



## **INFORME TÉCNICO 10**

**Proyecto:** Supporting the Ecosystem Approach to Fisheries Management through Scientific Research & Capacity Building in the framework of Chilean Benthic Fishery Management Committees IFOP- Walton Family Foundation

**Modelamiento ecológico conceptual y cualitativo para recursos centolla (*Lithodes santolla*) y centollón (*Paralomis granulosa*) Región de Magallanes y la Antártica Chilena y de jaiba marmola (*Metacarcinus edwardsii*), Chiloé, Región de Los Lagos**  
Junio, 2019



## INFORME TÉCNICO 10

Proyecto: Supporting the Ecosystem Approach to Fisheries Management through Scientific Research & Capacity Building in the framework of Chilean Benthic Fishery Management Committees IFOP- Walton Family Foundation

**Modelamiento ecológico conceptual y cualitativo para recursos centolla (*Lithodes santolla*) y centollón (*Paralomis granulosa*) Región de Magallanes y la Antártica Chilena y de jaiba marmola (*Metacarcinus edwardsii*), Chiloé, Región de Los Lagos**  
Junio, 2019

### Requirente

Walton Family Foundation

### Ejecutor

Instituto de Fomento Pesquero, IFOP

### Director Ejecutivo

Luis Parot Donoso

### Jefe (I) División Investigación Pesquera

Sergio Lillo Vega

### Jefe de Proyecto

Calos Montenegro Silva

### Autores

Rosa Garay-Flühmann  
Leslie Garay-Narváez  
Carlos Montenegro Silva  
Alexander Galán Mejía  
Andrés Olguín Ibacache  
Claudia Andrade Díaz  
Eduardo Almonacid Rioseco  
Eliás Pinilla Matamala  
Gastón Vidal Santana  
Gustavo Aedo Urrutia  
Heraldo Contreras Cifuentes  
Johanna Rojas Rojo  
Kurt Paschke La Manna  
Osvaldo Artal Arrieta  
Pablo Rojas Venegas  
Paulina Gebauer Mery  
Paulo Mora Vásquez  
Sylvia Oyarzun Godoy  
Ruth Hernández Rodríguez  
Thamara Matamala Asencio



## ÍNDICE

---

ÍNDICE.....	i
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. MARCO DE REFERENCIA NORMATIVO .....	3
2.1 Ley General de Pesca y Acuicultura.....	3
2.2. Orientación de FAO para el enfoque ecosistémico aplicado al manejo de pesquerías.....	6
3. MODELAMIENTO CON ENFOQUE ECOSISTÉMICO EN PESQUERÍAS .....	9
3.1. Clasificación de los modelos ecosistémicos .....	9
3.2. Modelamiento cualitativo.....	10
3.2.1. Modelo conceptual FPEIR (DPSIR).....	11
3.2.2. Modelamiento cualitativo de redes .....	12
4. METODOLOGÍA .....	15
5. RESULTADOS.....	16
5.1. Pesquería centolla y centollón, Región de Magallanes y la Antártica Chilena. ....	16
5.1.1. Modelo conceptual FPEIR.....	16
5.1.2. Modelo cualitativo .....	21
5.1.3. Análisis de estabilidad y respuesta a perturbaciones .....	27
5.2. Pesquería de jaiba marmola, Chiloé, Región de Los Lagos. ....	31
5.2.1. Modelo conceptual FPEIR.....	31
5.2.2. Modelo cualitativo .....	34
5.2.3. Análisis de estabilidad y respuesta a perturbaciones .....	37
6. COMENTARIOS FINALES .....	40
7. REFERENCIAS .....	41
ANEXO .....	



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

---



## 1. INTRODUCCIÓN

---

Chile se ha propuesto avanzar en el manejo integrado de sus pesquerías basados en el enfoque ecosistémico con el objetivo de conservar los recursos hidrobiológico de interés económico incorporando variables biofísicas, ambientales, económicas y sociales. Uno de los objetivos principales de la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA) es "... la conservación y el uso sustentable de los recursos hidrobiológicos, mediante la aplicación del enfoque precautorio, de un enfoque ecosistémico en la regulación pesquera y la salvaguarda de los ecosistemas marinos en que existan esos recursos" ([http://www.subpesca.cl/portal/615/articles-88020\\_documento.pdf](http://www.subpesca.cl/portal/615/articles-88020_documento.pdf)). Agrega que las pesquerías nacionales que tengan su acceso cerrado, así como las pesquerías declaradas en régimen de recuperación y desarrollo incipiente requieren por ley que la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Subpesca) establezcan un plan de manejo.

