, NOAA).

La prueba de Estacionariedad de Dickey-Fuller (Figura 37) entrega el valor de -12,821. La serie temporal de caudales predichos (2020-2100) exhibe un claro comportamiento estacional. La predicción realizada concentra las mayores amplitudes de los caudales en los meses de invierno, lo que guarda relación con el comportamiento histórico de la serie estudiada. Es posible ver que en los meses de primavera y verano los caudales disminuyen en torno a los $600 \text{ m}^3/\text{s}$.

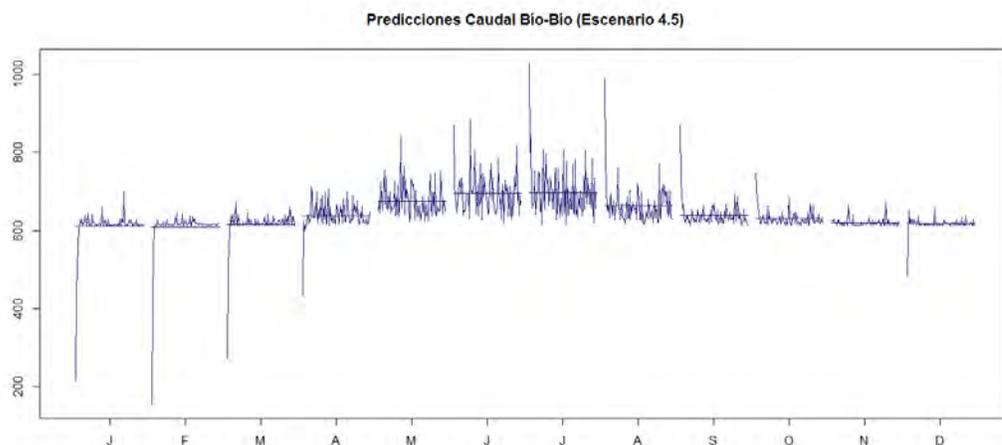


Figura 37. Análisis climatológico de la predicción desde 2020 hasta el 2100, frente al escenario RCP4,5.

b) Escenario RCP8,5

En el escenario RCP8,5, el modelo SARIMA propuesto para el caudal del río Biobío utilizó como variable de calibración la serie temporal de precipitaciones modelada (Figura 34 líneas azules, GFDL-ESM2M NOAA). La Tabla 6 muestra los parámetros estimados para el modelo SARIMA. Para el modelo ajustado, los valores del AIC y BIC fueron 9061,46 y 9101,02, respectivamente.

Bajo al escenario más extremo RCP8,5 para el caso del río Biobío, la Figura 38 muestra la serie temporal de los caudales históricos (1970-2019, en línea negra) y la estimación realizada por el modelo SARIMA (línea roja), así como la predicción de caudales a partir del 2020 hasta el 2100.

Tabla 6. Parámetros estimados para la en el Modelo SARIMA.

Parámetros	Ar1	A2	Ar3	Ar4	Ar5	Intercepto	Precip (mm), E4.5	Cambio estructural
Estimación	0,613	-0,051	0,047	-0,007	0,104	145,289	4,539	-83,0511
Error	0,045	0,053	0,053	0,053	0,045	14,1809	1,461	23,4499

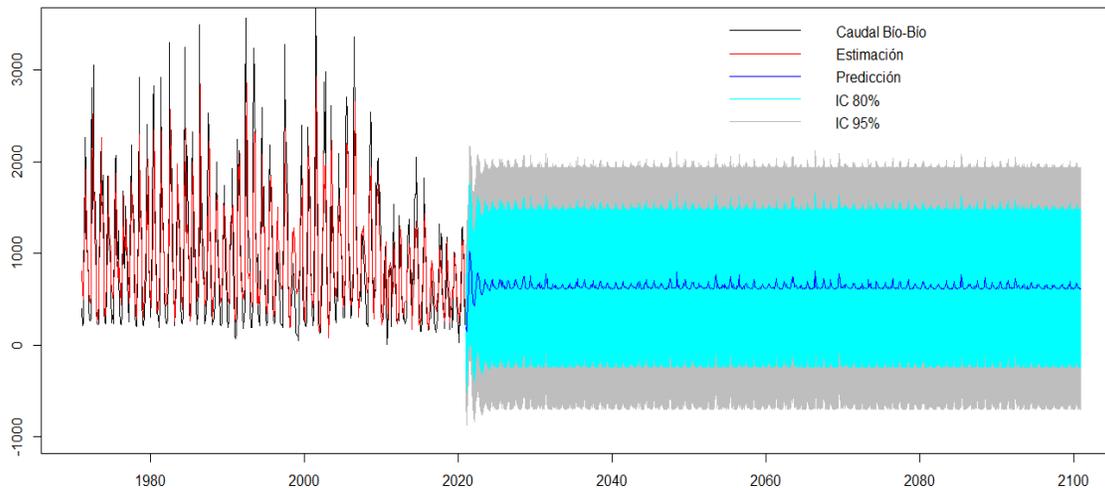


Figura 38. Estimación de los caudales históricos en línea roja y la predicción de caudales a partir del 2020 hasta el 2100 para Río Biobío bajo el escenario RCP8,5.

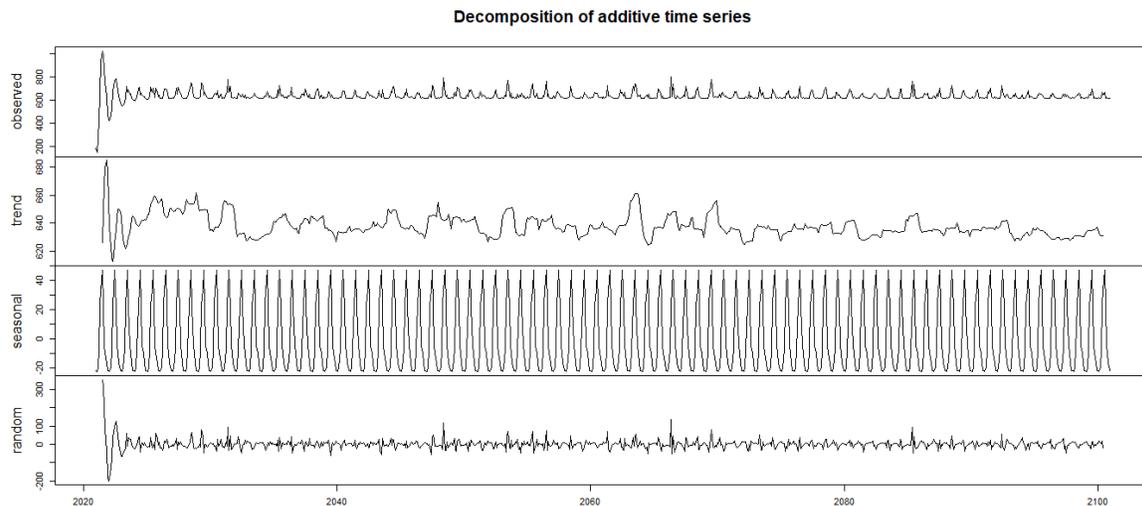


Figura 39. (a) Predicción de los caudales (b) tendencia, (c) Estacionalidad y componente aleatoria, frente al escenario RCP8,5.

La Figura 39 a muestra el comportamiento de la predicción de la serie temporal de caudales en el período 2020-2100 y su respectiva descomposición en tres componentes: Tendencia de la serie (Figura 39 b), Estacionalidad de la serie predicha (Figura 39 c) y la componente aleatoria, que permite agregar la variabilidad esperada en función de la evolución histórica de los datos (Figura 39 d).

En el escenario RCP8,5, los caudales históricos (1970-2019) fueron estimados por el modelo estadístico (Figura 39 a), reproduciendo las fluctuaciones y las tendencias promedio. La predicción de los caudales mostrada por el modelo estadístico reproduce las oscilaciones y la tendencia a disminuir en el tiempo, siendo esto coherente con los patrones mostrados por las precipitaciones modeladas (Figura 34, color rojo, ESM2M, NOAA).

Por otro lado, la prueba estadística de Estacionariedad de Dickey-Fuller (Figura 40) entregó el valor de -13,426. La serie temporal de caudales predichos (2020-2100) como fue reseñado para escenarios anteriores, presentan igualmente un patrón estacional. La predicción realizada concentra las mayores amplitudes de los caudales en los meses de invierno, lo que fue consistente con la señal histórica de la serie estudiada. Es posible ver que en los meses de primavera y verano los caudales disminuyen en torno a los 600 m³/s.

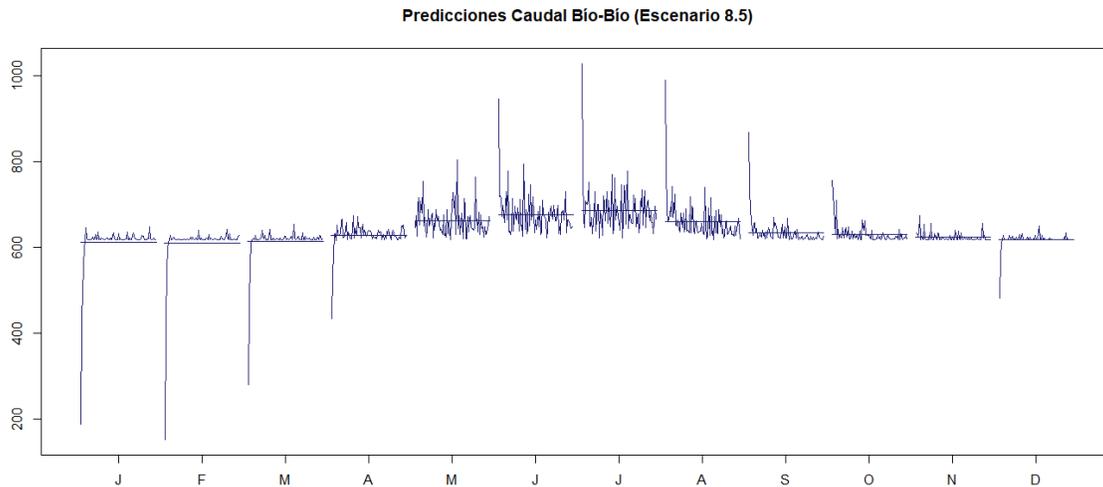


Figura 40. Análisis climatológico de la predicción desde 2020 hasta el 2100, frente al escenario RCP4,5.

5.2.6. Cobertura de las plumas de ríos

5.2.6.1. Escala anual

Para dimensionar las coberturas de las plumas de los ríos Aconcagua, Maipo, Maule, Itata y Biobío, se realizaron climatologías estacionales de las imágenes satelitales de Rrs645, considerando el valor umbral de 0,001 sr⁻¹ para delimitar las plumas en la región costera, las que se presentan en la Figura 41. Las máximas coberturas areales fueron reportadas para la estación invernal, especialmente para el caso de los ríos del sur (ríos Maule, Itata y Biobío) que revelan plumas extensas meridionalmente en torno las 60 mn de extensión. La cobertura areal para el período otoñal refleja un comportamiento similar al de invierno, pero con coberturas menores. Estas coberturas difieren sustancialmente de las reportadas para el verano y la primavera, donde las coberturas reducen claramente su expresión espacial. Por último, resaltar la muy escasa extensión espacial de la pluma del río Aconcagua (el más septentrional de la serie de ríos ensayados).

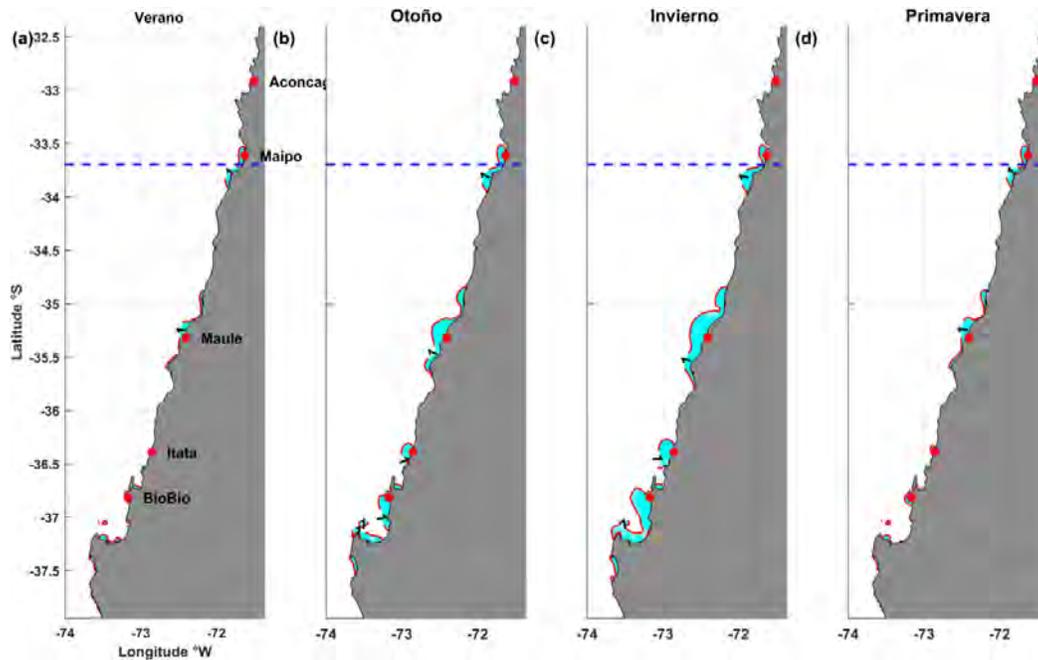


Figura 41. Climatología de la cobertura areal de las plumas de los ríos ensayados, considerando como umbral el límite de $0,001 \text{ sr}^{-1}$. La línea blanca punteada indica el límite de las macrozonas norte y sur consideradas en este estudio.

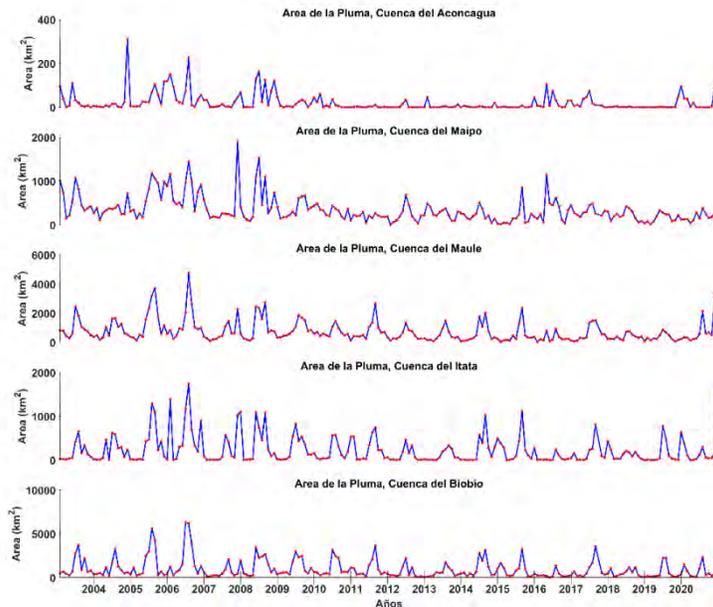


Figura 42. Series temporales (en la escala mensual) de la cobertura areal (Km^2) de las plumas de los ríos Aconcagua, Maipo, Maule, Itata y Biobío. Los puntos rojos indican los meses de la serie y son unidos con líneas continuas azul.

La Figura 42 muestra la distribución temporal de la cobertura areal (Rrs_{645}) de las plumas de los ríos Aconcagua, Maipo, Maule, Itata y Biobío, considerando la delimitación a través del valor referencial de $0,001 \text{ sr}^{-1}$. En general, las amplitudes de

las series de cobertura areal asociadas a estas plumas muestran oscilaciones durante el año, muy probablemente relacionadas con un comportamiento estacional. En todas las series analizadas fue posible determinar una tendencia descendente en las amplitudes de las coberturas areales. Las series temporales de cobertura areales de las plumas de los ríos, destaca el área de la pluma promedio del Biobío (~950 km²), en segundo lugar, se encuentra el río Maule (~733 km²) y la mínima área la representa el río Aconcagua (~02 km²)

La Figura 43 (a1, b1, c1, d1, e1) presenta las series temporales conjuntas de la cobertura areal (km², línea negra) versus el caudal (m³ s⁻¹, línea azul) de los ríos considerados en el estudio. En la gran mayoría de los casos se observa una importante similitud en el comportamiento temporal de las series, revelando claramente la dependencia que tiene la cobertura areal costera de las plumas de los ríos respecto del caudal, lo que verifica la selección del criterio umbral de 0,001 sr⁻¹.

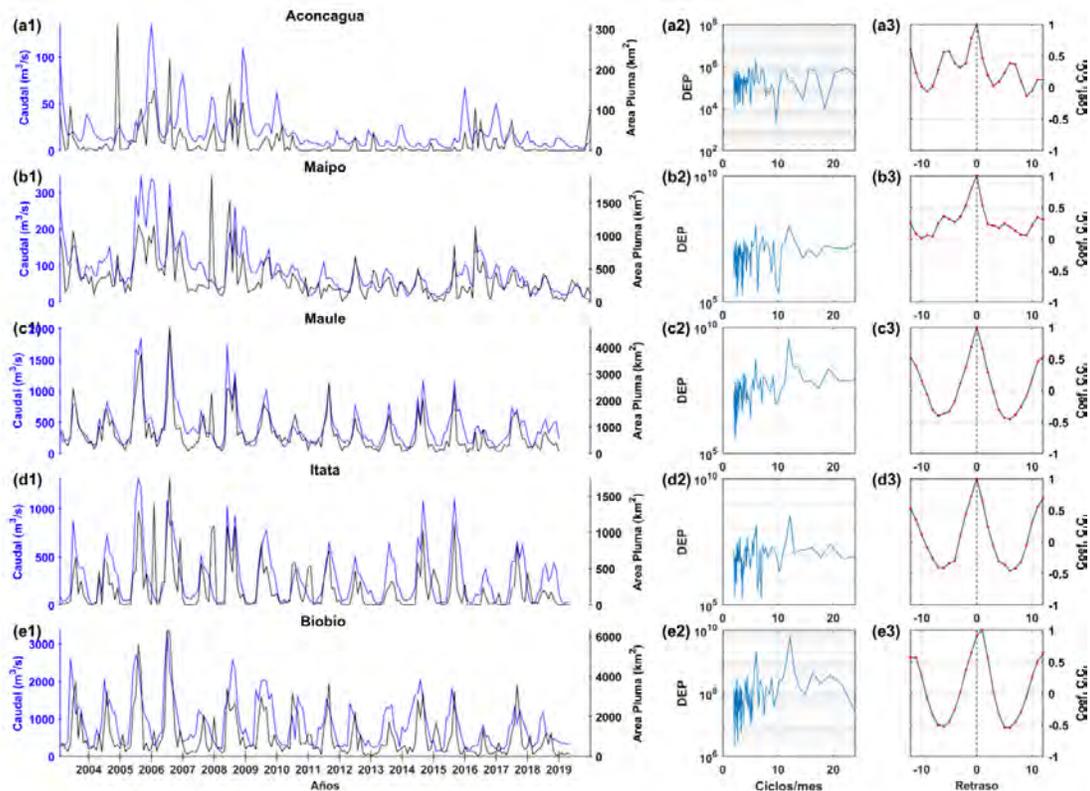


Figura 43. Series de coberturas areales de plumas de ríos ensayados (km², en línea negra) versus caudales (m³ s⁻¹, en línea azul) en la escala mensual (a1, b1, c1, d1, e1). Densidad espectral de potencia para las series de cobertura areal de las plumas de los ríos (a2, b2, c2, d2, e2). Correlación cruzada entre cobertura areal versus caudales de ríos (a3, b3, c3, d3, e3), los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea azul.

Con el propósito de determinar la eventual estacionalidad de las series ensayadas, se realizaron estimaciones de densidad espectral de potencia para las series de cobertura areal de las plumas de los ríos Aconcagua, Maipo, Maule, Itata y Biobío

(Figura 43 a2, b2, c2, d2, e2). Los resultados de este análisis, en la mayoría de los ríos ensayados (a excepción del río Aconcagua), reflejan una clara señal dominante en la escala de los 12 meses, destacando un marcado comportamiento estacional de las coberturas areales de las plumas. Asimismo, destaca la presencia de una señal semianual en la cobertura areal de estos ríos, la cual se manifiesta débilmente (Figura 43 a2, b2, c2, d2, e2).

Con el propósito de evaluar el grado de dependencia de la cobertura areal frente a los caudales, ambas series fueron graficadas considerando la extensión temporal de los caudales (Figura 43 a3, b3, c3, d3, e3). Las correlaciones cruzadas entre ambas series se encuentran en fase (en el mes 0) para los ríos Maipo, Maule, Itata, en tanto que el río Biobío presenta un corrimiento de 1 mes debido probablemente a los aportes del río Itata y/o de los ríos situados en el fondo de saco del golfo de Arauco (Figura 43e3).

5.2.6.2. Escala interanual

La Figura 44 (a1, b1, c1, d1, e1) presenta las series temporales de anomalías interanuales de la cobertura areal (km²) versus el índice MEI (que indica la variabilidad ecuatorial de eventos cálidos El Niño y fríos La Niña).

De acuerdo al análisis realizado para las series interanuales de caudales, precipitaciones y TSM satelital, se demostró la alta correlación existente con la dinámica El Niño/La Niña con anterioridad al año 2010; en cambio desde el 2010 hasta el final de la serie analizada se observó el claro dominio de una fase fría. A pesar de que la serie de la Figura 44 es una serie corta (2003-2019) es posible verificar el impacto que tiene el evento El Niño moderado del año 2007 en las anomalías de la cobertura de las plumas de los ríos ensayados, situación que no se manifiesta en el evento El Niño costero 2015-2016, el que como ya se reseñó está inserto en la fase fría 2010-2019.

Por su parte, los resultados correspondientes a la correlación cruzada entre ambas series analizadas (Figura 44 a2, b2, c2, d2, e2) alcanzan un alto coeficiente en torno a los 24 meses. Este resultado se considera espurio debido a que las series de anomalías muestran dos procesos, el primero el tercio de la serie (2003-2008) el cual está en fase; en tanto que en los dos tercios restantes (2008-2019) las anomalías de cobertura areal considera vida propia sin verificar un patrón de análisis coherente con el índice MEI.

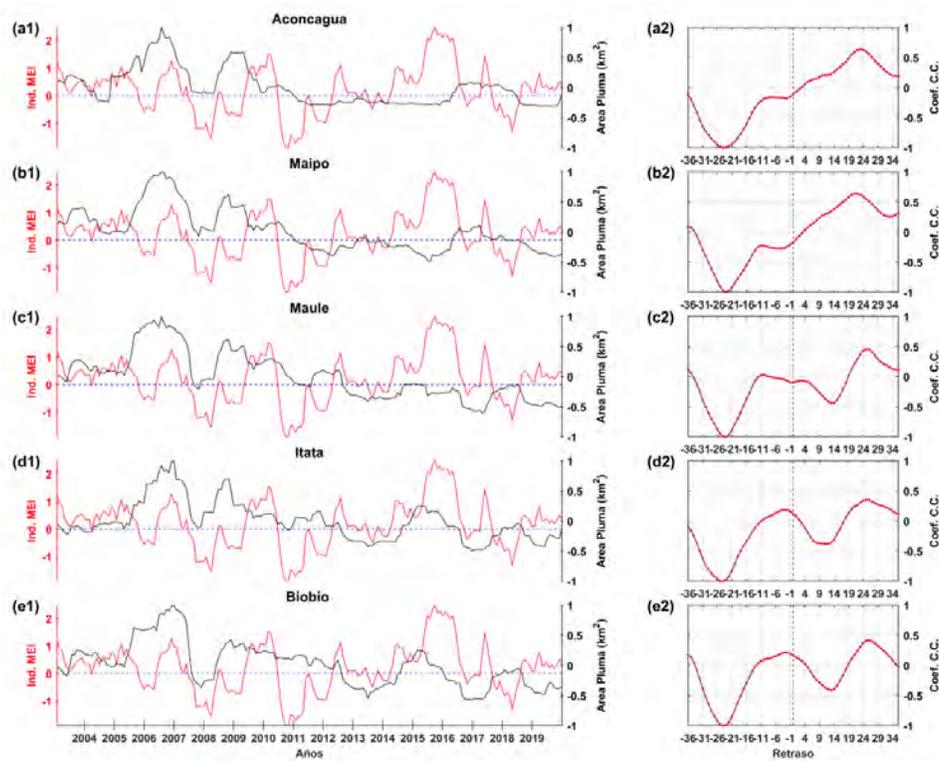


Figura 44. Series de anomalías interanuales de coberturas areales de plumas de ríos (km², línea negra) versus el índice MEI (línea roja, a1, b1, c1, d1, e1). Correlación cruzada entre cobertura areal versus caudales de ríos (a2, b2, c2, d2, e2), los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea azul.

5.2.6.3. Escala interdecadal

El análisis de las anomalías de cobertura areal de las plumas, en la escala interdecadal, no fue posible desarrollarlo por las escasas extensiones temporales de los datos (sólo 16 años).

5.3. RESULTADOS OBJETIVO ESPECÍFICO #2

5.3.1. Selección de localidades (caletas de pescadores)

Con el propósito de dar cumplimiento al objetivo específico 2, que indica “*Caracterizar dos cuencas desde el punto de vista pesquero y determinar la abundancia y distribución de especies de interés comercial*”, y en atención a los Términos Técnicos de Referencia del proyecto, se ha considerado el ensayo de tres casos de estudio, uno referido a la que llamaremos “Macrozona Norte” situada entre Coquimbo y San Antonio, y dos referidos a la “Macrozona Sur” situada entre San Antonio y Corral.

Para la Macrozona Norte, el análisis de los desembarques de recursos pesqueros tradicionalmente capturados por comunidades ribereñas de pescadores artesanales,

ha considerado caletas dispuestas en la Región de Valparaíso; en tanto que para la Macrozona Sur las caletas de pescadores artesanales seleccionadas corresponden a las Regiones del Maule y del Biobío. Las caletas de pescadores artesanales seleccionadas para cada una de estas regiones fueron definidas como localidades piloto (en ambas macrozonas), el cual posibilitó el análisis de información de recursos pesqueros costeros, tanto de peces como moluscos y crustáceos, hacia la detección de relaciones con variables ambientales asociadas a la descarga de aguas continentales en las cercanías de dichas localidades (Figura 45).

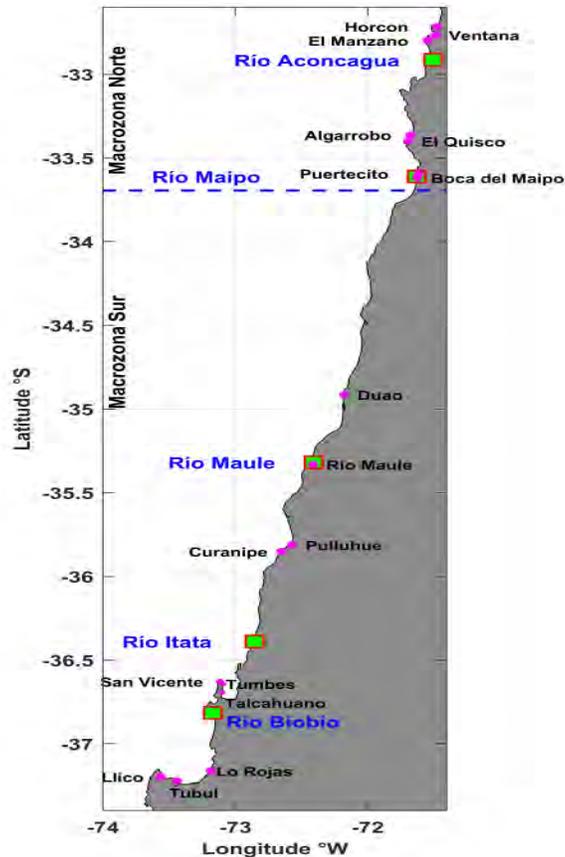


Figura 45. Caletas pesqueras artesanales de las regiones de Valparaíso, Maule y Biobío que poseen desembarques de ~35 años en la escala mensual, para al menos un recurso pesquero asociado al grupo de los peces, moluscos y crustáceos.

El D.S. N°632 del Ministerio de Defensa Nacional, Subsecretaría de Marina fechado el 18 de enero de 2014, que modifica los D.S. (M) N°337 del 15 de noviembre de 2004, y D.S.(M) N°240 del 3 de agosto de 1998, establece la nómina oficial de caletas de pescadores artesanales para todo el país. El mismo documento señala en referencia a las regiones analizadas, que el número oficial de caletas en cada una de las regiones ensayadas es el siguiente: a) Región de Valparaíso: 26 caletas (sin incluir las 7 caletas de la región insular), b) Región del Maule: 13 caletas, y c) Región del Biobío: 72 caletas.

La aplicación de los criterios de selección reseñados en la Sección Metodología de Trabajo, ha permitido seleccionar finalmente a 7 caletas para la Región de Valparaíso, 4 caletas artesanales para la Región del Maule, y 6 caletas para la Región del Biobío. El detalle de las caletas seleccionadas se muestra en la Figura 45, y en la Tabla 7. En general, las series mensuales para las especies seleccionadas de peces, moluscos y crustáceos, tuvieron una extensión de ~35 años, entre 1985-2019.

Tabla 7. Caletas pesqueras artesanales seleccionadas para la Región de Valparaíso, Maule y Biobío, por disponer de al menos un recurso pesquero para cada grupo (peces, moluscos, crustáceos), con extensión mensual de ~35 años.

Región	PECES	MOLUSCOS	CRUSTÁCEOS
Valparaíso	Boca del Maipo	Horcón	Horcón
	El Quisco	Ventanas	El Manzano
	Puertecito SNO	Algarrobo	
Maule	Duao		
	Río Maule		
	Pelluhue		
	Curanipe		
Biobío	Talcahuano	Talcahuano	Talcahuano
	Tumbes	Tumbes	
	San Vicente	San Vicente	
	Lo Rojas	Tubul	
		Lico	

La extensión de las series de datos de desembarque de peces, moluscos y crustáceos (Datos de Sernapesca) permitió analizar la información biológico-pesquera y ambiental (caudal y precipitaciones) en una escala mensual como mínimo. Esta escala mensual de las series de datos posibilitó abordar los análisis en relación con procesos costeros de escalas distintas, a saber:

- a) Escala intra-anual, vinculada principalmente con procesos estacionales que modulan la producción biológica del sistema costero de la región central de Chile (*e.g.* surgencia costera).
- b) Escala interanual, asociada principalmente con la variabilidad interanual de indicadores pesqueros (especialmente) y socio-económicos modulados por la señal del ciclo ENOS en sus fases frías y cálidas (La Niña, El Niño).

A partir de las series de desembarque de peces, moluscos y crustáceos correspondientes a la selección final de las caletas pesqueras en cada una de las tres regiones correspondientes a las macrozonas norte y sur, se consideró al menos dos caletas artesanales por región, cuyos desembarques están relacionados con sitios de pesca o extracción situados en las cercanías de la descarga de ríos, o estén asociados a la dinámica de la distribución espacial de plumas fluviales en la región costera.

Para el caso de las regiones de la macrozona sur (Regiones del Maule y del Biobío), los ríos seleccionados en cuanto a la extensión de las series de tiempo de su caudal fueron: río Maule (Región del Maule) y ríos Itata y Biobío (Región del Biobío), en esta última región también se analizó el impacto que pudiese tener los ríos de menor caudal situados en el fondo de saco del golfo de Arauco (*e.g.*, Laraquete, Tubul, Raqui, Arauco) en la extracción costera especialmente de moluscos y crustáceos. Para el caso de la macrozona norte (Región de Valparaíso) los ríos seleccionados en cuanto a la extensión de las series de tiempo de su caudal han sido los ríos Aconcagua y Maipo.

Con esta selección de ríos y caletas artesanales, se analizó las series de datos bio-pesqueras (desembarques) y ambientales (caudales de ríos), para seleccionar las caletas pilotos en cada macrozona.

5.3.2. Caracterización de recursos pesqueros en caletas de las regiones de estudio

A partir de la información de desembarque en la escala mensual provista por el Servicio Nacional de Pesca, para cada una de las localidades (caletas) se identificó los recursos marinos históricamente explotados por las comunidades ribereñas de pescadores artesanales en cada una de las regiones de estudio, los que posteriormente fueron considerados para la modelación conjunta con las series ambientales de caudal y precipitaciones.

Una caracterización general identificación, composición y cuantificación de los recursos pesqueros en el área de estudio, destacó lo siguiente (Sernapesca 2019):

- Región de Valparaíso:
Peces: 86 especies, Moluscos: 20 especies, Crustáceos: 17 especies.
- Región del Maule:
Peces: 55 especies, Moluscos: 14 especies, Crustáceos: 13 especies.
- Región del Biobío:
Peces: 82 especies, Moluscos: 27 especies, Crustáceos: 19 especies.

Con el propósito de seleccionar desde estas especies marinas tradicionalmente explotadas, aquellas que posibiliten realizar un seguimiento continuo del desembarque para cada caleta seleccionada en ambas macrozonas, se aplicaron los criterios explicitados en la metodología generando como resultado la selección de especies costeras de peces, moluscos y crustáceos que dominan la explotación histórica artesanal en aquellas caletas seleccionadas en las regiones de Valparaíso, Maule y Biobío, la cual se presenta en la Tabla 8, y correspondió a:

- Región de Valparaíso:
Peces: 5 especies, Moluscos: 2 especies, Crustáceos: 2 especies.

- **Región del Maule:**
Peces: 5 especies, Moluscos: 0 especies, Crustáceos: 0 especie.

Región del Biobío:
Peces: 4 especies, Moluscos: 5 especies, Crustáceos: 2 especies.

Tabla 8. Recursos pesqueros dominantes en los desembarques de peces, moluscos y crustáceos costeros en las Macrozonas Norte (Región de Valparaíso) y Sur (Regiones de Maule y Biobío), considerando las caletas seleccionadas. Los nombres científicos de cada especie o recurso, fueron obtenidos desde http://www.sernapesca.cl/sites/default/files/nomina_de_especies.pdf

Peces	Especie	Moluscos	Especie	Crustáceos	Especie
Macrozona Norte (Región de Valparaíso)					
Congrio colorado	<i>Genypterus chilensis</i>	Almeja	<i>Venus antiqua</i>	Jaiba mora	<i>Homalaspis plana</i>
Congrio negro	<i>Genypterus maculatus</i>	Lapa	<i>Fissurella spp.</i>	Jaiba peluda	<i>Cancer spp.</i>
Corvina	<i>Cilus gilberti</i>				
Lisa	<i>Mugil cephalus</i>				
Róbalo	<i>Eleginops maclovinus</i>				
Macrozona Sur (Región del Maule)					
Congrio negro	<i>Genypterus maculatus</i>				
Corvina	<i>Cilus gilberti</i>				
Lisa	<i>Mugil cephalus</i>				
Róbalo	<i>Eleginops maclovinus</i>				
Congrio colorado	<i>Genypterus chilensis</i>				
Macrozona Sur (Región del Biobío)					
Congrio colorado	<i>Genypterus chilensis</i>	Almeja	<i>Venus antiqua</i>	Jaiba peluda	<i>Cancer spp.</i>
Congrio negro	<i>Genypterus maculatus</i>	Cholga	<i>Aulacomya</i>	Picoroco	<i>Austromegabalanus psittacus</i>
Pejerrey de mar	<i>Odontesthes regia</i>	Huepo	<i>Ensis macha</i>		
Machuelo	<i>Ethmidium maculatum</i>	Navajuela	<i>Tagelus</i>		
		Taquilla	<i>Mulinia edulis</i>		

5.3.3. Distribución de plumas de ríos y caletas seleccionadas

A partir de las imágenes satelitales Rrs645 para el área de estudio, se obtuvo un promedio total para el período 2003-2020. La Figura 46 exhibe la extensión de las plumas fluviales de los ríos seleccionados en el área prospectada, esto es: río Aconcagua, río Maipo, río Maule, río Itata y río Biobío. Resalta la alta extensión de las plumas de los ríos Maipo, Maule y Biobío, cuya cobertura integra a la ubicación geográfica de las diversas caletas consideradas en el estudio. El análisis estacional realizado para estas imágenes satelitales estableció las mayores extensiones de las plumas durante invierno y otoño, las que disminuyen significativamente para el período estival

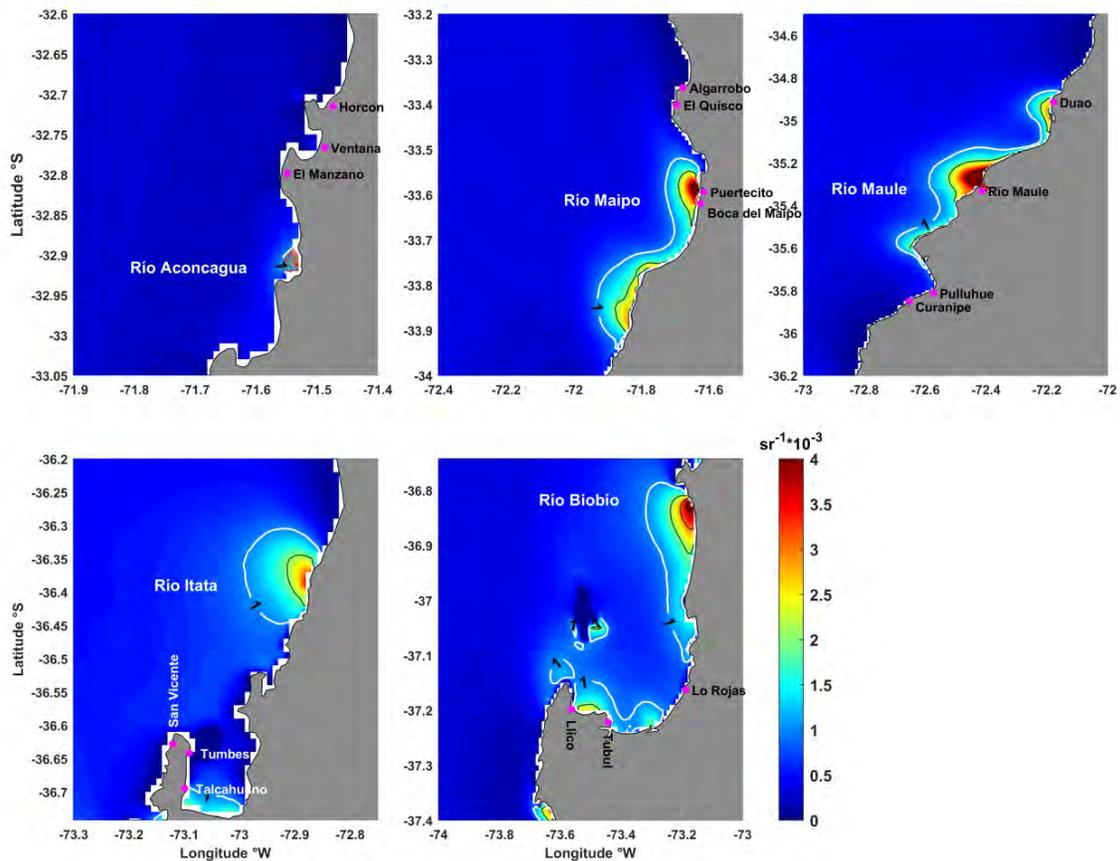


Figura 46. Ubicación geográfica de las caletas artesanales distribuidas en torno a las plumas fluviales de los ríos Aconcagua y Maipo (Región de Valparaíso), río Maule (Región del Maule) y los ríos Itata y Biobío (Región del Biobío).

5.3.4. Series de tiempo de desembarque de recursos pesqueros seleccionados por caleta.

Las series temporales de desembarque (t) de los recursos pesqueros representativos de peces, moluscos y crustáceos, para las diferentes caletas ensayadas en el estudio, se presentan en la Figura 47a la Figura 50.

5.3.4.1. Región de Valparaíso

Para el caso de la Macrozona Norte (Región de Valparaíso), fueron 7 las caletas seleccionadas, a saber: Algarrobo, Horcón, Ventanas, El Manzano, El Quisco, Boca del Maipo y Puertecito SNO.

Las series seleccionadas de peces representaron sólo a las caletas asociadas al río Maipo, en tanto que, para moluscos, ambos ríos (Aconcagua y Maipo) seleccionaron al menos una especie. Por el contrario, para el río Maipo no se verificó la presencia de especies de crustáceos.

El análisis cualitativo de las series para la Región de Valparaíso reveló para los peces (solo para el río Maipo) lo siguiente: a) una extensión mensual de las series en torno a los 35 años, b) la presencia de especies costeras, someras y que habitan frecuentemente ambientes menos salinos (desembocadura de ríos) (lisa, róbalo, corvina), c) la mayoría de las series seleccionadas de peces en esta región presentan una tendencia decreciente en los desembarques, definiendo al menos dos fases distintas, una de altos niveles de desembarque en el primer tercio de la serie, y valores muy disminuidos hacia la última década.

Para el caso de los moluscos, se seleccionaron solo 3 localidades (Algarrobo, Horcón y Ventanas), cuyas series estuvieron caracterizadas por: a) una extensión mensual de las series en torno a los 35 años, b) la mayoría de las series seleccionadas presentan una tendencia decreciente en los desembarques, definiendo al menos dos fases distintas, una de altos niveles de desembarque en el primer tercio de la serie, y valores muy disminuidos hacia el final de la serie, c) la mayor parte de las series presentan heterocedasticidad, donde las amplitudes evidencian alta variabilidad a través de la serie.

Por último, los crustáceos, representadas solo para el río Aconcagua por jaiba peluda y jaiba mora, evidencian un patrón similar de distribución temporal, rescatando las máximas amplitudes de las series. Cabe destacar que sólo la serie de jaiba mora evidencia una tendencia decreciente reseñada frecuentemente en las series anteriores. Es probable que la jaiba peluda también pueda exhibir la tendencia decreciente suponiendo que el primer tercio inexistente de la serie (1985-1995) corresponda también a un período de altos niveles de desembarque.

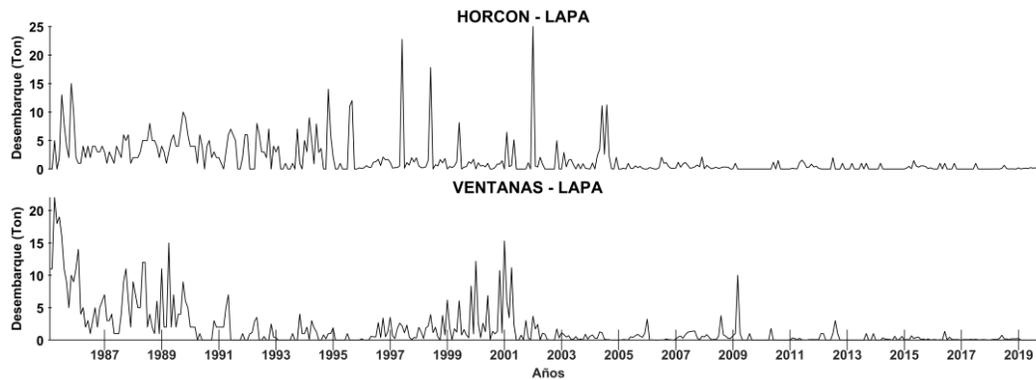


Figura 47. Series temporales de especies de moluscos asociados al río Aconcagua (Región de Valparaíso).

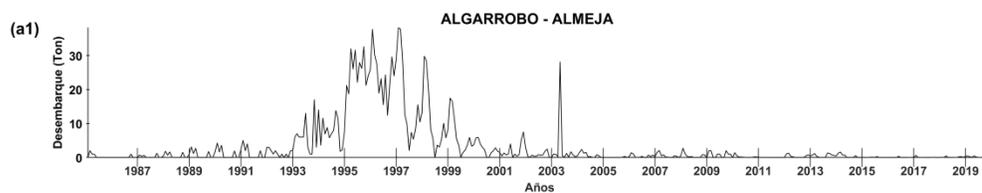


Figura 48. Series temporales de especies de moluscos asociados al río Maipo (Región de Valparaíso).

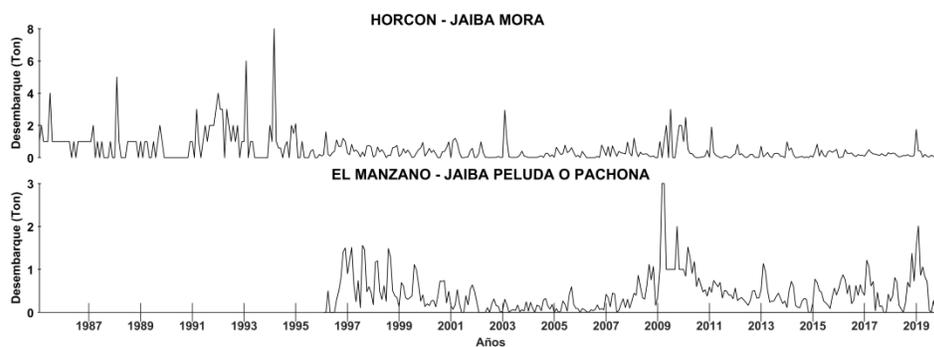


Figura 49. Series temporales de especies de crustáceos asociados al río Aconcagua (Región de Valparaíso).

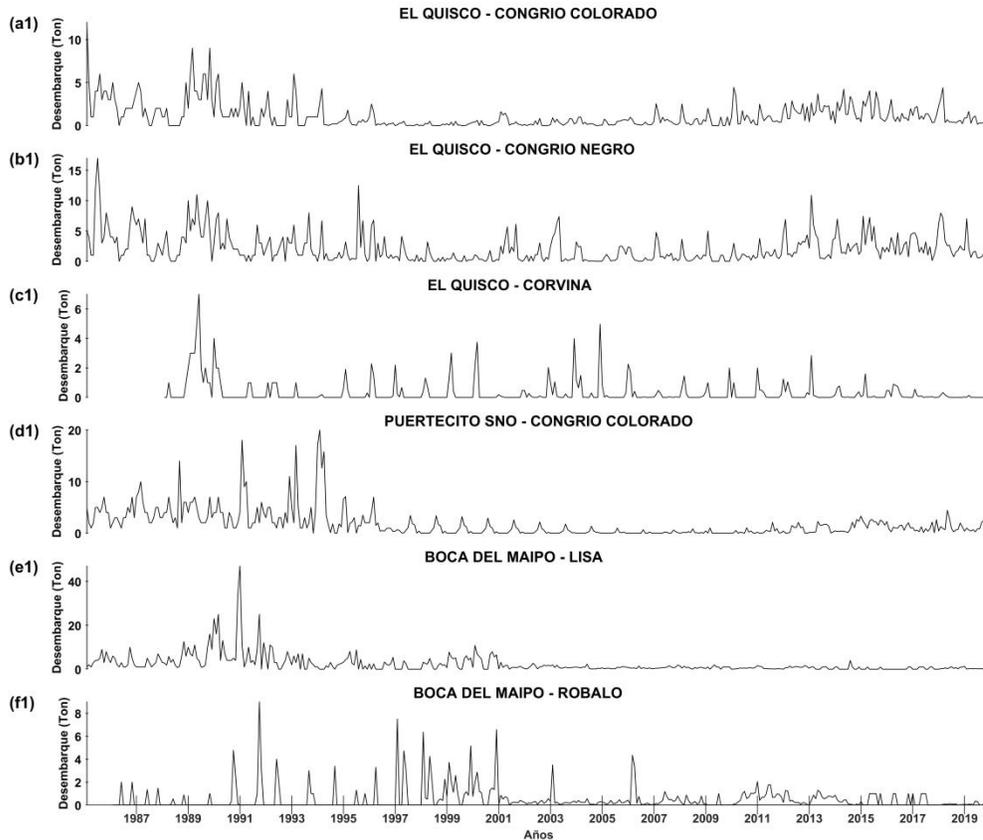


Figura 50. Series temporales de especies de peces asociadas al río Maipo (Región de Valparaíso).

5.3.4.2. Región del Maule

Para el caso de la Región del Maule, fueron 4 las caletas seleccionadas, a saber Dúo, Río Maule, Pelluhue, y Curanipe. En la Región del Maule solo fueron seleccionadas para el análisis especies de peces (congrío negro, corvina, lisa, róbalo y congrío colorado). No fueron seleccionadas para esta región especies de moluscos ni de crustáceos.

El análisis cualitativo de las series para la Región del Maule reveló lo siguiente: a) una extensión mensual de las series en torno a los 35 años, b) la presencia de especies costeras, someras y que habitan frecuentemente ambientes menos salinos como desembocadura de ríos (lisa, róbalo, corvina), c) la mayoría de las series seleccionadas de peces en esta región presentan una tendencia decreciente en los desembarques, definiendo al menos dos fases distintas, una de altos niveles de desembarque en la primera mitad de la serie, y valores muy disminuidos a partir del año ~2005 (Figura 51a1, b1, c1, d1, e1, f1, g1).

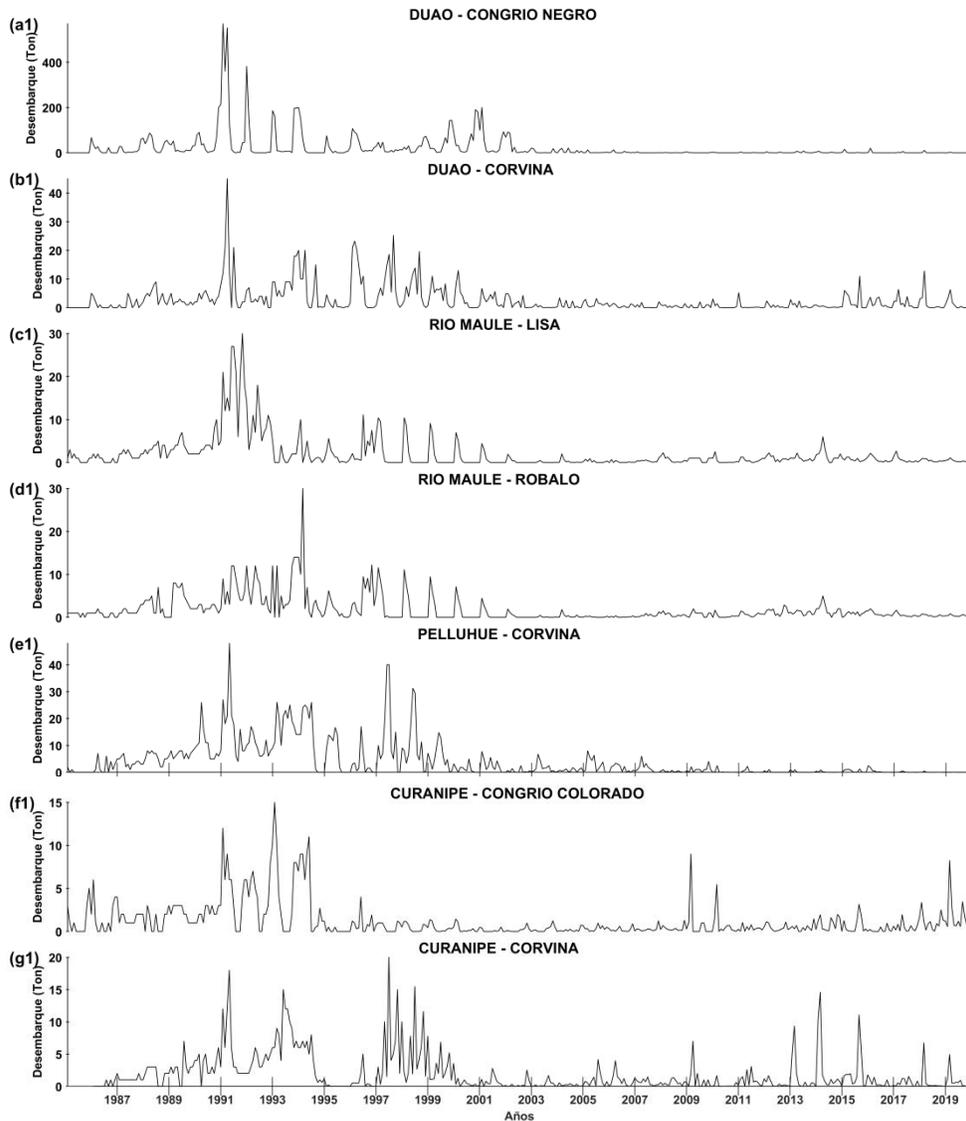


Figura 51. Series temporales de especies de peces asociados al río Maule (Región del Maule).

5.3.4.3. Región del Biobío

En la Región del Biobío fueron seleccionadas un total de 6 caletas artesanales, a saber: Talcahuano, Tumbes, San Vicente, Lo Rojas, Tubul y Llico. La selección de las especies de peces asociadas al río Itata correspondieron a: pejerrey de mar, congrio negro y congrio colorado; en tanto que los peces asociados al río Biobío fueron: congrio colorado, tritre y pejerrey de mar.

Los análisis cualitativos de las series de peces para la Región del Biobío mostraron una extensión mensual en torno a los 35 años en la mayoría de los casos, y la presencia de especies caracterizadas por habitar en general, ambientes costeros, someros y menos salinos. Es posible notar que para la mayoría de las series seleccionadas en esta región una tendencia con amplitudes decreciente en los

desembarques partir del período 2003-2007 aproximadamente (Figura 52a1, b1, c1, d1 y Figura 55a1, b1, c1).

Por su parte, las series de tiempo de moluscos seleccionadas para la Región del Biobío totalizaron 5 especies, a saber: almeja, cholga, huego, navajuela y taquilla (Figura 53a1, b1, c1, d1). Para el caso de las especies de moluscos asociados al río Itata, las series temporales exhiben dos fases de amplitudes diferentes, una fase de altos valores de desembarque en el primer cuarto de la serie, para luego disminuir en forma abrupta y permanecer con amplitudes bajas hasta el final de la serie (2019). Para las especies de moluscos asociados al río Biobío (huego, navajuela, taquilla y almeja), se verifican altas amplitudes con tendencia a la disminución, a excepción de la especie navajuela que evidencia amplitudes mayores hacia el final de la serie (2012-2019) (Figura 56 a1, b1, c1, d1).

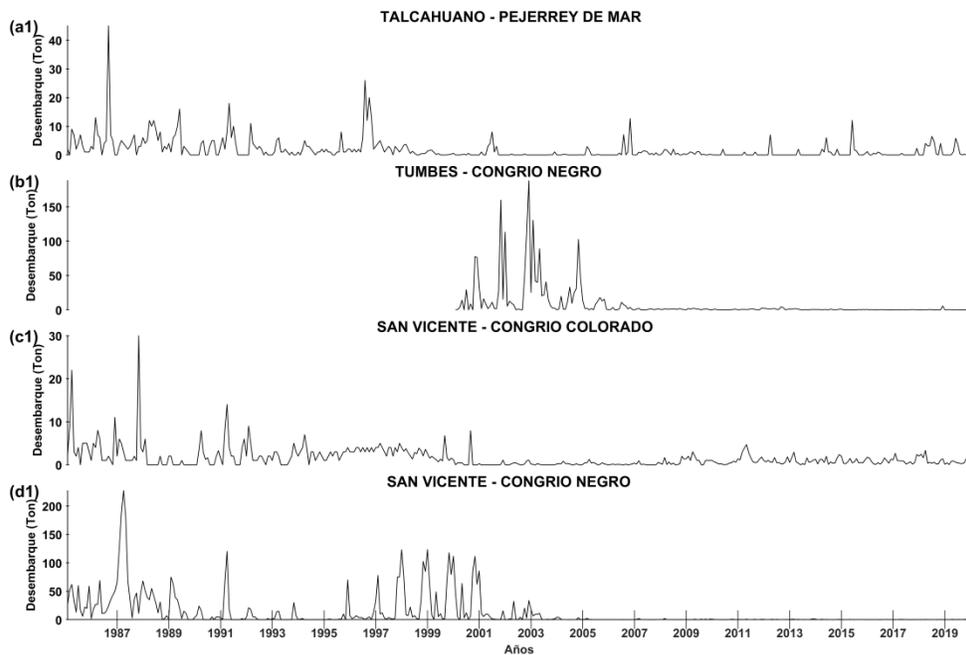


Figura 52. Series temporales de especies de peces asociados al río Itata (Región del Biobío).

Para el caso de los crustáceos, en la Región del Biobío solo fueron seleccionadas dos especies (jaiba peluda y picoroco) asociadas principalmente al río Itata. El análisis cualitativo de las series de crustáceos reveló lo siguiente: a) una extensión mensual de las series en torno a los 28 y 35 años para las especies de jaiba peluda y picorocos, respectivamente, b) ambas especies seleccionadas presentaron una tendencia decreciente en los desembarques, definiendo al menos dos fases distintas, una de altos niveles de desembarque en la primera mitad de la serie, y valores muy disminuidos a partir del año ~1997-2001 (Figura 54 a1, b1).

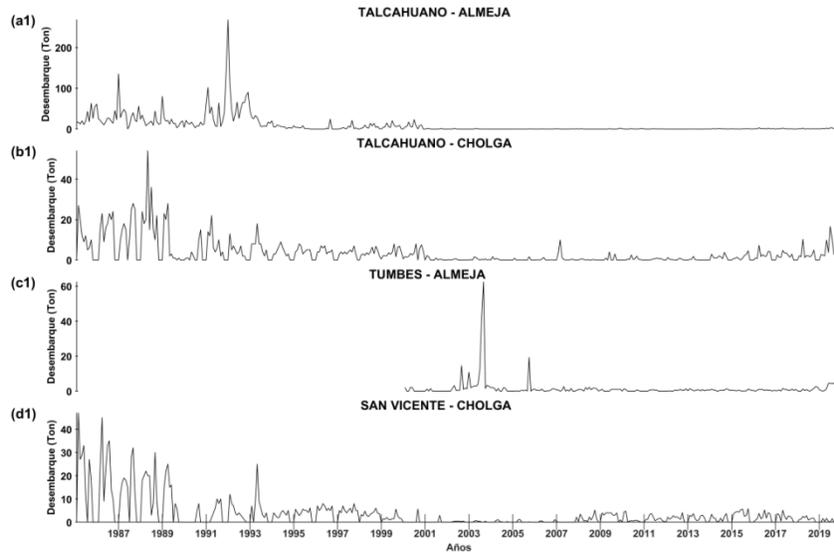


Figura 53. Series temporales de especies de moluscos asociadas al río Itata (Región del Biobío).

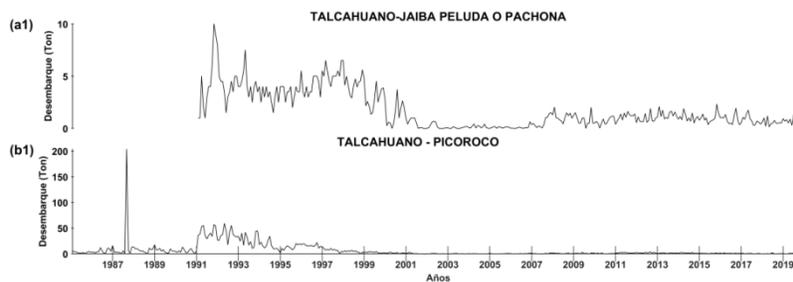


Figura 54. Series temporales de especies de crustáceos asociadas al río Itata (Región del Biobío).

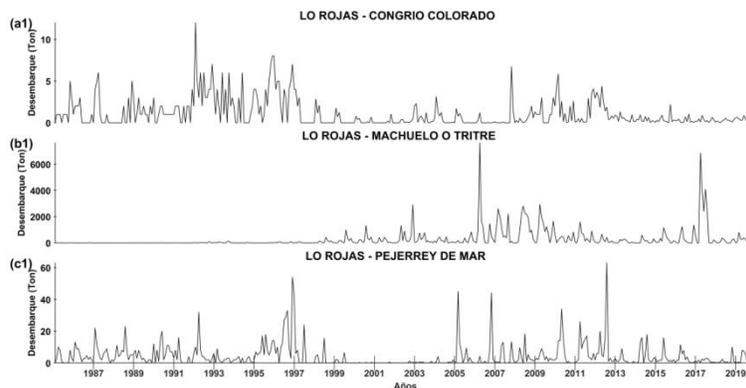


Figura 55. Series temporales de especies de peces asociados al río Biobío (Región del Biobío).

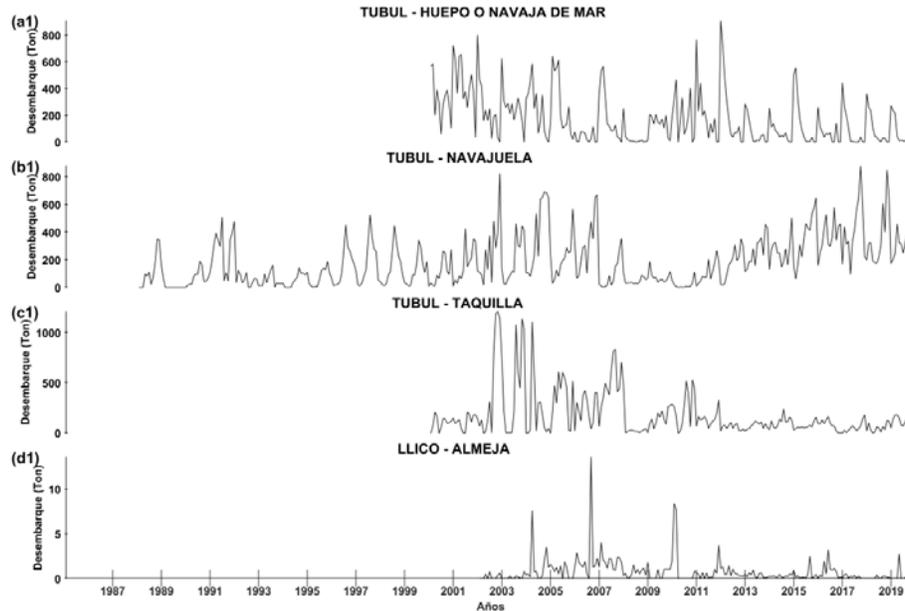


Figura 56. Series temporales de especies de moluscos asociadas al río Biobío (Región del Biobío).

5.3.5. Caracterización de las caletas desde la perspectiva socioeconómica

Una vez finalizado el proceso de selección de las localidades costeras y de las especies marinas, llevado a cabo bajo los criterios establecidos anteriormente y facilitado por la modelación estadística, fue posible avanzar posteriormente con la caracterización socioeconómica comprometida de las caletas seleccionadas en este objetivo.

La revisión de la fuente de información proveniente del Servicio Nacional de Pesca correspondiente a los desembarques por caletas (Anexo 6), usuarios activos y organizaciones de pescadores ha permitido conocer detalles de la actividad pesquera y caracterizar de manera preliminar el ámbito socioeconómico en cada caleta.

Como ya se indicó anteriormente, se realizó una selección de caletas y recursos pesqueros para las regiones de Valparaíso, Maule y Biobío en las cuales se identificaron series de datos históricos del desembarque para realizar los análisis estadísticos indicados. De este modo, esta selección permitió definir cuales caletas serían analizadas desde el punto de vista socioeconómico. Los resultados preliminares se presentan a continuación.

5.3.5.1. Desembarque de recursos pesqueros

a) Región de Valparaíso

En esta región, fueron seleccionadas 7 caletas las cuales correspondieron a: Horcón, Ventana, El Manzano, Algarrobo, El Quisco, El Puertecito y Boca del Maipo (Figura 57). Para caracterizar espacialmente los desembarques provenientes desde la pesca

artesanal desde estas caletas se utilizó información histórica para el periodo de años 2010 al 2020 que incluyó todas las especies desembarcadas durante este periodo. De este modo, se observó que las caletas de El Puertecito y El Manzano han registrado un mayor desembarque acumulado de recursos pesqueros extraídos por pescadores artesanales, aglutinando el 96% del total del desembarque de este grupo de caletas seleccionadas de la región de Valparaíso, lo cual equivale a 284.829 t de recursos pesqueros principalmente, moluscos, peces y algas. Por otro lado, las caletas de Ventana, Algarrobo y Boca del Maipo, representaron los menores desembarques de las caletas seleccionadas, en este caso, ellas aglutinan el 1% del total del desembarque para el periodo 2010 al 2020.

En Horcón se observó que los principales desembarques registrados (superiores a 15 t en todo el periodo) correspondieron a 14 especies hidrobiológicas (Figura 58), subdivididas en 5 grupos de especies, en los cuales se identificaron 3 pertenecientes al grupo de las algas, 3 al grupo de los crustáceos, 2 al grupo de los moluscos, 5 al grupo de los peces y por último a la especie erizo. De ellas las más relevantes en términos del desembarque fueron el huiro negro, huiro palo del grupo de las algas que representaron el 40% del total de los recursos desembarcados para este periodo, y la merluza común y el congrio colorado que representaron un 30% y un 5% respectivamente del desembarque total de esta caleta, lo cual equivale a 1.236,5 t.

En la caleta Ventana se observó que los principales desembarques registrados (superiores a 15 t en todo el periodo) correspondieron a 11 especies hidrobiológicas (Figura 59), subdivididas en 4 grupos de especies, en los cuales se identificaron 4 pertenecientes al grupo de las algas, 1 al grupo de los crustáceos, 3 al grupo de los moluscos, y 3 al grupo de los peces. De ellas las más relevantes en términos del desembarque han sido el huiro palo y huiro negro del grupo de las algas con un 13% y 38% respectivamente, merluza común con un 16% y a jibia o calamar rojo con un 11% respectivamente, lo cual representó un 78% del total de los recursos desembarcados para esta caleta, con un valor de 1.241,2 t.

En la caleta El Manzano se observó que los principales desembarques registrados (superiores a 15 t en todo el periodo) correspondieron a 12 especies hidrobiológicas (Figura 60), subdivididas en 4 grupos de especies, en los cuales se identificaron 1 perteneciente al grupo de las algas, 2 al grupo de los crustáceos, 1 al grupo de los moluscos, y 8 al grupo de los peces. De ellas la más relevante en términos del desembarque ha sido la jibia o calamar rojo del grupo de los moluscos con un 98% del total de los recursos desembarcados para esta caleta, con un valor de 42.492,7 t, para el periodo 2010 al 2020.

En Algarrobo se observó que los principales desembarques registrados (superiores a 15 t en todo el periodo) correspondieron a 11 especies hidrobiológicas (Figura 61), subdivididas en 4 grupos de especies, en los cuales se identificaron 3 pertenecientes al grupo de las algas, 1 al grupo de los crustáceos, 3 al grupo de los moluscos, y 4 al grupo de los peces. De ellas las más relevantes en términos del desembarque han sido el huiro negro con un 33%, el huiro palo con un 22% del grupo de las algas, la merluza

común con un 9%, la sierra con un 5% y el congrio negro y colorado con un 4% respectivamente, representando en conjunto un 77% en del total de los recursos desembarcados para esta caleta, con un valor de 837,3 t.

En el Quisco se observó que los principales desembarques registrados (superiores a 15 t en todo el periodo) correspondieron a 15 especies hidrobiológicas (Figura 62), subdivididas en 3 grupos de especies, en los cuales se identificaron 4 pertenecientes al grupo de las algas, 2 al grupo de los moluscos, y 9 al grupo de los peces. De ellas las más relevantes en términos del desembarque han sido el huiro negro con un 48%, el huiro palo con un 15% del grupo de las algas, la merluza común con un 17%, el cochayuyo, jibia o calamar rojo y congrio negro con un 4% respectivamente, representando en conjunto el 91% del total de los recursos desembarcados para esta caleta con un valor de 7.053,5 t para el periodo de 2010 al 2020.

En el Puertecito (San Antonio) se observó que los principales desembarques registrados (superiores a 15 t en todo el periodo) correspondieron a 30 especies hidrobiológicas (Figura 63), subdivididas en 4 grupos de especies, en los cuales se identificaron 1 pertenecientes al grupo de las algas, 3 al grupo de los crustáceos, 2 al grupo de los moluscos, y 24 al grupo de los peces. De ellas las más relevantes en términos del desembarque han sido la jibia o calamar rojo con un 67%, la sardina común con un 17% y la anchoveta con un 7%, representando en conjunto el 91% del total de los recursos desembarcados para esta caleta con un valor de 211.617,1 t para el periodo de 2010 al 2020.

En la Boca del Maipo se observó que los principales desembarques registrados (superiores a 15 t en todo el periodo) correspondieron a 4 especies hidrobiológicas (Figura 64), subdivididas en 2 grupos de especies, en los cuales se identificó 1 perteneciente al grupo de las algas y 3 al grupo de los peces. De ellas las más relevantes en términos del desembarque han sido la lisa con un 33%, el róbalo con un 24% y la corvina con un 22% representando en conjunto un 78% del total de los recursos desembarcados para esta caleta, con un valor de 208,2 t.

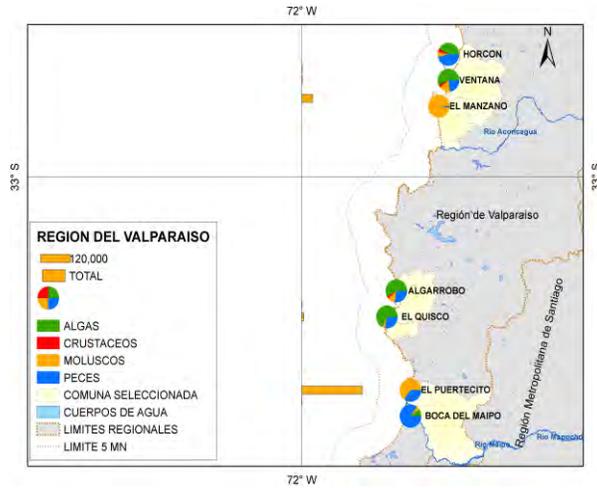


Figura 57. Representación espacial de los desembarques artesanales acumulados (periodo 2010-2020) por grupo de especies para las caletas seleccionadas de la región de Valparaíso (Fuente: Sernapesca, elaboración propia).

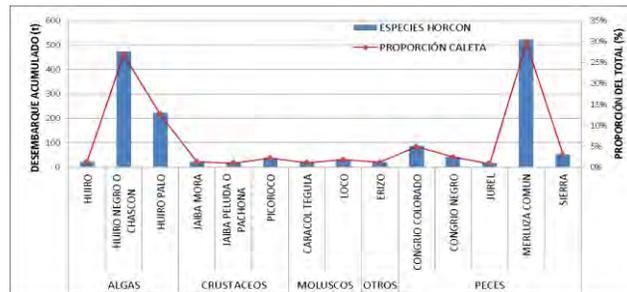


Figura 58. Desembarque acumulado en toneladas de los recursos hidrobiológicos más importantes de la caleta Horcón de la región de Valparaíso durante el periodo 2010 al 2020.

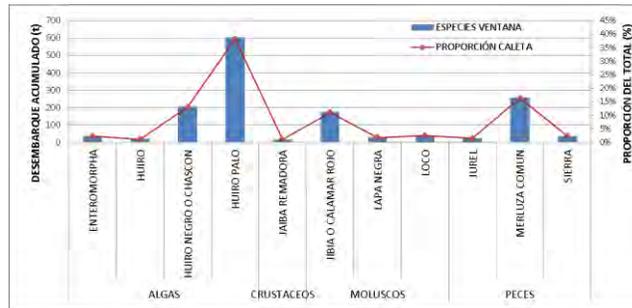


Figura 59. Desembarque acumulado en toneladas de los recursos hidrobiológicos más importantes de la caleta Ventana de la región de Valparaíso durante el periodo 2010 al 2020.

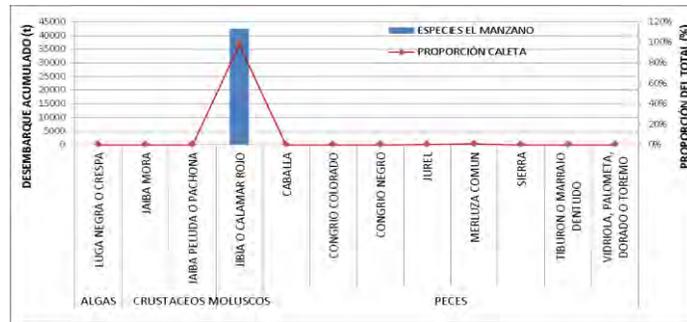


Figura 60. Desembarque acumulado en toneladas de los recursos hidrobiológicos más importantes de la caleta El Manzano de la región de Valparaíso durante el periodo 2010 al 2020.

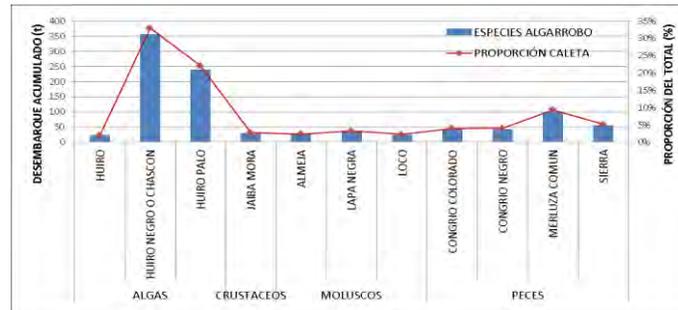


Figura 61. Desembarque acumulado en toneladas de los recursos hidrobiológicos más importantes de la caleta Algarrobo de la región de Valparaíso durante el periodo 2010 al 2020.

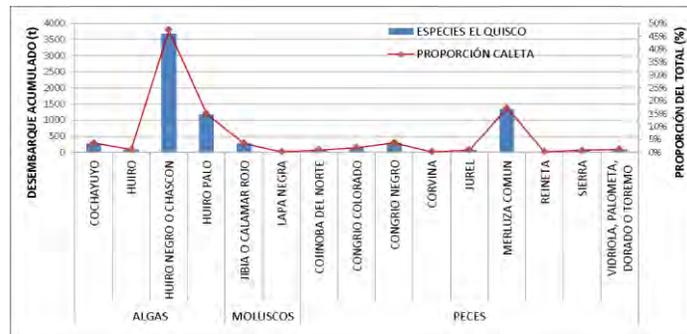


Figura 62. Desembarque acumulado en toneladas de los recursos hidrobiológicos más importantes de la caleta El Quisco de la región de Valparaíso durante el periodo 2010 al 2020.

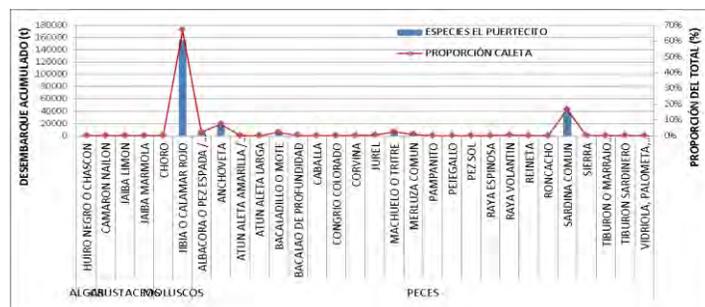


Figura 63. Desembarque acumulado en toneladas de los recursos hidrobiológicos más importantes de la caleta El Puertecito (San Antonio) de la región de Valparaíso durante el periodo 2010 al 2020.

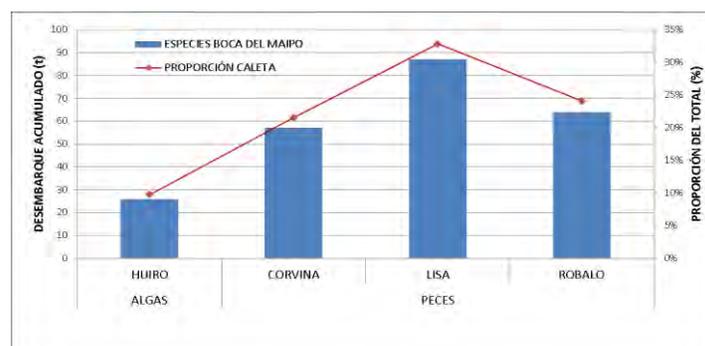


Figura 64. Desembarque acumulado en toneladas de los recursos hidrobiológicos más importantes de la caleta Boca del Maipo de la región de Valparaíso durante el periodo 2010 al 2020.

b) Región del Maule

En esta región, fueron pre-seleccionadas 4 caletas las cuales correspondieron a: Duao, Río Maule, Pelluhue y Curanipe (Figura 65). Para caracterizar espacialmente los desembarques provenientes desde la pesca artesanal desde estas caletas se utilizó información histórica para el periodo de años 2010 al 2020 que incluyó todas las especies desembarcadas durante este periodo. De este modo, se observó que las caletas de Duao y Curanipe, registraron un mayor desembarque acumulado de recursos pesqueros extraídos por pescadores artesanales, aglutinando el 90% del total del desembarque de este grupo de caletas pre-seleccionadas de la región del Maule, lo cual equivale a 46.176,9 t de recursos pesqueros principalmente peces, moluscos y crustáceos.

Desde la particularidad por caleta se indica que en Duao se observó que los principales desembarques registrados (superiores a 15 t en todo el periodo) correspondieron a 23 especies hidrobiológicas (Figura 66), subdivididas en 5 grupos de especies, en los cuales se identificaron 6 pertenecientes al grupo de las algas, 3 al grupo de los crustáceos, 2 al grupo de los moluscos, 11 al grupo de los peces y por último a la especie piure. De ellas las más relevantes en términos del desembarque han sido la merluza común con un 52%, la jibia con un 24% y la reineta con un 11%, representando en conjunto un 87% del total de los recursos desembarcados para este periodo en esta caleta, con un valor de 24.620,9 t.

Para Río Maule en el periodo analizado se observó que los principales desembarques registrados (superiores a 15 t en todo el periodo) correspondieron a 21 especies hidrobiológicas (Figura 67), subdivididas en 2 grupos de especies, en los cuales se identificaron 1 perteneciente al grupo de los moluscos y 12 al grupo de los peces. De ellas las más relevantes en términos del desembarque han sido el bacalao de profundidad, la reineta, merluza común y raya volantín con un 28%, 22%, 18% y 8% respectivamente del grupo de los peces, junto a la jibia o calamar rojo con un 7% del grupo de los moluscos, que en conjunto representan un 83% del total de los recursos desembarcados para este periodo para esta caleta, con un valor de 3.278,1 t.

En Pelluhue se observó que los principales desembarques registrados (superiores a 15 t en todo el periodo) correspondieron a 11 especies hidrobiológicas (Figura 68), subdivididas en 4 grupos de especies, en los cuales se identificaron 1 pertenecientes al grupo de las algas, 3 al grupo de los moluscos, 6 al grupo de los peces y por último a la especie piure. De ellas las más relevantes en términos del desembarque han sido la reineta, la merluza común que representaron el 31% y 30% respectivamente, el piure con un 20% y el cochayuyo con un 2%, representaron en conjunto un 84% del total de los recursos desembarcados para este periodo, con un valor de 1.694,3 t.

Para Curanipe en el periodo analizado se observó que los principales desembarques registrados (superiores a 15 t en todo el periodo) correspondieron a 21 especies hidrobiológicas (Figura 69), subdivididas en 5 grupos de especies, en los cuales se identificaron 3 pertenecientes al grupo de las algas, 3 al grupo de los crustáceos, 2 al grupo de los moluscos, 12 al grupo de los peces y por último a la especie piure. De ellas las más relevantes en términos del desembarque han sido la merluza común y reineta con un 35% y 18% respectivamente del grupo de los peces, junto a la jibia con un 29% y la jaiba limón con un 9%, representaron en conjunto un 90% del total de los recursos desembarcados para este periodo para esta caleta, con un valor de 16.444,7 t.

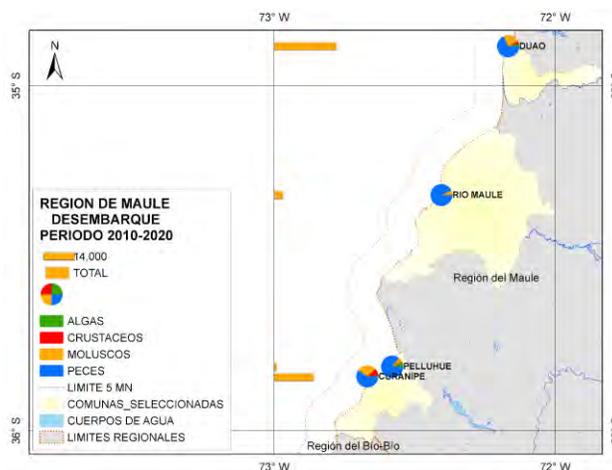


Figura 65. Representación espacial de los desembarques artesanales acumulados (periodo 2010-2020) por grupo de especies para las caletas seleccionadas de la región del Maule. (Fuente: Sernapesca, elaboración propia).

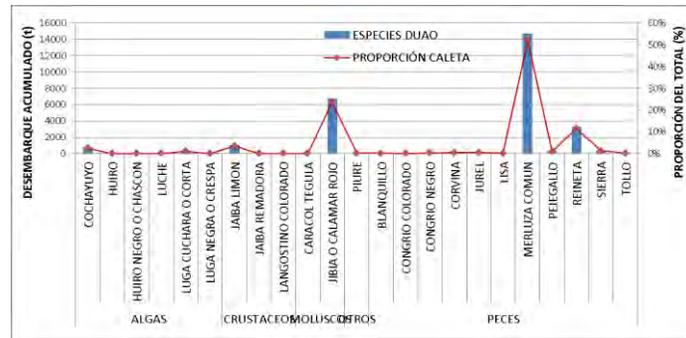


Figura 66. Desembarque acumulado en toneladas de los recursos hidrobiológicos más importantes de la caleta Duao de la región del Maule durante el periodo 2010 al 2020.

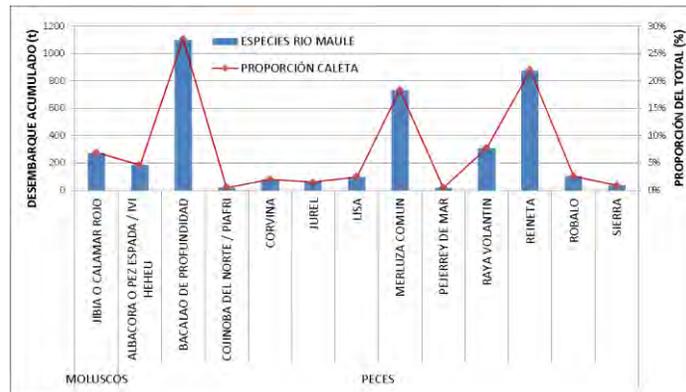


Figura 67. Desembarque acumulado en toneladas de los recursos hidrobiológicos más importantes de la caleta Río Maule de la región del Maule durante el periodo 2010 al 2020.

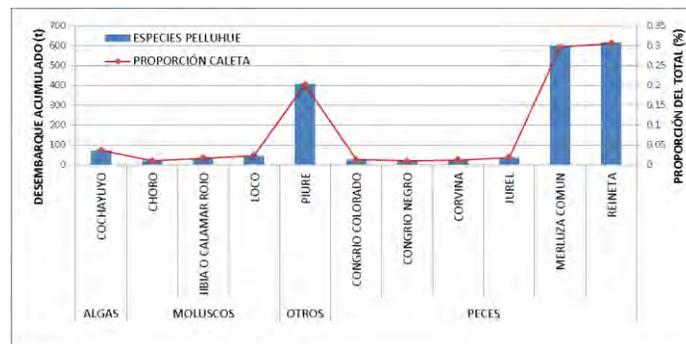


Figura 68. Desembarque acumulado en toneladas de los recursos hidrobiológicos más importantes de la caleta Pelluhue de la región del Maule durante el periodo 2010 al 2020.

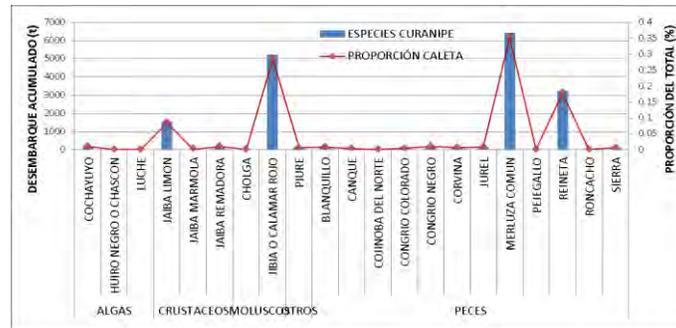


Figura 69. Desembarque acumulado en toneladas de los recursos hidrobiológicos más importantes de la caleta Curanipe de la región del Maule durante el periodo 2010 al 2020.

c) Región del Biobío

En esta región, fueron pre-seleccionadas 6 caletas las cuales correspondieron a: Tumbes, Talcahuano, San Vicente, Lo Rojas, Tubul y Llico (Figura 70). Para caracterizar los desembarques provenientes desde la pesca artesanal desde estas caletas se utilizó información histórica para el periodo de años 2010 al 2020 que incluyó todas las especies desembarcadas durante este periodo. De este modo, se observó que las caletas de Lo Rojas, la localidad de Talcahuano y San Vicente, registraron un mayor desembarque acumulado de recursos pesqueros extraídos por pescadores artesanales, aglutinando el 96% del total del desembarque de este grupo de caletas pre-seleccionadas de la región del Biobío, lo cual equivale a 3.657.431,9 t de recursos pesqueros principalmente peces, moluscos, algas y crustáceos.

Desde la particularidad por caleta se indica que para Tomé en el periodo analizado se observó que los principales desembarques registrados (superiores a 15 t en todo el periodo) correspondieron a 28 especies hidrobiológicas (Figura 71), subdivididas en 4 grupos de especies, en los cuales se identificaron 3 pertenecientes al grupo de las algas, 9 al grupo de los crustáceos, 5 al grupo de los moluscos y 11 al grupo de los peces. De ellas las más relevantes en términos del desembarque han sido el langostino colorado y amarillo del grupo de los crustáceos con un 28% y 3% respectivamente, la sierra, reineta y merluza común del grupo de los peces con un 19%, 9% y 8% respectivamente, y la jibia o calamar rojo con un 8%, que en conjunto representan un 76% del total de los recursos desembarcados para este periodo para esta caleta, con un valor de 7.587,1 t.

Para Tumbes en el periodo analizado se observó que los principales desembarques registrados (superiores a 15 t en todo el periodo) correspondieron a 38 especies hidrobiológicas (Figura 72), subdivididas en 5 grupos de especies, en los cuales se identificaron 8 pertenecientes al grupo de las algas, 6 al grupo de los crustáceos, 4 al grupo de los moluscos, 18 al grupo de los peces y por último a las especies piure y pepino de mar. De ellas las más relevantes en términos del desembarque han sido la luga negra, el huiro negro y huiro palo con un 25%, 20% y 7% respectivamente del grupo de las algas, junto a la jibia con un 12%, y la reineta y merluza común con un 9% y 4% respectivamente, que en conjunto representan un 77% del total de los

recursos desembarcados para para esta caleta, con un valor de 27.284,8 t, para el periodo 2010-2020.

En Talcahuano se observó que los principales desembarques registrados (superiores a 15 t en todo el periodo) correspondieron a 34 especies hidrobiológicas (Figura 73), subdivididas en 5 grupos de especies, en los cuales se identificaron 5 pertenecientes al grupo de las algas, 4 al grupo de los crustáceos, 7 al grupo de los moluscos, 17 al grupo de los peces y por último a la especie piure. De ellas las más relevantes en términos del desembarque han sido la sardina común con un 72%, la anchoveta con un 20% y el bacaladillo o mote con un 6%, que en conjunto representan un 98% del total de los recursos desembarcados para esta localidad con un valor de 1.461.822,7 t, para el periodo 2010 al 2020.

En San Vicente se observó que los principales desembarques registrados (superiores a 15 t en todo el periodo) correspondieron a 41 especies hidrobiológicas (Figura 74), subdivididas en 5 grupos de especies, en los cuales se identificaron 5 pertenecientes al grupo de las algas, 6 al grupo de los crustáceos, 5 al grupo de los moluscos, 22 al grupo de los peces y por último a las especies piure, erizo y pepino de mar. De ellas las más relevantes en términos del desembarque han sido la sardina común que representó un 57%, la anchoveta un 16%, la jibia un 14% y el bacaladillo con un 8%, que en conjunto representa un 94% del total de los recursos desembarcados en esta localidad, con un valor de 614.078,1 t para este periodo 2010-2020.