El proyecto "*Supporting the Ecosystem Approach to Fisheries Management through Scientific Research & Capacity Building in the framework of Chilean Benthic Fishery Management Committees*", (abreviado SEAFISHMAN) propone contribuir a la sustentabilidad de cuatro pesquerías bentónicas desarrollada en la zonas sur de Chile apoyando a los comités de manejo (CM) respectivos que operan o están en vías de operar: Centolla y centollón de la Región de Magallanes y Antártica Chilena, crustáceos bentónicos (jaiba marmola y centolla) de la Provincia de Chiloé, huego, navajuela, choro y chorito en Bahía Corral y huego, navajuela y taquilla en el Golfo de Arauco. El proyecto SEAFISHMAN, espera así, proporcionar su conocimiento al CM contribuyendo en la labor de elaboración, implementación y evaluación de los Planes de Manejo (PM) que estén basados en el enfoque ecosistémico

El modelamiento de las poblaciones de recursos marinos ha tenido una importante evolución en las últimas décadas desarrollándose desde el análisis de sus tendencias poblacionales con modelos de dinámica poblacional simples y métodos de estimación relativamente rudimentarios avanzando hacia modelos más realistas de dinámica poblacional, los cuales comúnmente están estructurados por edades o tamaños y consideran la dinámica espacial de las especies, con modernas técnicas de estimación de las variables de estado de las poblaciones (Maunder & Piner, 2015). A pesar de lo que ha significado la contribución de estos nuevos enfoques para el estudio de las poblaciones marinas, ninguno logra capturar la complejidad de los sistemas pesqueros. Por lo anterior, se ha hecho evidente la necesidad de utilizar un enfoque que dé cuenta de los múltiples componentes de tales sistemas de producción, en este caso, el ecosistémico. Este concepto ha sido sujeto de múltiples definiciones y en el marco de este estudio hacemos propia la propuesta por García, Zerbi, Aliaume, Do Chi & Lasserre, (2003): "un sistema complejo de interacciones de poblaciones (humanas y no humanas) entre ellas y con el ambiente que las rodean". Se desprende de esta definición que estamos frente a sistemas socio-ecológicos, compuestos de dimensiones biofísicas, socio-culturales, económicas y de gobernanza.



Desde esta perspectiva, un enfoque ecosistémico captura, además de la caracterización y estudio de sistemas puramente ecológicos, los elementos asociados a la estructuración de los sistemas sociales, económicos y de regulación. A través de esta aproximación se logra explicitar sistemas complejos y coadaptativos en el que distintos aspectos ecológicos (evolutivos, biogeoquímicos, energéticos, etc.), socioculturales (políticos, económicos, tecnológicos) y de gobernanza se entretajan producto de la interacción de los componentes humanos, bióticos y abióticos que los conforman (Ortega *et al.*, 2014).

El dar cuenta de los múltiples componentes que forman parte de estos sistemas socio-ecológicos constituye una base fundamental para la toma de decisiones en sistemas inherentemente complejos e interrelacionados. Sin embargo, este enfoque nos remite también a una discusión ontológica (creencias acerca de la realidad) ya que en la transición se hace patente el contraste entre la percepción monista de la relación entre la naturaleza y la sociedad (ser humano en la naturaleza), y la percepción dualista (ser humano por fuera de la naturaleza). Bajo el enfoque ecosistémico se propone una nueva concepción ontológica, que promueve la necesidad de una reconceptualización de la relación entre el hombre y el ambiente, que conciba al ser humano como parte y artífice del ecosistema; y desde una perspectiva ecológica profunda, sistémica y compleja. Ello conducirá a desarrollar un mayor bienestar humano y ecológico por medio de la buena gobernanza.

En el presente documento, se entregan los resultados del taller de expertos científicos para el modelamiento conceptual y cualitativo de la dimensión ecológica para recursos centolla (*Lithodes santolla*) y centollón (*Paralomis granulosa*) Región de Magallanes y la Antártica Chilena y de jaiba marmola (*Metacarcinus edwardsii*, antes *Cancer edwardsii*) en la provincia de Chiloé, Región de Los Lagos. Los modelos desarrollados en conjunto con los participantes de dicho taller, contienen en su mayor parte componentes ambientales y ecológicos relevantes para la dinámica de las especies de interés en estos sistemas de pesquería; y la relación existente entre ellos. A través de estas representaciones, basadas en el enfoque ecosistémico, apuntamos a guiar a los usuarios en la comprensión y visualización del funcionamiento de este sistema de pesquería como un sistema socio-ecológico; y contribuimos en la evaluación de su PM.



## 2. MARCO DE REFERENCIA NORMATIVO

### 2.1 Ley General de Pesca y Acuicultura

La Ley General de Pesca y Acuicultura (en adelante la Ley) es el marco normativo que salvaguarda la preservación de los recursos hidrobiológicos, regula las actividades pesqueras extractivas, de procesamiento y de almacenamiento, las actividades acuícolas y de investigación contempladas en las masas de aguas terrestres, playa de mar, aguas interiores, mar territorial o zona económica exclusiva de la República y en las áreas adyacentes a esta última sobre las que exista o pueda llegar a existir jurisdicción nacional de acuerdo con las leyes y tratados internacionales. La Ley en su texto refundido, coordinado y sistematizado de la Ley n° 18.892, de 1989 establece el objetivo en su Artículo 1° B: "... la conservación y el uso sustentable de los recursos hidrobiológicos, mediante la aplicación del enfoque precautorio, de un enfoque ecosistémico en la regulación pesquera y la salvaguarda de los ecosistemas marinos en que existan esos recursos" ([http://www.subpesca.cl/portal/615/articulos-88020\\_documento.pdf](http://www.subpesca.cl/portal/615/articulos-88020_documento.pdf)). El Art. 1° C, letras a, b y c enfatizan: "(a) establecer objetivos de largo plazo para la conservación y administración de las pesquerías y protección de sus ecosistemas así como la evaluación periódica de la eficacia de las medidas adoptadas; (b) aplicar en la administración y conservación de los recursos hidrobiológicos y la protección de sus ecosistemas el principio precautorio; y (c) aplicar el enfoque ecosistémico para la conservación y administración de los recursos pesqueros y la protección de sus ecosistemas, entendiendo por tal un enfoque que considere la interrelación de las especies predominantes en un área determinada".

Con el fin de conservar y administrar de modo sustentables las pesquerías se debe establecer planes de manejo (PM). En términos generales, los Planes de Manejo son "documentos formales que contienen los principales antecedentes de una determinada pesquería, que definen sus principales objetivos a alcanzar, así como los lineamientos de administración y especificación de las reglas mediante las cuales se pretende alcanzar esos objetivos" ([http://www.subpesca.cl/portal/618/articulos-82442\\_recurso\\_1.pdf](http://www.subpesca.cl/portal/618/articulos-82442_recurso_1.pdf)). El Art. 2° N° 33, define Plan de Manejo<sup>1</sup> como "compendio de normas y conjunto de acciones que permiten administrar una pesquería basados en el conocimiento actualizado de los aspectos bio-pesquero, económico y social que se tenga de ella."

<sup>1</sup>El plan de manejo deberá contener, a lo menos, los siguientes aspectos:

- a) Antecedentes generales, tales como el área de aplicación, recursos involucrados, áreas o caladeros de pesca de las flotas que capturan dicho recurso y caracterización de los actores tanto artesanales como industriales y del mercado.
- b) Objetivos, metas y plazos para mantener o llevar la pesquería al rendimiento máximo sostenible de los recursos involucrados en el plan.
- c) Estrategias para alcanzar los objetivos y metas planteados, las que podrán contener:
  - i. Las medidas de conservación y administración que deberán adoptarse de conformidad a lo establecido en esta ley, y
  - ii. Acuerdos para resolver la interacción entre los diferentes sectores pesqueros involucrados en la pesquería.
- d) Criterios de evaluación del cumplimiento de los objetivos y estrategias establecidos.
- e) Estrategias de contingencia para abordar las variables que pueden afectar la pesquería.
- f) Requerimientos de investigación y de fiscalización.
- g) Cualquier otra materia que se considere de interés para el cumplimiento del objetivo del plan.



Por ende, el establecimiento de dichos planes de manejo necesariamente involucra la revisión e incorporación de los ejes que definen el enfoque ecosistémico: variables biológicas, ambientales, económicas y sociales. En este sentido, dichos planes forman parte del marco general para la gobernabilidad y el cumplimiento de los objetivos de la conservación y el uso sustentable de los recursos hidrobiológico explicitadas en la Ley.