En Lo Rojas se observó que los principales desembarques registrados (superiores a 15 t en todo el periodo) correspondieron a 47 especies hidrobiológicas (Figura 75), subdivididas en 4 grupos de especies, en los cuales se identificaron 12 pertenecientes al grupo de las algas, 12 al grupo de los moluscos, 21 al grupo de los peces y por último a las especies piure y erizo. De ellas las más relevantes en términos del desembarque han sido la sardina común con un 65%, la anchoveta con un 15%, el bacaladillo o mote con un 9%, el jurel con un 4% y el machuelo o tritre con un 3%, que en conjunto representa un 96% del total de los recursos desembarcados para esta caleta, con un valor de 1.450.888,7 t.

En Tubul se observó que los principales desembarques registrados (superiores a 15 t en todo el periodo) correspondieron a 32 especies hidrobiológicas (Figura 76), subdivididas en 5 grupos de especies, en los cuales se identificaron 5 pertenecientes al grupo de las algas, 3 al grupo de los crustáceos, 4 al grupo de los moluscos, 18 al grupo de los peces y por último a las especies pepino de mar y el piure. De ellas las más relevantes en términos del desembarque han sido la navajuela con un 41%, la jibia con un 22% y el huepo con un 16% del grupo de los moluscos que en conjunto representan el 79% del total de los recursos desembarcados en esta caleta, con un valor de 64865,6 t.

En Llico se observó que los principales desembarques registrados (superiores a 15 t en todo el periodo) correspondieron a 25 especies hidrobiológicas (Figura 77), subdivididas en 5 grupos de especies, en los cuales se identificaron 5 pertenecientes al

grupo de las algas, 4 al grupo de los crustáceos, 6 al grupo de los moluscos, 9 al grupo de los peces y por último a la especie piure. De ellas las más relevantes en términos del desembarque han sido la jibia con un 70%, el huepo con un 4%, la navajuela con un 3% del grupo de los moluscos, el pejerrey de mar con un 5% y el cochayuyo con un 3% lo que en conjunto representa un 85% del total de los recursos desembarcados en esta caleta con un valor de 9.111,3 t.

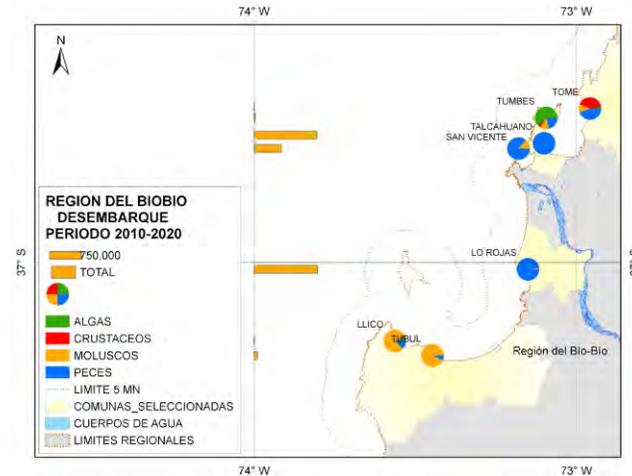


Figura 70. Representación espacial de los desembarques artesanales acumulados (periodo 2010-2020) por grupo de especies para las caletas seleccionadas de la región del Biobío (Fuente: Sernapesca, elaboración propia).

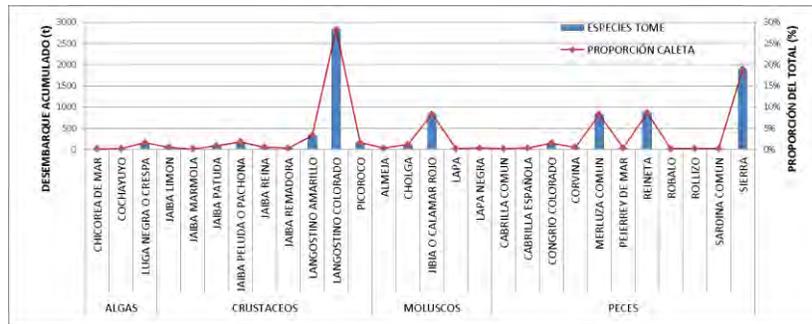


Figura 71. Desembarque acumulado en toneladas de los recursos hidrobiológicos más importantes de la caleta Tomé de la región del Biobío durante el periodo 2010 al 2020.

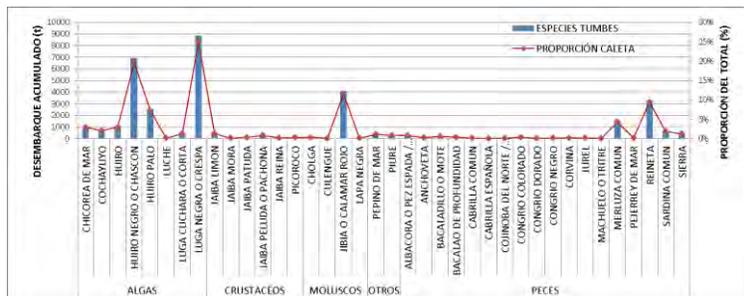


Figura 72. Desembarque acumulado en toneladas de los recursos hidrobiológicos más importantes de la caleta Tumbes de la región del Biobío durante el periodo 2010 al 2020.

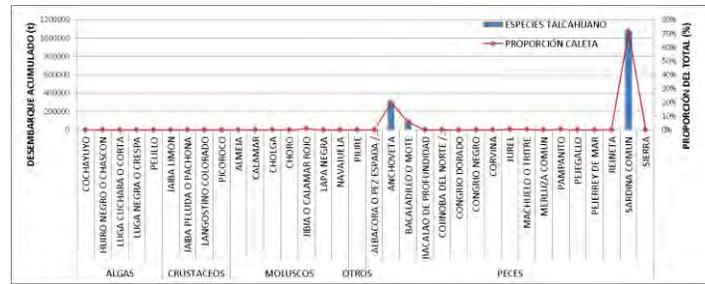


Figura 73. Desembarque acumulado en toneladas de los recursos hidrobiológicos más importantes de la localidad de Talcahuano de la región del Biobío durante el periodo 2010 al 2020.

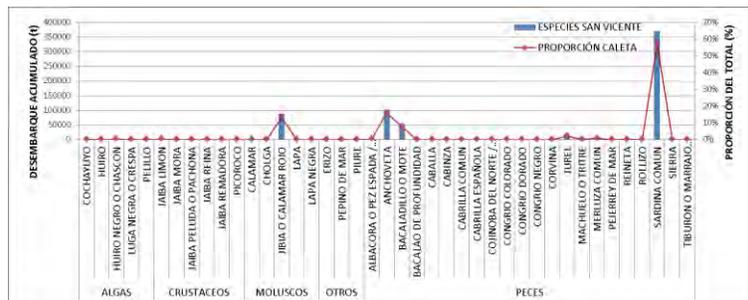


Figura 74. Desembarque acumulado en toneladas de los recursos hidrobiológicos más importantes de la localidad San Vicente de la región del Biobío durante el periodo 2010 al 2020.

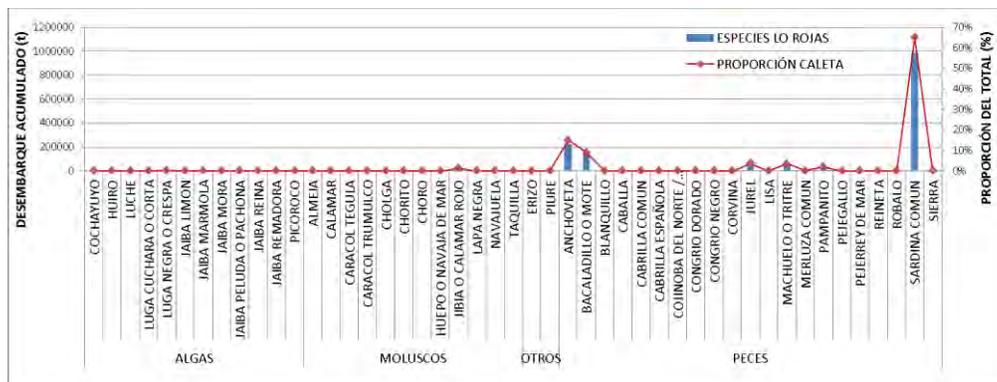


Figura 75. Desembarque acumulado en toneladas de los recursos hidrobiológicos más importantes de la caleta Lo Rojas de la región del Biobío durante el periodo 2010 al 2020.

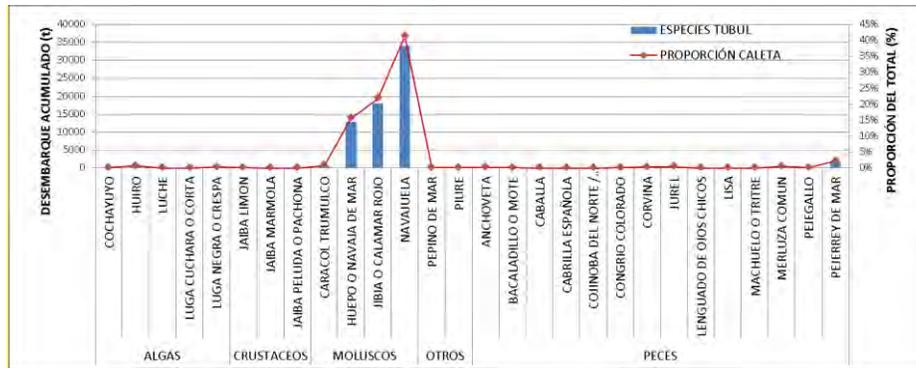


Figura 76. Desembarque acumulado en toneladas de los recursos hidrobiológicos más importantes de la caleta Tubul de la región del Biobío durante el periodo 2010 al 2020.

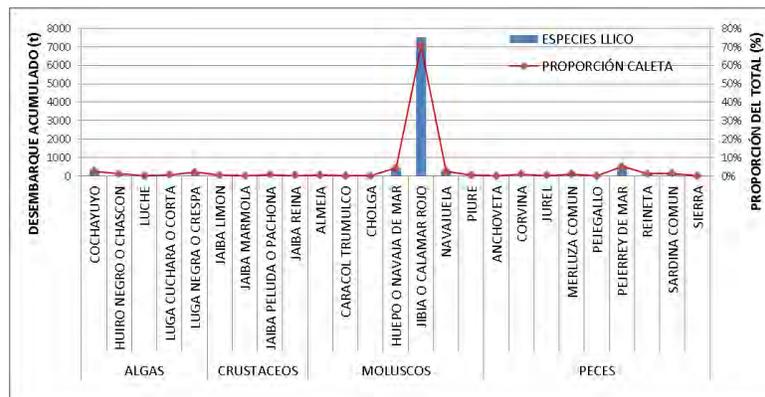


Figura 77. Desembarque acumulado en toneladas de los recursos hidrobiológicos más importantes de la caleta Llico de la región del Biobío durante el periodo 2010 al 2020.

5.3.5.2. Pescadores artesanales activos

Otro de los elementos comprometidos en este proyecto para describir los aspectos socioeconómicos de las caletas, fue determinar la empleabilidad del sector pesquero en estas localidades por medio del tamaño que tiene la población de pescadores artesanales que desempeña labores de pesca y extracción de recursos hidrobiológicos en el borde costero. Para ello se recurrió a los registros de pescadores artesanales que posee el Servicio Nacional de Pesca, que indican los pescadores activos al 2020. En este caso los registros pesqueros artesanales representan a la población de pescadores activos en este registro, sin embargo, es importante señalar que no necesariamente corresponde a toda la población que opera efectivamente, debido a la presencia de pescadores activos que no están presentes en los registros oficiales y operan en la ilegalidad. En este sentido actualmente no existe un catastro nacional que indique valores de este grupo de pescadores que operan en la ilegalidad. Sólo en la región del Biobío se ha realizado un catastro de pescadores y buzos mariscadores asociados al Plan de Manejo de Recursos Bentónicos del Golfo de Arauco (San Martín *et al.*, 2017), en donde se logró determinar la población de buzos y pescadores asociados a las pesquerías de este plan que operan en la ilegalidad (no poseen registro pesquero artesanal RPA), en este caso, se indicó que el valor en términos porcentuales era de un 15,6%, sobre el valor oficial de inscritos. También en la Región del Biobío se

realizó un catastro de recolectores de orilla asociados a la pesquería de algas, este último estuvo basado en un estudio y correspondió a un muestreo realizado en distintas caletas de la región (González *et al.*, 2018), en términos generales se indicó que los recolectores catastrados en la muestra un 47% operaba en la ilegalidad. Es importante destacar que estos estudios fueron realizados por profesionales del Instituto de Investigación Pesquera y que participan de este actual proyecto.

A continuación, se presenta la información oficial de los pescadores activos en las caletas seleccionadas. Esta información está desagregada en distintas categorías que define la Ley General de Pesca y Acuicultura para la pesca artesanal, en este caso se reconoce a los armadores, buzo mariscador, recolector de orilla y pescador artesanal como categorías que definen el ámbito de acción que ellos desempeñan y que además define en gran medida los recursos sobre los que pueden operar. De este modo el armador es propietario de la embarcación y en muchos casos del arte de los aparejos de pesca y cumple un rol de administrador del material. El buzo mariscador corresponde al pescador que requiere de equipamiento de apoyo y suministro de aire para sumergirse en las profundidades del mar para extraer recursos asociados al suelo marino normalmente, los cuales pueden ser peces, crustáceos, equinodermos, moluscos o algas. El recolector de orilla es el pescador que no requiere de embarcación para desplazarse a los lugares de recolección, en este caso, su actividad es desarrollada desde tierra recorriendo la zona intermareal hasta la rompiente de la ola, en donde extrae los recursos que corresponden principalmente a algas y mariscos asociados a las rocas. Finalmente, la categoría pescadora, se desarrolla con apoyo de embarcaciones que se introducen en el mar y ellos pueden estar habilitados para capturar, peces, moluscos como la jibia, brindar apoyo a los buzos mariscadores en la extracción de recursos del fondo marino y a los algueros que recolectan algas desde el sector submareal.

No obstante, y para los efectos de análisis de esta información, debe destacarse que un pescador artesanal, puede estar inscrito en una o varias de estas categorías, por lo que no necesariamente el valor de la suma de la cantidad total de pescadores para cierta localidad corresponde al total de pescadores.

a) Región de Valparaíso

De acuerdo a los registros la población de pescadores activos en las caletas seleccionadas corresponde a un valor de 2.090 personas, los cuales pertenecen a las categorías de armador con 291 inscritos, buzo mariscador con 110 inscritos, recolector de orilla con 908 inscritos y en la categoría de pescador hay 2.103 inscritos, siendo ésta última la categoría más relevante (Figura 78, Tabla 9).

Tabla 9. Número de pescadores artesanales inscritos en el registro pesquero artesanal desde 1992 al 2020 por caleta seleccionada de la región de Valparaíso (Fuente: Sernapesca, elaboración propia).

Caleta	Armador	Buzo	Recolector	Pescador	Total Usuarios Registrados
HORCON	32	18	113	150	170
VENTANAS	14	30	83	93	119
EL MANZANO	29	11	79	210	226
ALGARROBO	11	14	52	60	77
EL QUISCO	21	14	107	119	161
EL PUERTECITO	167	21	390	1087	1208
BOCA DEL MAIPO	17	2	84	92	129
Total	291	110	908	1.811	2.090

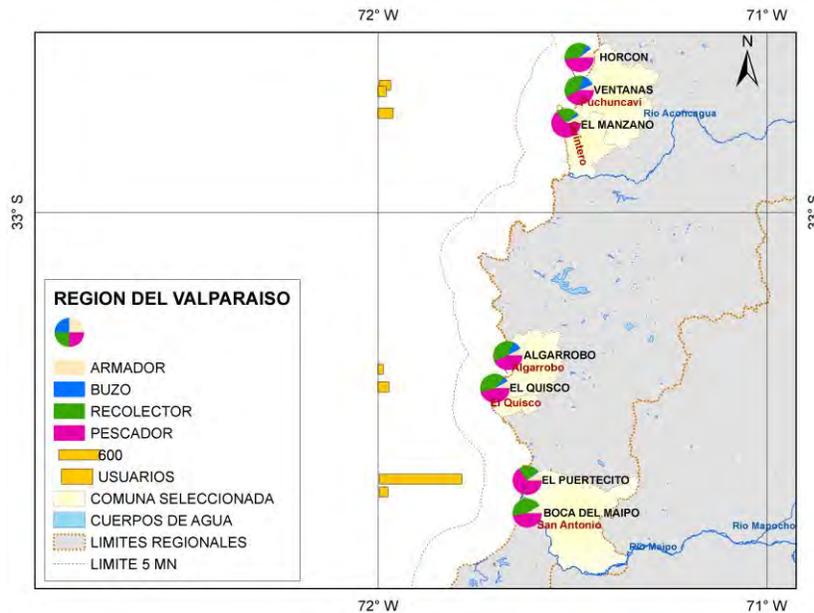


Figura 78. Representación espacial de los pescadores artesanales por categoría activos en los registros de pescadores del Servicio Nacional de Pesca desde 1992 a la fecha para las caletas seleccionadas de la región de Valparaíso. (Fuente: Sernapesca, elaboración propia).

En las caletas seleccionadas se observan valores extremos en el número de usuarios registrados en el Registro Pesquero Artesanal (RPA) que fluctúan desde 77 hasta 1.208 usuarios inscritos, ellos se localizan en las caletas de Algarrobo y El Puertecito respectivamente, en tanto en las demás caletas se observan registros más semejantes que fluctúan entre 119 y 226 usuarios formalizadas (Tabla 9, Figura 78).

b) Región del Maule

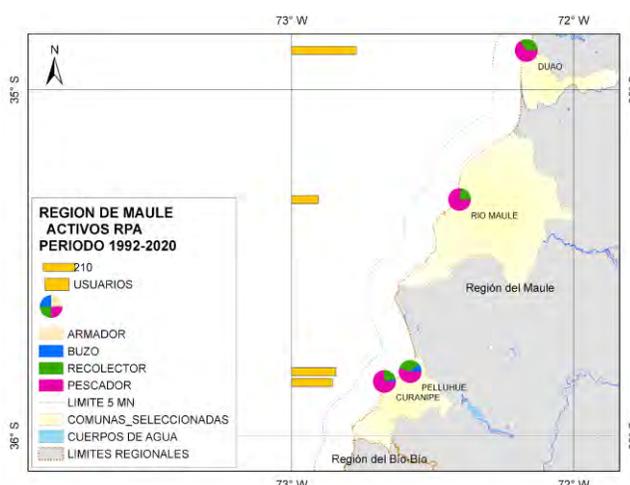


Figura 79. Representación espacial de los pescadores artesanales por categoría activos en los registros de pescadores del Servicio Nacional de Pesca desde 1992 a la fecha para las caletas seleccionadas de la región del Maule (Fuente: Sernapesca, elaboración propia).

Tabla 10. Número de pescadores artesanales inscritos en el registro pesquero artesanal desde 1992 al 2020 por caleta seleccionada de la región del Maule (Fuente: Sernapesca, elaboración propia).

Caleta	Armador	Buzo	Recolector	Pescador	Total Usuarios Registrados
DUAO	71	3	194	367	416
RIO MAULE	29	1	46	157	172
PELLUHUE	60	51	163	259	286
CURANIPE	30	12	74	241	262
Total	190	67	477	1024	1136

De acuerdo a los registros la población de pescadores activos en las caletas seleccionadas corresponde a un valor de 1.136 personas, las cuales pertenecen a las categorías de armador con 190 inscritos, buzo mariscador con 67 inscritos, recolector de orilla con 477 inscritos y en la categoría de pescador hay 1.024 inscritos, siendo ésta última la categoría más relevante (Tabla 10).

Las caletas seleccionadas poseen valores similares de usuarios inscritos en el RPA con valores que fluctúan entre 172 y 416 personas en las diferentes categorías de pescador artesanal (Tabla 10, Figura 79).

c) Región de Biobío

De acuerdo a los registros la población de pescadores activos en las caletas seleccionadas corresponde a un valor de 9.231 personas, las cuales pertenecen a las categorías de armador con 1.059 inscritos, buzo mariscador con 577 inscritos,

recolector de orilla con 5.170 inscritos y en la categoría de pescador hay 7.135 inscritos, siendo ésta última la categoría más relevante (Tabla 11).

Las caletas seleccionadas poseen valores extremos de usuarios registrados en el RPA, ellos fluctúan desde 166 hasta 3.725 personas inscritas, estos valores corresponden a las caletas de Llico y Lo Rojas, esta última representa un 40% de los inscritos, en tanto las caletas de San Vicente, Talcahuano y Tubul registran inscripciones relevantes que superan los 1.000 inscripciones y representan en conjunto el 45% del total de las caletas seleccionadas (Tabla 11, Figura 80).

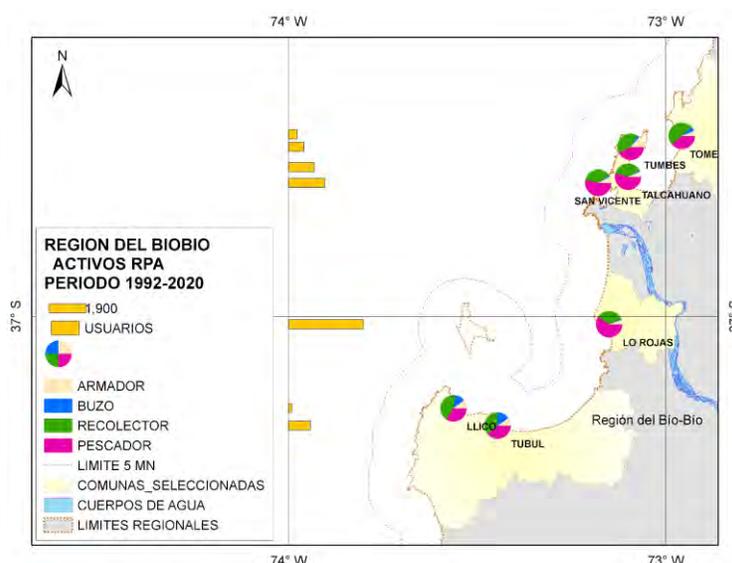


Figura 80. Representación espacial de los pescadores artesanales por categoría activos en los registros de pescadores del Servicio Nacional de Pesca desde 1992 a la fecha para las caletas seleccionadas de la región del Biobío (Fuente: Sernapesca, elaboración propia).

Tabla 11. Número de pescadores artesanales inscritos en el registro pesquero artesanal desde 1992 al 2020 por caleta seleccionada de la región del Biobío (Fuente: Sernapesca, elaboración propia).

Caleta	Armador	Buzo	Recolector	Pescador	Total Usuarios Registrados
TOME	36	33	291	227	425
TUMBES	193	41	589	603	762
TALCAHUANO	119	36	690	1000	1272
SAN VICENTE	215	50	1037	1496	1797
LO ROJAS	267	52	1668	2896	3725
LLICO	30	35	123	97	166
TUBUL	199	330	772	816	1084
Total	1059	577	5170	7135	9231

5.3.5.3. Organizaciones de pescadores artesanales (OPA)

Desde el punto de vista organizacional los pescadores presentes en las caletas seleccionadas se han agrupado en organizaciones de pescadores artesanales que han sido inscritas en el registro de OPA del Sernapesca. Es importante destacar que no todos los pescadores se inscriben o participan en este tipo de organizaciones, es por ello que el número de participantes normalmente es menor al número de pescadores activos inscritos en el RPA. Ello puede ser visto como una desventaja considerando que la mayor parte de los beneficios sociales que entrega el estado a los pescadores lo realiza a través de las organizaciones legalmente constituidas.

a) Organizaciones por región

En general en la región de Valparaíso se observó un bajo número de organizaciones de pescadores artesanales inscritas, las cuales fluctuaron desde 1 a 3 OPAs sólo en el Puertecito se registró un número de 13 OPAs, determinando un total de 22 OPAs para las caletas pre-seleccionadas de la región de Valparaíso (Tabla 12). En términos particulares el número de integrantes fluctuó entre 15 integrantes a 258 integrantes por agrupación, en este caso, la organización más relevante en número de participantes se encontró en caleta El Puertecito, en menor magnitud la caleta de Horcón. En total para las organizaciones inscritas se registró un total de 1.274 pescadores inscritos como socios.

En la región del Maule se registró un total de 25 organizaciones de pescadores artesanales en las caletas seleccionadas, en ellas se registraron desde 3 a 8 OPA (Tabla 13). El número de integrantes fluctuó entre 2 integrantes a 129 integrantes por agrupación, en este caso, la organización más relevante en número de participantes se encontró en caleta Pelluhue y de menor magnitud en la caleta de Duao, en general en las caletas las organizaciones registraron una composición entre 20 y 30 integrantes principalmente. En total para las organizaciones inscritas se registró un total de 732 pescadores inscritos como socios.

En la región del Biobío se registró un total de 146 organizaciones de pescadores artesanales en las caletas seleccionadas, en ellas se registraron desde 6 a 35 OPA (Tabla 14). El número de integrantes fluctuó entre 4 integrantes a 490 integrantes por agrupación, en este caso, la organización más relevante en número de participantes se encuentra en caleta Lo Rojas, es importante destacar que en esta caleta se encuentran además 8 organizaciones que poseen un registro individual de más de 100 socios en cada caso, ello junto con poseer el mayor número de OPAs la convierte en la caleta con más pescadores inscritos en organizaciones de pescadores artesanales con un valor de 2.791 socios en total, en las demás caletas las organizaciones estuvieron compuestas en general por organizaciones con un registro de inscritos inferior a 100 personas. Para la totalidad de las organizaciones inscritas en esta región se registró un total de 6.244 pescadores inscritos como socios.

Tabla 12. Número de organizaciones de pescadores artesanales y número de usuarios por caleta en la región de Valparaíso (Fuente: Sernapesca, elaboración propia).

Caleta	N° OPAs	Total Usuarios
HORCON	1	15
VENTANA	3	256
EL MANZANO	3	131
ALGARROBO	1	43
EL QUISCO	1	65
EL PUERTECITO	13	332
BOCA DEL MAIPO	3	115
Total	21	1.274

Tabla 13. Número de organizaciones de pescadores artesanales y número de usuarios por caleta en la región del Maule (Fuente: Sernapesca, elaboración propia).

Caleta	N°OPAs	Usuarios
DUAO	8	190
RIO MAULE	9	259
PELLUHUE	5	196
CURANIPE	3	87
Total	25	732

Tabla 14. Número de organizaciones de pescadores artesanales y número de usuarios por caleta en la región del Biobío (Fuente: Sernapesca, elaboración propia).

Caletas	N°OPAs	Total Usuarios
TOME	5	304
TUMBES	14	509
TALCAHUANO	30	682
SAN VICENTE	28	1012
LO ROJAS	35	2791
TUBUL	28	821
LLICO	6	125
Total	146	6.244

5.3.5.4. Características demográficas en las localidades de estudio

El análisis de la información demográfica fue realizado a escala comunal, en consideración de que muchos pescadores, al menos en las caletas de la Región del Biobío residen fuera de la caleta, en puntos cercanos a la misma, pero circunscritos dentro de comuna. La información demográfica utilizada fue obtenida desde los

Censos 2002 y 2017. Este análisis es presentado de manera extendida en el Anexo 10. Sin embargo, a continuación, se presentan aspectos relevantes de este análisis.

Las caletas seleccionadas para el análisis están instaladas en diferentes comunas de las regiones de Valparaíso, Maule y Biobío

a) Región de Valparaíso

En el censo de 2017, esta región registró una población de 1.815.902 habitantes (Tabla A - 21, Anexo 11) y concentró el 10,3% de la población del país.

Aunque la Región de Valparaíso presenta una población relativamente joven, la tendencia es al envejecimiento progresivo, tal como sucede en muchos sectores de Chile y el mundo. Ello se reflejó en la disminución que registró la población menor a 14 años desde el 2002 al 2017 de un 24,3% a un 19,1%, lo contrario se evidenció en la población entre 15 y 64 años y la población sobre 65 años, grupos etarios que registraron un aumento de un 1,4% y 3,8% respectivamente (Tabla A - 21, Anexo 11).

En esta región las localidades seleccionadas para el análisis están inmersas en 5 comunas, las cuales corresponde desde norte a sur, a Puchuncavi, Quintero, Algarrobo, El Quisco y San Antonio (Figura A - 25 Anexo 11).

El total de estas comunas representó 9,5% de la población total de la región de Valparaíso con un total de 171.591 habitantes. Se observó, que la comuna menos poblada correspondió a Algarrobo con sólo 13.817 habitantes y la más poblada correspondió a San Antonio con 91.350 habitantes (Figura A - 26 Tabla A - 23 Anexo 11).

En términos comparativos con el Censo del 2002 la dependencia de menores (0 a 14 años) ha sufrido una baja en todas comunas, destacándose una mayor caída en la comuna de Algarrobo que superó los 10 puntos, lo cual implica una disminución en la población joven (Figura A - 27 Anexo 11).

En relación a la educación, considerando sólo al grupo etario de 15 a 59 años correspondiente al grupo en edad laboral, se observó que en todas las comunas seleccionadas la mayor parte de la población censada (sobre un 60%) indicó haber terminado algún nivel de educación, ya sea de educación básica, media o superior, destacándose las comunas de Puchuncavi, Quintero y San Antonio con un 74%, un 75% y 76% respectivamente (Figura A - 28 Anexo 11). Se destacó un patrón similar en todas las comunas seleccionadas, que consistió en que la mayor parte de la población indicó haber completado la educación científico-humanista (educación media) y en segundo lugar la educación técnico profesional. Por otro lado, se destacó que un 10 a 20 % indicó haber completado la educación profesional (Figura A - 29 Anexo 11).

b) Región del Maule

En el censo de 2017, esta región registró una población de 1.044.950 habitantes (Tabla A - 24 Anexo 11) y concentró el 6% de la población del país.

Al igual que en la región de Valparaíso, a pesar de registrar una población relativamente joven, también se observó una tendencia al envejecimiento progresivo. Ello quedó expresado en la disminución de la población menor a 14 años registrada desde el año 2002 con un 26,5% y al 2017 con un 20,4%, contrariamente a lo registrado en la población entre 15 y 64 años y la población sobre 65 años, en donde se observó un incremento de 2,0% y 4,1% respectivamente hacia el año 2017.

En esta región las localidades seleccionadas para el análisis están inmersas en 3 comunas, las cuales corresponde desde norte a sur, a la Licantén, Constitución y Pelluhue (Figura A - 34 Anexo 11).

El total de estas comunas representó 5,8% de la población total de la región del Maule con un valor total de 60.292 habitantes. Se observó, que la comuna menos poblada correspondió a la de Licantén con sólo 6.653 habitantes y la más poblada fue Constitución con 46.068 habitantes (Tabla A - 26 Anexo 11).

En términos comparativos con el Censo del 2002, la dependencia de menores (0 a 14 años) ha sufrido una baja en las tres comunas analizadas, destacándose una mayor caída que correspondió a las comunas de Licantén y Constitución, en donde esta disminución ha superado los 10 puntos (Figura A - 36 Anexo 11).

En relación a la educación, considerando sólo al grupo etario 15 a 59 años correspondiente al grupo en edad laboral, se observó que en todas las comunas seleccionadas la mayor parte de la población censada (sobre un 70%) indicó haber terminado algún nivel de educación, ya sea de educación básica, media o superior. Los mayores valores se registraron en las comunas de Constitución y Licantén con un 79,4% y un 73,5% respectivamente (Figura A - 37 Anexo 11). Se observó un patrón similar en todas las comunas seleccionadas, que consistió en que la mayor parte de la población indicó haber completado la educación científico-humanista (educación media) y en segundo lugar la educación básica. Por otro lado, se destacó que un 10,6 a 12,7% indicó haber completado la educación profesional (Figura A - 38 Anexo 11).

c) Región del Biobío

En el censo de 2017, esta región tiene una población de 1.556.805 habitantes y concentra el 9% de la población del país. (Tabla A - 27 Anexo 11).

Al igual que las demás regiones analizadas Biobío presenta una población relativamente joven, sin embargo, la tendencia es al envejecimiento progresivo. Esta tendencia quedó expresada en la disminución de la población menor a 14 años registrada desde el año 2002 con un 26,3% y al 2017 con un 20,3%, contrariamente a lo registrado en la población entre 15 y 64 años y la población sobre 65 años, en

donde se observó un incremento de 1,9% y 4,1% respectivamente hacia el año 2017 (Tabla A - 28 Anexo 11)

En esta región las localidades seleccionadas para el análisis están inmersas en 4 comunas, desde norte a sur estas son las siguientes: Tomé, Talcahuano, Coronel y Arauco (Figura A - 43 Anexo 11).

El total de estas comunas seleccionadas representó 17,6% de la población total de la región del Biobío con un valor total de 359.214 habitantes. Se observó que la comuna menos poblada correspondió a la de Arauco, con sólo 36.256 habitantes y la más poblada es Talcahuano con 151.749 habitantes (Figura A - 44, Tabla A - 29 Anexo 11).

En términos comparativos con el Censo del 2002 la dependencia de menores (0 a 14 años) ha sufrido una baja en todas comunas, destacándose las comunas de Arauco, Tomé y Talcahuano en las cuales se observó una mayor caída correspondiente a 10 puntos (Figura A - 45 Anexo 11).

En relación a la educación, considerando sólo al grupo etario 15 a 59 años correspondiente al grupo en edad laboral, se observó que en todas las comunas seleccionadas la mayor parte de la población censada (desde un 74,7% a un 80,1%) indicó haber terminado algún nivel de educación, ya sea de educación básica, media o superior, los mayores valores se registraron en las comunas de Coronel y Arauco con un 80,1% y un 78,4% respectivamente (Figura A - 46 Anexo 11). Se observó un patrón similar en todas las comunas seleccionadas, que consistió en que la mayor parte de la población indicó haber completado la educación científico-humanista (educación media) y en segundo lugar la educación técnico profesional. Por otro lado, se destacó que un 12 a 23,5 % indicó haber completado la educación profesional (Figura A - 47 Anexo 11).

5.3.6. Caracterización productiva de las caletas

En el contexto del levantamiento y análisis de información secundaria principalmente asociado a la caracterización de las caletas seleccionadas, fueron identificados tres estudios que han catastrado más de 50 caletas en las regiones Biobío y Maule principalmente con financiamiento de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Item 22), y el Fondo de Investigación Pesquera, y en donde el Instituto de investigación Pesquera ha tenido un rol protagónico liderando y apoyando estos estudios (González *et al.*, 2015; González *et al.*, 2018; Romo *et al.*, 2018).

A pesar de que la contingencia sanitaria imposibilitó realizar el trabajo de terreno relatado en la propuesta técnica para actualizar y complementar aspectos socioeconómicos de las caletas seleccionadas, se destacó que parte de la información comprometida de levantar fue rescatada desde los estudios analizados, en el cual ha sido desarrollada una metodología común de levantamiento de información de campo, a lo largo del litoral de las regiones Biobío y Maule entre los años 2015 y 2018, caracterizado por la consulta directa a lugareños, la realización de censos visuales in situ, entrevistas a informantes claves de cada localidades (pescadores artesanales,

dirigentes de la pesca artesanal, intermediarios), lo que ha permitido una comparación y una mirada más integral de las localidades de interés y de los pescadores artesanales que viven en ella.

No obstante a continuación (Tabla 15), son presentados en un resumen los principales antecedentes levantados en terreno a partir de la integración de estos estudios relacionados principalmente al desarrollo productivo y tecnológico de la zona costera (Anexo 10) en donde se realiza la actividad pesquera de la caleta, el cual describen principalmente las “vías de acceso”, “infraestructura portuaria, productiva y social”, “presencia de servicios básicos”, de las caletas seleccionadas en el presente estudio (n=8) y en las que se logró obtener información secundaria.

5.3.6.1. Servicios básicos, e infraestructura portuaria, productiva y social

En relación a los servicios básicos de las caletas, se obtuvo que las localidades seleccionadas en la región del Maule y el Biobío que cuentan con información secundaria, presenta servicios de agua potable, alcantarillado, electricidad, y acceso a telefonía celular (Tabla 15).

En relación a la infraestructura portuaria y social existente en estas localidades, para apoyar y facilitar el trabajo de la actividad pesquera artesanal, se obtuvo que en ninguna de las dos localidades (Duao y Pelluhue) de la región del Maule existen: muelle, molo, atracaderos, varaderos, winche, pluma de levante, equipos de pesaje, cobertizos, sedes sociales y equipo de radio base. Solamente la disponibilidad de baños se encuentra en ambas caletas.

En cambio, en la región del Biobío, los únicos elementos que no tiene ninguna de estas caletas, corresponden a grúa en el muelle, equipo de pesaje, y cobertizos. Lo más frecuente de encontrar atracaderos, rampas, y sedes sociales. Las caletas de Tubul, Tumbes y Llico, corresponden a los sectores con más infraestructura para apoyar el trabajo del desembarque y comercialización de productos marinos, pero aun así no logran tener la totalidad de elementos requeridos idealmente para desarrollar en un 100% la actividad productiva. En este caso lo más frecuentes en encontrar en estas caletas, son atracaderos, rampas, explanadas pavimentadas, y sedes sociales.

De esta forma, se advierte una mejor preparación de las caletas de la región del Biobío respecto a las condiciones más básicas de las dos caletas del Maule.

a) Descripción de accesos

En la región del Maule la llegada o salida a Duao se hace a través de la ruta J-60 que se extiende desde Curicó a infiernillo (camino asfaltado) y a través de la comuna de Vichuquén por la ruta J-850 (camino de ripio). El acceso a Pelluhue es a través de la ruta M-50, que conecta Constitución y Cauquenes, de esta ruta nace la ruta M-80, ambas rutas mencionadas se encuentran asfaltadas.

En la región del Biobío, el acceso a caleta Tumbes (península de Tumbes), se hace desde sector Las Canchas (ruta O-480) en Talcahuano, camino pavimentado en buen estado con poco espacio para estacionamiento. Para la caleta de San Vicente el acceso también se hace por camino pavimentado, pero en regular estado. En el caso de Arauco, Tubul, Llico, caletas de la provincia de Arauco, sus accesos son de camino pavimentado en buen estado se hace principalmente por la ruta 160.

Tabla 15. Identificación de la presencia de infraestructura portuaria, productiva y social desde los estudios realizados presencialmente en las caletas seleccionadas en las regiones del Maule y del Biobío. Localidades ordenadas geográficamente de Norte a Sur.

Región	Comuna	Localidad	SERVICIOS BÁSICOS				INFRAESTRUCTURA PORTUARIA Y SOCIAL																	
			Agua potable	Alcantarillado	Electricidad	Telefonía Celular	Muelle	Molo	Atracadero	Varadero	Rampa	Explanada Pavimentada	Winche	Tractor comunitario	Pluma de levante	Grúa (muelle)	Equipo pesaje (PA)	Boxes/bodegas (PA)	Galpón de trabajo (PA)	Cobertizo (PA)	Baños (PA)	Duchas (PA)	Sedes Sociales	Equipo Radio Base
MAULE	LINCANTÉN	DUAO	X	X	X	X					X	X		X				X			X			
	PELLUHUE	PELLUHUE	X	X	X	X												X		X	X			
BIOBIO	TALCAHUANO	TUMBES	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X								X	
		SAN VICENTE	X	X	X	X		X				X			X			X		X				
	ARAUCO	ARAUCO	X	X	X	X			X										X					
		LICO	X	X	X	X	X		X		X	X		X				X			X	X	X	
		TUBUL	X	X	X	X	X		X	X	X	X		X	X						X	X	X	X

5.3.7. Entrevista a informantes claves

El levantamiento de información primaria comprometida bajo el ajuste metodológico propuesto, será comentado a continuación.

5.3.7.1. Principales resultados obtenidos a partir de la entrevista

A continuación, se describirán los principales resultados de la entrevista realizada. El perfil de ambos informantes entrevistados indicó que tenían entre 12 y 43 años de experiencia en la actividad de pesca artesanal y como recolectores, no pertenecen a ninguna organización de pesca artesanal, teniendo un nivel de conocimiento alto sobre las pesquerías que trabajan.

Respecto de la pregunta ¿Podría identificar cuáles son los pescados y mariscos más importantes en la caleta?, se indicó que corresponden a reineta, merluza, jibia, pejejallo, corvina, generan más trabajo, se sacan más y se pagan bien.

Respecto de la pregunta ¿Cuáles son los pescados y mariscos que se pagan mejor en playa actualmente en la caleta? se indicó que corresponden a jibia, reineta, corvina.

Respecto de la pregunta ¿Cuáles se pagaban mejor hace 10 años?, se indicó que correspondían a los recursos reineta y corvina.

Respecto de la pregunta ¿Cuáles son los pescados y mariscos desembarcados en la caleta que generan mayor cantidad de empleos para la caleta, provincia o región? Considerando la cantidad de personas que realizan extracción, comercialización, y proceso en plantas, se indicó que corresponden a los recursos merluza y jibia.

Respecto de la pregunta ¿Cuáles son los pescados y mariscos que se desembarcan por la caleta que entregan mayor estabilidad laboral durante el año? (desembarques y procesamiento continuos), se indicó que corresponde al recurso merluza solamente.

Respecto de la pregunta, “Explique cómo se realiza la venta de los pescados y mariscos extraídos (crustáceos, moluscos)”, se indicó de forma general que los botes o lanchas llegan a la playa y disponen sus recursos a quien quiera comprar, el que paga mejor se lleva mayor cantidad. La merluza se vende a camioneros o planteros y también directo al público, pescado entero o fileteado para restaurantes.

Respecto de la pregunta ¿Cuáles peces o mariscos cree usted que han ido bajando su disponibilidad en el mar en los últimos años?, se indicó que principalmente corvina y reineta, por los permisos regionales, pero la otra respuesta fue que todos los recursos han disminuido debido a que han cambiado las aguas, que están más frías.

Respecto de la pregunta ¿Cree usted que el cambio climático tiene algún efecto sobre alguno de los recursos que se captura en la caleta? se indicó que sí tiene un efecto el cambio climático, debido a que la naturaleza está cambiando, y las aguas se están enfriando.

Finalmente, respecto de la pregunta ¿Conoce usted si los pescadores realizan trabajos complementarios en la caleta o fuera de ella? Se indicó que sí realizan trabajos complementarios relacionados a cabañas, turismo, cocinería, agricultura y temporeros en fruta (principalmente jóvenes).

5.4. RESULTADOS OBJETIVO ESPECÍFICO #3

5.4.1. Correlación cruzada entre series de desembarque y caudal de ríos

5.4.1.1. Escala Anual

En la escala anual, las series temporales de desembarque de recursos pesqueros (peces, moluscos, crustáceos) fueron contrastadas con las series de los caudales de los diferentes ríos seleccionados en el estudio, considerando un período máximo de ~35 años. Las series de datos correspondientes a los distintos recursos pesqueros seleccionados se contrastaron climatológicamente con las series de caudales. Además, estas series de desembarque fueron relacionadas con las series de caudales por medio de correlaciones cruzadas para estimar su grado de dependencia.

Esta contrastación entre el ambiente y los recursos pesqueros seleccionados no incluye a las series temporales de precipitaciones (Figura 9) debido a que previamente se ha demostrado (en objetivo específico #1) la alta dependencia entre las series de caudales (Figura 3) y de precipitaciones (Figura 15). Esta alta dependencia se cumple para la mayoría de los ríos ensayados (5), a excepción del río Aconcagua (macrozona norte) que evidenció un desfase en la correlación cruzada de 6 meses, lo que fue considerado en los análisis posteriores.

A continuación, se presentan los resultados de la contrastación entre caudales y series de desembarques de recursos pesqueros, realizados considerando los ríos seleccionados en las regiones de Valparaíso, Maule, y Biobío.

a) Región de Valparaíso

Para la región de Valparaíso, se consideró la selección final de los ríos Aconcagua y Maipo, con un total de 5 especies de peces (congrío colorado, congrío negro, corvina, lisa, róbalo), 2 especies de moluscos (lapa y almeja), y 2 especies de crustáceos (jaiba mora y jaiba peluda).

Río Aconcagua

Para el caso de las caletas en torno al río Aconcagua (Caletas Horcón y Ventanas), la correlación entre las series de desembarque del recurso Lapa (Figura 49) versus la serie de caudal (Figura 3) reveló una clara disminución a partir de la segunda mitad de la serie (2010-2020), siguiendo el patrón de decremento de la serie ambiental (Figura 81.a₁ y b₁). Por otro lado, la climatología muestra que los máximos caudales

ocurren durante primavera-verano (línea roja, Figura 81.a₂ y b₂) producto de los deshielos de los macizos andinos y el mínimo de invierno. Asimismo, los máximos desembarques de Lapa en Caleta Horcón ocurren en mayo (línea azul, Figura 81.a₂), en cambio, Caleta Ventanas muestra varios máximos destacables durante el año, resaltando el mes de diciembre (línea azul, Figura 81.b₂).

El grado de dependencia de la serie de desembarque de Lapa en relación con el río Aconcagua se muestra en las Figura 81.a₃ y b₃. Para Caleta Horcón (Figura 81.a₃) destaca un alto coeficiente de correlación en fase opuesta con un retardo de un mes, en cambio para Caleta Ventanas (Figura 81.b₃) se verifica una correlación en fase, con un retardo de un mes.

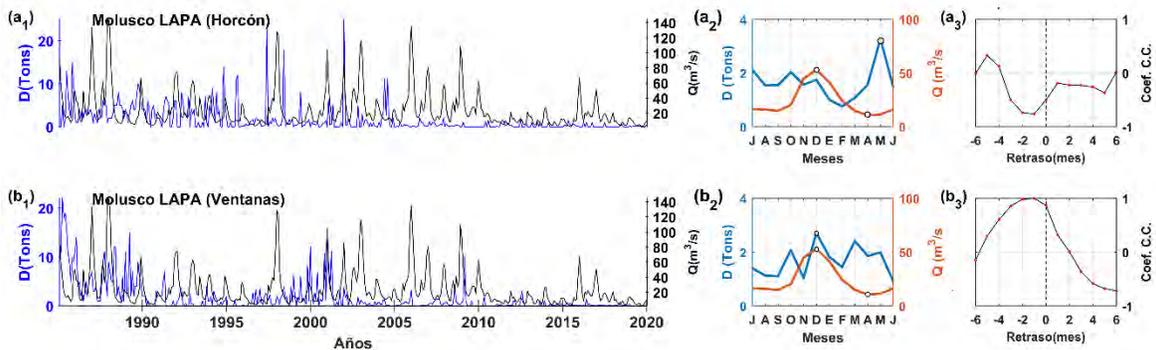


Figura 81. (a₁, b₁): Series temporales en la escala mensual de caudal del río Aconcagua (línea negra) versus desembarque de moluscos para la región de Valparaíso (línea azul). (a₂, b₂): Climatología de desembarque (línea azul) versus caudales de ríos (línea roja). (a₃, b₃): Correlación cruzada entre desembarque versus caudales de ríos, los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea negra.

Por su parte, para el caso de los crustáceos, los desembarques climatológicos de ambas Jaibas (jaiba mora y jaiba peluda) muestran para la caleta Horcón y El Manzano, que éstos se concentran en enero (Figura 82.a₂) y febrero (Figura 82.b₂), respectivamente. Las correlaciones cruzadas (Figura 82.a₃ y b₃) de ambas caletas verifican este desfase entre el máximo de los caudales y los máximos desembarques.

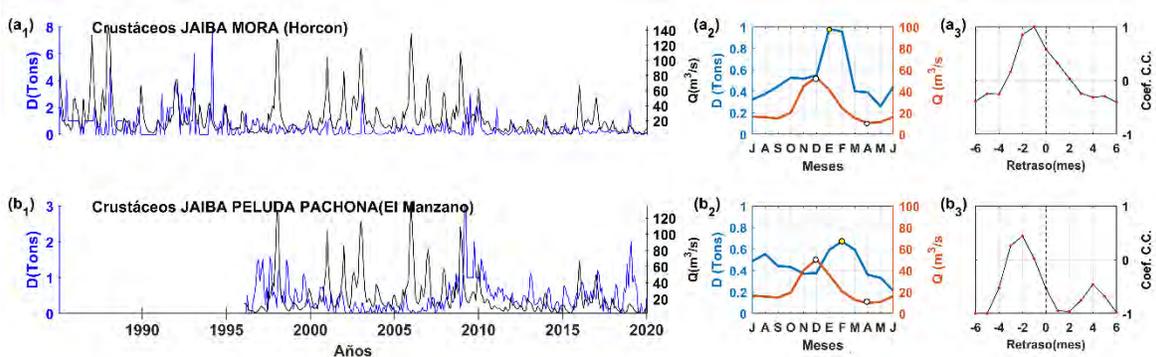


Figura 82. (a₁, b₁): Series temporales en la escala mensual de caudal del río Aconcagua (línea negra) versus desembarque de crustáceos para la región de Valparaíso (línea azul). (a₂, b₂): Climatología de desembarque (línea azul) versus caudales de ríos (línea roja). (a₃, b₃):

Correlación cruzada entre desembarque versus caudales de ríos, los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea negra.

Para el caso de los peces, el entorno del río Aconcagua no verificó series extensas de desembarques oficiales que posibilitaran ser utilizadas en la contrastación con la serie ambiental de caudal del río precipitado, razón por la cual no se reporta resultados para el grupo de los peces en este caso.

El análisis de ajuste lineal de las series ensayadas, presenta evidencias de la presencia de una tasa de ganancia o pérdida de caudales de ríos o de desembarque. El ajuste lineal de los caudales del río Aconcagua muestra una pendiente significativa ($\sim -0,5$), indicando una tendencia a disminuir en forma importante desde 1985 hasta el 2020 (Tabla 16). De igual forma los moluscos y crustáceos muestran la misma tendencia observada en el caudal del río Aconcagua, a excepción de la caleta El Manzano (jaiba peluda).

Tabla 16. Ajuste lineal asociados al caudal del río Aconcagua.

Caletas	Tipo	Especies	Ajuste Lineal	
			Pendiente	Intersecto
Horcón		Lapa	-0,1306	263,16
Ventanas	Moluscos	Lapa	-0,1553	312,63
Horcón		Jaiba Mora	-0,0258	52,11
El Manzano	Crústaceos	Jaiba Peluda	+0,0038	-7,13
		Pachona		
Caudal río Aconcagua			-0,5175	1060,10

Río Maipo

Las series de peces seleccionadas en las caletas pesqueras (El Quisco, Puertecito y Boca del Maipo) en torno al río Maipo fueron: congrio colorado, congrio negro, corvina, lisa y róbalo. En la comparación de las series de peces versus el caudal del río Maipo, se observa claramente dos fases, la primera desde 1985 hasta ~ 2010 donde ambas series verifican amplitudes altas a moderadas; en tanto que en la última década, con el decaimiento abrupto de los caudales se observa una disminución sustantiva de los desembarques, que siguen el patrón de decremento de la serie ambiental (Figura 83.a₁, b₁, c₁, d₁, e₁, f₁).

Tal como se ha reseñado en capítulos anteriores, el patrón de variabilidad del caudal del río Maipo se caracteriza por un comportamiento semianual (Figura 83.a₂, línea roja), cuyos máximos ocurren en invierno (junio a agosto) debido al ciclo de precipitaciones, y en verano (diciembre) por efecto de deshielos. Esta variabilidad se refleja también en el comportamiento temporal de las series de peces asociados a las caletas El Quisco (congríos colorado-negro y corvina) y Puertecito (congrío colorado), donde los máximos desembarques ocurren en el verano (Figura 83.a₂, b₂, c₂ y d₂). El grado de dependencia de la serie de desembarque de peces asociados a las caletas El Quisco y Puertecito respecto del caudal del río Maipo (Figura 83.a₃ b₃, c₃, d₃), exhiben un alto coeficiente de correlación en fase opuesta con un retardo en torno a 1-2 meses.

Por otro lado, los desembarques de peces en Caleta Boca del Maipo muestran un máximo en primavera para el recurso Lisa, y tres máximos para el Róbalo durante el año (Figura 83.e₂ y f₂, línea azul). Ambas especies muestran un alto coeficiente de correlación negativa (Figura 83.e₃ y f₃) con desfases de cero y un mes, respectivamente.

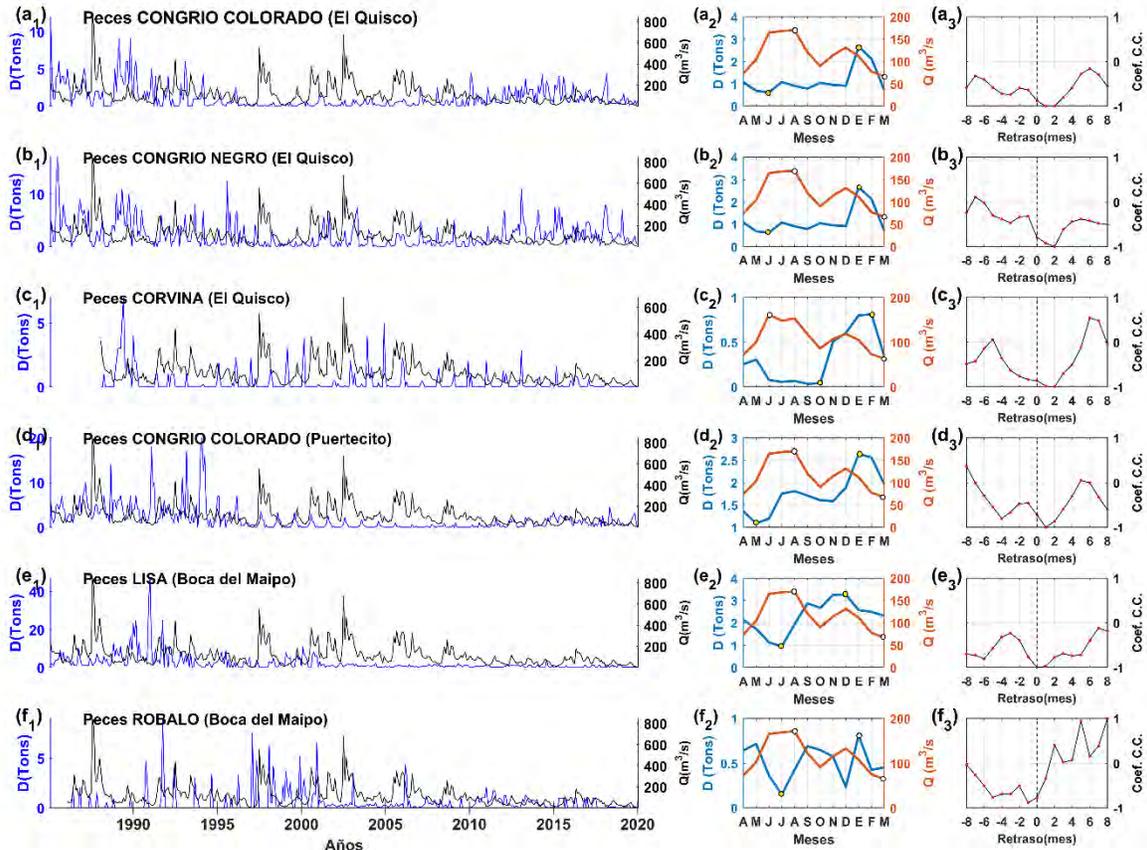


Figura 83. (a₁, b₁, c₁, d₁, e₁, f₁): Series temporales en la escala mensual de caudal del río Maipo (línea negra) versus desembarque de peces para la región de Valparaíso (línea azul). (a₂, b₂, c₂, d₂, e₂, f₂): Climatología de desembarque (línea azul) versus caudales de ríos (línea roja). (a₃, b₃, c₃, d₃, e₃, f₃): Correlación cruzada entre desembarque versus caudales de ríos, los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea negra.

Para el caso de los moluscos, el desembarque de almejas en Caleta Algarrobo exhibe un máximo en verano (Figura 84.a₂), alcanzado la máxima correlación con el caudal de río Maipo en fase opuesta (Figura 84.a₃).

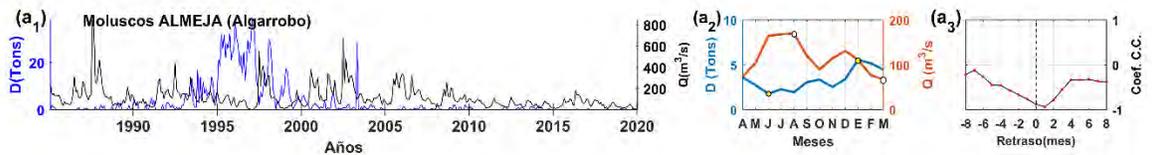


Figura 84. (a₁): Series temporales en la escala mensual de caudal del río Maipo (línea negra) versus desembarque de moluscos para la región de Valparaíso (línea azul). (a₂): Climatología de desembarque (línea azul) versus caudales de ríos (línea roja). (a₃): Correlación cruzada entre cobertura areal versus caudales de ríos, los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea negra.

El ajuste lineal del caudal del río Maipo exhibe una pendiente negativa ($\sim -3,2$), indicando una tendencia a disminuir en forma drástica desde 1985 hasta el 2020 (Tabla 17). Los desembarques de peces y moluscos asociados a este río, muestran una pendiente de negativa que indica una significativa disminución en el tiempo.

Tabla 17. Ajuste lineal asociados al caudal del río Maipo.

Caletas	Tipo	Especies	Ajuste Lineal	
			Pendiente	Intersecto
Quisco	Peces	Congrio Colorado	-0,0309	62,97
		Congrio Negro	-0,0410	84,27
		Corvina	-0,0177	35,87
Puertecito		Congrio Colorado	-0,1200	242,09
		Boca del Maipo	Lisa	-0,1796
Algarrobo	Moluscos	Róbalo	-0,0064	13,26
		Almeja	-0,1772	358,27
Caudal río Maipo			-3,2000	6526,60

b) Región del Maule

En la región del Maule se consideró solo especies de peces ($n=5$), debido a que las series oficiales de moluscos y crustáceos no respondieron a los criterios de clasificación (o selección) mínimos para ser considerados como especies a ensayar. Las caletas consideradas en esta región fueron: Caleta Duao, Caleta río Maule, Caleta Pullehue y Caleta Curanipe.

Al contrastar el desembarque de las especies de peces (corvina, lisa, róbalo, congrio colorado y congrio negro) versus el caudal del río Maule, para un período ~ 35 años, se observa un comportamiento temporal similar desde el inicio de la serie hasta el año ~ 2002 , y posteriormente una clara disminución en todas las series de desembarques, a diferencia de los caudales que solo inician un decremento importante a partir de la última década (Figura 85a1, b1, c1, d1, e1, f1, g1).

La climatología de todas las series de desembarque de los peces seleccionados para esta región evidenció un comportamiento aproximadamente estacional, con máximos en el período estival (Figura 85a2, b2, c2, d2, e2, f2, g2). El grado de dependencia de la serie de desembarque de peces para la Región del Maule versus el caudal del río

Maule (Figura 85a3, b3, c3, d3, e3, f3, g3), exhibe un alto coeficiente de correlación tanto en fase opuesta como en fase. En fase opuesta, el atraso se encuentra entre -2 a 2 meses, en cambio, cuando se encuentra en fase se verifica un retardo mayor de 4 a 6 meses. Estos resultados son coherentes con un proceso estacional en las capturas artesanales, vale decir, cuanto mayor es el caudal menor es el desembarque, en cambio, a menor caudal (en el verano) aumentan las capturas en torno al río Maule.

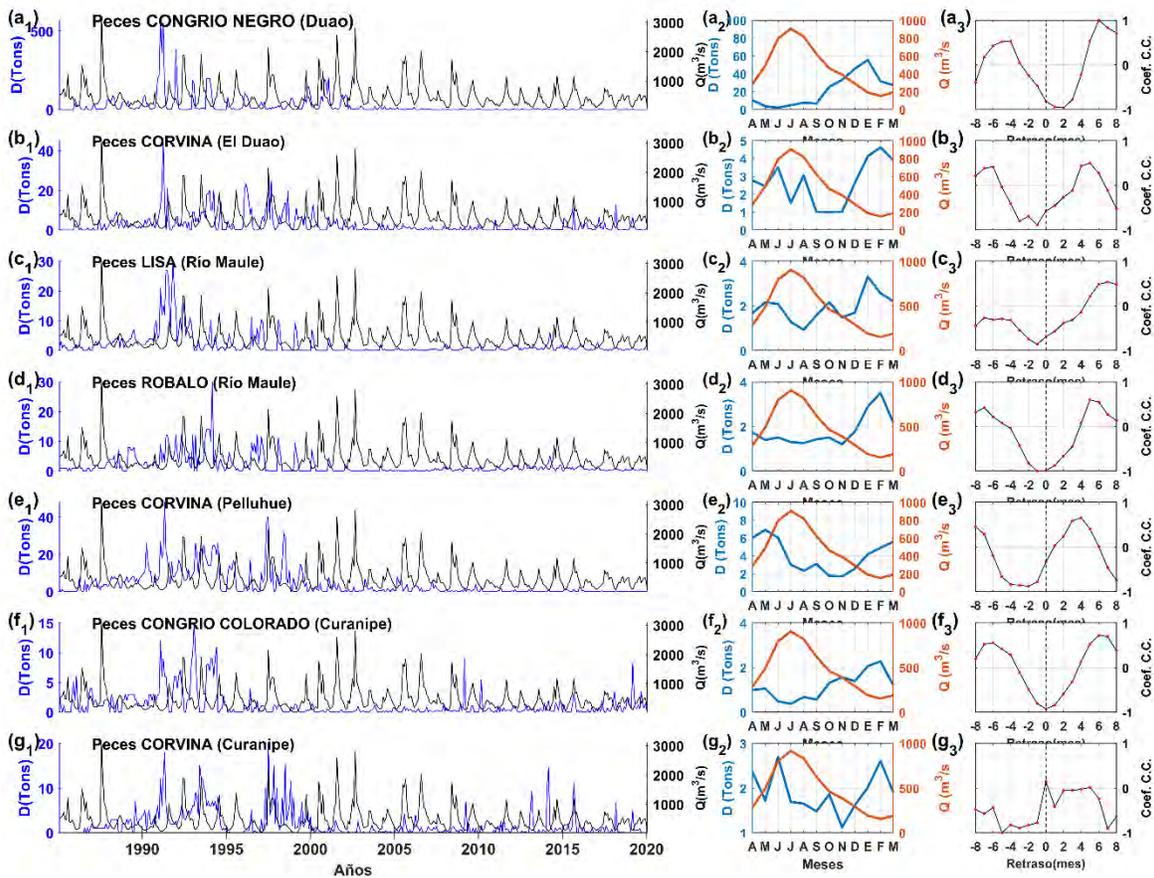


Figura 85. (a₁, b₁, c₁, d₁, e₁, f₁, g₁): Series temporales en la escala mensual de caudal del río Maule (línea negra) versus desembarque de peces para la región del M (línea azul). (a₂, b₂, c₂, d₂, e₂, f₂, g₂): Climatología de desembarque (línea azul) versus caudales de ríos (línea roja). (a₃, b₃, c₃, d₃, e₃, f₃, g₃): Correlación cruzada entre desembarque versus caudales de ríos, los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea negra.

Las tendencias lineales muestran una alta coherencia entre la pendiente negativa del caudal de río Maule y los desembarques de las diversas especies de peces ensayadas para las caletas Duao, río Maule, Pullehue y Curanipe (Tabla 18).

Tabla 18. Ajuste lineal asociados al caudal del río Maule.

			Ajuste Lineal	
Caletas	Tipo	Especies	Pendiente	Intersecto
Duaos	Peces	Congrio Negro	-1,5800	3190,90
		Corvina	-0,1218	246,49
Río Maule		Lisa	-0,1292	260,67
		Róbalo	-0,1033	208,72
Pullehue		Corvina	-0,3025	609,69
Curanipe		Congrio Colorado	-0,0600	121,24
		Corvina	-0,0891	180,31
Caudal río Maule			-3,3244	7122,50

c) Región del Biobío

Para el caso de la Región del Biobío fueron considerados dos ríos, a saber: río Itata y río Biobío. En esta región se consideraron las caletas Talcahuano, Tumbes, San Vicente, Lo Rojas, Tubul y Llico. Asimismo, fueron seleccionadas 4 especies de peces (congrío colorado, congrío negro, tritre y pejerrey de mar), 5 especies de moluscos (almeja, cholga, huego, navajuela y taquilla), y 2 especies de crustáceos (jaiba peluda y picoroco).

Río Itata

Para el caso de los peces asociados al entorno del río Itata, se verifica un patrón de comportamiento temporal similar al reseñado para el río Maule (Figura 86a1, b1, c1, d1), con una disminución sustantiva a partir del período 2001-2005, en contraste con una disminución significativa de su caudal desde el año 2010 y hasta el final de la serie.

Los resultados de la climatología mensual de la mayoría de las series de desembarque de peces asociados al río Itata, mostraron que los máximos desembarques se producen en primavera-verano a excepción de pejerrey de mar (Figura 86a2, b2, c2, d2). Por otro lado, los máximos coeficientes de correlación se encuentran en fase opuesta (Figura 86b3, c3, d3), evidenciando un desfase entre 1 y 4 meses. Resalta la especie pejerrey de mar que alcanza un alto grado de correlación (en torno a los 3 meses, Figura 86a3).

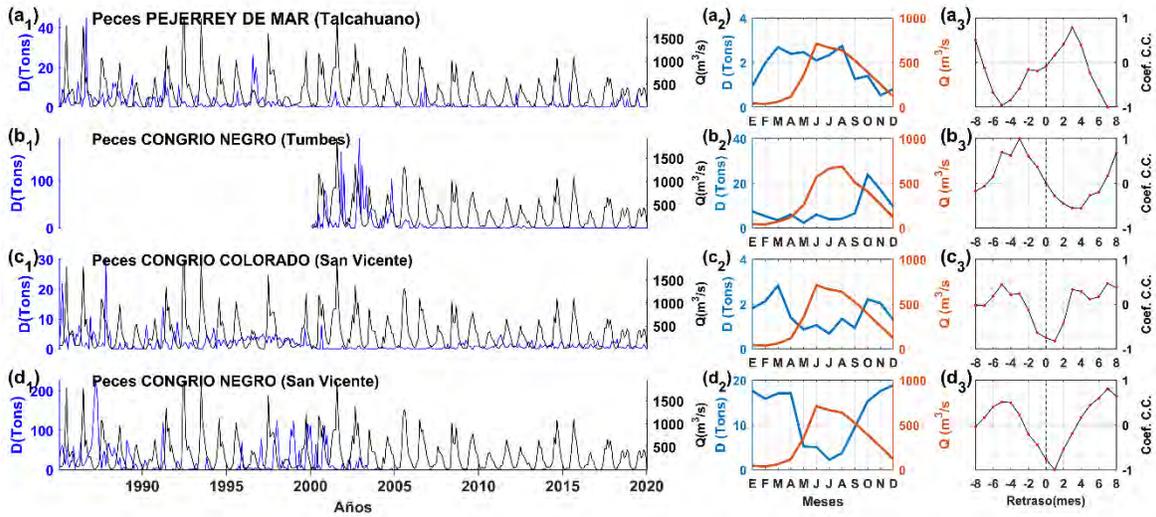


Figura 86. (a₁, b₁, c₁, d₁): Series temporales en la escala mensual de caudal del río Itata (línea negra) versus desembarque de peces para la región del BíoBío (línea azul). (a₂, b₂, c₂, d₂): Climatología de desembarque (línea azul) versus caudales de ríos (línea roja). (a₃, b₃, c₃, d₃): Correlación cruzada entre desembarque versus caudales de ríos, los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea negra

Por su parte, las series de desembarque de moluscos (almeja, cholga) decaen a partir del 2000 (Figura 87a1, b1, c1, d1), así como climatológicamente muestra claras diferencias con el máximo caudal de invierno (Figura 87a1a2,b2,c2, d2). Los desembarques de almejas para las caletas de Talcahuano y Tumbes muestran notables diferencias, a pesar de ser muy cercanas, en fase opuesta y en fase directa, respectivamente (Figura 87a1.a3, c3). Las caletas de Talcahuano (Figura 87a1.b3) y San Vicente (Figura 87a1.d1) muestran que almeja y cholga se encuentran en fase con un rezago de 3 meses.

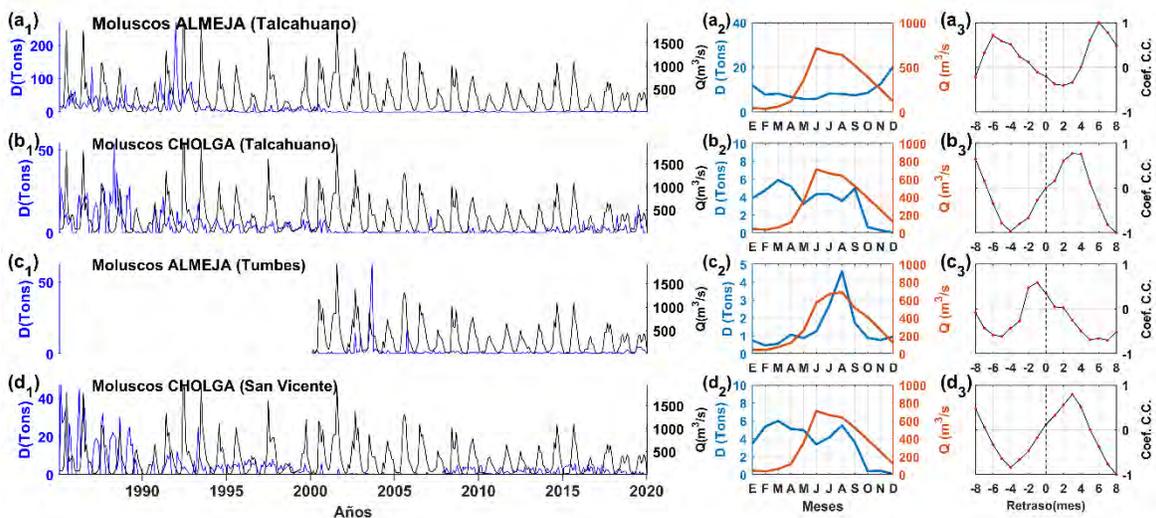


Figura 87. (a₁, b₁, c₁, d₁): Series temporales en la escala mensual de caudal del río Itata (línea negra) versus desembarque de moluscos para la región del Biobío (línea azul). (a₂, b₂, c₂, d₂):

Climatología de desembarque (línea azul) versus caudales de ríos (línea roja). (a₃, b₃, c₃, d₃): Correlación cruzada entre desembarque versus caudales de ríos, los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea negra.

Las series temporales de desembarque de crustáceos decaen abruptamente a partir del ~2000 (Figura 88.a1, b1, línea de color azul). Climatológicamente, los desembarques de jaiba peluda mostraron desembarques menores en invierno y mayores en primavera (Figura 88.a2 línea azul), resultando en fase opuesta (rezago de un mes) y en fase directa con el caudal (Figura 88.a3), respectivamente. Por otro lado, la climatología para el recurso picoroco (Figura 88. b2, línea azul) muestra un máximo caudal en fase con el desembarque, con un desfase de 2 meses (Figura 88.b3)

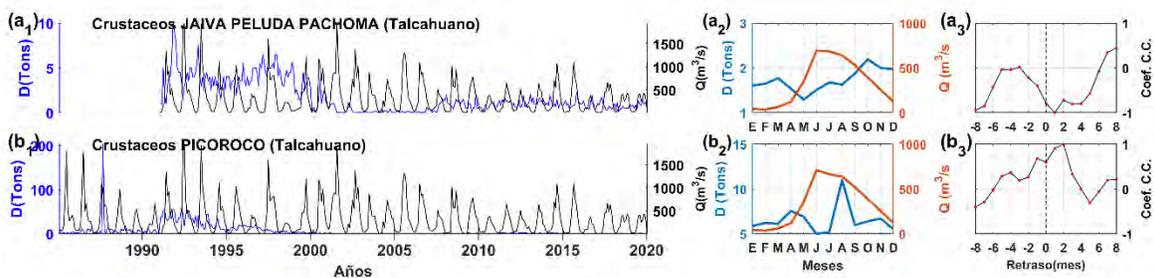


Figura 88. (a₁, b₁): Series temporales en la escala mensual de caudal del río Itata (línea negra) versus desembarque de crustáceos para la región del BíoBío (línea azul). (a₂, b₂): Climatología de desembarque (línea azul) versus caudales de ríos (línea roja). (a₃, b₃): Correlación cruzada entre desembarque versus caudales de ríos, los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea negra.

Los ajustes lineales muestran una muy alta coherencia entre la pendiente negativa del caudal de río Itata (-4,12) y los desembarques, tanto para las especies de peces (especialmente congrio negro), moluscos (especialmente almeja), y crustáceos (especialmente picoroco) ensayadas para las caletas de Talcahuano, Tumbes y San Vicente (Tabla 19).

Tabla 19. Ajuste lineal asociados al caudal del río Itata.

Caletas	Tipo	Especies	Ajuste Lineal	
			Pendiente	Intersecto
Talcahuano	Peces	Pejerrey de Mar	-0,1288	259,80
Tumbes		Congrio Negro	-1,6022	3228,50
San Vicente		Congrio Colorado	-0,0840	169,83
San Vicente		Congrio Negro	-1,1020	2218,80
Talcahuano	Moluscos	Almeja	-1,0298	2071,60
Talcahuano		Cholga	-0,2694	543,01
Tumbes		Almeja	-0,1139	230,29
San Vicente		Cholga	-0,2933	590,93
Talcahuano	Crústaceos	Jaiba Peluda Pachona	-0,1352	272,85
Talcahuano		Picoroco	-0,5644	1136,80
Caudal río Itata			-4,1244	8584,20

Río Biobío

Las series de desembarques de peces asociadas al río Biobío (congrio colorado, tritre y pejerrey de mar) correspondientes a Caleta Lo Rojas, si bien muestran una tendencia a la disminución, ésta no es tan abrupta como las asociadas al río Itata (Figura 89a1, b1, c1, línea azul). La climatología mensual de desembarque muestra para el congrio colorado un máximo en primavera (Figura 89.a2, línea azul), en tanto que para las especies machuelo y pejerrey de mar el máximo ocurre durante el verano (Figura 89.b2, c2).

En general, los máximos coeficientes de correlación muestran disparidad en el desfase. Esta disparidad probablemente se asocie al acoplamiento de las plumas de ambos ríos en el sistema costero de la Región del Biobío. En cambio, para el caso del río Biobío, las altas correlaciones se alcanzan en torno a un retardo positivo de 1-3 meses (Figura 89a3, b3, c3).

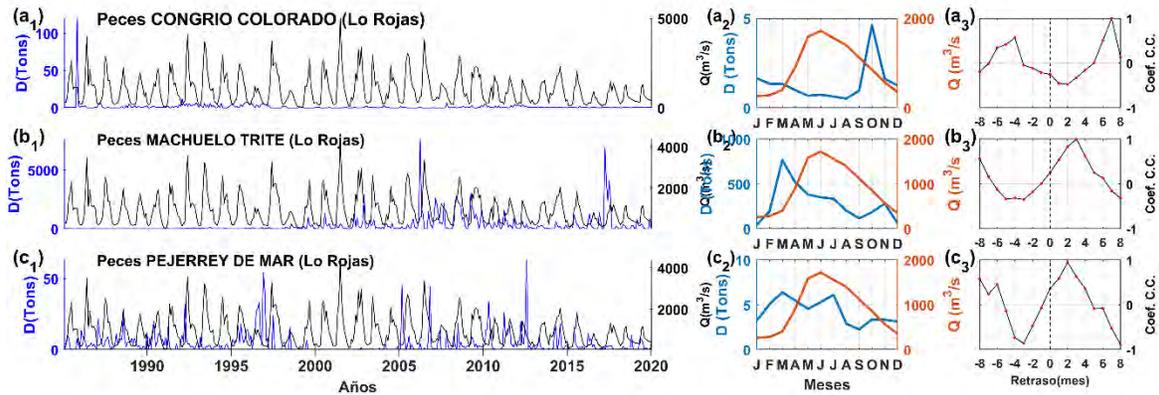


Figura 89. (a₁, b₁, c₁): Series temporales en la escala mensual de caudal del río Biobío (línea negra) versus desembarque de peces para la región del Biobío (línea azul). (a₂, b₂, c₂): Climatología de desembarque (línea azul) versus caudales de ríos (línea roja). (a₃, b₃, c₃): Correlación cruzada entre desembarque versus caudales de ríos, los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea negra.

Las series climatológicas de desembarque de las especies de moluscos seleccionadas muestran un máximo en primavera y verano (Figura 90.a2, b2, c2). No obstante, para el caso de almeja en Caleta Llico, estos máximos se verifican en invierno y primavera. La alta correlación en fase se alcanza con las especies navajuela y taquilla con rezago de dos meses (Figura 90.a3, c3,d3), en cambio para el huepo y la almeja se encuentran en fase opuesta (Figura 90.b3,d3).

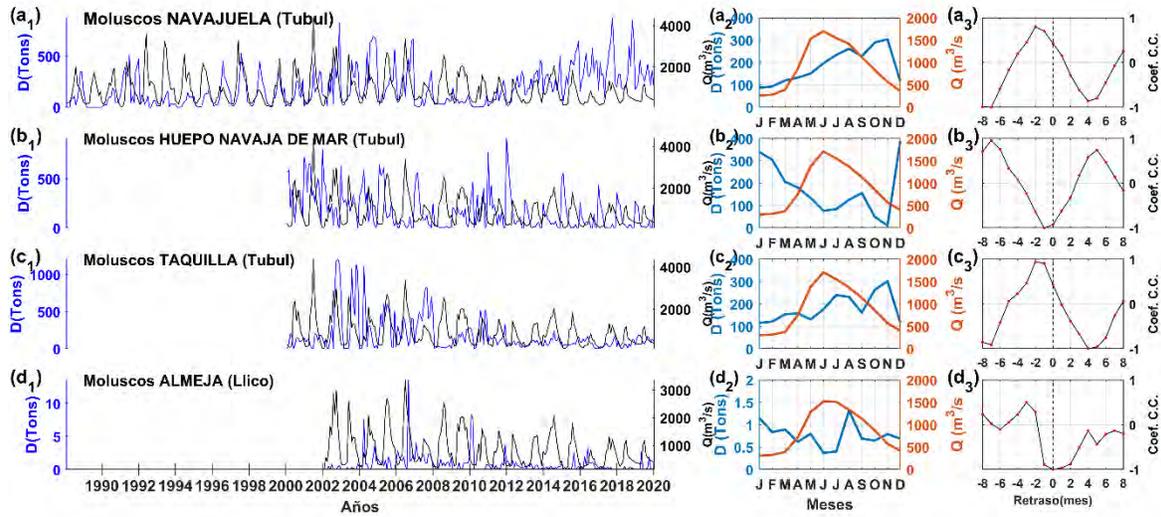


Figura 90. (a₁, b₁, c₁, d₁): Series temporales en la escala mensual de caudal del río Biobío (línea negra) versus desembarque de moluscos para la región del Biobío (línea azul). (a₂, b₂, c₂, d₂): Climatología de desembarque (línea azul) versus caudales de ríos (línea roja). (a₃, b₃, c₃, d₃): Correlación cruzada entre desembarque versus caudales de ríos, los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea negra.

En general, las series temporales de desembarque de peces, moluscos y crustáceos (Tabla 20) en torno al río Biobío muestran una pendiente negativa que verifica una tendencia a la disminución, a excepción de las especies machuelo o tritre y navajuela. El decreciente temporal de los caudales del río de Biobío asociados a su alta pendiente negativa es coherente, y podría constituir un factor forzante de la disminución de los desembarques de peces y moluscos asociados a las caletas en torno al río Biobío (Lo Rojas, Tubul, Llico).

Tabla 20. Ajuste lineal asociados al caudal del río Biobío.

Caletas	Tipo	Especies	Ajuste Lineal	
			Pendiente	Intersecto
Lo Rojas	Peces	Congrio Colorado	-0,0893	180,16
		Machuelo o Tritre	20,1565	-4007,80
		Pejerrey de Mar	-0,0603	125,04
Tubul	Moluscos	Navajuelas	7,6539	-1515,50
		Huepo Navaja de Mar	-13,6734	2765,60
		Taquilla	-13,1474	2660,70
Llico		Almeja	-0,0480	97,34
Caudal río Biobío			-6,8496	14630,00

5.4.1.2. Escala Interanual

Las series de anomalías interanuales de caudales (Figura 7) y precipitaciones (Figura 9) mostraron un alto coeficiente de correlación y en fase, con un retardo muy bajo (~ 2 meses) respecto del índice multivariado MEI (por su sigla en inglés, Figura 6 y Figura 12), para explicar la alternancia de eventos ENOS. En esta escala interanual, se

analiza solamente las anomalías de los caudales como variable ambiental versus las anomalías interanuales de las especies de peces, moluscos y crustáceos, ya que ha quedado claramente demostrada la directa dependencia entre los caudales y las precipitaciones (Figura 23).

a) Región de Valparaíso

Río Aconcagua

Las series de anomalías interanuales de desembarque de Lapa en las caletas de Horcón y Ventanas (Figura 91.a1, b1, línea azul) muestran un comportamiento diferente ante los eventos interanuales. La anomalía interanual de desembarque en caleta Horcón se comporta en fase opuesta a las anomalías de caudales con un desfase de 3 meses, en cambio para caleta Ventanas se encuentra en fase directa con un retraso de 6 meses (Figura 91.a2, b2). Este resultado evidencia que el desembarque de lapa en ambas caletas responde de manera diferente a eventos cálidos y fríos (caleta Horcón se maximiza con eventos fríos y caleta Ventanas con eventos cálidos).

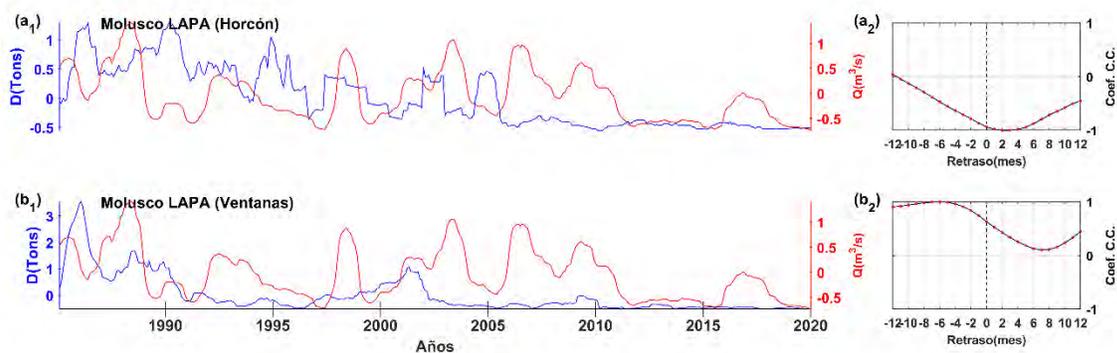


Figura 91. (a₁, b₁): Series temporales en la escala interanual de caudal del río Aconcagua (línea roja) versus desembarque interanual de moluscos para la región de Valparaíso (línea Azul). (a₂, b₂): Correlación cruzada entre desembarque versus caudales de ríos interanuales, los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea negra.

Por su parte, las series de anomalías interanuales de desembarque de crustáceos de las caletas Horcón (jaiba mora) y El Manzano (Jaiba peluda) (Figura 92.a1, b1, línea azul) muestran un comportamiento en fase directa y en fase opuesta (Figura 92.a2, b2), respectivamente. Al parecer la jaiba mora responde mejor a los eventos cálidos que la jaiba peluda que se maximiza con los eventos fríos.

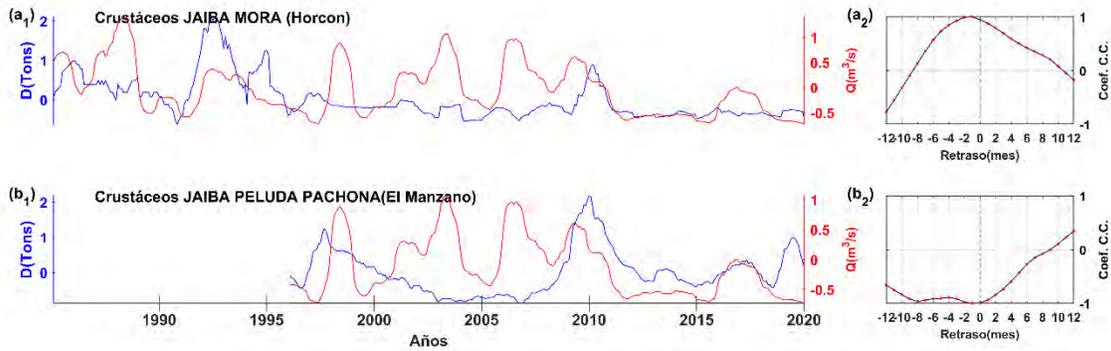


Figura 92. (a₁, b₁): Series temporales en la escala mensual interanual de caudal del río Aconcagua (línea roja) versus desembarque de crustáceos para la región de Valparaíso (línea azul). (a₂, b₂): Correlación cruzada entre desembarque versus caudales de ríos interanual, los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea negra.

Río Maipo

Las series de anomalías interanuales de desembarque de peces de las caletas asociados al río Maipo (Figura 93.a1, b1,c1,d1,e1,f1; línea azul) muestran un comportamiento diferente. En general, las anomalías interanuales de desembarque en caletas El Quisco, Puertecito y Boca del Maipo (Figura 93.a2, b2,c2,d2,e2) se encuentran en fase opuesta con las anomalías de caudales interanuales, a excepción, de la especie róbalo (Caleta Boca del Maipo) que se encuentra en fase con las anomalías de caudales.

Para el caso de las series de anomalías interanuales de desembarque de moluscos (Figura 94.a1, línea azul) se evidencia un comportamiento similar a lo reseñado para peces. Destaca el alto coeficiente de correlación en fase opuesta entre el desembarque interanual de almeja y las anomalías interanuales de caudales del río Maipo (Figura 94.a2).

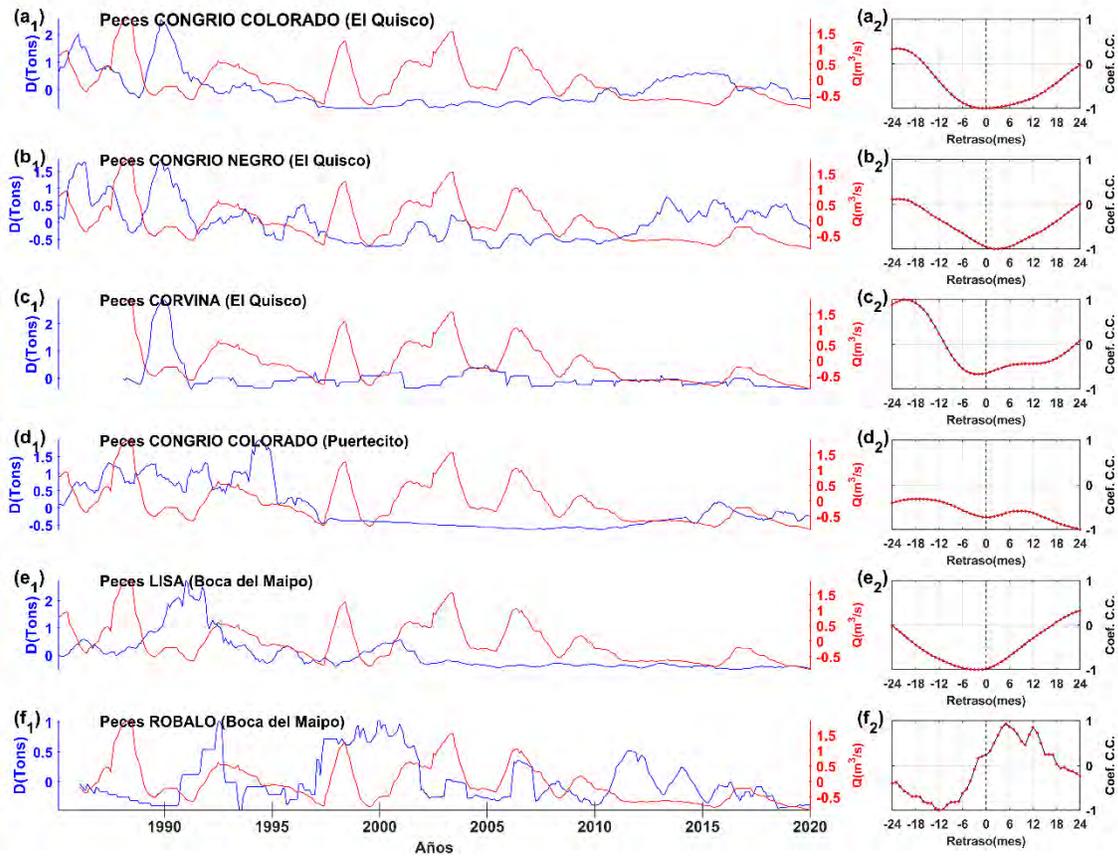


Figura 93. (a₁, b₁, c₁, d₁, e₁, f₁): Series temporales en la escala mensual de caudal del río Maipo (línea rojo) versus desembarque de peces para la región de Valparaíso (línea azul). (a₂, b₂, c₂, d₂, e₂, f₂): Correlación cruzada entre desembarque versus caudales de ríos interanuales, los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea negra.