A su vez, se constituyen los Comités de Manejo<sup>2</sup>(CM) de carácter asesor de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura en la elaboración de la propuesta implementación, evaluación y adecuación del Plan de Manejo. Están integrados por los siguientes miembros titulares: Un funcionario de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Subpesca), del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo (quien lo preside); un representante del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (Sernapesca), del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; entre dos y siete representantes de los pescadores artesanales inscritos en la o las pesquerías involucradas en el plan de manejo; tres representantes del sector pesquero industrial que cuenten con algún título regulado en la ley sobre la pesquería objeto del plan de manejo; un representante de las plantas de proceso del recurso objeto del Plan de Manejo (D. 95, 19 junio , 2013, Art. 2º). No obstante, el artículo 9ºbis de la Ley para CM de pesquerías bentónicas de invertebrados y algas elimina a los representantes industriales y agrega un representante de la Dirección General del territorio Marítimo y Marina Mercante Nacional. Todos los miembros titulares de los CM deberán contar con un suplente, quienes tendrán iguales atribuciones y deberán dar cumplimiento a las mismas exigencias que el titular a quien representen.

La designación de los representantes de la Subpesca (titular y suplente) es hecha por el Subsecretario de Pesca y Acuicultura (Subsecretario). Los demás miembros, una vez electos, son designados por resolución del Subsecretario. La designación de los miembros titulares y suplentes tendrá una duración de cuatro años. Para que una persona sea integrante del CM debe cumplir con diversos criterios de elección que están en función de las características de la pesquería (ej., zonas o lugares donde se realiza), la composición de la fuerza extractiva (ej., toneladas desembarcadas) y otros parámetros técnicos (ej., número de naves) (**Tabla 1**) además de ser representativa de su sector (ej., debe contar con el apoyo de sus pares. Un reglamento determinará la forma de designación de los integrantes de dicho Comité. El CM deberá establecer el periodo en el cual se evaluará dicho plan, el que no podrá exceder de cinco años de su formulación.

<sup>2</sup> D. 09, 06 ,2013: ESTABLECE REGLAMENTO DE DESIGNACIÓN DE LOS INTEGRANTES Y FUNCIONAMIENTO DE LOS COMITÉS DE MANEJO <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1053765&idParte=&idVersion=2015-09-17> .



**Tabla 1** Requisitos representación miembros Comités de Manejo

REPRESENTANTE	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	CRITERIOS ELECCIÓN
Pescadores artesanales	zona, provincia o región que integra la unidad de pesquería	a) habitualidad de la actividad desarrollada por los pescadores en el recurso de que se trate; b) coeficiente de participación de los pescadores en el régimen artesanal de extracción, en caso que la pesquería objeto del plan se encuentre sometida a esta medida de administración; c) antigüedad en el registro pesquero artesanal; d) cantidad de toneladas desembarcadas en un período determinado; e) otros criterios objetivos que permita establecer una diferencia no arbitraria de participación de un pescador respecto de otro.
Sector pesquero industrial	deberán provenir de distintas regiones o unidades de pesquería	a) cantidad toneladas desembarcadas en uno o más períodos anuales; b) número de naves en operación, u otros que permita establecer la preferencia de una región o unidad de pesquería respecto de otra, en el caso de existir más de tres regiones o unidades de pesquería en el recurso objeto del plan de manejo.
Plantas de proceso	región o unidades de pesquería	a) deberá pertenecer a la región o unidades de pesquería en las que se aplique el plan de manejo, según corresponda.

Fuente: D.S. N° 95 Reglamento de designación de los integrantes y funcionamiento de los Comités de Manejo



La propuesta de PM deberá ser consultada al Comité Científico Técnico correspondiente, quien deberá pronunciarse en el plazo de dos meses de recibida. El CM recibirá la respuesta del Comité Científico y modificará la propuesta, si corresponde. La Subsecretaría aprobará el plan mediante resolución, y sus disposiciones tendrán carácter de obligatorio para todos los actores y embarcaciones regulados por esta ley que participan de la actividad.

## 2.2. Orientación de FAO para el enfoque ecosistémico aplicado al manejo de pesquerías

En el marco del proyecto SEAFISHMAN adoptamos las orientaciones dadas por FAO (2003, 2008, 2009, 2010), García *et al.*, 2003, Defeo, 2015, Staples *et al.*, 2014 que nos ayudan a entender el Enfoque Ecosistémico aplicado al Manejo de Pesquerías.