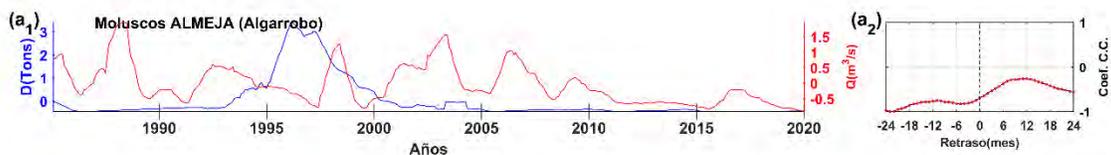


Figura 94. (a₁): Series temporales en la escala mensual de caudal del río Maipo (línea roja) versus desembarque de moluscos para la región de Valparaíso (línea azul). (a₂) Correlación cruzada entre desembarque versus caudales de ríos interanuales, los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea negra.

b) Región del Maule

Como ya se indicó en párrafos precedentes, en la región del Maule se consideró solo especies de peces (n=5), debido a que las series de moluscos y crustáceos no respondieron a los criterios de clasificación para ser consideradas. Las caletas consideradas en esta región fueron: Caleta Duao, Caleta río Maule, Caleta Pulehue y Caleta Curanipe.

Las series de anomalías interanuales de desembarque de peces (Figura 95.a1,b1,c1,d1,e1,g1; línea azul) muestran un comportamiento diferente ante los eventos interanuales, sin evidenciar con claridad un grado de correlación con las anomalías interanuales de caudales (Figura 95.a2, b2, c2,d2,e2,g2). Esta incertidumbre en los coeficientes de correlación entre ambas variables se debe probablemente a que las series interanuales de desembarque de peces decaen en forma muy abrupta a partir de 2000.

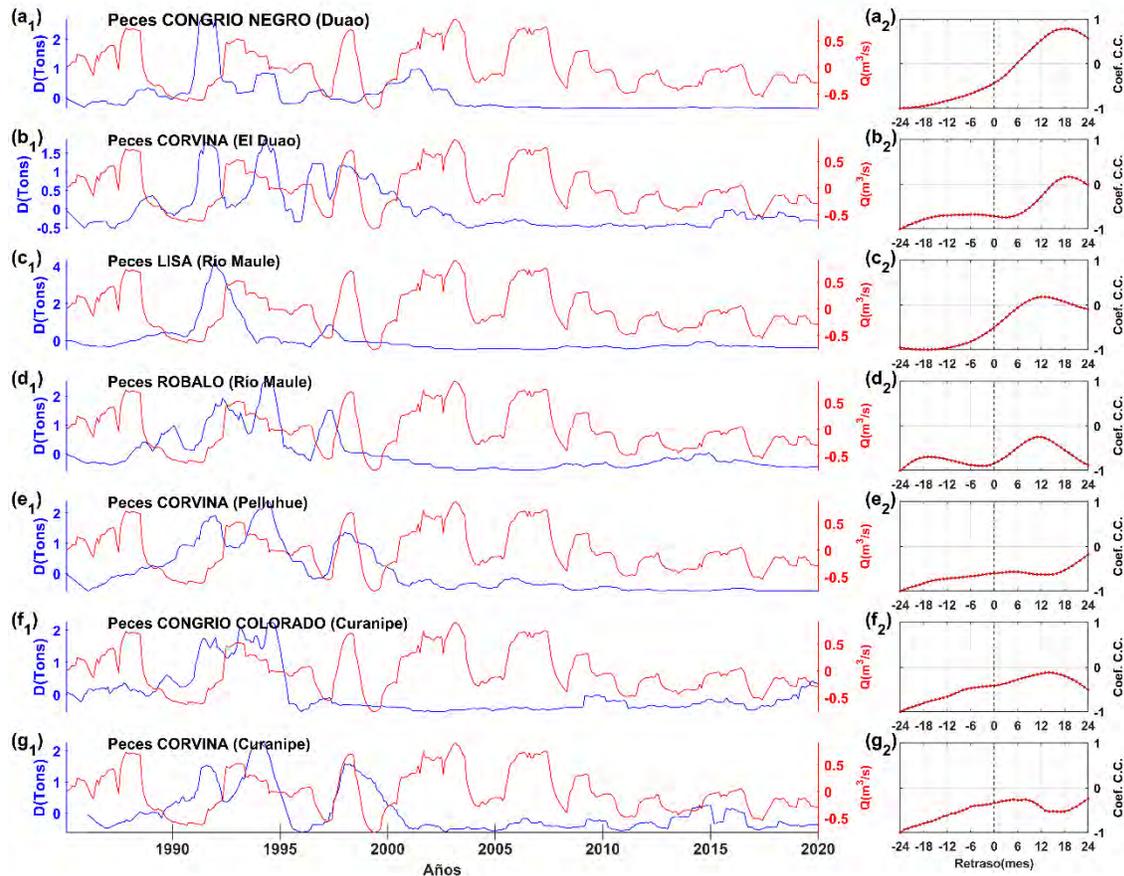


Figura 95. (a₁, b₁, c₁, d₁, e₁, f₁, g₁): Series temporales en la escala mensual de caudal del río Maule (línea roja) versus desembarque de peces para la región del M (línea azul). (a₂, b₂, c₂, d₂, e₂, f₂, g₂): Correlación cruzada entre desembarque versus caudales de ríos interanuales, los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea negra.

c) Región del Biobío

Río Itata

Las series de anomalías interanuales de desembarque de peces asociadas al río Itata (Figura 96.a1,b1,c1,d1; línea azul) también muestran un comportamiento diferente ante los eventos interanuales. Las anomalías interanuales de desembarque no muestran un grado de correlación muy definida con las anomalías de caudales (Figura 96.a2,b2,c2,d2). Las series interanuales de desembarque de peces decaen en forma

muy abrupta a partir de 2000, lo que no permite obtener una correlación apropiada entre ambas variables.

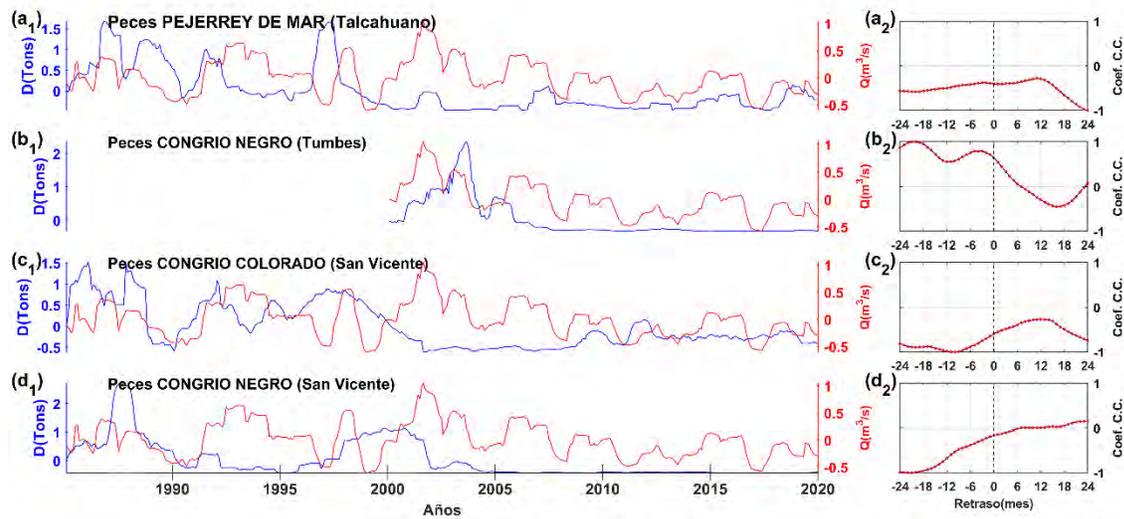


Figura 96 (a₁, b₁, c₁, d₁): Series temporales en la escala mensual de caudal del río Itata (línea roja) versus desembarque de moluscos para la región del BíoBío (línea azul). (a₂, b₂, c₂, d₂) Correlación cruzada entre desembarque versus caudales de ríos interanuales, los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea negra.

De igual forma, el mismo comportamiento se observa entre las variables de anomalías interanuales de desembarques de moluscos de las caletas en torno al río Itata (Figura 97.a1,b1,c1,d1; línea azul). La correlación cruzada entre ambas variables (Figura 97.a2,b2,c2,d2) muestran resultados espurios, es decir, no es posible definir el grado de influencia del caudal interanual sobre los desembarques interanuales.

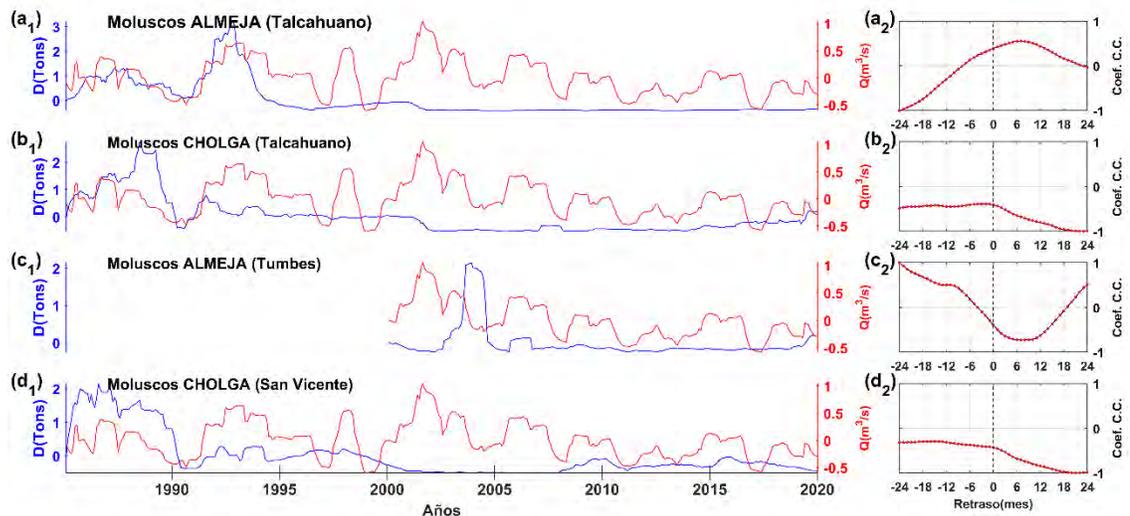


Figura 97 (a₁, b₁, c₁, d₁): Series temporales en la escala mensual de caudal del río Itata (línea roja) versus desembarque de peces para la región del BíoBío (línea azul). (a₂, b₂, c₂, d₂): Correlación cruzada entre desembarque versus caudales de ríos interanuales, los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea negra.

Por último, las series interanuales de desembarque de crustáceos (Figura 98.a1,b1; línea azul) muestra un descenso abrupto a partir del 2000. Las series para jaiba peluda y picoroco muestran mayores desembarques interanuales entre 1985-2000, pero el abrupto decaimiento de los desembarques interanuales no permiten realizar una correlación cruzada apropiada entre ambas variables (Figura 98.a2,b2).

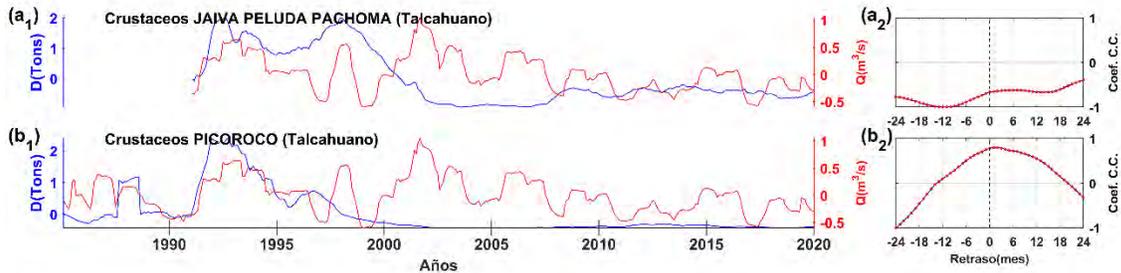


Figura 98 (a₁, b₁): Series temporales en la escala mensual de caudal del río Itata (línea roja) versus desembarque de crustáceos para la región del Biobío. (a₂, b₂) Correlación cruzada entre desembarque versus caudales de ríos interanuales, los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea negra.

Río Biobío

Las series de anomalías interanuales de desembarque de peces asociadas al río Biobío (Figura 99.a1,b1,c1; línea azul) muestran resultados distintos ante los eventos interanuales de tipo ENOS. La correlación cruzada entre las series interanuales de desembarques y el caudal del río Biobío, mostró resultados espurios para congrio colorado (Figura 99.a2), una correlación en fase directa para el machuelo o tritre, con un rezago de 4 meses (Figura 99.b2), y un máximo coeficiente de correlación en fase directa con un rezago de 15 meses para el pejerrey (Figura 99.c2).

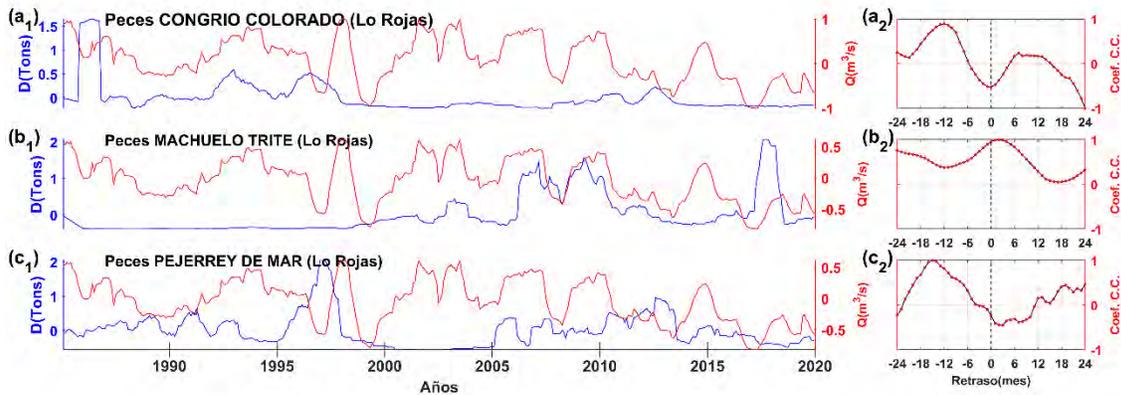


Figura 99 (a₁, b₁, c₁): Series temporales en la escala mensual de caudal del río Biobío (línea roja) versus desembarque de peces para la región del Biobío (línea azul). (a₂, b₂, c₂): Correlación cruzada entre desembarque versus caudales de ríos interanuales, los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea negra.

Por su parte, las series de anomalías interanuales de desembarque de moluscos asociadas a las caletas en torno al río Biobío (Figura 100.a1,b1,c1,d1; línea azul) muestran también un comportamiento diferente ante los eventos interanuales tipo

ENOS. Las correlaciones cruzadas entre el desembarque y el caudal interanual se muestran generalmente en fase opuesta, aunque los resultados no son concluyentes (Figura 100.a2,b2,c2,d2).

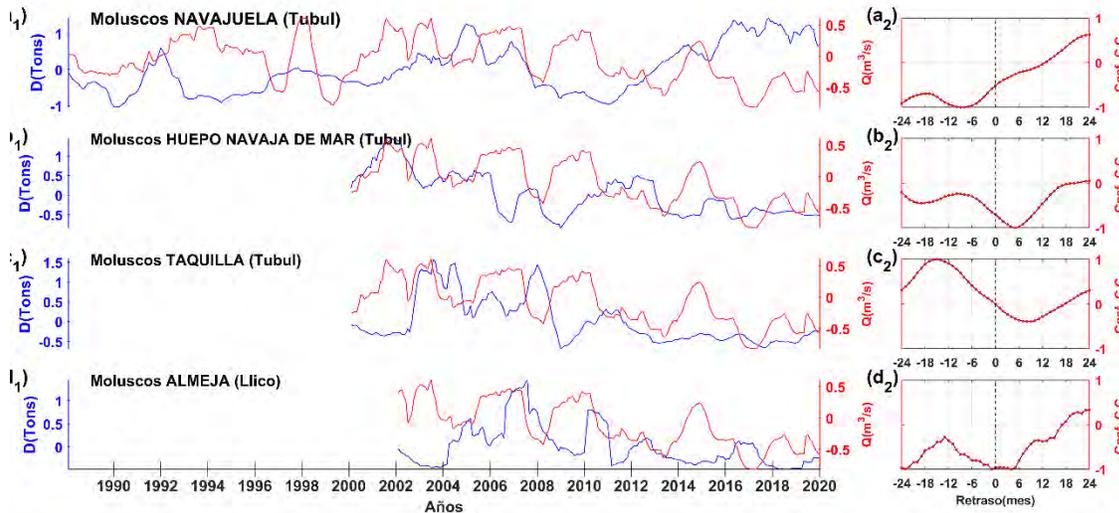


Figura 100 (a₁, b₁, c₁, d₁): Series temporales en la escala mensual de caudal del río Biobío (línea roja) versus desembarque de moluscos para la región del Biobío (línea azul). (a₂, b₂, c₂, d₂): Correlación cruzada entre desembarque versus caudales de ríos interanuales, los puntos rojos indican los desfases mensuales unidos con línea azul.

5.4.2. Regresión lineal de las series de desembarque

Con el propósito establecer la relación entre la distribución temporal (en la escala mensual) de los desembarques de recursos pesqueros para las macrozonas estudiadas (ríos seleccionados), se ha implementado un modelo de regresión lineal (ver sección 4.2.8.2) entre precipitaciones y niveles de desembarque proyectados hasta el año 2100, considerando los escenarios de cambio climático RCP4,5 y RCP8,5.

5.4.2.1. Escala anual

La Tabla 21 exhibe los parámetros estimados para la regresión de la serie mensual, utilizando el modelo SARIMA, correspondiente a los recursos pesqueros congrio colorado, congrio negro, almeja, navajuela y jaiba peluda. Se incluyen las estimaciones de las componentes autoregresivas (AR) y de medias móviles (MA, SMA) que indican la dependencia de la serie predicha con su registro histórico. Además, los valores estimados para las co-variables caudales y precipitaciones (parámetro PBE), se refieren al nivel de influencia de dichas series en los desembarques de cada recurso. Para el caso del cambio estructural, siendo este estimado diferente de cero, implica la existencia de un quiebre en la tendencia de la serie de desembarques para cada especie ensayada. Los criterios de Akaike (AIC) y Bayesiano (BIC) fueron utilizados para la selección del modelo, y se detallan en cada caso (cada recurso pesquero).

Tabla 21. Parámetros estimados para la regresión correspondiente a la escala anual (Modelo SARIMA).

Especie		Parámetros	AR1	Ar2	MA1	MA2	SAR1	Q (m ³ s ⁻¹)	PP (mm)	Cambio Estruct
Almeja Maipo	RCP4,5	Estimación			-0,860	-0,121	0,166	-1e-04	-0,030	-2,272
		Error Est.			0,0496	0,0495	0,0513	0,0015	0,0526	0,627
	RCP8,5	Estimación			-0,862	-0,120	0,1650	-1e-04	-0,022	-2,268
		Error Est.			0,0496	0,0495	0,0512	0,0015	0,0558	0,6268
Congrio Colorad Maipo	RCP4,5	Estimación	0,8263	-0,653	0,0746	0,1200	1,3079	1e-04	-0,025	-0,611
		Error Est.	0,0799	0,1083	0,0491	0,0495	0,1636	5e-04	0,0165	0,1901
	RCP8,5	Estimación	0,8289	-0,657	0,0778	0,1189	1,3067	1e-04	-0,025	-0,605
		Error Est.	0,0799	0,1087	0,0490	0,0495	0,1664	5e-04	0,0176	0,1913
Navajue Biobío	RCP4,5	Estimación	0,6641	-1,148	0,1593	0,2635	0,2212	0,0056	2,4615	138,28
		Error Est.	0,0731	0,0956	0,0913	0,0487	0,0512	0,0121	1,6729	63,587
	RCP8,5	Estimación	0,6693	-1,156	0,1672	0,2665	0,0070	0,8371	0,8371	135,25
		Error Est.	0,0717	0,0939	0,0898	0,0489	0,0513	0,0122	1,5284	64,243
Congrio Colorad Biobío	RCP4,5	Estimación	0,1012	-0,301	0,4854	0,3119	0,4406	6,7095	-5e-04	0,0063
		Error Est.	0,0475	0,1268	0,1192	0,1048	0,0853	1,0006	4e-04	0,0741
	RCP8,5	Estimación	0,1006	-0,306	0,4817	0,3117	0,4396	6,8134	-5e-04	-0,024
		Error Est.	0,0476	0,1279	0,1201	0,1054	0,0855	0,9891	4e-04	0,0645
Congrio Negro Biobío	RCP4,5	Estimación	-0,822	0,2788	-0,383	0,0922	0,1974	-1e-04	-0,102	21,098
		Error Est.	0,0499	0,0687	0,0455	0,0501	0,0481	0,0014	0,2117	7,2091
	RCP8,5	Estimación	-0,8	0,2790	-0,383	0,0921	0,1979	-1e-04	-0,111	21,104
		Error Est.	0,0499	0,0687	0,0455	0,0501	0,0479	0,0014	0,1951	7,1957
Almeja Biobío	RCP4,5	Estimación	0,5041	0,2568	0,8820	-0,828	0,0299	32,943	0,0018	-0,421
		Error Est.	0,0478	0,0512	0,0805	0,0968	0,0563	3,7894	0,0017	0,2473
	RCP8,5	Estimación	0,5040	0,2552	0,8845	-0,829	0,0283	32,659	0,0018	-0,345
		Error Est.	0,0478	0,0512	0,0798	0,0963	0,0562	3,7820	0,0017	0,2276
Jaiba Peluda Biobío	RCP4,5	Estimación	0,6551		-0,904	0,2606		0e+00	-0,006	-1,783
		Error Est.	0,0840		0,0531	0,0512		1e-04	0,0098	0,8564
	RCP8,5	Estimación	0,6559		-0,905	0,2629		0e+00	-0,003	-1,781
		Error Est.	0,0834		0,0526	0,0510		1e-04	0,009	0,8541

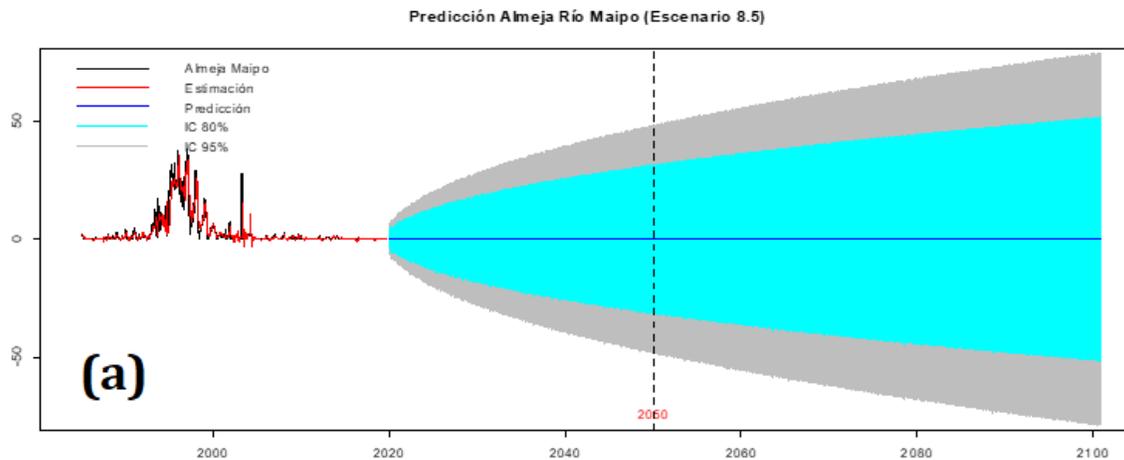
Tabla 22. Parámetros del error para la regresión correspondiente a la escala anual (Modelo SARIMA).

Especie		Medida de Error	ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE	MASE	ACF1
Almeja	Maipo	RCP45		2,645439	1,416346			0,8623747	-0,002432
		RCP85	-0,160629	2,645999	1,415384			0,8617893	-0,002624
Congrio Colorado		RCP45	-0,004239	0,8309165	0,5183779			0,7367334	0,0135247
		RCP85	-0,004286	0,8311958	0,5207525			0,7401081	0,0149874
Navajuela		RCP45	6,575066	109,039	72,08035			0,6644343	-0,004087
		RCP85	6,738124	109,2876	72,21253			0,6656527	-0,004934
Congrio Colorado		RCP45	-0,114556	5,607933	2,360595			1,101006	0,0027578
		RCP85	-0,112323	5,607908	2,360399			1,100914	0,0026321
Congrio Negro	Biobío	RCP45	-0,483721	14,52685	4,695006			0,7435901	0,0392297
		RCP85	-0,484127	14,52513	4,714126			0,7466182	0,0393359
Almeja		RCP45	0,1061923	15,46865	7,11944			0,775697	0,0083981
		RCP85	0,1059617	15,45802	7,120014			0,7757596	0,0085562
Jaiba Peluda		RCP45	0,0169935	0,7032372	0,4176336			0,5790152	-0,033783
		RCP85	0,0169909	0,7035535	0,4163467			0,5772311	-0,033863

Río Maipo

Para el río Maipo fueron seleccionadas las especies congrio colorado (Caletas El Quisco, Puertecito) y almeja (Caleta Algarrobo). La Tabla 21 evidencia la incidencia de las series de precipitaciones y caudales sobre los desembarques de estas especies. Tanto el recurso almeja como congrio colorado evidencian cambios estructurales en las series estimadas con valores de -2,2729 y -2,2684 (almeja), -0,6615 y -0,6058 (congrio colorado), para los escenarios de RCP4,5 y RCP8,5, respectivamente. Asimismo, la Tabla 22 muestra el error cuadrático medio (RMSE) para almeja (2,644538, 2,6445999) y para congrio colorado (0,8309165 y 0,8311958), para los escenarios RCP4,5 y RCP8,5, respectivamente.

Estos resultados resaltan cambios estructurales significativos para el recurso almeja, así como un mayor error entre la serie histórica y la serie estimada (valores altos de RMSE); a diferencia de lo reportado para congrio colorado, donde el desempeño de la estimación es mejor (bajos valores de RMSE) y se verifican menores cambios estructurales. La Figura 101 muestra la data observada de desembarque (línea negra 1985-2019), así como la estimación del desembarque de almeja (Figura 101.a,b) y congrio colorado (Figura 101.c,d) en línea roja. Para la serie de desembarque almeja, la predicción ampliada (Figura no mostrada) sigue el patrón claramente decreciente exhibida por los datos observados en la última década (desembarques <1 t). La serie predicha muestra oscilaciones durante 80 años que no superan desembarques de 0,1 toneladas, este comportamiento persiste para ambos escenarios (RCP4,5 y RCP8,5, Figura 101.a,b). En las predicciones de ambos recursos (almeja y congrio colorado), las series predichas para el escenario más extremo (RCP8,5) evidencia magnitudes menores (~50%) respecto de las series predichas en el escenario RCP4,5.



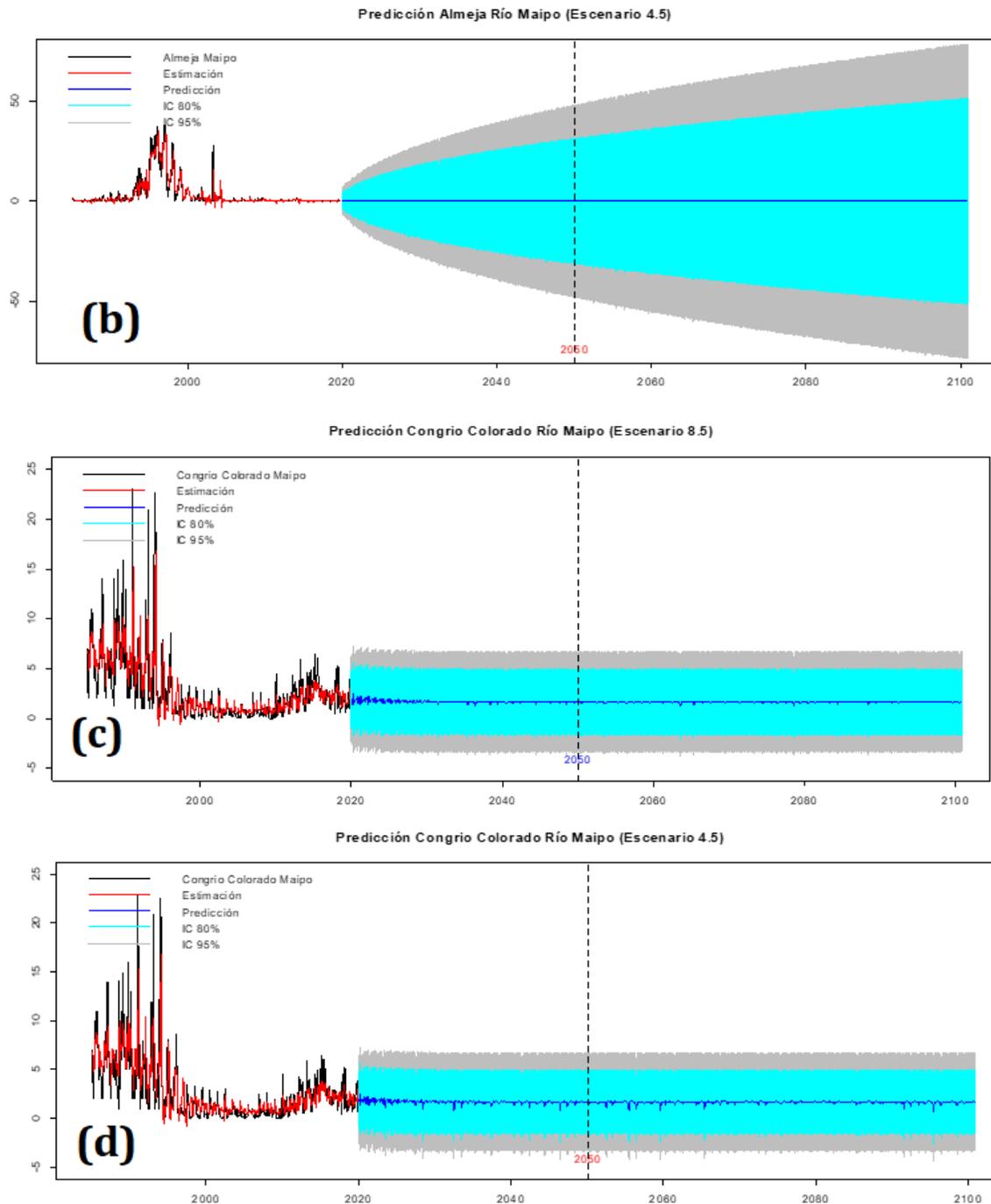


Figura 101. Series de desembarque observadas (líneas negras) y predichas (líneas azules) en los escenarios RCP4,5 y RCP8,5 para los recursos (a,b) almeja y (d,c) congrio colorado. Macrozona norte (río Maipo). Las bandas celeste y gris corresponden a los límites de confianza de 80% y 95%, respectivamente.

Río Biobío

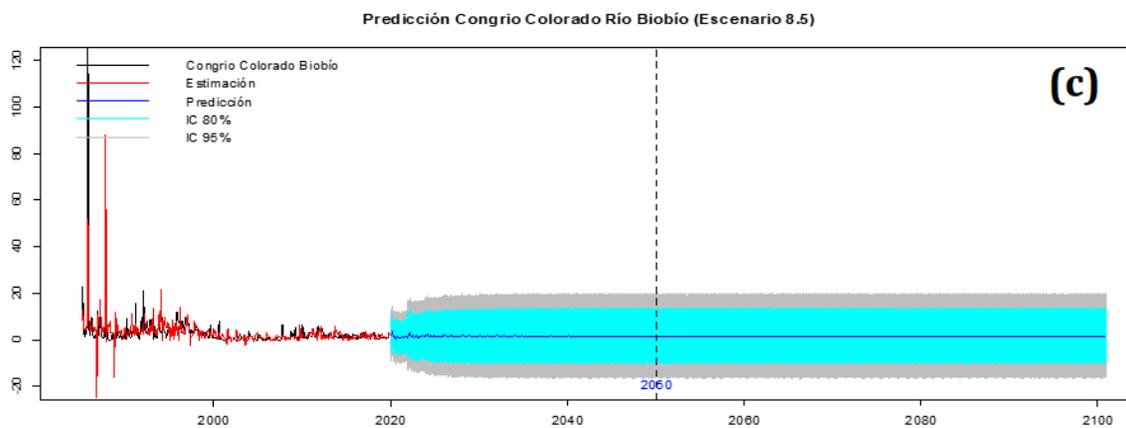
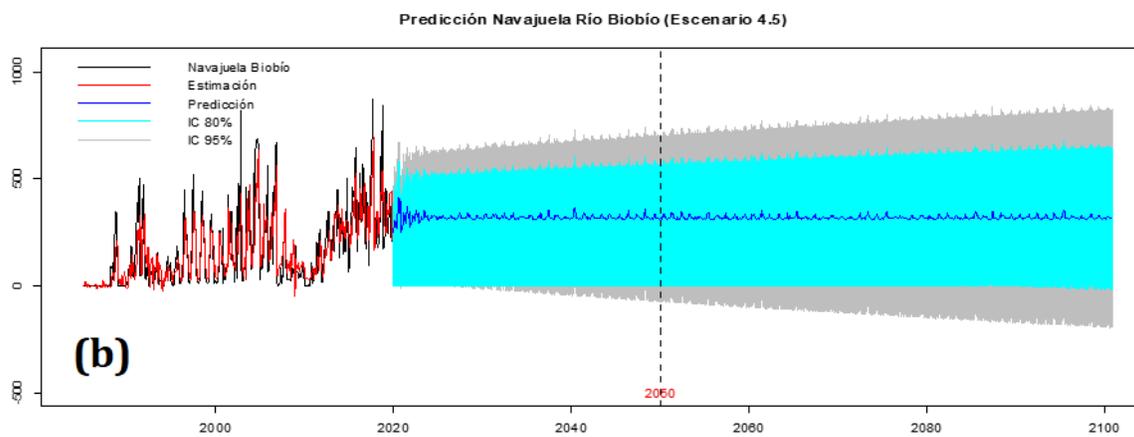
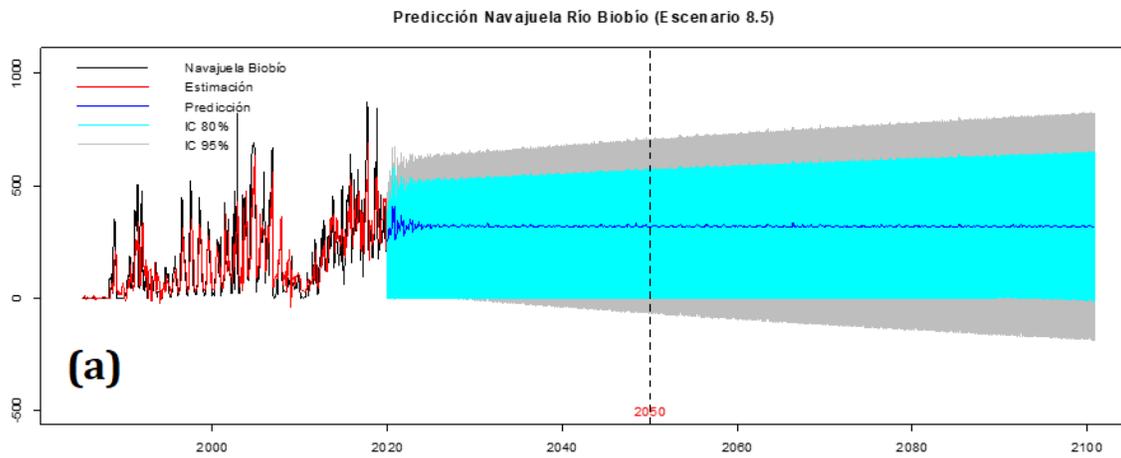
Para el río Itata-Biobío fueron seleccionadas las especies navajuela (Caleta Tubul), congrio colorado (Caletas San Vicente y Lo Rojas), congrio negro (Caleta Tumbes), almeja (Caletas Talcahuano y Tumbes) y jaiba peluda (Caleta Talcahuano). La Tabla 21 evidencia la incidencia de las series de precipitaciones y caudales sobre los desembarques de estas especies. Los resultados revelan cambios estructurales (>20) para congrio negro y navajuela; en tanto que para almeja, congrio colorado y jaiba peluda estos quiebres de tendencia de las series fueron menores (<2), para los escenarios de RCP4,5 y RCP8,5. Asimismo, la Tabla 22 muestra el error cuadrático medio (RMSE) para las especies asociadas al río Itata-Biobío revelando solo para jaiba peluda un valor bajo (RMSE= 0,730), en tanto el resto de los recursos el RMSE osciló entre 5 y 109, lo que indica un bajo performance entre las series observadas (1985-2019) y estimadas, para los escenarios RCP4,5 y RCP8,5.

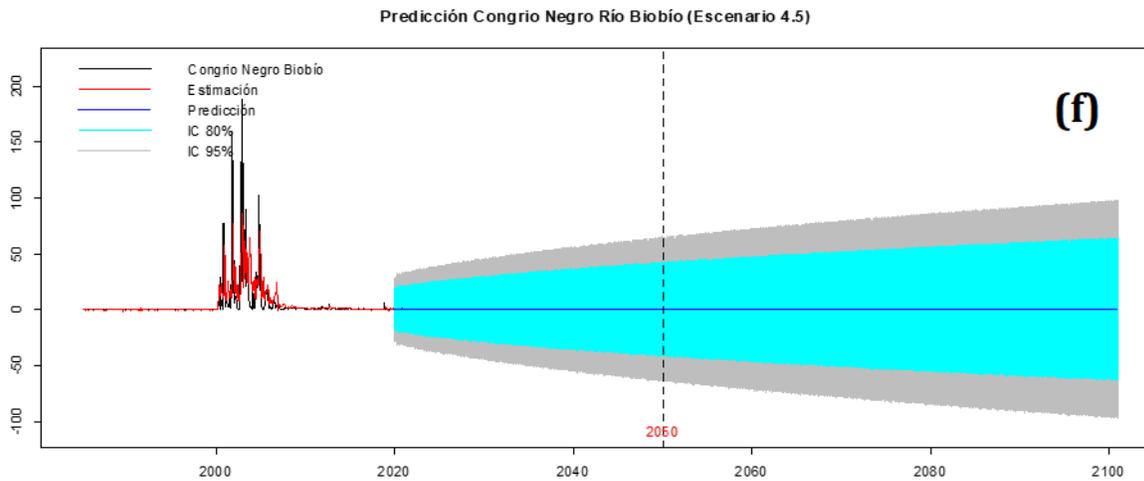
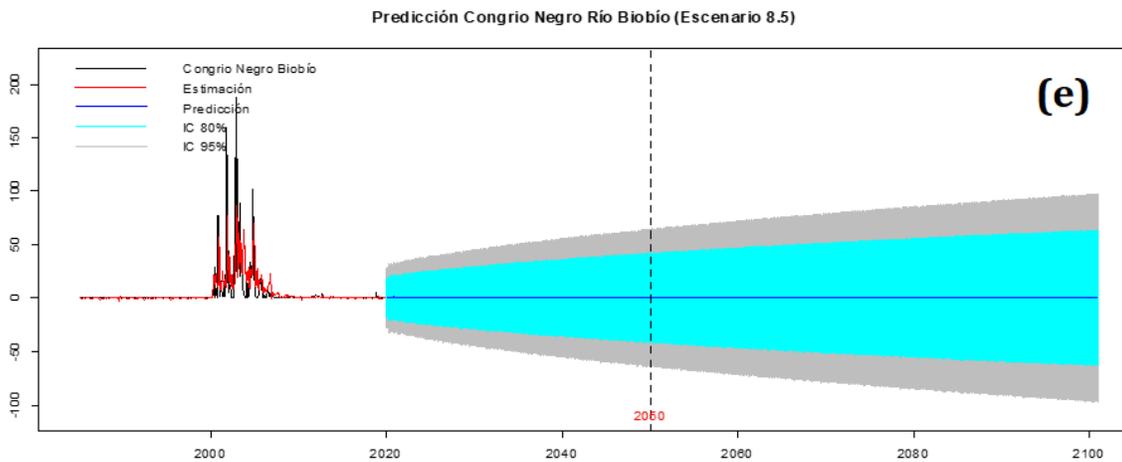
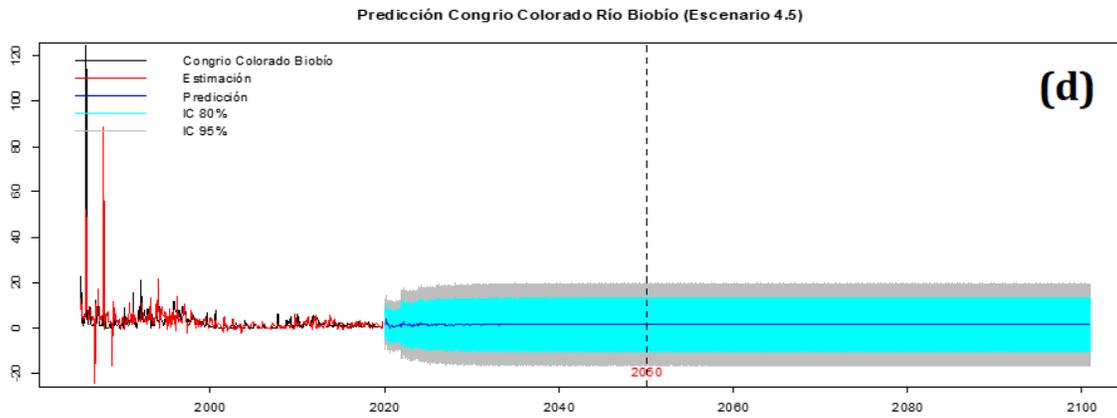
Para el caso de navajuela (Caleta Tubul) el modelo de regresión lineal aplicado a las series temporales de desembarques se muestra en la Figura 102.a, destacando para el escenario menos extremo (RCP4,5) una serie predicha que oscila hasta el año 2025, para posteriormente estabilizarse en torno a las 325-350 toneladas. En cambio, la serie para RCP8,5 evidencia también una oscilación inicial de la serie predicha, para luego disminuir las amplitudes y estabilizarse en torno a las 320 toneladas (Figura 102.b).

Para el congrio colorado (Caletas San Vicente y Lo Rojas), la serie predicha es consistente con el descenso muy importante de la serie observada desde inicios del 2000 que muestra desembarques que no superan las 2-3 toneladas (Figura 102.c). Para los dos escenarios de cambio climático, las oscilaciones de la serie predicha mantienen una disminución hasta el año 2035, para luego estabilizarse en torno a las 1,5-2 toneladas (Figura 102.c,d). De igual forma a lo reseñado para congrio colorado, la predicción asociada al congrio negro (Caleta Tumbes) para ambos escenarios (RCP4,5 y RCP8,5) muestra un comportamiento similar, donde las oscilaciones de las series predichas se estabilizan hacia desembarques menores a 2 toneladas (Figura 102.e,f).

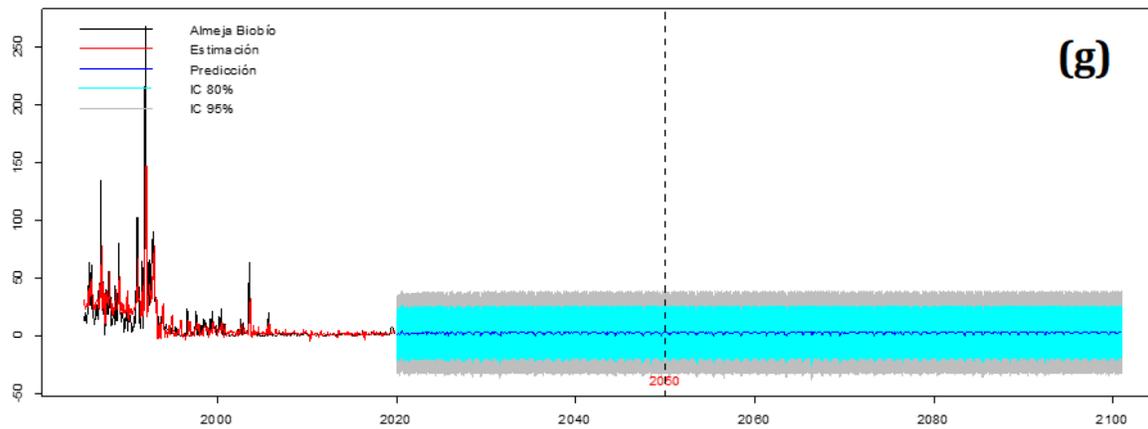
Por su parte, el recurso almeja (Caletas Talcahuano y Tumbes) evidenciaron un abrupto descenso de los desembarques observados, no superando las 3 toneladas, tendencia que rescata la serie predicha donde las oscilaciones se estabilizan en torno a desembarques ~ 2 toneladas (Figura 102g,h). Este comportamiento se mantiene para las series predichas en ambos escenarios de cambio climático.

Por último, para el recurso Jaiba peluda para Caleta Talcahuano muestra que las oscilaciones de las series predichas en ambos escenarios, son coherentes con la tendencia exhibida en la serie observada para la última década y media, esto es, desembarques centrados en torno a ~ 1 tonelada (Figura 102.j,i).

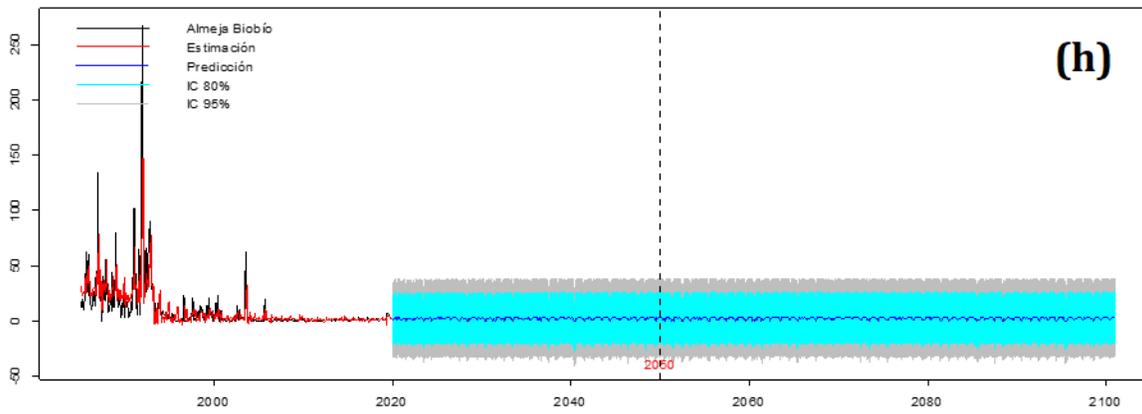




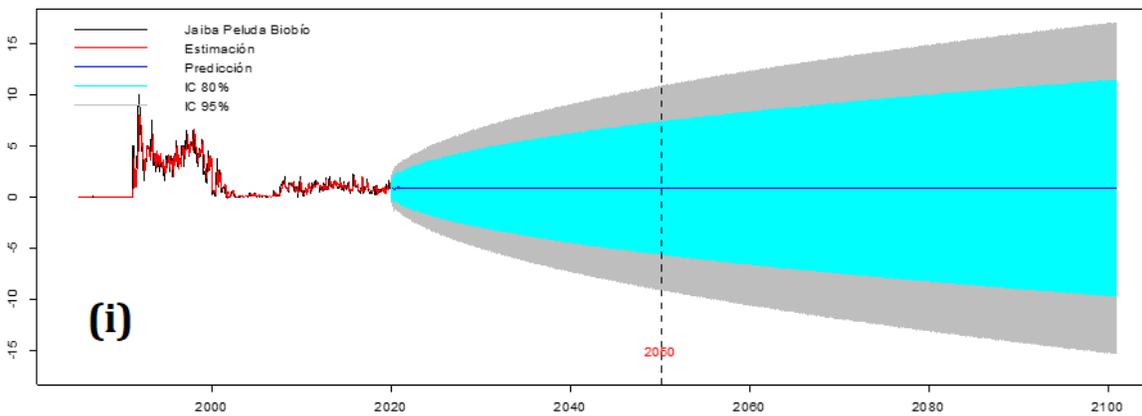
Predicción Almeja Río Biobío (Escenario 8.5)



Predicción Almeja Río Biobío (Escenario 4.5)



Predicción Jaiba Peluda Río Biobío (Escenario 8.5)



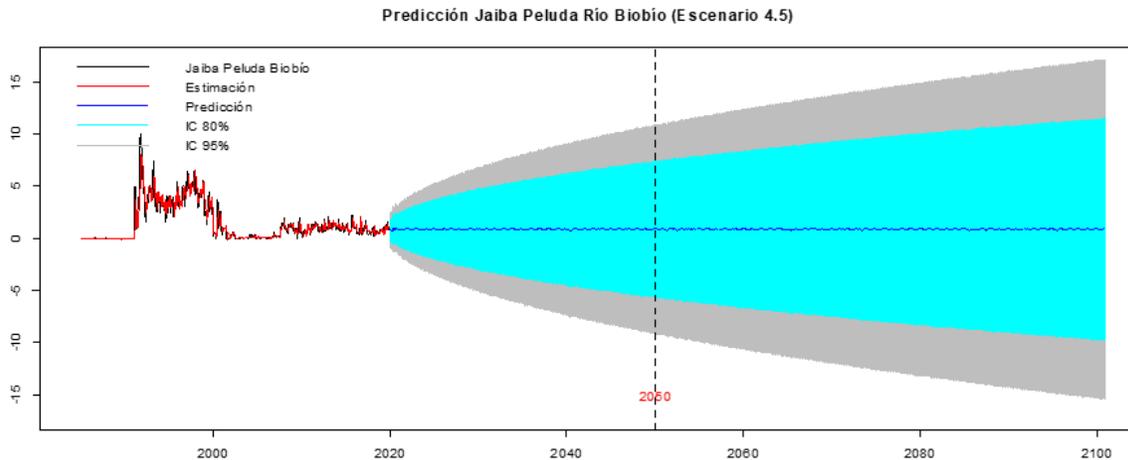


Figura 102. Series de desembarque observadas (línea negra) y predichas (línea azul) en los escenarios RCP4,5 y RCP8,5 para los recursos, (a,b) Navajuela, (c,d) congrio colorado, (e,f) congrio negro, (g,h) almeja y (i,j) jaiba peluda. Macrozona sur (ríos Itata-Biobío). Las bandas celeste y gris corresponden a los límites de confianza de 80% y 95%, respectivamente.

Escala interanual

La Tabla 21 exhibe los parámetros estimados para la regresión de la serie mensual, utilizando el modelo SARIMA, correspondiente a los recursos pesqueros congrio colorado, congrio negro, almeja, navajuela y jaiba peluda, en la escala interanual

Tanto en la literatura como en repositorios de datos de libre acceso, no se encontraron predicciones de series modeladas de precipitaciones en la escala interanual (2020-2100). Por lo anterior, se consideró la serie de precipitaciones modeladas en ambos escenarios de cambio climático (RCP4,5 y RCP8,5) provenientes de la agencia internacional NOAA (Figura 27 y Figura 34), a las cuales se les extrajo la señal anual por medio de filtros de paso bajo.

De tal manera que, en la regresión lineal correspondiente a la escala interanual, se utilizó como co-variable la serie filtrada, tanto para la macrozona norte (río Maipo, Figura 27) como para la macrozona sur (río Itata-Biobío, Figura 34).

Los resultados de la modelación interanual se muestran en la Figura 103 para el caso de las especies recursos asociadas al río Maipo en la Región de Valparaíso, y en la Figura 104 para las 5 especies de peces, moluscos y crustáceos correspondientes a los ríos Itata y Biobío en la Región del Biobío.

Río Maipo

La Tabla 23 muestra leves cambios estructurales para las dos especies vinculadas al río Maipo ($>0,2$). La performance del modelo (datos observados versus datos

estimados) fue muy buena en todos los casos ($RMSE < 0,05$, Tabla 24), lo que indicaría una alta dependencia de los desembarques respecto de las precipitaciones.

En el caso del recurso almeja, (Figura 101.a,b), los desembarques interanuales también son bien estimados por el modelo de regresión lineal. La predicción sigue la tendencia de las series observadas desde inicios del 2000, y se estabiliza a muy bajas oscilaciones ($\sim -0,4$). Al igual que lo reseñado para el caso anterior, a medida que se incrementa el tiempo de predicción aumenta drásticamente la variabilidad (hasta un rango entre -6 y 5, bandas grises y celestes). Las predicciones muestran un patrón similar para ambos escenarios de cambio climático (RCP4,5 y RCP8,5).

Para el caso del congrio colorado (Figura 103.c,d), los desembarques interanuales son bien estimados por el modelo de regresión lineal. La predicción sigue la tendencia de las series observadas (1985-2019) al menos para los primeros 4 años, para posteriormente estabilizarse con muy bajas oscilaciones de las amplitudes ($\sim -0,2$); no obstante, a medida que incrementa el tiempo de predicción aumenta drásticamente la variabilidad (hasta un rango entre -3 y 2, bandas grises y celestes). Estos resultados son consistentes para los dos escenarios de cambio climático ensayados (RCP4,5 y RCP8,5).

Río Itata-Biobío

La Tabla 23 muestra leves cambios estructurales para las especies vinculadas al río Itata-Biobío ($>0,1$). La performance del modelo (datos observados versus datos estimados) fue muy buena en todos los casos ($RMSE < 0,07$), lo que indicaría una alta dependencia de los desembarques respecto de las precipitaciones, a excepción del caso de navajuela cuyo valor de RMSE es muy alto ($= 109,039$) (Tabla 24).

En todas las series predichas se observó la misma tendencia a seguir la serie de datos observados de los últimos 10 a 30 años, dependiendo de la especie ensayada (Figura 104,a,b,c,d,e,f,g,h,i,j). Las series predichas se estabilizan a muy bajas oscilaciones ($\sim -0,7$, $-0,05$, $-0,15$, $-0,01$ y $-0,01$, para navajuela, congrio colorado, congrio negro, almeja y jaiba peluda, respectivamente). Al igual que lo reseñado para las especies asociadas al río Maipo, a medida que se incrementa el tiempo de predicción aumenta drásticamente la variabilidad (bandas grises y celestes). Las predicciones muestran un patrón similar para ambos escenarios de cambio climático (RCP4,5 y RCP8,5).

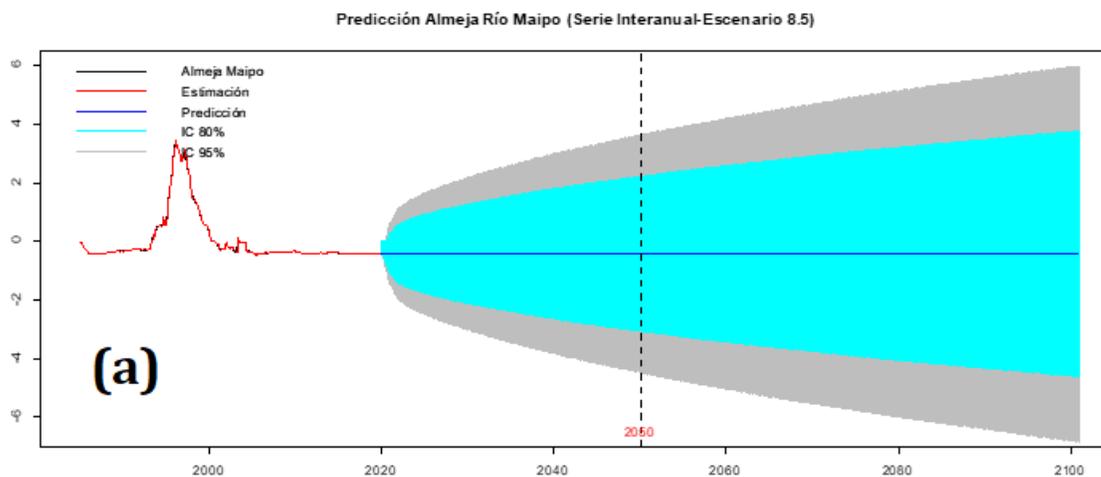
Finalmente podemos comentar que las predicciones de las series interanuales de desembarque no reflejan una diferencia significativa en los escenarios de cambio climático sugeridos (RCP4,5 y RCP8,5), por el contrario, las series anuales de desembarque reflejan una diferencia significativa en los escenarios de cambio climático sugeridos (RCP4,5 y RCP8,5), y esto se puede explicar por la pérdida de variabilidad de las series de desembarque al momento de realizar la transformación interanual.

Tabla 23. Parámetros estimados para la regresión correspondiente a la escala interanual (Modelo SARIMA).

Especies	Parámetros	AR1	AR2	AR3	AR4	MA1	MA2	SMA1	SMA2	SAR1	SAR2	PBE	Cambio Estructural
Almeja Maipo	Estimación	0,58	0,28	-0,16	0,19			-0,73				-1e-3	-0,0311
	Error Est.	0,05	0,05	0,05	0,04			0,07				3e-3	0,0220
Congrio Colorado	Estimación	0,77	-0,38					-0,76				1e-3	-0,1128
	Error Est.	0,05	0,08					0,04				4e-3	0,0359
Navajuela Biobío	Estimación	1,42	-0,44			-0,88		-0,8253				-3e-3	0,0385
	Error Est.												
Congrio Colorado	Estimación	1,96	-0,95			-0,87		-0,96	-0,96			7e-3	-0,0581
	Error Est.	0,02	0,026			0,039		0,046	0,046			8e-3	0,050
Congrio Negro	Estimación	1,18	0,256	-0,44						-0,78	-0,36	-1e-3	-0,1523
	Error Est.	0,06	0,097	0,057						0,066	0,068	9e-3	0,0467
Almeja	Estimación	1,58	-0,59							-0,68	-0,36	7e-3	-0,0229
	Error Est.	0,04	0,04							0,04	0,047	8e-3	0,0463
Jaiba Peluda	Estimación	1,94	-0,94			-0,27	-0,17	-0,78				1e-3	-0,004
	Error Est.	0,02	0,02			0,06	0,07	0,054				3e-3	0,019

Tabla 24. Parámetros del error para la regresión correspondiente a la escala interanual (Modelo SARIMA).

Especie		Medida de Error	ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE	MASE
Almeja	Maipo	RCP4,5 - 8,5	-0,0002743	0,03852538	0,01973848	2,460326	13,73381	0,08101014
Congrio colorado		RCP4,5- 85	-0,0025370	0,0557359	0,03446302	1,359269	18,81146	0,1297025
Navajuela	Biobío	RCP4,5 - 8,5	6,575066	109,039	72,08035			0,6644343
Congrio colorado		RCP4,5 - 8,5	0,00086322	0,07618428	0,03051	-2,246088	20,76818	0,1443926
Congrio negro		RCP4,5 - 8,5	0,00124920	0,06753789	0,02858258			0,1178556
Almeja		RCP4,5- 8,5	-0,0006911	0,0663815	0,03216089	-0,6952379	-12,50288	0,1157703
Jaiba peluda		RCP4,5- 8,5	-0,0003250	0,03638242	0,02626196	0,7379826	5,727832	0,09088492



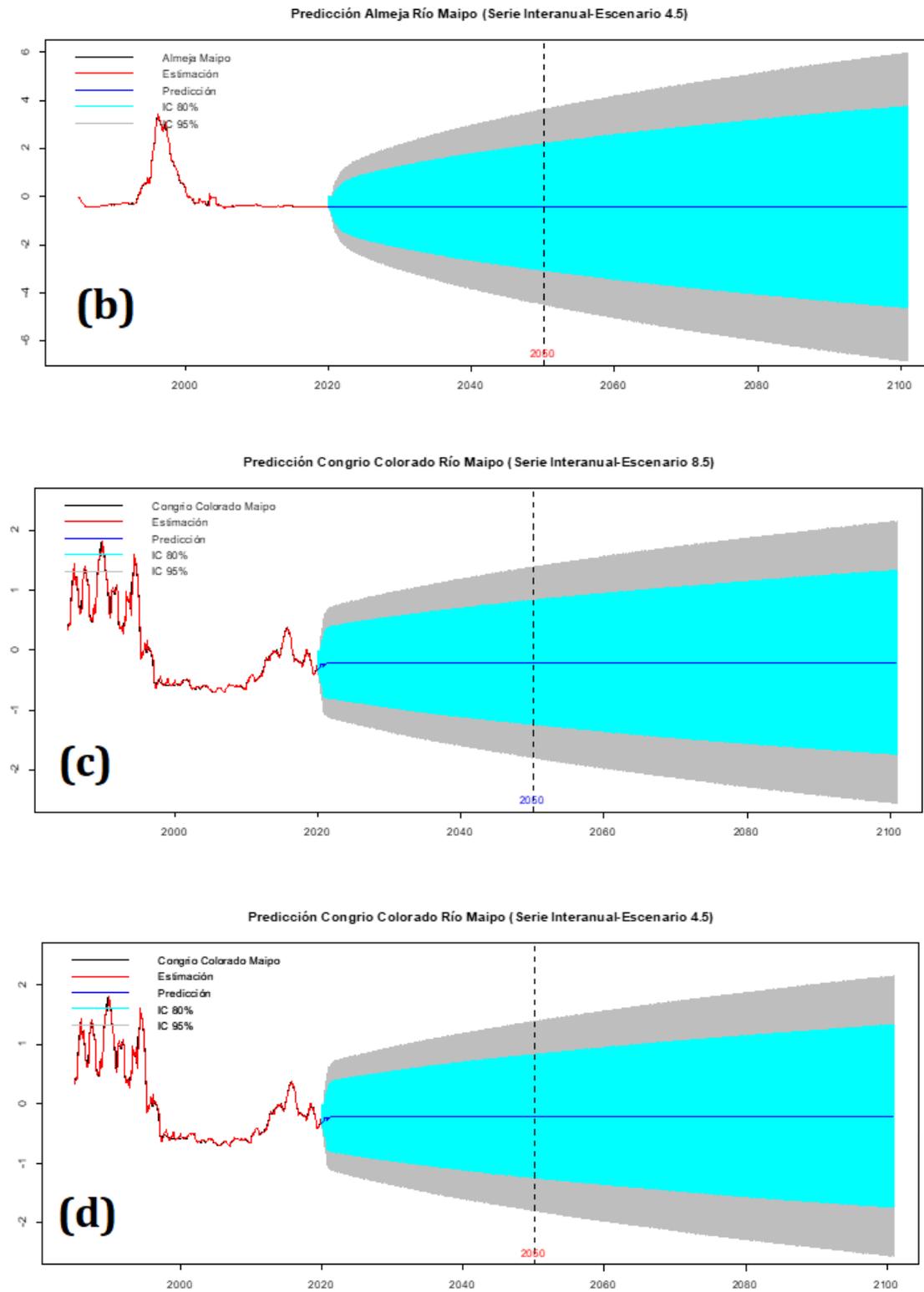
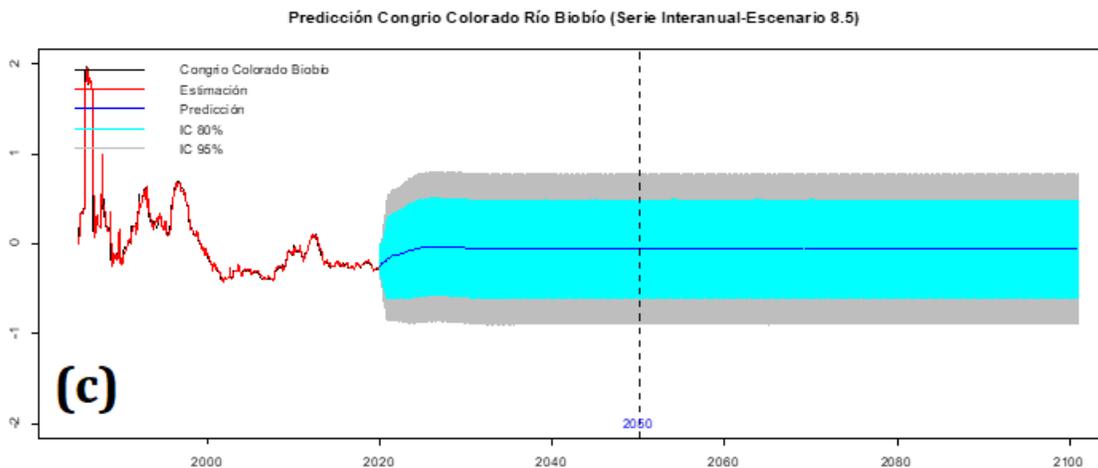
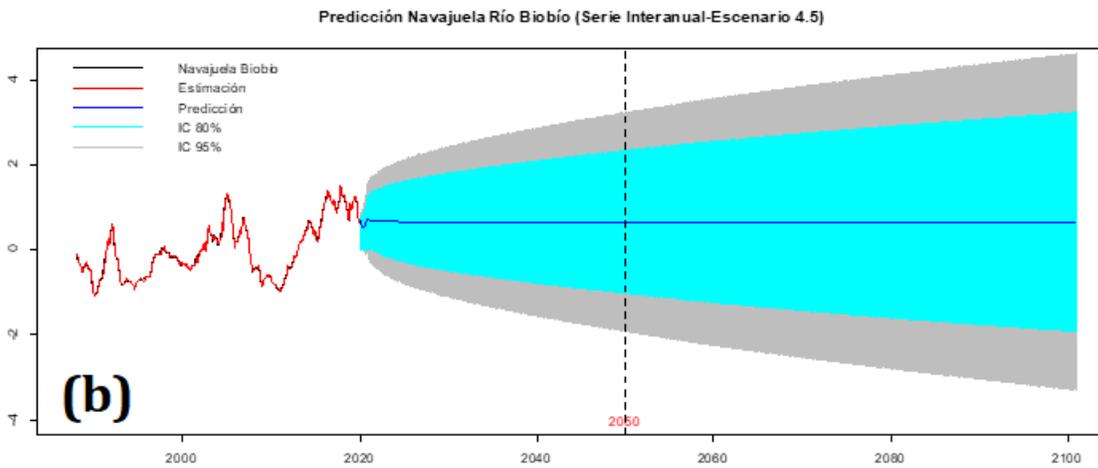
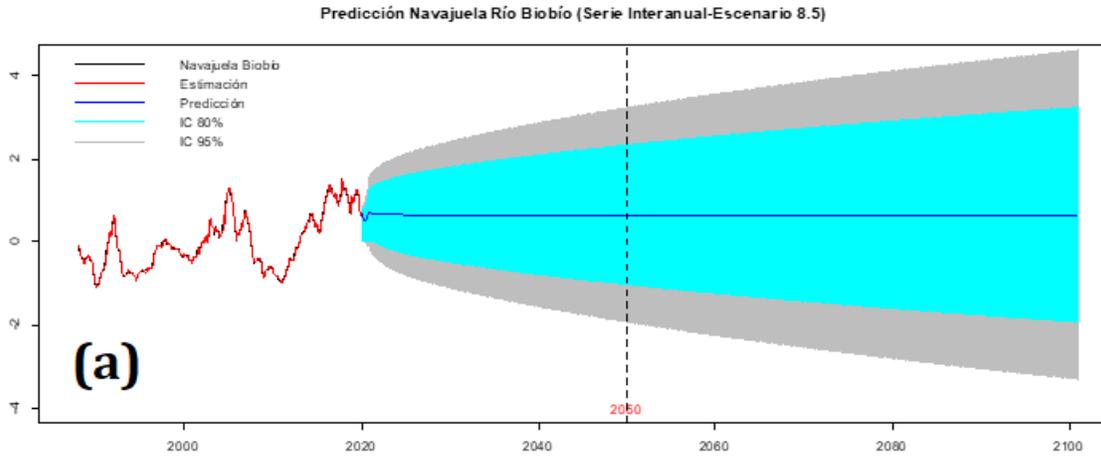
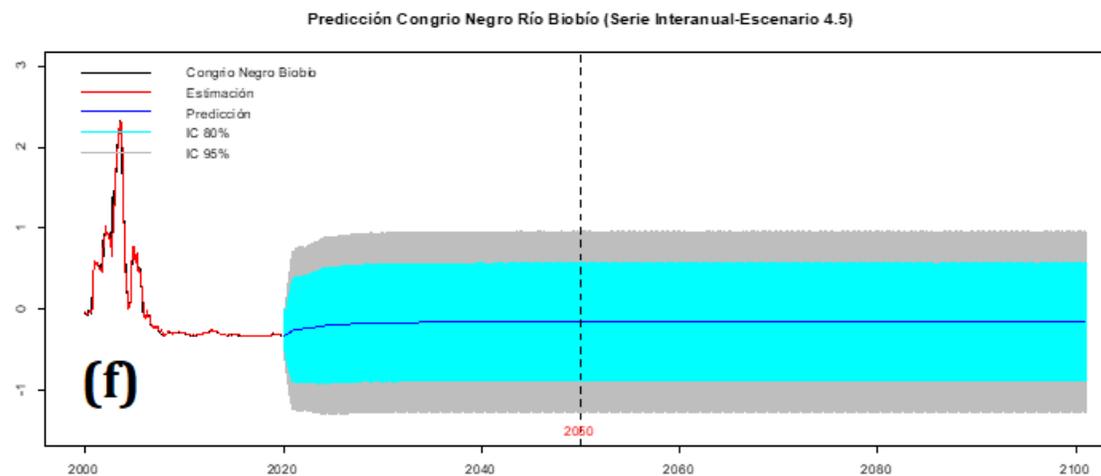
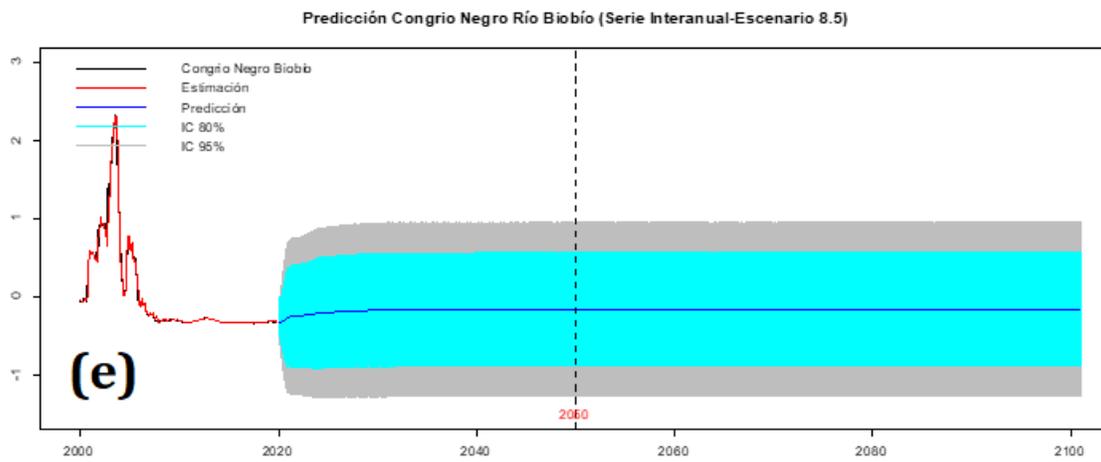
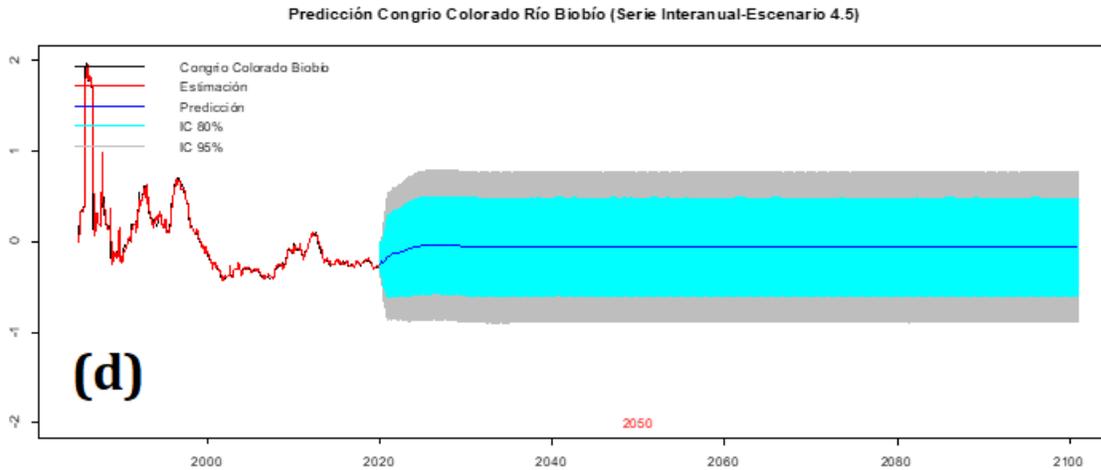
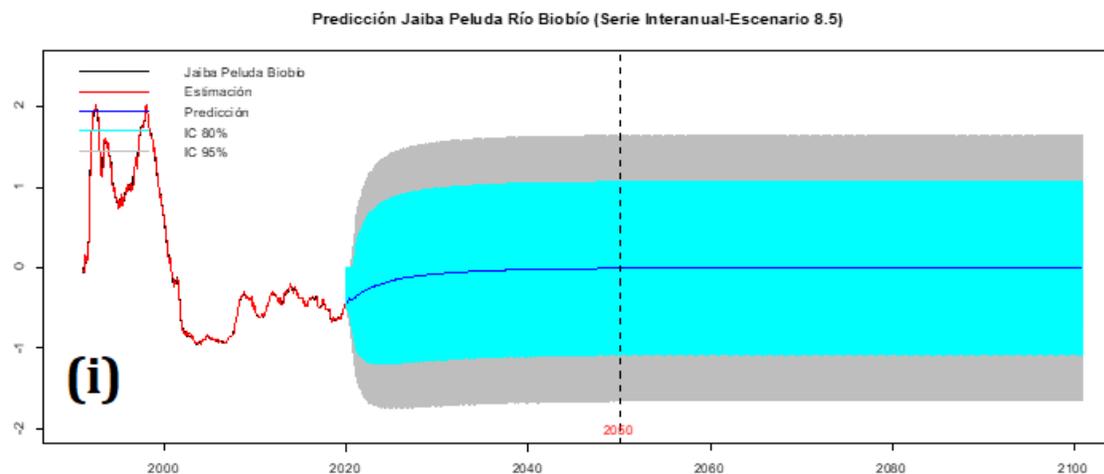
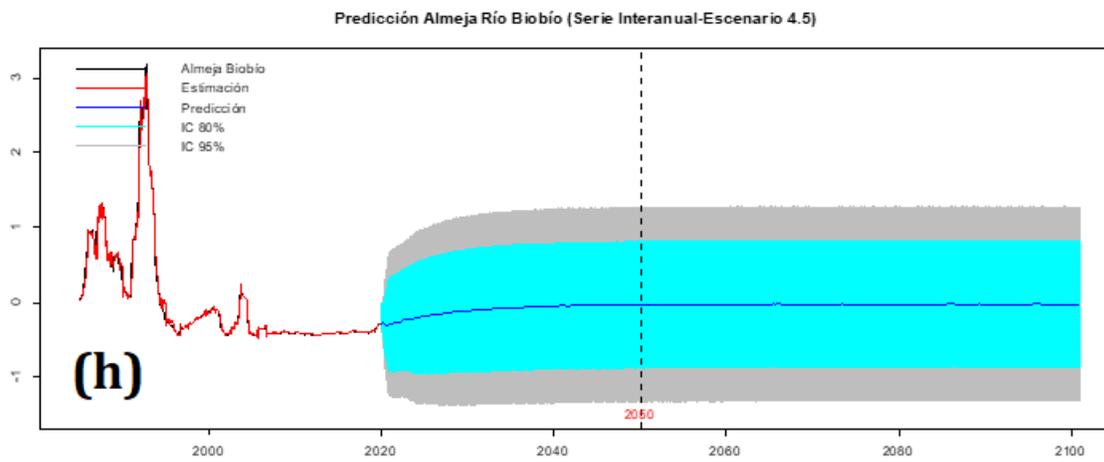
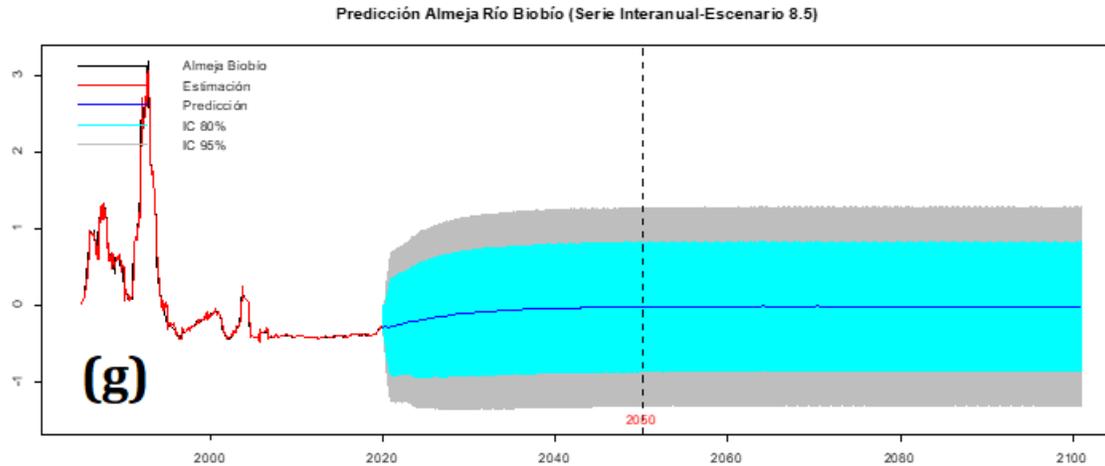


Figura 103. Series de desembarque interanuales observadas (líneas negras) y predichas (líneas azules) en los escenarios RCP4,5 y RCP8,5 para los recursos (a,b) almeja y (d,c) congrio

colorado. Macrozona norte (río Maipo). Las bandas celeste y gris corresponden a los límites de confianza de 80% y 95%, respectivamente.







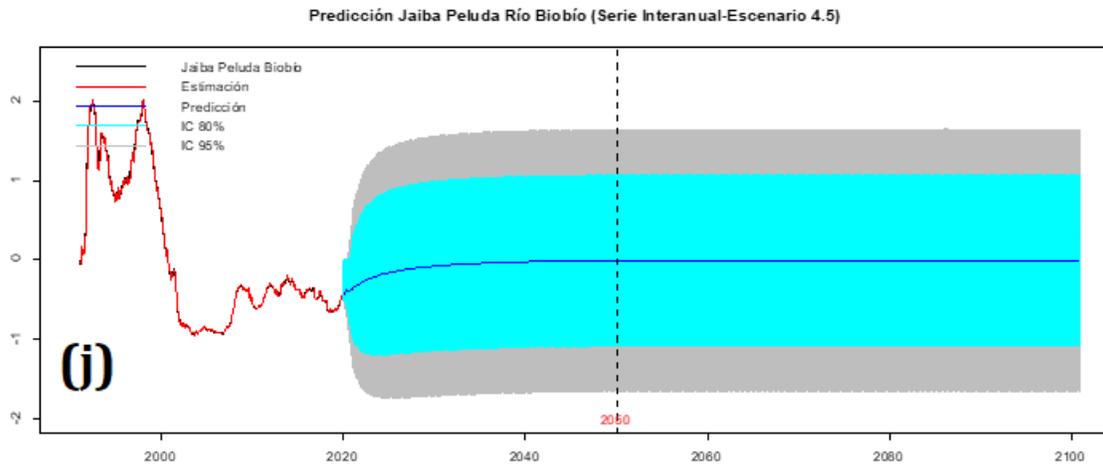


Figura 104. Series de desembarque interanuales observadas (línea negra) y predichas (línea azul) en los escenarios RCP4,5 y RCP8,5 para los recursos, (a,b) Navajuela, (c,d) congrio colorado, (e,f) congrio negro, (g,h) almeja y (i,j) jaiba peluda. Macrozona sur (ríos Itata-Biobío). Las bandas celeste y gris corresponden a los límites de confianza de 80% y 95%, respectivamente.

5.4.3. Variabilidad ambiental de parámetros asociados a las plumas fluviales.

En el contexto de las variables ambientales analizadas en este trabajo, como las precipitaciones, caudales de ríos, Temperatura Superficial del Mar y coberturas de plumas de ríos a través de la Turbidez, se incorporan en el análisis nuevas variables tales como TSM y Clorofila asociada a las coberturas de plumas.

En general, las series temporales de las coberturas areales de las plumas de turbidez analizadas en la sección 5.2.6 (Figura 42) en torno a los ríos de la macrozona norte (Aconcagua, Maipo) y Macrozona sur (Maule, Itata, Biobío) mostraron una tendencia a la disminución. Este resultado es corroborado en esta sección, al calcular el ajuste lineal (Tabla 25), mostrando en todas las series una pendiente negativa que verifica claramente una tendencia a la disminución (Figura 105).

De igual forma, las series de TSM y Clorofila son generadas utilizando el dominio de la cobertura areal de obtenidas a través de la turbidez, por tanto, las series de TSM son promediadas y las de clorofila son integradas. Para la TSM (Figura 106) la pendiente tiende a cero (Tabla 25), indicando que la temperatura está claramente asociada al río verificando que el método de atrapamiento de la pluma a través de la turbidez resulta un buen medidor.

Por otro lado, la serie temporal de clorofila integrada (Figura 107) muestra una marcada tendencia a la disminución, la cual es verificada mediante la pendiente (Tabla 25). El decreciente temporal de los caudales de las plumas de los ríos Aconcagua, Maipo, Maule, Itata y Biobío asociados a sus marcadas pendiente negativa (Tabla 16, 17, 18, 19 y 20) cuyas tendencias son coherentes, y podría constituir un factor forzante de la disminución de la clorofila.

Tabla 25. Ajuste lineal de las variables asociados a las plumas areales .

Ríos	Área (km ²)		TSM (°C)		Clorofila (mg m ⁻¹)	
	Pendiente	Intersecto	Pendiente	Intersecto	Pendiente	Intersecto
Aconcagua	-01,9509	3945,4	+0,0046	05,5400	-019,2001	38813
Maipo	-23,4263	4747,8	-0,0150	44,2850	-144,6354	292990
Maule	-43,1328	8750,0	-0,0265	66,7766	-224,5735	455540
Itata	-12,0429	2445,2	+0,0068	-0,0516	-062,0403	126600
Biobío	-51,3307	1042,2	-0,0278	69,2476	-176,8701	360350

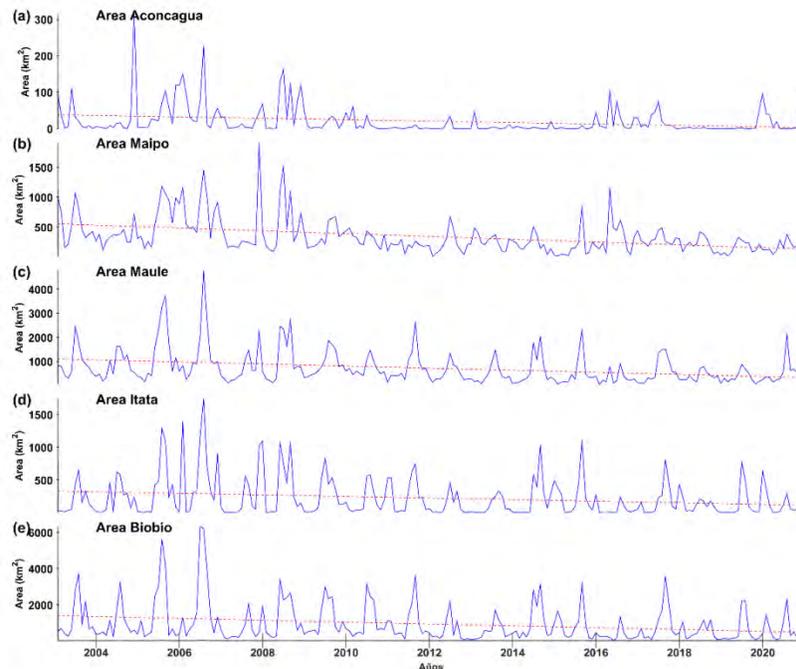


Figura 105. Series temporales (en la escala mensual) de la cobertura areal (Km²) de las plumas de los ríos Aconcagua, Maipo, Maule, Itata y Biobío.

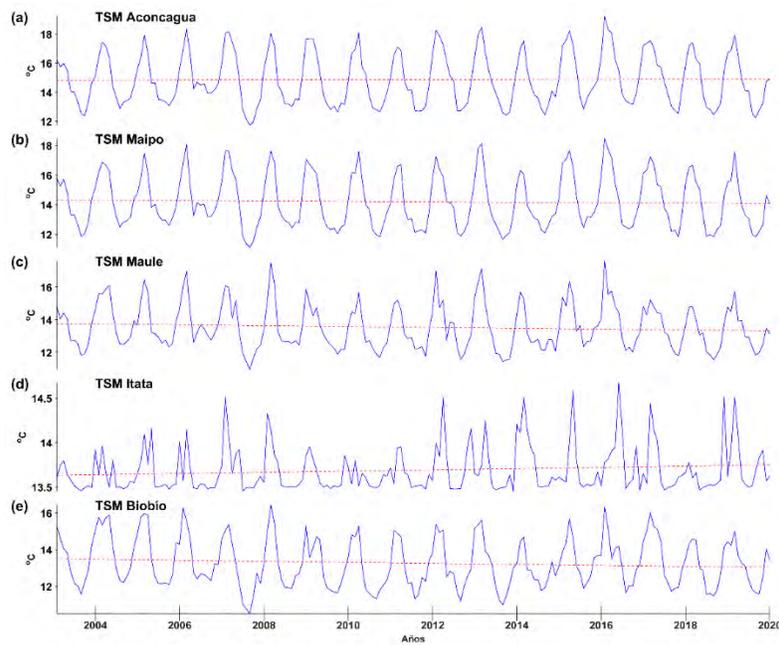


Figura 106. Series temporales (en la escala mensual) de la TSM promediada de la cobertura areal (Km²) de las plumas de los ríos Aconcagua, Maipo, Maule, Itata y Biobío.