A partir de la convergencia de dos paradigmas, diferentes, pero estrechamente relacionados entre sí, emerge el concepto de enfoque ecosistémico (García *et al.*, 2003). Por una parte, el paradigma del manejo (gestión) ecosistémico enfocado a la conservación del ecosistema, su diversidad y su funcionamiento por medio de acciones de manejo focalizada principalmente en sus componentes biofísicos y ejemplificado con la creación de áreas marinas protegidas. Por otro lado, el manejo (gestión) de pesquerías cuyo propósito es satisfacer las metas de la sociedad y las necesidades humanas alimenticias y beneficios económicos a través de acciones de manejo enfocadas a la actividad de pesca y el recurso objetivo.

Las pesquerías se reconocen como sistemas que pueden alterar los ecosistemas marinos en tanto estructura, biodiversidad y productividad y que los recursos no debieran alcanzar valores inferiores a los límites máximos de productividad. De esto se desprenden los siguientes principios: la necesidad de manejar las pesquerías de modo de minimizar sus impactos en el ecosistema, mantener las relaciones ecológicas entre las diversas especies (las capturadas, las dependientes y las asociadas), tener medidas de manejo que sean compatibles con la distribución (geográfica) del recurso, tener una enfoque precautorio ya que el conocimiento científico es limitado y, por último, la gobernanza debería garantizar tanto el bienestar humano como el ecosistémico y la equidad.

El manejo de los ecosistemas marinos asociados a pesquerías (caracterizados como sistemas socio-ecológicos complejos) debe recoger los principios antes señalados en políticas que puedan operacionalizarlos y que cuenten con indicadores de sustentabilidad que permitan monitorear, revisar y evaluar las medidas de manejo que se tengan, por ejemplo, un Plan de Manejo. Uno de los enfoques que abre esta posibilidad es el ecosistémico. Tomando la definición Defeo (2015), el enfoque ecosistémico constituye “un enfoque integrado de manejo de los sistemas socio-ecológicos para su conservación y uso sostenible de un modo equitativo y que incluye el análisis de todos los procesos, funciones e interacciones entre los componentes y recursos (vivos y no) del ecosistema, e implica el manejo de las especies y de otros servicios y bienes ecosistémicos”. Se desprende de esta aproximación, que el ser humano, su cultura (incluida la tecnología) e instituciones sociales,



económicas y de gobernanza son componentes integrados a la ecuación ecosistémica. Ejemplos de variables asociadas a las dimensiones incluidas en el enfoque ecosistémico son:

**Variables ambientales, incluidas las ecológicas:** Las ecológicas, que son las que mayormente tratamos en este estudio, incluyen todas aquellas que tienen relación con aspectos ecosistémicos, biológicos y oceanográficos de las pesquerías. Stock de la población de especie “blanco”, abundancias de poblaciones de especies no “blanco” involucradas en interacciones tróficas y no tróficas, hábitat; y forzantes ambientales como pH, temperatura o precipitaciones, por nombrar algunas.

**Variables sociales:** Se definen como todas aquellas que tiene que ver con la estructura y la organización social, demografía, cultura, tradiciones, políticas, marcos legales, gobernanza de la pesquería: Ejemplo: leyes, vedas, festividades, presencia de no-locales, calidad de vida, sentido de independencia, entre otras.

**Variables económicas:** Se definen como aquellas que tiene relación con aspectos económicos, monetarios, crediticios y de mercado de las pesquerías. Ejemplo: precio de mercado, servicios, otras actividades laborales, actividad de plantas de proceso.

En particular, el enfoque ecosistémico para la pesca (EEP) es una aproximación más holista al manejo de sistemas pesqueros, que representa un alejamiento de los enfoques de manejo pesquero orientados sólo en un cultivo sustentable de las especies objetivo, hacia sistemas y procesos de toma de decisiones que equilibran el bienestar ecológico y social. Persigue equilibrar diversos objetivos sociales tomando en cuenta los conocimientos e incertidumbres relacionados con los elementos bióticos, abióticos y humanos de los ecosistemas y sus interacciones, aplicando a la pesca un enfoque integrado (FAO, 2010). El propósito final del EEP es planificar, desarrollar y ordenar las pesquerías teniendo presentes las múltiples necesidades y deseos de las sociedades, sin poner en riesgo las opciones para que las futuras generaciones se beneficien del amplio rango de bienes y servicios provistos por los ecosistemas marinos (García *et al.*, 2003; FAO, 2010). El EEP recoge las miradas de los usuarios sus objetivos, percepciones y relaciones de poder; los servicios ecosistémicos del medio acuático y la valoración de la sociedad; los marcos jurídicos, políticos e institucionales; y el contexto socioeconómico en el que se desarrolla el sistema pesquero.