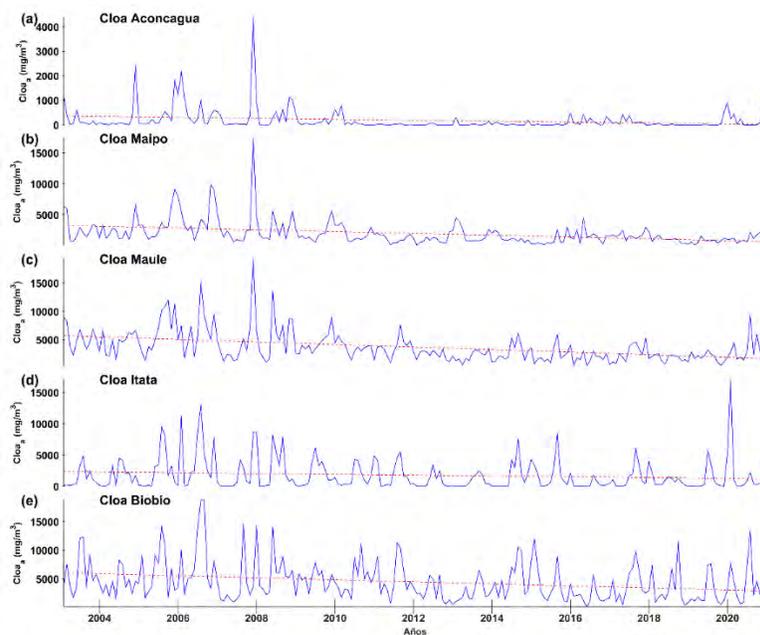


Figura 107. Series temporales (en la escala mensual) de Clorofila integrada en el dominio de la cobertura areal (Km²) de las plumas de los ríos Aconcagua, Maipo, Maule, Itata y Biobío.

5.5. RESULTADOS OBJETIVO ESPECÍFICO #4

Con la finalidad de analizar los impactos socio-económicos de la variabilidad en la disponibilidad de estos recursos, bajo escenarios de cambio climático, se determinó realizar una selección de recursos asociados a los deltas de ríos en la región de Valparaíso y del Biobío, en consideración a lo planteado en las bases del proyecto y posteriormente establecer una proyección económica de los valores de desembarques de los recursos seleccionados en el mediano y largo plazo, obtenidos en el objetivo 3. A continuación se indican los recursos seleccionados para este análisis.

5.5.1. Descripción de los recursos seleccionados

Los recursos seleccionados finalmente correspondieron a 7 y se presentan en la Tabla 26. Esta selección incluyó un crustáceo, en este caso a la Jaiba peluda, dos moluscos bivalvos como la almeja y la navajuela y un pez, determinado por el congrio colorado, los cuales se asocian a los deltas de los ríos Maipo, Itata y Biobío. En algunos casos los desembarques de estos recursos fueron establecidos para distintas caletas asociadas a un mismo delta de algún río, en estos casos se determinó agrupar estos valores por delta de río, que en este caso fue la variable más relevante.

Tabla 26. Descripción de los recursos seleccionados para el estudio de casos.

REGIÓN	RÍO	CALETA	RECURSO
Valparaíso	Río Maipo	Quisco	Congrio Colorado
		Puertecito	Congrio Colorado
		Algarrobo	Almeja
Biobío	Río Itata	Tumbes	Congrio Negro
		Tumbes	Almeja
	Talcahuano	Almeja	
	Talcahuano	Jaiba Peluda	
	Río Biobío	San Vicente	Congrio Colorado
Lo Rojas	Congrio Colorado		
		Tubul	Navajuela

5.5.2. Estimación del impacto económico bajo los escenarios de cambio climático

A continuación, se presentan los resultados de las estimaciones de los modelos de precios para valorar las capturas, y las estimaciones de ingreso por cada pesquería seleccionada bajo los distintos escenarios de cambio climático, y separadas por macrozona.

En términos de los datos utilizados, luego de la conversión de los datos de precios a promedios trimestres se cuenta con 68 trimestres para navajuela, jaiba peluda y almeja de la octava región, 62 datos para congrio colorado de la octava región, 59 para congrio negro, y 42 para congrio colorado para la quinta región. Para la almeja asociada a la cuenca del Maipo se utilizó el modelo de precios de la octava región con un ajuste por diferencia de precios interregionales debido a que la poca disponibilidad de datos (20 trimestres discontinuos) no permite obtener un modelo confiable.

Para las estimaciones de modelos de precios se presentan los cuatro mejores modelos estimados para cada una de las siete pesquerías analizadas consideradas en el objetivo cuatro de este proyecto separados por cuenca, además se presenta un gráfico de precios observados y estimados para el modelo que se utilizó en la predicción de los precios de tal forma de validar de manera gráfica el modelo usado para las estimaciones.

La nomenclatura usada es la siguiente: $\text{Log}Y$ significa el logaritmo de la variable Y , LX significa el precio del trimestre anterior de la variable X o variable de rezago de X , y i .Trimestres (i .Semestre) corresponde a una variable dicotómica que es uno para el trimestre (semestre) i -ésimo y cero el caso contrario. Constante es el parámetro de nivel del modelo o también llamada constante del modelo. Cabe señalar que dependiendo del tipo de variable utilizada es posible que se pierdan algunos datos, por ejemplo, los modelos con rezagos de una variable pierden un dato por cada vez que no exista el rezago de la variable (Frecuentemente al inicio de la serie o cuando los datos no son continuos temporalmente).

5.5.2.1. Precios Congrio colorado río Biobío

La Tabla 27 presenta las cuatro estimaciones de modelos de precios para la pesquería de congrio colorado de la macrozona sur (región del Biobío).

Tabla 27. Modelos estimados para los precios promedio trimestral de congrio colorado río Biobío.

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Precio	Log. Precio	Log. Precio	Precio
Desembarque	4,484 (0,47)	0,0217** (2,37)		
1.Precio	0,914*** (17,38)	0,000718*** (14,15)	0,000666*** (12,89)	0,868*** (15,79)
L.Trimestres	229,5*** (2,84)	0,256*** (3,28)	0,260*** (3,57)	243,8*** (3,14)
3.Trimestres	178,3** (2,13)	0,201** (2,49)	0,238*** (3,08)	222,7*** (2,72)
4.Trimestres	228,4*** (2,87)	0,213*** (2,77)	0,212*** (2,93)	224,3*** (2,92)
Log. desembarque			0,0907*** (3,61)	53,31* (1,99)
Constante	-41,38 (-0,45)	5,890*** (66,95)	5,954*** (75,15)	-26,16 (-0,31)
Observaciones	57	57	57	57
R ²	0,874	0,838	0,857	0,882
R ² ajustado	0,861	0,822	0,843	0,871

Estadísticos t en paréntesis, * p<.10, ** p<.05, *** p<.01.

De acuerdo con el criterio de bondad de ajuste, el modelo usado para las estimaciones fue el modelo (4). Este modelo es un modelo lineal en precio con un rezago de los precios, variables dicotómicas por trimestre que captura la diferencia entre épocas del año, y el logaritmo de los desembarques. El siguiente gráfico (Figura 108) presenta las estimaciones de precios con el modelo cuatro y los precios observados.

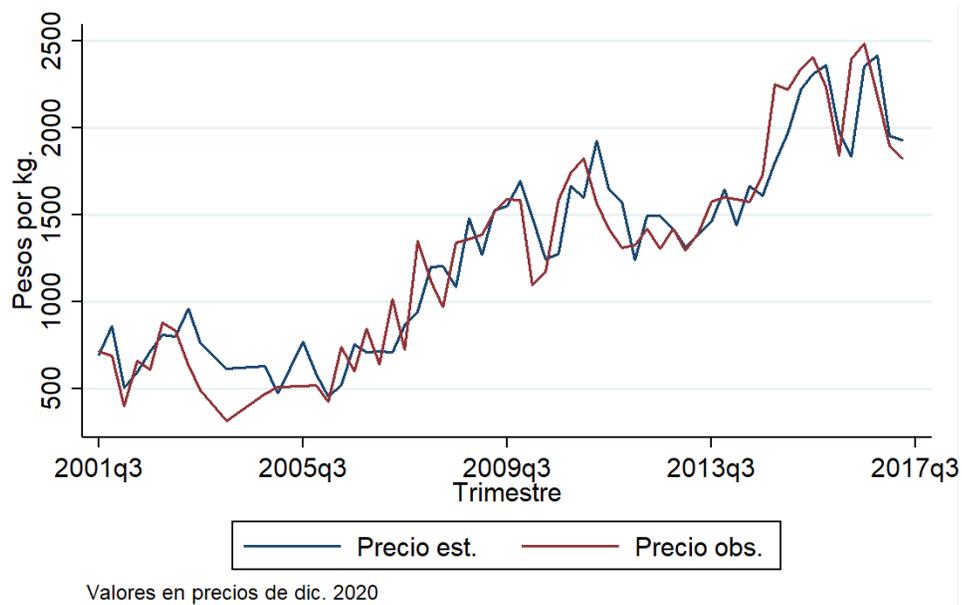


Figura 108. Precios trimestrales estimados y observados para la especie congrío colorado del río Biobío.

Del gráfico se puede apreciar que los precios fueron en general estimados con gran precisión. Salvo periodos con gran variación de precios, el modelo predice la tendencia en los precios observados y los pick de precios que presenta la serie.

5.5.2.2. Precios Congrio negro río Biobío

La Tabla 28 presenta los modelos estimados para la especie congrio negro de la macrozona sur (región del Biobío).

Tabla 28. Modelos estimados para los precios promedio trimestral de congrio negro del río Biobío

	(1) Precio	(2) Log. Precio	(3) Log. Precio	(4) Log. Precio
Log. desembarque	-32,96** (-2,39)			
L.Precio	0,759*** (10,17)	0,00144*** (8,87)	0,00151*** (10,41)	0,00144*** (8,87)
2.semestre	80,69* (1,93)		0,141 (1,47)	
Desembarque		-0,00119 (-1,29)	-0,00170** (-2,08)	-0,00119 (-1,29)
L.Desembarque		-0,00131 (-1,44)		-0,00131 (-1,44)
2.Trimestres		-0,122 (-0,91)		-0,122 (-0,91)
3.Trimestres		0,0598 (0,41)		0,0598 (0,41)
4.Trimestres		-0,00453 (-0,03)		-0,00453 (-0,03)
Constante	201,3*** (2,71)	5,459*** (29,12)	5,297*** (38,85)	5,459*** (29,12)
Observaciones	54	54	54	54
R ²	0,842	0,795	0,784	0,795
R ² ajustado	0,833	0,768	0,771	0,768

Estadísticos t en paréntesis

* p<,10, ** p<,05, *** p<,01

El modelo seleccionado en este caso fue el modelo (1) por tener la mejor bondad de ajuste. Usando este modelo se estiman los precios. A continuación, en la Figura 109 se presenta una gráfica de los precios observados y estimados para congrio negro en el periodo de disponibilidad de datos.

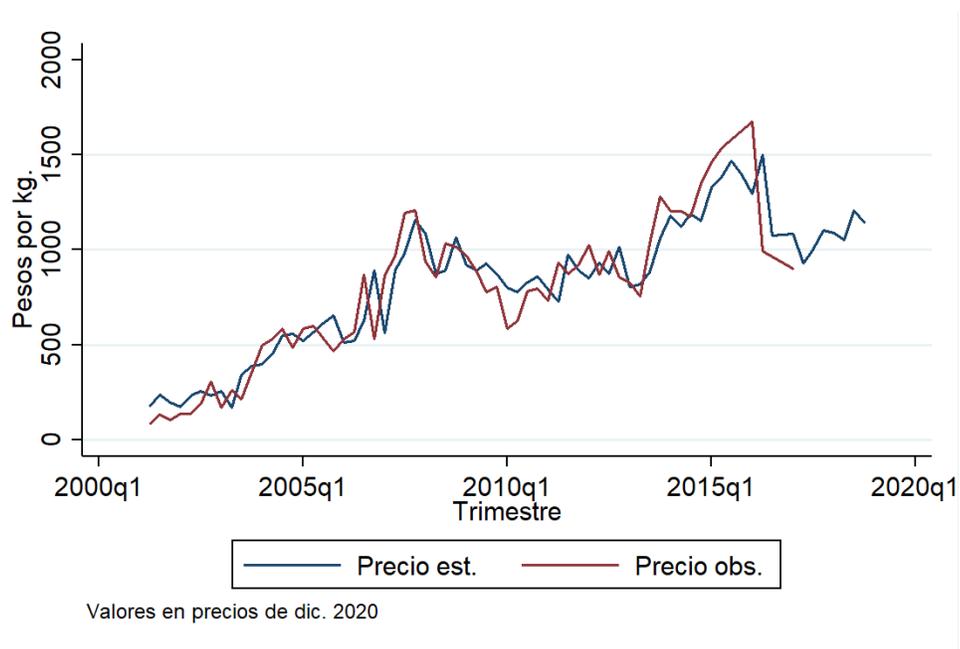


Figura 109. Precios trimestrales estimados y observados para la especie congrío negro de la zona del Biobío.

De la figura se puede apreciar que las estimaciones de precios para esta pesquería en general representan los precios observados. El modelo de precios fue capaz de predecir correctamente la tendencia de los precios observados, como también las variaciones presentadas en la serie observada.

5.5.2.3. Precios Almeja río Biobío

En la Tabla 29 se presentan los cuatro modelos de precios elegidos para la especie almeja de la macrozona sur (región del Biobío).

Tabla 29. Modelos estimados para los precios promedio trimestral de almeja del río Biobío.

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Precio	Log. Precio	Log. Precio	Log. Precio
Desembarque	-0,712 (-1,07)	-0,00937 (-1,21)		-0,00150 (-0,93)
L.Precio	0,868*** (13,64)	0,00237*** (12,37)	0,00241*** (13,03)	
2.semestre	19,87 (1,15)	0,0362 (0,71)	0,0370 (0,73)	0,0234 (0,56)
Desembarque al cuadrado		0,0000709 (0,97)		
Log. Desembarque			-0,0385 (-1,46)	
L.Log. Precio				0,919*** (16,59)
Constante	53,30* (1,83)	5,009*** (53,24)	4,997*** (56,27)	0,492 (1,48)
Observaciones	65	65	65	65
R^2	0,768	0,748	0,748	0,829
R^2 ajustado	0,756	0,732	0,736	0,821

Estadísticos t en paréntesis

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

En este caso, el modelo utilizado fue el modelo (4). Este modelo es logarítmico en precio con un rezago del logaritmo del precio, desembarque total y una variable dicotómica para el segundo semestre. La estimación de precios y los precios observados se presentan en la Figura 110.

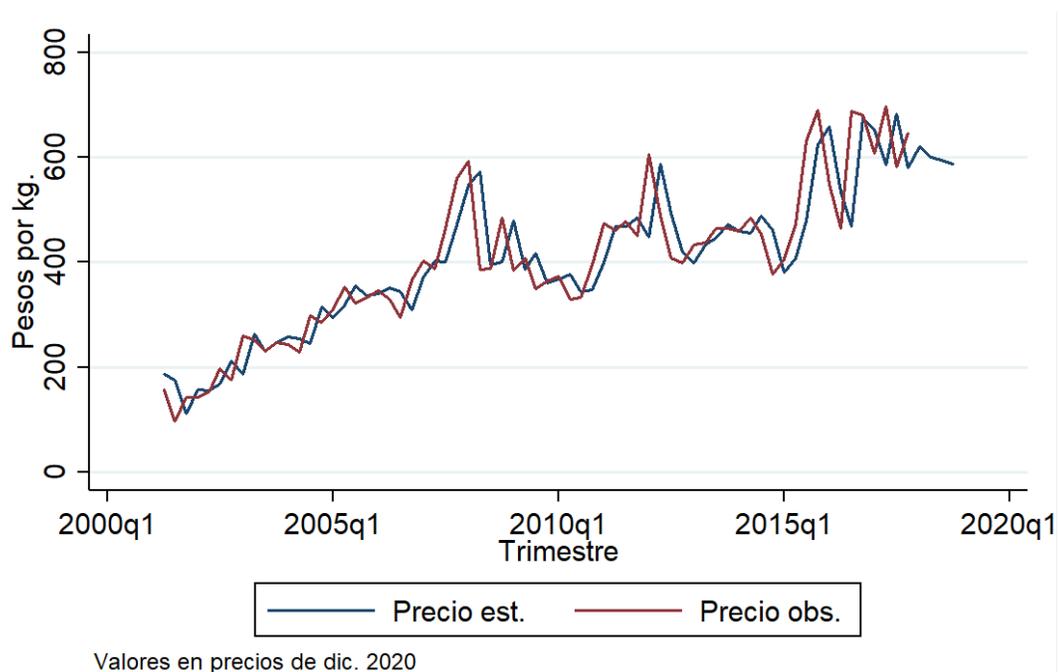


Figura 110. Precios trimestrales estimados y observados para la especie almeja de la zona sur Biobío.

Como se puede apreciar de la figura anterior, el modelo de precios elegido para la almeja recupera de muy buena forma la tendencia y las variaciones de precios históricas de esta especie.

5.5.2.4. Precios Navajuela río Biobío

En la Tabla 30 se presentan los cuatro modelos con mejor ajuste para los precios de navajuela de la zona sur Biobío.

Tabla 30. Modelos estimados para los precios promedio trimestral de navajuela del río Biobío.

	(1) Precio	(2) Log. Precio	(3) Log. Precio	(4) Precio
Desembarque	-0,0171 (-1,27)	-0,0000554** (-2,11)		
L.Desembarque	0,0110 (0,82)			
L.Precio	0,944*** (23,17)			0,941*** (23,06)
L.Log. Precio		0,962*** (34,17)	0,944*** (25,84)	
Log. desembarque			-0,0125 (-0,93)	-2,393 (-0,51)
2.semestre			-0,0210 (-0,65)	
Constante	30,68* (1,69)	0,278* (1,68)	0,431* (1,86)	42,08 (1,28)
Observaciones	67	67	67	67
R^2	0,895	0,959	0,915	0,893
R^2 ajustado	0,890	0,958	0,910	0,889

Estadísticos t en paréntesis

* $p < ,10$, ** $p < ,05$, *** $p < ,01$

En este caso el mejor modelo estimado fue el modelo (2). Este modelo es logarítmico por lo que se realizó la transformación correspondiente de las estimaciones para tener los precios en términos de valores nominales. La Figura 111 muestra los precios estimados y observados para la especie navajuela.

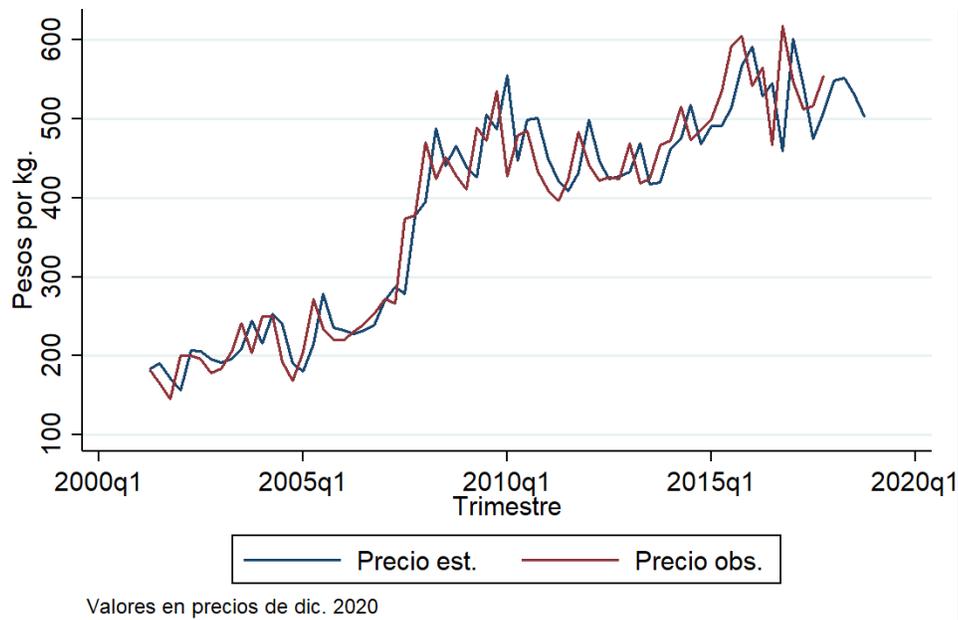


Figura 111. Precios trimestrales estimados y observados para la especie navajuela de la zona sur Biobío.

Como se puede apreciar en la figura anterior, los precios estimados replican la evolución de los precios observados con un bajo error. El modelo fue capaz de predecir los pick de precios y la tendencia de dichos precios durante el periodo observado.

5.5.2.5. Precios Jaiba peluda río Biobío

La Tabla 31 muestra los cuatro modelos de mejor ajuste para la jaiba peluda de la macrozona sur (región del Biobío).

Tabla 31. Modelos estimados para los precios promedio trimestral de jaiba peluda del río Biobío.

	(1) Precio	(2) Log. Precio	(3) Log. Precio	(4) Log. Precio
Desembarque	173,7*** (3,99)	0,354*** (3,37)		0,264*** (3,63)
Desembarque al cuadrado	-41,23*** (-4,21)	-0,0733*** (-3,49)		-0,0592*** (-3,69)
L,Precio	0,845*** (12,30)	0,00138*** (10,10)	0,00140*** (9,78)	
2,semestre	22,84 (0,66)	0,0402 (0,57)	0,0233 (0,32)	0,0406 (0,72)
L,Desembarque		0,00831 (0,22)		
Log, desembarque			0,0838*** (2,67)	
L,Log, Precio				0,869*** (13,58)
Constante	-30,01 (-0,66)	5,061*** (55,06)	5,326*** (67,83)	0,606* (1,70)
Observaciones	65	63	65	65
R ²	0,787	0,757	0,721	0,836
R ² ajustado	0,772	0,736	0,707	0,825

Estadísticos t en paréntesis

* p<,10, ** p<,05, *** p<,01

Para esta pesquería el mejor modelo de precios fue el cuarto modelo. La Figura 112 muestra los precios estimados mediante este modelo y los precios observados para este estudio.

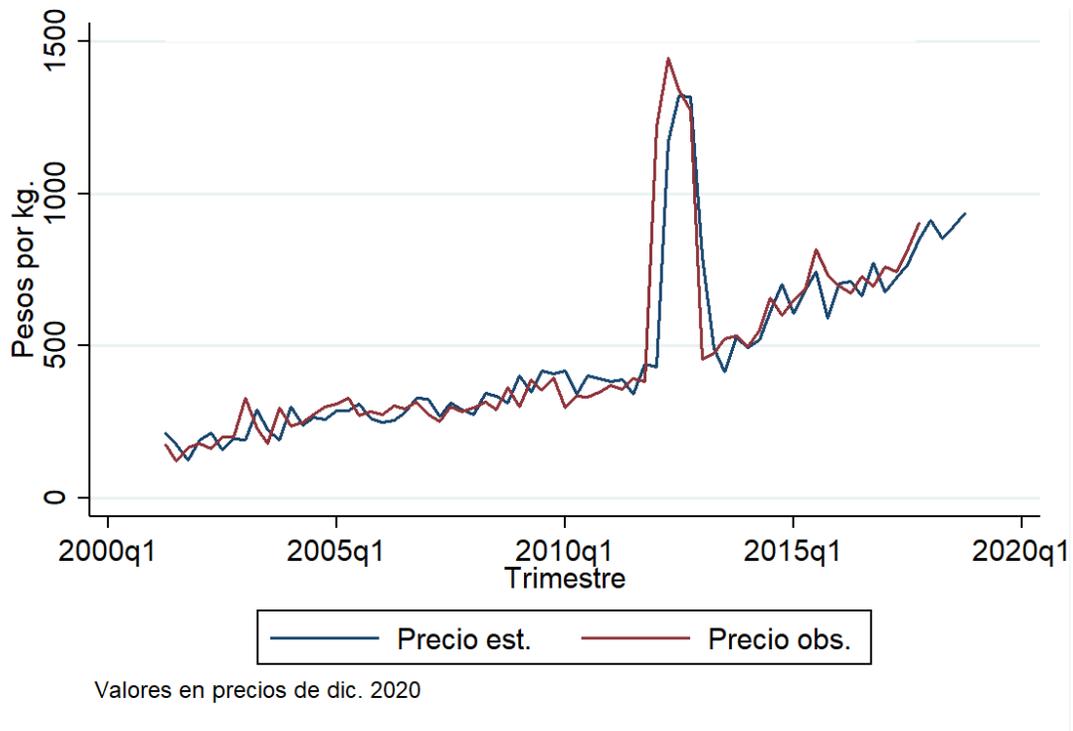


Figura 112. Precios trimestrales estimados y observados para la especie jaiba peluda de la zona del Biobío.

El modelo muestra un ajuste en general bueno pudiendo predecir los pick de precios que se dieron durante el año 2013.

5.5.2.6. Precios Congrio colorado río Maipo

La Tabla 32 muestra los cuatro mejores modelos para los precios de congrio colorado de la macrozona norte asociada al río Maipo (Región de Valparaíso).

Tabla 32. Modelos estimados para los precios promedio trimestral de congrio colorado del río Maipo

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Precio	Log. Precio	Precio	Precio
Desembarque	66,34 (1,27)		99,19 (0,67)	-120,0* (-1,99)
L,Precio	0,796*** (5,56)	0,000478*** (6,18)	0,778*** (4,74)	0,744*** (6,65)
2,Trimestres	18,01 (0,05)	0,0644 (0,32)	33,80 (0,09)	-382,2 (-1,30)
3,Trimestres	-137,8 (-0,37)	0,0492 (0,24)	-140,8 (-0,37)	-84,72 (-0,29)
4,Trimestres	313,1 (0,86)	0,192 (0,95)	326,6 (0,87)	-729,1* (-1,93)
Log,		0,0481 (0,53)		
Desembarque al cuadrado			-2,240 (-0,24)	
L,Desembarque				222,7*** (4,19)
Constante	206,5 (0,58)	6,363*** (32,62)	158,9 (0,39)	366,4 (1,32)
Observaciones	31	31	31	31
R ²	0,768	0,761	0,768	0,866
R ² ajustado	0,721	0,713	0,710	0,832

Estadísticos t en paréntesis

* p<,10, ** p<,05, *** p<,01

El modelo usado para predecir los precios del congrio colorado de la zona del Maipo fue el cuarto modelo. Este modelo presentó la variable precios en términos simples y fue explicada por las variables desembarque, el precio del trimestre anterior, variables dicotómicas por trimestres, y los desembarques del periodo anterior. La Figura 113 presenta un gráfico con los precios estimados y observados para esta pesquería.

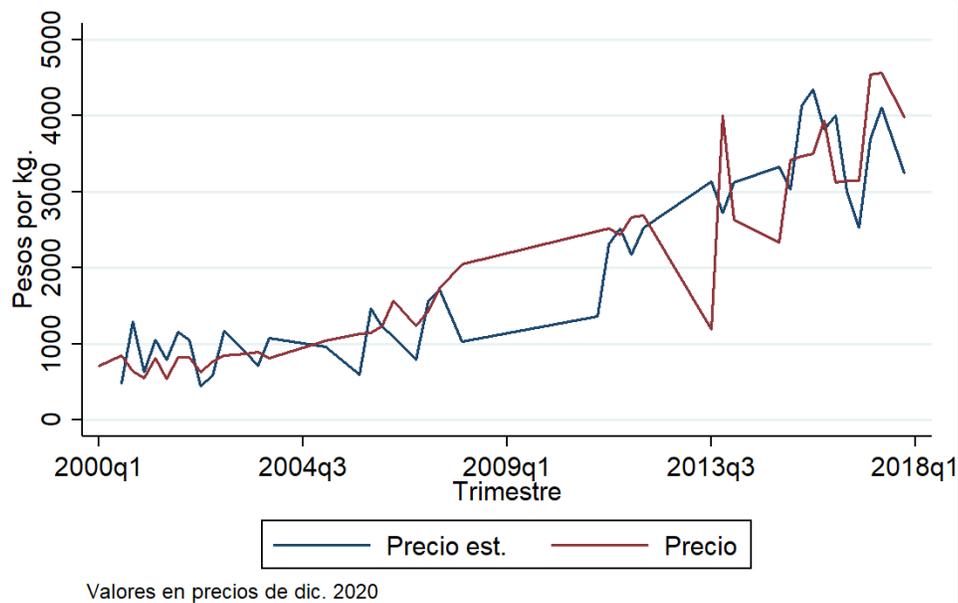


Figura 113. Precios trimestrales estimados y observados para la especie congrio colorado de la zona del Maipo.

De la observación de la Figura 113 se desprende que el ajuste fue mejor antes del 2009 y después del 2012. Esta particularidad mostrada en el gráfico corresponde justamente a vacíos en los datos que son mostrados como líneas rectas paralelas en las series graficadas. Pese a esta ausencia de observaciones, de la bondad de ajuste del modelo se pudo apreciar que dicha medida es similar a los modelos estimados para las pesquerías anteriores por lo que sus estimaciones no debieran diferir en calidad respecto a los otros modelos.

5.5.2.7. Precios Almeja río Maipo

En este caso fue usado el modelo para almejas del Biobío y luego se ajustaron los precios estimados siguiendo el procedimiento descrito en la metodología. De acuerdo con los datos de precios, los precios playa de almejas en la región de Valparaíso son en promedio superiores a los precios playa de almejas en la región del Biobío entre un 25 a 37%. El procedimiento entonces fue estimar los precios playas para las capturas de almejas del Maipo usando el modelo estimado para el Biobío. Luego, los precios estimados son multiplicados por los siguientes factores de ajuste trimestrales: 1,3682 para el primer trimestre, 1,3460 para el segundo trimestre, 1,2523 para el tercer trimestre, y 1,3035 para el cuarto trimestre. La Figura 114 muestra el resultado de las estimaciones para los precios disponibles en la quinta región.



Figura 114. Precios trimestrales estimados y observados para la especie almeja de la zona del Maipo

La Figura 114 muestra las estimaciones de precios para el periodo que se cuenta con observaciones para la almeja de la zona del río Maipo. Los precios estimados mediante la metodología propuesta representaron bastante bien los precios observados estimado la tendencia correctamente y los niveles de precios con un error relativamente bajo.

5.5.3. Ingresos Proyectados

Los resultados de estimaciones de ingreso se presentaron trimestralmente de tal manera de poder observar la diferencia de ingreso al interior de un año que se da en las estimaciones de capturas. También se presentaron tablas que resumen los resultados de manera anual, de tal forma de facilitar la comparación a largo plazo.

A continuación, se presentan los resultados de las estimaciones de ingresos para cada macrozona desglosada por escenario y un resumen total que considera las pesquerías evaluadas.

5.5.3.1. Macrozona norte, río Maipo

d) Escenario climático RCP4,5y RCP8,5

Los ingresos estimados y proyectados de Congrio colorado desde año 2020 al 2100 para RCP4,5 del río Maipo, tienden a caer en un principio, desde valores reales máximos de \$16,1 millones trimestrales, para luego estabilizarse hacia una tendencia promedio a partir del 2030 de \$11,2 millones al trimestre (Figura 115). Para RCP8,5 Congrio colorado muestra una tendencia similar, de un valor máximo de \$15,9

millones, para luego mantener un promedio de \$11,3 millones al trimestre desde 2030 al 2100 (Figura 116).

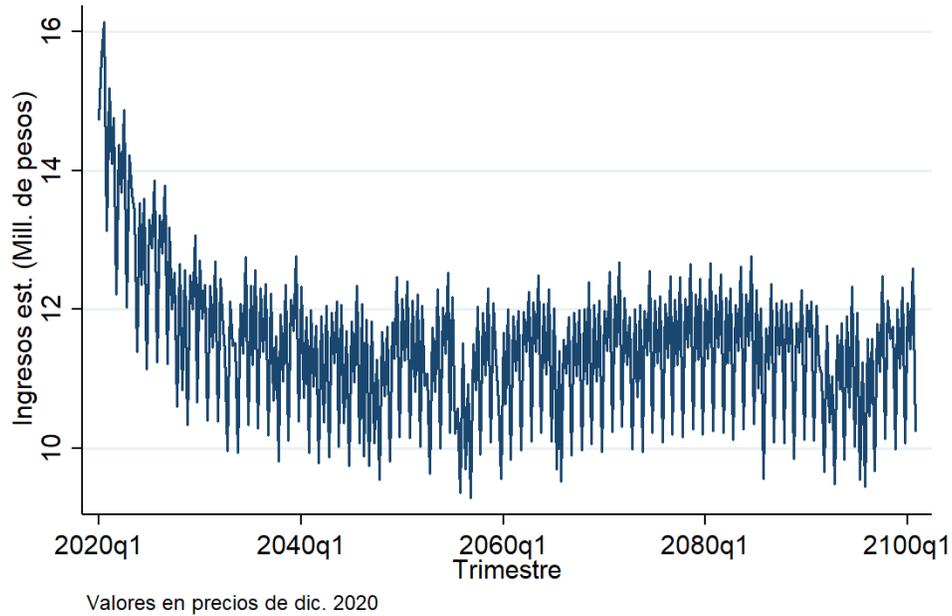


Figura 115. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Congrio colorado, río Maipo y escenario RCP4,5

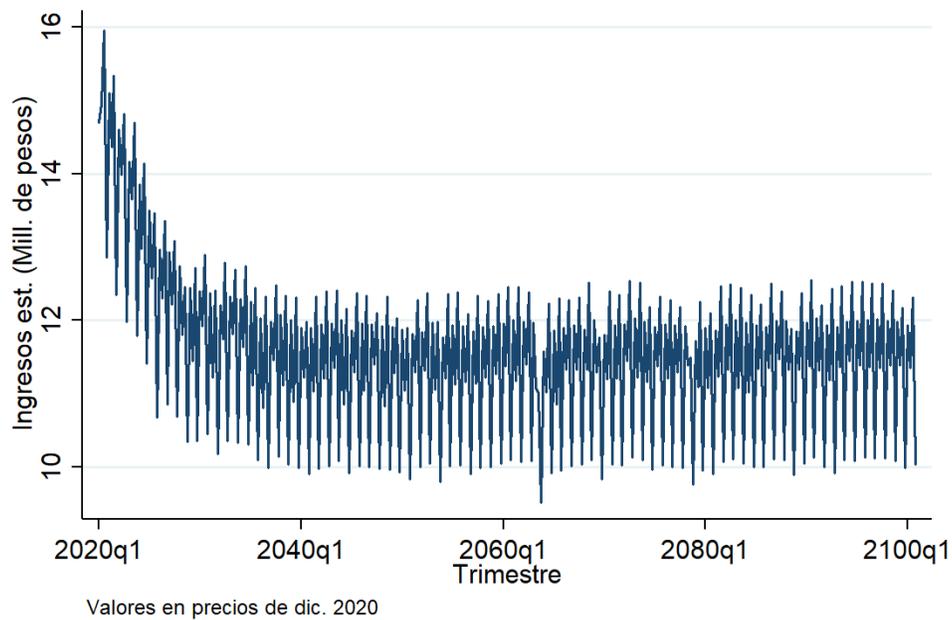


Figura 116. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Congrio colorado, río Maipo y escenario RCP8,5

La Tabla 33 muestra los datos anuales en distintos estados de la estimación proyectada, para Congrio colorado RCP4,5 y RCP8,5, con valores más altos al 2020, para posteriormente mantener una tendencia. No se observaron grandes diferencias entre RCP4,5 y RCP8,5, con un desembarque entre 23 a 22 toneladas, un precio promedio \$2.600/kg y entre \$60 a \$58 millones. Posteriormente estas variables se estabilizan en torno a las 20 toneladas, \$2.200/kg y entre \$45 a \$46 millones al año.

Tabla 33. Estimación anual de las variables para Congrio colorado, río Maipo RCP4,5 y RCP8,5.

Al año	2020	2030	2040	2050	2075	2100
Congrio colorado RCP4.5						
Desembarque (ton/año)	23	20	20	20	20	20
Precio (\$/kg)	2.612	2.335	2.292	2.283	2.285	2.278
Ingresos (MM\$/año)	60	47	45	46	46	46
Congrio colorado RCP8.5						
Desembarque (ton/año)	22	21	20	20	20	20
Precio (\$/kg)	2.602	2.313	2.267	2.259	2.270	2.271
Ingresos (MM\$/año)	58	48	45	45	46	46

Para Almeja los ingresos estimados desde el 2020 al 2100 para río Maipo RCP4,5 tienden a cero o muy cercano a ello, parten de un máximo \$639 mil el 2020 para luego caer y mantenerse en torno a los \$180 mil (Figura 117). En el caso de RCP8,5 el máximo parte en \$449 mil el 2020, para luego mantenerse en valores promedio \$160 mil (Figura 118). Para ambos escenarios se observó variabilidad en los ingresos, con valores que van desde los \$200 mil hasta los \$16 mil e incluso un dato con valor 0.

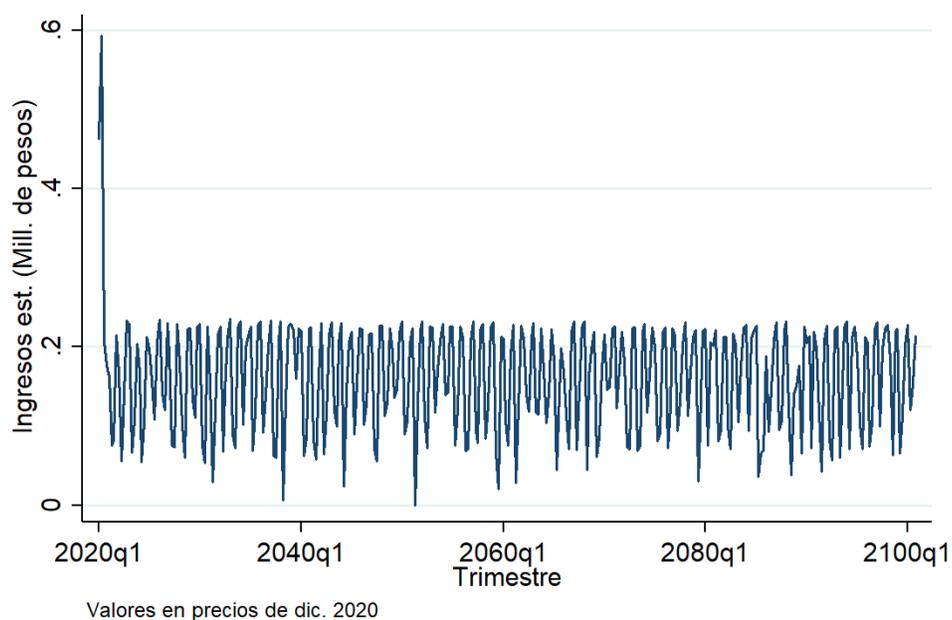


Figura 117. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Almeja, río Maipo y escenario RCP4,5

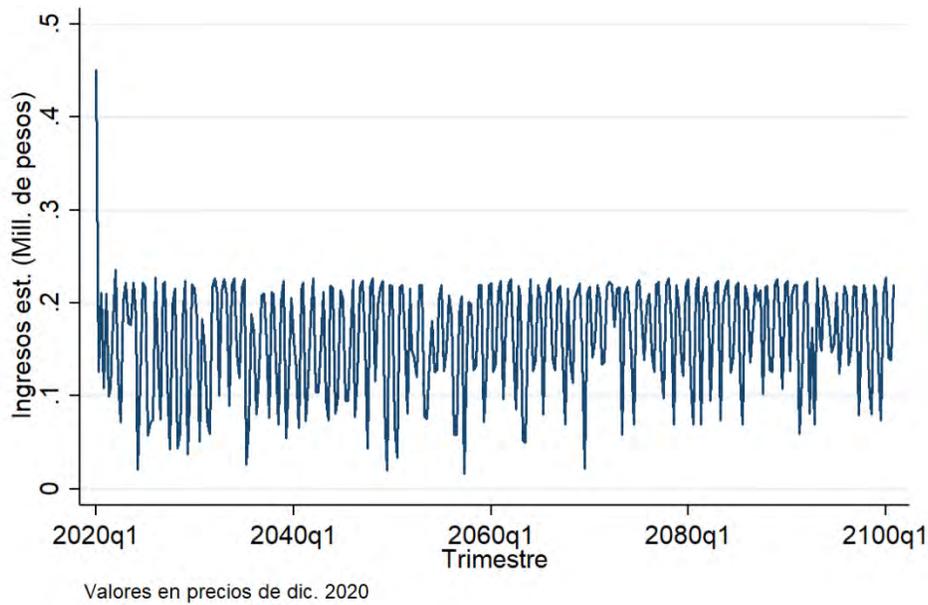


Figura 118. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Almeja, río Maipo y escenario RCP8,5

La estimación anual presenta datos relativamente similares para Almeja RCP4,5 y RCP8,5 entre el 2030 al 2100 (Tabla 34), con un desembarque medio de 1,0 a 1,2 toneladas, un precio promedio de \$657/kg de ingreso del orden \$700 mil, para el primer escenario. Para el segundo escenario, el desembarque varió entre 0,9 y 1,1 toneladas, \$657/kg e ingresos medios de \$600 mil.

Tabla 34. Estimación anual de las variables para Almeja, río Maipo RCP4,5 y RCP8,5.

Al año	2020	2030	2040	2050	2075	2100
Almeja RCP4.5						
Desembarque (ton/año)	2,1	1,0	1,0	1,1	1,0	1,2
Precio (\$/kg)	726	659	657	657	657	657
Ingresos (MM\$/año)	1,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8
Almeja RCP8.5						
Desembarque (ton/año)	1,2	0,9	0,9	0,8	1,1	1,1
Precio (\$/kg)	726	660	657	657	657	657
Ingresos (MM\$/año)	0,9	0,6	0,6	0,5	0,7	0,7

e) Comparación y diferencia de ingresos bajo los escenarios climáticos RCP4,5 y RCP8,5

La Figura 119 representa la comparación de los ingresos de Congrio colorado para RCP4,5 y RCP8,5, con valores máximos para ambos cercanos a los \$16 millones al trimestre y luego una tendencia media de largo plazo de \$11 millones trimestrales. En general, para ningún de los dos escenarios se observó que uno sea superior al otro, en algunos trimestres RCP4,5 esta sobre RCP8,5 y en otros casos resulta a la inversa.

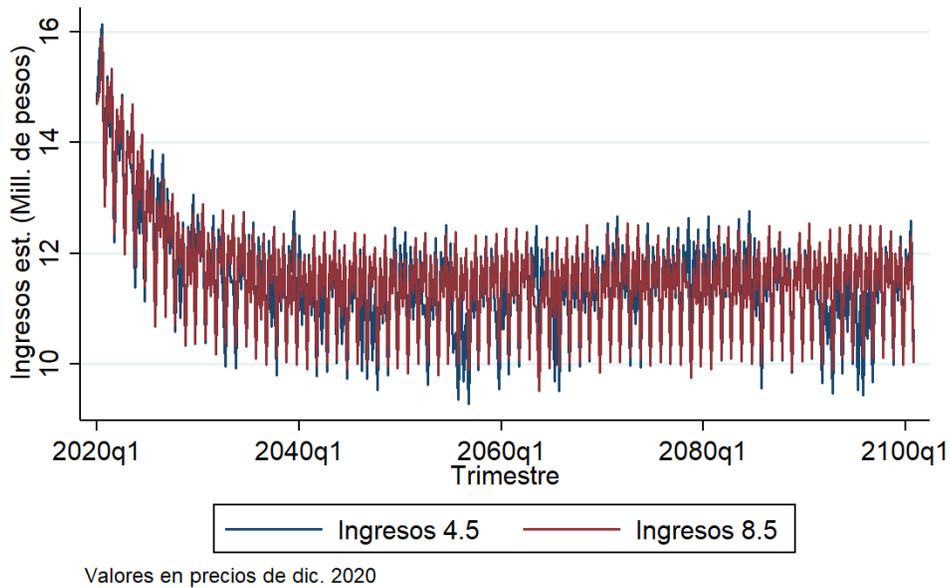


Figura 119. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Congrio colorado, río Maipo escenario RCP4,5 y RCP8,5

Lo anterior se refleja de mejor manera en la Figura 120, que estima la diferencia de ingresos de Congrio colorado para el escenario RCP4,5 y RCP8,5. Los valores mayores a 0 correspondieron a casos donde RCP4,5 fue mayor a RCP8,5 y los menores a 0 viceversa. Aunque no se observó para todo el periodo de análisis que un escenario sea superior al otro, si se puede concluir que en la mayoría de los casos RCP8,5 fue superior a RCP4,5, dado que la suma de las diferencias fue de \$-33 millones.

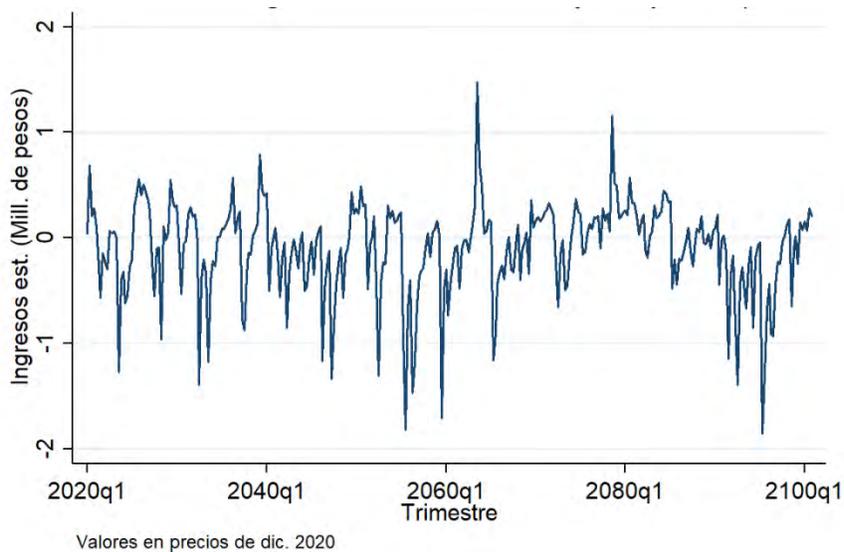


Figura 120. Diferencia en ingresos trimestrales estimados de los desembarques Congrio colorado, río Maipo escenario RCP4,5 menos RCP8,5

Para la situación de la Almeja se observa que el ingreso bajo RCP4,5 tiene picos más altos que el escenario RCP8,5 (Figura 121). Sin embargo, la tendencia es similar.

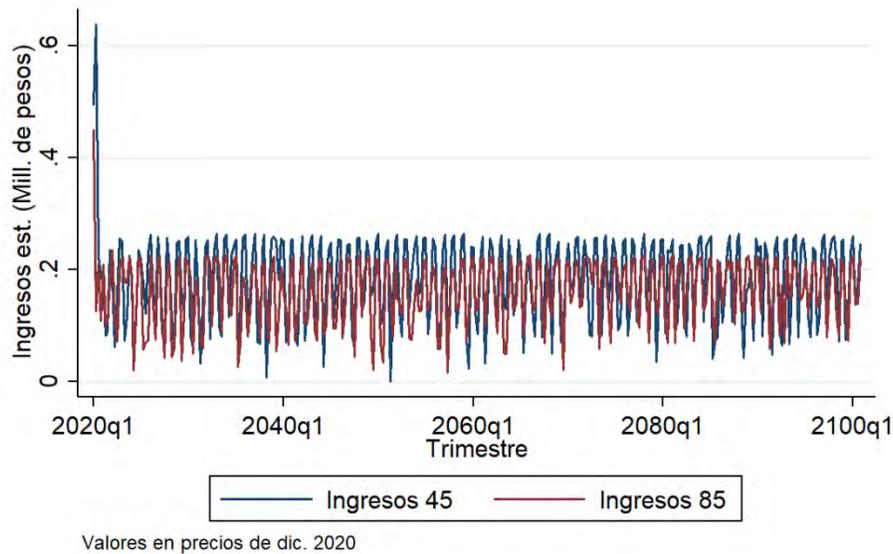


Figura 121. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Almeja, río Maipo escenario RCP4,5 y RCP8,5

La Figura 122 que muestra las diferencias de ingresos de Almeja entre ambos escenarios, revela lo antes mencionado. Para el periodo de análisis se observó que un e RCP8,5 es levemente superior a RCP8,5. Esto se ve corroborado al sumar las diferencias dado que la sumatoria fue de \$6,19 millones en favor del escenario RCP4,5.

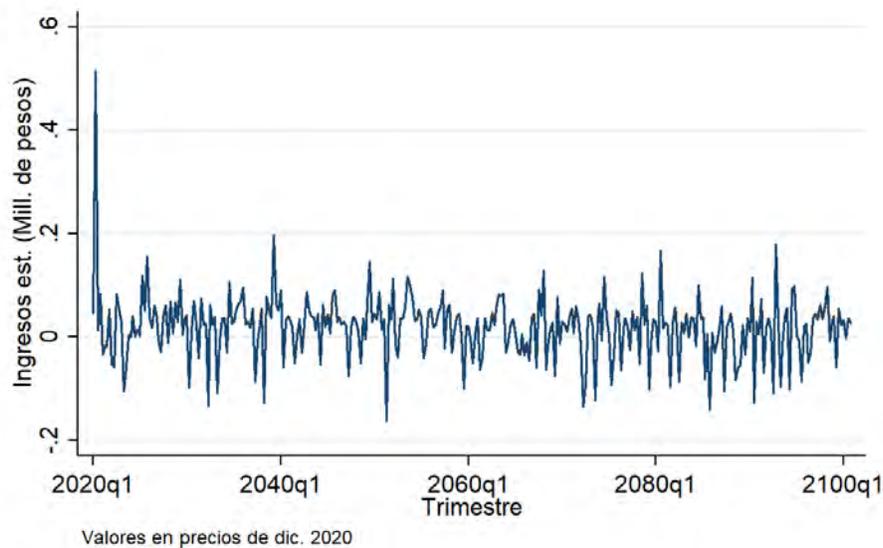


Figura 122. Diferencia en ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Almeja, río Maipo escenario RCP4,5 menos RCP8,5.

f) Ingresos consolidados

Como se mencionó, en términos generales para el periodo de análisis y en la tendencia de largo plazo (2020-2100), no hay diferencias relevantes para los ingresos entre los escenarios RCP4,5 y RCP8,5 para el río Maipo, tal como muestra la Figura 123. No obstante, derivado del análisis de diferencias, de la suma acumulada y de la mayor frecuencia de casos negativos, se observa que el escenario RCP8,5 generó ingresos superiores por un valor de \$27 millones (representado principalmente por Congrio colorado).

Además, podemos destacar para ambos escenarios, qué a partir de valores históricos con una evolución al alza, con un máximo de \$57,4 millones al trimestre, después del 2020 decaen y mantienen una tendencia de largo plazo hasta el 2100 en torno a los \$11,7 millones, lo que resultó ser similar a los ingresos medios del periodo comprendido entre el 2001 al 2019.

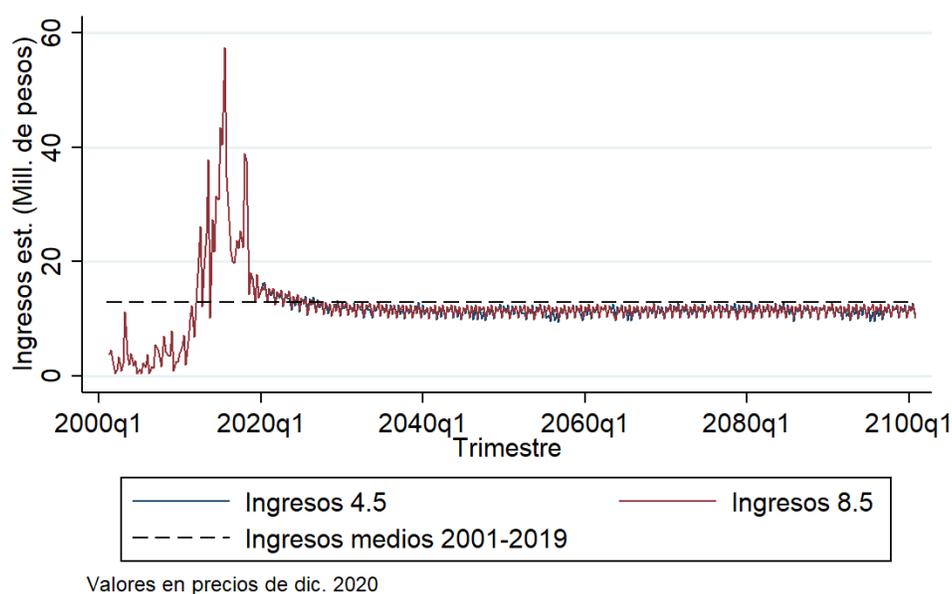


Figura 123. Ingresos trimestrales totales estimados para el río Maipo, escenario RCP4,5 y RCP8,5

Al separar los ingresos totales para RCP4,5 y por recurso (Figura 124), se observa que el Congrio colorado es el recurso principal con un valor histórico máximo de \$57,2 millones y una tendencia de \$11,5 millones, en cambio para Almeja el máximo histórico es de \$10,1 millones y su tendencia es de \$180 mil.

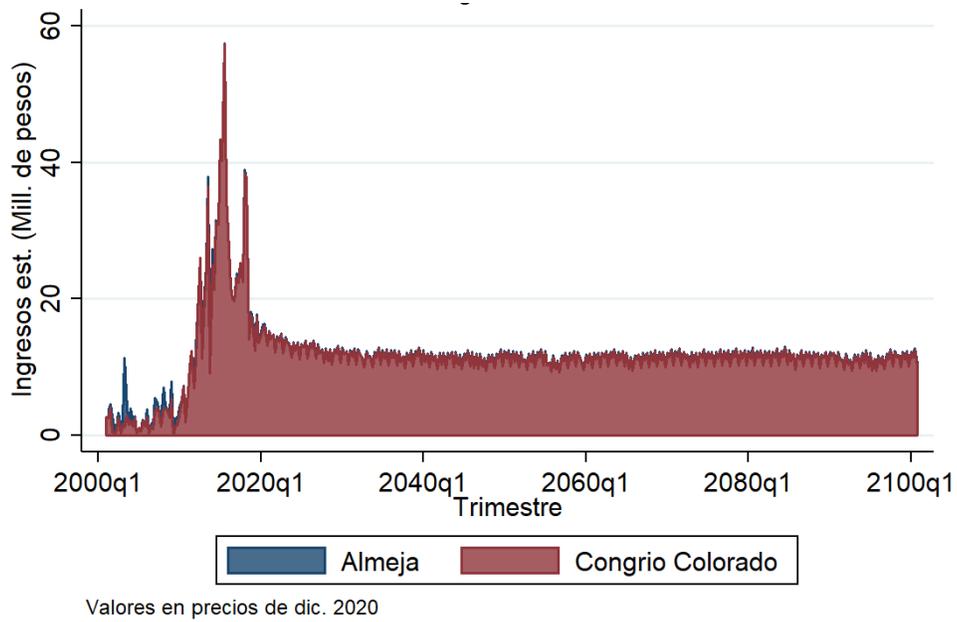


Figura 124. Ingresos trimestrales totales estimados para el río Maipo, escenario RCP4,5

De igual manera para RCP8,5, Congrio colorado representa la mayor colaboración en los ingresos, con máximo histórico de \$57,2 millones y una tendencia de \$11,6 millones. Para Almeja el máximo histórico es de \$10,1 millones y su tendencia de \$160 mil (Figura 125).

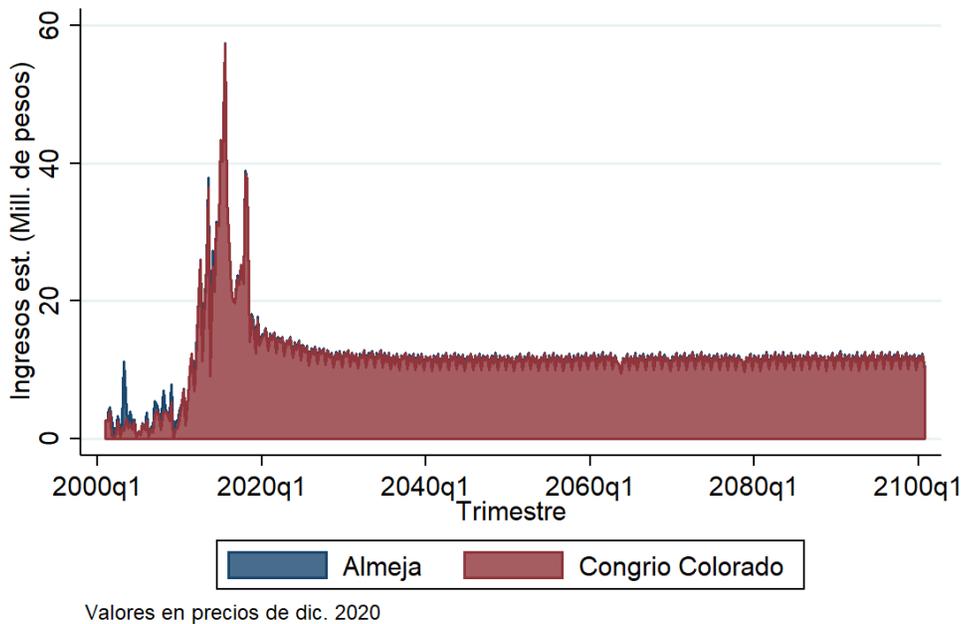


Figura 125. Ingresos trimestrales totales estimados río Maipo, escenario RCP8,5

5.5.3.2. Macrozona sur, río Biobío

g) Escenario climático RCP4,5 y RCP8,5

El Congrio colorado del río Biobío para RCP4,5 (Figura 126), expone una variabilidad notoria los primeros años de la estimación, con valores máximos y mínimos que van desde los \$11,7 millones a los \$3,2 millones por trimestre, respectivamente. Posteriormente se estabiliza a partir del 2030, tendiendo a una media de \$8,6 millones.

Para RCP8,5, Congrio colorado muestra un comportamiento similar, pero con una variabilidad menos estructurada a lo largo del tiempo (Figura 127), con un máximo de \$11,8 millones y un mínimo de \$3,4 millones antes del 2030, para luego promediar a \$8,7 millones al trimestre.

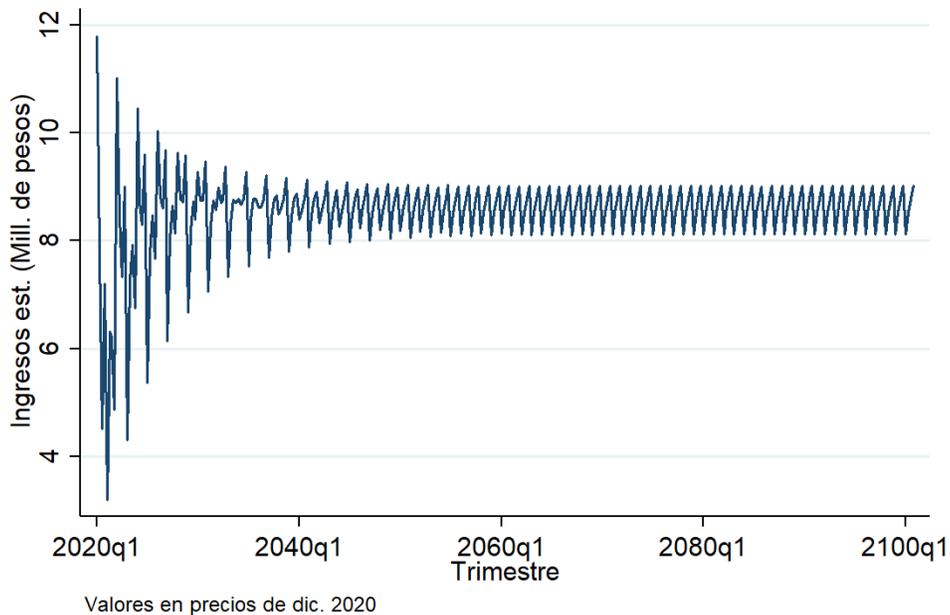


Figura 126. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Congrio colorado, río Biobío escenario RCP4,5

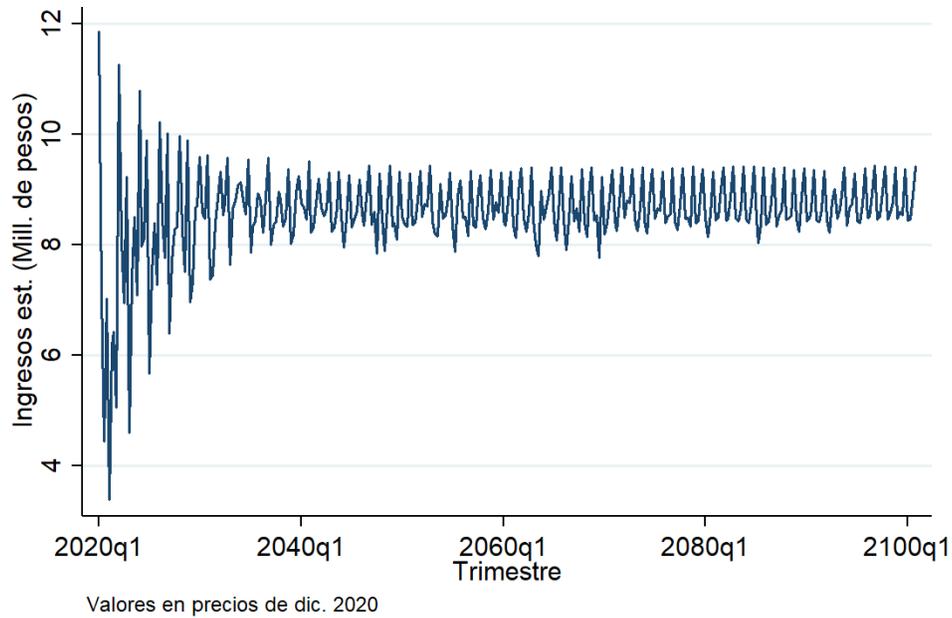


Figura 127. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Congrio colorado, río Biobío escenario RCP8,5

Las estimaciones por año de la Tabla 35, establecen que las variables son relativamente similares entre RCP4,5 y RCP8,5, con un desembarque anual de 20 toneladas, un precio de \$1.755/kg e ingresos de alrededor de los \$34 millones anuales, hacia el largo plazo.

Tabla 35. Estimación anual de las variables para Congrio colorado, río Biobío RCP4,5 y RCP8,5.

Al año	2020	2030	2040	2050	2075	2100
Congrio colorado RCP4.5						
Desembarque (ton/año)	19	21	20	20	20	20
Precio (\$/kg)	1.665	1.753	1.755	1.755	1.755	1.755
Ingresos (MM\$/año)	31	36	35	35	34	34
Congrio colorado RCP8.5						
Desembarque (ton/año)	19	21	20	20	20	20
Precio (\$/kg)	1.662	1.750	1.759	1.754	1.760	1.761
Ingresos (MM\$/año)	30	36	35	34	35	35

En el caso de Congrio negro de río Biobío, para RCP4,5 y RCP8,5, presenta ingresos medios trimestrales de alrededor de \$1 millón, con una variabilidad similar en el tiempo para ambos escenarios, tal como muestra la Figura 128 y Figura 129. Para RCP4,5 los ingresos variaron desde \$2,2 millones hasta \$44 mil, incluido un periodo con valor cero. Para RCP8,5 las estimaciones van desde \$1,8 millones hasta \$12 mil, con presencia también de un periodo de cero ingresos, cuando hay casos que las capturas proyectadas son nulas.

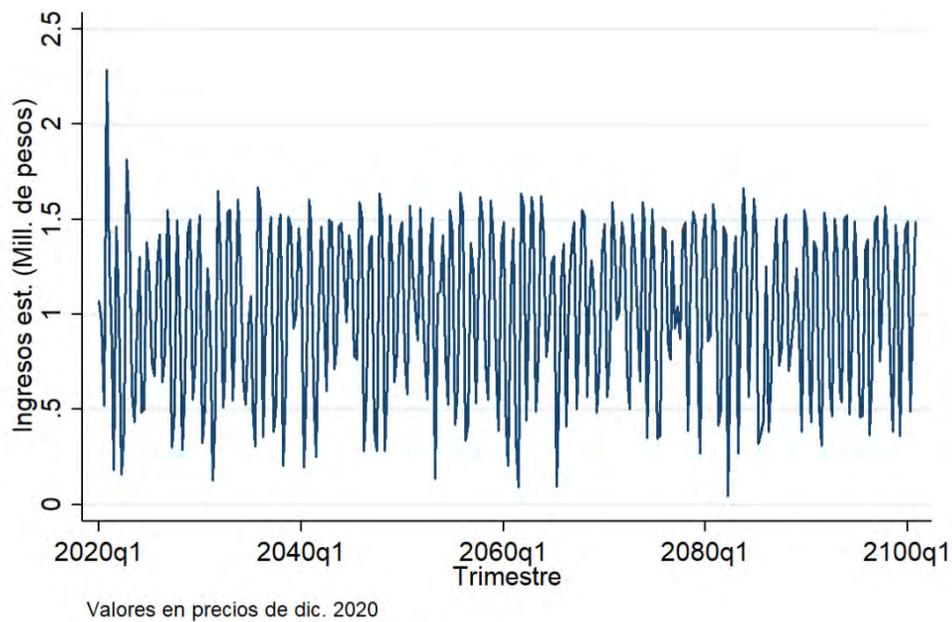


Figura 128. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Congrio negro, río Biobío escenario RCP4,5

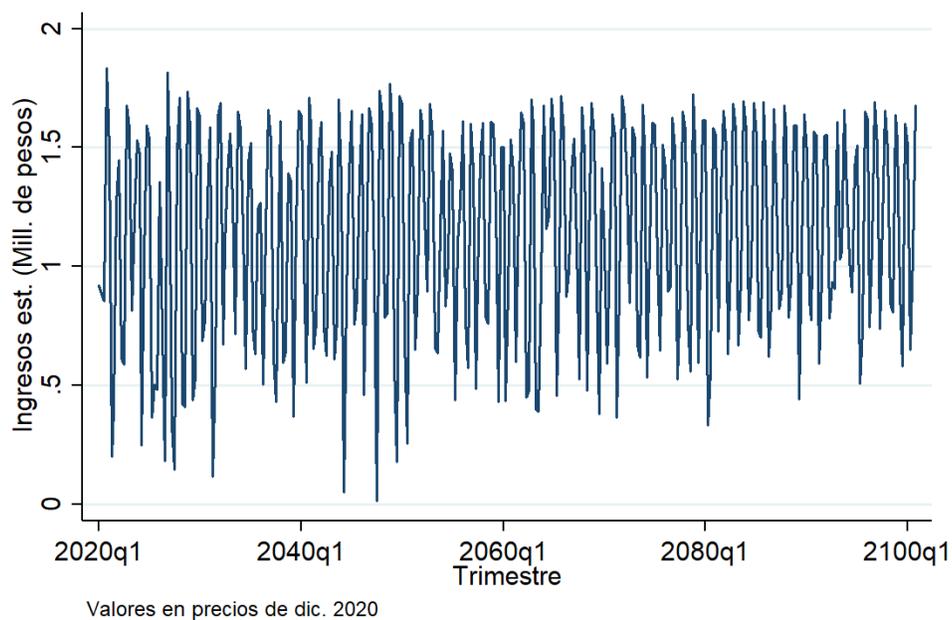


Figura 129. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques Congrio negro, río Biobío escenario RCP8,5

Al revisar la transformación a datos anuales de Congrio negro (Tabla 36), la tendencia media en el tiempo de los desembarques e ingresos para RCP4,5 y RCP8,5 fueron muy parecidos para ambos, 4 toneladas y \$4 millones, respectivamente. Al nivel del precio

el valor promedio se ubica en los \$1.038/kg para el primer escenario y de \$1.027/kg para el segundo escenario.

Tabla 36. Estimación anual de las variables para Congrio negro, río Biobío RCP4,5 y RCP8,5.

Al año	2020	2030	2040	2050	2075	2100
Congrio negro RCP4.5						
Desembarque (ton/año)	4	3	4	4	3	4
Precio (\$/kg)	1.094	1.037	1.033	1.012	1.039	1.011
Ingresos (MM\$/año)	5	4	4	4	3	4
Congrio negro RCP8.5						
Desembarque (ton/año)	3	4	5	4	5	5
Precio (\$/kg)	1.134	1.017	998	1.039	987	990
Ingresos (MM\$/año)	4	4	5	4	5	5

La Almeja del río Biobío para ambos escenarios registró altos niveles de variabilidad, debido a la dependencia con la variación de los desembarques y a los precios capturados en los modelos de estimación (Figura 130 y Figura 131). Para RCP4,5 los ingresos fluctuaron desde los \$4,4 millones hasta los \$265 mil al trimestre, con una tendencia media de \$3,13 millones. Para RCP8,5 estos fluctuaron desde \$4,9 millones hasta los \$659 mil, y una media de \$ 3,18 millones.

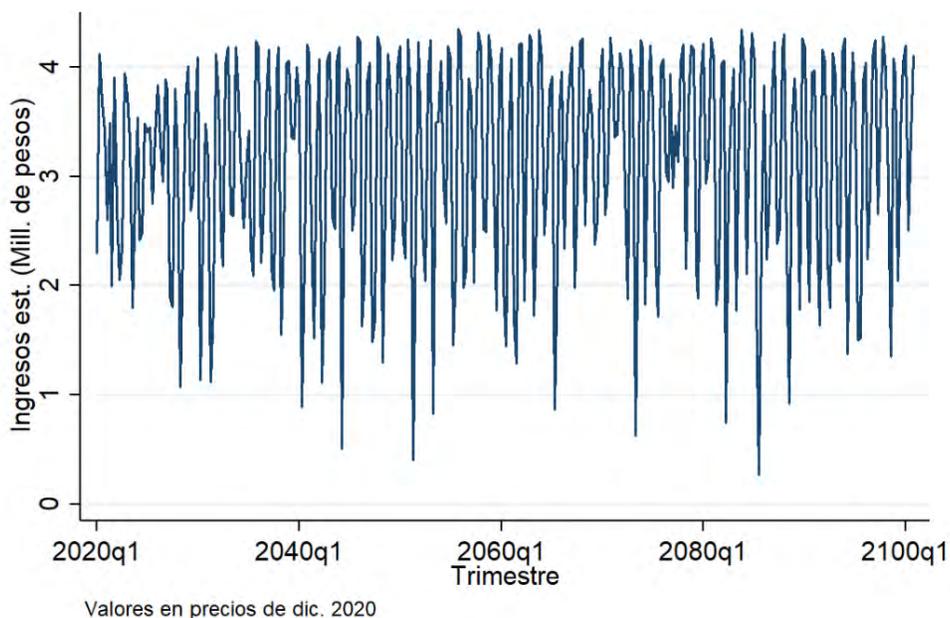


Figura 130. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Almeja, río Biobío escenario RCP4,5

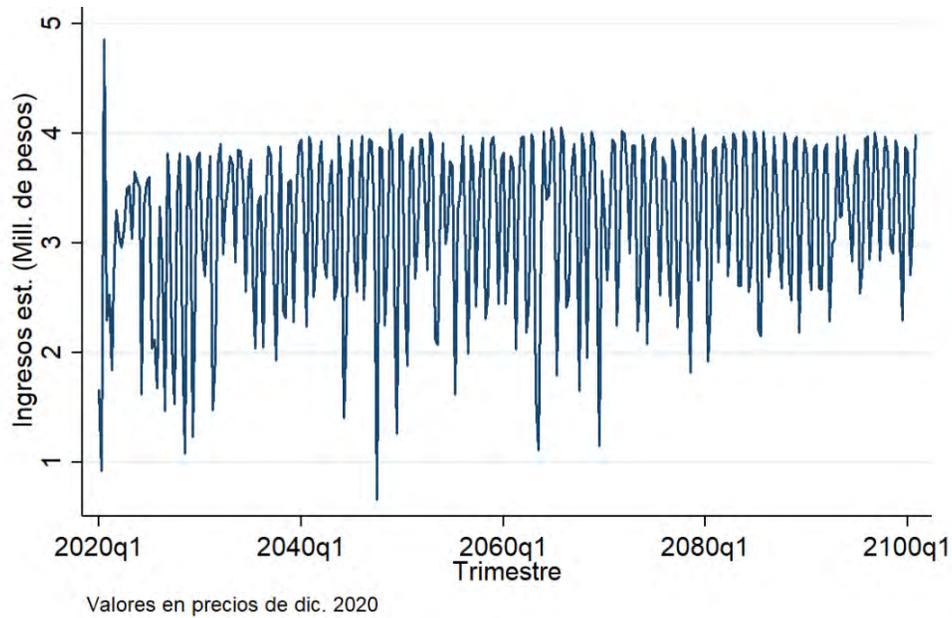


Figura 131. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Almeja, río Biobío escenario RCP8,5

En relación con los valores anualizados (Tabla 37), Almeja exhibió datos homogéneos para RCP4,5 y RCP8,5, en el desembarque, precio e ingresos, con valores promedios a largo plazo de 28 toneladas, \$450/kg y entre \$12 a \$13 millones, respectivamente. Sólo al principio, al año 2020, los precios resultaron ser superiores a la tendencia, por sobre los \$500/kg.

Tabla 37. Estimación anual de las variables para Almeja, río Biobío RCP4,5 y RCP8,5

Al año	2020	2030	2040	2050	2075	2100
Almeja RCP4.5						
Desembarque (ton/año)	27	25	25	30	27	33
Precio (\$/kg)	510	446	440	440	437	436
Ingresos (MM\$/año)	14	11	11	13	12	14
Almeja RCP8.5						
Desembarque (ton/año)	19	29	31	28	31	32
Precio (\$/kg)	514	448	439	440	436	434
Ingresos (MM\$/año)	10	13	13	12	13	14

Navajuela en su estimación reflejó para RCP4,5 y RCP8,5, una caída importante a partir del año 2020, que dura aproximadamente hasta el año 2040, para luego alcanzar su tendencia de largo plazo (Figura 132 y Figura 133). Además, se observó una mayor variabilidad en los ingresos, tanto en la caída como en la evolución de la tendencia, para el primer escenario.

Para RCP4,5 el ingreso parte en \$506 millones al trimestre, para luego alcanzar una tendencia media de \$339,0 millones, con valores máximos y mínimos de \$366 y \$331

millones trimestrales, respectivamente. Para RCP8,5 el pick se da con \$499 millones, para luego tender a los \$339,4 millones, con valores máximos y mínimos de \$346 y \$336 millones trimestrales, respectivamente.

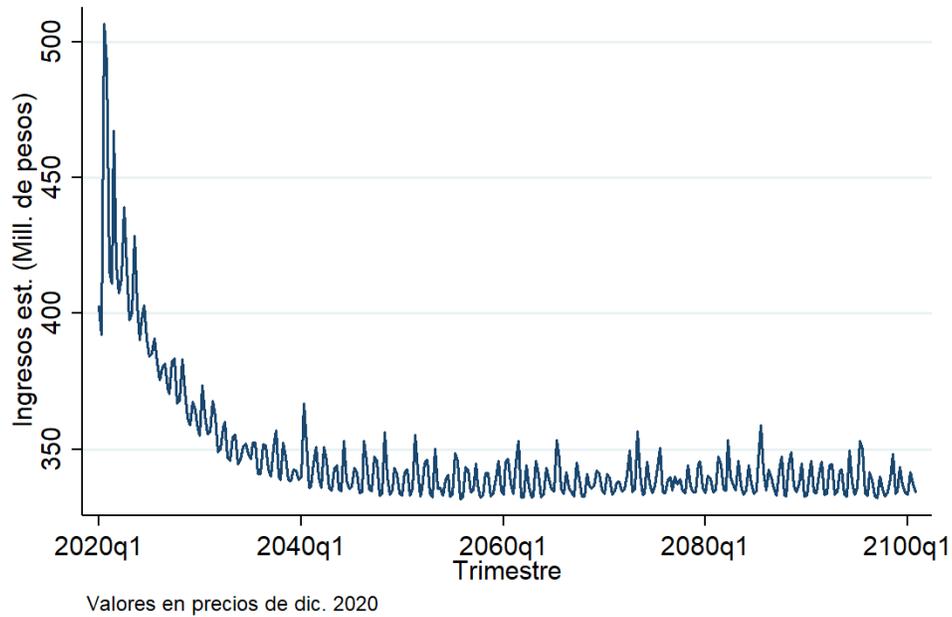


Figura 132. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Navajuela, río Biobío escenario RCP4,5

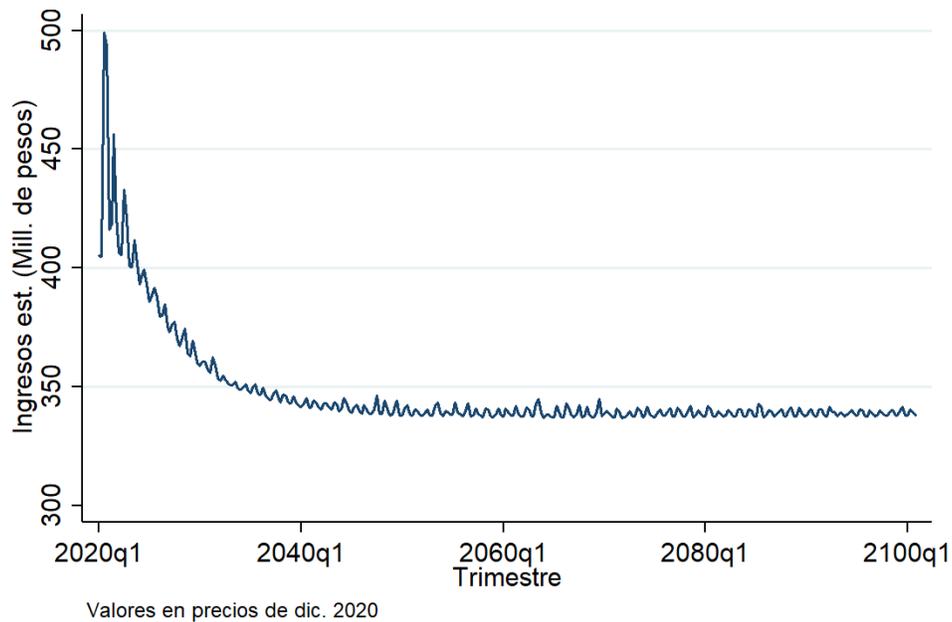


Figura 133. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Navajuela, río Biobío escenario RCP8,5

De igual manera a lo anterior, se aprecia al revisar los datos anuales para Navajuela en ambos escenarios (Tabla 38), los mayores niveles de ingreso al año 2020 y 2030 se deben a precios más altos, por sobre los \$470/kg, para luego disminuir en torno a los \$350/kg. Los desembarques se mantienen en el tiempo alrededor de los 3.850 a las 3.830 toneladas; los ingresos entre un máximo de \$1.790 a \$1.800 al 2020, para luego ubicarse entre los \$1.447 a \$1.438 millones, según el escenario que corresponde, para finalmente lograr su tendencia en torno a los \$1.355 millones en ambos escenarios.

Tabla 38. Estimación anual de las variables para Navajuela, río Biobío RCP4,5 y RCP8,5

Al año	2020	2030	2040	2050	2075	2100
Navajuela RCP4.5						
Desembarque (ton/año)	3.800	3.865	3.917	3.833	3.868	3.817
Precio (\$/kg)	473	374	356	352	353	353
Ingresos (MM\$/año)	1.794	1.447	1.394	1.350	1.365	1.346
Navajuela RCP8.5						
Desembarque (ton/año)	3.822	3.835	3.831	3.840	3.831	3.829
Precio (\$/kg)	472	375	358	354	354	354
Ingresos (MM\$/año)	1.802	1.438	1.371	1.360	1.355	1.356

Jaiba peluda del río Biobío para RCP4,5y RCP8,5, muestra un comportamiento distinto en la estimación de sus ingresos, partiendo de valores más bajos al 2020, lo cual se debe a precios levemente inferiores en ese periodo, para luego tender rápidamente hacia su evolución promedio de \$2,8 millones (Figura 134 y Figura 135). Para el primer escenario, según lo que se observa en la figura la variabilidad fue mayor a lo largo del tiempo, con ingresos que van desde los \$2,91 millones hasta los \$2,53 millones al trimestre, en comparación a los \$2,88 millones hasta los \$2,67 millones al trimestre del segundo escenario.

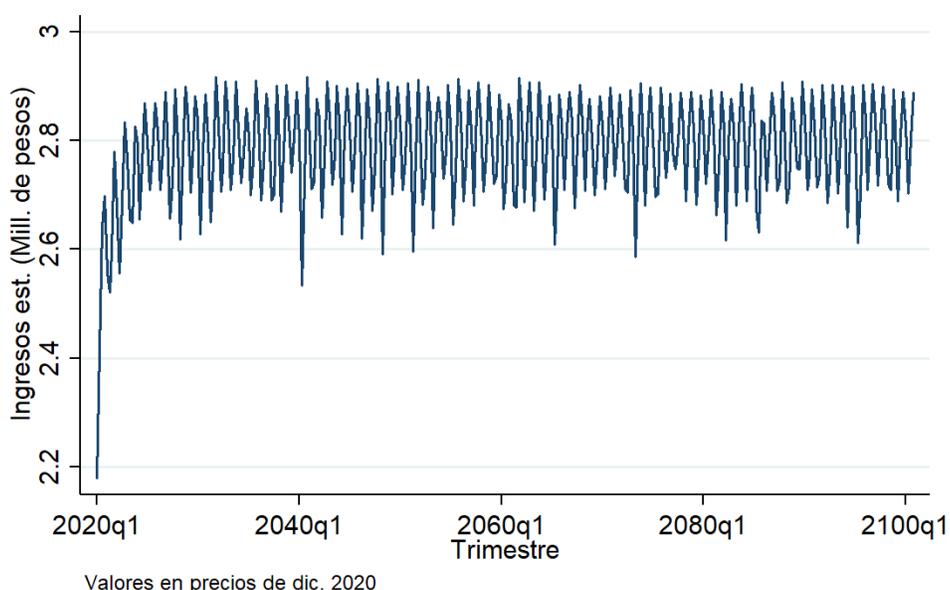


Figura 134. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Jaiba peluda, río Biobío escenario RCP4,5

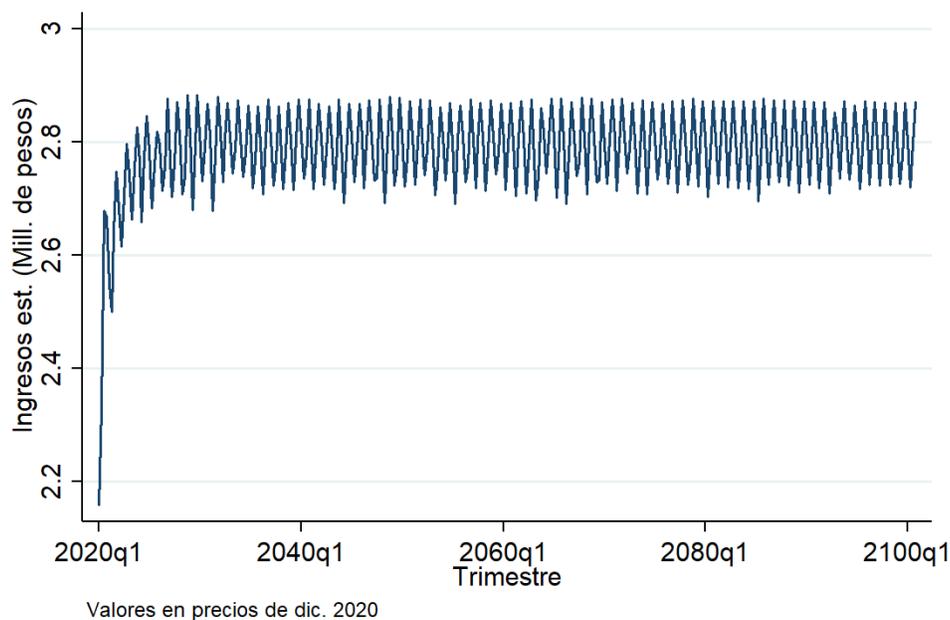


Figura 135. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Jaiba peluda, río Biobío escenario RCP8,5

La Tabla 39 con datos por año para Jaiba peluda RCP4,5 y RCP8,5, plantea la situación de menores ingresos al 2020, dado por un precio de \$960/kg, inferior a la tendencia de largo plazo. Para los otros años las variables fueron relativamente similares, con un desembarque de 10,4 toneladas, un precio promedio entre \$1.068/kg a \$1.071/kg a partir del 2030 e ingreso ingresos por \$11 millones.

Tabla 39. Estimación anual de las variables para Jaiba peluda, río Biobío RCP4,5 y RCP8,5.

Al año	2020	2030	2040	2050	2075	2100
Jaiba peluda RCP4.5						
Desembarque (ton/año)	10,3	10,4	10,3	10,5	10,4	10,5
Precio (\$/kg)	963	1.070	1.071	1.068	1.068	1.064
Ingresos (MM\$/año)	9,9	11,1	11,0	11,2	11,1	11,2
Jaiba peluda RCP8.5						
Desembarque (ton/año)	10,2	10,4	10,5	10,4	10,5	10,5
Precio (\$/kg)	964	1.073	1.070	1.072	1.069	1.069
Ingresos (MM\$/año)	9,8	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2

h) Comparación y diferencia de ingresos bajo los escenarios climáticos RCP4,5y RCP8,5

La Figura 136 representa la comparación de los ingresos de Congrio colorado del río Biobío para RCP4,5y RCP8,5, con un comportamiento similar entre ambos escenarios, no logrando distinguir si uno de ellos generó mayor o menor nivel de ingresos. En ambos casos, como ya antes se mencionó parten con una alta variabilidad, para luego tender hacia un nivel de ingresos medio en el tiempo.

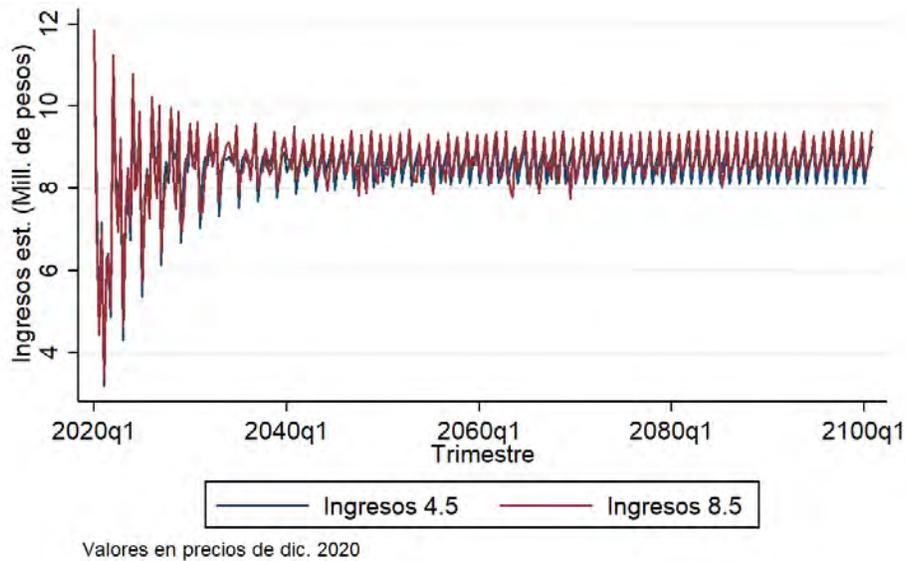


Figura 136. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Congrio colorado, río Biobío escenario RCP4,5 y RCP8,5

Para ver de mejor manera, la Figura 137 presenta la estimación de la diferencia de Congrio colorado entre el escenario RCP4,5 y RCP8,5. Los valores mayores a 0 correspondieron a casos donde RCP4,5 fue mayor a RCP8,5y los menores a 0 viceversa. Los resultados indican que en general no hay un escenario que genere mayor o menor nivel de ingresos, pero lo que se puede rescatar es que en la mayoría de los casos (trimestres) RCP8,5 fue superior, dado que la suma de las diferencias fue de \$-22 millones.

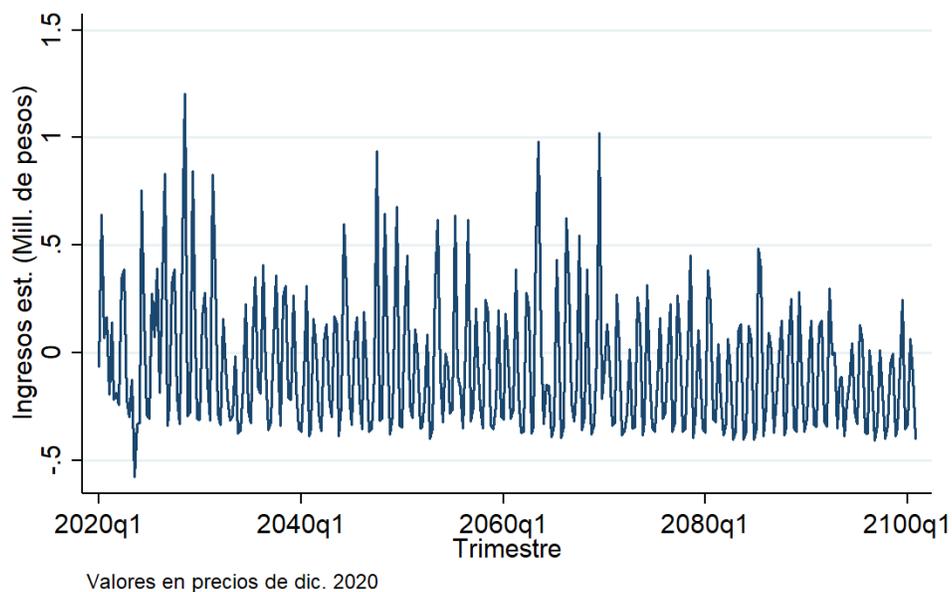


Figura 137. Diferencia en ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Congrio colorado, río Biobío escenario RCP4,5 menos RCP8,5

Para Congrio negro la comparación de ingresos para ambos escenarios se muestra en la Figura 138, hay casos donde RCP4,5 fue superior a RCP8,5 y otros donde se produce lo contrario. No se observa con claridad para el todo el periodo de análisis que un escenario sea predominante en los ingresos, con una tendencia media a \$1 millón y máximos bajo los \$2 millones y mínimos con valor 0.

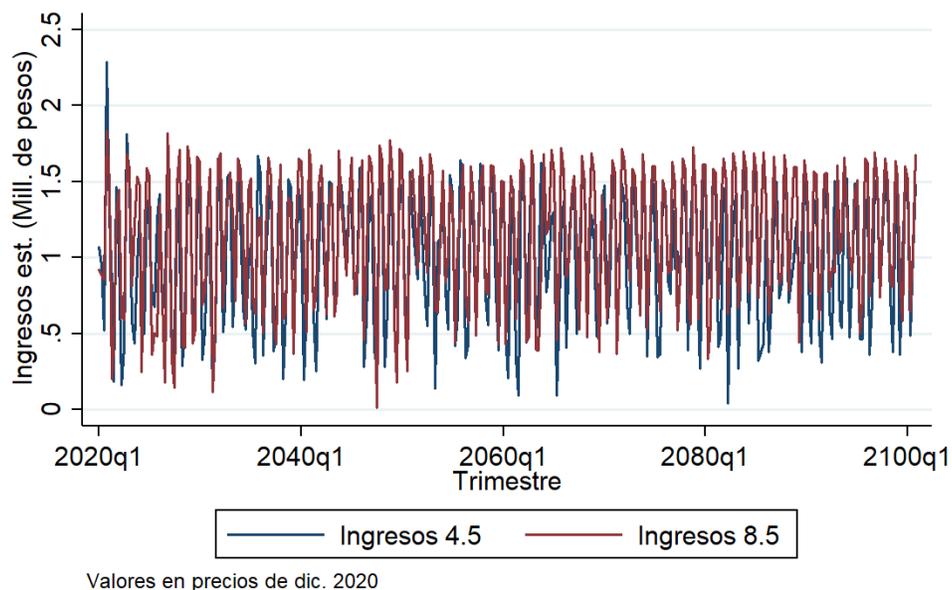


Figura 138. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Congrio negro, río Biobío escenario RCP4,5 y RCP8,5

Las diferencias de ingresos entre RCP4,5 y RCP8,5 de Congrio negro (Figura 139), indicaron de igual manera que en general no hay una supremacía de un escenario a lo largo del periodo de estimación. No obstante, la suma de las diferencias evidenció que en la mayoría de los casos el segundo escenario fue superior, con un valor acumulado de \$-45 millones.

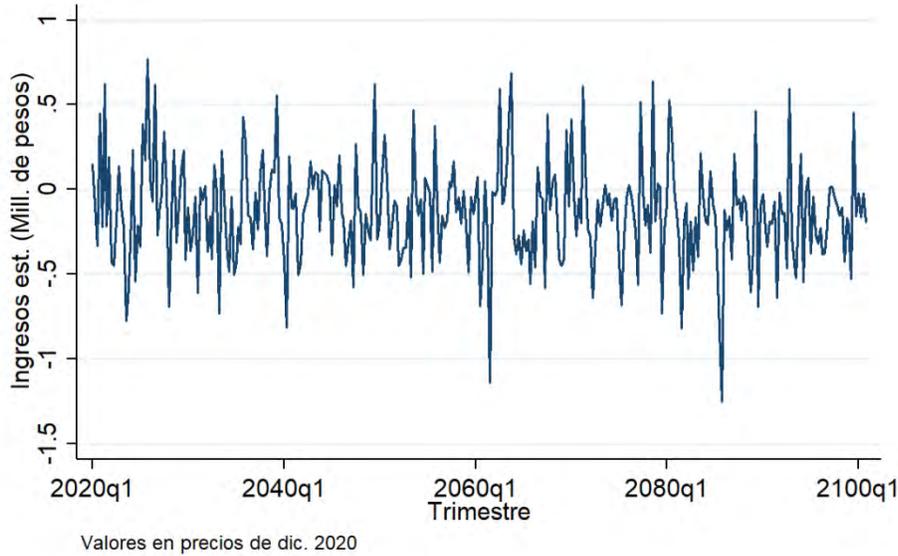


Figura 139. Diferencia en ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Congrio negro, río Biobío escenario RCP4,5 menos RCP8,5

La comparación para Almeja de ambos escenarios presenta un comportamiento similar y sin una predominancia definida (Figura 140), con un valor promedio que tiende a los \$3,1 millones, pero con máximos y mínimos más destacados para RCP4,5.

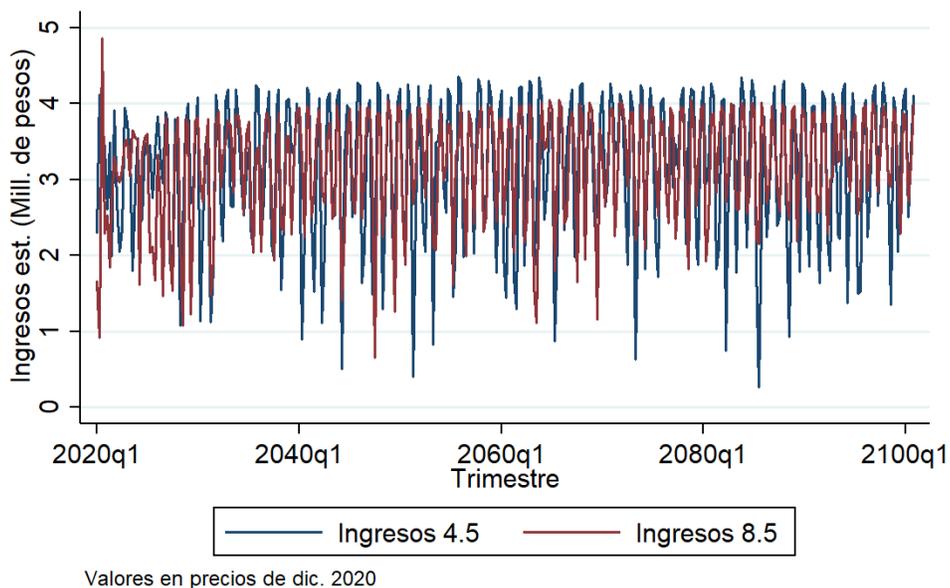


Figura 140. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Almeja, río Biobío escenario RCP4,5 y RCP8,5

Al revisar las diferencias de ingreso en Almeja para los dos escenarios (Figura 141), hay valores sobre 0 y bajo 0, no fue identificado que destaque a lo largo del tiempo uno de los escenarios. La suma de las diferencias en cambio nos indica que en la mayoría de los trimestres el segundo escenario fue superior, con un valor acumulado de \$-15 millones.

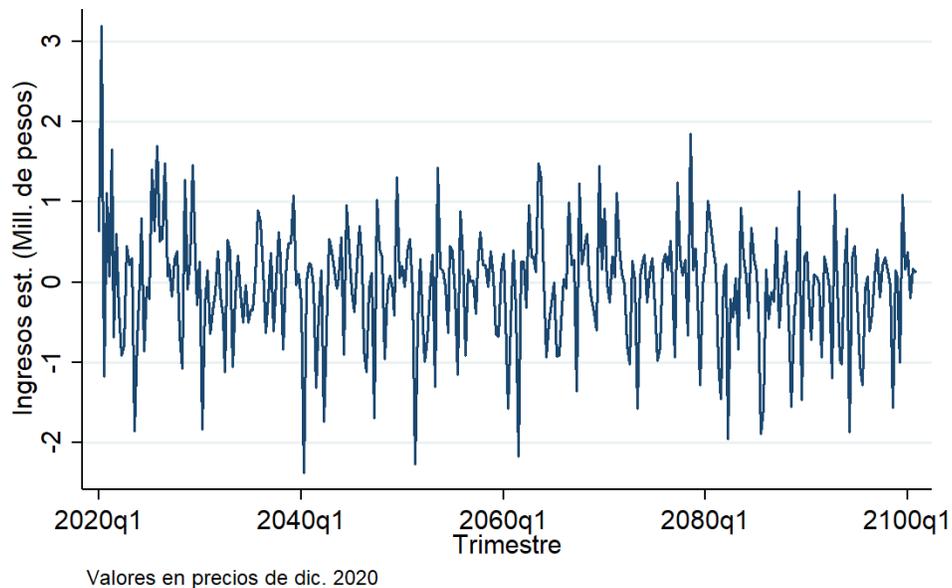


Figura 141. Diferencia en ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Almeja, río Biobío escenario RCP4,5 menos RCP8,5

La Figura 142 revela la comparación de Navajuela para los dos escenarios analizados, destacando una evolución similar y una menor variabilidad para RCP8,5, con valores de ingreso que se ubicaron en torno a los \$347 millones en el tiempo.

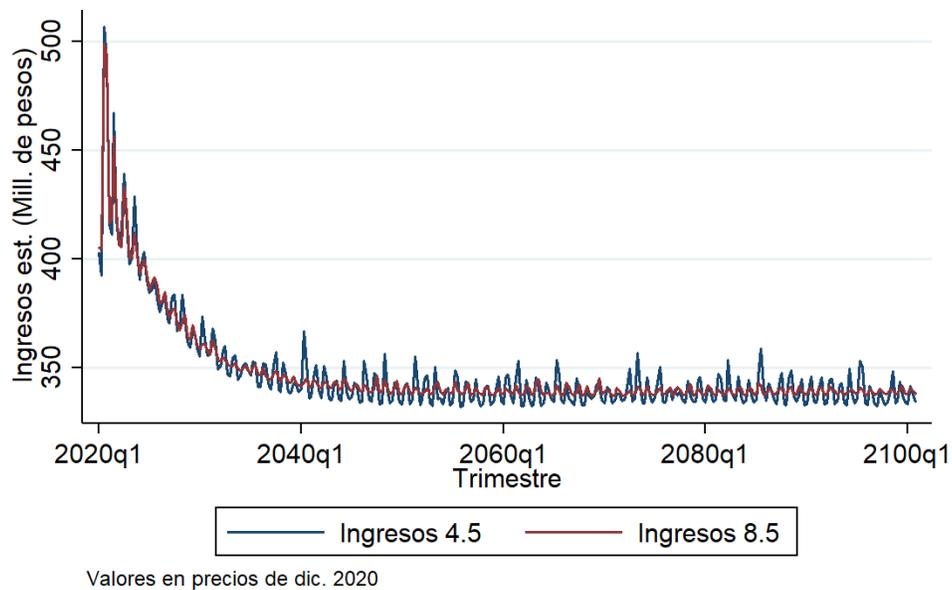


Figura 142. Ingresos trimestrales estimados de desembarques de Navajuela, río Biobío escenario RCP4,5 y RCP8,5

Por otra parte, las diferencias en ingresos para Navajuela entre ambos escenarios para el periodo de estimación (Figura 143), no revela algo definido a favor de alguno de los escenarios. Sin embargo, la suma de estas diferencias indicó que RCP8,5 en la mayoría de los casos generó mayores ingresos, con un valor acumulado de \$-91 millones. Pese a no haber una diferencia media fundamental, lo que si se aprecia es una mayor variabilidad de los ingresos bajo RCP4,5 al compararlo con el escenario RCP8,5.

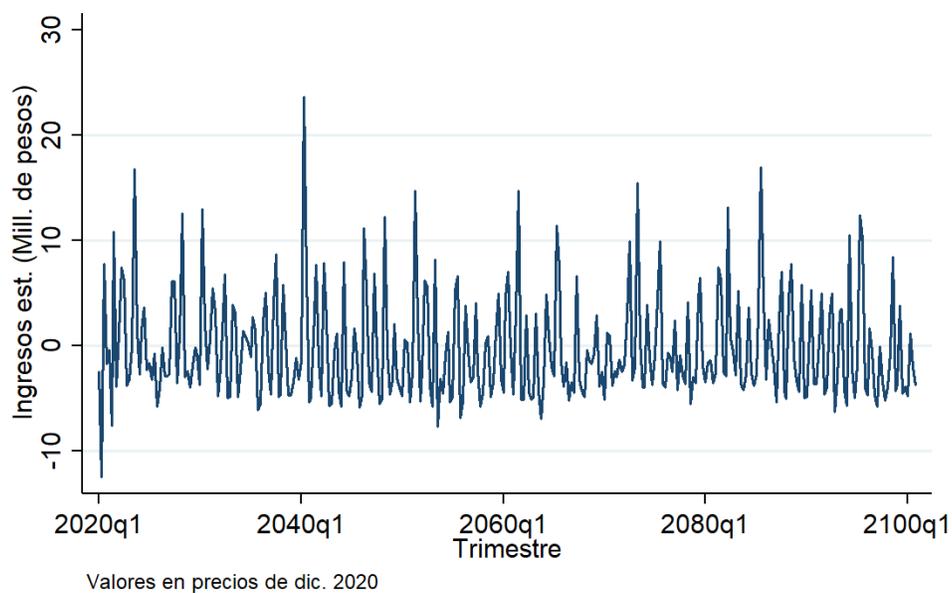


Figura 143. Diferencia en ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Navajuela, río Biobío escenario RCP4,5 menos RCP8,5

Por último, la comparación de Jaiba peluda RCP4,5 y RCP8,5(Figura 144), nuevamente fue detectada similitud en las estimaciones de los ingresos y en su tendencia promedio, de \$2,8/kg.

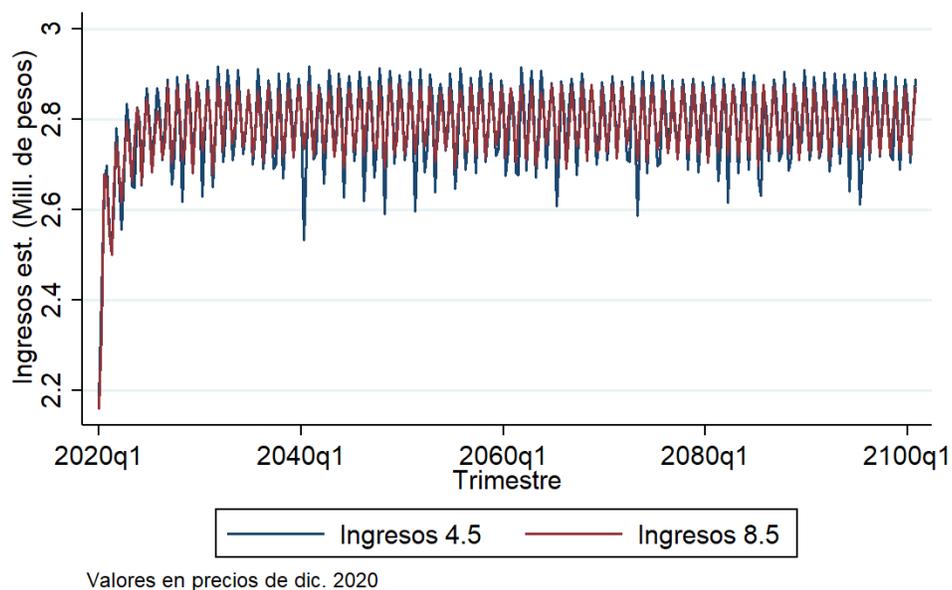


Figura 144. Ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Jaiba peluda, río Biobío escenario RCP4,5 y RCP8,5

Lo mismo se observa en el cálculo de diferencias de Jaiba peluda entre RCP4,5y RCP8,5 (Figura 145), en general ningún escenario sobresale sobre el otro en el largo plazo, aunque fueron distinguidos valores negativos con mayor frecuencia. En ese sentido, la suma de la diferencia confirmó lo anterior, con un RCP8,5 con una mayor frecuencia de casos negativos, como lo indica el valor acumulado de \$-540 mil.

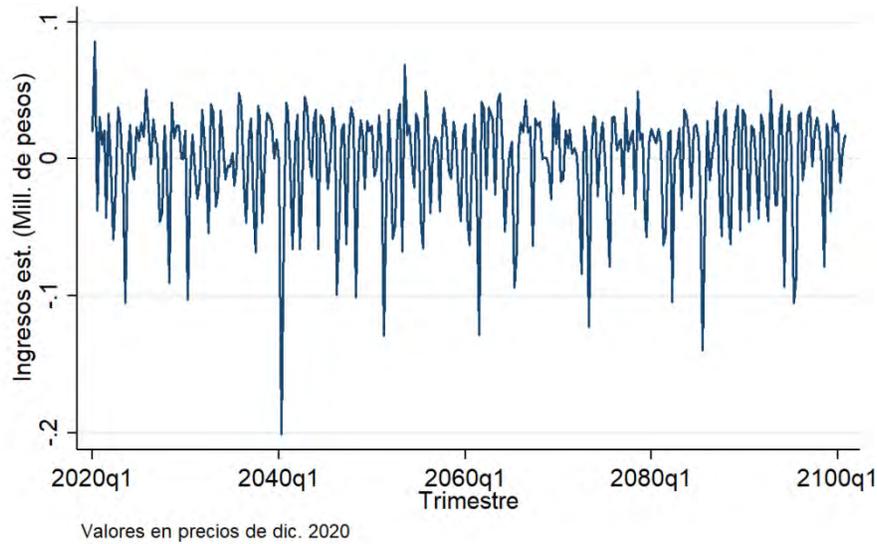


Figura 145. Diferencia en ingresos trimestrales estimados de los desembarques de Jaiba peluda, río Biobío escenario RCP4,5 menos RCP8,5

i) Ingresos consolidados

Como se mencionó, en general para el periodo de análisis y en la tendencia de largo plazo, no hay diferencias relevantes para los ingresos entre los escenarios RCP4,5 y RCP8,5 para el río Biobío (Figura 146). No obstante, del análisis de diferencias, de la suma acumulada y de la frecuencia de mayores casos negativos, estaría indicando que el escenario RCP8,5 generó un nivel de ingresos mayor, del orden de los \$175 millones (52% está representado por Navajuela).

Otro aspecto a destacar para ambos escenarios es que a partir de valores históricos se observó una evolución al alza, con un máximo de \$993 millones, después del 2020 decaen y mantienen una tendencia de largo plazo hasta el 2100 en torno a los \$363 millones, lo que resultó ser un poco superior a los ingresos medios del periodo comprendido entre el 2001 al 2019.

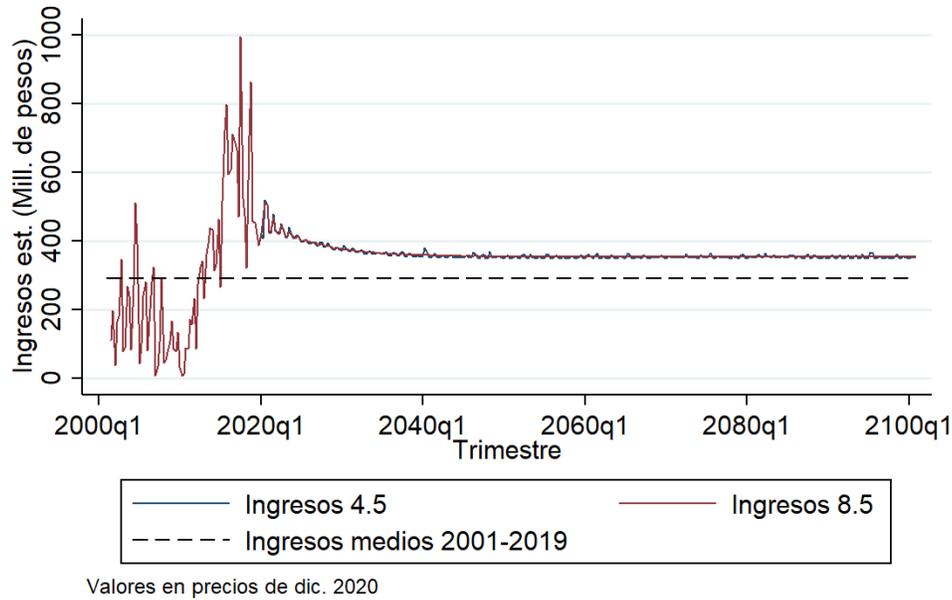


Figura 146. Ingresos trimestrales totales estimados río Biobío, escenario RCP4,5y RCP8,5

Al separar los ingresos totales para RCP4,5 y por recurso (Figura 147), se observa que la Navajuela es el recurso principal con un valor histórico máximo de \$986 millones y una tendencia de \$347 millones. Los otros recursos figuran con ingreso sustancialmente menores, para Congrio colorado su máximo histórico fue de \$23 millones y su tendencia de \$8,6 millones; Congrio negro su máximo histórico fue de \$90 millones y su tendencia fue de \$1 millón; Almeja su máximo histórico fue de \$24 millones y su tendencia de \$3,1 millones y para Jaiba peluda su máximo histórico fue de \$4,4 millones y su tendencia fue de \$2,8 millones.

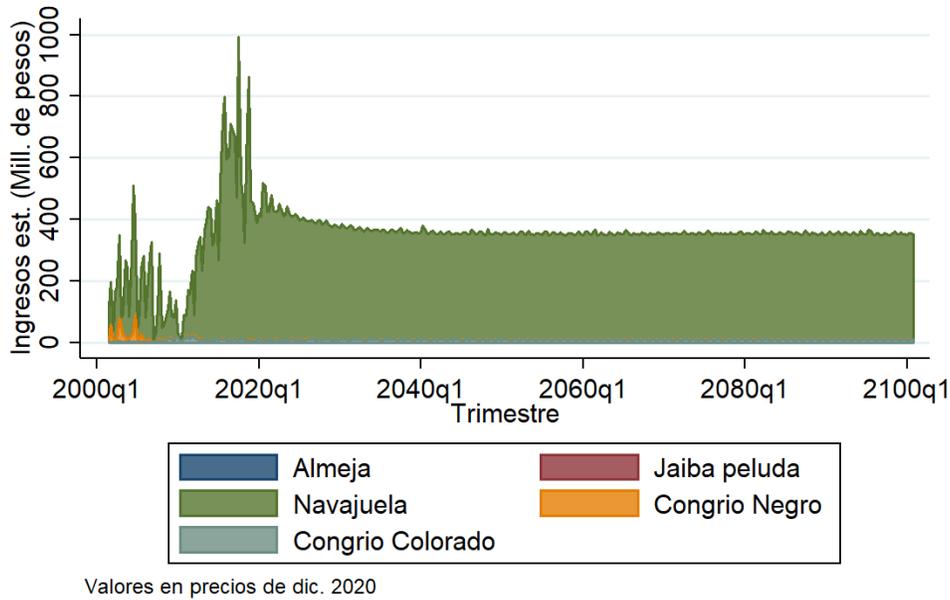


Figura 147. Ingresos trimestrales totales estimados río Biobío, escenario RCP4,5

De igual manera para RCP8,5 (Figura 148), Navajuela representó la mayor colaboración en los ingresos, con valores históricos máximos y tendencia para los recursos, similares a los mencionados en el escenario anterior.

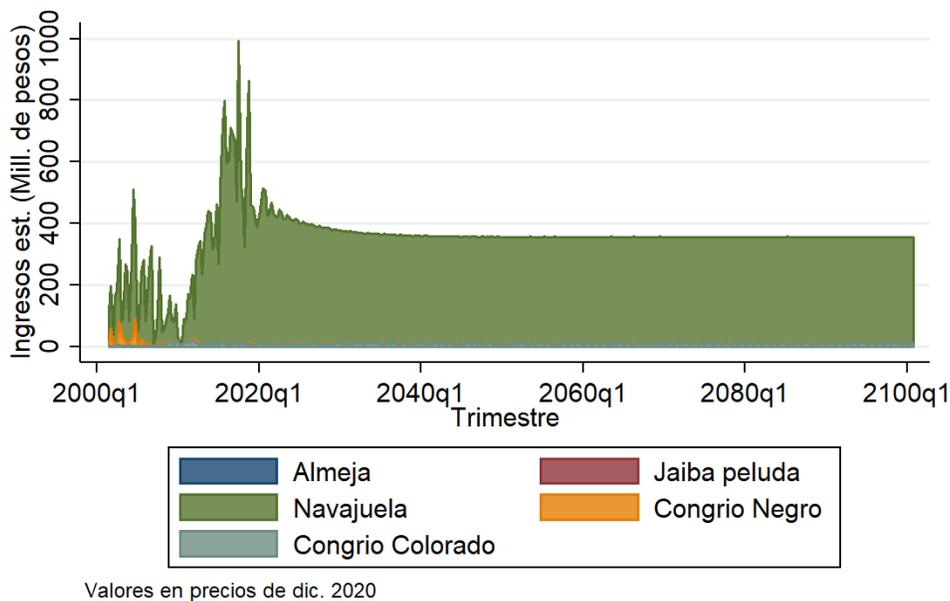


Figura 148. Ingresos trimestrales totales estimados río Biobío, escenario RCP8,5

5.5.1. Aspectos sociales de las localidades seleccionadas

A pesar de que el análisis y proyección de largo plazo realizado en este objetivo del estudio tiene su foco principal en lo económico, el cambio climático tendrá múltiples repercusiones en las pesquerías y en las personas que dependen de ellas por las implicancias y repercusiones sociales que conllevan estos cambios proyectados, por lo cual es importante establecer una descripción en este ámbito que permita tener al menos una condición basal de aspectos relevantes en el que derivarán las modificaciones que sufrirá el contexto humano en el cual se des arrollan las pesquerías, como: la demografía, proporción de los grupos etarios activos e inactivos, nivel de educación y desempeño de actividades laborales. A continuación se indican los principales aspectos sociales establecidos en el levantamiento de información presentado en el objetivo 2, pero con un enfoque en las comunas en las cuales se ubican las caletas y los recursos seleccionados para este análisis económico

5.5.1.1. Localidades asociadas al delta del río Maipo

Desde el punto espacial las localidades seleccionadas que se asocian al delta del río Maipo, corresponden a Algarrobo, El Quisco y San Antonio. En ellas los pescadores artesanales y buzos mariscadores que se desempeñan en actividades extractivas ascienden a un total de 2.362, de los cuales 61,5% tiene inscrito oficialmente estos recursos y declaran continua o esporádicamente desembarque en los recursos seleccionados, en este caso del congrio colorado y almeja.

Desde el punto de vista comunal, estas localidades están insertas en tres comunas que además de llevar sus mismos nombres, poseen una población total de 121.122 habitantes (Censo, 2017) de los cuales alrededor del 1,2% representa a los pescadores y buzos que usufructúan oficialmente de los recursos congrio colorado y almeja.

En términos regionales la región del Valparaíso en las cuales se insertan estas comunas presenta una población relativamente joven, sin embargo la tendencia que sostiene es al envejecimiento progresivo, ha disminuido la población menor 14 años y ha aumentado la población del rango 15 y 65 años y por sobre 65 años , lo cual se evidencia en que el índice de dependencia demográfica de menores disminuyera desde un valor de 37 a 28,3 y el índice de dependencia demográfica de mayores a 65 años aumentara desde 14,8 a 20,2 indicando que la población inactiva ha aumentado desde el censo de 2002 (ver Anexo 11)

En relación a la educación, considerando sólo al grupo etario 15 a 59 años correspondiente al grupo en edad laboral, se indica que en todas las comunas seleccionadas, la mayor parte de la población censada (hasta un 76%) indicó haber terminado algún nivel de educación, ya sea de educación básica, media o superior (ver Anexo 11).

De la población apta para trabajar en las comunas seleccionadas sólo declaró trabajar entre un 50,7% y un 55,4%, de ello la mayor proporción que declaró trabajar se registró en la comuna de San Antonio con un 55,4%, en tanto las comunas que registró

una menor proporción fue el Quisco con un 50,7%. Asimismo el sector laboral que se destaca como el más importante en relación a la cantidad de habitantes que declaró trabajar corresponde al terciario, este sector incluye a las siguientes ramas de actividad económica: comercio, transporte y comunicaciones, servicios financieros, y servicios comunales, sociales y personales (ver Anexo 11).

5.5.1.2. Localidades asociadas al delta del río Itata y río Biobío

En tanto las localidades seleccionadas que se asocian al delta del río Itata, corresponden a Tumbes y Talcahuano. En estas, los pescadores artesanales y buzos mariscadores que se desempeñan en actividades extractivas ascienden a un total de 3.765, de los cuales 52% tiene inscrito oficialmente estos recursos y declaran continua o esporádicamente desembarque en los recursos seleccionados, en este caso el congrio negro y almeja.

Estas localidades están insertas en la comuna de Talcahuano, y su población total asciende a 151.749 habitantes (Censo, 2017) de los cuales el 1,3% representa a los pescadores y buzos que usufructúan oficialmente de los recursos congrio negro y almeja.

Por otro lado, las localidades seleccionadas que se asocian al delta del río Biobío, corresponden a San Vicente Lo Rojas y Tubul. En ellas, los pescadores artesanales y buzos mariscadores que se desempeñan en actividades extractivas ascienden a un total de 13.596, de los cuales el 48% tiene inscrito oficialmente estos recursos y declaran continua o esporádicamente desembarque en los recursos seleccionados, en este caso el congrio colorado y navajuela.

Estas localidades están insertas en las comunas de Talcahuano, Coronel y Arauco, y su población total asciende a 304.268 habitantes (Censo, 2017) de los cuales el 2,1% representa a los pescadores y buzos que usufructúan oficialmente de los recursos congrio colorado y navajuela.

Se debe destacar que en términos de la dependencia de menores (0 a 14 años) según lo advertido al comparar los registros del censo 2002 y 2017 (ver Anexo 11), en las comunas que han representado una mayor caída están las comunas de Arauco y Talcahuano, indica que la población envejece progresivamente.

En relación a la educación, considerando sólo al grupo en edad laboral (15 a 59 años), se observó que en todas las comunas seleccionadas la mayor parte de la población censada (desde un 75% a un 80%) indicó haber terminado algún nivel de educación, ya sea de educación básica, media o superior, lo cual se puede considerar como un valor homogéneo entre las comunas, además de un alto valor (ver Anexo 11).

De la totalidad del grupo que podría desempeñar algún trabajo remunerado para las comunas seleccionadas sólo declaró trabajar entre un 48,5% y un 49,9%, El sector laboral que se destaca como el más importante en relación a la cantidad de habitantes que declara trabajar corresponde al terciario, este sector incluye a las siguientes

ramas de actividad económica: comercio, transporte y comunicaciones, servicios financieros, y servicios comunales, sociales y personales (ver Anexo 11).

En resumen para todas las localidades analizadas que están asociadas a los deltas de los ríos Maipo, Itata y Biobío, es importante destacar que la población de pescadores que se dedican a extraer los recursos seleccionados bordea el 50% del total de los pescadores de las localidades asociadas, ello representa la oportunidad que existe de extracción de otros recursos, indicando además una probable alternativa económica para estos pescadores en caso de que ellos decidan dedicarse a estos otros recursos.

Un elemento destacable corresponde a la tendencia decreciente de la población juvenil a nivel comunal observada entre los censos 2002 y 2017 de manera generalizada en las comunas de las localidades seleccionadas, ello puede plantear una amenaza en términos productivos, considerando además que en el futuro, el alto nivel de escolarización y dedicación a otras actividades productivas puedan provocar una disminución de la población de pescadores artesanales, sin embargo, se pueden plantar estrategias de operación con una mayor mecanización o tecnologización que mejoren los rendimientos y calidades de los productos extraídos, así como mejorar los sistemas de comercialización que permita operar con un menor número de personas en el caso de esto ocurra.

5.5.2. Medidas administrativas vigentes para los recursos seleccionados

En la Tabla 40 se resumen las medidas administración vigentes hasta 2019, que regulan o han regulado la actividad pesquera artesanal y de conservación en áreas de libre acceso de los recursos pesqueros que fueron seleccionados como casos de estudio para el establecimiento de relaciones entre la abundancia, y caudales de ríos para las macro-regiones Norte y Sur.

5.5.2.1. Peces

Los peces (“congrío negro”, “congrío colorado”, “lisa”, “pejerrey”, “robalo”), son el grupo que ha presentado la menor aplicación de medidas de administración específicas, siendo común entre ellas solamente la regulación del tipo de “artes y aparejos” de pesca con que los pescadores artesanales pueden ejercer la actividad extractiva entre Arica y los Lagos, determinando que desde el 2013 en adelante se pueden utilizar solamente: enmalle, espinel, línea de mano, trampa y arrastre.

En este caso, el recurso “corvina” es el único que presentó una medida de administración específica en este grupo, correspondiente a una “veda biológica” la cual es aplicada a nivel nacional entre el 01 de noviembre al 31 de enero del año siguiente y es vigente desde el 2015, ello indica que está prohibida la extracción, comercialización, transporte y procesamiento de este recurso en ese periodo.

Asimismo, el recurso “tritón o machuelo” desde el año 2014 en adelante aparece en la regulación pesquera como una especie de fauna acompañante de los recursos

objetivo, jurel, anchoveta, sardina común, y sardina austral, con prohibición de que sea descartada o devuelta al mar para las distintas pesquerías.

5.5.2.2. Crustáceos

Las especies de crustáceos seleccionadas, como la “jaiba peluda” y “jaiba mora”, se le han aplicado similares medidas de administración a nivel nacional, incluyendo la región de Valparaíso y Biobío, las cuales corresponden principalmente a una “talla mínima legal” para su extracción en 120 mm y una “veda extractiva” indefinida evitando que se extraigan hembras ovígeras o en estado reproductivo, ambas medidas fueron instaladas desde 1990 en adelante, quedando oficialmente establecido desde 2013 que estos recursos solamente pueden ser capturadas por medio de trampas artesanales. Por su parte, el recurso “picoroco” hasta el día de hoy se encuentra sin medidas regulatorias específicas que limiten su extracción.

5.5.2.3. Moluscos

Por otro lado, las especies de moluscos bivalvos seleccionadas (“almeja”, “lapa”, “cholga”, “huevo”, “navajuela”, “taquilla”), correspondieron al grupo de recursos en este análisis que concentran la mayor cantidad de medidas administrativas específicas, con aplicación principalmente en las regiones geográficas bajo estudio (“inscripción RPA”, “talla mínima de extracción”, “vedas biológicas”, “límites de captura”). Entre las restricciones vigentes y que tienen mayor efecto en la dinámica de desembarques pesqueros, se destaca a la “veda biológica” que ha prohibido la extracción en el Biobío de los recursos “cholga” (01 de octubre al 31 de diciembre, 3 meses) y “huevo” (01 de octubre al 30 de noviembre, 2 meses), desde 1986 y 1998, respectivamente.

Otra medida vigente desde 2017 en adelante y con efectos directos en el desempeño de los desembarques en estos últimos años, corresponde al “límite de extracción máxima” (cuotas) establecida anualmente en el golfo de Arauco para los recursos “huevo”, “navajuela”, y “taquilla”, los cuales tendrían un límite de extracción en 1.200 toneladas, 6.946 toneladas, y 2.162 toneladas, respectivamente. Particularmente para “huevo” y “navajuela” la cuota anual, además está fraccionada en límites mensuales de extracción.

Todos los recursos de moluscos seleccionados en ambas macro-regiones, presentan las siguientes medidas: “talla mínima legal de extracción” que posee una implementación superior a 20 años, “artes y utensilios de pesca” definidos como el buceo semiautónomo manoteo, o ganchos para la extracción sustentable de éstos, la “suspensión en la inscripción de nuevos actores en el registro pesquero artesanal”.

5.5.3. Vulnerabilidad a la extracción pesquera libre de los recursos seleccionados

Es importante destacar que la Ley de Pesca y Acuicultura dispone de medidas de administración para los recursos que presentan regulación para su extracción

pesquera, como las “vedas biológicas”, “vedas extractivas” y “cuotas o limitaciones mensuales y anual a la captura”, las cuales tendrían un control más directo y de mejor desempeño sobre los desembarques, comparado con otras restricciones como “artes de pesca”, “acceso a la inscripción de recursos”, o “tallas mínimas de extracción”.

A partir de esta revisión se destacó, como un aspecto importante, que en general las especies de peces costeros seleccionados, en las dos macro-regiones bajo estudio, presentaron menos restricciones legales para su extracción, siendo este grupo más vulnerable a la extracción, que el grupo de las “jaibas”, y moluscos bivalvos, los cuales estarían fuertemente regulados por medio de vedas biológicas, límites de captura, tamaños mínimos de extracción y artes de pesca (Tabla 40).

Específicamente, el recurso “picoroco” el “congrío negro”, “congrío colorado”, “lisa”, “pejerrey”, y “robalo”, son los recursos más vulnerables a la extracción, ya que presentan escasa regulación a la captura (acceso y artes de pesca). En un nivel intermedio de vulnerabilidad a la extracción se identificaron, la “corvina” la “almeja”, “lapa”, “jaiba peluda”, y “jaiba mora”, ya que presentan varias medidas administrativas (acceso, artes de pesca, tallas mínimas de extracción, vedas biológicas), con algunas de mediano control de captura. En un nivel de menor de vulnerabilidad a la extracción libre, se identificaron la “cholga”, el “huevo”, la “navajuela”, y la “taquilla”, ya que presentan un conjunto variado de medidas administrativas (acceso, artes de pesca, tallas mínimas de extracción, vedas biológicas, vedas extractivas, cuotas o límites de extracción de captura), con algunas de mayor control sobre la actividad extractiva y de desembarque.

Por otra parte, las medidas administrativas que sobrepasan los 20 años de aplicación en los recursos seleccionados correspondieron a: Artes o aparejos de pesca, para el “pejerrey” (Biobío). Talla mínima legal para; “almeja” (Valparaíso y Biobío); “lapa” (Valparaíso); “cholga” (Biobío); “navajuela” (Biobío); “taquilla” (Biobío); “jaiba peluda” (Valparaíso y Biobío); “jaiba mora” (Valparaíso). Y veda biológica para; “cholga” (Biobío); y “huevo” (Biobío).

Tabla 40. Principales medidas de administración vigentes hasta 2019, de los recursos pesqueros seleccionados en áreas de libre acceso. En negrita se indican las medidas administrativas que son aplicadas en las zonas geográficas bajo estudio.

	Recurso	Regiones seleccionadas	Medidas vigentes	Año inicio	Cobertura geográfica de aplicación	Observación
PECES	Congrio colorado	Valparaíso Maule Biobío	- Sujeta a regulaciones de artes y aparejos. Esto rige en el área marítima de la Región de Arica y Parinacota a la Región Los Lagos. Enmalle, Espinel y línea de mano, trampa, arrastre.	-Desde 2013	ARICA A LOS LAGOS	Recursos que no cuenta con estudios de evaluaciones de stocks.
	Congrio negro	Valparaíso Maule Biobío	- Sujeta a regulaciones de artes y aparejos. Esto rige en el área marítima de la Región de Arica y Parinacota a la Región Los Lagos; Enmalle, Espinel y línea de mano, trampa, arrastre.	-Desde 2013	ARICA A LOS LAGOS	Pesquería no sujeta a regulaciones de cuota y en las características de los artes de pesca entre las regiones I y X.
	Corvina	Valparaíso Maule	- Veda biológica Arica y Parinacota a Magallanes (01/nov-31/ene). - Sujeta a regulaciones de artes y aparejos. Esto rige en el área marítima de la Región de Arica y Parinacota a la Región Los Lagos; Enmalle, Espinel y línea de mano, Curricán.	-Desde 2015 -Desde 2013	ARICA Y PARINACOTA A MAGALLANES	
	Lisa	Valparaíso Maule	- Sujeta a regulaciones de artes y aparejos. Esto rige en el área marítima de la Región de Arica y Parinacota a la Región Los Lagos; Enmalle, Espinel y línea de mano.	-Desde 2013	ARICA A LOS LAGOS	
	Róbalo	Valparaíso Maule	- Sujeta a regulaciones de artes y aparejos. Esto rige en el área marítima de la Región de Arica y Parinacota a la Región Los Lagos; Enmalle, Espinel y línea de mano.	-Desde 2013	ARICA A LOS LAGOS	
	Pejerrey de mar	Biobío	- Se establece porcentajes de desembarque de pesca de este recurso como fauna acompañante de recursos objetivos como la anchoveta y langostinos enano en el	-Desde 2002	ARICA Y PARINACOTA, TARAPACÁ Y	- El 2008 hubo cuota global anual de captura artesanal de pejerrey

	Recurso	Regiones seleccionadas	Medidas vigentes	Año inicio	Cobertura geográfica de aplicación	Observación
			norte (entre 2% a 5%). - Artes o aparejos de pesca autorizados para la extracción de este recurso son línea de mano, espinel, red de pared, trampas, arpón o fija y curricán de las Regiones de Arica y Parinacota a Los Lagos.	-Desde 2000	ANTOFAGASTA	de mar para las aguas interiores de la X Región de Los Lagos, de 500 toneladas. Veda extractiva 2009-2011 para la X región. Existe regulación (veda estacional y cuotas de captura) para la actividad deportiva de los recursos pejerrey en aguas continentales (lagos, ríos, arroyos, esteros, embalses).
	Machuelo o Tritre	Biobío	- Sujeta a regulaciones de artes y aparejos. De Arica y Parinacota a Magallanes; Cerco, Enmalle, Espinel y línea de mano.	-Desde 2013	VALPARAÍSO A LOS LAGOS	Aparece como especie fauna acompañante de los recursos objetivo, jurel, anchoveta, sardina común, y sardina austral con prohibición de que sea descartada desde el año 2014 en adelante para las distintas pesquerías.
MOLUSCOS	Almeja	Valparaíso Biobío	- Acceso inscripción de RPA suspendida. - Talla mínima legal (55 cm). -Vedas extractiva sector Ancud (2 años, 18dic). - Artes y aparejos de pesca, buceo Hooka.	-Desde 2013 -Desde 1980 -Desde 2017	NACIONAL	
	Lapa	Valparaíso	- Acceso inscripción de RPA suspendida. - Talla mínima legal (65 mm). - Artes y aparejos de pesca, buceo apnea o Hooka.	-Desde 2020 -Desde 1996	ARICA Y PARINACOTA A MAGALLANES	

	Recurso	Regiones seleccionadas	Medidas vigentes	Año inicio	Cobertura geográfica de aplicación	Observación
	Cholga	Biobío	<ul style="list-style-type: none"> - Acceso inscripción de RPA suspendida. - Veda biológica (01oct-31dic), con excepción de las regiones Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta y Magallanes. -Talla mínima legal (55 mm, Arica y Parinacota, Tarapacá, y 70 mm para el resto de las regiones). 	<ul style="list-style-type: none"> -Desde 2013 - Desde 1986 - Desde 1986 	NACIONAL	
	Huepo	Biobío	<ul style="list-style-type: none"> - Acceso inscripción de RPA suspendida por 5 años. - Talla mínima legal (120 mm, Biobío). -Talla mínima legal (115 mm, Los Ríos). -Talla mínima legal (110 mm, Los Lagos). -Talla mínima legal (110 mm, Magallanes). -Veda extractiva Región Los Lagos (01may-30nov). -Veda extractiva Bahía Ancud (2 años, 18dic). - Veda extractiva Bahía Corral (2 años, 18dic). -Veda biológica Coquimbo a Aysén (01/oct-30nov). - Veda biológica Magallanes (01may-31jul). - Veda biológica Los Lagos (01may-31jul). - Limite extracción mensual y anual de captura (1.200 t). - Artes y aparejos de pesca, buceo semi autónomo. 	<ul style="list-style-type: none"> -Desde 2013 -Desde 2014 -Desde 2016 -Desde 2005 -Desde 2003 - Desde 2005 -Desde 2017 -Desde 2018 - Desde 1998 - Desde 2005 - Desde 2003 -Desde 2017 	BIOBIO A MAGALLANES	
	Navajuela	Biobío	<ul style="list-style-type: none"> - Acceso inscripción de RPA suspendida. - Talla mínima legal (65 mm, Biobío). -Talla mínima legal (65 mm, Los Ríos). -Talla mínima legal (60 mm, Los Lagos). -Veda extractiva Bahía Ancud (2 años, 18dic). - Limite extracción mensual y anual de captura (6.946 t). - Artes y aparejos de pesca, buceo semi autónomo, con "gancho" o "manoteo". 	<ul style="list-style-type: none"> -Desde 2013 -Desde 2010 -Desde 2016 -Desde 2005 -Desde 2017 -Desde 2019 	BIOBIO A LOS LAGOS	

	Recurso	Regiones seleccionadas	Medidas vigentes	Año inicio	Cobertura geográfica de aplicación	Observación
	Taquilla	Biobío	<ul style="list-style-type: none"> - Acceso inscripción de RPA suspendida. - Talla mínima legal asimilada a almejas (55 mm, Biobío). - Limite extracción anual de captura (2.162 t). - Artes y aparejos de pesca, buceo semi autónomo, con "manoteo". 	<ul style="list-style-type: none"> -Desde 2013 -Desde 1980 - Desde 2019 	BIOBIO	
CRUSTACEOS	Jaiba peluda	Valparaíso Biobío	<ul style="list-style-type: none"> - Régimen libre acceso a nivel nacional, pero inscripción RPA suspendida Los Lagos. - Talla mínima legal (120 mm ancho cefalotorácico, Nacional). - Veda indefinida a nivel nacional de hembras ovígeras. -Artes y aparejos de pesca, trampa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Desde 2011 - Desde 1990 - Desde 1990 -Desde 2013 	NACIONAL	
	Jaiba mora	Valparaíso	<ul style="list-style-type: none"> - Régimen libre acceso a nivel nacional, pero inscripción RPA suspendida Los Lagos. - Talla mínima legal (120 mm ancho cefalotorácico, Nacional). - Veda indefinida a nivel nacional de hembras ovígeras. - Artes y aparejos de pesca, trampa 	<ul style="list-style-type: none"> - Desde 2011 - Desde 1990 - Desde 1990 - Desde 2013 	NACIONAL	
	Picoroco	Biobío	<ul style="list-style-type: none"> - Acceso inscripción de RPA suspendida. 	<ul style="list-style-type: none"> - Desde 2013 	NACIONAL	

5.6. Resultados Taller de difusión

Este taller fue realizado el 10 de marzo de 2022 entre las 16:00 y 18:30 horas, por medio la plataforma virtual Zoom. El objetivo del taller, fue presentar los principales resultados de los cuatro objetivos específicos desarrollados y discutir sus alcances. Los contenidos tratados en el taller fueron los siguientes (Ver Anexo 13):

- Bienvenida Taller (Luis Soto Mardones, Universidad del Biobío).
- Análisis de precipitaciones y caudales de ríos en Chile central (escalas: anual, interanual e interdecadal) (Luis Soto Mardones, Universidad del Biobío).
- Determinación y análisis de localidades costeras y especies de peces, moluscos y crustáceos en las macrozonas norte y sur (Sergio Núñez Elías (Instituto de Investigación Pesquera).
- Aplicación de modelos estadísticos en variables ambientales y pesqueras, bajo escenarios RCP4,5 y RCP8,5 (Christian Caamaño Carrillo - Manuel González (Depto. de Estadística Universidad del Biobío).
- Análisis de variables socio-económicas y proyección bajo escenarios de RCP4,5 y RCP8,5 (Manuel Estay– Rodrigo Contreras, Universidad de Concepción).
- Mesa Redonda: Conclusiones y Discusión de Resultados (Moderador: Ricardo Pavez Fuentes, Depto. de Matemáticas. Universidad del Biobío).

5.6.1. Conclusiones, reflexiones y comentarios finales de los asistentes

Respecto al efecto directo que existe del cambio climático, por medio de la disminución de las precipitaciones, caudales de ríos sobre los recursos pesqueros que habitan las plumas de los ríos, se indicó que hay que quedarse con la multifactorialidad que ocurre entre los desembarques y otros efectos que impone el ambiente sobre los recursos, pero es muy muy interesante observar los recursos dulceacuícolas para ver estos efectos. Además, se destacó que en México hay importantes pesquerías, y una buena cantidad de ríos y especies dulceacuícolas por lo cual les pareció a los investigadores mexicanos presentes que el enfoque de este proyecto es un enfoque muy interesante de desarrollar en su país. También están disminuyendo las precipitaciones y caudales, lo cual tendrá un efecto sobre la disminución de volúmenes de la presas que se suministran a la sociedad humana, y desde el punto de vista ecológico de otras especies que dependen de estas especies dulceacuícolas, por lo tanto es relevante también saber cuál es la interacción con los procesos biológicos de las especies costeras y la diversidad en el contexto ecosistémico.

Se mencionó la importancia y necesidad urgente de comenzar a estudiar el cambio climático desde la perspectiva de la interacción entre el sistema continental, costero y oceánico, este estudio es un precedente importante para enfocar los estudios futuros del sistema productivo, sobre todo considerando que las predicciones indican que aumentará la población humana y eso estresará el ambiente que dispondrá de menos recursos pesqueros.

6. DISCUSIÓN

En este proyecto de investigación y desarrollo, la problemática u oportunidad está centrada en establecer, a través de un enfoque inter-disciplinario y herramientas de modelación estadísticas de las variables ambientales (precipitaciones y caudales de ríos) ante escenarios de cambio en los servicios y beneficios ecosistémicos de dos comunidades de pescadores ubicadas entre Coquimbo-San Antonio y San Antonio-Corral, que se generarán en el ecosistema costero (incluido recursos pelágicos y bentónicos) producto de cambios en forzantes mediados por cambio climático, como es la disminución en el caudal de los principales ríos de la región.

En los complejos ecosistemas costeros, las especies (incluidos recursos pesqueros) que responden tanto a cambios ambientales como bio-ecológicos, pueden variar a medida que las especies respondan a las nuevas condiciones asociadas al cambio climático, verificando cambios en diversidad y abundancia, modificando sus hábitats de reproducción y crianza, y estableciendo capacidades de adaptación a nuevos estados de equilibrio. En este contexto, la vulnerabilidad que presentan las pesquerías frente a la variación de los factores ambientales inducidos por el cambio climático puede repercutir directamente en las líneas de estrategia nacional.

La evidencia internacional muestra la existencia de una influencia directa del calentamiento global a la variabilidad de las precipitaciones (Seckler *et al.* 1999, Vörösmarty *et al.* 2000, McCarthy *et al.* 2001, Milly *et al.* 2002, Oki *et al.* 2003, Arnell 2004, Trenberth 2011). A nivel global, los cambios en las precipitaciones están directamente relacionados a tendencias crecientes o decrecientes, regionales y estacionales, bien definidas (Sato *et al.* 2007). Lo anterior, es consistente con el análisis de la variabilidad de las precipitaciones para Chile que evidencia una tendencia decreciente entre las regiones de Arica y Parinacota hasta Los Lagos (Soto-Mardones *et al.* enviado 2019). Este resultado es coherente especialmente con el análisis en la escala mensual de las precipitaciones acumuladas para las regiones ensayadas en este estudio (regiones de Valparaíso, Maule, Biobío).

Por su parte, recientemente Soto-Mardones *et al.* (enviado 2019) han mostrado evidencia robusta de la drástica disminución en el caudal de ríos de gran parte del territorio nacional debido al calentamiento global, tendencia estadística que se expresa claramente en la región centro-norte y centro-sur de Chile (24-40°S) a través del análisis de series temporales largas (1910-2015) de caudales y precipitaciones. Las series de caudales de los ríos seleccionados (Aconcagua, Maipo, Maule, Itata y Biobío) que superan la temporalidad de 35 años (en la escala mensual), muestran claramente un descenso drástico de sus magnitudes. Este patrón de decremento de los caudales de los ríos entre las regiones de Antofagasta y Los Lagos, es consistente entonces con el patrón de disminución en los caudales de los ríos seleccionados en este estudio, por lo que puede proveer de un buen grado de reproductibilidad de los modelos establecidos para los ríos seleccionados, y la extrapolación de sus resultados a otros numerosos ríos de la región.

Este patrón de disminución generalmente se ha atribuido a las precipitaciones como variable meteorológica de largo periodo. El calentamiento global ha afectado fuertemente la distribución promedio de las precipitaciones en las escalas regional y estacional, provocando que los caudales de ríos con tendencia negativa sean más negativos (Soto-Mardones *et al.* enviado 2019). Dentro de este contexto, los resultados exhibidos en este trabajo son consistentes con la merma en las descargas fluviales por efecto de la disminución del régimen de lluvias en invierno y el menor aporte por el derretimiento de la nieve en primavera, resultado que se verifica por la alta correlación cruzada (en fase cero) entre ambas variables, mostrando una alta sincronía en la escala anual (v.g. Figura 25). En el contexto de la variabilidad de ambas variables ambientales, se ha mostrado en la escala interanual (indicadores El Niño/La Niña) también una alta dependencia en la variabilidad de las precipitaciones y caudales (v.g. Figura 26). Debido entonces a la existencia de sincronía (escala anual) y de variabilidad (escala interanual) entre las precipitaciones y los caudales, es que en este trabajo se consideró a los caudales de los diferentes ríos ensayados, como el agente forzante principal de los efectos en el océano costero y los recursos seleccionados en el área de estudio, lo que también ha sido recientemente reseñado por Zunguza *et al.* (2022) para el recurso costero anchoveta en la zona centro-sur de Chile.

Cabe destacar que en este estudio, consideramos una escala de variabilidad mensual, tanto para las variables ambientales (precipitaciones, caudal de ríos e información satelital) como para las variables pesqueras (desembarques y variables económicas), verificando en la mayoría de los casos una tendencia negativa en series temporales extensas (30 a 35 años) de caudales y desembarques. No obstante lo anterior, en los últimos años se ha reportado para la región de Chile central un incremento en los caudales debido al aumento de deshielos y al potencial aumento de las precipitaciones en ventanas temporales de corta duración (~10 días, Valenzuela & Garreaud 2019, Garreaud *et al.* 2020, Aceituno *et al.* 2021), estudios que consideran una escala de variabilidad distinta a la analizada en nuestro estudio de series temporales extensas.

Por otra parte, el análisis de la variabilidad decadal del esfuerzo del viento en la componente meridional (Figura 149, panel inferior) al ser contrastado con la oscilación decadal del Pacífico (PDO), muestra para latitudes septentrionales, dos fases claramente opuestas: la primera con esfuerzo del viento hacia el sur (período 1985-1997), y la segunda con un esfuerzo del viento hacia el norte (1998-2017). Para las últimas dos décadas, en nuestra región persiste un comportamiento caracterizado por un débil esfuerzo del viento hacia el Ecuador, que posibilitaría la extensión de las plumas fluviales hacia el océano como lo han establecido para la escala estacional Saldías *et al.* (2016).

En el contexto de los efectos del calentamiento global, un resultado relevante de este estudio se verifica en la influencia de fenómenos de baja frecuencia (interanual e interdecadal) que contribuyen a extremar la disminución de las precipitaciones. La composición de dos series de datos de imágenes satelitales de temperatura superficial del mar (Topex-Poseidon y MODIS), muestran que en la escala interanual el

enfriamiento (La Niña) es amplificado por la fase fría de la señal interdecadal. La interacción en cadena de estas dos escalas temporales, han provocado una prolongación del enfriamiento de las aguas del océano Pacífico, generando una disminución drástica de las precipitaciones a partir del año 2008 (ver Figura 149). La existencia de un periodo de megasequía para Chile Central (30°S-38°S) establecido vastamente por la literatura reciente (Garreaud, *et al.* 2017, Garreaud, *et al.* 201, Garreaud 2017) puede ser explicado por el acoplamiento de las escalas de baja frecuencia de la TSM.

El análisis del gráfico espacio-tiempo en la escala interanual (Figura 149, panel superior) revela un comportamiento distinto para los eventos cálidos más intensos (El Niño 1997-98, y El Niño 2015-16) al ser comparado con el índice Multivariado El Niño (Índice MEIv2), ya que en el primero se fortalece el esfuerzo del viento meridional hacia el Ecuador, en tanto que en el segundo se fortalece el flujo hacia el polo hasta los ~30°S. Esto difiere de lo reportado para latitudes más altas, donde se verifica un debilitamiento del esfuerzo del viento que resulta en un impacto nulo sobre la dinámica costera.

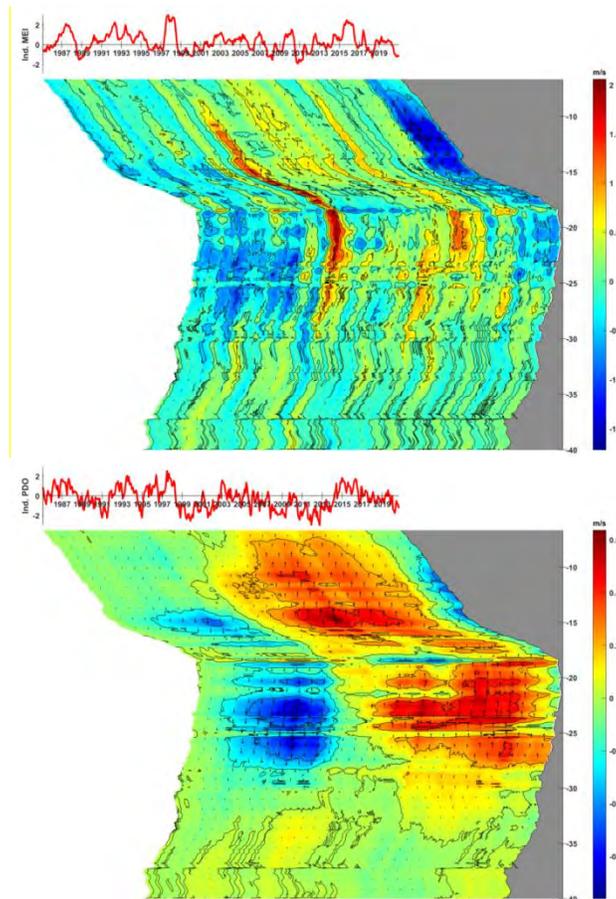


Figura 149. Diagramas espacio-tiempo del esfuerzo del viento meridional del producto ERA-5 en la escala interanual (panel superior) y en la escala decadal (panel inferior), para el período 1985-2020.

Por otra parte, los informes de evaluación del IPCC (AR4-AR5 y AR6), reportan que los últimos años ha habido un aumento en la frecuencia e intensidad de eventos extremos (tormentas y precipitaciones) como resultado del calentamiento global (IPCC 2007a, WMO 2009a, Giorgi *et al.* 2011, IPCC 2014, Cuarta Comunicación Nacional 2021). En Chile, estos eventos extremos ocurren por una combinación de variabilidad climática, cambio climático y meteorología sinóptica, en los cuales las tendencias extremas no siempre siguen las tendencias globales sino más bien regionales (Garreaud 2017).

El impacto de las descargas fluviales de ríos relativamente pequeños sobre el ecosistema costero ha sido, en general, poco estudiado a nivel global (Warrick & Fong, 2004, Saldías *et al.* 2020), en comparación con el efecto de los grandes ríos como el Amazonas, Mississippi, y La Plata (Körtzinger 2003, Cai 2003, Piola *et al.* 2005). La descarga de agua salobre al océano costero tiene implicancias importantes no solo físicas por la alta diferencia en salinidad/densidad con el océano costero, sino por repercusiones biogeoquímicas debido al alto contenido de material sedimentario, concentración de nutrientes de origen terrestre, y contaminantes que traen consigo las descargas fluviales (*e.g.* Wetz *et al.* 2006, Goñi *et al.* 2013, Vargas *et al.* 2013). En este sentido, existe un impacto directo de las descargas de ríos sobre la razón de nutrientes aportadas a la zona costera, en especial de sílice, lo que influencia floraciones de fitoplancton (diatomeas) (Dortch & Whitedge 1992).

Debido al alto impacto de la productividad primaria (fitoplancton) en la producción pesquera de muchas zonas costeras, se ha hipotetizado que existe una relación directa entre zonas con alta productividad fitoplanctónica y una alta producción de peces pelágicos pequeños (*e.g.* Montecinos & Lange 2009). Una segunda vía de interacción entre las descargas fluviales y el ecosistema costero es a través de la creación de zonas de reproducción y crianza de estadios juveniles de peces y organismos bentónicos (Richardson 1988, Motos *et al.* 1996, García & Palomera 1996), debido al alto contenido de sedimentos y condiciones de turbidez características en plumas de ríos, que genera protección frente a depredadores y un ambiente rico en nutrientes alrededor de los frentes de la pluma (*e.g.* Emmett *et al.* 2004, De Robertis *et al.* 2005). Recientemente se ha evidenciado la existencia de marcados frentes costeros a lo largo de Chile centro-sur y asociados a zonas de descargas de ríos (Saldías & Lara, 2020). En estos sistemas han ocurrido fuertes descensos en los desembarques pesqueros cuando los ríos han disminuido drásticamente su caudal (Grimes 2001), como es el caso de la intervención del río Nilo que provocó una disminución del 90% de su caudal, un descenso en la producción primaria asociada al delta del río acoplado a un descenso en los volúmenes de desembarque de recursos pesqueros y una simplificación de la estructura de las comunidades (Bebars & Lasserre 1983), poniendo en evidencia la relación de dependencia entre la descarga de los ríos y la producción pesquera.

En Chile centro-sur los estudios de los impactos físicos y biogeoquímicos de las plumas fluviales son escasos, destacando una alta estacionalidad de las descargas fluviales (Sobarzo *et al.* 2007) y variabilidad de las plumas de ríos en escala diurna (Piñones *et al.* 2005), estacional (Saldías *et al.* 2012, Vargas *et al.* 2013, Vargas *et al.*

2016, Salceo-Castro *et al.* 2020) e interanual (Saldías *et al.* 2016, Masotti *et al.* 2018). El ciclo anual de las descargas fluviales y las plumas de ríos de la región del Biobío es consistente con el régimen de lluvias en invierno y el derretimiento de la nieve en primavera, verificando un máximo de descarga invernal y un segundo máximo primaveral, que se ve reflejado en la extensión de plumas fluviales en la costa de Concepción (Saldías *et al.* 2012). Asimismo, en la escala interanual se ha mostrado el efecto climático (*e.g.* El Niño Oscilación del Sur) sobre el desarrollo de las plumas fluviales en la Región del Biobío con un claro impacto para altas descargas de ríos y plumas (eventos cálidos) y descargas y plumas anómalamente pequeñas durante períodos fríos La Niña (Saldías *et al.* 2016). Recientemente, nuevos estudios revelan que el desplazamiento hacia el sur e intensificación del centro Anticiclón del Pacífico Sur (Schneider *et al.* 2017) está conectado con la reducción en lluvias y descargas de ríos durante períodos La Niña (Winckler *et al.* 2020).

Lo reseñado en los párrafos anteriores es consistente con el análisis de imágenes satelitales de turbiedad (Rrs645) para determinar las coberturas areales de las plumas fluviales, cuya disminución temporal es la evidencia más robusta que los ecosistemas costeros son alterados por la disminución de los aportes de los caudales de ríos que desembocan al ambiente marino. Los resultados de la variabilidad de las plumas fluviales y de las fluctuaciones mensuales de la biomasa fitoplanctónica (clorofila) al interior de dichas plumas, muestran que la disminución de los caudales manifiestan un claro impacto en la disminución de la cobertura areal de las plumas fluviales (turbidez) y de la concentración de clorofila integrada al interior de dichas plumas (ver Figura 150 para los ríos Maipo, Maule y Biobío), donde, a pesar de ser una serie más bien corta (2003-2018) resalta a las mayores coberturas areales con los mayores caudales y concentración de clorofila con el inicio de la serie, y las coberturas de plumas y clorofila menores hacia los años recientes. Ya que el ciclo anual de las descargas fluviales es consistente con el régimen de lluvias en invierno y el derretimiento de la nieve en primavera (Saldías *et al.* 2012), se ha particularizado el mes de Agosto de cada año en la Figura 150.

Se destaca que el efecto de la disminución de caudales sobre la pluma y la biomasa fitoplanctónica en el océano costero, constituye un patrón de comportamiento similar, tanto para ríos de alto caudal (río Biobío), como para caudales menores (río Aconcagua).

En escala interanual se ha mostrado el efecto climático (*e.g.* El Niño Oscilación del Sur) sobre el desarrollo de plumas fluviales en la Región del Biobío con claro impacto para altas descargas de ríos y plumas (eventos cálidos) y descargas y plumas anómalamente pequeñas durante períodos fríos La Niña (Saldías *et al.* 2016). En términos de los efectos biológicos en la columna de agua, se ha reportado que la baja salinidad afecta significativamente la comunidad bacteriana y fitoplanctónica (Levipan *et al.* 2012, Iriarte *et al.* 2012), por lo que existe gran incertidumbre de los potenciales efectos que el cambio climático podría causar en la producción biológica costera a través de la disminución de caudales en la región.

De acuerdo a lo reseñado en las bases de licitación, este estudio ha seleccionado a diversas localidades pesqueras (caletas pesqueras) de la región central de Chile, definidas en dos macrozonas: macrozona norte y macrozona sur. Las 17 caletas seleccionadas, que cumplieron con los requisitos señalados en el Capítulo de Metodología del presente informe, corresponden a las regiones de Valparaíso, El Maule y Biobío, a saber: a) Región de Valparaíso (7 caletas pesqueras), b) Región del Maule (4 caletas pesqueras) y, c) Región del Biobío (6 caletas pesqueras). Los criterios de selección estuvieron basados principalmente en la ubicación cercana a plumas fluviales y en la extensión (30-35 años) de las series de desembarque en la escala mensual.

Al considerar nuestros resultados como un estudio piloto, es dable preguntarse sobre su reproductibilidad, es decir, sobre conocer la variabilidad de los caudales y el desembarque en localidades que no se encuentren en el actual dominio del estudio (Chile Central). Una revisión de las cuencas de ríos al norte de la región de Valparaíso considera a los ríos principales Lluta, El Loa, Copiapó, Huasco, Elqui, Limarí y Choapa, cuyas series históricas presentan caudales extremadamente bajos, no sobrepasando los $20\text{-}60\text{m}^3\text{s}^{-1}$ en la última década y evidenciando la virtual ausencia de plumas fluviales. Por lo anterior, pensamos que en la región norte y centro norte del país no existe la factibilidad de reproducir los resultados de este estudio. Sin embargo, para las cuencas de ríos situados al sur del dominio estudiado (al sur del $37^{\circ}20'S$), la presencia de ríos con caudales importantes (ríos Imperial, Toltén, el complejo, Valdivia-Tornagaleones, Bueno, entre otros) y caletas de pescadores artesanales dedicados a la explotación histórica de peces, moluscos y crustáceos, posibilitan albergar estudios similares a los desarrollados en las caletas pilotos, atendiendo a la base de datos de la Dirección General de Aguas, el Servicio Nacional de Pesca, información satelital y datos económicos-sociales que constituyan series temporales lo suficientemente extensas para considerar las escalas anual e interanual.

Uno de los objetivos centrales de este estudio radica en el análisis de tendencias proyectadas considerando dos escenarios de calentamiento global (RCP4,5y RCP8,5), especialmente abordados en el análisis de los objetivos específicos 1 y 3, para verificar si los caudales de ríos continuarían en este proceso de disminución progresiva y cuál de ellos se presenta como el peor escenario. La mayoría de los modelos estadísticos revelaron una buena estimación de los datos de caudales de ríos para las cuencas del río Maipo (macrozona norte) y para el río Biobío (macrozona sur), al igual que la predicción de los caudales de ríos hasta el año 2100 bajo los dos escenarios.

Las series modeladas de precipitaciones que fueron utilizadas como covariables en el modelo de predicción (SARIMA) muestran un comportamiento temporal similar (en ambos escenarios de cambio climático) hasta aproximadamente el 2030. Con posterioridad, el comportamiento de estas series fue distinto, evidenciando una tendencia negativa mayor en el escenario RCP8,5 (peor escenario) que se incrementa hacia el final de las series predichas (2100). Las series proyectadas de caudales en ambos escenarios también reflejaron similar comportamiento temporal, tanto para la macrozona norte (río Maipo) como para la macrozona sur (río Biobío).

Las proyecciones de caudales están en concordancia con las proyecciones de la temperatura, reseñadas por diversos autores (*e.g.* CR2). Los intervalos de confianza estimados aumentan rápidamente en los primeros 5 años y posteriormente se estabilizan, mostrando alta variabilidad para la predicción en un escenario de largo plazo.

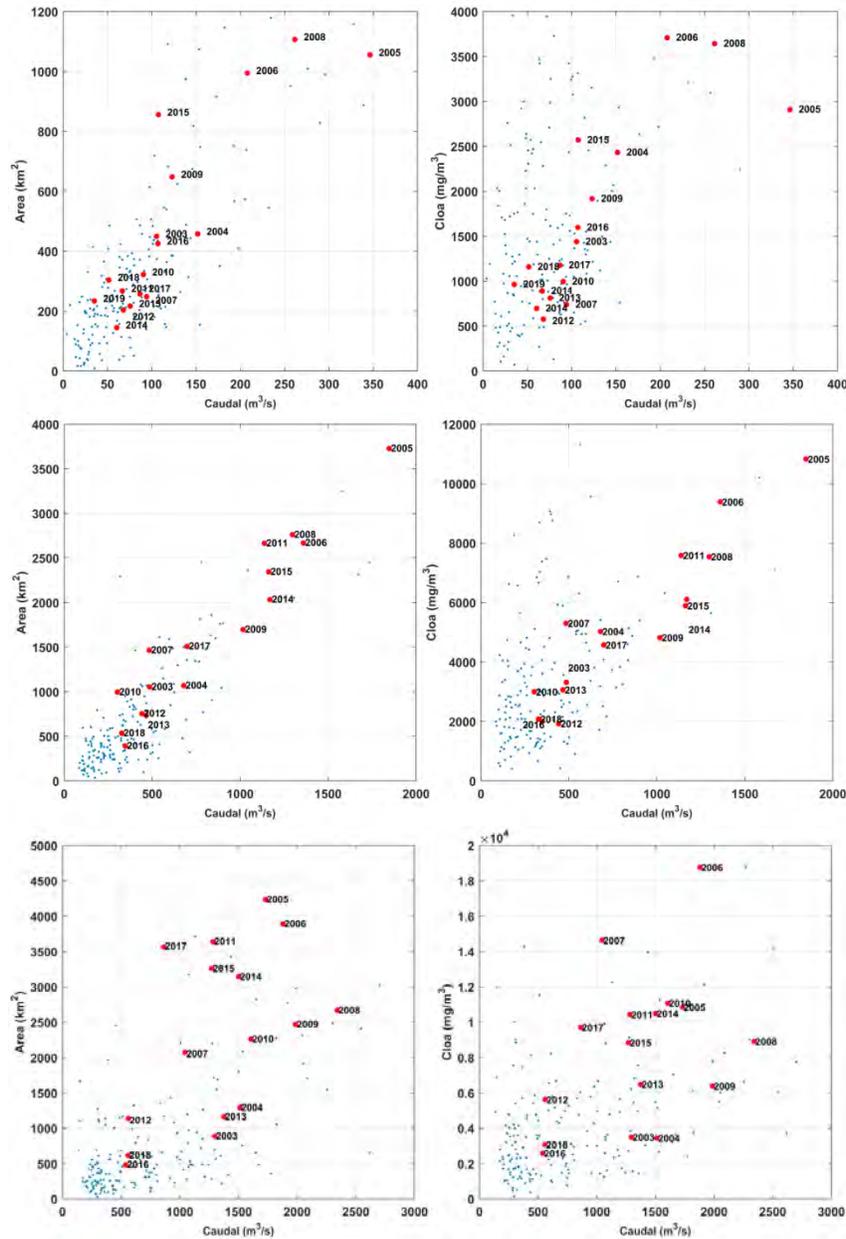


Figura 150. Gráfico de dispersión mensual del caudal de los ríos Maipo, Maule y Biobío versus la concentración de clorofila integrada al interior de sus plumas fluviales. Los puntos rojos destacan el mes de Agosto para el período 2003-2018. Panel superior (río Maipo), panel medio (río Maule), panel inferior (río Biobío).

De acuerdo a los criterios de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, se reconoce que Chile es un país muy vulnerable al cambio

climático (Gobierno de Chile 2017). En este contexto, nuestro país ha invertido esfuerzo en abordar esta contingencia a través de planes de acciones nacionales y sectoriales para establecer y direccionar mecanismos de adaptación a los efectos del cambio climático en la escala nacional y regional (Gobierno de Chile 2014, 2015, 2017). No obstante lo anterior, son pocas las iniciativas recientes (FAO 2018) que posibilitan la inclusión de estos efectos en la escala local hacia las comunidades eventualmente afectadas, como lo son los pescadores costeros y sus familias.

Las comunidades de pescadores artesanales se han relacionado estrechamente con la naturaleza en las zonas costeras a lo largo de Chile, evidenciando que una de sus principales características es ser comunidades resiliente frente a cambios, tanto en su medio natural como en el ámbito antrópico. No obstante, lo anterior, estas comunidades constituyen grupos muy vulnerables, debido a problemáticas que deben afrontar, tales como la sobreexplotación y conflictos entre los subsectores que integran el sector pesquero nacional (Ther 2015). También se deben considerar las complejidades propias del sector dadas por periodos de vedas, cambio climático, escasez de especies, entre otras expuestas por FAO (2016) en el informe acerca de la contribución de la pesca artesanal a la seguridad alimentaria, el empleo rural y el ingreso familiar en países de América del Sur, que hacen necesario poner atención al fortalecimiento de la resiliencia de estas comunidades, resguardando su permanencia como pueblo marítimo, rasgo cultural de Chile y sustento de numerosas familias que habitan las zonas costeras (Bezamat & Moris 2018).

Históricamente, las regiones de Valparaíso, El Maule y especialmente la Región del Biobío se han caracterizado por exhibir un sector pesquero importante, con gran relevancia social, económica y cultural, especialmente en la contribución a la fuerza laboral, a las economías territoriales y al abastecimiento de productos pesqueros para consumo en fresco, contribuyendo significativamente al dinamismo de la economía local y nacional.

En este estudio, la selección de las localidades (caletas pesqueras) y de las especies de peces, moluscos y crustáceos, respondió de buena forma a los criterios de selección establecidos para ambos casos, obteniendo información para todo el dominio meridional del estudio, a saber: macrozona norte (región de Valparaíso) y macrozona sur (regiones de El Maule y Biobío). La excepción la constituyó la Región de Coquimbo (macrozona norte), en la que ninguno de los ríos identificados pudo responder a los criterios de selección (*e.g.*, ríos Limarí, Elqui, Petorca), como se había propuesto en las discusiones del diseño original de análisis meridional, por lo que para esta macrozona, los ríos seleccionados solo correspondieron a la Región de Valparaíso (ríos Aconcagua y Maipo).

La información utilizada correspondió a datos oficiales de desembarque provenientes del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (Sernapesca), constituido por series temporales en la escala mensual de ~30-35 años. La identificación de otras fuentes de datos como por ejemplo información desde AMERBs, o de distribución espacial de la abundancia de especies costeras constituyeron series mucho más cortas

en la escala interanual, y generalmente mucho más fraccionadas en la escala anual, no abarcando al menos el ciclo anual, en contraste con los datos oficiales de desembarques en cada caleta seleccionada.

La utilización de datos de desembarque de especies-recurso de hábitat costero ha sido utilizado, también para relacionar las series temporales con la variabilidad del caudal de ríos. Así, Palomera & Salat (2011) relacionaron la dinámica del caudal del río Ebro y las condiciones del viento con el desembarque mensual de sardina y anchoa alrededor del delta del río, para una década de datos mensuales, usando modelos de funciones de transferencia, una subclase de modelos Box-Jenkins ARIMA para descripción de comportamientos complejos, revelando que el proceso de reclutamiento de anchoa y sardina en el Mediterráneo occidental está influenciado por la cantidad de agua descargada por el río Ebro durante la época de desove. En el plano local se ha analizado el impacto de la variabilidad del caudal del río Itata y del río Biobío en el desembarque de almejas (*V. antiqua* y *P. thaca*) y el róbalo (*E. maclovinus*) en las escalas mensual y anual (Montes & Quiñones 1999, Quiñones & Montes 2001) para una serie temporal de dos décadas (hasta el año 1994).

En la gran mayoría de los casos analizados, no existe información necesaria para estandarizar el esfuerzo de pesca histórico sobre las especies recurso costeras ensayadas, lo que imposibilita la estimación de índices más precisos de abundancia. No obstante, para especies donde la intencionalidad de captura obedece a una alta estacionalidad en la zona de pesca, los niveles de desembarque pueden ser considerados como un indicador de los niveles de abundancia relativa (Claramunt & Fuenzalida 1989, Cubillos & Fuenzalida 1990). Esta característica es válida en aquellas especies cuyas capturas relativamente bajas y que generalmente son destinadas al consumo humano directo (Aranda *et al.* 1989).

La Ley No 21.027 del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, que regula el desarrollo integral y armónico de caletas pesqueras a nivel nacional y fija normas para su declaración y asignación, fue publicada en septiembre del año 2017. En ella se definen las caletas de pescadores artesanales como “*la unidad productiva, económica, social y cultural ubicada en un área geográfica delimitada, en la que se desarrollan labores propias de la actividad pesquera artesanal y otras relacionadas directa o indirectamente con aquella*”, y dejando ver como se concibe de manera integral este espacio de desarrollo para las comunidades de pescadores artesanales (Bezamat & Moris 2018). Desde la información original (Sernapesca), los diferentes criterios de selección conllevaron a reducir el número de caletas pesqueras, desde un valor inicial de aproximadamente 60 caletas hasta un valor final de 17 caletas artesanales. De igual manera, los criterios de selección de las especies-recurso a ensayar (peces, moluscos y/o crustáceos) de cada región considerada (Valparaíso, El Maule y Biobío) verificaron el total de 7 especies de peces, 6 especies de moluscos y 3 especies de crustáceos.

Las series de desembarque de la fauna seleccionada reveló una extensión mensual de 35 años en la mayoría de los casos, así como una caracterización asociada a la

presencia de especies costeras, someras y que habitan frecuentemente ambientes menos salinos (desembocadura de ríos). La mayoría de las series presentaron desembarques con tendencia decreciente, definiendo al menos dos fases distintas. La mayoría de las series seleccionadas reflejaron una clara estacionalidad (ciclo de 12 meses).

Debido a restricciones sanitarias impuestas por el Gobierno para mitigar los efectos de la pandemia del Covid-19, el proyecto no pudo realizar las actividades y tareas consideradas para levantar información presencial directamente desde los usuarios (recolectores, pescadores, dirigentes, sectorialistas, institucionales) y sus caletas. Al no poder realizar las entrevistas presenciales, el equipo de investigadores abordó una estrategia complementaria para rescatar la información primaria utilizando para este caso medios de telefonía celular y tecnológicos virtuales confiables que permitieron, la aplicación de entrevistas a individuales informantes claves (ver formato entrevista Anexo 8), quienes calificaron como dirigentes y pescadores artesanales que dispusieron de elementos básicos, como teléfono. Se logró generar un listado de contactos telefónicos, en la región del Biobío hubo varias caletas con datos de informantes (Chome, Talcahuano, San Vicente, Tumbes), siendo Talcahuano la localidad con más contactos (n= 7). En la región del Maule solamente en la caleta de Duao se logró encontrar contactos (n= 4). Finalmente la aplicación de las entrevistas no fue del todo exitosa y solo se logró entrevistar a dos personajes claves, ya sea por la desactualización del directorio telefónico (teléfonos inactivos o pertenecientes a otras personas), o por la desconfianza que genera la realización de entrevistas no-presenciales, por lo que la mayoría de los contactados no accedieron a la entrevista por no tener interés en participar de la encuesta.

El proyecto FIPA N°2019-22 tiene el propósito central de establecer la relación entre precipitaciones, caudal de ríos y la abundancia y distribución (en este caso series temporales de desembarque) de recursos de importancia económica en las zonas de influencia de las desembocaduras de los principales ríos de la zona centro-norte y centro-sur de Chile.

Cabe resaltar que en el contexto del análisis de cambio climático, el 5º informe del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (AR5-2014) prevé cuatro escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero. Estos escenarios corresponden a los cuatro “Representative Concentration Pathways” (RCPs). No se trata de escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero, sino de escenarios de concentración de estos gases, medidos en ppm de CO2 equivalente. Estos escenarios corresponden a los forzamientos radiativos que se tendrían en el año 2100, respecto de los valores de la época preindustrial (IPCC 2014):

- RCP 2,6 = + 2,6 W/m². En este escenario, las emisiones aumentan hasta la década 2010-2010, disminuyendo sustancialmente después.
- RCP 4,5 = + 4,5 W/m². En este escenario, las emisiones aumentan hasta el año 2040, disminuyendo después.

- RCP 6,0 = + 6,0 W/m². En este escenario, las emisiones aumentan hasta el año 2080, disminuyendo después.
- RCP 8,5 = + 8,6 W/m². En este escenario, las emisiones continúan aumentando durante todo el siglo XXI.

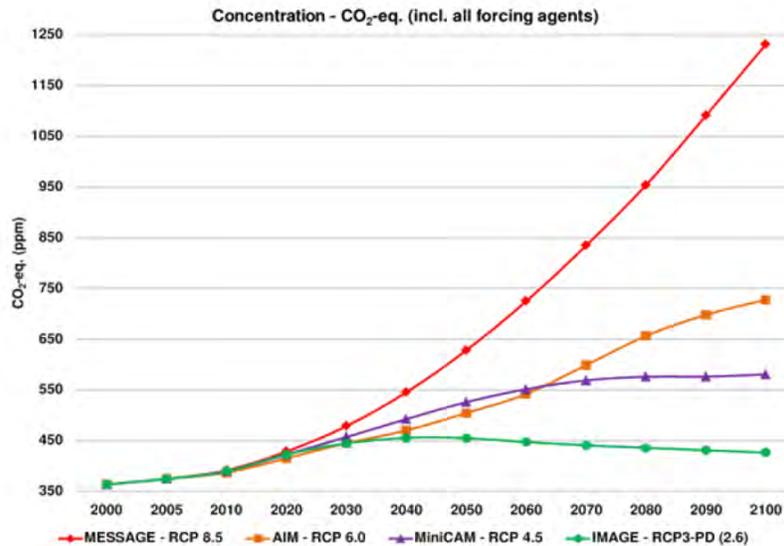


Figura 151. Evolución de la concentración de los gases de efecto invernadero en los cuatro escenarios propuestos por el IPCC (IPCC 2014).

En la Figura 151 se muestra la evolución de la concentración de los gases de efecto invernadero en cada uno de los cuatro escenarios. Particularmente los escenarios RCP4,5 y RCP8,5, son de mayor interés debido a la estabilidad y explosividad que presentan, respectivamente.

Por otro lado, la literatura muestra la relación entre el calentamiento global y la variabilidad de las precipitaciones (Seckler *et al.* 1999, Vörösmarty *et al.* 2000, McCarthy *et al.* 2001, Milly *et al.* 2002, Oki *et al.* 2003, Arnell 2004, Trenberth 2011). En Chile, los análisis realizados por el Laboratorio de Investigación en Matemática y Estadística (LIME) y del Departamento de Física (en la línea de Oceanografía Física) de la Universidad del Biobío, reportan una drástica disminución de los caudales de ríos en una extensa región de Chile (24-40°S) a través del análisis de series temporales largas (1910-2015) de caudales y precipitaciones.

Las series temporales de precipitaciones obtenidas en torno a las cuencas de los ríos superaron los 80 años, mostrando también una tendencia de largo plazo a la disminución y un descenso abrupto a partir del 2010. La escala estacional correspondió a la señal predominante en las precipitaciones, y en magnitud (mm) se intensificó hacia el sur. En la escala anual, en general los caudales mostraron también una tendencia decreciente, evidenciando particularidades asociadas a la latitud, que en el caso del río Aconcagua correspondió a un comportamiento semianual explicado por las escasas lluvias invernales y máximas descarga en verano producto de los

deshielos. El resto de los ríos (Maipo, Maule, Itata y Biobío) mostraron un marcado patrón estacional, explicado mayormente por las precipitaciones invernales y en menor grado por los deshielos primaverales.

Nuestros resultados muestran una alta dependencia de los caudales respecto de las precipitaciones tanto en la escala anual como interanual (correlaciones cruzadas en fase cero). Además, nuestros resultados muestran un acoplamiento entre la Niña 2008-2009 con la fase fría de la señal decadal, lo que explicaría el prolongado período frío (TSM a lo largo de la costa) entre 2008-2019, y que redundaría en la disminución drástica de las precipitaciones a partir del 2008-2010. No obstante la PDO se encuentra en una fase cálida en el 2018, la serie de precipitaciones persisten en una tendencia decreciente que la enmarcan en una escala climática de largo plazo, más allá de la vinculada con la escala interanual (eventos El Niño, 1-3 años) y la decadal (período de 10 años).

La mayor parte de la producción pesquera mundial está sustentada por diversos procesos de aporte de nutrientes a las aguas de la capa fótica especialmente en la región costera, a saber: afloramientos costeros, mareas, mezcla vertical inducida por el viento, o aportes terrestres por descargas fluviales (Caddy & Bakun, 1994).

Estudios a nivel internacional, muestran que las disminuciones de los caudales de ríos impactan en forma directa a los ecosistemas costeros (Grimes 2001, Bebars & Lasserre 1983). Estas asociaciones se deben a que las descargas fluviales enriquecidas por los aportes terrestres influyen en procesos biológicos, como el crecimiento, mortalidad y reclutamiento, y en consecuencia refuerzan la producción pesquera (Palomera & Sabat 2011). Los grandes descensos ocurridos en las pesquerías mundiales cuando los ríos han sido controlados o eliminados han puesto en evidencia la relación entre la descarga de los ríos y la producción pesquera (Grimes, 2001).

El análisis cualitativo de las series de tiempo de los desembarques de las especies de peces, moluscos y crustáceos en las caletas seleccionadas sobre una selección de especies costeras, someras y que habitan frecuentemente ambientes menos salinos (desembocadura de ríos), verificó a la mayoría de ellas, con una tendencia decreciente en los desembarques, definiendo al menos dos fases distintas, una de altos niveles de desembarque en el primer tercio (o primera mitad) de la serie, y valores muy disminuidos hacia la última década.

Por su parte, en la escala local, se advierte el escaso aporte de información sobre el impacto de la variabilidad del caudal de ríos sobre recursos pesqueros costeros de importancia comercial. Entre ellos destacan los artículos de Montes & Quiñones (1999) y Quiñones & Montes (2001), que muestran relaciones significativas negativas entre el desembarque de almejas (*V. antiqua* y *P. thaca*), así como el desembarque del róbalo (*E. maclovinus*) asociados con la dinámica de los caudales de los ríos Itata y Biobío, en las escalas anual y mensual. Estos resultados, que parecen contrarios a los reportados en este estudio para otras especies de peces y moluscos en la región central del Chile, fueron desarrollados considerando series ambientales

(precipitaciones y caudal de ríos) y de desembarque hasta el año 1994, es decir, para períodos distintos, que no consideraron la última década y media de información, en la cual nuestros resultados muestran la asociación directa entre la disminución de los caudales y su efecto sobre la disminución de los desembarques de los recursos pesqueros seleccionados en ambas macrozonas.