A través del EEP se logra visualizar componentes antes invisibilizados, tales como relaciones ecológicas (ej., interacciones interespecíficas), componentes culturales (ej., mitos, valores y tradiciones), componentes sociales y económicos (ej., mano de obra y mercados), componentes institucionales y de gobernanza (ej., organizaciones de fiscalización y vigilancia) así como factores de escala espacio-temporales que permiten una comprensión más acabada de la complejidad y dinámica de los sistemas pesqueros. El advertir la multiplicidad de componentes que forman parte de los sistemas de pesquería, constituye una base fundamental para la toma de decisiones en sistemas inherentemente integrados.

Cabe notar que bajo las definiciones de la FAO se avanza en la integración de subsistemas que hasta ahora se han estudiado de manera aislada. El cambio en el paradigma de manejo de recursos individuales a uno articulado con los sistemas ecológicos y socio-económicos subyacentes, es



complicado aún. Sin embargo, se puede avanzar en la visualización y posible evaluación de los planes de manejo dentro de un contexto de enfoque ecosistémico a través de la identificación de los componentes e interacciones clave de cada sistema en estudio. Esta visualización es un primer ejercicio reflexivo conducente al desarrollo de una nueva perspectiva que considera la complejidad de los sistemas naturales.



### 3. MODELAMIENTO CON ENFOQUE ECOSISTÉMICO EN PESQUERÍAS

---

#### 3.1. Clasificación de los modelos ecosistémicos

El estudio y modelamiento de ecosistemas ha concentrado sus esfuerzos en la generación de modelos multiespecíficos y ecosistémicos, que van desde la comprensión de un ecosistema y sus componentes a proporcionar información y recomendaciones que contribuyan a la planificación estratégica y/o táctica y a la correspondiente toma de decisiones (FAO 2008). Asimismo, los esfuerzos se han concentrado en modelar a nivel local (ej., Hollowed *et al.*, 2011) como global (ver Hollowed *et al.*, 2000; Fulton, 2010; Fulton *et al.*, 2011; Plagányi 2007; FAO 2008). Teniendo presente que el modelamiento ecosistémico se trata de un continuo entre lo conceptual y lo táctico, FAO (2008) los clasifica de la siguiente manera:

a) Modelos conceptuales: tienen como objetivo desarrollar una comprensión amplia de los patrones y procesos que ocurren en los ecosistemas. En otras palabras, de la estructura, funcionamiento e interacciones del ecosistema, o subsistema, bajo consideración. Las construcciones conceptuales que se puedan generar no necesariamente son empleadas de manera explícita en la toma de decisiones o recomendaciones científicas, sino más bien de modo contextual o marco inicial hipotético.

b) Modelos estratégicos: Los modelos estratégicos están centrados en la evaluación a gran escala de las direcciones y los patrones de cambio de las variables de estado del ecosistema. Estos contemplan una amplia gama y los hay de tipo cualitativo y cuantitativo. Entre los primeros se encuentra la modelación de tipo cualitativa (análisis de *loops*), que incorpora la complejidad del sistema considerando componentes de distinto tipo provenientes, por ejemplo, de las dimensiones ecológica, social y económica. Los modelos cualitativos son modelos de tipo matemático en que sólo la naturaleza cualitativa de la relación entre los componentes del sistema es requerida, es decir, si existe o no, y si es positiva o negativa. Estos modelos pueden ir de bajos niveles de complejidad (es decir, centrados en el estudio de subsistemas de interés) a altos niveles de complejidad (es decir, centrados en el ecosistema como un todo). Se caracterizan por entregar una visión general y sintética del sistema de estudio sin requerir precisión en mediciones numéricas.