Por otra parte, cabe resaltar que en este estudio se incorporaron otras series temporales de señales ambientales indicadoras de la variabilidad del sistema costero, como la cobertura areal de la pluma de turbidez en la escala mensual, que reveló una clara tendencia a la disminución en todos los ríos (Aconcagua, Maipo, Maule, Itata y Biobío) para el período 2003-2020. En este mismo contexto, se analizó la serie temporal de la integración de la clorofila satelital al interior del dominio de las coberturas areales, mostrando asimismo una clara tendencia a la disminución de la biomasa fitoplanctónica en el hábitat de los recursos pesqueros ensayados en este estudio.

Tanto en la literatura como en repositorios de datos de libre acceso (<https://interactive-atlas.ipcc.ch/regional-information>), no se encontraron predicciones de series modeladas de precipitaciones en la escala interanual (2020-2100). Por lo anterior, se consideró la serie de precipitaciones modeladas en ambos escenarios de cambio climático (RCP4,5 y RCP8,5) provenientes de la agencia internacional NOAA, al cual se le aplicó el filtro de media móvil (12 meses) obteniendo series interanuales de precipitaciones modeladas, las que finalmente fueron utilizadas como covariables del modelo SARIMA.

Los modelos de series de tiempo de desembarque presentaron estimaciones adecuadas tanto en las series anuales como en las interanuales, esto se puede apreciar en las Figuras 111 a la 114 para el río Maipo y Biobío (series originales= negro, ajustes producto de regresión lineal= color rojo). Es claro que el ajuste sigue el comportamiento de las series de desembarque tanto en tendencia, como en estacionalidad, nivel, cambio estructural y variabilidad. Además, para cada una de las especies seleccionadas se identificó el mejor modelo según los criterios AIC y BIC respecto a la calidad en bondad de ajuste. Se puede agregar que los ajustes de las series interanuales son estadísticamente mejores que los de las series anuales, debido a que las series interanuales pierden variabilidad y por ende los modelos capturan con mayor exactitud las componentes de las series.

Finalmente, las predicciones de las series interanuales de desembarque no reflejaron una diferencia significativa entre los escenarios de cambio climático contrastados (RCP4,5 y RCP8,5). Por el contrario, fueron las series anuales de desembarque las que evidenciaron diferencias significativas en los escenarios de cambio climático sugeridos (RCP4,5 y RCP8,5), y esto se puede explicar por la pérdida de variabilidad de las series de desembarque al momento de realizar la transformación interanual.

Es importante resaltar que las predicciones siempre tienen mayor confiabilidad en el corto plazo, ya que a largo plazo cualquier modelo estadístico que se utilice para hacer

predicciones pierde fiabilidad, y por tanto los intervalos de confianza crecen significativamente, teniendo por lo general una forma de embudo. Lo que es relevante es que todas las predicciones siguieron el comportamiento de la tendencia de las series de desembarque originales.

Existen dos formas de afrontar los impactos del cambio climático, por medio de una estrategia de mitigación y por medio de una estrategia de adaptación. La primera implica una actuación para no llegar al peor de los escenarios climáticos, es decir, supone tomar medidas adelantadas al impacto para que este sea menor. Sin embargo, la mitigación como medida para reducir las emisiones de CO₂ por sí sola no es suficiente para hacer frente al cambio climático, es necesario adaptarse al escenario de vulnerabilidad de calentamiento del planeta. Y para poder adaptarse es necesario llevar a cabo un análisis de la vulnerabilidad de los sistemas naturales a los fenómenos climáticos que se avecinan y determinar medidas de adaptación que responden a diferentes categorías (Cubillos *et al.*, 2021). Entonces el foco del trabajo a realizar ante una amenaza natural debe ser disminuir la vulnerabilidad, mediante acciones y procesos de adaptación, aumento de la capacidad de adaptación y medidas de mitigación. La vulnerabilidad es definida como el grado al cual un sistema es susceptible, o es incapaz de enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Los componentes de la vulnerabilidad son: exposición, sensibilidad, y capacidad de adaptación o resiliencia (IPCC, 2001).

En pesquerías, y desde el punto de vista ecológico, la vulnerabilidad es función de la intensidad de pesca y del estado de situación del recurso. En el sector pesca, se considera que la vulnerabilidad humana es de magnitud similar a la vulnerabilidad ecológica, y se percibe que la pesquería de peces pelágicos es la más vulnerable, seguida por las pesquerías de moluscos (Cubillos *et al.*, 2021). Un recurso es más sensible, y por lo tanto más vulnerable, cuando se encuentra en un estado de agotamiento y sobreexplotación y del grado de exposición que tuvo a la variabilidad climática del pasado. Por lo tanto, es imperativa la recuperación biológica, económica, y social de las pesquerías que se encuentran en estado de sobreexplotación, ya que son más sensibles a los cambios ambientales, y cambios o ajustes en la estrategia de explotación del recurso son necesarios ante condiciones ambientales que se consideran desfavorables para la productividad de las poblaciones.

En el caso de Chile, a pesar de los esfuerzos realizados, elaborando planes y definiendo acciones para abordar el cambio climático, es claro que permanecen ciertas barreras que impiden contar con un sector pesquero y acuícola más resiliente y en condiciones de adaptarse a los efectos esperados de este fenómeno. Estas barreras, se relacionan principalmente a debilidades en el marco institucional y limitaciones de las capacidades públicas, privadas y de la sociedad civil, para entender y enfrentar este proceso. Además, la institucionalidad sectorial muestra insuficiencias en el ámbito de la coordinación que conlleva a la escasa comprensión de los vínculos entre la gestión de los recursos pesqueros y acuícolas y los impactos del cambio climático, por lo cual las decisiones en torno a medidas de corto, mediano y largo plazo se realizan sin considerar esta variable. (Cubillos *et al.*, 2021).

La combinación del estado actual de las pesquerías regionales con la confirmación de tendencias de efectos negativos del clima futuro sobre los ecosistemas puede generar consecuencias ecológicas, productivas, económicas y sociales. De acuerdo con el informe sobre el estado de las pesquerías de Chile (SUBPESCA, 2019), se entrevistó que el 70 % de los recursos pesqueros del país están en estado de sobreexplotación o de colapso, tendencia que se ha mantenido en la última década. La situación es más compleja cuando no se ha podido separar o dar atributos de cambio climático versus sobrepesca (Farías *et al.* 2019).

Este escenario se hace más complejo si los modelos pesqueros y el informe IPCC (2019) indican que el potencial productivo de la pesca se reduciría entre el 2,8 % y 12,1 % en forma global, frente a los diferentes escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero. Chile no está exento de esta predicción ya que parte de las amenazas, exposición y vulnerabilidades causarían esta disminución en la actividad pesquera, debido a cambios en temperatura, acidificación, desoxigenación, marejadas y otros. Sin embargo para 2030, la producción pesquera, incluida la acuicultura, alcanzará los 3,7 millones de toneladas. Se trata de un aumento del 44,6 % sobre el nivel de producción alcanzado en 2016, de 2,5 millones de toneladas (Farías *et al.* 2019.).

Si bien es cierto, el estado de situación de los recursos determina cierto grado de vulnerabilidad social y económica, la inclusión de medidas de adaptación en el sector puede verse obstaculizadas debido a la falta de análisis específicos de las vulnerabilidades del sector ante el cambio climático y de los riesgos asociados, así como de las oportunidades y respuestas probables (Barange *et al.*, 2014).

Aunque no fue parte de los objetivos determinar el estado de situación poblacional (agotado, sobreexplotado, plena explotación, o subexplotado) de los recursos pesqueros seleccionados en este estudio, fue realizado un análisis específico de las medidas administrativas y vulnerabilidad a la extracción con el objetivo de establecer el grado de vulnerabilidad que tienen estos recursos a la actividad extractiva considerando el tipo y cantidad de restricciones que tienen actualmente, lo que permitiría tener una primera aproximación a la vulnerabilidad ecológica actual de cada uno para considerarlo en las proyecciones tanto de los desembarques como del impacto económico en el sistema productivo futuro bajo escenarios de cambio climático. Destacándose desde este análisis que los recursos que tendrían una mayor vulnerabilidad a tener problemas de sobreexplotación o agotamiento pesquero corresponderían a aquellos con casi inexistentes medidas regulatorias como son el “picoroco” el “congrío negro”, “congrío colorado”, “lisa”, “pejerrey”, y “robalo” desembarcados cercanos a los ríos de estudio, y mucho más vulnerables al efecto ambiental del cambio climático.

Desde el punto de vista de la vulnerabilidad humana, el perfil socio-laboral de la pesca artesanal en Chile (incluidos pescadores de subsistencia, buzos mariscadores, recolectores de orilla y armadores) posee unos de los PIB per cápita más bajos y con reducido nivel educacional y cobertura de salud, que otros sectores productivos como

el minero por ejemplo. Farías *et al.* 2019, al mismo tiempo la población asociada a las comunidades costeras que fueron analizadas en este estudio, indicaron una tendencia al envejecimiento, evidenciado por el aumento de la población en los grupos de edad sobre los 60 años y una disminución en el grupo menor a 14 años, representa otra vulnerabilidad a considerar en el desarrollo de planes de adaptación futura.

Acciones de mitigación y de adaptación

Desde el punto de vista de la vulnerabilidad y la capacidad de adaptación al cambio climático el sector de la pesca artesanal se identifica como uno de los sectores que requiere mayor atención dada su alta dependencia socio-económica asociada con la extracción de recursos marinos (PACCPA, 2015)

Escalando desde el ámbito extractivo hacia el ámbito productivo particularmente en la cadena de producción de los productos pesqueros es posible establecer que en la medida en que los segmentos de la producción que componen esta cadena estén más diversificados y diferenciados se encontrarán en mejores condiciones de adaptación, sobre todo si la producción se desarrolla de manera diferenciada con destino a mercados de consumo humano, en consideración de que la tendencia mundial de la industria más dinámica es desviarse hacia este tipo de productos con mayor valor agregado, lo cual es un elemento relevante a considerar en la pesca artesanal. En general, los cambios que aumentarán la capacidad adaptativa de los diversos sectores se orientan hacia una producción más eficiente y diversificada, generando cadenas productivas más cortas, diversificadas y de menor escala en el caso artesanal. Ello implicaría la necesidad de adaptar tamaños de planta a niveles eficientes y funcionales a la disponibilidad de recursos y a producir con mayores dosis de valor agregado del producto para competir eficientemente en los mercados internacionales. Farías *et al.*, 2019.

Análisis econométrico

La estimación de los ingresos derivados de las capturas futuras es un problema complejo. Existe múltiples variables que pueden afectar la industria pesquera, y en particular, los sistemas sociales dependientes y mercados asociados a las especies consideradas para el análisis de los impactos económicos en este proyecto. Por ejemplo, existe incertidumbre respecto a la abundancia de los recursos y esto afecta como evolucionaran los mercados en donde se venden los productos. Mirando solo desde un punto de vista del equilibrio de mercado, no es clara la causalidad entre precio y cantidad. Por un lado, la abundancia de un recurso genera que el precio de dicho recurso sea bajo, por lo que puede no ser atractiva su extracción, lo que implicaría bajo niveles de desembarques. Por otro lado, la escasez del recurso genera que los precios suban generando mayor interés por parte de los extractores, y a su vez generando mayor presión sobre dichos recursos escasos. También está el efecto de otras especies de importancia económica que pueden afectar positiva o negativamente el precio de las especies evaluadas. Pescadores pueden preferir concentrarse en aquellas pesquerías que reportan mayor beneficio poniendo presión

sobre ellas, y reduciendo la captura de menor importancia económica. Adicionalmente, existen factores socioeconómicos y ambientales de corto plazo que podrían influir en la evaluación económica. Por ejemplo, el cambio de actividad económica esporádica debido a nuevas oportunidades durante ciertas estaciones, situaciones ambientales de corto plazo como la proliferación de algas nocivas, etc. Todos estos factores se adicionan al ya complejo escenario de proyectar las capturas en un horizonte temporal de largo plazo.

Es importante considerar que las tendencias proyectadas de los desembarques y los ingresos de los recursos observados en este estudio como efecto al forzamiento climático de los escenarios RCP4,5 y RCP8,5 obtenidas por medio de la aplicación de modelos estadísticos econométricos, deben ser interpretadas bajo un contexto de integración de vulnerabilidad pesquera, social y ambiental al cambio climático. Ya que se asume que la evaluación de la vulnerabilidad debida al cambio climático tiene por objeto asistir en las decisiones políticas para responder adecuadamente a los desafíos del cambio climático a través de la investigación de cómo los cambios proyectados en el clima local, nacional, regional podrían afectar los sistemas naturales (dimensión ecológica) y las actividades humanas (dimensión humana) (Cubillos *et al.*, 2021). No obstante, cuando esto no es así, la insuficiencia de conocimiento respecto a los efectos ambientales, sociales y económicos del cambio climático, impiden la adopción de medidas de administración bajo un enfoque ecosistémico que permita un desarrollo sostenible del sector (FAO, 2021).

Impacto económico proyectado

El impacto económico dimensionado a través de los ingresos monetarios, se deriva de la proyección y variabilidad de los desembarques (modelo estadístico de series de tiempo), como así también, de la proyección y variabilidad de los precios del recurso (modelo de precios). De lo estimado y observado para los desembarques en los resultados del objetivo 3, el modelo recoge con un buen ajuste la trayectoria de la serie histórica para cada recurso, para luego en su proyección 2020-2100 mantener una tendencia uniforme con muy poca variabilidad, casi lineal (Figura 101 y Figura 102). Los ingresos obtenidos para cada recurso muestran en las gráficas un comportamiento similar a los desembarques, tanto en la estimación de la serie histórica como en la proyección, con una tendencia lineal de muy baja variabilidad en comparación a la data precedente, tal como lo muestran los ingresos consolidados en la Figura 123, Figura 124, Figura 125, Figura 146, Figura 147 y Figura 148. De lo anterior se establece que los ingresos, aunque están ponderados por los precios y su evolución, mantienen una trayectoria que depende notoriamente del comportamiento de los desembarques, tanto en el tramo pasado de la estimación, como en la predicción o proyección.

Para todos los recursos analizados, los ingresos estimados muestran una variabilidad importante entre el 2001 al 2019, altamente encadenada a la trayectoria de los desembarques. Para la segunda mitad de este periodo los ingresos caen, en consonancia con la baja de los desembarques (mencionado en los resultados del

objetivo 3), a excepción del recurso Navajuela. Para el periodo de proyección 2020-2100 se mantiene la tendencia a la baja antes observada (aparte de la excepción), deduciendo que los modelos predictivos para desembarque e ingresos recogen esa señal en el largo plazo para ambos escenarios de cambio climático analizados. Los recursos Congrio colorado, Almeja y Jaiba peluda quedan en una mejor posición en cuanto a la tendencia a la baja de los ingresos, si los comparamos con el Congrio negro y Almeja del río Maipo, ya que estos últimos en términos relativos muestran datos trimestrales menores y para ciertas ocasiones cercanos a cero.

Por otra parte, del análisis del impacto económico y la comparación de los escenarios de cambio climático RCP4,5 y RCP8,5 para el río Maipo y río Biobío, para el periodo de predicción 2020-2100, de los resultados del objetivo 4 se deriva que los valores medios de los ingresos no muestran diferencias importantes. Incluso en los gráficos se observa que los datos proyectados se entrecruzan repetidamente a lo largo de la trayectoria. Esto permite señalar que los modelos predictivos trabajados para ambos escenarios, que recogen la señal de efecto de las precipitaciones y el caudal de los ríos sobre los desembarques, como así también en los ingresos derivados, no muestran que en promedio alguno de los dos escenarios tenga efectos distintivos sobre el impacto económico.

Pese a no existir diferencias en la media de los ingresos bajo los distintos escenarios evaluados, se observa una diferencia en la variabilidad de los desembarques y proyecciones de ingresos entre los escenarios climáticos analizados, en algunos recursos más notorias que otros. En este sentido, el ejercicio de realizar las diferencias acumuladas de los ingresos aportó información que permitió comparar los escenarios, resultando en ingresos acumulados a favor del escenario RCP8,5 por un monto de \$202 millones para el consolidado de los dos ríos (MM\$2,5/año). En términos acumulados, no obstante, esta diferencia se puede considerar como marginal, ya que representa sólo el 0,17% de los ingresos totales para ese escenario. Es decir, el escenario RCP8,5 genera 0,17% más ingresos que el escenario RCP4,5, lo cual es distinto a lo esperado, ya que se anticipaba que un escenario más severo o pesimista en concentración de CO₂ tuviera un efecto mayor en la caída de las precipitaciones, caudales, desembarques, y en consecuencia una mayor caída en los ingresos, en comparación a escenario menos severo.

En relación a lo anterior, en el periodo de análisis trimestral, las concentraciones de CO₂ generan efectos distintos en la variabilidad de los ingresos, dependiendo del escenario y del recurso. En algunos casos, como la Almeja del río Maipo, el efecto de la variabilidad dio mayores ingresos a favor de RCP4,5, en otros, como Navajuela el efecto provocó mayor variabilidad en ingresos para RCP4,5, pero las caídas menos pronunciadas en ingresos para RCP8,5 al final compensó aquello con un resultado a su favor. Asociado a ello es importante tener en cuenta, que lo expuesto depende de la variabilidad de los desembarques y de la variabilidad de los precios, y de como los modelos predictivos reflejan estos datos. Recapitulando, en términos agregados los precios tuvieron un mayor efecto que los desembarques, a favor RCP8,5, dado que la diferencia acumulada de los desembarques era superior para RCP4,5, aunque

marginal (0,24%). De lo enunciado, además, podemos rescatar que la señal que se observa para un escenario más pesimista está asociado a un nivel de precios más altos, coincidente de alguna manera con un mercado de mayor incertidumbre en la oferta de recursos. En este sentido, las condiciones de mercado reflejadas por los modelos de precios tienden a atenuar las variaciones en los ingresos compensando la caída de los desembarques con precios más altos, y la abundancia de productos con precios más bajos, reduciendo las brechas entre los escenarios RCP4,5 y RCP8,5.

Asociado a los párrafos previos, así como las concentraciones de CO₂ producen variabilidad con pick de ingresos altos, a su vez esta variabilidad también puede provocar una caída de los mismos en determinados periodos para algunos recursos pesqueros, lo que puede significar una mayor fragilidad en esos periodos de baja para los pescadores que dependen de esos recursos.

Considerando las diferencias en magnitud de las precipitaciones y caudales de los ríos de la macrozona norte y la macrozona sur, representados para este análisis por los ríos Maipo y Biobío, respectivamente, y sus efectos sobre los desembarques de los recursos asociados a estos ríos, como así también, a los ingresos percibidos por sus ventas, destacamos la caída de los ingresos que se muestra en su tendencia de largo plazo, en comparación a su evolución histórica, para ambas macrozonas. Es decir, los escenarios RCP4,5 y RCP8,5 provocan un impacto económico, disminuyendo los ingresos de los pescadores artesanales que dependen de estas pesquerías. Las consecuencias de ello, también se traducen en incertidumbre para la mantención de los empleos en el horizonte de tiempo considerado, en las zonas costeras afectadas. Cabe señalar que, pese a el quiebre de la evolución histórica, la tendencia de los ingresos de largo plazo estimados están cerca de los ingresos promedios 2001-2019 (ver ingresos consolidados, Figura 123 y Figura 146), siendo levemente mayores en la macrozona sur influenciado principalmente por los recientes ingresos más altos obtenidos por la pesquería de Navajuela.

Para las macrozonas y ríos señalados, además se puede destacar que entre estas hay diferencias en el impacto económico. La zona del río Maipo tiene una menor variedad y volúmenes de recursos, que pueden estar asociados a una menor disponibilidad de nutrientes en la desembocadura del río y en el área marina circundante, debido a un caudal inferior. Por otra parte, su tendencia de ingresos de largo plazo es similar, pero levemente inferior, al promedio histórico 2001-2019. En cambio, el río Biobío muestra una caída de los ingresos en su tendencia de largo plazo que se asemeja al promedio histórico 2001-2019 (Figura 146), pero que está por sobre esa media en un monto promedio equivalente a los \$67 millones, mostrando así de esta manera, un menor grado de vulnerabilidad. Bajo la misma mirada comparativa, si se hace referencia al promedio histórico de los últimos diez años, la caída de los ingresos hacia la tendencia de largo plazo muestra una variación del 40% para río Maipo, en cambio para el río Biobío la variación resultó en una caída del alrededor del 10%, lo que de alguna manera indica, junto a los otros aspectos destacados el mayor efecto de las concentraciones de CO₂ sobre la macrozona norte y río Maipo.

A nivel específico de los recursos (ver tabla resumen 41 y 42), los más afectados son la Almeja del río Maipo y el Congrio negro. Para Almeja, los desembarques en el tiempo tienden caer notoriamente, lo cual se transmite a la señal de tendencia de largo plazo y en consecuencia impactando a los ingresos. Lo relevante a destacar, es que para algunos trimestres las estimaciones a futuro son cercanas a ingresos nulos, e incluso con valor cero.

Para Congrio negro, la evolución es similar, con una variabilidad importante en los desembarques, desde valores altos en el pasado a caídas fuertes hacia los años más recientes y proyección, traspasando los efectos hacia ingresos. De igual manera, este recurso muestra estimaciones de ingresos nulos y cercanos a cero.

Para estos dos recursos y según lo indican los datos, lo más probable que la variabilidad observada en los desembarques e ingresos provoque periodos trimestrales donde se producirá escases de estos recursos, lo que se traducirá en vulnerabilidad económica en la zona de influencia y en particular a los pescadores que depende de ello.

La Almeja del río Biobío, aunque con una baja importante de sus desembarques a lo largo del tiempo, los últimos 20 años ha logrado estabilizarse en torno a la media de los desembarques y de sus ingresos, al igual que en su predicción, transformándose en un recurso más sostenible en comparación a los antes nombrados. Considerando como base la estabilidad de los parámetros, se puede traducir que los efectos de los escenarios de cambio climático, en la variabilidad observada, han sido menos agresivos para la Almeja de esta zona.

Para Jaiba peluda, aunque no representa valores del desembarque relevantes frente a otros recursos, la evolución histórica los últimos 20 años ha ido de menos a más para los desembarques e ingresos. Los escenarios RCP4,5 y RCP8,5 hacen caer los desembarques e igualmente los ingresos, pero su tendencia de largo plazo se mantiene a un nivel medio relativo a los valores históricos y lejano de ingresos nulos. Para este caso, y los otros que quedan por describir, los modelos predictivos capturan la señal asociada a la tendencia al alza de los datos históricos, dando como respuesta predictiva una tendencia hacia el 2100 que se ubica aproximadamente en el rango medio de los datos pasados. En este sentido, la repuesta permite deducir un menor grado de sensibilidad para Jaiba peluda, frente a los efectos provocados por los escenarios de cambio climático y la variabilidad de los desembarques.

Congrio colorado del río Maipo y río Biobío y Navajuela, también experimentan impacto en sus ingresos, pero dada su magnitud sus resultados muestran una mejor condición que los otros recursos. En ambos ríos, Congrio colorado, a pesar de las fuertes caídas de los desembarques desde la década de los '80 y '90, los últimos años se ha estabilizado y mejorado su condición, incluso con aumentos en la pesquería. En su predicción, tanto los desembarques e ingresos muestran caídas hacia el año 2100, con una tendencia que se ubica a niveles medios en relación a los valores de los últimos 20 años. En consecuencia y similar a Jaiba, los efectos de los escenarios no son

tan drásticos, posicionando al recurso como sostenible y de importancia en la mantención de empleos, con parámetros promedio del orden de 40 ton y \$80 millones al año, en conjunto y similares.

Navajuela de igual manera tiene un comportamiento similar, pero la magnitud de los ingresos relativos la posicionan como el recurso más importante del análisis del río Biobío. A pesar de la baja importante en los desembarques que tuvo entre el 2007-2010, a lo largo del tiempo esta pesquería muestra una recuperación sostenida, influenciado por el buen manejo pesquero realizado. Los efectos del cambio climático para ambos escenarios hacen caer los desembarques y en consecuencia también los ingresos, en su tendencia de largo plazo, manteniendo relativamente un nivel medio en el tiempo de acuerdo a los últimos años. Dada la escala de explotación estable de Navajuela, y a la menor sensibilidad a los efectos del cambio climático, este recurso se posiciona como una alternativa relevante para sustentar los empleos de la pesca artesanal en esa zona costera dada la contingencia climática, con alrededor de 3.800 ton y \$1.300 millones al año en su estimación para los próximos 80 años.

De lo planteado, las diferencias observadas entre los recursos, sugiere que hay otros factores no incorporados en los modelos de análisis que afectan la sensibilidad frente a los escenarios de cambio climático. Las buenas prácticas de manejo pesquero del recurso, sería un factor que podría mejorar su condición, como el caso de Navajuela. Las características de los moluscos, hábitat y comportamiento de desplazamiento, serían aspectos que facilitarían el manejo del recurso, con las consecuentes mejoras en la reproducción y en la estabilidad a largo plazo de las pesquerías. De esta manera, las estrategias de manejo pesquero ayudarían a mitigar los efectos del cambio climático, y a reducir los impactos en los volúmenes de pesca, los ingresos y el empleo. Hay que hacer notar, que para los otros recursos analizados, actualmente no se aplican planes de manejo pesquero de mayor complejidad, aparte de la talla mínima de captura y la pertinencia de los aparejos de pesca a utilizar (ver Tabla 40).

Para fines de resumen, la Tabla 41 y Tabla 42, muestran los desembarques e ingresos históricos, a mediados y fines de siglo, que permiten comparar y visualizar de mejor manera los efectos de cambio climático para ambos escenarios, a través de parámetros como los valores medios, desviación, máximo y mínimo. Para el periodo 2001-2019, los datos que aparecen son iguales para ambos escenarios, dado que el efecto de cambio climático se refleja en RCP4,5 y RCP8,5 desde el 2020 al 2100. Se usó un periodo de comparación de 20 años, dada la disponibilidad de datos de precios que permite evaluar el impacto económico, utilizando igual periodo de comparación para mediados y fines de siglo.

Tabla 41. Resumen de los desembarques, históricos, a mediados y fines de siglo, para el escenario RCP4,5y RCP8,5

Desembarque (ton)	2001-20019				2040-2060				2080-2100			
	Promd.	Desv.	Máx	Mín	Promd.	Desv.	Máx	Mín	Promd.	Desv.	Máx	Mín
Río Maipo												
Congrio colorado RCP 4.5	19	13	48	4,4	19,8	0,4	20,3	18,8	20,0	0,4	20,4	18,9
Congrio colorado RCP 8.5					20,0	0,1	20,2	19,7	20,1	0,1	20,2	19,8
Almeja RCP 4.5	7	9	35	0,01	1,1	0,1	1,3	0,9	1,1	0,2	1,3	0,7
Almeja RCP 8.5					0,9	0,1	1,2	0,7	1,0	0,1	1,2	0,8
Río Biobio												
Congrio colorado RCP 4.5	15	9	38	2,4	19,6	0,11	19,9	19,4	19,6	0,003	19,6	19,6
Congrio colorado RCP 8.5					19,7	0,2	20,1	19,3	19,9	0,2	20,1	19,5
Congrio negro RCP 4.5	88	152	411	0,7	3,8	0,4	4,4	3,2	3,9	0,6	4,9	2,1
Congrio negro RCP 8.5					4,5	0,4	5,4	3,5	4,8	0,3	5,4	4,0
Almeja RCP 4.5	21	31	143	5,6	27,8	2,1	31,2	24,7	28,8	3,3	33,7	19,7
Almeja RCP 8.5					29,1	2,0	32,4	24,7	30,5	1,5	33,1	27,8
Navajuela RCP 4.5	2.799	1.482	5.016	198	3.855	22	3.917	3.825	3.846	27	3.915	3.809
Navajuela RCP 8.5					3.837	6	3.849	3.826	3.832	5	3.844	3.825
Jaiba peluda RCP 4.5	8	4,8	16	0,8	10,4	0,1	10,5	10,3	10,5	0,1	10,6	10,3
Jaiba peluda RCP 8.5					10,4	0,02	10,5	10,4	10,5	0,02	10,5	10,4

Tabla 42. Resumen de los ingresos, históricos, a mediados y fines de siglo, para el escenario RCP4,5y RCP8,5

Ingresos (MM\$)	2001-20019				2040-2060				2080-2100			
	Promd.	Desv.	Máx	Mín	Promd.	Desv.	Máx	Mín	Promd.	Desv.	Máx	Mín
Río Maipo												
Congrio colorado RCP 4.5	48	50	176	4,0	44,3	1,2	46,1	41,4	45,1	1,3	46,8	42,2
Congrio colorado RCP 8.5					45,3	0,3	45,9	44,7	45,7	0,3	46,0	45,0
Almeja RCP 4.5	2,7	2,8	12,1	0,003	0,7	0,1	0,8	0,6	0,7	0,1	0,9	0,5
Almeja RCP 8.5					0,6	0,1	0,8	0,5	0,7	0,1	0,8	0,5
Río Biobio												
Congrio colorado RCP 4.5	23	17	64	1,7	34,4	0,2	34,9	34,0	34,4	0,01	34,4	34,4
Congrio colorado RCP 8.5					34,7	0,4	35,4	33,9	35,0	0,3	35,4	34,3
Congrio negro RCP 4.5	30	44	155	0,8	3,9	0,3	4,5	3,3	4,0	0,6	5,0	2,1
Congrio negro RCP 8.5					4,5	0,4	5,4	3,7	4,8	0,3	5,4	4,1
Almeja RCP 4.5	7,7	8,0	33	0,3	12,3	0,9	13,7	10,9	12,6	1,4	14,8	8,6
Almeja RCP 8.5					12,8	0,9	14,2	10,9	13,3	0,6	14,4	12,2
Navajuela RCP 4.5	1.102	808	2.605	100	1.360	10,7	1.394	1.345	1.355	9,4	1.381	1.340
Navajuela RCP 8.5					1.361	5,3	1.371	1.354	1.356	1,5	1.360	1.353
Jaiba peluda RCP 4.5	4,7	3,8	12	0,2	11,2	0,1	11,2	11,0	11,2	0,1	11,3	11,0
Jaiba peluda RCP 8.5					11,2	0,02	11,2	11,1	11,2	0,02	11,2	11,1

Por otro lado, existe un abundante cuerpo de conocimientos acerca de los efectos biofísicos que generará el cambio climático en los ecosistemas acuáticos, pero un escaso volumen de información sobre la forma en que esos efectos podrán transmitirse en función del contexto socioeconómico de la pesca y de la configuración de las actuaciones de adaptación (Daw, *et al.* 2009).

Considerando que las proyecciones económicas de los ingresos de las comunidades de pescadores que se dedican a los recursos marinos evaluados, verán disminuidos los desembarques y sus ingresos a un nivel general, además se debe considerar otros factores que también condicionarán estas proyecciones, como las marejadas que imposibilitarían salidas programadas para realizar sus labores de extracción pesquera. Un estudio reciente sobre vulnerabilidad y riesgo realizados en caletas pesqueras, de Chile (Ministerio del Medio Ambiente, 2019) evaluó la amenaza de los cambios del oleaje (marejadas), nivel medio del mar y la cota de inundación entre el período histórico 1985-2004 y su proyección para el periodo 2026-2045, considerando el escenario de emisiones RCP 8.5 del IPCC. El estudio determinó que en todo Chile se ha registrado específicamente un aumento en la cantidad de marejadas de 0,1 a 0,3 eventos más por año, dependiendo de la latitud, y se demostró que para el periodo proyectado el oleaje girará más al sur, en forma moderada. Los eventos extremos, no obstante, serán más frecuentes e intensos, sobre todo en la zona central de Chile, lo que seguramente aumentará los daños en la infraestructura costera.

Asimismo, en el mismo estudio se evaluó, por medio de certificados que son emitidos por las capitanías, el cierre de puertos de 546 caletas para diferentes actividades que realizan buzos, recolectores, embarcaciones de eslora inferior y superior a 12 m. El análisis determinó que un 23% de los registros pesqueros artesanales se encuentran en zonas con predicciones de aumento en downtime (inactividad) de pesca (19°S a 34°S). Hacia el sur, las condiciones operacionales asociadas al oleaje mejorarían en la proyección. Considerando los valores de desembarque y de precios en playa del año 2017, estimaron una pérdida a nivel agregado que podría fluctuar entre los US\$ 1,3 y 7,6 millones anuales para las caletas ubicadas entre los 19°S y 34°S, dependiendo del escenario. Las pérdidas en desembarque representan alrededor de un 2-5% de capturas actuales.

Al tener menos viajes de pesca los pescadores en el contexto de incremento de las marejadas que imposibilitarían una operación continua y satisfactoria en la extracción de recursos, el manejo y organización de la operación extractiva en el marco de planes de manejo pesqueros o por parte de los pescadores organizados de distintas caletas, puede ser una buena estrategia a considerar en el futuro con el propósito de compensar los efectos económicos de la disminución de días de operación por efecto del mal tiempo, y mejorar de esta forma su preparación para hacer frente a la reducción de los rendimientos de las pesquerías de subsistencia. Un ejemplo a esta estrategia, es la situación como lo que ocurre actualmente en el golfo de Arauco por parte de una “coordinadora de buzos” que han logrado organizarse los últimos dos años principalmente en la caleta de Tubul para manejar los días de operación de la oferta de productos de navajuela y huepo, y con esto generar un manejo comercial de

la captura de este recursos (CMGA, 2022), incrementando significativamente el valor del precio de recurso pagado en playa cercano al 300% en navajuela (de 500 a 1.500 pesos) y un 30% en huepo (1.000 a 1.300 pesos) debido principalmente a que han logrado negociar sus capturas diarias con comercializadores de plantas de proceso industriales y artesanales estableciéndose un equilibrio favorable entre la oferta y demanda de sus productos. Asimismo otra ventaja que se produce al operar menos días, se relaciona con una disminución del gasto de combustible fósil en sus operaciones, contribuyendo a reducir también las emisiones de gases invernadero, ya que se ha estimado contribuciones de 40-130 Tg¹ CO₂ a las emisiones de gases de efecto invernadero en las operaciones que se llevan a cabo en el ámbito de estas pesquerías (Daw, *et al.* 2009).

7. CONCLUSIONES

Objetivo específico #1

- En la macrozona norte (32,6°S-34,2°S) se incluyeron las cuencas asociadas a las descargas de caudal de los ríos Aconcagua y Maipo. En la macrozona sur (34,2°S-37,5) las cuencas de los ríos Maule, Itata y Biobío. Las series de los caudales asociados a los 5 ríos superan la temporalidad de los 35 años, lo que permitió estudiar la influencia de señales considerando la escala anual, interanual e interdecadal.
- En la escala anual, la mayoría de los caudales muestran una tendencia decreciente, con una disminución abrupta a partir del 2010. En el caso del río Aconcagua se observó un comportamiento semianual explicado por las escasas lluvias invernales y máximas descarga en verano producto de los deshielos. El resto de los ríos (Maipo, Maule, Itata y Biobío) muestran un marcado patrón estacional, aumentando fuertemente en magnitud (m³/s) hacia altas latitudes.
- Las series temporales de precipitaciones superaron la extensión de 80 años y muestran una tendencia de largo plazo a la disminución, así como un descenso abrupto a partir del 2010. La escala estacional fue la señal predominante en las precipitaciones, la que se intensifica hacia el sur.
- La comparación de las variables ambientales (caudales de ríos y precipitaciones) mediante correlación cruzada, verifican la alta dependencia de las precipitaciones sobre los caudales, exceptuando el río Aconcagua, cuyo aporte depende principalmente de los deshielos. Ésta directa dependencia, explicaría la disminución de los caudales a largo plazo y abrupto descenso del partir del 2008-2010.
- En la escala interanual, las series de anomalías de caudales y precipitaciones muestran un claro dominio de señales de origen ecuatorial (El Niño/La Niña)

explicando solamente esta variabilidad desde el inicio de las series hasta el 2010, ya que posteriormente las series anómalas a partir de esa fecha no responden a la señal remota y entran en un periodo de fase fría, que incluso anula el intenso evento cálido de El Niño 2015-16.

- En la escala interanual, el análisis de la TSM muestra que el enfriamiento (La Niña) es amplificado por la fase fría de la señal interdecadal. La interacción de estas dos escalas temporales posibilita una prolongación del enfriamiento de las aguas del océano Pacífico, generando una disminución drástica de las precipitaciones a partir del año 2008.
- Las anomalías interdecadales de TSM muestran una fase fría muy marcada a partir del 2008-2010 en todo el dominio de estudio, resultando posiblemente una fuerte interacción océano-atmósfera que explicaría la disminución de las precipitaciones a partir del 2010.
- Las series temporales de coberturas areales de las plumas para los 5 ríos ensayados obtenidas a partir de imágenes de Rrs645, capturan la tendencia a la disminución de las plumas de ríos, a pesar que las series son relativamente cortas (2003-2020). El efecto de la disminución de los caudales sobre la pluma y la biomasa fitoplanctónica, es independiente del caudal, y tanto los ríos Aconcagua, Maipo, Maule, Itata y Biobío muestran el mismo comportamiento.
- El modelo estadístico propuesto para pronóstico de escenarios de cambio climático (RCP4,5 y RCP8,5) es un modelo estadístico estacional, auto regresivo integrado de media móvil (SARIMA). El modelo fue aplicado a las series temporales de caudales de los ríos Maipo y Aconcagua bajo los dos escenarios de calentamiento global seleccionados, logrando una buena estimación de los caudales históricos y la predicción de los caudales de ríos desde el 2020 hasta el 2100.
- Las series proyectadas (~50 años) para los escenarios RCP4,5 y RCP8,5 no presentaron diferencias relevantes. Sin embargo, para los últimos 20 años que se proyectan, parece existir una tendencia más clara a estabilizarse en el escenario RCP8,5.

Objetivo específico #2

- La selección de las localidades (caletas pesqueras) y de las especies de peces, moluscos y crustáceos, respondió de buena forma a los criterios de selección establecidos para ambos casos, obteniendo información para todo el dominio meridional del estudio, a saber: macrozona norte (región de Valparaíso) y macrozona sur (regiones de El Maule y Biobío). Las caletas seleccionadas estuvieron relacionadas a los ríos Aconcagua, Maipo, Maule, Itata y Biobío. La excepción la constituyó la Región de Coquimbo en la que ninguno de los ríos

identificados pudo responder a los criterios de selección (*e.g.*, ríos Limarí, Elqui, Petorca).

- De acuerdo a los diversos criterios de selección, las localidades pesqueras finalmente seleccionadas correspondieron a 17 caletas: a) Región de Valparaíso: Horcón, El Manzano, Ventanas, Algarrobo, El Quisco, Puertecito y Boca del Maipo; b) Región del Maule: Duao, río Maule, Pelluhue y Curanipe, y c) Región del Biobío: Tumbes, San Vicente, Talcahuano, Lo Rojas, Tubul y Llico.
- La selección de recursos pesqueros costeros de peces, moluscos y crustáceos correspondió a: a) Peces: congrio colorado, congrio negro, corvina, lisa, róbalo y pejerrey de mar, b) Moluscos: almeja, lapa, cholga, huepo, navajuela y taquilla, y c) Crustáceos: jaiba peluda, jaiba mora y picoroco. La información utilizada correspondió a datos oficiales de desembarque provenientes del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (Sernapesca), constituido por series temporales en la escala mensual de ~30-35 años.
- Las especies de hábitat somero asociadas con ambientes menos salinos (desembocaduras de ríos) presentaron, en la escala anual una clara estacionalidad para un periodo máximo de 35 años. Asimismo, en la escala interanual se muestra una tendencia decreciente en los desembarques, definiendo al menos dos fases distintas, una de altos niveles de desembarque en el primer tercio (o primera mitad) de la serie, y valores muy disminuidos hacia la última década.
- La caleta Puertecito (Región de Valparaíso) agrupó a la mayor cantidad de pescadores inscritos en el RPA. Las caletas Maule, Duao y Curanipe (Región del Maule) presentaron el mayor desembarque artesanal y agrupan a la mayor cantidad de pescadores inscritos en el RPA. Para la región del Biobío, las caletas Lo Rojas y Talcahuano presentaron el mayor desembarque de recursos pesqueros. La caleta de Lo Rojas agrupa a la mayor cantidad de organizaciones de pescadores artesanales para la región del Biobío.

Objetivo específico #3

- Los resultados mostraron la alta dependencia de los caudales respecto de las precipitaciones tanto en la escala anual como interanual (correlaciones cruzadas en fase cero).
- La disminución de caudales y precipitaciones (a partir del 2008) se debe al acoplamiento entre las escalas interanual y decadal. El análisis cualitativo de las series temporales de desembarques de las especies de peces, moluscos y crustáceos en las caletas seleccionadas, verificó a la mayoría de ellas con una tendencia decreciente, definiendo al menos dos fases distintas: una de altos niveles de desembarque en el primer tercio (o primera mitad) de la serie, y valores muy disminuidos hacia la última década. Los resultados de los

desembarques de las especies seleccionadas mostraron un acoplamiento al comportamiento decreciente de la señal ambiental, revelando una disminución abrupta a partir de 2005-2010 en la mayoría de los casos, que puede ser explicado por la variabilidad de precipitaciones en la escala anual.

- Al contrastar las series interanuales de caudales y desembarque mediante correlaciones cruzadas, se evidenció ausencia de dependencia, en la gran mayoría de las especies-recurso ensayadas, debido principalmente a la caída abrupta de los desembarques a partir del año 2010.
- El análisis de la cobertura de las plumas de turbidez (escala mensual) reveló una clara tendencia a la disminución en todos los ríos (Aconcagua, Maipo, Maule, Itata y Biobío) para el período 2003-2020. Este mismo comportamiento se reflejó en la clorofila satelital determinada en el dominio de dichas plumas fluviales, resaltando la dependencia entre la disminución del caudal de los ríos y la biomasa de fitoplancton en el sistema costero.
- El patrón del esfuerzo del viento meridional en las escalas interanual e interdecadal para la costa de Sudamérica se comportaron de manera distinta. En la escala interanual El Niño 1997-97 intensificó el viento hacia latitudes bajas, en tanto El Niño 2015-16 intensificó el esfuerzo del viento hacia el polo. En la escala interdecadal este proceso se invirtió. No obstante, lo anterior, en ambas escalas el viento meridional se debilita en el dominio espacial del estudio, lo que posibilita la extensión/compresión de las plumas fluviales.
- Los modelos de series de tiempo de desembarque presentaron estimaciones adecuadas tanto en las series anuales como en las interanuales. El ajuste sigue el comportamiento de las series de desembarque tanto en tendencia, como en estacionalidad, nivel, cambio estructural y variabilidad. Los ajustes de las series interanuales fueron estadísticamente mejores que los de las series anuales debido a que las series interanuales pierden variabilidad y por ende los modelos capturan con mayor exactitud las componentes de las series.
- Las predicciones de las series interanuales de desembarque no reflejaron una diferencia significativa entre los escenarios de cambio climático contrastados (RCP4,5 y RCP8,5). En cambio, las predicciones de las series anuales de desembarque en el escenario RCP4,5 fueron el doble de lo reportado para el escenario RCP8,5.
- El modelamiento predictivo en un horizonte de largo plazo (al 2100) tuvo menor confiabilidad, destacando el comportamiento de forma de embudo en los intervalos de confianza que crecen significativamente. No obstante, lo anterior, es relevante que todas las predicciones siguieron el comportamiento de la tendencia de las series de desembarque originales. En los últimos años.

Objetivo específico #4

- En el marco del análisis del impacto socio-económico para los casos de estudio ubicados en las cercanías de los delta de los ríos Maipo, Itata y Biobío se indica que la población impactada directamente (buzos y pescadores artesanales) fluctúa entre un 1,2% al 2,1%.
- Se observó de acuerdo al análisis de la información de los censos 2002 y 2017 que la población de las localidades analizadas registra una tendencia al envejecimiento, lo que se detecta por la disminución en los menores a 14 y un aumento de la población de los grupos de mayor edad, como el que excede los 65 años. Asimismo, en las comunas de las localidades asociadas a los casos de estudio se observó que de la población apta para trabajar sólo 48,5 a 55,4% declara trabajar al algún rubro, ello relacionado en parte en el envejecimiento observado, estos elementos plantean cierto grado de vulnerabilidad social.
- Los peces como el “congrío negro”, “congrío colorado”, “lisa”, “pejerrey”, y “robalo” y el crustáceo “picoroco”, correspondieron a los recursos desembarcados cercanos a los ríos de estudio con mayor vulnerabilidad a la actividad extractiva, ya que comparados con las jaibas y moluscos presentan escasas medidas regulatorias para el control de su extracción, siendo mucho más vulnerable su condición al efecto pesquero y consecuentemente al efecto ambiental del cambio climático.
- En general, los ingresos medios entre los escenarios RCP4,5 y RCP8,5 son relativamente similares, para el río Maipo y río Biobío. Por lo tanto, no se observan diferencias importantes en lo relativo al impacto económico entre escenarios.
- A un nivel marginal, las diferencias de ingresos acumuladas generan mayores ingresos para RCP8,5(MM\$202) entre el 2020 al 2100. Lo cual está asociado principalmente al efecto precio, más que al efecto de la variabilidad de los desembarques.
- Aunque en términos agregados RCP8,5 se ve favorecido, las concentraciones de CO2 generan efectos distintos en la variabilidad de los ingresos, dependiendo escenario y del recurso. Determinado por la variabilidad de los desembarques y de los precios. De esta manera, las condiciones de mercado reflejadas por los modelos de precios tienden a atenuar las variaciones en los ingresos compensando la caída de los desembarques con precios más altos, y la abundancia de productos con precios más bajos, reduciendo las brechas entre los escenarios RCP4,5 y RCP8,5.
- En cuanto a las diferencias observadas para los recursos analizados, la Almeja del río Maipo y Congrio negro, son los recursos que muestran un mayor grado impacto económico, es decir, son más sensibles a los efectos de aumento de la concentración de CO2 en la atmosfera. En el lado opuesto, el Congrio colorado,

Navajuela y Jaiba peluda, a la luz de los resultados presentaron un grado menor de impacto económico, por lo tanto, son menos sensibles a los efectos de los escenarios de cambio climático.

8. REFERENCIAS

- Aceituno, P., Boisier, J. P., Garreaud, R., Rondanelli, R., & Rutllant, J. A. (2021). Climate and weather in Chile. In *Water resources of Chile* (pp. 7-29). Springer, Cham.
- Akaike, H. (1974). A New Look at the Statistical Model Identification. *IEEE Transactions on Automatic Control* 19(6): 716-723.
- Arnell, N. W. (2004). Climate change and global water resources: SRES emissions and socioeconomic scenarios. *Global Environ. Change*, 14: 31-52.
- Barange, M., G. Merino, J. L. Blanchard, J. Scholtens, J. Harle, E. H. Allison & S. Jennings (2014). Impacts of climate change on marine ecosystem production in societies dependent on fisheries. *Nature Climate Change*, 4(3): 211-216, doi: 10.1038/nclimate2119.
- Barnes, S. L. (1994). Applications of the Barnes objective analysis scheme. Part I: Effects of undersampling, wave position, and station randomness. *J. of Atmos. and Oceanic Tech.*, 11: 1433-1448.
- Bebars M. & G. Lasserre (1983). Analyse des captures des pêcheries marines et lagunaires d'Egypte de 1962 à 1976 en liaison avec la construction du haut barrage d'Assouan achevé en 1969. *Oceanologica Acta* 10(3): 359-371.
- CESSO (2018). Implementación de sistema de monitoreo de indicadores sociales para la evaluación de medidas de administración pesquera y acuícola (Fase II)". Proyecto FIP N° 2016-58. Centro de Estudios de Sistemas Sociales (CESSO).
- Cubillos, L., R. Norambuena, D. Soto, M. Jacques, J. Simon & M.A. Carmona (2021). Manual de capacitación en adaptación al cambio climático para pesca y acuicultura en Chile. Santiago de Chile, FAO y Universidad de Concepción. <https://doi.org/10.4060/cb5556es>.
- De Robertis, A., C. A. Morgan, R. A. Schabetsberger, Richard W. Zabel, Richard D. Brodeur, Robert L. Emmett, C. M. Knight, G. K. Krutzikowsky & E. Casillas (2005). Columbia River plume fronts. II. Distribution, abundance, and feeding ecology of juvenile salmon. *Marine Ecology Progress Series*, 299: 33-44.
- Dortch, Q. & T. E. Whitedge (1992). Does nitrogen or silicon limit phytoplankton production in the Mississippi River plume and nearby regions?. *Continental Shelf Research*, 12: 1293-1309.
- Durbin, J. & S. Koopman (2011). *Time-Series Analysis by Space State Methods*. Oxford Statistical Science Series.
- Emmett, R. L., R. D. Brodeur & P. M. Orton (2004). The vertical distribution of juvenile salmon (*Oncorhynchus* spp.) and associated fishes in the Columbia River plume. *Fisheries Oceanography*, 13: 392-402. doi:10.1111/j.1365-2419.2004.00294.x.
- FAO (2018) El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Edit. FAO, ISBN: 978-92-5-130688-8.

- FAO, 2021. Lecciones aprendidas y recomendaciones de política pública para la adaptación al cambio climático en la pesca artesanal y la acuicultura de pequeña escala en Chile. Lineamientos de políticas. Santiago de Chile, FAO. 11 pp., <https://doi.org/10.4060/cb6536es>.
- Farías, L., E. Acuña, C. Aguirre, S. Álvarez, M. A. Barbieri, V. Delgado, B. Dewitte, O. Espinoza, E. Pinilla, C. Fernández, P. Garrido, B. Jacob, N. Lagos, I. Masotti, D. Narváez, S. Navarrete, I. Pérez-Santos, L. Ramajo, L. Troncoso, C. Silva, L. (2019). Propuestas para la actualización del Plan de Adaptación en Pesca y Acuicultura. Editora: María Inés Pérez A. Comité Científico COP25CHILE.:1-87.
- Fernández-Novoa D., M. Gómez-Gesteira, R. Mendes, M. deCastro, N. Vaz & J. M. Dias (2017). Influence of main forcing affecting the Tagus turbid plume under high river discharges using MODIS imagery. PLoS ONE 12(10): e0187036. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187036>
- García A. & I. Palomera (1996). Anchovy early life history and its relation to its surrounding environment in the western Mediterranean basin. Sci Mar 60: 155– 166.
- Garreaud, R. (2017). Nuestro Clima Cambiante: Observaciones, Proyecciones e Incertidumbres. Departamento de Geofísica, Universidad de Chile. Center for Climate and Resilience Research (CR)2 Seminario ALHSUD Santiago:1-38
- Garreaud, R. D., Boisier, J. P., Rondanelli, R., Montecinos, A., Sepúlveda, H. H., & Veloso-Aguila, D. (2020). The central Chile mega drought (2010–2018): a climate dynamics perspective. International Journal of Climatology, 40(1), 421-439.
- Garreaud, C. Alvarez-Garretón, J. Barichivich, J.P. Boisier, D.A. Christie, M. Galleguillos, C. LeQuesne, J. McPhee, M. Zambrano-Bigiarini, 2017: The 2010-2015 mega drought in Central Chile: Impacts on regional hydroclimate and vegetation. Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss., doi:10.5194/hess-2017-191, 2017.
- Garreaud, 2017: Norte oscuro, sur claro! De nuevo!! Nota de divulgación disponible desde: http://dgf.uchile.cl/rene/DIV/Norte%20oscuro_again.pdf
- GEAM (2018). Proyecto Investigación de Recursos Pesqueros Región de Aysén” ID 868-21-IR16. Lineamiento Erizo. Consultora en Recursos Naturales y Gestión Ambiental Geam-Chile, Instituto de Investigación Pesquera, 171 pp + Anexos.
- Giorgi, F., E.-S. Im, E. Coppola, N. S. Diffenbaugh, X. J. Gao, L. Mariotti & Y. Shi (2011). Higher hydroclimatic intensity with global warming. J. Clim.,24: 5309–5324.
- González C., R. San Martín, C., Meza, P. Gorostiaga & H. Medina (2015). Diagnóstico de la actividad pesquera sobre algas en el sector norte de la VIII Región: Uso del conocimiento tradicional. En proyecto N° 2013-121-DZ-VIII-1 Determinación de las Bases Metodológicas para el Establecimiento de Planes de Manejo en Pesquerías. Informe Final. Instituto de Investigación Pesquera, 247 pp + Anexos.

- González C., C. Tapia, R. San Martín, A. Candia, A. Flores, V. Figueroa, A. Vega, C. Aravena, F. Miranda, C. Pincheira, H. Median, D. Guajardo & M. Delannays (2018). Caracterización de la actividad extractiva y socio-económica de la pesquería de diferentes especies de macroalgas en la provincia de Arauco. *En: Proyecto 2016-43-FAP-8.*
- Goñi, M. A., J. A. Hatten, R. A. Wheatcroft & J.C. Borgeld (2013). Particulate organic matter export by two contrasting small mountainous rivers from the Pacific Northwest, U.S.A., J. Geophys. Res. Biogeosci., 118: 112-134, doi:10.1002/jgrg.20024.
- Grimes, C.B. (2001). Fishery production and the Mississippi river discharge. *Fisheries*, 26:17-26.
- IPCC: El Primer Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) se completó en 1990. Sirvió como base de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático IPCC (FAR, 1990).
- IPCC: Introducción a los modelos climáticos simples utilizados en el Segundo informe del IPCC (1995).
- IPCC: El Tercer Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) de las Naciones Unidas, (AR3). "Evaluar científicamente la información conocida con respecto al cambio climático, sus efectos potenciales, mitigación y adaptación."
- IPCC: El Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) de las Naciones Unidas (AR4). Actualización detallada del Informe AR3. IPCC (AR-4, 2007):1-114
- IPCC: Informe de síntesis "Resumen para responsables de políticas Cambio Climático". IPCC (AR5, 2014). 1-176.
- IPCC: Informe especial del IPCC "Sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C". IPCC, 2018 : 1-110.
- IPCC, 2019: Resumen para responsables de políticas. En: El cambio climático y la tierra. IPCC, 2019:1-40.
- IPCC, Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability (AR6)
- Iriarte J. L., C. A. Vargas, F. J. Tapia, R. Bermúdez & R. E. Urrutia (2012). Primary production and plankton carbon biomass in a river-influenced upwelling area off Concepción, Chile. *Progress in Oceanography* 92, 97-109.
- Jeréz, G., J. González, C. Tapia, C. Toledo, A. Olgún & H. Miranda (2006). Ordenamiento de las pesquerías bentónicas de la zona común de pesca de la comuna de Ancud, X región. Informe Final FIP 2004-14. Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), 423 pp.

- Kortzinger, A. (2003). A significant CO₂ sink in the tropical Atlantic Ocean associated with the Amazon River plume. *Geophys. Res. Lett.*, 30: 2287. doi:10.1029/2003gl018841, 2003
- Levipan, H. A., W. O. Alarcón & G. S. Saldías (2012). Fingerprinting analysis of the prokaryote community along a marine–freshwater transect in central-southern Chile. *Annals of Microbiology*, 62: 1121-1140.
- McCarthy, J. M., O. F. Canziani, N. A. Leary, D. J. Dokken & K. S. White (2001). *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Cambridge University Press, 1000 pp.
- Masotti, I., P., M. Aparicio-Rizzo, M. A. Yevenes, R. Garreaud, L. Belmar & L. Farias (2018). The Influence of river discharge on nutrient export and phytoplankton biomass off the central Chile coast (33°–37°S). Seasonal cycle and interannual variability, *Frontiers in Marine Science*, doi: 10.3389/fmars.2018.00423.
- Milly, P. C. D., R. T. Wetherald, K. A. Dunne & T. L. Delworth (2002). Increasing risk of great floods in a changing climate. *Nature*, 415: 514–517.
- Montes, R. & R. Quinones (1999). The Effect of rainfall and runoff of the Bio-Bio and Itata rivers on the landings of the clams *Protrothaca thaca* and *Venus antiqua* in central-south Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 72: 13-30.
- Montecinos, V. & C. Lange (2009). The Humboldt Current System: Ecosystem components and processes, fisheries, and sediment studies. *Progress in Oceanography*, 83: 65-79.
- Motos, L., A. Uriarte & V. Valencia (1996). The spawning environment of the Bay Biscay anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.). *Sci. Mar.* 60: 117–140.
- Nezlin, N. P., P. M DiGiacomo, E. D. Stein & D. Ackerman (2005). Stormwater runoff plumes observed by SeaWiFS radiometer in the Southern California Bight. *Remote Sens. Environ.* 98: 494–510. doi: 10.1016/j.rse.2005.08.008.
- Odivers (2018). Diagnóstico de las pesquerías de macroalgas pardas en la VII y VIII Regiones, con fines de establecer medidas administrativas y de manejo, para la sustentabilidad de la actividad pesquera. Proyecto FIPA N° 2017-56, Odivers Informe Final. Instituto de Investigación Pesquera. 285 pp + Anexos.
- Oki, T., Y. Agata, S. Kanae, T. Saruhashi & K. Musiake (2003). Global water resources assessment under climatic change in 2050 using TRIP. *IAHS Publ.*, 280: 124–133.
- Osores S. J. A., N. A. Lagos, V. San Martín, P. H. Manríquez, C. A. Vargas, R. Torres, J. M. Navarro, M. J. Poupin, G. S. Saldías & M. A. Lardies (2017). Plasticity and inter-population variability in physiological and life-history traits of the mussel *Mytilus chilensis*: A reciprocal transplant experiment. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 490: 1-12.
- PACCPA. 2015. Plan de Adaptación al Cambio Climático para el sector Pesca y Acuicultura (disponible en: <https://mma.gob.cl/cambio-climatico/plan-de-adaptacion-al-cambio-climatico-para-el-sector-pesca-y-acuicultura/>).

- Pérez C., M. DeGrandpre, N. Lagos, G.Saldías, E. Cascales & C. Vargas (2015). Influence of climate and land use in carbon biogeochemistry in lower reaches of rivers in central southern Chile: Implications for the carbonate system in river-influenced rocky shore environments. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 120: 673-692.
- Pérez C. A., N. A. Lagos, G. S. Saldías, G. Waldbusser & C. A. Vargas (2016), Riverine discharges impact physiological traits and carbon sources for shell carbonate in the marine intertidal mussel *Perumytilus purpuratus*. *Limnology and Oceanography*, 61: 969-983.
- Petus C., C. Collier b, M. Devlin, M. Rasheed & S. McKenna (2014). Using MODIS data for understanding changes in seagrass meadow health: A case study in the Great Barrier Reef (Australia). *Marine Environmental Research* 98: 68-85.
- Piñones, A., A Valle-Levinson, D. A. Narváez, C. A.Vargas, S. A.Navarrete, G. Yuras & J.C. Castilla (2005). Wind-induced diurnal variability in river plume motion. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 65: 513-525.
- Quiñones, R. A. & R. M., Montes (2001). Relationship between freshwater input to the coastal zone and the historical landings of the benthic/demersal fish *Eleginops maclovinus* in central-south Chile. *Fisheries Oceanography*, 10: 311-328. doi:10.1046/j.13652419.2001.00177.
- Richardson, S.L. (1981). Spawning biomass and early life of northern anchovy, *Engraulis mordax*, in the northern subpopulation off Oregon and Washington, *Fishery Bulletin*. 78 (4): 855-875.
- Robotham H., A. Zuleta, E. Arias, J. Arias, C. Potocnjak, F. Jara & R. Williams (1997). Diseño de monitoreo de pesquerías bentónicas. Informe Final Proyecto FIP IT/95-26. Testdata Consultores S.A. 221 pp.
- Romo H., J. Vergara, A. Hernández, C. Leal, M. Ávila, R. Riquelme, J. Montenegro, R. Telgie, I. Rudolph, C. Ballota, E. Palma, R. Bastidas, C. González, R. San Martín, D. Guajardo & H. Medina (2018). Diagnóstico de las pesquerías de macroalgas pardas en la VII y VIII regiones, con fines de establecer medidas administrativas y de manejo, para la sustentabilidad de la actividad pesquera. Requirente FIPA, O'Divers-Inpesca. Informe de Avances, 176 pp + Anexos.
- Saavedra, D. Soto, C. A. Vargas, P. Winckler, C. Veas, E. Yáñez & A. Yévenes (2019). Propuestas para la actualización del Plan de Adaptación en Pesca y Acuicultura. Mesa Océanos-Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. 88 pp.
- Saavedra L., G. Saldías, B. Broitman & C. Vargas (2020). Carbonate chemistry dynamics in shellfish farming areas along the Chilean coast: natural ranges and biological implications. *ICES Journal of Marine Science*. doi:10.1093/icesjms/fsaa127.
- Salcedo-Castro, J., G. S. Saldías, F. Saavedra & D. Donoso (2020). Climatology of Maipo and Rapel river plumes off Central Chile from numerical simulations, *Regional Studies in Marine Science*, 38: 101389.

- Saldías G. S., M. Sobarzo, J. Largier, C. Moffat, y R. Letelier (2012). Seasonal variability of turbid river plumes off central Chile based on high-resolution MODIS imagery, *Remote Sensing of Environment*, 123, 220-233.
- Saldías, G. S., J. L. Largier, R. Mendes, I. Pérez-Santos, C. A. Vargas, y M. Sobarzo (2016). Satellite-measured interannual variability of turbid river plumes off central-southern Chile: Spatial patterns and the influence of climate variability, *Progress in Oceanography*, 146, 212-222.
- Saldías. G. S., P. T. Strub & R. K. Shearman (2020). Spatio-temporal variability and ENSO modulation of turbid freshwater plumes along the Oregon coast, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 243: 106880.
- Saldías, G. & C. Lara (2020). Satellite-derived sea Surface temperature fronts in a river-influenced coastal upwelling area off central-southern Chile. *Regional Studies in Marine Science* 37: 101322.
- Sánchez, J., Hernández, A., Agüero, M., González, E., Miranda, L., Vásquez, C. & A. Ibáñez. (2003). Ordenamiento de la pesquería de huego y navajuela. Informe Final Proyecto FIP N°2002-26. Mares Chile Ltda. 329 pp.
- Sato T, F. Kimura & A. Kitoh (2007). Projection of global warming onto regional precipitation over Mongolia using a regional climate model *J. Hydrol.*, 333 (1): 144-154, 10.1016/j.jhydrol.2006.07.023.
- Seckler D., Barker R. & U. Amarasinghe (1999). Water scarcity in the twenty-first century. *International Journal of Water Resources Development* 15 (1/2): 29-42.
- Sernapesca. Anuarios estadísticos de Pesca 2019. Años 1986-2019. Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura.
- Schneider, W., D. Donoso, J. Garcés-Vargas & R. Escribano (2017). Water-column cooling and sea surface salinity increase in the upwelling region off central-south Chile driven by a poleward displacement of the South Pacific High, *Progress in Oceanography*, 151: 38-48.
- Sobarzo, M., L. Bravo, D. Donoso, J. Garcés-Vargas & W. Schneider (2007). Coastal upwelling and seasonal cycles that influence the water column over the continental shelf off central Chile, *Progress in Oceanography*, 75: 363-382.
- Soto-Mardones L, R. Pavez, S. Contreras & F. Novoa (2019). Evidence of global climate change on the medium flows of the rivers of Chile (en revisión *Hydrological Sciences Journal*).
- Stotz, W., J. Aburto & E. Jaramillo (2004). Ordenamiento de la pesquería de machas en la VIII Región. Proyecto FTP N° 2003-17. 215 p.
- SUBPESCA (2019). Estado de situación de las principales Pesquerías Chilenas 2018. Departamento de Pesquerías. División de Administración Pesquera. Valparaíso: Gobierno de Chile. Disponible en http://www.subpesca.cl/portal/618/articles-103742_recurso_1.pdf.

- Tapia C., C. González, R. San Martín, S. Durán, R. Rodríguez, M. Díaz, M. Delannays, A. Flores & M. Cortés (2017). Contratación de un servicio de consultoría para el programa de repoblamiento de algas en áreas de manejo de la Región del Biobío. Proyecto Subsecretaría de Pesca y Acuicultura CUI 2015-55-FAP-16. Informe final. Centro de Estudios de Sistemas Sociales (CESSO).
- Testa G., I. Masotti & L. Farias (2018). Temporal variability in net primary production in an upwelling area off Central Chile (36°S). *Frontiers in Marine Sciences: Coastal Ocean Processes*. *Front. Mar. Sci.*, 29 May 2018 | <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00179>
- Trenberth K. E. (2011). Changes in precipitation with climate change. *Climate Research*, 47(1-2): 123-138.
- Valenzuela, R. A., & Garreaud, R. D. (2019). Extreme daily rainfall in central southern Chile and its relationship with low-level horizontal water vapor fluxes. *Journal of Hydrometeorology*, 20(9), 1829-1850.
- Vargas, C.A., N.L., Arriagada, M., Sobarzo, P.Y. Contreras & G. Saldías (2013). Bacterial production across a river-to-ocean continuum in central Chile: implications for organic matter cycling. *Aquatic Microbial Ecology* 68: 195–21.
- Vargas C. A., P. Y. Contreras, C. A. Pérez, M. Sobarzo, G. S. Saldías & J. Salisbury (2016). Influences of riverine and upwelling waters on the coastal carbonate system off Central Chile and their ocean acidification implications. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 121: 1468-1483.
- Vörösmarty, C. J., P. Green, J. Salisbury, y R. & B. Lammers (2000). Global water resources: Vulnerability from climate change and population growth. *Science*, 289: 284–288.
- Warrick, J. A., and D. & A. Fong (2004). Dispersal scaling from the world's rivers, *Geophys. Res. Lett.*, 31, L04301, doi:10.1029/2003GL019114.
- Shi W., & M. Wang (2007). Detection of turbid waters and absorbing aerosols for the MODIS ocean color data processing. *Remote Sensing of Environment*, 110: 149–161.
- Wetz Michael S. B. Hales, Z. Chase, P. Wheeler & M. Whitney (2006). Riverine input of macronutrients, iron, and organic matter to the coastal ocean off Oregon, U.S.A., during the winter, *Limnology and Oceanography*, 51.
- Winckler, P., C. Aguirre, L. Farias, M. Contreras-López & I. Masotti (2020). Evidence of climate-driven changes on atmospheric, hydrological, and oceanographic variables along the Chilean coastal zone, *Climatic Change*, 163: 633-652.
- WMO (2009). A Guidelines on analysis of extremes in a Changing Climate in Support of Informes Decisions for Adaptation. *Climate Data and Monitoring WCDMP-No. 72G*: 1-55
- Wooldridge, J. (2015). *Introducción a la Econometría: Un Enfoque Moderno*. Thomson Learning Publisher. Quinta Edición. Edición Jeffrey M. Wooldridge: 1-890.

Garreaud, C. Alvarez-Garreton, J. Barichivich, J.P. Boisier, D.A. Christie, M. Galleguillos, C. LeQuesne, J. McPhee, M. Zambrano-Bigiarini, 2017: The 2010-2015 mega drought in Central Chile: Impacts on regional hydroclimate and vegetation. Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss., doi:10.5194/hess-2017-191, 2017.

Garreaud, 2017: Norte oscuro, sur claro! De nuevo!! Nota de divulgación disponible desde: http://dgf.uchile.cl/rene/DIV/Norte%20oscuro_again.pdf

9. ANEXOS

9.1. ANEXO 1. TALLERES DE TRABAJO

Primer Taller FIPA N°2019-22 “Bases de Datos Ambientales y Pesqueros” Miércoles 11 de Diciembre 2019

Resumen:

El objetivo del Taller es evaluar los resultados del primer informe y analizar las sugerencias propuesta por el evaluador. Preparar las bases de datos ambientales (Caudales y Precipitaciones) para, Además, analizar y uniformar criterios para establecer las series pesqueras (peces, moluscos y crustáceos) definitivas para analizar.

PROGRAMA:

Hora	Expositor	Título
16:00-16:15	Luis Soto-Mardones	Análisis de las evaluaciones del primer informe y presentación de las series de datos de caudales 9 ríos que desembocan en la costa (29°S hasta 38°S)
16:16-16:30	Ricardo Pavez Fuentes	Esquema de estaciones meteorológicas (DGA) en torno a los futuros ríos seleccionados.
16:31-16:45	Gonzalo Saldías Yau	Presentación de plumas de ríos a partir de imágenes Rrs645 desde 29°S hasta 38°S.
16:46-17:50	Christian Caamaño Manuel González	Presentación de los Modelos Estadísticos para la estimación y predicción de caudales de ríos
17:16-17:30	Sergio Núñez Elías Carlos González Roberto San Martín	Presentación de caletas y series de esfuerzo de especies pesqueras de las diversas agencias nacionales.
17:30-10:00	Todos	Discusiones Varias

Segundo Taller FIPA N°2019-22

“Avance y Análisis de Bases de Datos Ambientales y Pesqueros”

Martes 25 de agosto 2020

Resumen:

El objetivo del segundo taller es la presentación de las series de datos ambientales (caudal y precipitaciones) y disponibilidad y preparación de pesquero (molusco, crustáceos y peces) de las dos macro-zonas. Además, entregar las series completas de Caudales y precipitaciones a los colegas estadísticos para sus análisis correspondientes.

PROGRAMA:

Hora	Expositor	Título
16:00-16:15	Luis Soto-Mardones	Series completas de Caudales para ambas macro-zonas en las escalas: anual, interanual e interdecadal.
16:16-16:30	Ricardo Pavez Fuentes	Series completas de Precipitaciones para las zonas de confluencias de los ríos seleccionados para la macrozona norte (Aconcagua, Maipo) y macrozona sur (Maule, Itata y Biobío) en la escala anual, interanual e interdecadal.
16:31-16:45	Gonzalo Saldías Yau	Identificación y cuantificación de las Plumas de Ríos
16:46-17:00	Sergio Núñez Elías	Serie completas de recursos pesqueros (moluscos, crustáceos y peces) de ambas macrozonas
17:01-17:15	Christian Caamaño-Manuel González	Propuestas de recuperación de datos ambientales (objetivo específico #1).
17:16-17:30		En Pausa
17:30-18:30	Todos	Discusiones Varias

Tercer Taller FIPA N°2019-22
“Resultados de Datos Ambientales, Recursos Pesqueros y
Estimación y Predicción del Modelo Estadístico”
Viernes 27 de noviembre 2020

Resumen:

El objetivo del Tercer Taller es mostrar resultados de los datos ambientales y recursos pesqueros asociados de los objetivos específicos 1 y 2. Además, analizar el estado de avances de los ensayos de la estimación y predicción del modelo estadístico sobre los caudales históricos.

PROGRAMA:

Hora	Expositor	Título
16:00-16:15	Luis soto-Mardones	TEMA 1: Caudales
16:15-16:30	Ricardo Pavéz Fuentes	TEMA 2: Precipitaciones
16:30-16:45	Gonzalo Saldías Yau	TEMA 3: Imágenes Satelitales
16:45-17:15	Christian Caamaño Manuel González	TEMA 4: Modelos Estadísticos
17:15-17:30	Sergio Núñez Elías Carlos González Roberto San Martín	TEMA 5: Series Pesqueras
17:30-18:30	Todos	Discusiones Varias

9.2. ANEXO 2. RED DE ESTACIONES DE CAUDALES

Tabla A - 1. Estaciones fluviométricas de la cuenca del río Aconcagua

Nº	Nombre Estación	Longitud	Latitud	Año i	Año f
1	RÍO ACONCAGUA EN PUENTE COLMO	71,4666	32,9250	1970	2019
2	CANAL LAS VEGAS EN BOCATOMA	71,0000	32,402	1962	2019

Red Hidrométrica

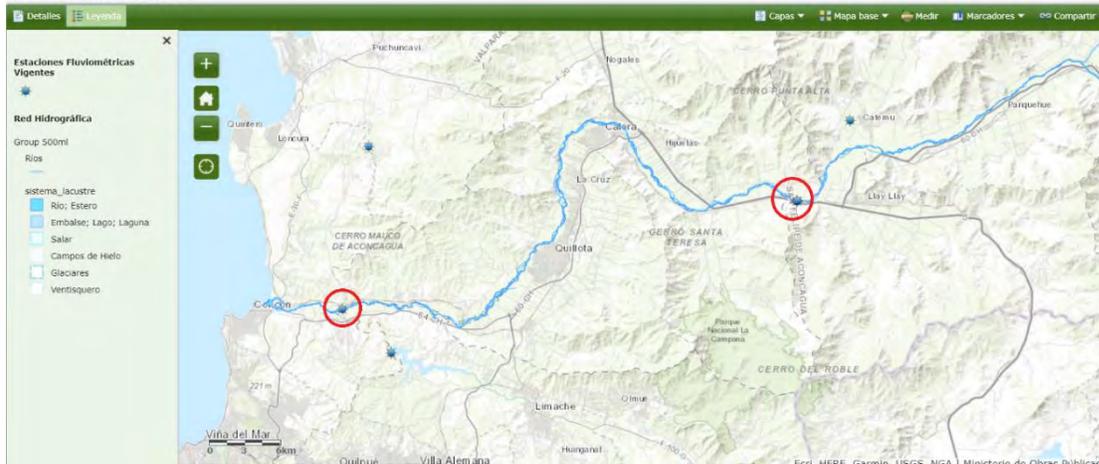


Figura A - 1. Posiciones de las estaciones fluviométricas en la cuenca del río Aconcagua.

Tabla A - 2. Estaciones fluviométricas de la cuenca del río Maipo

Nº	Nombre Estación	Longitud	Latitud	Año i	Año f
1	RÍO MAIPO EN CABIMBAO	71.5303	33.7675	1989	2019

Red Hidrométrica

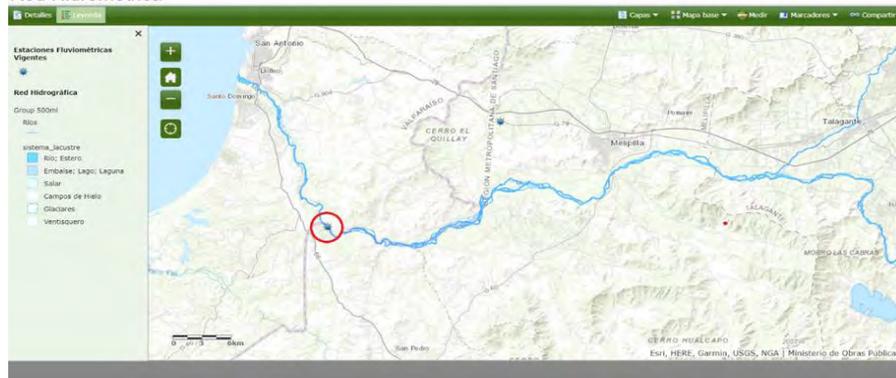


Figura A - 2. Posición de la estación fluviométricas en la cuenca del río Maipo.

Tabla A - 3. Estaciones fluviométricas de la cuenca del río Maule

Nº	Nombre Estación	Longitud	Latitud	Año_i	Año_f
1	RÍO MAULE EN FOREL	72,4102	35,6744	1985	2019

Red Hidrométrica

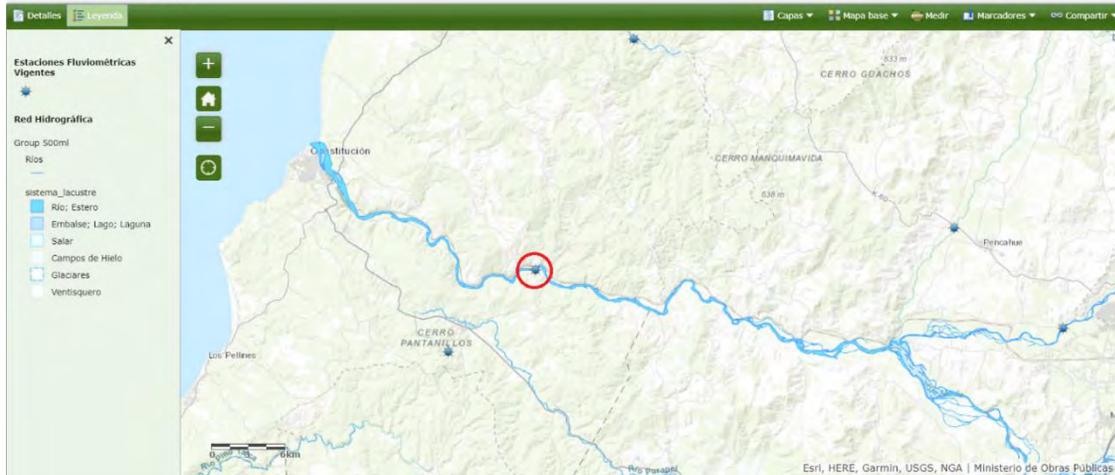


Figura A - 3. Posición de la estación fluviométricas en la cuenca del río Maule.

Tabla A - 4. Estaciones fluviométricas de la cuenca del río Itata

Nº	Nombre Estación	Longitud	Latitud	Año_i	Año_f
1	RÍO ITATA EN COELEMU	72,6925	36,4666	1985	2019

Red Hidrométrica

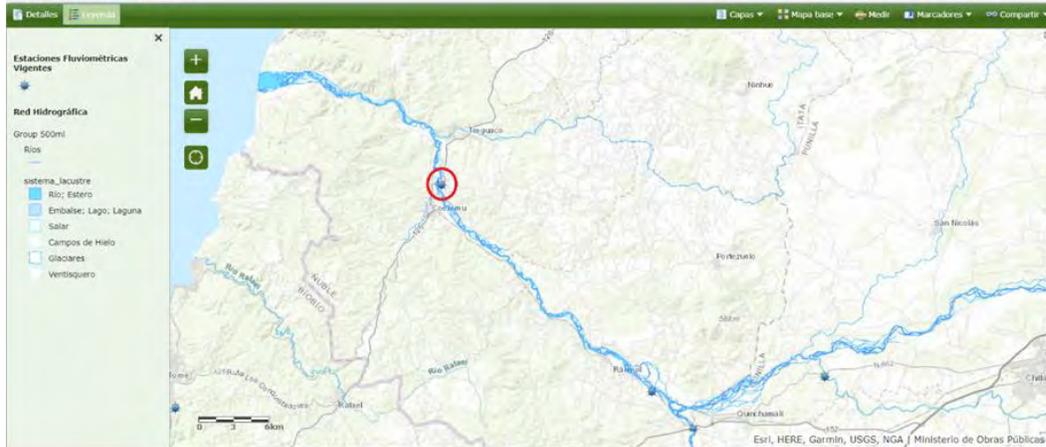


Figura A - 4. Posición de la estación fluviométricas en la cuenca del río Itata.

Tabla A - 5. Estaciones fluviométricas de la cuenca del río Biobío:

N°	Nombre Estación	Longitud	Latitud	Año_i	Año_f
1	DESEMBOCADURA	73,0613	36,0877	1985	2019
2	ESTERO HUALQUI EN DESEMBOCADURA	72,9411	36,9825	2009	2019

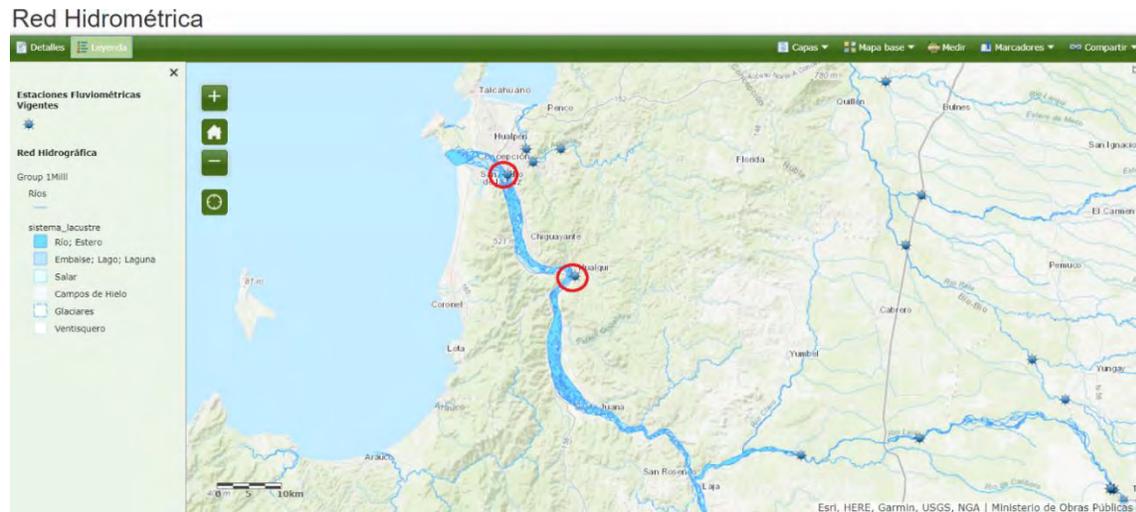


Figura A - 5. Posición de las estaciones fluviométricas en la cuenca del río Biobío.

9.3. ANEXO3. RED DE ESTACIONES DE PRECIPITACIONES

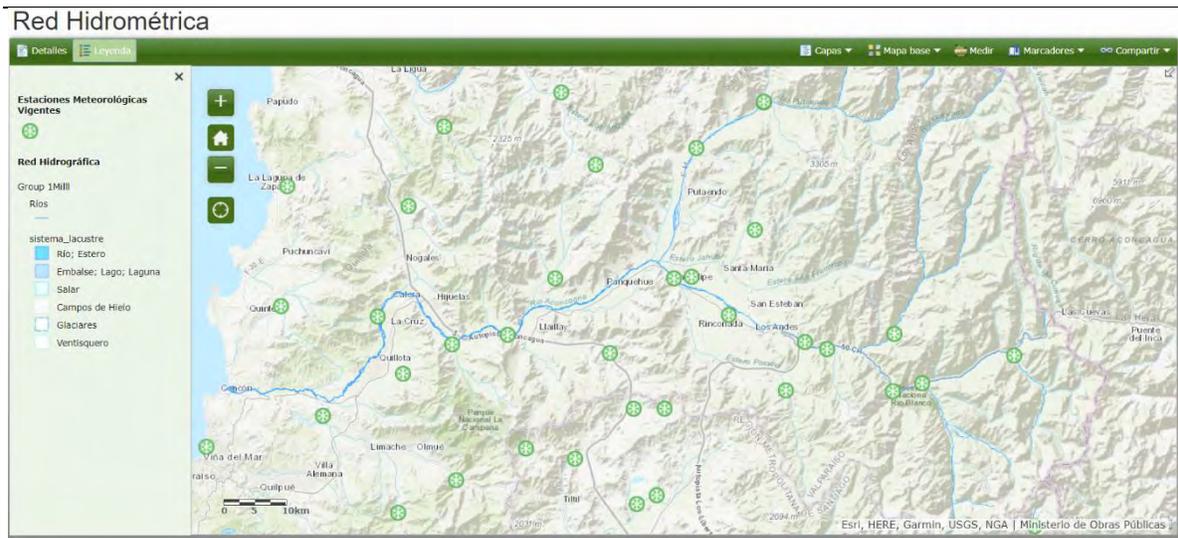


Figura A - 6. Red de 31 estaciones meteorológicas en torno a la cuenca del río Aconcagua.

Tabla A - 6. Red de estaciones meteorológicas (datos de precipitaciones) en torno al río Aconcagua.

N°	Nombre Estación:	Longitud	Latitud	Año_i	Año_f	Datos Faltantes
1	CAN. COLORADO EN BOCATOMA	-70,35583333	-32,83833333	2014	2020	76
2	CARMEN DE LAS ROSAS	-71,18638889	-32,65305556	1990	1993	40
3	CATEMU	-70,94888889	-32,75805556	1954	2020	0
4	EL COBRE	-71,18638889	-32,65305556	1994	2020	0
5	EL TARTARO	-70,69472222	-32,56833333	1994	2020	0
6	ESTERO POCURO EN EL SIFON	-70,54222222	-32,92055556	2017	2020	40
7	ESTERO RABUCO	-71,11861111	-32,85361111	1965	2020	0
8	JAHUEL	-70,59305556	-32,68722222	1990	2020	0
9	LA OBRA RECINTO EMOS	-71,11861111	-32,85361111	1990	1993	40
10	LAS CHILCAS	-70,84722222	-32,86611111	1990	2020	0
11	LLIU-LLIU EMBALSE	-71,20333333	-33,09833333	1978	2019	0
12	LO ROJAS	-71,25416667	-32,81361111	1963	2020	0
13	LOS ANDES	-70,64388889	-32,81138889	1971	2020	0
14	LOS AROMOS	-71,33888889	-32,95777778	1974	2020	0
15	MELIPILLA	-70,84722222	-32,86611111	1990	1993	40
16	ESTAC 1	-70,94888889	-32,75805556	1986	1989	40
17	ESTAC 2	-71,18638889	-32,65305556	1989	1989	0
18	ESTAC 3	-71,11861111	-32,85361111	1986	1989	40
19	ESTAC 4	-70,59305556	-32,68722222	1989	1989	0
20	QUEBRADA ALVARADO	-71,10166667	-33,05055556	1990	2020	0
21	QUILLOTA	-71,20333333	-32,89611111	1977	2019	0
22	RESGUARDO LOS PATOS	-70,57611111	-32,50138889	1940	2020	0
23	RIECILLOS	-70,35583333	-32,9225	1929	2020	0
24	RIO ACONCAGUA CHACABUQUITO	-70,50833333	-32,85027778	1999	2020	0
25	RIO ACONCAGUA EN RIO BLANCO	-70,305	-32,91	2014	2020	76
26	RIO ACONCAGUA EN ROMERAL	-71,01694444	-32,84	2002	2020	220
27	RIO ACONCAGUA EN SAN FELIPE	-70,74555556	-32,7575	1999	2020	0
28	RIO JUNCAL EN JUNCAL	-70,13555556	-32,87	2014	2020	76
29	RIO PUTAENDO RESGUARDO	-70,57611111	-32,50138889	2001	2020	0
30	SAN FELIPE	-70,71166667	-32,75527778	1962	2020	0
31	VILCUYA	-70,47444444	-32,86027778	1964	2020	0

Red Hidrométrica

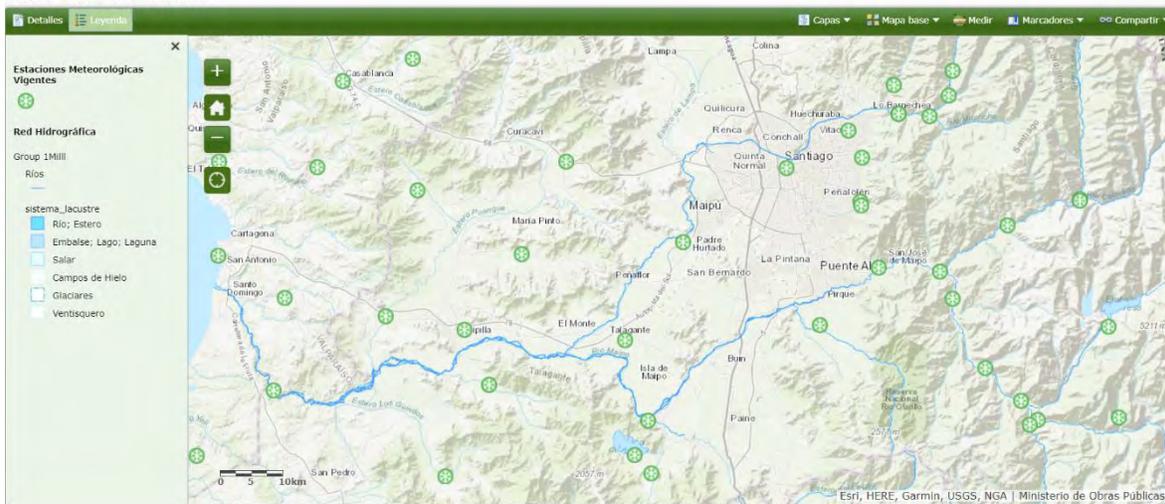


Figura A - 7. Red de 56 estaciones meteorológicas en torno a la cuenca del río Maipo.

Tabla A - 7. Red de estaciones meteorológicas (datos de precipitaciones) en torno al río Maipo.

N°	Nombre Estación: MAIPO	Longitud	Latitud	Año_i	Año_f	Datos Faltantes
1	RUNGUE EMBALSE	-70,35583333	-32,83833333	2014	2020	76
2	ANGOSTURA EN VALDIVIA DE PAINE	-71,18638889	-32,65305556	1990	1993	40
3	ANTUPIREN	-70,94888889	-32,75805556	1954	2020	0
4	CALEU	-71,18638889	-32,65305556	1994	2020	0
5	CAMPUS SAN JOAQUIN U.C.	-70,69472222	-32,56833333	1994	2020	0
6	CARMEN DE LAS ROSAS	-70,54222222	-32,92055556	2017	2020	40
7	CERRO CALAN	-71,11861111	-32,85361111	1965	2020	0
8	EL VERGEL	-70,59305556	-32,68722222	1990	2020	0
9	EL YESO EMBALSE	-71,11861111	-32,85361111	1990	1993	40
10	ESTERO ARRAYAN EN LA MONTOSA	-70,84722222	-32,86611111	1990	2020	0
11	ESTERO PUANGUE EN RUTA 78	-71,20333333	-33,09833333	1978	2019	0
12	ESTERO YERBA LOCA ANTES JUNTA S	-71,25416667	-32,81361111	1963	2020	0
13	ESTERO YERBA LOCA EN PIEDRA CAR	-70,64388889	-32,81138889	1971	2020	0
14	FUNDO LAS BATEAS	-71,33888889	-32,95777778	1974	2020	0
15	FUNDO MARRUECOS	-70,84722222	-32,86611111	1990	1993	40
16	GLACIAR SAN FRANCISCO EN AGUAS P	-70,94888889	-32,75805556	1986	1989	40
17	HUECHUN ANDINA	-71,18638889	-32,65305556	1989	1989	4
18	HUECHUN EMBALSE	-71,11861111	-32,85361111	1986	1989	40
19	IBACACHE ALTO	-70,59305556	-32,68722222	1989	1989	4
20	LA DEHESA	-71,10166667	-33,05055556	1990	2020	0
21	LA ERMITA CENTRAL EN BOCATOMA	-71,20333333	-32,89611111	1977	2019	0
22	LA OBRA RECINTO EMOS	-70,57611111	-32,50138889	1940	2020	0
23	LAGUNA ACULEO	-70,35583333	-32,9225	1929	2020	0

24	LAGUNA ACULEO LOS CASTANOS	-70,50833333	-32,85027778	1999	2020	0
25	LAS MELOSAS	-70,305	-32,91	2014	2020	76
26	LOS GUINDOS	-71,01694444	-32,84	2002	2020	220
27	LOS PANGUILES	-70,74555556	-32,7575	1999	2020	0
28	MAITENES BOCATOMA	-70,13555556	-32,87	2014	2020	76
29	MALLARAUCO	-70,57611111	-32,50138889	2001	2020	2
30	MELIPILLA	-70,71166667	-32,75527778	1962	2020	0
31	PENAFLOR	-70,47444444	-32,86027778	1964	2020	0
32	PIRQUE	-70,59305556	-33,67388889	1967	2020	0
33	QUEBRADA DE MACUL	-70,50833333	-33,50222222	2003	2020	208
34	QUEBRADA RAMON	-70,54222222	-33,43277778	1980	2008	0
35	QUEBRADA RAMON EN RECINTO EMOS	-70,50833333	-33,43305556	2007	2020	160
36	QUELTEHUES	-70,22027778	-33,81638889	1970	1979	112
37	RINCON DE LOS VALLES	-70,7625	-32,9475	1957	2020	0
38	RIO ANGOSTURA EN VALDIVIA DE PA	-70,89805556	-33,81111111	2015	2020	66
39	RIO COLORADO ANTES JUNTA RIO OL	-70,13555556	-33,495	2013	2020	86
40	RIO MAIPO EN EL MANZANO	-70,37277778	-33,59722222	2010	2020	114
41	RIO MAIPO EN QUELTEHUES	-70,22027778	-33,81694444	2017	2020	40
42	RIO MAIPO EN SAN ALFONSO	-70,305	-33,73472222	2010	2019	112
43	RIO MAPOCHO EN LOS ALMENDROS	-70,4575	-33,37055556	1999	2020	0
44	RIO MAPOCHO EN LOS ALMENDROS GP	-70,4575	-33,37055556	2016	2020	52
45	RIO MAPOCHO RINCONADA DE MAIPU	-70,83027778	-33,5	2002	2016	172
46	RIO MOLINA ANTES JUNTA SAN FRAN	-70,38972222	-33,37361111	2009	2020	136
47	RIO OLIVARES ANTES JUNTA RIO CO	-70,13555556	-33,49305556	2014	2020	76
48	RIO SAN FRANCISCO ANTES JUNTA	-70,35583333	-33,30861111	2013	2020	88
49	RIO VOLCAN EN QUELTEHUES	-70,20333333	-33,80944444	2014	2020	76
50	SAN ALFONSO	-70,33888889	-33,70666667	1962	1973	136
51	SAN GABRIEL	-70,23722222	-33,7825	1977	2020	0
52	SAN JOSE DE MAIPO RETEN	-70,35583333	-33,63638889	1971	2020	0
53	TALAGANTE	-70,94888889	-33,66694444	1971	1972	16
54	TERRAZA OFICINAS CENTRALES DGA	-70,64388889	-33,44861111	1960	2020	0
55	TIL-TIL	-70,93194444	-33,08694444	1943	1972	352
56	VALLE OLIVARES	-70,10166667	-33,1875	2014	2020	76

Red Hidrométrica

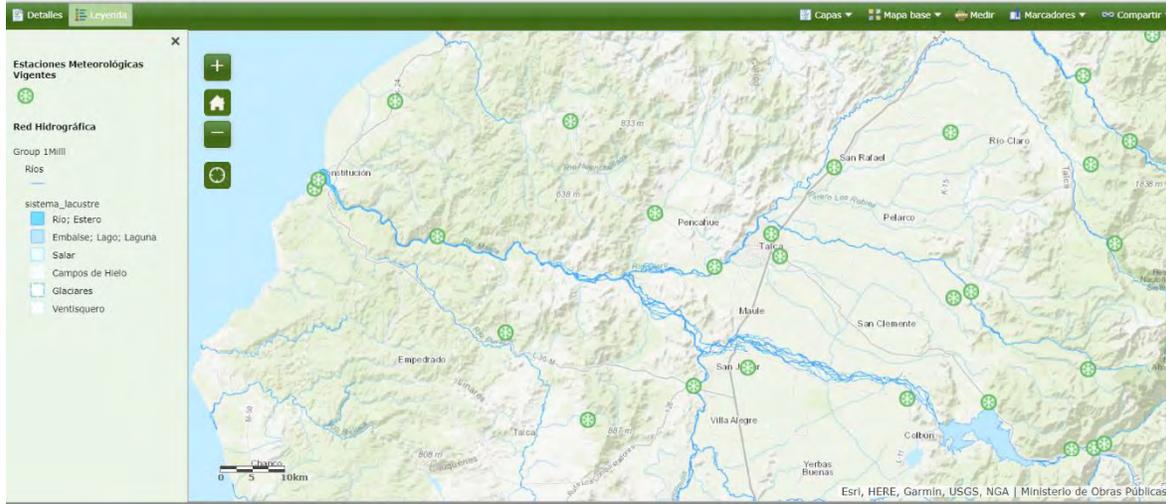


Figura A - 8. Red de 53 estaciones meteorológicas en torno a la cuenca del río Maule.

Tabla A - 8. Red de estaciones meteorológicas (datos de precipitaciones) en torno al río Maule.

N°	Nombre Estaciones: MAULE	Longitud	Latitud	Año_i	Año_f	Datos Faltantes
1	AGUA FRIA	-70,35583333	-32,83833333	2014	2020	84
2	ANCOA EMBALSE	-71,18638889	-32,65305556	1990	1993	48
3	ARMERILLO	-70,94888889	-32,75805556	1954	2020	0
4	BULLILEO EMBALSE	-71,18638889	-32,65305556	1994	2020	1
5	BULLILEO EMBALSE (Lago)	-70,69472222	-32,56833333	1994	2020	0
6	COLBUN (MAULE SUR)	-70,54222222	-32,92055556	2017	2020	48
7	COLORADO	-71,11861111	-32,85361111	1965	2020	0
8	CONSTITUCION	-70,59305556	-32,68722222	1990	2020	3
9	DIGUA EMBALSE	-71,11861111	-32,85361111	1990	1993	48
10	EL ALAMO	-70,84722222	-32,86611111	1990	2020	1
11	EL DURAZNO	-71,20333333	-33,09833333	1978	2019	0
12	EL GUINDO	-71,25416667	-32,81361111	1963	2020	0
13	FUNDO EL PERAL	-70,64388889	-32,81138889	1971	2020	0
14	FUNDO EL RADAL	-71,33888889	-32,95777778	1974	2020	0
15	GUAYQUIVILO	-70,84722222	-32,86611111	1990	1993	48
16	HORNILLO	-70,94888889	-32,75805556	1986	1989	48
17	HUAPI	-71,18638889	-32,65305556	1989	1989	12
18	HUERTA DEL MAULE	-71,11861111	-32,85361111	1986	1989	48
19	JUAN AMIGO	-70,59305556	-32,68722222	1989	1989	12
20	LA ESTRELLA	-71,10166667	-33,05055556	1990	2020	0
21	LA SEXTA DE LONGAVI	-71,20333333	-32,89611111	1977	2019	0
22	LAS LOMAS	-70,57611111	-32,50138889	1940	2020	1
23	LIGUAY	-70,35583333	-32,9225	1929	2020	0

24	LINARES	-70,50833333	-32,85027778	1999	2020	0
25	LO AGUIRRE	-70,305	-32,91	2014	2020	84
26	LOS CONDORES	-71,01694444	-32,84	2002	2020	228
27	LOS HUIGANES EN CURIPEUMO	-70,74555556	-32,7575	1999	2020	8
28	MAULE BAJO	-70,13555556	-32,87	2014	2020	84
29	MELOZAL	-70,57611111	-32,50138889	2001	2020	10
30	NIRIVILO	-70,71166667	-32,75527778	1962	2020	0
31	PARRAL	-70,47444444	-32,86027778	1964	2020	0
32	PENCAHUE	-70,59305556	-33,67388889	1967	2020	0
33	QUELLA	-70,50833333	-33,50222222	2003	2020	216
34	RIO ANCOA EN EL MORRO	-70,54222222	-33,43277778	1980	2008	0
35	RIO CIPRESES EN DASAGUE LAGUNA	-70,50833333	-33,43305556	2007	2020	168
36	RIO CLARO EN RAUQUEN	-70,22027778	-33,81638889	1970	1979	120
37	RIO CLARO EN SAN CARLOS	-70,7625	-32,9475	1957	2020	0
38	RIO LONCOMILLA EN LAS BRISAS	-70,89805556	-33,81111111	2015	2020	72
39	RIO LONGAVI EN LA QUIRIQUINA	-70,13555556	-33,495	2013	2020	96
40	RIO MAULE EN ARMERILLO	-70,37277778	-33,59722222	2010	2020	132
41	RIO MAULE EN FOREL	-70,22027778	-33,81694444	2017	2020	48
42	RIO MAULE EN LOS BANOS	-70,305	-33,73472222	2010	2019	120
43	RIO MELADO EN EL SALTO	-70,4575	-33,37055556	1999	2020	0
44	RIO MELADO EN LA LANCHAS DGA	-70,4575	-33,37055556	2016	2020	60
45	RIO PERQUILAUQUEN EN SAN MANUEL	-70,83027778	-33,5	2002	2016	180
46	SAN JAVIER	-70,38972222	-33,37361111	2009	2020	144
47	SAN MANUEL EN PERQUILAUQUEN	-70,13555556	-33,49305556	2014	2020	84
48	SAN RAFAEL	-70,35583333	-33,30861111	2013	2020	96
49	SANTA BARBARA (LINARES)	-70,20333333	-33,80944444	2014	2020	84
50	TALCA	-70,33888889	-33,70666667	1962	1973	144
51	TALCA U.C.	-70,23722222	-33,7825	1977	2020	0
52	TUTUVEN EMBALSE	-70,35583333	-33,63638889	1971	2020	0
53	VILCHES ALTO	-70,94888889	-33,66694444	1971	1972	24

Red Hidrométrica

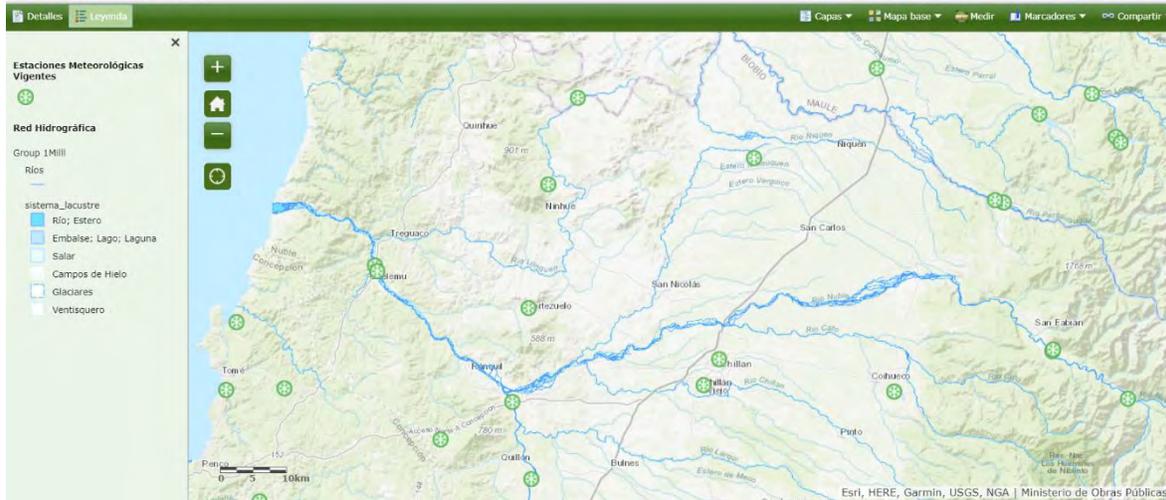


Figura A - 9. Red de 53 estaciones meteorológicas en torno a la cuenca del río Itata.

Tabla A - 9. Red de estaciones meteorológicas (datos de precipitaciones) en torno al río Itata.

N°	Nombres Estaciones: ITATA	Longitud	Latitud	Año_i	Año_f	Datos Faltantes
1	BULNES	-70,35583333	-32,83833333	2014	2020	84
2	CAMAN	-71,18638889	-32,65305556	1990	1993	48
3	CANAL DE LA LUZ EN CHILLAN	-70,94888889	-32,75805556	1954	2020	0
4	CANCHA LOS LITRES	-71,18638889	-32,65305556	1994	2020	1
5	CARACOL	-70,69472222	-32,56833333	1994	2020	0
6	CHILLAN SENDOS	-70,54222222	-32,92055556	2017	2020	48
7	CHILLAN VIEJO	-71,11861111	-32,85361111	1965	2020	0
8	CHILLANCITO	-70,59305556	-32,68722222	1990	2020	3
9	CHOLGUAN	-71,11861111	-32,85361111	1990	1993	48
10	COELEMU	-70,84722222	-32,86611111	1990	2020	1
11	COIHUECO EMBALSE	-71,20333333	-33,09833333	1978	2019	0
12	DIGUILLIN	-71,25416667	-32,81361111	1963	2020	0
13	FUNDO ATACALCO	-70,64388889	-32,81138889	1971	2020	0
14	FUNDO BELLA ROSA	-71,33888889	-32,95777778	1974	2020	0
15	GENERAL CRUZ	-70,84722222	-32,86611111	1990	1993	48
16	LA PUNILLA	-70,94888889	-32,75805556	1986	1989	48
17	LAS CRUCES	-71,18638889	-32,65305556	1989	1989	12
18	LAS TRANCAS	-71,11861111	-32,85361111	1986	1989	48
19	MANGARRAL	-70,59305556	-32,68722222	1989	1989	12
20	MAYULERMO	-71,10166667	-33,05055556	1990	2020	0
21	MILLAQUEN	-71,20333333	-32,89611111	1977	2019	0
22	NUEVA ALDEA	-70,57611111	-32,50138889	1940	2020	1
23	PEMUCO	-70,35583333	-32,9225	1929	2020	0
24	PORTEZUELO	-70,50833333	-32,85027778	1999	2020	0
25	RAFAEL	-70,305	-32,91	2014	2020	84
26	RIO CHILLAN EN ESPERANZA N 2	-71,01694444	-32,84	2002	2020	228
27	RIO DIGUILLIN EN SAN LORENZO (A	-70,74555556	-32,7575	1999	2020	8
28	RIO ITATA EN COELEMU	-70,13555556	-32,87	2014	2020	84
29	RIO NUBLE EN SAN FABIAN N 2	-70,57611111	-32,50138889	2001	2020	10
30	RIO SAUCES ANTES JUNTA CON NUBL	-70,71166667	-32,75527778	1962	2020	0
31	SAN AGUSTIN DE PUNUAL	-70,47444444	-32,86027778	1964	2020	0
32	SAN CARLOS	-70,59305556	-33,67388889	1967	2020	0
33	SAN FABIAN	-70,50833333	-33,50222222	2003	2020	216
34	SAN LORENZO	-70,54222222	-33,43277778	1980	2008	0
35	TRUPAN	-70,50833333	-33,43305556	2007	2020	168
36	TUCAPEL	-70,22027778	-33,81638889	1970	1979	120

Red Hidrométrica

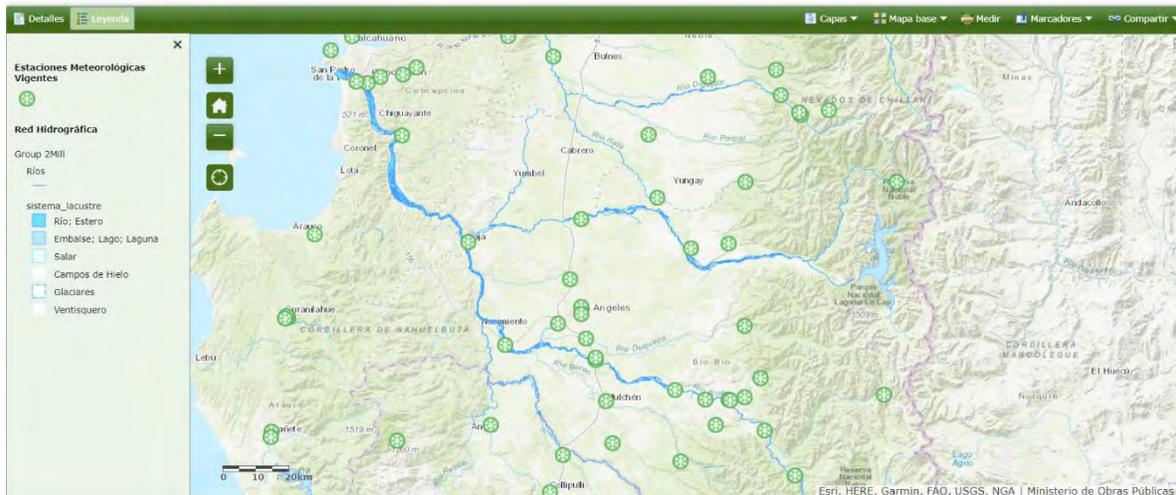


Figura A - 10. Red de 29 estaciones meteorológicas en torno a la cuenca del río Biobío.

Tabla A - 10. Red de estaciones meteorológicas (datos de precipitaciones) en torno al río Biobío.

Nº	Nombre Estaciones: BIOBÍO	Longitudes	Latitudes	Año_i	Año_f	Datos Faltantes
1	CERRO EL PADRE	-70,35583333	-32,83833333	2014	2020	84
2	CERRO VERDE	-71,18638889	-32,65305556	1990	1993	48
3	DUQUECO	-70,94888889	-32,75805556	1954	2020	0
4	EMBALSE PANGUE	-71,18638889	-32,65305556	1994	2020	1
5	EMBALSE RALCO	-70,69472222	-32,56833333	1994	2020	0
6	ESTERO HUALQUI EN DESEMBOCADURA	-70,54222222	-32,92055556	2017	2020	48
7	ESTERO QUILQUE EN LOS ANGELES	-71,11861111	-32,85361111	1965	2020	0
8	LAJA	-70,59305556	-32,68722222	1990	2020	3
9	LAS ACHIRAS	-71,11861111	-32,85361111	1990	1993	48
10	LOS ANGELES	-70,84722222	-32,86611111	1990	2020	1
11	MULCHEN	-71,20333333	-33,09833333	1978	2019	0
12	PARQUE NAHUELBUTA	-71,25416667	-32,81361111	1963	2020	0
13	PILGUEN	-70,64388889	-32,81138889	1971	2020	0
14	QUILACO	-71,33888889	-32,95777778	1974	2020	0
15	QUILLAILEO	-70,84722222	-32,86611111	1990	1993	48
16	RIO BIO-BIO EN LLANQUEN	-70,94888889	-32,75805556	1986	1989	48
17	RIO BIOBIO EN COIHUE	-71,18638889	-32,65305556	1989	1989	12
18	RIO BIOBIO EN DESEMBOCADURA	-71,11861111	-32,85361111	1986	1989	48
19	RIO BIOBIO EN LA CULEBRA	-70,59305556	-32,68722222	1989	1989	12
20	RIO BIOBIO EN LONGITUDINAL	-71,10166667	-33,05055556	1990	2020	0
21	RIO BIOBIO EN PUENTE PIULO	-71,20333333	-32,89611111	1977	2019	0
22	RIO BIOBIO EN RUCALHUE	-70,57611111	-32,50138889	1940	2020	1
23	RIO DUQUECO EN CERRILLOS	-70,35583333	-32,9225	1929	2020	0

24	RIO HUEQUECURA AGUAS ARRIBA DE	-70,50833333	-32,85027778	1999	2020	0
25	RIO LAJA AG.ARR. DEL SALTO (REC	-70,305	-32,91	2014	2020	84
26	RIO LAJA EN TUCAPEL	-71,01694444	-32,84	2002	2020	228
27	SAN CARLOS DE PUREN	-70,74555556	-32,7575	1999	2020	8
28	SAN JOSE DE MUNILQUE	-70,13555556	-32,87	2014	2020	84
29	SAN LORENZO EN BIO-BIO	-70,57611111	-32,50138889	2001	2020	10

9.4. ANEXO 4. DATOS INTERPOLADOS DE PRECIPITACIONES Y CAUDALES

Finalmente, se presentan los gráficos de las estimaciones por Espacio-Estado de las series caudales y precipitaciones correspondientes a los ríos Aconcagua, Maipo, Maule, Itata y Biobío. En todos los casos, la serie de color negro corresponde a los datos sin procesamiento (con observaciones faltantes), la serie de color azul el ajuste mediante la metodología de *Espacio-Estado*, y la serie de color rojo a los datos interpolados. No se aprecia diferencias entre las series con datos faltantes (serie de color negro) y las series interpoladas (serie de color rojo), ya que el modelo sólo interpola los datos faltantes de cada una de las series ambientales. Las series se presentan desde la Figura A - 11 a la Figura A - 20.

La Figura A - 11 muestra la serie de tiempo interpolada de caudales del río Aconcagua, que proviene del promedio de dos estaciones fluviométricas muy cercanas (Puente Camo y Las Vegas en Bocatoma) de la cuenca de Aconcagua (Anexo 2, Figura A - 1 y Tabla A - 1).

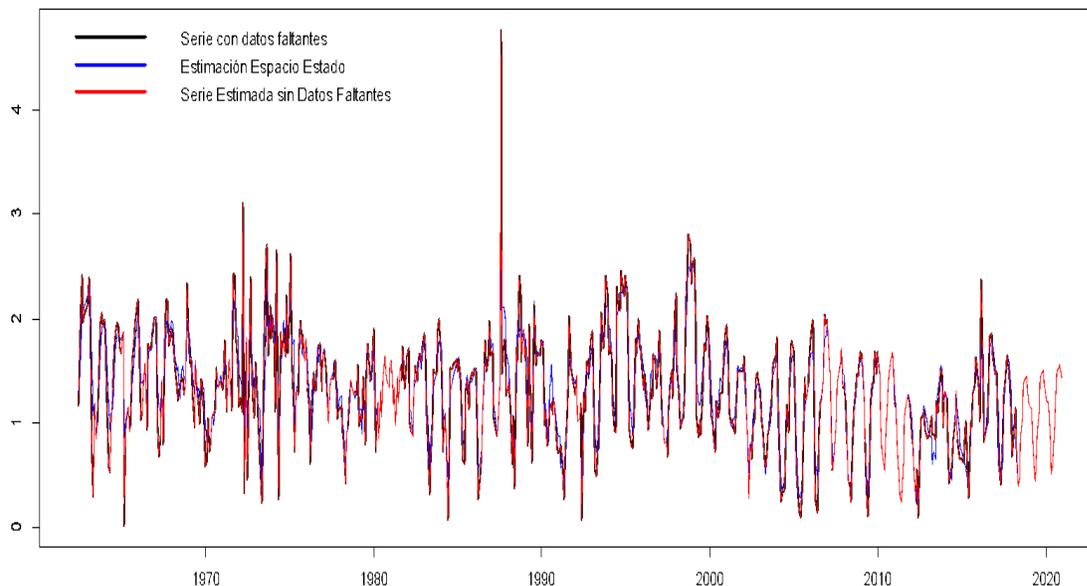


Figura A - 11. Serie de tiempo de caudal del río Aconcagua ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$) para datos faltantes e interpolados, para el período 1960-2020.

La serie temporal interpolada de caudales del río Maipo (Figura A - 12) proviene de la estación fluviométrica más cercana a la costa (Anexo 2, Figura A - 2). Esta serie considera una sola estación fluviométrica (Río Maipo en Cabimbao, Anexo 2, Tabla A - 2), por lo tanto, no fue promediada con otra estación aledaña.

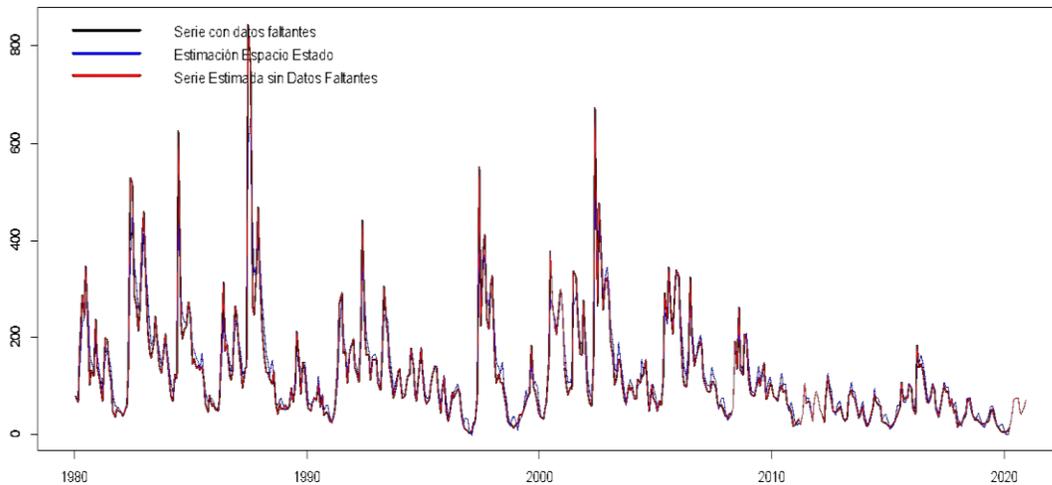


Figura A - 12. Serie de tiempo de caudal del río Maipo ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$) para datos faltantes e interpolados, para el período 1980-2020.

En la cuenca del Maule, la estación fluviométrica más cercana a la costa es Río Maule en Forel (Anexo 2, Figura A - 3), la serie temporal interpolada (Figura A - 13) la que proviene de una sola estación de monitoreo (Anexo 2, Tabla A - 3).

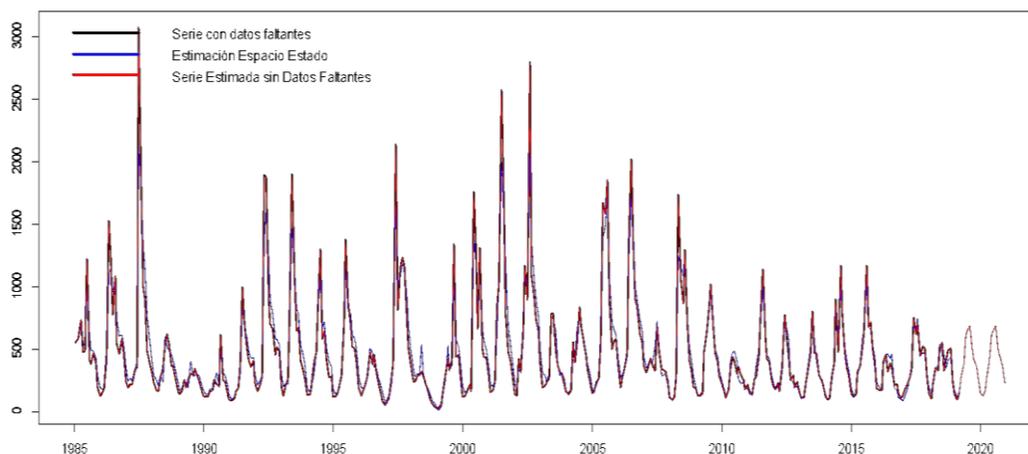


Figura A - 13. Serie de tiempo de caudal del río Maule ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$) para datos faltantes e interpolados, para el período 1985-2020.

En la cuenca del Itata, la estación fluviométrica más cercana a la costa es Río Itata en Coelemu (Anexo 2, Figura A - 4), la serie temporal interpolada (Figura A - 14) proviene de una sola estación de monitoreo (Anexo 2, Tabla A - 4).

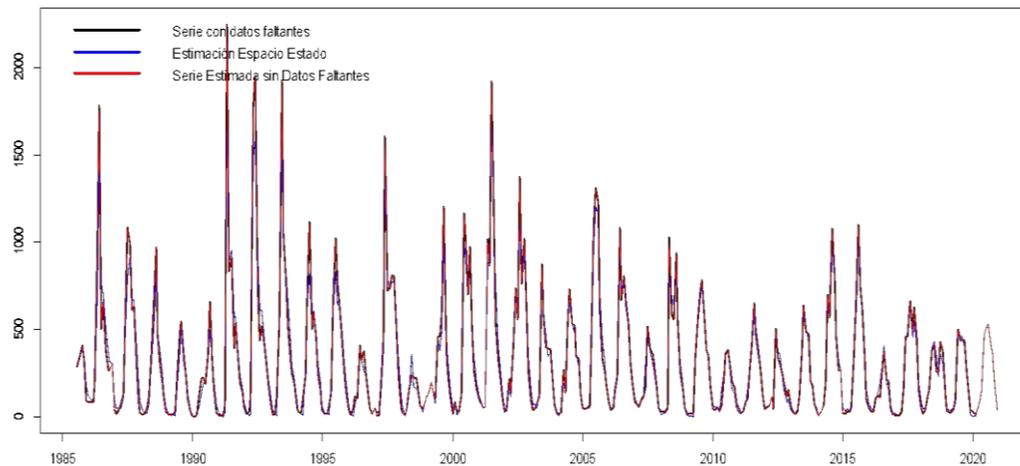


Figura A - 14. Serie de tiempo de caudal del río Itata ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$) para datos faltantes e interpolados, para el período 1985-2020.

La Figura A - 15 muestra la serie de tiempo interpolada de caudales del río Biobío que proviene del promedio de dos estaciones fluviométricas muy cercanas (Desembocadura y Estero Hualqui en desembocadura) de la cuenca del Biobío (Anexo 2, Figura A - 5 y Tabla A - 5).

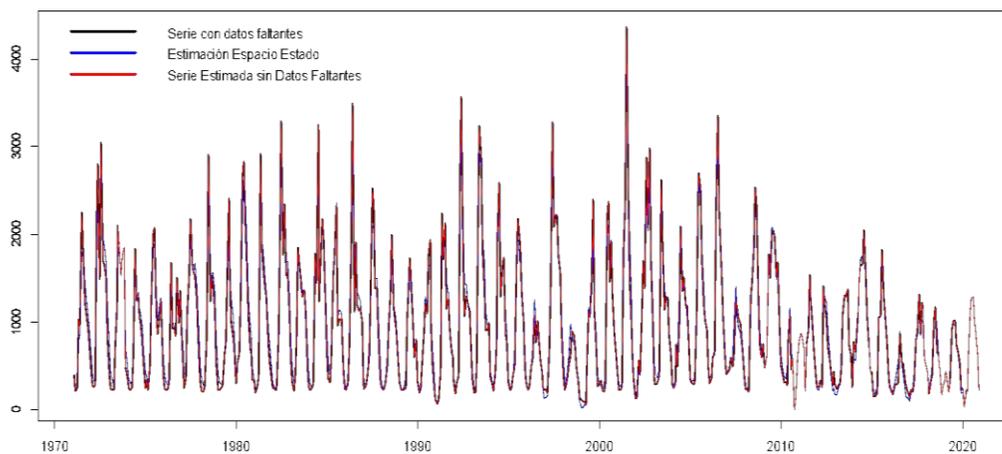


Figura A - 15. Serie de tiempo de caudal del río Biobío ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$) para datos faltantes e interpolados, para el período 1970-2020.

En el Anexo 3, se muestran las estaciones meteorológicas en torno a la cuenca del río Aconcagua (Figura A - 6). La serie temporal de las precipitaciones fue promediada mensualmente considerando las series temporales de 31 estaciones (Anexo 3, Tabla A - 6), resultando una serie promediada, la cual fue posteriormente interpolada para la recuperación de datos faltantes (Figura A - 16).

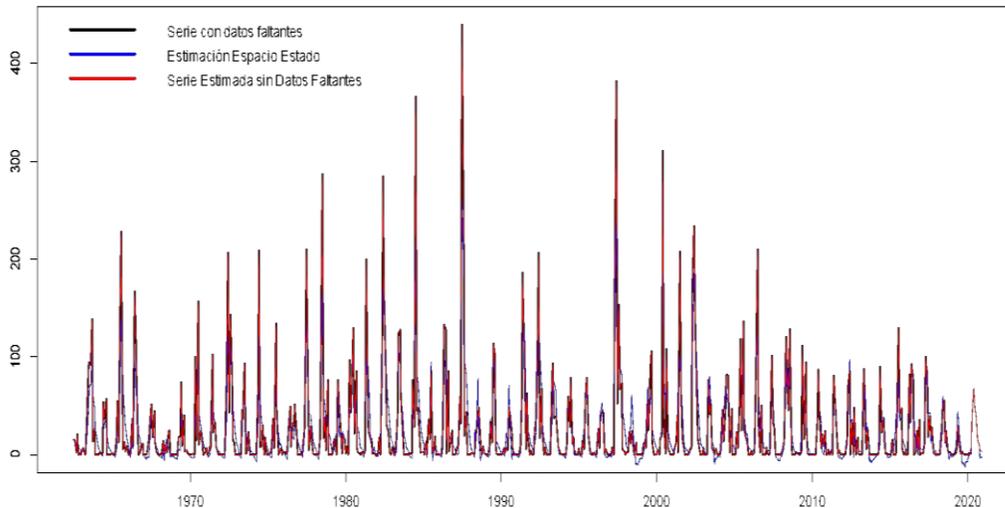


Figura A - 16. Serie de tiempo de precipitaciones (mm) para el río Aconcagua contrastando datos faltantes e interpolados, para el período 1960-2020.

Las estaciones meteorológicas en torno a la cuenca del río del Maipo (Anexo 3, Figura A - 7) se consideraron un total de 56 estaciones (Anexo 3, Tabla A - 7). La Figura A - 17 muestra la serie temporal de precipitaciones promediada mensualmente e interpolada de la cuenca del río Maipo.

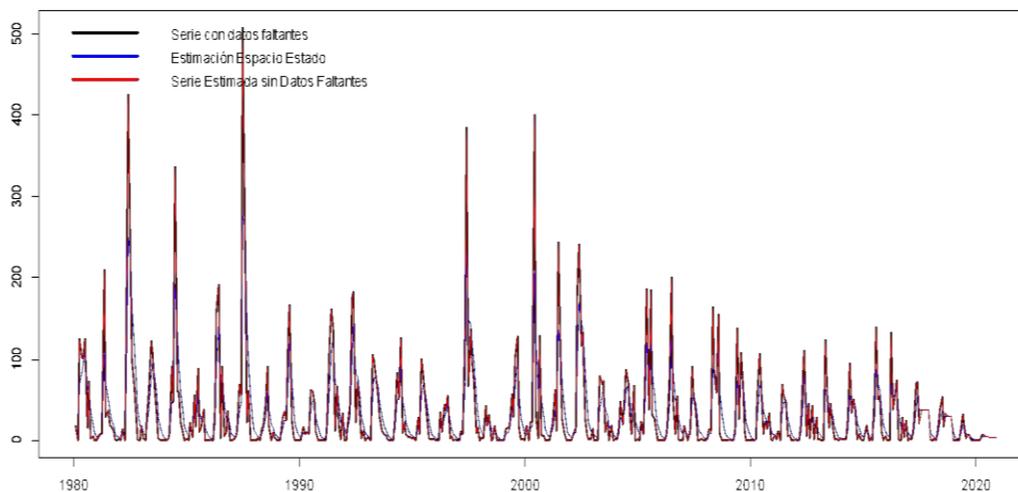


Figura A - 17. Serie de tiempo de precipitaciones (mm) para el río Maipo contrastando datos faltantes e interpolados, para el período 1980-2020.

Para la obtención de la serie temporal de precipitaciones promediada mensualmente e interpolada representativa de la cuenca del río Maule (Figura A - 18), se consideraron 53 estaciones (Anexo 3, Figura A - 8 y Tabla A - 8).

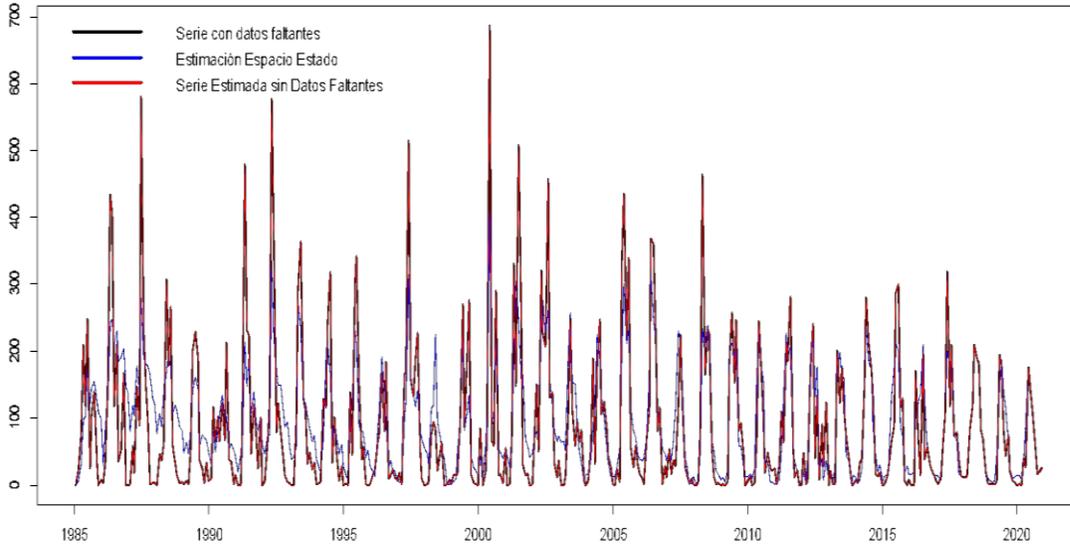


Figura A - 18. Serie de tiempo de precipitaciones (mm) para el río Maule contrastando datos faltantes e interpolados, para el período 1985-2020.

En el Anexo 3, se muestran las estaciones meteorológicas en torno a la cuenca del río Itata (Figura A - 9). La serie temporal de las precipitaciones fue promediada mensualmente considerando las series temporales de 36 estaciones (Anexo 3, Tabla A - 9), resultando una serie promediada, la cual fue posteriormente interpolada para la recuperación de datos faltantes (Figura A - 19).

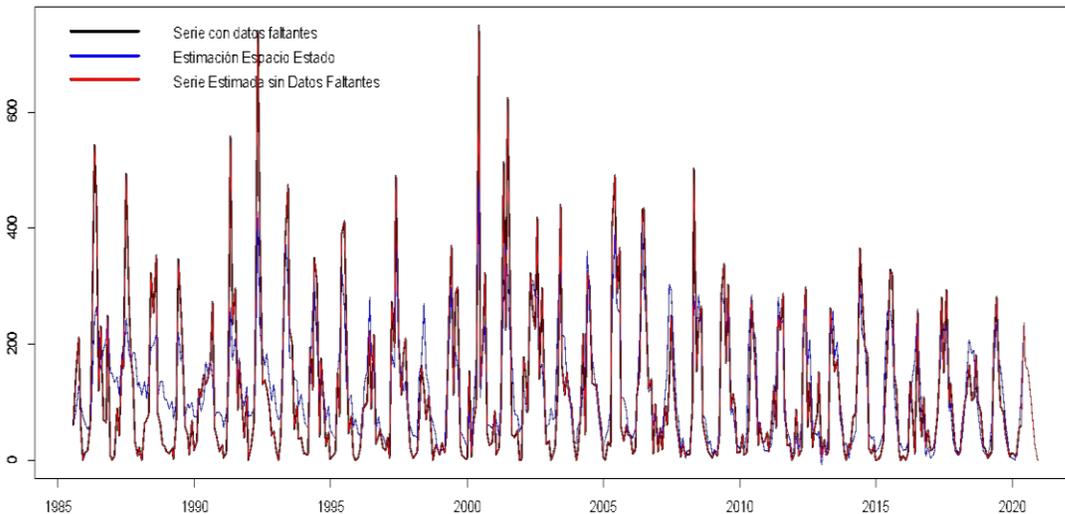


Figura A - 19. Serie de tiempo de precipitaciones (mm) para el río Itata contrastando datos faltantes e interpolados, para el período 1985-2020.

La serie temporal de precipitaciones promediada mensualmente, e interpolada representativa de la cuenca del río Biobío (Figura A - 20), consideró una serie de 29 estaciones (Anexo 3, Figura A - 10 y Tabla A - 10).

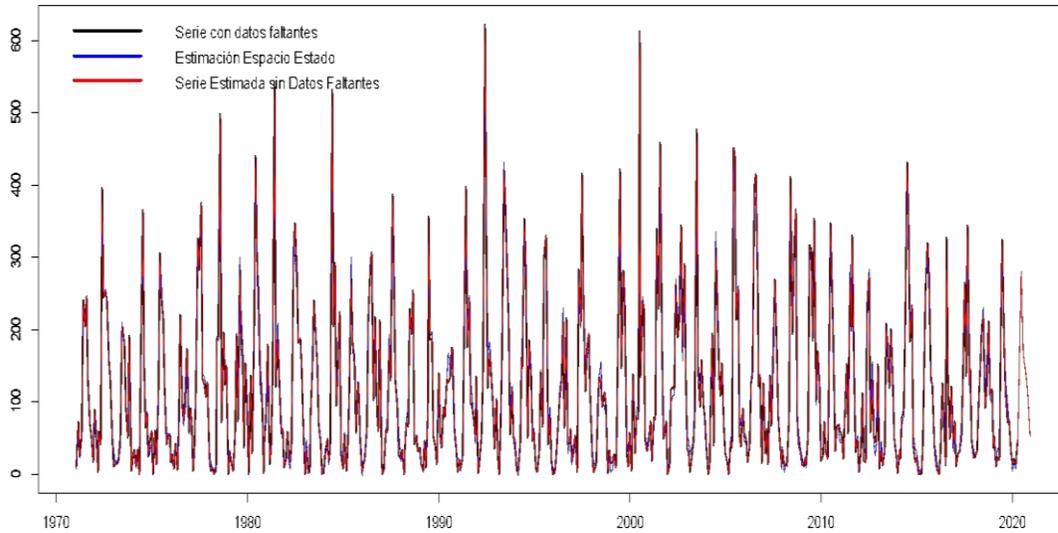


Figura A - 20. Serie de tiempo de precipitaciones (mm) para el río Biobío contrastando datos faltantes e interpolados, para el período 1970-2020.

9.5. ANEXO 5. DATOS DE PRECIPITACIONES DE MODELOS NUMÉRICOS GLOBALES: CMIP5

Tabla A - 11. Modelo Numéricos de Precipitaciones.

Centro de Modelado	Modelo	Institución	Términos de uso
BCC	BCC-CSM1.1 BCC-CSM1.1(m)	Beijing Climate Center, China Meteorological Administration	sin-restricción
CCCma	CanAM4 CanCM4 CanESM2	Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis	sin-restricción
CMCC	CMCC-CESM CMCC-CM CMCC-CMS	Centro Euro-Mediterraneo per I Cambiamenti Climatici	sin-restricción
CNRM-CERFACS	CNRM-CM5	Centre National de Recherches Meteorologiques / Centre Europeen de Recherche et Formation Avancees en Calcul Scientifique	sin-restricción
CNRM-CERFACS	CNRM-CM5-2	Centre National de Recherches Meteorologiques / Centre Europeen de Recherche et Formation Avancees en Calcul Scientifique	sin-restricción
COLA and NCEP	CFSv2-2011	Center for Ocean-Land-Atmosphere Studies and National Centers for Environmental Prediction	sin-restricción
CSIRO-BOM	ACCESS1.0 ACCESS1.3	CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, Australia), and BOM (Bureau of Meteorology, Australia)	sin-restricción
CSIRO-QCCCE	CSIRO-Mk3.6.0	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation in collaboration with the Queensland Climate Change Centre of Excellence	sin-restricción
EC-EARTH	EC-EARTH	EC-EARTH consortium	sin-restricción
FIO	FIO-ESM	The First Institute of Oceanography, SOA, China	sin-restricción
GCESS	BNU-ESM	College of Global Change and Earth System Science, Beijing Normal University	sin-restricción
INM	INM-CM4	Institute for Numerical Mathematics	sin-restricción
IPSL	IPSL-CM5A-LR IPSL-CM5A-MR IPSL-CM5B-LR	Institut Pierre-Simon Laplace	sin-restricción
LASG-CESS	FGOALS-g2	LASG, Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences; and CESS, Tsinghua University	sin-restricción

Centro de Modelado	Modelo	Institución	Términos de uso
LASG-IAP	FGOALS-gl FGOALS-s2	LASG, Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences	sin-restricción
MIROC	MIROC4h MIROC5	Atmosphere and Ocean Research Institute (The University of Tokyo), National Institute for Environmental Studies, and Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology	sin-restricción
MIROC	MIROC-ESM MIROC-ESM-CHEM	Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Atmosphere and Ocean Research Institute (The University of Tokyo), and National Institute for Environmental Studies	sin-restricción
MOHC (additional realizations by INPE)	HadCM3 HadCM3Q HadGEM2-A HadGEM2-CC HadGEM2-ES	Met Office Hadley Centre (additional HadGEM2-ES realizations contributed by Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)	sin-restricción
MPI-M	MPI-ESM-LR MPI-ESM-MR MPI-ESM-P	Max Planck Institute for Meteorology (MPI-M)	sin-restricción
MRI	MRI-AGCM3.2H MRI-AGCM3.2S MRI-CGCM3 MRI-ESM1	Meteorological Research Institute	sin-restricción
NASA GISS	GISS-E2-H GISS-E2-H-CC GISS-E2-R GISS-E2-R-CC	NASA Goddard Institute for Space Studies	sin-restricción
NASA GMAO	GEOS-5	NASA Global Modeling and Assimilation Office	sin-restricción
NCAR	CCSM4	National Center for Atmospheric Research	sin-restricción
NCC	NorESM1-M NorESM1-ME	Norwegian Climate Centre	sin-restricción
NICAM	NICAM.09	Nonhydrostatic Icosahedral Atmospheric Model Group	sin-restricción
NIMR/KMA	HadGEM2-AO	National Institute of Meteorological Research/Korea Meteorological Administration	sin-restricción
NOAA GFDL	GFDL-CM2.1 GFDL-CM3 GFDL-ESM2G GFDL-ESM2M GFDL-HIRAM-C180 GFDL-HIRAM-C360	Geophysical Fluid Dynamics Laboratory	sin-restricción
NSF-DOE-NCAR	CESM1(BGC) CESM1(CAM5) CESM1(CAM5.1, FV2) CESM1(FASTCHEM) CESM1(WACCM)	National Science Foundation, Department of Energy, National Center for Atmospheric Research	sin-restricción

9.6. ANEXO 6. PRIMERA SOLICITUD DE INFORMACIÓN AL SERNAPESCA (a)

Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA)

ACUSE DE RECIBO DE SOLICITUD DE ACCESO A LA INFORMACIÓN
LEY DE TRANSPARENCIA
AH010T0000712
Fecha: 06/01/2020 Hora: 18:07:28



1. Contenido de la Solicitud

Nombre y apellidos o razón social:	Sergio Muñoz Díaz
Tipo de persona:	Natural
Dirección postal y/o correo electrónico:	smunoz.diaz.2019@gmail.com
Nombre de apoderado (si corresponde):	
Solicitud realizada:	Región del Bío Bío, TALCAHUANO.
Observaciones:	1.- Datos históricos (desde enero 1980-diciembre 2019) de desembarque artesanal en la escala mensual de especies de moluscos, crustáceos y peces, por calaña, para las regiones de Coquimbo, Valparaíso, del Maule y del Bío Bío. 2.- Datos históricos (desde enero 1980-diciembre 2019) de desembarque artesanal en la escala mensual de especies de moluscos, crustáceos y peces, por puerto de desembarque, para las regiones de Coquimbo, Valparaíso, del Maule y del Bío Bío. 3.- Datos actuales (2018-2019, cinco años) por calaña de: a) Número de embarcaciones de pescadores artesanales, b) Suma de organizaciones de pescadores artesanales (OPAs), c) Identificación de pescadores o socios por OPAs y su nivel de desembarque, d) Número y categoría de pescadores (pescador, armador, buzo, recolector). 4.- Datos históricos (desde enero 1980-diciembre 2019) de comercialización y destino de la pesca, por calaña o por puerto de desembarque de moluscos, crustáceos y peces, en referencia a: a) precio en plaza, b) destino de la pesca (sal o de destino), c) línea de elaboración (fresco, congelado, conservas, etc). Los datos solicitados se establecen en el marco de la investigación asociada al proyecto del Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura, Proyecto FIPA 2019-22
Archivos adjuntos:	
Medio de envío o retiro de la información:	Correo electrónico
Formato de entrega de la información:	Excel
Sesión iniciada en Puntos:	Si
Vía de ingreso en el organismo:	Vía electrónica

De acuerdo a su requerimiento, este organismo procederá a verificar lo siguiente:

- Si su presentación constituye una solicitud de información,
- Si nuestra institución es competente para dar respuesta a ésta,
- Si su solicitud cumple con los requisitos obligatorios establecidos en el artículo 12 de la Ley de Transparencia.

2. Fecha de entrega vence el: 03/02/2020

El plazo máximo para responder una solicitud de información es de veinte (20) días hábiles. De acuerdo a su presentación la fecha máxima de entrega de la respuesta es el día 03/02/2020. Se informa además que excepcionalmente el plazo referido podrá ser prorrogado por otros 10 días hábiles, cuando existan circunstancias que hagan difícil reunir la información solicitada, conforme lo dispone el artículo 14 de la Ley de Transparencia.

Informamos además que la entrega de información eventualmente podrá estar condicionada al cobro de los costos directos de reproducción. Por su parte, y de acuerdo a lo establecido en el artículo 18 de la Ley de Transparencia, el no pago de tales costos suspende la entrega de la información requerida.

En caso que su solicitud de información no sea respondida en el plazo de veinte (20) días hábiles, o sea ésta denegada o bien la respuesta sea incompleta o no corresponda a lo solicitado, en aquellos casos que la ley lo permite usted podrá interponer un reclamo por denegación de información ante el Consejo para la Transparencia www.consejotransparencia.cl dentro del plazo de 15 días hábiles, contado desde la notificación de la denegación de acceso a la información, o desde que haya expirado el plazo definido para dar respuesta.

Victoria 2832, Valparaíso

Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA)

3. Seguimiento de la solicitud

Con este código de solicitud: **AH010T0000712**, podrá hacer seguimiento a su solicitud de acceso a través de los siguientes medios:
a) Directamente llamando al teléfono del organismo: 56 32 261 9176
b) Consultando presencialmente, en oficinas del organismo "Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA)", ubicadas en Victoria 2832, Valparaíso, en el horario Lunes a Viernes de 09:00 a 14:00 hrs
c) Digitando código de solicitud en www.portaltransparencia.cl opción "Hacer seguimiento a solicitudes"

4. Eventual subsanación

Si su solicitud de información no cumple con todos los requisitos señalados en el artículo 12 de la Ley de Transparencia, se le solicitará la subsanación o corrección de la misma, para lo cual tendrá un plazo máximo de cinco (5) días hábiles contados desde la notificación del requerimiento de subsanación. En caso que usted no responda a esta subsanación dentro del plazo señalado, se le tendrá por desistido de su petición.

SEGUNDA SOLICITUD DE INFORMACIÓN AL SERNAPESCA (b)

Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA)

ACUSE DE RECIBO DE SOLICITUD DE ACCESO A LA INFORMACIÓN
LEY DE TRANSPARENCIA
AH010T0001081

Fecha: 16/10/2020 Hora: 18:17:12



1. Contenido de la Solicitud

Nombre y apellidos o razón social:	ROBERTO SAN MARTIN VALDEBENTO
Tipo de persona:	Natural
Dirección postal y/o correo electrónico:	rsanmartin@inpesca.cl Región del BíoBío, CONCEPCIÓN,
Nombre de apoderado (si corresponde):	
Solicitud realizada:	Datos históricos (desde enero 1980-diciembre 2019) de materia prima, producción, plantas pesqueras, por por región puerto y mes de desembarque de especies de moluscos, crustáceos y peces, en referencia a: a) precio fraccionado en playa b) destino de la pesca (país de destino), c) línea de elaboración (fresco, congelado, conservas, etc), d) plantas elaboradoras que operaron esa línea de elaboración por región el año
Observaciones:	Observaciones: Los datos solicitados se establecen en el marco de la investigación asociada al proyecto del Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura, Proyecto FIPA 2019-22. Parte de esta solicitud fue realizada el 06 de enero de 2020 (AH010T0000712), pero no fue adjuntada a la base de datos enviada, por lo que nuevamente hacemos esta solicitud. Muchas gracias
Archivos adjuntos:	
Medio de envío o retro de la información:	Correo electrónico
Formato de entrega de la información:	Excel
Sesión iniciada en Portal:	SI
Vía de ingreso en el organismo:	Vía electrónica

De acuerdo a su requerimiento, este organismo procederá a verificar lo siguiente:
a) Si su presentación constituye una solicitud de información.
b) Si nuestra institución es competente para dar respuesta a ésta.
c) Si su solicitud cumple con los requisitos obligatorios establecidos en el artículo 12 de la Ley de Transparencia.

2. Fecha de entrega vence el: 13/11/2020
El plazo máximo para responder una solicitud de información es de veinte (20) días hábiles. De acuerdo a su presentación la fecha máxima de entrega de la respuesta es el día 13/11/2020. Se informa además que excepcionalmente el plazo referido podrá ser prorrogado por otros 10 días hábiles, cuando existan circunstancias que hagan difícil reunir la información solicitada, conforme lo dispone el artículo 14 de la Ley de Transparencia.

Informamos además que la entrega de información eventualmente podrá estar condicionada al cobro de los costos directos de reproducción. Por su parte, y de acuerdo a lo establecido en el artículo 18 de la Ley de Transparencia, el no pago de tales costos suspende la entrega de la información requerida.

En caso que su solicitud de información no sea respondida en el plazo de veinte (20) días hábiles, o sea ésta denegada o bien la respuesta sea incompleta o no corresponda a lo solicitado, en aquellos casos que la ley lo permite usted podrá interponer un reclamo por denegación de información ante el Consejo para la Transparencia www.consejotransparencia.cl dentro del plazo de 15 días hábiles, contado desde la notificación de la denegación de acceso a la información, o desde que haya expirado el plazo definido para dar respuesta.

3. Seguimiento de la solicitud
Con este código de solicitud: **AH010T0001081**, podrá hacer seguimiento a su solicitud de acceso a través de los siguientes medios:

Victoria 2832, Valparaíso

9.7. ANEXO 7. CONFIGURACIÓN DE LA BASE DE DATOS DE LOS PRECIOS DE RECURSOS DESEMBARCADOS EN PLAYA

(PRIMERA TRANSACCIÓN)

Tabla A - 12. Precios playa (\$/tonelada) de peces en caletas pre-seleccionadas, región de VALPARAÍSO

AÑO	CALETA	ESPECIE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2000	ALGARROBO	CONGRIO COLORADO		1500000					2000000					
2000	ALGARROBO	CONGRIO NEGRO		766667		850000							750000	
2000	EL QUISCO	CONGRIO COLORADO		1666667										
2000	EL QUISCO	CONGRIO NEGRO	500000	512500										450000
2000	EL QUISCO	CORVINA		1200000										
2002	HORCON	CONGRIO COLORADO					1300000	600000						
2003	HORCON	CONGRIO COLORADO												
2005	HORCON	CONGRIO COLORADO	2000000											2000000
2006	HORCON	CONGRIO COLORADO			2000000									
2007	HORCON	CONGRIO COLORADO			2500000	2500000	2000000		2500000	2800000				
2008	HORCON	CONGRIO COLORADO			3000000									
2011	HORCON	CONGRIO COLORADO				3500000	3250000		3000000	3500000			3500000	
2012	HORCON	CONGRIO COLORADO	3500000	3500000										
2002	HORCON	CONGRIO NEGRO					700000							500000
2005	HORCON	CONGRIO NEGRO	1000000											
2007	HORCON	CONGRIO NEGRO			1500000									3000000
2011	HORCON	CONGRIO NEGRO				2000000								
2012	HORCON	CONGRIO NEGRO	2000000	2000000										
2000	PAPUDO	CONGRIO COLORADO	1200000											
2014	PUERTECITO_SNO	CONGRIO COLORADO			3500000									
2014	PUERTECITO_SNO	CONGRIO NEGRO			1300000									
2015	PUERTECITO_SNO	CONGRIO NEGRO	1600000											
2001	QUINTAY	CONGRIO COLORADO	250000	1350000	1500000		1500000	1500000					1500000	
2002	QUINTAY	CONGRIO COLORADO		1500000					1500000					1500000
2003	QUINTAY	CONGRIO COLORADO					1500000				140000	140000		

2004	QUINTAY	CONGRIO COLORADO												
2005	QUINTAY	CONGRIO COLORADO		1500000	1800000							180000		1800000
2006	QUINTAY	CONGRIO COLORADO	1800000		1800000									
2007	QUINTAY	CONGRIO COLORADO	1800000		1800000									
2017	QUINTAY	CONGRIO COLORADO										4500000	4500000	4000000
2001	QUINTAY	CONGRIO NEGRO	700000	400000			2200000	2200000						
2002	QUINTAY	CONGRIO NEGRO		400000					400000				300000	400000
2003	QUINTAY	CONGRIO NEGRO	400000								450000	450000	450000	
2004	QUINTAY	CONGRIO NEGRO	475000											
2005	QUINTAY	CONGRIO NEGRO										100000		
2006	QUINTAY	CONGRIO NEGRO	1000000											
2007	QUINTAY	CONGRIO NEGRO	1000000											
2017	QUINTAY	CONGRIO NEGRO										2000000		

Tabla A - 13. Precios playa (\$/tonelada) de moluscos en caletas pre-seleccionadas, región de VALPARAÍSO

AÑO	CALETA	ESPECIE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2000	ALGARROBO	ALMEJA	350000											
2003	HORCON	LAPA				1300000		1400000						
2005	HORCON	LAPA						1000000						650000
2006	HORCON	LAPA												1000000
2011	HORCON	LAPA					800000						1000000	
2002	HORCON	LOCO									216000		2041500	
2001	QUINTAY	CARACOL TEGULA				300000			300000					
2002	QUINTAY	CARACOL TEGULA			300000	300000								
2007	QUINTAY	CARACOL TEGULA	200000											
2001	QUINTAY	LAPA	900000	900000		1000000	1000000	1000000	900000	900000	900000	990000		

2002	QUINTAY	LAPA		900000	950000	950000	950000	950000					
2003	QUINTAY	LAPA	950000				1300000	1300000		1400000		1500000	1500000
2004	QUINTAY	LAPA			135000	1350000	1300000						1350000
2005	QUINTAY	LAPA				900000	900000	1300000				800000	900000
2006	QUINTAY	LAPA					1200000	900000	900000				
2007	QUINTAY	LAPA	800000				1250000						
2002	QUINTAY	LOCO										8000000	
2001	VENTANAS	LAPA		800000		800000	900000		900000		900000	900000	900000
2003	VENTANAS	LAPA				1300000				1200000			
2002	VENTANAS	LOCO										1980000	

Tabla A - 14. Precios playa (\$/tonelada) de crustáceos en caletas pre-seleccionadas, región de VALPARAÍSO

AÑO	CALETA	ESPECIE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2006	PORTALES	JAIBA LIMON							320000					
2002	HORCON	JAIBA MORA							1000000					
2003	HORCON	JAIBA MORA	500000			667000		836500	840000	833000				
2004	HORCON	JAIBA MORA							1500000				1250000	
2005	HORCON	JAIBA MORA			1125000		1250000	833000	1000000				1250000	
2006	HORCON	JAIBA MORA				1250000		1250000						
2007	HORCON	JAIBA MORA			900000	840000	900000		900000	900000				
2008	HORCON	JAIBA MORA	1800000	1250000	1250000									
2000	PICHICUY	JAIBA MORA											666000	

Tabla A - 15. Precios playa (\$/tonelada) de peces en caletas pre-seleccionadas, región del MAULE

AÑO	CALETA	ESPECIE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2011	CURANIPE	CONGRIO COLORADO			2000000									
2011	LOANCO	CONGRIO COLORADO	2300000											
2002	PELLUHUE	CONGRIO COLORADO										1200000		
2002	DUAO	CONGRIO NEGRO												220000
2003	DUAO	CONGRIO NEGRO										500000		
2004	DUAO	CONGRIO NEGRO								500000				
2008	DUAO	CONGRIO NEGRO												200000
2014	LOS PELLINES	CONGRIO NEGRO			1700000									
2011	CURANIPE	CORVINA			1200000									
2002	DUAO	CORVINA								139500				800000
2011	LOANCO	CORVINA	2500000											

2014	LOS PELLINES	CORVINA			2000000									
2002	PELLUHUE	CORVINA								1000000		1500000	800000	
2010	PELLUHUE	CORVINA		2000000										
2011	PELLUHUE	CORVINA	1200000											
2012	RIO MAULE	LISA										800000		
2015	RIO MAULE	LISA			1200000									
2016	RIO MAULE	LISA			1300000									
2010	RIO MAULE	ROBALO												1000000
2015	RIO MAULE	ROBALO			1500000									

Tabla A - 16. Precios playa (\$/tonelada) de moluscos en caletas pre-seleccionadas, región del MAULE

“SIN REGISTROS EN BASE DE DATOS”

Tabla A - 17. Precios playa (\$/tonelada) de crustáceos en caletas pre-seleccionadas, región del MAULE

AÑO	CALETA	ESPECIE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2011	CURANIPE	JAIBA REMADORA	1250000		1500000									

Tabla A - 18. Precios playa (\$/tonelada) de peces en caletas pre-seleccionadas, región del BIOBÍO

AÑO	CALETA	ESPECIE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2003	SAN VICENTE	CABRILLA		330333					300000					
2003	LO ROJAS	CONGRIO COLORADO			1000000		1250000		900000					
2004	LO ROJAS	CONGRIO COLORADO	560000	540000	540000									
2013	LO ROJAS	CONGRIO COLORADO	1350000	1630000	1435000	1850000	1830000	1755000	1715000	1510000	2435000	2535000	2280000	2165000
2014	LO ROJAS	CONGRIO	2195000	2220000	1550000	2240000	2035000	1570000	1745000	2300000	2400000	3000000	3200000	2900000

		COLORADO												
2015	LO ROJAS	CONGRIO COLORADO	2950000	2750000	2900000	3000000	3050000	3300000		2850000	2850000			3500000
2016	LO ROJAS	CONGRIO COLORADO		2500000	2500000	2900000	3000000							2700000
2003	SAN VICENTE	CONGRIO COLORADO	1166666											
2013	SAN VICENTE	CONGRIO COLORADO								2500000				
2014	SAN VICENTE	CONGRIO COLORADO											3000000	
2015	SAN VICENTE	CONGRIO COLORADO						2000000						
2003	TALCAHUANO	CONGRIO COLORADO									700000			
2004	TALCAHUANO	CONGRIO COLORADO												500000
2005	TALCAHUANO	CONGRIO COLORADO			500000									
2013	TALCAHUANO	CONGRIO COLORADO	2250000											
2003	TOME	CONGRIO COLORADO		1800000	1800000		800000							
2013	TOME	CONGRIO COLORADO			1500000		1500000			1800000		1300000	1300000	
2014	TOME	CONGRIO COLORADO					1800000		1500000				1600000	2000000
2016	TOME	CONGRIO COLORADO				2200000	2500000							2000000
2017	TOME	CONGRIO COLORADO	2200000				2500000							
2003	LO ROJAS	CONGRIO NEGRO					500000		400000					
2013	LO ROJAS	CONGRIO NEGRO		1220000	895000	820000	795000	1120000	1050000	1155000	1730000	1790000	1540000	1485000
2014	LO ROJAS	CONGRIO NEGRO	1685000	1515000	1300000	1785000	1490000	1200000	1060000	1000000	2200000	1400000	1800000	1600000
2015	LO ROJAS	CONGRIO NEGRO	1700000	1800000	1700000	1800000	1800000	1800000						
2016	LO ROJAS	CONGRIO NEGRO	1900000	1900000		1550000								
2003	SAN VICENTE	CONGRIO NEGRO	230000											
2014	SAN VICENTE	CONGRIO NEGRO			1200000								1660000	1800000

2003	LO ROJAS	CORVINA		420000				800000						
2013	LO ROJAS	CORVINA	1780000	1700000	1650000	1640000	1635000	1230000	1315000	1340000	1735000	1960000	1660000	1780000
2014	LO ROJAS	CORVINA	1855000	1670000	1730000	2305000	2050000	1880000	1853333,3	2000000	2400000	3050000	3150000	3100000
2015	LO ROJAS	CORVINA	3000000	2975000	3100000	3000000	2950000	2533333,333	1800000	1890000	1890000	1500000	1700000	1700000
2016	LO ROJAS	CORVINA				3500000	3500000	3500000						
2002	SAN VICENTE	CORVINA					1200000		1200000					
2003	TALCAHUANO	CORVINA	850000			1300000				1200000				
2005	TALCAHUANO	CORVINA			800000									
2003	TOME	CORVINA					3000000		3500000	3500000	3500000			
2004	TOME	CORVINA	3500000	3500000	1950000	475000		575000	475000					
2013	TOME	CORVINA								2000000		1000000		
2014	TOME	CORVINA							800000			2000000	2000000	
2016	TOME	CORVINA						2500000						
2017	TOME	CORVINA	2000000				3000000							
2003	LO ROJAS	PEJERREY DE MAR			160000									
2004	LO ROJAS	PEJERREY DE MAR			410000		205000	295000		650000	475000	550000	600000	565000
2005	LO ROJAS	PEJERREY DE MAR			610000									
2013	LO ROJAS	PEJERREY DE MAR	385000	355000	355000	555000	525000	425000	465000	545000	535000	525000	545000	550000
2014	LO ROJAS	PEJERREY DE MAR	475000	405000	350000	810000	415000	365000	365000	410000	500000	600000	600000	
2015	LO ROJAS	PEJERREY DE MAR	250000	260000	300000	300000	200000	220000						
2016	LO ROJAS	PEJERREY DE MAR		500000	500000	550000	500000	600000						
2004	TALCAHUANO	PEJERREY DE MAR				400000								400000

Tabla A - 19. Precios playa (\$/tonelada) de moluscos en caletas pre-seleccionadas, región del BIOBÍO

AÑO	CALETA	ESPECIE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2003	TALCAHUANO	ALMEJA	330000	200000		260000	240000		233333	240000		500000	300000	300000
2004	TALCAHUANO	ALMEJA	591500	617500	517500	516500		450000	800000	516500			405000	450000
2005	TALCAHUANO	ALMEJA			600000									
2013	TALCAHUANO	ALMEJA					650000							
2013	SAN VICENTE	CHOLGA	333000		333000	500000	520000	800000		700000	750000			
2014	SAN VICENTE	CHOLGA					700000		680000	400000				
2015	SAN VICENTE	CHOLGA			400000	400000	330000			300000	300000	300000		
2003	TALCAHUANO	CHOLGA	120000	200000		250000	250000				250000			
2004	TALCAHUANO	CHOLGA	750000	600000	600000			600000	800000	500000				
2005	TALCAHUANO	CHOLGA			600000									
2013	TALCAHUANO	CHOLGA	450000				550000							
2014	TALCAHUANO	CHOLGA						600000						
2004	TOME	CHOLGA	880000	880000	300000									
2013	TOME	CHOLGA			1000000			480000		1100000				
2014	TOME	CHOLGA	1000000		700000		900000	900000	900000					
2015	TOME	CHOLGA	800000							200000				
2016	TOME	CHOLGA						2000000	2000000					
2017	TOME	CHOLGA		1500000										
2003	TUMBES	CULENGUE	400000				400000		233333	233333	233333	233333	233333	
2004	TUMBES	CULENGUE											240000	
2003	SAN VICENTE	LAPA	500000				400000					600000		
2013	SAN VICENTE	LAPA												700000
2014	SAN VICENTE	LAPA					1000000						1000000	
2003	TOME	LAPA							550000	550000	550000			
2004	TOME	LAPA	550000	550000	550000	425000		350000	550000					

2014	TOME	LAPA			500000									
2016	TOME	LAPA											700000	
2015	LIRQUEN	NAVAJUELA									1000000	600000	1250000	

Tabla A - 20. Precios playa (\$/tonelada) de moluscos en caletas pre-seleccionadas, región del BIOBÍO

AÑO	CALETA	ESPECIE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2013	LO ROJAS	JAIBA PELUDA O PACHONA	420000	802500	665000	630000	725000	505000	540000	675000	750000	785000	780000	750000
2014	LO ROJAS	JAIBA PELUDA O PACHONA	730000	735500	625000	760000	750000	720000	835000	940000	940000	940000	940000	940000
2015	LO ROJAS	JAIBA PELUDA O PACHONA	940000	940000	940000	940000	940000	940000	940000	940000	940000	940000	940000	940000
2016	LO ROJAS	JAIBA PELUDA O PACHONA	940000	940000	940000	940000	940000	940000	940000	940000	940000	940000	940000	940000
2017	LO ROJAS	JAIBA PELUDA O PACHONA	940000	940000	940000	940000	940000	940000	940000	940000	940000	940000	940000	940000
2003	TALCAHUANO	JAIBA PELUDA O PACHONA	650000	650000	650000	650000		700000	650000	700000			800000	658500
2005	TALCAHUANO	JAIBA PELUDA O PACHONA			1100000									
2014	TALCAHUANO	JAIBA PELUDA O PACHONA						900000						
2003	TOME	JAIBA PELUDA O PACHONA		1200000	1200000	1200000					150000		1200000	
2004	TOME	JAIBA PELUDA O PACHONA	150000	150000	150000	150000		150000	150000					
2014	TOME	JAIBA PELUDA O PACHONA							1100000					
2015	TOME	JAIBA PELUDA O PACHONA											1500000	
2016	TOME	JAIBA PELUDA O PACHONA				666000								
2017	TOME	JAIBA PELUDA O PACHONA		1000000							1500000			
2003	TALCAHUANO	PICOROCO	160000			180000	180000		250000	230000	200000			
2004	TALCAHUANO	PICOROCO	200000	350000	350000	250000		325000		240000			300000	

2005	TALCAHUANO	PICOROCO			300000									
2013	TALCAHUANO	PICOROCO		300000			480000							
2014	TALCAHUANO	PICOROCO						500000						
2013	TOME	PICOROCO					450000							
2017	TOME	PICOROCO										333000		

9.8. ANEXO 8. INSTRUMENTO ENTREVISTA



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

INSTITUTO INVESTIGACIÓN PESQUERA

2021

ENTREVISTA PESCADORES SONDEO

FIPA 2019-22 "Abundancia y distribución de moluscos, crustáceos y peces costeros de importancia comercial y su relación con la variabilidad de precipitaciones y caudal de ríos en Chile".



UNIVERSIDAD DEL BÍO BÍO

Servicio Entrenamiento y Productores Artesanales



CUESTIONARIO PESCADORES ARTESANALES

Fecha Entrevista	
Lugar Encuesta	
Nombre Entrevistador	

Datos Personales Entrevistado

Nombre	
--------	--

Caleta a la que pertenece y antigüedad	
Región	

Actividad Pesquera desempeñada	
--------------------------------	--

Cuántos años lleva operando	
-----------------------------	--

Socio OPA (Si-No)	
Nombre Organización	

¿Qué nivel de conocimiento tiene sobre las pesquerías? (mencionar pesquerías de la caleta identificadas, algas, crustáceos, moluscos y peces)	Alto	Medio	Bajo

1. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

Pregunta	Respuesta
1. ¿Podría identificar cuáles son los pescados y mariscos más importantes en la caleta?	
¿Por que?	

Pregunta	Respuesta
2. ¿Cuáles son los pescados y mariscos que se pagan mejor en playa actualmente en la caleta?	
¿Cuáles se pagaban mejor hace 10 años?	

Pregunta	Respuesta
3. ¿Cuáles son los pescados y mariscos desembarcados en la caleta que generan mayor cantidad de empleos para la caleta, provincia o región (considerar la cantidad de personas que realizan extracción, comercialización, y proceso en plantas)	



UNIVERSIDAD DEL BÍO BÍO

Sondeo: Embarcación y Procesamiento Artesanal



Pregunta	Respuesta
4. ¿Cuáles son los pescados y mariscos que se desembarcan por la caleta que entregan mayor estabilidad laboral durante el año? (desembarques y procesamientos continuos)	

Pregunta	Respuesta
5. Explique cómo se realiza la venta de los pescados y mariscos extraídos (crustáceos, moluscos), ¿se venden directamente al público en general?, ¿a algún intermediario?, ¿a algún representante de una planta?	
¿Podría indicar qué ocurre con los pescados y mariscos una vez que la planta lo compra?, ¿qué pasa con estos recursos?, ¿en qué se convierten y a quien o quienes se venden?	

Pregunta	Respuesta
6. ¿Cuáles peces o mariscos cree usted que han ido bajando su disponibilidad en el mar en los últimos años?	
¿Por qué cree usted que ha ocurrido esto?	

Pregunta	Respuesta
7. ¿Cree usted que el cambio climático tiene algún efecto sobre alguno de los recursos que se captura en la caleta?	
¿Cuál sería ese efecto?	

Pregunta	Respuesta
8. ¿Conoce usted si los pescadores realizan trabajos complementarios en la caleta o fuera de ella?	
¿Cuáles serían esos trabajos?	

9.9. ANEXO 9. PROTOCOLO INSTALACIÓN Y USO PLATAFORMA VIRTUAL GOOGLE MEET

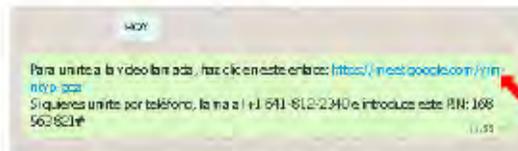
PROTOCOLO DE INSTALACIÓN Y USO DE PLATAFORMA VIRTUAL GOOGLE MEET

Objetivo: Establecer un protocolo básico de instalación y uso de la plataforma virtual google meet para que los miembros e invitados del comité de manejo del Golfo de Araucó (CMGA) puedan participar de las reuniones virtuales mientras siga la catástrofe sanitaria que afecta al país.

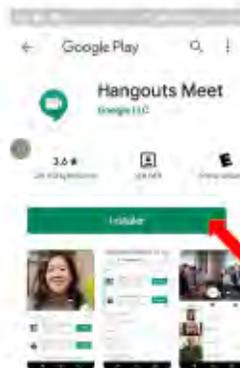
1. **Instalación del programa "google meet" ;Cómo descargarlo?**

La instalación del programa la puede hacer directamente en su teléfono celular donde usted se conectará a la reunión. Aquellas personas que puedan conectarse por medio de un computador y tengan "Google Chrome" podrán acceder directamente a la plataforma sin necesidad de descargar algún programa.

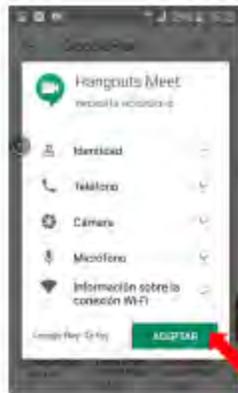
1.1 Para instalar el programa en su celular, se le enviará el siguiente enlace a su correo electrónico y/o su WhatsApp, sobre el texto de color azul usted deberá hacer clic, tal como lo indica la flecha roja.



1.2 Aparecerá el siguiente recuadro y debe hacer clic sobre "INSTALAR" (flecha roja).



1.3 Luego aparecerá el siguiente recuadro y debe hacer clic sobre "ACEPTAR" (flecha roja).

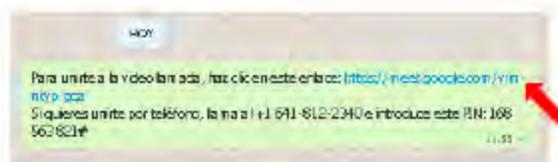


1.4 Finalmente aparecerá el siguiente recuadro que confirma que su programa se instaló correctamente.



2. Ingresar a la reunión ¿Cómo ingreso para participar de la reunión?

2.1 Una vez descargado el programa en su teléfono celular, debe unirse a la reunión haciendo clic sobre el enlace enviado (texto en azul) a su correo electrónico o WhatsApp que indica la flecha roja.



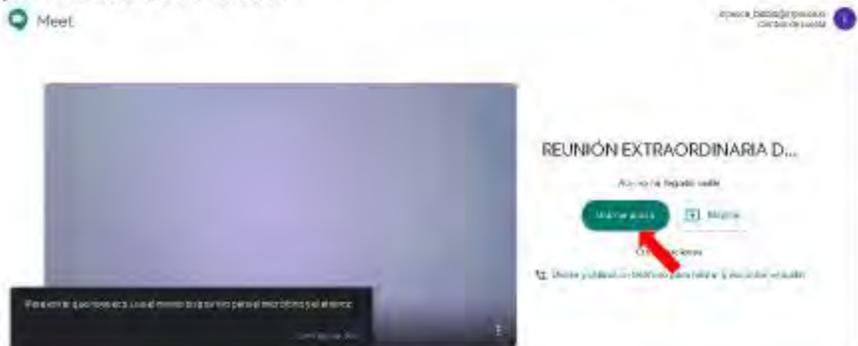
2.2 Aparecerá el siguiente recuadro y debe hacer clic sobre "SOLICITAR UNIRSE" (flecha roja).



2.3 Para quienes accedan por medio de su computador, debe hacer clic sobre el enlace enviado a su correo electrónico que indica la flecha roja, "UNIRSE A LA REUNIÓN".



2.4 Y luego debe hacer clic sobre, "UNIRSE AHORA", de esta manera quedará presente dentro de la sala.



9.10. ANEXO 10. REPORTE SONDEO VISUAL ACCESOS E INFRAESTRUCTURA DE CALETAS DEL MAULE Y BIOBIO DESDE PROYECTOS ANTERIORES

“CALETA DUAO” (REGIÓN DEL MAULE)

ASPECTOS GENERALES

Localidad: Identificar lugar en donde se realiza el sondeo, destacar en la comuna en que se inserta.

Accesos: Identificar los accesos que posee la localidad sondeada, describir los caminos que la conectan con otros lugares poblados, en este caso, tipo de construcción (pavimento, ripio, tierra), número de caminos y sus destinos.

Acceso a través de la ruta j-60 que se extiende desde Curicó a infiernillo (asfaltada). a través de la comuna de Vichuquén por la ruta j-850 (ripio).

Servicios Básicos: Identificar los existentes en la localidad: agua potable, alcantarillado, electricidad, telefonía (residencial, rural y celular), en el caso de la telefonía celular identificar que proveedores existen, servicio de internet.

Hay APR
Electricidad
Telefonía móvil (movistar, entel, wom, virgin)
Internet a través de BAM y teléfono celular
Existe alcantarillado solo en poblaciones nuevas

Infraestructura portuaria, productiva, social y otra operativa.

Tipo	N°
Muelle	0
Molo	0
Atracadero	0
Varadero	
Rampa	2
Explanada Pavimentada	2
Winche	0
Tractor comunitario	3
Pluma de levante	0

Tipo	N°
Cobertizo (PA)	0
Baños (PA)	15
Duchas (PA)	
Sedes Sociales	0
Equipo Radio Base	
Restaurante	1
Oficinas	4
Sala de reuniones	1
Puestos de venta	

Grúa (muelle)	0
Equipo pesaje (PA)	0
Boxes/bodegas (PA)	30
Galpón de trabajo (PA)	0

Imágenes caleta Duao

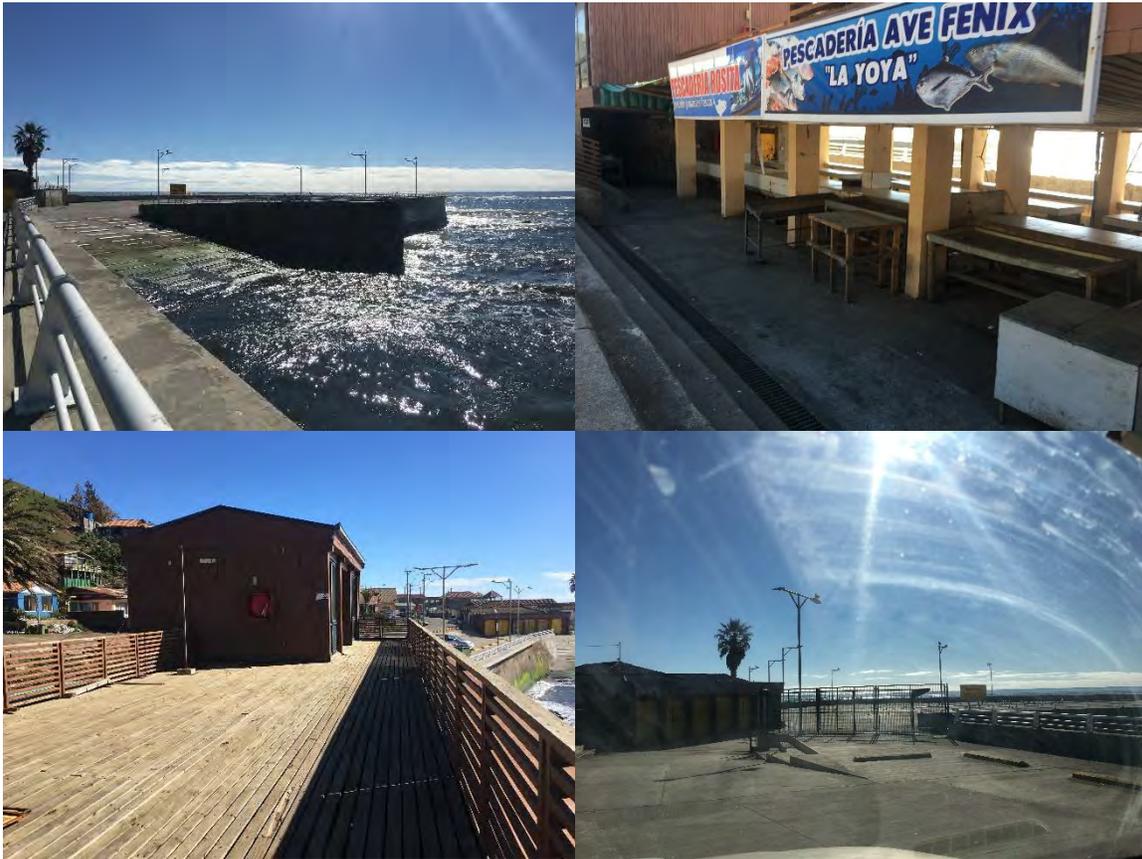


Figura A - 21. Vistas representativas del paisaje y edificaciones de caleta Duao.

“CALETA PELLUHUE” (REGIÓN DEL MAULE)

ASPECTOS GENERALES

Localidad: Identificar lugar en donde se realiza el sondeo, destacar en la comuna en que se inserta.

Accesos: Identificar los accesos que posee la localidad sondeada, describir los caminos que la conectan con otros lugares poblados, en este caso, tipo de construcción (pavimento, ripio, tierra), número de caminos y sus destinos.

El acceso a la caleta Pelluhue es a través de la ruta m-50, que conecta constitución y cauquenes. de esta ruta nace la ruta m-80-n, la cual se conecta con el sector de Pllay y Buchupureo (que están sobre la misma ruta, pero por estar en la región del Biobío recibe el nombre de ruta n-102-m. todas las rutas mencionadas se encuentran asfaltadas.

Servicios Básicos: Identificar los existentes en la localidad: agua potable, alcantarillado, electricidad, telefonía (residencial, rural y celular), en el caso de la telefonía celular identificar que proveedores existen, servicio de internet.

Telefonía fija y móvil (entel, claro, movistar, wom)

Agua potable

Electricidad

Alcantarillado

Infraestructura portuaria, productiva, social y otra operativa.

Tipo	N°
Muelle	0
Molo	0
Atracadero	0
Varadero	0
Rampa	0
Explanada Pavimentada	0
Winche	0
Tractor comunitario	0
Pluma de levante (muelle)	0
Grúa (muelle)	0
Equipo pesaje (PA)	0
Boxes/bodegas (PA)	0
Galpón de trabajo (PA)	1

Tipo	N°
Cobertizo (PA)	0
Baños (PA)	1
Duchas (PA)	1
Sedes Sociales	0
Equipo Radio Base	0
Sala de depuración	1
Galón multipropósito	1

Imágenes caleta Pelluhue



Figura A - 22. Vistas representativas del paisaje y edificaciones de caleta Pelluhue

“CALETA TUMBES” (REGIÓN DEL BIOBIO)

ASPECTOS GENERALES

Localidad: Identificar lugar en donde se realiza el sondeo, destacar en la comuna en que se inserta.

Sondeo realizado en sector muelle.

Accesos: Identificar los accesos que posee la localidad sondeada, describir los caminos que la conectan con otros lugares poblados, en este caso, tipo de construcción (pavimento, ripio, tierra), número de caminos y sus destinos.

Acceso desde sector las canchas, camino pavimentado en buen estado
 Poco espacio para estacionamiento
 Calles del sector están pavimentadas

Servicios Básicos: Identificar los existentes en la localidad: agua potable, alcantarillado, electricidad, telefonía (residencial, rural y celular), en el caso de la telefonía celular identificar que proveedores existen, servicio de internet.

Agua potable: si
 Luz eléctrica: si
 Señal celular: si
 Internet: si
 Alcantarillado: si
 Locomoción colectiva: si

Infraestructura portuaria, productiva, social y otra operativa.

Tipo	N°
Muelle	1
Molo	0
Atracadero	4
Varadero	10
Rampa	1
Explanada Pavimentada	SI
Winche	10
Tractor comunitario	0
Pluma de levante (muelle)	1
Grúa (muelle)	0
Equipo pesaje (PA)	0
Boxes/bodegas (PA)	0
Galpón de trabajo (PA)	0

Tipo	N°
Cobertizo (PA)	0
Baños (PA)	0
Duchas (PA)	0
Sedes Sociales	2
Equipo Radio Base	0
Otros especificar	

Imágenes caleta Tumbes



Figura A - 23. Vistas representativas del paisaje y edificaciones de caleta Tumbes

“CALETA SAN VICENTE” (REGIÓN DEL BIOBIO)

ASPECTOS GENERALES

Accesos: calles pavimentada en regular estado.

Servicios Básicos: todos los de sector urbano.

Infraestructura portuaria, productiva y social

Tipo	N°
Muelle	
Molo	1
Atracadero	
Varadero	
Rampa	
Explanada Pavimentada	1
Winche	
Pluma de levante	1
Grúa	
Tractos comunitario	

Tipo	N°
Boxes	1
Bodegas	1
Galpón de trabajo	
Cobertizo	
Baños	1
Duchas	
Sedes Sociales	
Equipo Radio Base	
Equipo pesaje	
Otros especificar	

RECURSOS: Coto y Luga son extraídos por mariscadores (ranas), los mismos sacan cholgas y piures.

Sector extracción: En la parte de atrás del puerto.

Estacionalidad: En el verano, con inicios a fines de noviembre.

Imágenes caleta San Vicente



Figura A - 24. Vistas representativas del paisaje y edificaciones de caleta San Vicente

9.11. ANEXO 11. CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS EN LAS LOCALIDADES DE ESTUDIO

Para el análisis de la información demográfica se utilizó la escala comunal, en consideración de que muchos pescadores al menos en las caletas de la Octava Región residen fuera de la caleta, en puntos cercanos a la misma circunscritos dentro de comuna. De este modo, se señala que la información demográfica obtenida desde los Censos 2002 y 2017 se presenta en la escala comunal.

a) Región de Valparaíso

En términos generales según el censo de 2017, esta región tiene una población de 1.815.902 habitantes (Tabla A - 21) y concentra el 10,3% de la población del país. De este total, un 48,5% son hombres y un 51,5% son mujeres, registrándose un índice de masculinidad 94 hombres por cada 100 mujeres país.

Tabla A - 21. Habitantes de la región de Valparaíso por grupo etario y género (Fuente INE Censo 2017, elaboración propia).

Grupo Etario	Mujeres	Hombres	Total
0 a 14 años	176.459	169.672	346.131
15 a 64 años	598.402	624.256	1.222.658
65 y más	105.354	141.759	247.113
TOTAL	880.215	935.687	1.815.902

Aunque la Región de Valparaíso presenta una población relativamente joven, la tendencia es al envejecimiento progresivo, tal como sucede en muchos sectores de Chile y el mundo. Esta tendencia progresiva refleja cambios etarios significativos similares a lo que ocurre a nivel país: mientras en el año 2002 el 24,3% de la población era menor de 14 años, en el 2017, se registró un 19,1% en ese rango de edad. Paralelamente, aumenta la población entre 15 y 64 años y también aumenta la población sobre 65 años, en 1,4% y 3,8% respectivamente. Ello determinó que el índice de dependencia demográfica de menores disminuyera desde un valor de 37 a 28,3 y el índice de dependencia demográfica de mayores aumentará desde 14,8 a 20,2 indicando que la población inactiva ha aumentado desde el censo de 2002 (Tabla A - 22).

Tabla A - 22. Índice de dependencia demográfica total, de menores y de mayores registrada en los censos de 2002 y 2017 (Fuente INE Censo2002 y 2017, elaboración propia).

Censo	Total	Menores	Mayores
-------	-------	---------	---------

2002	51,8	37,0	14,8
2017	48,5	28,3	20,2

En esta región las localidades pre-seleccionadas para el análisis están inmersas en 8 comunas, las cuales corresponde desde norte a sur, a Puchuncavi, Quintero, Algarrobo, El Quisco y San Antonio (Figura A - 25).

El total de estas comunas representó 9,5% de la población total de la región de Valparaíso con un valor total de 171.591 habitantes. Se observó que la comuna menos poblada correspondió a la de Algarrobo con sólo 13.817 habitantes y la más poblada es San Antonio con 91.350 habitantes (Figura A - 25, Tabla A - 23). En términos de género en la mayor parte de estas comunas se observó una proporción femenina más alta, en este caso por cada 100 mujeres la cantidad de hombres fluctuó desde 95 a 99 (índice de masculinidad) y sólo en la comuna de Puchuncavi la proporción fue más alta para los hombres indicando que por cada 100 mujeres hay 102 (Figura A - 26).

El grupo etario más relevante correspondió al de 15 a 64 años, este fluctuó desde 61,1% a 70,2% en las comunas seleccionadas, es importante señalar que este rango de edades es considerado la edad laboral (Tabla A - 23). En términos comparativos con el Censo del 2002 la dependencia de menores (0 a 14 años) ha sufrido una baja en todas comunas, característica que además se logra observar a nivel regional y nacional, de esta manera la comuna en la cual se observó una mayor caída correspondió a la de Algarrobo en donde esta caída ha superado los 10 puntos (Figura A - 27).

En relación a la educación, considerando sólo al grupo etario 15 a 59 años correspondiente al grupo en edad laboral, se observó que en todas las comunas seleccionadas la mayor parte de la población censada (sobre un 60%) indicó haber terminado algún nivel de educación, ya sea de educación básica, media o superior, los mayores valores se registraron en las comunas de Puchuncavi, Quintero y San Antonio con un 74%, un 75% y 76% respectivamente (Figura A - 28). El nivel educacional más alto alcanzado en los censados fluctuó en las diferentes comunas entre la educación básica y la profesional, esta última adquirida en universidades o institutos profesionales, a pesar de ello se destacó un patrón similar en todas las comunas seleccionadas, que consistió en que la mayor parte de la población indicó haber completado la educación científico-humanista (educación media) y en segundo lugar la educación técnico profesional. Por otro lado, se destacó que un 10 a 20 % indicó haber completado la educación profesional (Figura A - 29).

De la totalidad del grupo etario de 15 a 100 años censado para las comunas seleccionadas sólo declaró trabajar entre un 50,7% y un 55,4%, se agregó a este grupo etario habitantes sobre 80 años considerando que existió declaración de actividad laboral, sobre todo en categoría laboral terciaria, la mayor proporción que declaró trabajar se registró en las comunas de San Antonio con un 55,4%, en tanto las comunas que registraron una menor proporción fueron el Quisco y Quintero con un 50,7% y un 52,7 respectivamente (Figura A - 30). Al observar los resultados de la

declaración de actividad por categoría, para los grupos etarios de 15 a 59 años y 60 a 100 años, se advirtió que la mayor parte de los que declaran actividad laboral corresponden al grupo etario de 15 a 59 años con valores que van desde un 84,1% a 87,7% en las comunas seleccionadas, igualmente se destaca que desde un 11,5% a 15,9% que declara trabajar corresponda al grupo 60 a 100 años. El sector laboral que se destaca como el más importante en relación a la cantidad de habitantes que declaró trabajar corresponde al terciario, este sector incluye a las siguientes ramas de actividad económica: comercio, transporte y comunicaciones, servicios financieros, y servicios comunales, sociales y personales (Figura A - 33).

En relación al ámbito étnico se indicó que los habitantes de las comunas seleccionadas declararon pertenecer a alguna comunidad de pueblos originarios en un bajo porcentaje el cual fluctuó desde un 6% a un 9% (Figura A - 31). Esta fracción de la población se identifica con comunidades de al menos 9 pueblos originarios, tales como: Mapuche, Aymara, Rapanui, Lican Antai, Quechua, Colla, Diaguita, Kawésqar y Yagán (Figura A - 32), de los cuales el más relevante corresponde al pueblo mapuche con un 89,3% y en menor magnitud a los pueblos Aymara y Diaguita con un 2,6% y 1,6% respectivamente.

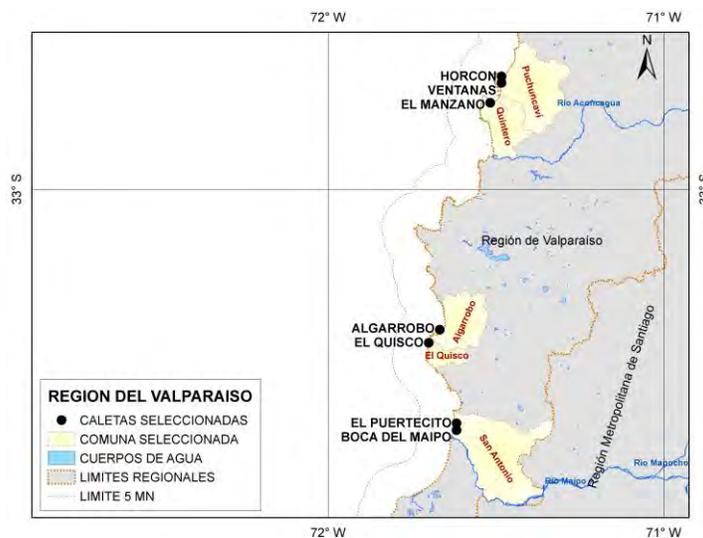


Figura A - 25. Representación espacial de las localidades de estudio y de las comunas en las cuales están circunscritas, para la región de Valparaíso (Fuente: Biblioteca del congreso, elaboración propia).

Tabla A - 23. Habitantes de la región de Valparaíso por común, grupo etario y género (Fuente INE Censo 2017, elaboración propia).

Comuna	Grupo Etario	Mujeres	Hombres	Total
Puchuncavi	0 a 14 años	1.923	1.765	3.688
	15 a 64 años	6.183	6.003	12.186
	65 y más	1.252	1.420	2.672
	TOTAL	9.358	9.188	18.546
Quintero	0 a 14 años	3.424	3.200	6.624
	15 a 64 años	10.479	10.562	21.041
	65 y más	1.931	2.327	4.258
	TOTAL	15.834	16.089	31.923
Algarrobo	0 a 14 años	1.196	1.229	2.425
	15 a 64 años	4.316	4.406	8.722
	65 y más	1.222	1.448	2.670
	TOTAL	6.734	7.083	13.817
El Quisco	0 a 14 años	1.431	1.426	2.857
	15 a 64 años	4.840	4.910	9.750
	65 y más	1.555	1.793	3.348
	TOTAL	7.826	8.129	15.955
San Antonio	0 a 14 años	9.554	9.112	18.666
	15 a 64 años	30.182	30.873	61.055
	65 y más	4.977	6.652	11.629
	TOTAL	44.713	46.637	91.350

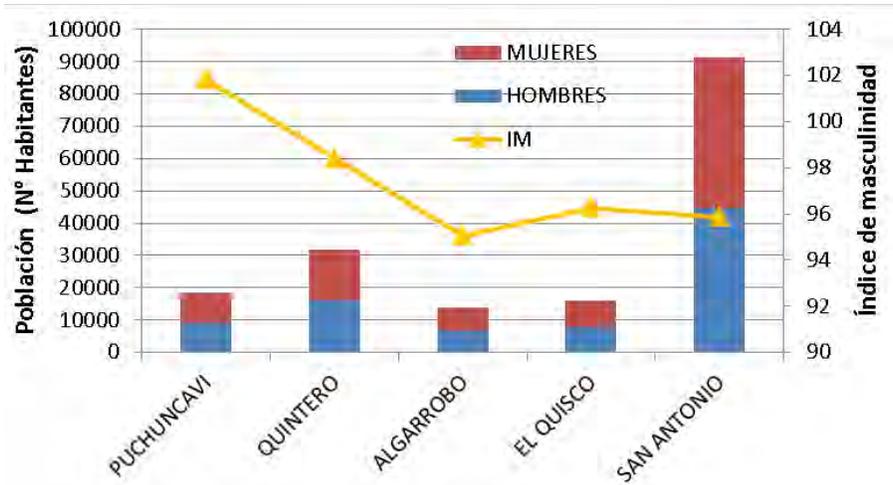


Figura A - 26. Población humana, en número de habitantes por género e índice de masculinidad registrados durante el censo del 2017 en las comunas en donde se emplazan las caletas en estudio de la región de Valparaíso (Fuente INE Censo 2017, elaboración propia).

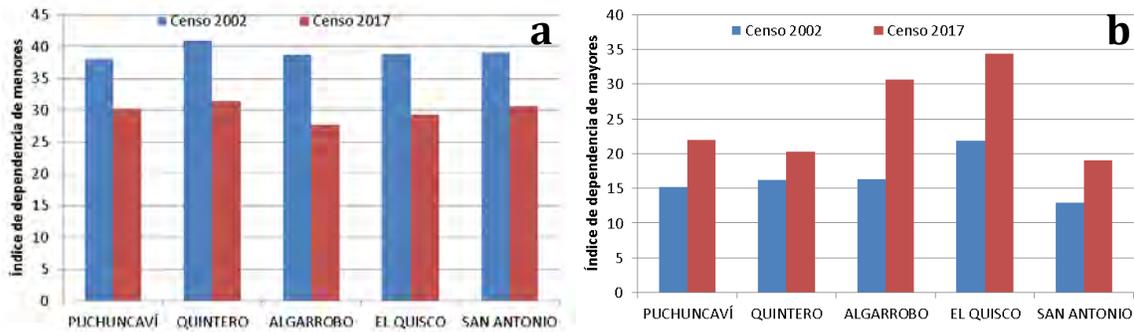


Figura A - 27. Representación del índice de menores (a) y mayores (b) registrados para las comunas seleccionadas de la región de Valparaíso en el Censo de 2017 (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).

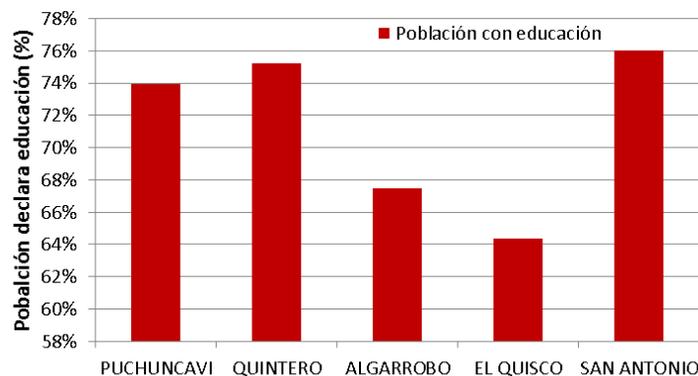


Figura A - 28. Representación de la población que indica tener algún grado de educación en las comunas seleccionadas de la región de Valparaíso en el Censo de 2017 (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).

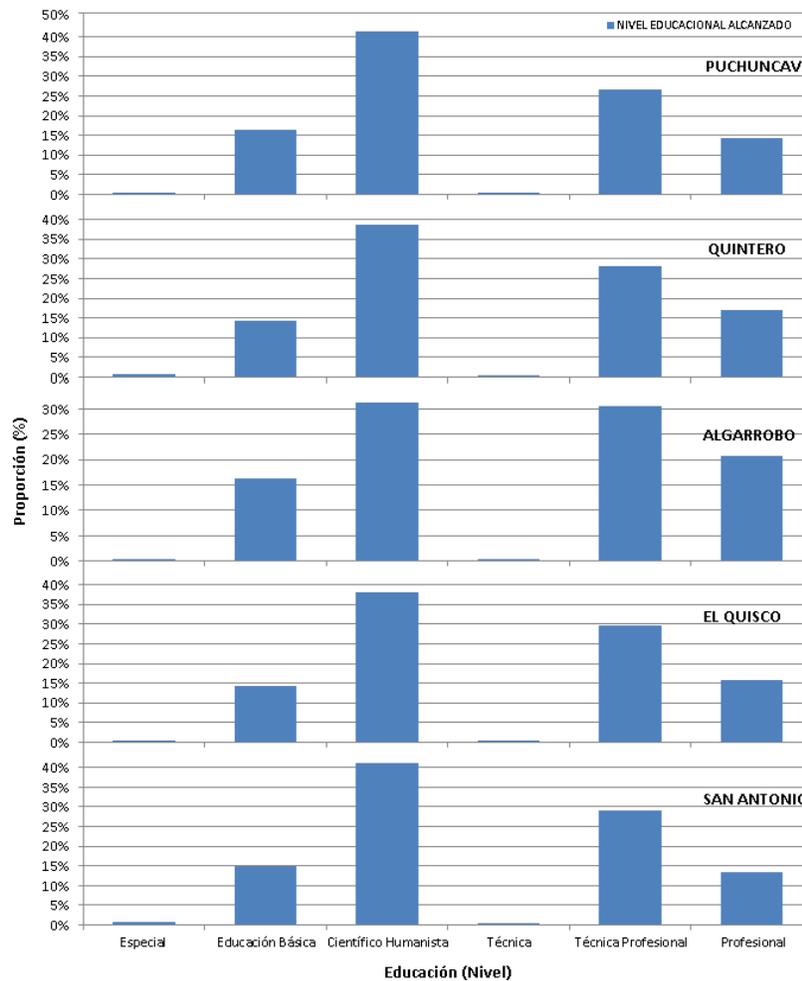


Figura A - 29. Representación del grado de educación alcanzado por la población encuestada en el Censo de 2017 en las comunas seleccionadas para la región de Valparaíso (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).

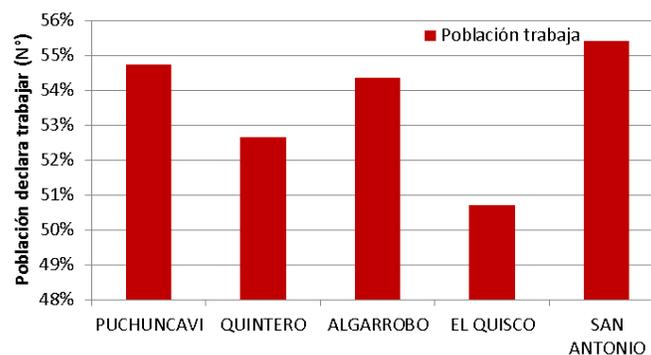


Figura A - 30. Representación de la población que declara trabajar para las comunas seleccionadas de la región de Valparaíso, en el Censo de 2017 (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).

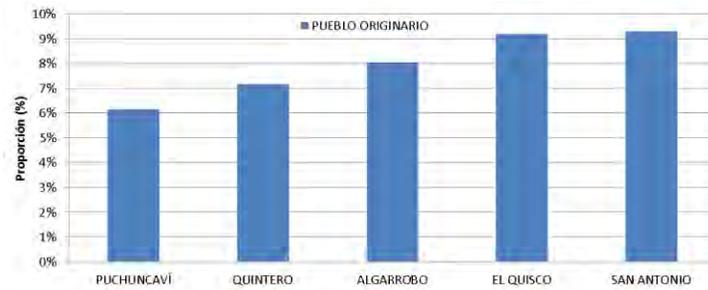


Figura A - 31. Población que indica pertenecer a algún pueblo originario en las comunas seleccionadas de la región de Valparaíso (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).

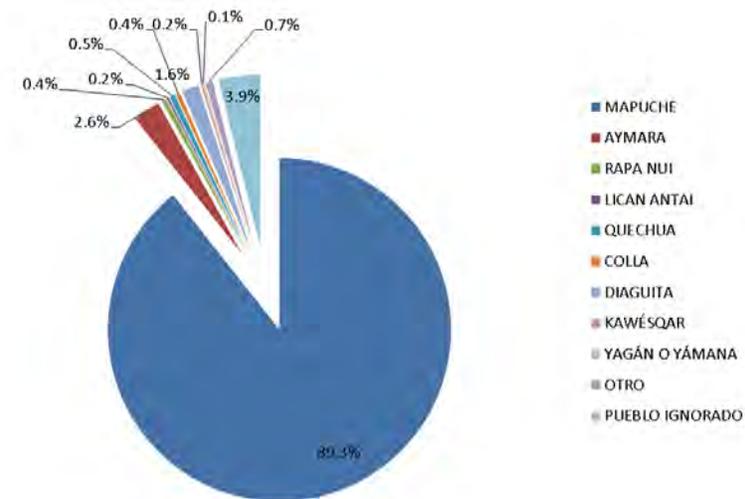


Figura A - 32. Proporción en porcentaje de habitantes de las comunas seleccionadas de la región de Valparaíso que se identifican con comunidades de pueblos originarios (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).

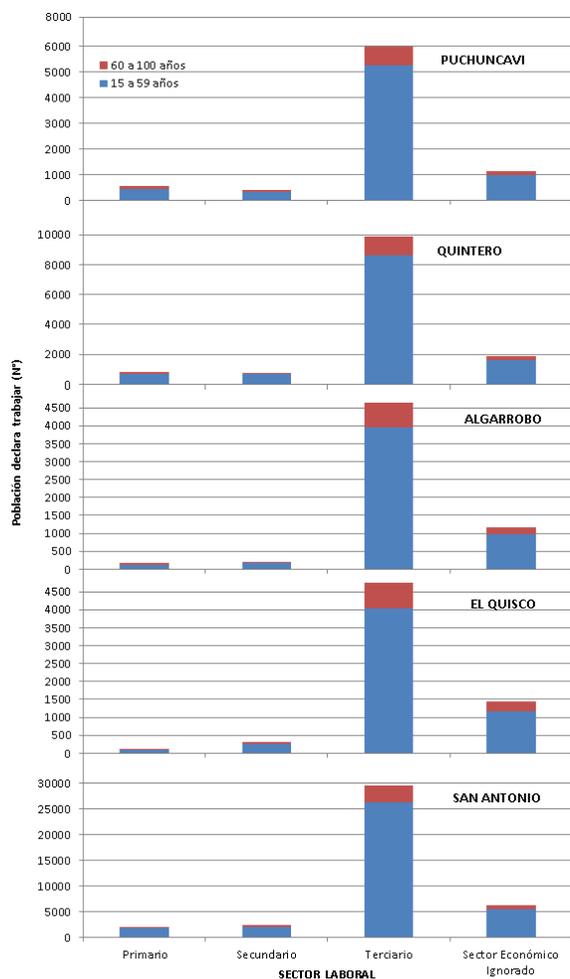


Figura A - 33. Población que declara trabajar por sector productivo, en las comunas seleccionadas de la región de Valparaíso (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).

b) Región del Maule

En términos generales según el censo de 2017, esta región tiene una población de 1.044.950 habitantes y concentra el 6% de la población del país. De este total, un 49,0% son hombres y un 51,0% son mujeres, registrándose un índice de masculinidad 96 hombres por cada 100 mujeres país (Tabla A - 24).

Tal como sucede en la región de Valparaíso, en esta región también se observó la presencia de una población relativamente joven, y la tendencia es al envejecimiento progresivo. Esta tendencia progresiva refleja cambios etarios significativos en esta región, mientras en el año 2002 el 26,5% de la población era menor de 14 años, en el 2017, se registró un 20,4% en ese rango de edad. Paralelamente, aumenta la población entre 15 y 64 años y también aumenta la población sobre 65 años, en 2,0% y 4,1% respectivamente. Ello determinó que el índice de dependencia demográfica de menores disminuyera desde un valor de 40,6 a 30,3 y el índice de dependencia demográfica de mayores aumentará desde 12,6 a 18,3 indicando que la población inactiva ha aumentado desde el censo de 2002 (Tabla A - 25).

Tabla A - 24. Habitantes de la región de Maule por grupo etario y género (Fuente INE Censo 2017, elaboración propia).

Grupo Etario	Mujeres	Hombres	Total
0 a 14 años	108.844	104.441	213.285
15 a 64 años	343.266	359.829	703.095
65 y más	59.514	69.056	128.570
TOTAL	511.624	533.326	1.044.950

Tabla A - 25. Índice de dependencia demográfica total, de menores y de mayores registrada en los censos de 2002 y 2017 (Fuente INE Censo2002 y 2017, elaboración propia).

Censo	Total	Menores	Mayores
2002	53,2	40,6	12,6
2017	48,6	30,3	18,3

En esta región las localidades pre-seleccionadas para el análisis están inmersas en 3 comunas, las cuales corresponde desde norte a sur, a la Licantén, Constitución y Pelluhue (Figura A - 34).

El total de estas comunas representó 5,8% de la población total de la región del Maule con un valor total de 60.292 habitantes. Se observó que la comuna menos poblada correspondió a la de Licantén con sólo 6.653 habitantes y la más poblada fue Constitución con 46.068 habitantes (Figura A - 35, Tabla A - 26). En términos de género en la comuna de Constitución se logró observar un balance en la proporción femenina y masculina, en este caso por cada 100 mujeres la cantidad de hombres fue de 100 (índice de masculinidad), en tanto en la comuna de Licantén se registró una mayor proporción masculina y en la comuna de Pelluhue una mayor proporción femenina indicando que por cada 100 mujeres hay 102 y 99 hombres respectivamente (Figura A - 35).

El grupo etario más relevante correspondió al de 15 a 64 años, este fluctuó desde 63,2% a 67,8% en las comunas seleccionadas, es importante señalar que este rango de edades es considerado la edad laboral (Tabla A - 26). En términos comparativos con el Censo del 2002 la dependencia de menores (0 a 14 años) ha sufrido una baja en las tres comunas analizadas, característica que además se logra observar a nivel regional y nacional, de esta manera las comunas en las cuales se observó una mayor caída correspondieron a las comunas de Licantén y Constitución en donde esta caída ha superado los 10 puntos (Figura A - 36).

En relación a la educación, considerando sólo al grupo etario 15 a 59 años correspondiente al grupo en edad laboral, se observó que en todas las comunas seleccionadas la mayor parte de la población censada (sobre un 70%) indicó haber terminado algún nivel de educación, ya sea de educación básica, media o superior, los

mayores valores se registraron en las comunas de Constitución y Licantén con un 79,4% y un 73,5% respectivamente (Figura A - 37). El nivel educacional más alto alcanzado en los censados fluctuó en las diferentes comunas entre la educación básica y la profesional, esta última adquirida en universidades o institutos profesionales, a pesar de ello se destacó un patrón similar en todas las comunas seleccionadas, que consistió en que la mayor parte de la población indicó haber completado la educación científico-humanista (educación media) y en segundo lugar la educación básica. Por otro lado, se destacó que un 10,6 a 12,7% indicó haber completado la educación profesional (Figura A - 38).

De la totalidad del grupo etario de 15 a 100 años censado para las comunas seleccionadas sólo declaró trabajar entre un 50,1% y un 55,2%, se agregó a este grupo etario habitantes sobre 80 años considerando que existió declaración de actividad laboral, sobre todo en categoría laboral terciaria, la mayor proporción que declaró trabajar se registró en las comunas de Constitución y Licantén con un 52,2% y un 55,0% respectivamente (Figura A - 39). Al observar los resultados de la declaración de actividad por categoría, para los grupos etarios de 15 a 59 años y 60 a 100 años, se advirtió que la mayor parte de los que declaran actividad laboral corresponden al grupo etario de 15 a 59 años con valores que van desde un 85,7% a 89,5% en las comunas seleccionadas, igualmente se destaca que desde un 10,5% a 14,3% que declara trabajar corresponda al grupo 60 a 100 años. El sector laboral que se destaca como el más importante en relación a la cantidad de habitantes que declara trabajar corresponde al terciario, este sector incluye a las siguientes ramas de actividad económica: comercio, transporte y comunicaciones, servicios financieros, y servicios comunales, sociales y personales (Figura A - 40).

En relación al ámbito étnico se indicó que los habitantes de las comunas seleccionadas declararon pertenecer a alguna comunidad de pueblos originarios en un bajo porcentaje el cual fluctuó desde un 4% a un 15% (Figura A - 41). Esta fracción de la población se identifica con comunidades de al menos 9 pueblos originarios, tales como: Mapuche, Aymara, Rapanui, Lican Antai, Quechua, Colla, Diaguita, Kawésqar y Yagán, de los cuales el más relevante corresponde al pueblo mapuche con un 92,0% y en menor magnitud a los pueblos Aymara y Diaguita con un 0,9% y 0,8% respectivamente (Figura A - 42).

Tabla A - 26. Habitantes de la región de Maule por común, grupo etario y género (Fuente INE Censo 2017, elaboración propia).

Comuna	Grupo Etario	Mujeres	Hombres	Total
Licantén	0 a 14 años	613	615	1.228
	15 a 64 años	2.239	2.202	4.441
	65 y más	501	483	984
	TOTAL	3.353	3.300	6.653
Constitución	0 a 14 años	5.180	4.986	10.166
	15 a 64 años	15.553	15.685	31.238
	65 y más	2.272	2.392	4.664
	TOTAL	23.005	23.063	46.068
Pelluhue	0 a 14 años	749	765	1.514
	15 a 64 años	2.388	2.399	4.787
	65 y más	628	642	1.270
	TOTAL	3.765	3.806	7.571

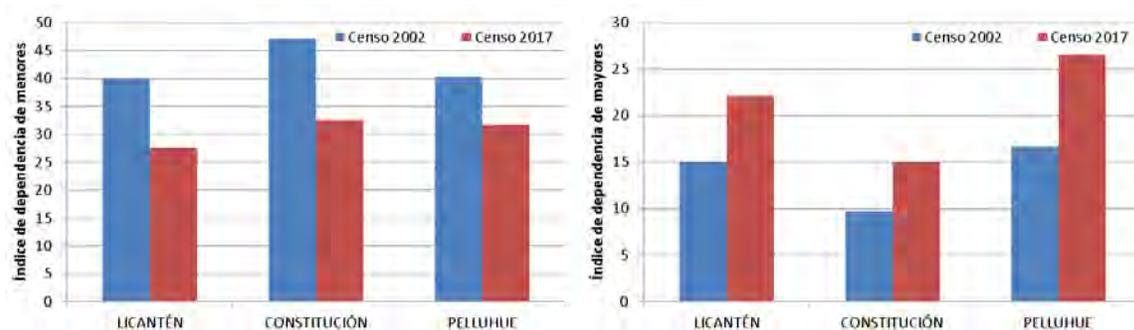


Figura A - 36. Representación del índice de menores (A) y mayores (B) registrados para las comunas seleccionadas de la región del Maule en el Censo de 2017 (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).

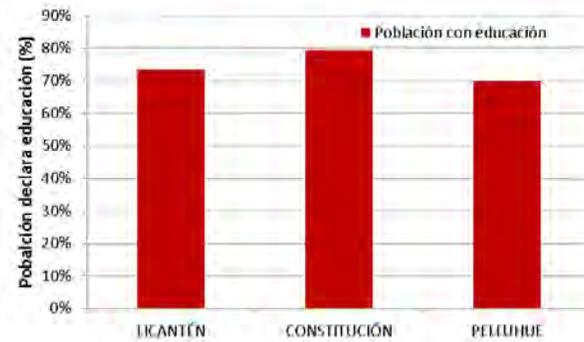


Figura A - 37. Representación de la población que indica tener algún grado de educación en las comunas seleccionadas de la región del Maule en el Censo de 2017 (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).

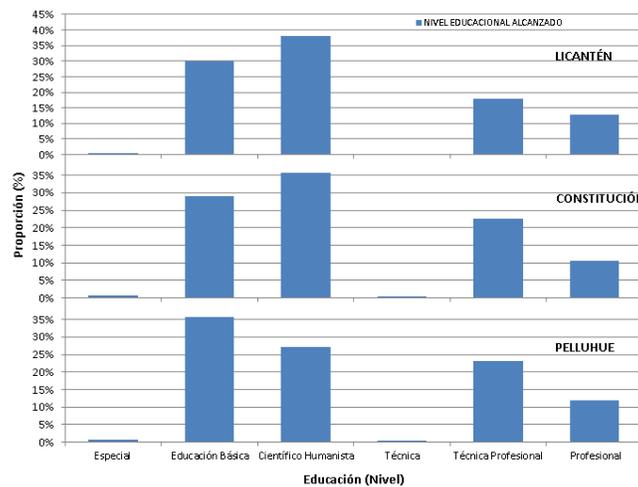


Figura A - 38. Representación del grado de educación alcanzado por la población encuestada en el Censo de 2017 en las comunas seleccionadas para la región del Maule (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).

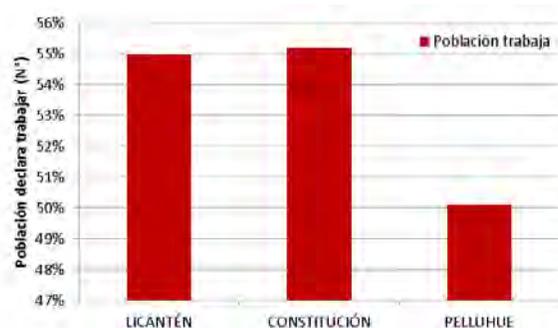


Figura A - 39. Representación de la población que declara trabajar para las comunas seleccionadas de la región del Maule, en el Censo de 2017 (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).

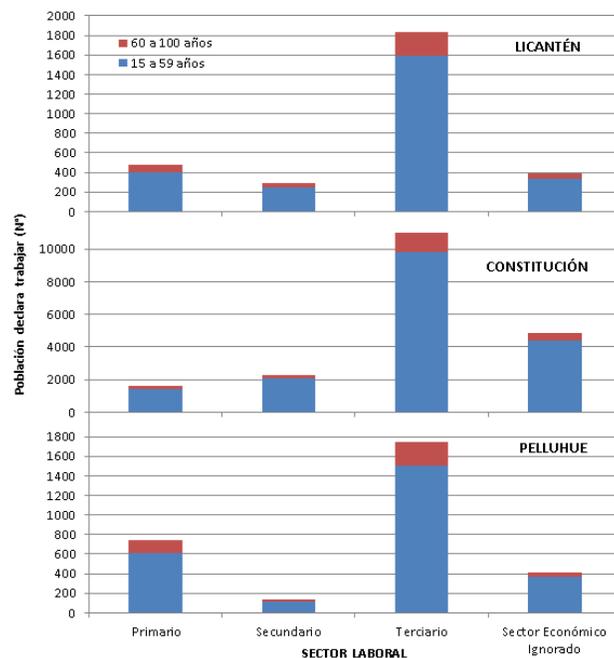


Figura A - 40. Población que declara trabajar por sector productivo, en las comunas seleccionadas de la región del Maule (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).

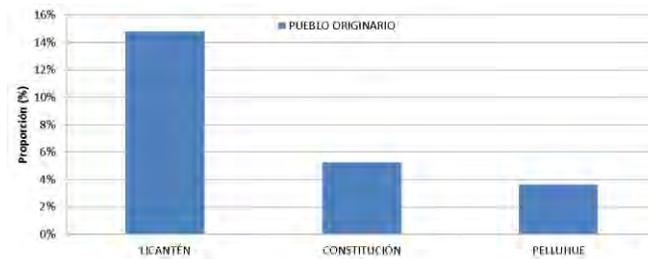


Figura A - 41. Población que indica pertenecer a algún pueblo originario en las comunas seleccionadas de la región del Maule (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).

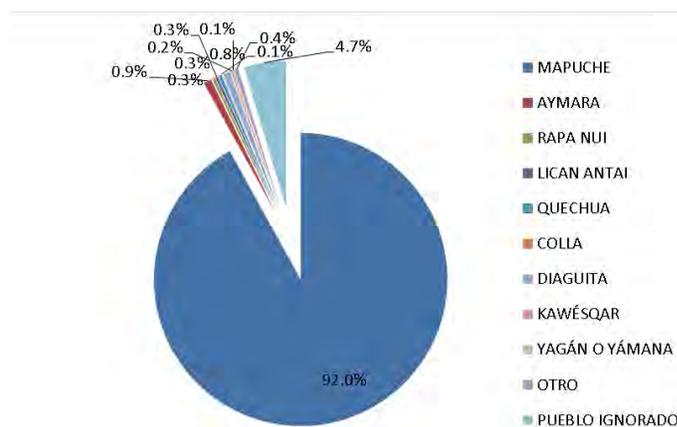


Figura A - 42. Proporción en porcentaje de habitantes de las comunas seleccionadas de la región del Maule que se identifican con comunidades de pueblos originarios (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).

c) Región del Biobío

En términos generales según el censo de 2017, esta región tiene una población de 1.556.805 habitantes y concentra el 9% de la población del país. De este total, un 48,2% son hombres y un 51,8% son mujeres, registrándose un índice de masculinidad 93 hombres por cada 100 mujeres país (Tabla A - 27).

Al igual que las demás regiones analizadas Biobío presenta una población relativamente joven, la tendencia es al envejecimiento progresivo. Esta tendencia progresiva refleja cambios etarios significativos similares a lo que ocurre a nivel país: mientras en el año 2002 el 26,3% de la población era menor de 14 años, en el 2017, se registró un 20,3% en ese rango de edad. Paralelamente, aumenta la población entre 15 y 64 años y también aumenta la población sobre 65 años, en 1,9% y 4,1% respectivamente. Ello determinó que el índice de dependencia demográfica de menores disminuyera desde un valor de 39,8 a 29,8 y el índice de dependencia demográfica de mayores aumentará desde 11,6 a 17,3 indicando que la población inactiva ha aumentado desde el censo de 2002 (Tabla A - 28).

Tabla A - 27. Habitantes de la región de Valparaíso por grupo etario y género (Fuente INE Censo 2017, elaboración propia).

Grupo Etario	Mujeres	Hombres	Total
0 a 14 años	161.060	154.417	315.477
15 a 64 años	510.101	548.082	1.058.183
65 y más	79.569	103.576	183.145
TOTAL	750.730	806.075	1.556.805

Tabla A - 28. Índice de dependencia demográfica total, de menores y de mayores registrada en los censos de 2002 y 2017 (Fuente INE Censo2002 y 2017, elaboración propia).

Censo	Total	Menores	Mayores
2002	51,4	39,8	11,6
2017	47,1	29,8	17,3

En esta región las localidades pre-seleccionadas para el análisis están inmersas en 4 comunas, desde norte a sur estas son las siguientes: Tomé, Talcahuano, Coronel y Arauco (Figura A - 43).

El total de estas comunas seleccionadas representó 17,6% de la población total de la región del Biobío con un valor total de 359.214 habitantes. Se observó que la comuna menos poblada correspondió a la de Arauco con sólo 36.256 habitantes y la más poblada es Talcahuano con 151.749 habitantes (Figura A - 44, Tabla A - 29). En términos de género en todas estas comunas se observó una proporción femenina más alta, en este caso, o sea por cada 100 mujeres la cantidad de hombres fluctuó desde 89 a 97 (índice de masculinidad) (Figura A - 44).

El grupo etario más relevante correspondió al de 15 a 64 años, este fluctuó desde 66,4% a 69,0% en las comunas seleccionadas, es importante señalar que este rango de edades es considerado la edad laboral (Tabla A - 29). En términos comparativos con el Censo del 2002 la dependencia de menores (0 a 14 años) ha sufrido una baja en todas comunas, característica que además se logra observar a nivel regional y nacional, de esta manera las comunas en las cuales se observó una mayor caída correspondieron a las comunas de Arauco, Tomé y Talcahuano en donde esta caída ha alcanzado los 10 puntos (Figura A - 45).

En relación a la educación, considerando sólo al grupo etario 15 a 59 años correspondiente al grupo en edad laboral, se observó que en todas las comunas seleccionadas la mayor parte de la población censada (desde un 74,7% a un 80,1%) indicó haber terminado algún nivel de educación, ya sea de educación básica, media o superior, los mayores valores se registraron en las comunas de Coronel y Arauco con un 80,1% y un 78,4% respectivamente (Figura A - 46). El nivel educacional más alto alcanzado en los censados fluctuó en las diferentes comunas entre la educación básica y la profesional, esta última adquirida en universidades o institutos profesionales, a pesar de ello se destacó un patrón similar en todas las comunas seleccionadas, que consistió en que la mayor parte de la población indicó haber completado la educación científico-humanista (educación media) y en segundo lugar la educación técnico profesional. Por otro lado, se destacó que un 12 a 23,5 % indicó haber completado la educación profesional (Figura A - 47).

De la totalidad del grupo etario de 15 a 100 años censado para las comunas seleccionadas sólo declaró trabajar entre un 48,5% y un 49,9%, se agregó a este grupo etario habitantes sobre 80 años considerando que existió declaración de actividad laboral, sobre todo en categoría laboral terciaria. Las comunas de Talcahuano, Arauco y Tomé presentaron valores muy similares que fluctuaron entre un 49,3% y un 49,9%, (Figura A - 48). Al observar los resultados de la declaración de actividad por categoría, para los grupos etarios de 15 a 59 años y 60 a 100 años, se advirtió que la mayor parte de los que declaran actividad laboral corresponden al grupo etario de 15 a 59 años con valores que van desde un 88,2% a 90,6% en las comunas seleccionadas, igualmente se destaca que desde un 9,3% a 11,8% que declaró trabajar corresponda al grupo 60 a 100 años (Figura A - 49). El sector laboral que se destaca como el más importante en relación a la cantidad de habitantes que declara trabajar corresponde al terciario, este sector incluye a las siguientes ramas de actividad económica: comercio, transporte y comunicaciones, servicios financieros, y servicios comunales, sociales y personales (Figura A - 49).

En relación al ámbito étnico se indicó que los habitantes de las comunas seleccionadas declararon pertenecer a alguna comunidad de pueblos originarios en un bajo porcentaje el cual fluctuó desde un 6% a un 17% (Figura A - 50). Esta fracción de la población se identifica con comunidades de al menos 9 pueblos originarios, tales como: Mapuche, Aymara, Rapanui, Lican Antai, Quechua, Colla, Diaguita, Kawésqar y Yagán, de los cuales el más relevante corresponde al pueblo mapuche con un 94% y en menor magnitud al pueblo Diaguita con un 1,1% (Figura A - 51).



Figura A - 43. Representación espacial de las localidades de estudio y de las comunas en las cuales están circunscritas, para la región del Biobío (Fuente: Biblioteca del congreso, elaboración propia).

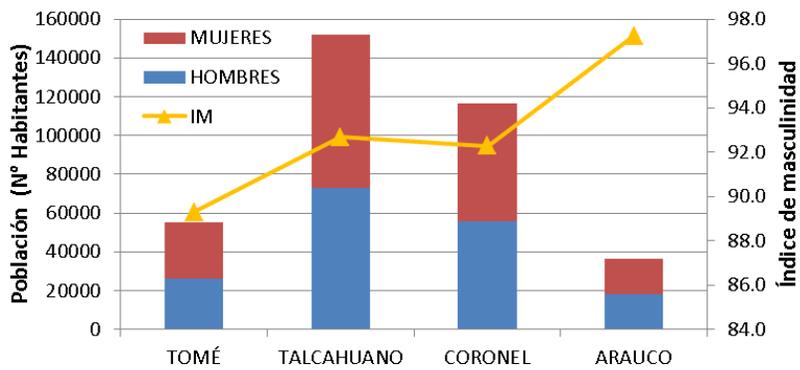


Figura A - 44. Población humana, en número de habitantes por género e índice de masculinidad registrados durante el censo del 2017 en las comunas en donde se emplazan las caletas en estudio de la región del Biobío (Fuente: INE Censo 2017, elaboración propia).

Tabla A - 29. Habitantes de la región del Biobío por común, grupo etario y género (Fuente INE Censo 2017, elaboración propia).

Comuna	Grupo Etario	Mujeres	Hombres	Total
Tomé	0 a 14 años	5.378	5.183	10.561
	15 a 64 años	17.234	19.263	36.497
	65 y más	3.307	4.581	7.888
	TOTAL	25.919	29.027	54.946
Talcahuano	0 a 14 años	14.717	14.055	28.772
	15 a 64 años	50.681	54.009	104.690
	65 y más	7.595	10.692	18.287
	TOTAL	72.993	78.756	151.749
Coronel	0 a 14 años	13.142	12.979	13.142
	15 a 64 años	37.739	41.025	37.739
	65 y más	4.918	6.459	4.918
	TOTAL	55.799	60.463	55.799
Arauco	0 a 14 años	4.000	3.766	7.766
	15 a 64 años	12.036	12.465	24.501
	65 y más	1.839	2.151	3.990
	TOTAL	17.875	18.382	36.257

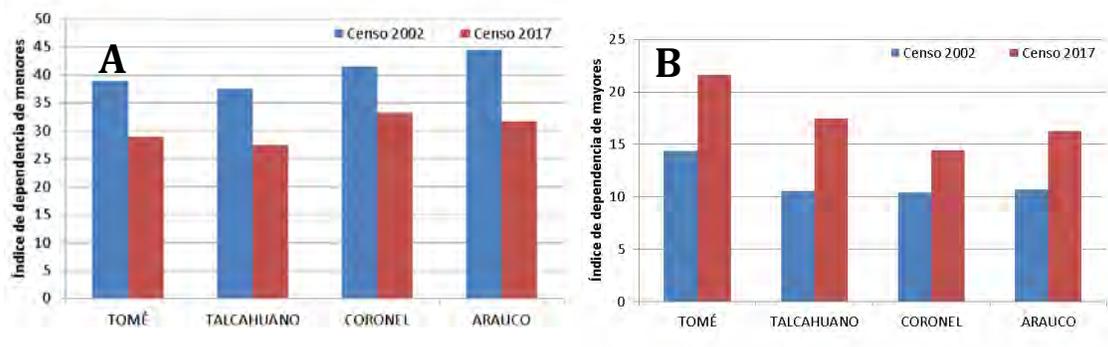


Figura A - 45. Representación del índice de menores (A) y mayores (B) registrados para las comunas seleccionadas de la región del Biobío en el Censo de 2017 (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).

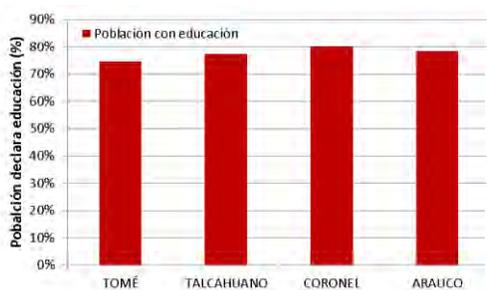


Figura A - 46. Representación de la población que indica tener algún grado de educación en las comunas seleccionadas de la región del Biobío en el Censo de 2017 (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).

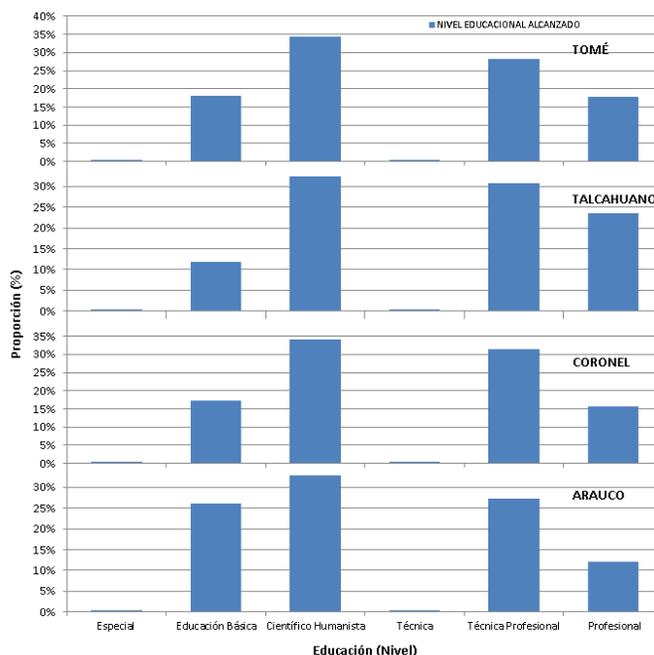


Figura A - 47. Representación del grado de educación alcanzado por la población encuestada en el Censo de 2017 en las comunas seleccionadas para la región del Biobío (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).

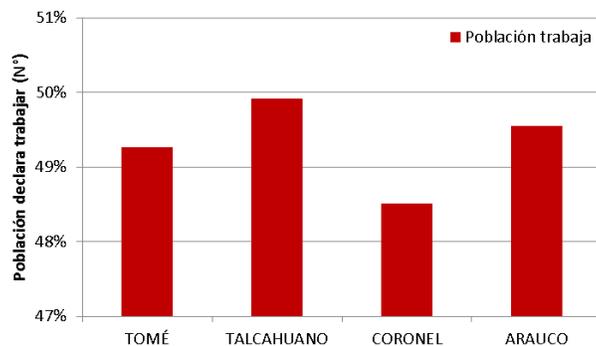


Figura A - 48. Representación de la población que declara trabajar para las comunas seleccionadas de la región del Biobío, en el Censo de 2017 (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).

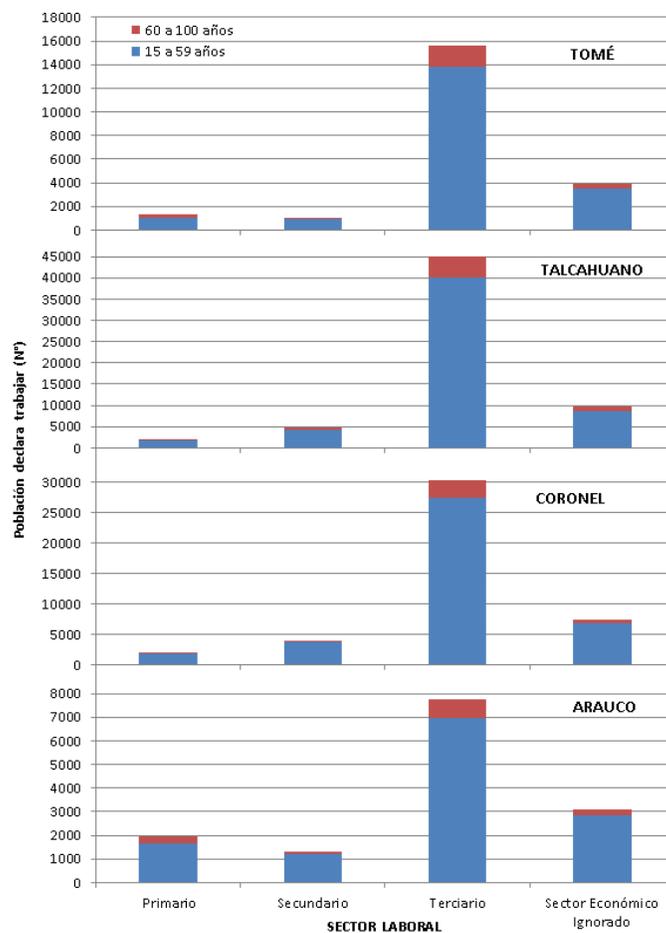


Figura A - 49. Población que declara trabajar por sector productivo, en las comunas seleccionadas de la región del Biobío (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).

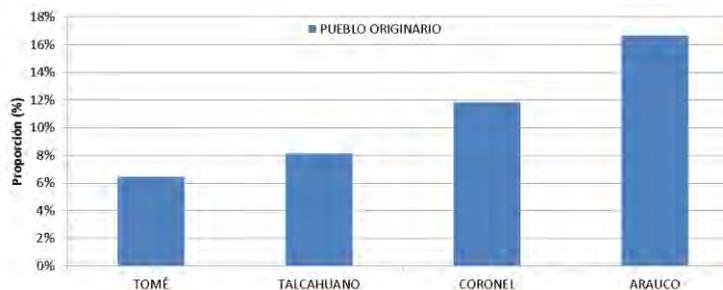


Figura A - 50. Población que indica pertenecer a algún pueblo originario en las comunas seleccionadas de la región del Biobío (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).

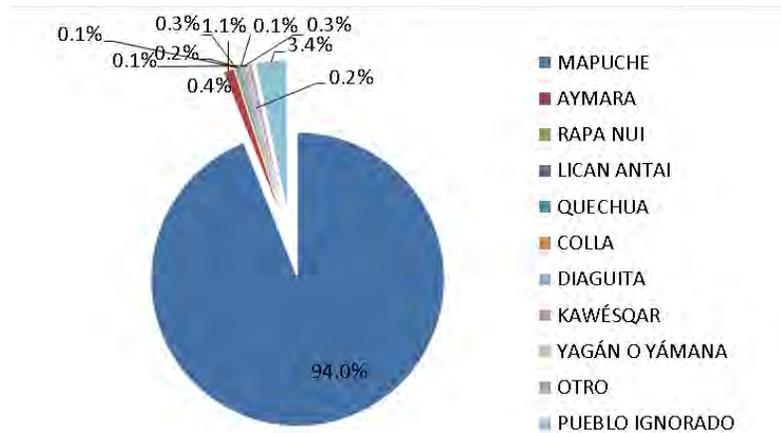


Figura A - 51. Proporción en porcentaje de habitantes de las comunas seleccionadas de la región del Biobío que se identifican con comunidades de pueblos originarios (Fuente: Censo 2017, elaboración propia).

9.12. ANEXO 12. VARIABLES UTILIZADAS EN EL PROYECTO

Lista de datos usados en el informe y los cuales van comprimidos en archivo:

1.- CAUDALES

caudales_Aconcagua_anual_interanual_interdecal.dat
caudales_Biobio_anual_interanual_interdecal.dat
caudales_Itata_anual_interanual_interdecal.dat
caudales_Maipo_anual_interanual_interdecal.dat
caudales_Maule_anual_interanual_interdecal.dat

2.- PRECIPITACIONES

precipitaciones_Aconcagua_anual_interanual_interdecal.dat
precipitaciones_Biobio_anual_interanual_interdecal.dat
precipitaciones_Itata_anual_interanual_interdecal.dat
precipitaciones_Maipo_anual_interanual_interdecal.dat
precipitaciones_Maule_anual_interanual_interdecal.dat

3.- TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (HOVMULLER)

TSM_Hovmuller_anual.dat
TSM_Hovmuller_dacadal.dat
TSM_Hovmuller_interanual.dat

4.- ESPECIES DE PECES, MOLUSCOS Y CRUSTACEOS POR RIO

ACONCAGUA
EL_MANZANO_JAIBA_PELUDA_PACHONA.dat
HORCON_JAIBA_MORA.dat
HORCON_LAPA.dat
VENTANAS_LAPA.dat

5.- BIOBIO

LLICO_ALMEJA.dat
LO_ROJAS_CONGRIO_COLORADO.dat
LO_ROJAS_MACHUELO_TRITRE.dat
LO_ROJAS_PEJERREY_DE_MAR.dat
TUBUL_HUEPO_NAVAJA_DE_MAR.dat
TUBUL_NAVAJUELA.dat
TUBUL_TAQUILLA.dat

6.- ITATA

SAN_VICENTE_CHOLGA.dat
SAN_VICENTE_CONGRIO_COLORADO.dat
SAN_VICENTE_CONGRIO_NEGRO.dat
TALCAHUANO_ALMEJA.dat
TALCAHUANO_CHOLGA.dat
TALCAHUANO_JAIBA_PELUDA_PACHONA.dat
TALCAHUANO_PEJERREY_DE_MAR.dat
TALCAHUANO_PICOROCO.dat
TUMBES_ALMEJA.dat
TUMBES_CONGRIO_NEGRO.dat

7.- MAIPO

ALGARROBO_ALMEJA.dat
BOCA_DEL_MAIPO_LISA.dat

BOCA_DEL_MAIPO_ROBALO.dat
EL_QUISCO_CONGRIO_COLORADO.dat
EL_QUISCO_CONGRIO_NEGRO.dat
EL_QUISCO_CORVINA.dat
PUERTECITO_SNO_CONGRIO_COLORADO.dat

8.- MAULE

CURANIPE_CONGRIO_COLORADO.dat
CURANIPE_CORVINA.dat
DUAO_CONGRIO_NEGRO.dat
DUAO_CORVINA.dat
PELLUHUE_CORVINA.dat
RIO_MAULE_LISA.dat
RIO_MAULE_ROBALO.dat

9.- PLUMA AREAL

areal_plumas_2003_2020.dat
cloa_areal_plumas.dat
tsm_areal_plumas_Modis_2003_2019.dat

10.- PRECIPITACIONES RCP45 NOAA

Precipitacion_rio_Biobio_anual_RCP45_NOAA.dat
Precipitacion_rio_Biobio_interanual_RCP45_NOAA.dat
Precipitacion_rio_Maipo_anual_RCP45_NOAA.dat
Precipitacion_rio_Maipo_interanual_RCP45_NOAA.dat
Precipitaciones_rio_Biobio_anual_RCP85_NOAA.dat

12.- PRECIPITACIONES RCP85 NOAA

Precipitaciones_rio_Biobio_interanual_RCP85_NOAA.dat
Precipitaciones_rio_Maipo_anual_RCP85_NOAA.dat
Precipitaciones_rio_Maipo_interanual_RCP85_NOAA.dat

13.- MODELO DE PREDICCIÓN BAJO RCP45

modelo_prediccion_Biobio_RCP45.dat
modelo_prediccion_Maipo_RCP45.dat
MODELO DE PREDICCIÓN BAJO RCP85
modelo_prediccion_Biobio_RCP85.dat
modelo_prediccion_Maipo_RCP85.dat

9.13. ANEXO 13. REPORTE TALLER DE DIFUSIÓN RESULTADOS FIPA2019-22

Reporte taller de difusión de resultados del proyecto FIPA 2019-22

1. Programa taller

El taller de discusión de resultados estuvo enfocado en establecer las relaciones entre las precipitaciones, caudales de ríos, y el desembarque de recursos de importancia económica (moluscos, peces, crustáceos) en las zonas de influencia costera de los principales ríos de la zona centro-norte y centro-sur de Chile (Aconcagua, Maipo, Maule, Itata y Biobío). En este contexto, los resultados muestran: a) variabilidad de precipitaciones y caudales de ríos en diferentes escalas, b) la caracterización de localidades (caletas) y especies (recursos pesqueros) seleccionados para ambas macrozonas, c) aplicación de modelos estadísticos para ambos tipos de variables y su proyección en escenarios de cambio climático, y d) evaluación del efecto socio-económico sobre las comunidades ribereñas.

Este taller fue realizado el 10 de marzo de 2022 entre las 16:00 y 18:30 horas, por medio la plataforma virtual Zoom. El objetivo del taller, fue presentar los principales resultados de los cuatro objetivos específicos desarrollados y discutir sus alcances. Los contenidos tratados en el taller fueron los siguientes (Ver detalle programa en Anexo Reporte):

- Bienvenida Taller (Luis Soto Mardones, Universidad del Biobío).
- Análisis de precipitaciones y caudales de ríos en Chile central (escalas: anual, interanual e interdecadal) (Luis Soto Mardones, Universidad del BíoBío).
- Determinación y análisis de localidades costeras y especies de peces, moluscos y crustáceos en las macrozonas norte y sur (Sergio Núñez Elías (Instituto de Investigación Pesquera).
- Aplicación de modelos estadísticos en variables ambientales y pesqueras, bajo escenarios RCP-4.5 y RCP8-.5 (Christian Caamaño Carrillo - Manuel González (Depto. de Estadística Universidad del Biobío).
- Análisis de variables socio-económicas y proyección bajo escenarios de RCP-4.5 y RCP8,5 (Manuel Estay- Rodrigo Contreras, Universidad de Concepción).
- Mesa Redonda: Conclusiones y Discusión de Resultados (Moderador: Ricardo Pavez Fuentes, Depto. de Matemáticas. Universidad del Biobío).

2. Difusión y asistencia al taller

El 7 de marzo de 2021 el jefe de proyecto envió la invitación para difundir la participación a este taller, siendo dirigido a 66 personas separadas en dos grupos de correos. El primer grupo correspondió a científicos, académicos, funcionarios institucionales, usuarios del sistema pesquero y el segundo grupo incluyó a representantes e invitados del comité de manejo del golfo de Arauco (Ver listados de destinatarios de la invitación al taller, Anexo Reporte). La invitación enviada tuvo el siguiente enunciado:

Estimado/a:

Junto con saludar y por especial encargo de don Luis Soto Mardones, Director del Proyecto FIPA 2019-22, denominado "Abundancia y distribución de moluscos, crustáceos y peces costeros de importancia comercial y su relación con la variabilidad de precipitaciones y caudal de ríos en Chile", hago extensiva la invitación a participar en el Taller de Discusión de resultados del Proyecto FIPA 2019-22.

Lo anterior, a realizarse el día Jueves 10/03/2022, a las 16:00 hrs.

Enlace de conexión:

Unirse a la reunión Zoom

<https://reuna.zoom.us/j/836386433923>

ID de reunión: 836 3864 33923

Código de acceso: 61508

Cabe mencionar que, se adjunta programa de la actividad.

Esperando contar con su valiosa presencia, se despide cordialmente,

La asistencia final fue de 20 personas, incluyendo el equipo de investigadores de la Universidad del BioBio e Inpesca, provenientes de distintas entidades gubernamentales, académicas y de investigación (Tabla A - 30).

Tabla A - 30. Identificación de asistentes que participaron del taller (ver verificador en Anexo Reporte)

Nombre	Institución	Característica
Luis Soto	UBB	Equipo de trabajo
Ricardo Pavez	UBB	Equipo de trabajo
Christian Caamaño	UBB	Equipo de trabajo
Manuel González	UBB	Equipo de trabajo
Sergio Núñez	Inpesca	Equipo de trabajo
Carlos González	Inpesca	Equipo de trabajo
Rodrigo Contreras	Consultor Independiente	Equipo de trabajo
Manuel Estay	Udec	Equipo de trabajo
Sebastián Vásquez	Inpesca	Equipo de trabajo
Roberto San Martín	Inpesca	Equipo de trabajo
Gustavo San Martín	Subpesca	Invitado
Maximiliano Alarma	Asesor científico Orizon	Invitado

Juan Pablo Rivera	Universidad autónoma de Nayarit, México	Invitado
Enrique ChávezPacheco	Universidad autónoma de Nayarit, México	Invitado
Erick Oñate	Universidad Autónoma de Nueva León, México	Invitado
Cristian Salas	Inpesca	Invitado
Edison Moraga	Alimex	Invitado
Jushiro Cepeda	Universidad autónoma de Nayarit, México	Invitado
Patricia Yaque	Bariloche Argentina	Invitado

3. Principales resultados de las presentaciones

- Presentación inicial y Bienvenida Taller

El jefe de proyecto, brindó la acogida a los asistentes en la cual se indicó el propósito de la instancia, detallando el nombre del estudio, su objetivo general y los objetivos específicos que fueron abordados. Luego dio a conocer el nombre del equipo de trabajo participante, y se detalló la estructura y contenidos del programa del taller. Por otro lado, se otorgó la palabra al representante de contraparte técnica del Proyecto destacándose que el proyecto era ambicioso, y es un desafío que estos resultados puedan lograr ser insumo dentro del plan de adaptación al cambio climático en pesquería y acuicultura.

- Presentación objetivo específico 1: Análisis de precipitaciones y caudales de ríos en Chile central (escalas: anual, interanual e interdecadal).

Los principales resultados de esta presentación estuvieron enfocados en contextualizar las variaciones de tendencias históricas de las precipitaciones y caudales, dejando claro el efecto real que tiene el CC sobre el sistema de caudales, considerando las distintas escalas de análisis temporal (intra-anual, interanual y decadal y cambio climático). Además se establecieron los criterios de selección de los ríos en las dos macrozonas, se dieron a conocer los resultados relaciones cruzadas entre caudales y precipitaciones, con el MEI y PDO. Reportándose, la dinámica espacial en el pacífico sur oriental de la TSM a una escala anual, interanual, interdecadal, y la anomalía interdecadal del viento meridional como variable forzante del enfriamiento del mar.

- Presentación objetivo específico 2: Determinación y análisis de localidades costeras y especies de peces, moluscos y crustáceos en las macrozonas norte y sur.

Los principales resultados de esta presentación estuvieron enfocados en informar el proceso de selección de localidades en los de ríos establecidos para análisis pesquero

bajo distintos criterios pre-establecidos, destacándose la cantidad de caletas que fueron seleccionadas para ambas macrozonas (7 en Región Valparaíso, 4 en Región Maule, y 6 en Región Biobío). Así como también, se establecieron los criterios de selección de recursos pesqueros (9 en Región Valparaíso, 5 en Región Maule, y 11 en Región Biobío) y la variabilidad de desembarques en las distintas caletas en la escala anual e interanual y su acoplamiento de los desembarque versus caudales de ríos. Por otro lado, se argumentó que la región de Coquimbo no fue considerada, debido a la inexistencia de plumas y caudales en esa zona, y que la reproductibilidad de los resultados tiene mayor probabilidad de realización para las caletas de las cuencas al sur de la Región Biobío.

- Presentación objetivo específico 3: Aplicación de modelos estadísticos en variables ambientales y pesqueras, bajo escenarios RCP-4.5 y RCP8-5.

Los principales resultados de esta presentación estuvieron enfocados en informar los modelos estadísticos utilizados (basado en enfoque estructural, aditivo) para modelar la señal y la serie de datos. Se definió, un modelo espacio estado, lo que permitió modelar las componentes de una serie por separado (tendencia, ciclo temporal), un modelo estructural básico, que modela la señal de la serie y de forma jerárquica, y hace recuperación de datos faltantes para caudales y precipitaciones. Se definió un modelo Box Jenkins Sarima, para cuando existe estacionalidad, y Arima para el ruido blanco de la serie. Finalmente, fueron dados a conocer los resultados de modelación de tendencia proyectadas por ríos, en ambos escenarios climáticos, y por macrozona. Y los resultados de la regresión lineal para series de desembarques para los recursos seleccionados mediante modelos Sarima, y en base a las precipitaciones de la NOAA y caudales estimados por los modelos del proyecto.

- Presentación objetivo específico 4: Análisis de variables socio-económicas y proyección bajo escenarios de RCP-4.5 y RCP8,5

Los principales resultados de esta presentación, estuvieron enfocados primero en informar las consideraciones y criterios establecidos para abordar este objetivo, respecto los desembarques proyectados, subgrupo de especies a estimar con los modelos de precios, y los recursos seleccionados para evaluar el impacto económico. Por otro lado, se establecieron resultados que dieron cuenta de los ingresos totales obtenidos en el río Maipo y río Biobío, no observándose diferencias entre escenarios de CC, por lo cual se determinó diferenciar a los recursos por nivel de sensibilidad económica proyectada. Los recursos más sensibles fueron; almeja del río Maipo, congrio negro del río Biobío. Los recursos menos sensibles; fueron navajuela de río Biobío.

4. Mesa redonda: principales consultas y aclaraciones

- **Series de tiempo**

Consulta 1: ¿Consideraron las series de tiempo de precipitaciones y caudales los primeros 5 años de la década de los '80, en donde se ha registrado uno de los niños más grandes?

Respuesta: Lamentablemente las series utilizadas se inician en 1985 con el objetivo final de acoplarlas principalmente con las series pesqueras que se iniciaban en su mayor parte en ese periodo.

- **Relaciones ambiente-recurso bajo escenarios de cambio climático**

Consulta 1: ¿Hay consistencia entre las especies sensibles respecto a las tendencias climáticas y negativas que se observan?

Respuesta: Existe consistencia, en la mayor parte de los resultados, se advierte una correlación coherente, antes del 2002 y después de la megasequia, pero hay una 20% de los recursos que muestra una tendencia contraria (i.e., como navajuela), reconociéndose que algunas series biológicas poseen comportamiento propio.

Consulta 2: Se necesita precisar, el efecto de precipitaciones con los desembarques. Pero la disminución de desembarques puede ser atribuida también a otros factores como la sobreexplotación, no obstante a pesar de que existe coherencia en la relación entre los desembarques y las series históricas hay que considerar que existe un ruido en la data de los desembarques, por lo tanto, ¿Cómo se detecta que esas correlaciones son correctas y se puede despejar el efecto real que tiene el ambiente?

Respuesta: De acuerdo a la gran cantidad de especies estudiadas (n=16), solo en una de éstas se ve una tendencia opuesta, ello al igual como lo indican resultados internacionales permite indicar que es una variable influyente, no obstante se reconoce que los desembarques obedecen también a variables multifactoriales.

- **Efectos del cambio climático sobre los recursos y actividad pesquera**

Consulta 1: Respecto a los resultados de anchoveta informados en donde ocurren asociaciones espaciales de altas abundancias de huevos con los caudales de desembocadura de Ríos, ¿Habría riesgo para la pesquerías de anchoveta asociadas a las desembocaduras de los ríos por efecto del CC?

Respuesta: Se utilizó un análisis de huevos de anchoveta para contrastar con los datos de los desembarques porque no existían datos de abundancia o biomasa de los recursos. La disminución del hábitat por efecto de la disminución de la escorrentía de los ríos puede representar un riesgo para la población. No obstante, la idea de presentar resultados de esta naturaleza, independiente del recurso, es para aprovechar la ocasión de mirar la información disponible que se levanta

sistemáticamente de la abundancia, en este caso de la planctónica de huevos de cruceros de 20 años asociada al desove de sardina y anchoveta. Los huevos están en un ambiente de aguas menos salinas. La cobertura areal de las plumas de los ríos va disminuyendo, lo cual significa que va disminuyendo el hábitat, lo que puede significar claramente algún riesgo. Si se establece esa pérdida de hábitat, tendría por su puesto un efecto en la pesquería. Pero no se pudo poner en la propuesta esta información, porque los datos de la pesquería sardina y anchoveta era declarados como un solo grupo varias décadas atrás, no pudiéndose diferenciar entre los artesanales e industriales.

Consulta 2: En base a estos resultados que dan cuenta de predicciones drásticas, hasta 2100 de las capturas ¿Que se puede hacer para revertir o mitigar los efectos negativos en el ecosistema que afecta a los recursos y biodiversidad aledaña a los ríos?

Respuesta: Esta pregunta no fue respondida de forma directa. Sin embargo se indicó que nunca se había tenido la posibilidad de ver los impactos de la disminución de los caudales sobre los recursos. Es alarmante esta situación, ya que han ocurrido desapariciones de algunos ríos en el país, y el sistema marino se está extremando hacia el enfriamiento con evidencia del acoplamiento entre eventos interdecadales y anuales.

5. Conclusiones, reflexiones y comentarios finales de los asistentes

Respecto al efecto directo que existe del cambio climático, por medio de la disminución de las precipitaciones, caudales de ríos sobre los recursos pesqueros que habitan las plumas de los ríos, se indicó que hay que quedarse con la multifactorialidad que ocurre entre los desembarques y otros efectos que impone el ambiente sobre los recursos, pero es muy muy interesante observar los recursos dulceacuícolas para ver estos efectos. Además, se destacó que en México hay importantes pesquerías, y una buena cantidad de ríos y especies dulceacuícolas por lo cual les pareció a los investigadores mexicanos presentes que el enfoque de este proyecto es un enfoque muy interesante de desarrollar en su país. También están disminuyendo las precipitaciones y caudales, lo cual tendrá un efecto sobre la disminución de volúmenes de la presas que se suministran a la sociedad humana, y desde el punto de vista ecológico de otras especies que dependen de estas especies dulceacuícolas, por lo tanto es relevante también saber cuál es la interacción con los procesos biológicos de las especies costeras y la diversidad en el contexto ecosistémico.

Se comentó la importancia y necesidad urgente de comenzar a estudiar el cambio climático desde la perspectiva de la interacción entre el sistema continental, costero y oceánico, este estudio es un precedente importante para enfocar los estudios futuros del sistema productivo, sobre todo considerando que las predicciones indican que aumentará la población humana y eso estresará el ambiente que dispondrá de menos recursos pesqueros.

5. Agradecimientos

Finalmente el jefe de proyecto da los agradecimientos a la Subpesca, equipo de trabajo del proyecto y al evaluador por sus importantes recomendaciones que ayudaron al mejoramiento del informe final del proyecto. Además se destacó, que es interesante cuando el desafío para desarrollar un proyecto de esta naturaleza es interactuar de forma multidisciplinaria, lo cual contribuye a éxito de los resultados obtenidos.

Anexo Reporte:

Documentación y verificadores del taller de difusión de resultados



PROYECTO FIPA 2019-22

Abundancia y distribución de moluscos, crustáceos y peces costeros de importancia comercial y su relación con la variabilidad de precipitaciones y caudal de ríos en Chile

TALLER DE DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Jueves 10 de marzo de 2022

Presentación

El Taller de Discusión de Resultados está enfocado a establecer las relaciones entre las precipitaciones, caudales de ríos, y el desembarque de recursos de importancia económica (moluscos, peces, crustáceos) en las zonas de influencia costera de los principales ríos de la zona centro-norte y centro-sur de Chile (Aconcagua, Maipo, Maule, Itata y Biobío). En este contexto, los resultados muestran: a) variabilidad de precipitaciones y caudales de ríos en diferentes escalas (Exposición 1), b) la caracterización de localidades (caletas) y especies (recursos pesqueros) seleccionados para ambas macrozonas (Exposición 2), c) aplicación de modelos estadísticos para ambos tipos de variables y su proyección en escenarios de cambio climático, y d) evaluación del efecto socio-económico sobre las comunidades ribereñas (Exposición 4).

PROGRAMA

- 16:00 – 16:10: **Bienvenida Taller**
Luis Soto Mardones (Universidad del BíoBío).
- 16:10 – 16:30: **Análisis de precipitaciones y caudales de ríos en Chile central (escalas: anual, interanual e interdecadal)**
Luis Soto Mardones (Depto. de Física, Universidad del BíoBío).
- 16:30 – 16:50: **Determinación y análisis de localidades costeras y especies de peces, moluscos y crustáceos en las macrozonas norte y sur**
Sergio Núñez Elías (Instituto de Investigación Pesquera).
- 16:50 – 17:00: **Receso**

- 17:00 – 17:20: **Aplicación de modelos estadísticos en variables ambientales y pesqueras, bajo escenarios RCP-4.5 y RCP8-.5**
Christian Caamaño Carrillo - Manuel Gonzalez (Depto. de Estadística Universidad del BíoBío).
- 17:20 – 17:40: **Análisis de variables socio-económicas y proyección bajo escenarios de RCP-4.5 y RCP8-.5**
Manuel Estay – Rodrigo Contreras (Universidad de Concepción).
- 17:40 – 18:30: **Mesa Redonda: Conclusiones y Discusión de Resultados**
Moderador: Ricardo Pavez Fuentes (Depto. de Matemáticas. Universidad del BíoBío).
- 18:30 – 18:40: **Palabras de cierre del Taller**
Luis Soto Mardones (Jefe del proyecto).

Primer Listado de destinatarios de la invitación para participar del taller

INVITACIÓN A TALLER DE DISCUSIÓN - PROYECTO FIPA 2019-22 7 de Marzo de 2022 18:21

De: Camila Fernanda Valenzuela Pedreros

Para: Oscar Henriquez Ariagada (mpedraza@subpesca.cl), Rodrigo Valencia (rtorres@semapesca.cl), macarenapeda@asipes.cl, mjarnett@asipes.cl, Claudio Salazar (abahamonde@silmarthino.cl), dcerda, Jose Ocares, Roberto Contreras, Bernardo Gavilán, Alejandro Floras, Fernando Jimenez, 1281, Andres Daroch, Per Bjanas, Carlos Parra, Antonio Caram, Jorge (ludwigziller), rmaya, Patricio Hernández (frodiguez@lotaprotein.cl), Maximiliano Alarma, Aquiles Sepulveda, Sergio Núñez, Carlos Gonzalez, Roberto San Martín, Cristian Salas, Sebastian vasquez, ARNALDO ZUÑIGA, ricbarra@dudec.cl, patriciayaque@hotmail.com, Gonzalo Sebastián Saldías Yau, Christian Eloy Caamaño Carrillo, Manuel González Navarrete, Marín Contreras Juan Carlos, Ceballos Villarreal Juan Carlos, Iván Ramón Sánchez Soto, Christian Marcelo Núñez Durán, Vidal Díaz José Claudio, Finnguetti Limone Luis Alberto, Alarcón Endó Julio Enrique

CC: Luis Angel Soto Mardones, Ricardo Alfonso Pavez Fuentes

AGENDA_TALLER D...N FIPA 2019-22.pdf (105,4 KB) Descargar | Molestar | Eliminar

Estimado/a:

Junto con saludar y por especial encargo de don Luis Soto Mardones, Director del Proyecto FIPA 2019-22, denominado "Abundancia y distribución de moluscos, crustáceos y peces costeros de importancia comercial y su relación con la variabilidad de precipitaciones y caudal de ríos en Chile", hago extensiva la invitación a participar en el Taller de Discusión de resultados del Proyecto FIPA 2019-22.

Lo anterior, a realizarse el día **Jueves 10/03/2022**, a las 16.00 hrs.

Enlace de conexión:
Unirse a la reunión Zoom
<https://reuna.zoom.us/j/63638643392>

Segundo Listado de destinatarios de la invitación para participar del taller (comité de manejo golfo de Arauco)

Re: LISTADO COMITÉ DE MANEJO GOLFO DE ARAUCO para taller de difusión Fipa 2019-22

REPRESENTANTES COMITÉ DE MANEJO GOLFO DE ARAUCO

Alex Huenchunao (alexhuenchunao@hotmail.com)

Cipriano Orellana (ciprianoorellana@gmail.com)

Claudio Sanhueza (csanhueza@semapesca.cl)

Cristian Guzmán (cguzman@ubol.cl)

requena@digta.cl (requena@digta.cl)

Francisco Almonacid (falmonacid@limex.cl)

Jorge Parracarrara (maril_jorge@gmail.com)

Loreto González (lpgonzalez@semapesca.cl)

Manuel Salas (manuel.salascz@gmail.com)

Rodrigo Fernández (fersaez@gmail.com)

Rodrigo Jerez (rejemart@gmail.com)

Edison Moraga (emoraga@limex.cl)

Graciela Quiroga (graciquiroga@gmail.com)

Mario del Pino (mariodelpino@hotmail.com)

Miguel Silva (agrupacionagda@gmail.com)

Nelson Salas (nelson.salas@ftsp.cl)

Omar Hidalgo (omarhidalgoaraya@gmail.com)

Richard Rifo (rifo@comar.cl)

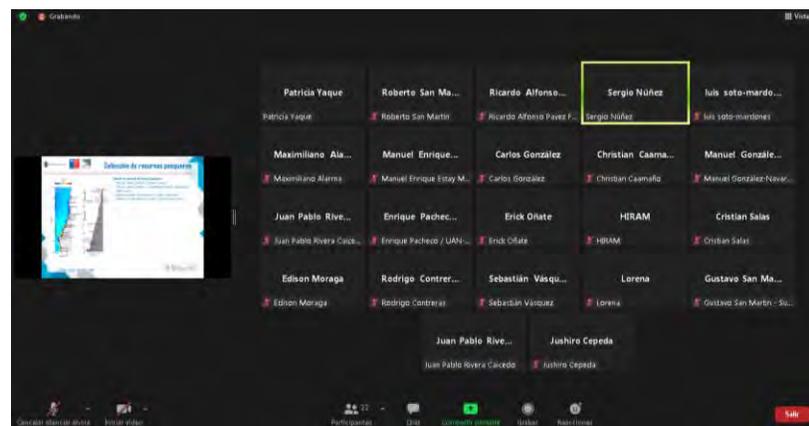
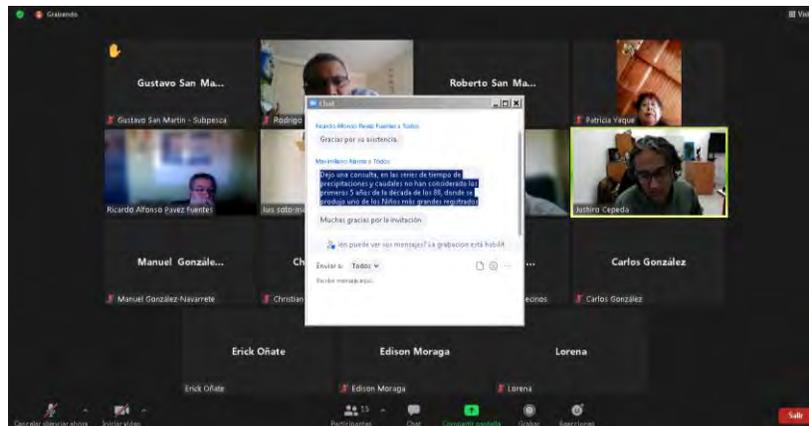
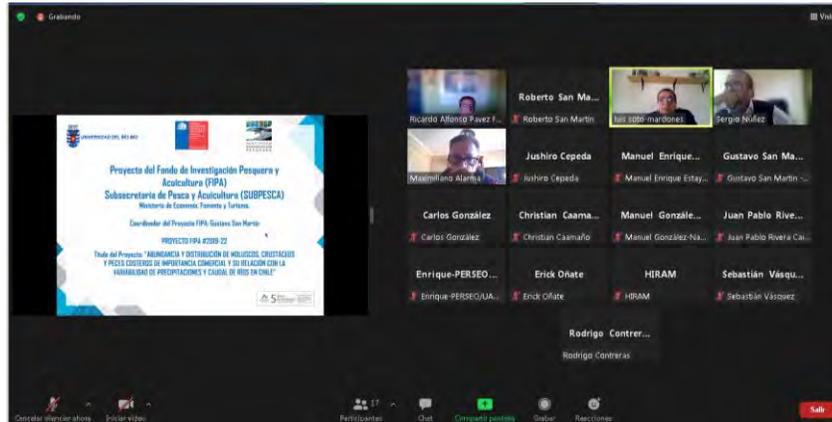
Simon Muñoz (simonmunoz@gmail.com)

Marco Huenchunao (marcohuenchunao2@gmail.com)

Ivan Oyarzun (IOYARZUN@semapesca.cl)

Jorge Cornejo (jorge.cornejo@flop.cl)

Verificadores de Asistencia Taller



9.14. ANEXO 14. PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD

PERSONAL PARTICIPANTE POR ACTIVIDAD

A continuación, se define la composición del equipo de trabajo y sus principales funciones para el Informe Final.

Personal profesional	Institución	Función
Luis Soto Mardones	Universidad del BíoBío	<ul style="list-style-type: none"> ○ Jefe de Proyecto. Coordinador General del Proyecto. ○ Organización y participación en reuniones de coordinación científica y técnica del Grupo de trabajo a través del Primer, Segundo y Tercer Taller FIPA. ○ Con las series de caudales mensuales interpoladas con criterios estadísticos se procedió a estudiar las escalas: Anual, interanual e interdecadal. ○ Análisis de correlación cruzada en las series de caudales versus Temperatura superficial del mar en las tres escalas descritas. ○ Cálculos de áreas de las plumas generando series temporales 2003-2020. Análisis de correlación cruzada entre caudales de ríos y área de la pluma capturadas a través de imágenes de Rrs645. ○ Análisis de correlación cruzada entre caudales de ríos y precipitaciones entre las tres escalas temporales descritas. ○ Extracción de series de tiempo de precipitaciones de modelos numéricos de la agencia internacional NOAA-USA, para los escenarios RCP4,5y RCP8,5. ○ Series areales de Turbidez, TSM y Clorofila. ○ Series de viento ERA-5 en las escalas anuales, interanual e interdecadal ○ Revisión y edición del Informe Final
Gonzalo Saldías Yau	Universidad del BíoBío	<ul style="list-style-type: none"> ○ Jefe Alterno ○ Participación en los talleres de trabajo del Primer, Segundo y Tercer Taller FIPA. ○ Climatologías de las plumas de ríos a partir de datos de Rrs645 para ambas macrozonas.

Christian Caamaño Carrillo	Universidad del BíoBío	<ul style="list-style-type: none">○ Participación en los talleres de trabajo del Primer, Segundo, Tercer y Cuarto Taller FIPA.○ Recuperación de datos faltantes de series ambientales (caudales y precipitaciones) y series de recursos pesqueros (peces, moluscos y crustáceos) mediante métodos estadísticos.○ Aplicación del modelo estadístico (SARIMA) para las estimaciones de caudales históricos y predicción de caudales desde el 2020-2100 bajo los escenarios RCP4,5y RCP8,5.○ Aplicación modelo de Regresión lineal a 7 series de desembarque de peces, moluscos y crustáceos en las escalas anual e interanual.○ Redactar informe final.
Manuel González Navarrete	Universidad del BíoBío	<ul style="list-style-type: none">○ Participación en los talleres de trabajo del Primer, Segundo y Tercer Taller FIPA○ Recuperación de datos faltantes de series ambientales (caudales y precipitaciones) y series recursos pesqueros (peces, moluscos y crustáceos) mediante métodos estadísticos.○ Aplicación del modelo estadístico (SARIMA) para las estimaciones de caudales históricos y predicción de caudales desde el 2020-2100 bajo los escenarios RCP4,5y RCP8,5.○ Aplicación modelo de Regresión lineal a 7 series de desembarque de peces, moluscos y crustáceos en las escalas anual e interanual.○ Edición de Informe Final.
Ricardo Pavez Fuentes	Universidad del BíoBío	<ul style="list-style-type: none">○ Participación en los talleres de trabajo del Primer, Segundo y Tercer Taller FIPA○ Preparación de bases de datos de Precipitaciones seleccionados en torno a los ríos a ensayar de la macrozona centro-norte y centro-sur.○ Con las series de precipitaciones mensuales interpoladas con criterios estadísticos se procedió a estudiar las escalas: Anual, interanual e interdecadal.○ Análisis de correlación cruzada en las series de precipitaciones versus Temperatura superficial del mar en las tres escalas descritas.○ Extracción de series de tiempo de precipitaciones de modelos numéricos de la agencia internacional NOAA-USA, bajo los escenarios RCP4,5y RCP8,5.○ Encryptedados de series de datos de entrega al informe final.○ Edición de Informe Final.

Camila Valenzuela Pedreros	Universidad del BíoBío	<ul style="list-style-type: none"> ○ Actividades de secretaría, y archivo de información. ○ Organización y coordinación logística para reuniones con usuarios. ○ Participación en reuniones de coordinación científica y técnica del Grupo de trabajo.
Sergio Núñez Elías	Instituto de Investigación Pesquera	<ul style="list-style-type: none"> ○ Organización y participación en reuniones de coordinación científica y técnica del Primer, Segundo y Tercer Taller ○ Análisis de la información obtenida desde fuentes oficiales, y aplicación de criterios de selección para finalmente verificar las series pesquera a ensayar para cada caleta estudiada. ○ Análisis del comportamiento temporal de las series de peces, moluscos y crustáceos. ○ Análisis de datos para determinar la estacionalidad de las series pesqueras. ○ Revisión, y edición de Informes. ○ Participación en reuniones de coordinación científica y técnica del Grupo de trabajo.
Carlos González Ayamante	Instituto de Investigación Pesquera	<ul style="list-style-type: none"> ○ Participación en los talleres de trabajo del Primer, Segundo y Tercer Taller FIPA. ○ Revisión de literatura y bases de datos sobre aspectos sociales y económicos de las caletas pesqueras en el centro-sur de Chile. ○ Procesamiento de las series mensuales de recursos pesqueros (moluscos, crustáceos, peces) a ensayar en macrozona centro-norte y centro-sur. ○ Procesamiento de información pesquera y aspectos sociales. ○ Adecuación metodológica del levantamiento de información primaria sobre aspectos sociales y económicos en las caletas seleccionadas. ○ Análisis de datos económicos y sociales para recursos pesqueros. ○ Revisión, y edición de Informes.
Roberto San Martín V.	Instituto de Investigación Pesquera	<ul style="list-style-type: none"> ○ Participación en los talleres de trabajo del Primer, Segundo y Tercer Taller FIPA. ○ Revisión de literatura y bases de datos sobre aspectos sociales y económicos de las caletas pesqueras en el centro-sur de Chile. ○ Procesamiento de las series mensuales de recursos pesqueros (moluscos, crustáceos, peces) a ensayar en macrozona centro-norte y centro-sur. ○ Adecuación metodológica del levantamiento de información primaria sobre aspectos sociales y económicos en las caletas seleccionadas. ○ Análisis de datos económicos y sociales para

		<ul style="list-style-type: none"> recursos pesqueros. ○ Revisión, y edición de Informes.
Arnaldo Zúñiga Valenzuela	Instituto de Investigación Pesquera	<ul style="list-style-type: none"> ○ Reuniones de coordinación objetivos específicos 1 y 2. ○ Participación en los talleres de trabajo del Primer, Segundo y Tercer Taller FIPA ○ Análisis de la información obtenida desde fuentes oficiales, y aplicación de criterios de selección para finalmente verificar las series pesquera a ensayar para cada caleta estudiada. ○ Generación de banco de datos de información bio-ecológica y pesquera.
Sebastián Vásquez Pastene	Instituto de Investigación Pesquera	<ul style="list-style-type: none"> ○ Reuniones de coordinación. ○ Participación en los talleres de trabajo. ○ Diseño, procesamiento y análisis de modelación espacial de la abundancia de estados tempranos de anchoveta en la zona centro-sur de Chile, asociada a la variabilidad de los caudales de los principales ríos de la región. ○ Generación de banco de datos de información bio-ecológica y pesquera. ○ Revisión, y edición de Informes.
Marcos Arteaga Vásquez	Instituto de Investigación Pesquera	<ul style="list-style-type: none"> ○ Reuniones de coordinación objetivos. ○ Participación en los talleres de trabajo. ○ Análisis de la información obtenida desde fuentes oficiales. ○ Análisis de información bio-ecológica y pesquera para el centro-sur de Chile.