Los modelos de tipo cuantitativo incorporan mayor precisión a través de una formulación matemática en que las relaciones funcionales y numéricas entre las variables de un sistema son especificadas por medio de modelación estadística, medición directa o estimaciones estadísticas. Estos modelos son usualmente de alta complejidad ya que contemplan distintos tipos de componentes de los ecosistemas. Se conocen como Modelos del Ecosistema Completo (del inglés *whole-of-ecosystem/end-to-end models*). Entre los modelos de este tipo se encuentran *Ecopath*, *Ecosim* y *Atlantis*.

c) Modelos tácticos: Están dirigidos a apoyar decisiones específicas de manejo. En el ámbito de estos modelos se requiere mayor precisión por lo que se utilizan también modelos matemáticos de tipo



cuantitativo. Estos modelos pueden ir desde bajos niveles de complejidad, incorporando sólo las interacciones entre las especies directamente asociadas a la especie “blanco” o de interés, hasta la incorporación de factores físicos y ambientales. Un ejemplo de este tipo de modelos son los denominados Modelos Mínimamente Realistas (MRM del inglés *Minimally Realistic Models*). Por último, otros tipos de aproximación que incorporan mayor complejidad agregando componentes de distinto tipo al sistema, son los Modelos de Complejidad Intermedia para la evaluación de los Ecosistemas (MICE del inglés *Models of Intermediate Complexity for Ecosystem Assessment*).

La mayoría de los modelos de ecosistemas se utilizan en un contexto conceptual y estratégico (ej., Plagányi, 2007), aun cuando la ordenación real de las pesquerías involucra principalmente decisiones tácticas que afectan las regulaciones de corto plazo. Esto se debe a que la utilización de modelos tácticos como los requeridos implica la medición y estimación de valores de parámetros y variables que definen el estado del sistema con alta precisión. Estas mediciones y/o estimaciones son muchas veces de alto costo en términos de tiempo y dinero. Por otro lado, se dificulta aún más la tarea cuando se requiere incorporar componentes de tipo socio-económico, que requerirían ser definidos de manera cuantitativa.

Una buena estrategia para el avance en el modelamiento ecosistémico y su aplicación se puede lograr por medio de la integración de modelos conceptuales, estratégicos y tácticos. Es recomendable en una primera etapa implementar una síntesis del sistema a través de modelos cualitativos más bien conceptual-estratégicos, seguido, por la implementación de modelos cuantitativos, de tipo estratégico-tácticos, cuyas predicciones pueden ser puestas a prueba por medio de observaciones y análisis estadístico.

### **3.2. Modelamiento cualitativo**

En el marco del proyecto SEAFISHMAN, comenzamos con la aplicación del modelamiento ecosistémico a partir de la modelación cualitativa. Los modelos cualitativos son un primer paso para rescatar y describir la complejidad contenida en los sistemas pesqueros. Sirven como una base que guía la búsqueda y determinación de las variables e interacciones que caracterizan la dinámica del sistema, ayudando así en el diseño y creación de herramientas de manejo y gestión que estén de acuerdo con los contextos económicos, sociales y naturales permitiendo un acercamiento a la sustentabilidad de los sistemas pesqueros.

Una de las ventajas de este tipo de modelación es que no se requiere información cuantitativa, lo que facilita su implementación sobre todo cuando se carece de datos empíricos. En el desarrollo del proyecto SEAFISHMAN se emplearon dos metodologías: modelamiento conceptual y modelamiento cualitativo de redes.



### 3.2.1. Modelo conceptual FPEIR (DPSIR)

El modelo FPEIR (según sus siglas en castellano *Fuerzas motrices-Presiones-Estados-Impactos-Respuestas*) o DPSIR (según sus siglas en inglés *Driving Forces-Pressures-State-Impacts-Responses*) es un marco lógico de pensamiento que asume relaciones causales entre los componentes de sistemas socio-ecológicos complejos, es decir, las dimensiones social, económica y ambiental (Bradley & Yee, 2015). Es un enfoque que permite describir orígenes y consecuencias de acciones humanas o fenómenos que causan problemas ambientales y las medidas que se aplican para dar soluciones a esos inconvenientes. El punto de partida del modelo es que las actividades humanas o fuerzas motrices (*driving forces*) empleadas para satisfacer las múltiples necesidades humanas, ejercen presiones (*pressures*) sobre el medio físico, provocando cambios en el estado (*state*) del mismo, que producen impactos (*impacts*) en el ecosistema (y sus recursos) y el bienestar humano (salud). Estas situaciones dan lugar a respuestas (*responses*) o acciones individuales, grupales, sociales o gubernamentales cuyo fin es prevenir, compensar, mitigar o aplicar cambios que incidan en las fuerzas motrices, las presiones, el estado o los impactos de las actividades humanas que afecten al ecosistema y/o la salud humana. La **Tabla 2** resume las categorías que componen el modelo FPEIR:

**Tabla 2** El modelo FPEIR: categorías y definiciones

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
<b>(D) Fuerzas Motrices</b>	Actividades humanas empleadas para satisfacer necesidades humanas o fenómenos que causan presión sobre el sistema natural y el ambiente
<b>(P) Presiones</b>	Actividades humanas que ejercen presión sobre el área de pesca y sus procesos ecológicos esenciales.
<b>(S) Estados</b>	Fenómenos observables en la naturaleza del área de pesca, cuya variación indica si la situación mejora o empeora
<b>(I) Impactos</b>	Cambios medibles en el estado del ambiente o la salud humana directamente atribuida a una actividad específica.
<b>(R) Respuestas</b>	Mecanismos de respuesta que evidencian la capacidad del gobierno, sociedad, industria u otras instituciones para prevenir, compensar, mitigar o aplicar cambios (en lo ambiental, económico o social) que influyan en las fuerzas motrices, las presiones o el impacto de las actividades humanas que afecten al ecosistema y/o la salud humana del sistema de pesca.

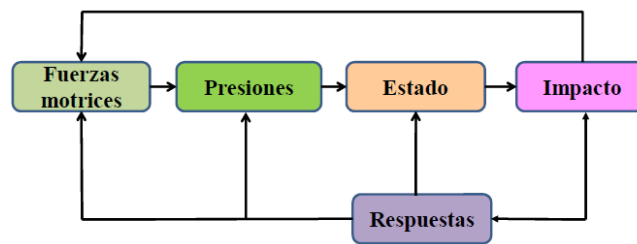
Fuente: Adaptado de Bradley & Yee 2015: 3 y Díaz Martín 2015: 75



El modelo, aplicado a la pesca artesanal, responde a las siguientes preguntas:

1. ¿Qué cambios, es decir impactos, han ocurrido en la calidad del ambiente o el bienestar humanos donde se realiza la pesca artesanal?
2. ¿Cómo se encuentra el lugar/espacio/territorio, es decir su estado, en el que se desarrolla la pesca artesanal en términos de los impactos?
3. ¿Cuáles son las causas inmediatas o presiones que explican esa situación?
4. ¿Cuáles son las causas de esas presiones, es decir, las fuerzas motrices?
5. ¿Cuáles medidas de mitigación, compensación, manejo, etc., es decir respuestas, se han establecido para corregir los impactos negativos?

El modelo se puede representar de la siguiente manera (**Figura 1**), recalcando que todas las componentes (categorías) están relacionadas unas con otras de manera causal. Así, por ejemplo, las presiones que sufre un sistema son causadas por alguna fuerza motriz; a su vez, los estados de los sistemas cambian debido a las presiones que se ejercen sobre él y eso tiene impactos en las personas y en los sistemas ecológicos. Según los impactos son las respuestas que emanan desde la sociedad y van dirigidos a distintos componentes según se requiera.



**Figura 1.** Modelo DPSIR y relación conceptual entre sus componentes. Adaptado y traducido de Bradley & Yee, 2015:3

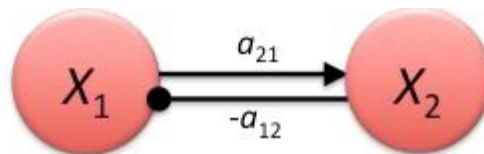
### 3.2.2. Modelamiento cualitativo de redes

Este enfoque se utiliza como una base que guía la búsqueda y determinación de las variables que caracterizan la dinámica del sistema y sus interacciones (en inglés con siglas QNM de *Qualitative Network Modelling*). Esta aproximación proviene del análisis de grafos de flujo con signo. Mason (1953) utilizó por primera vez este modelamiento para trabajar en circuitos eléctricos y Richard Levins (1974, 1975, 1998, Puccia & Levins 1985) lo amplió más tarde y desarrolló el análisis de loops como una herramienta de análisis de sistemas complejos para ecología y biología (Lane, 1986; Lane & Levins, 1977). El análisis de *loops* es un tipo de modelación cualitativa (Dambacher, Luh, Li & Rossignol 2003) con la que se puede tener una descripción parcial de un sistema complejo prescindiendo de la información cuantitativa asociada a éste. Por ello, se ha convertido actualmente

en una herramienta importante para la gesti3n y manejo de sistemas socio-ecol3gicos (Martone, Bodini & Micheli, 2017).

Una de las virtudes de este enfoque es la representaci3n visual a trav3s de d3grafos signados (**Figura 2**) en que las variables o componentes se representan por medio de circunferencias a las que se asocian conectores que describen el efecto directo de un componente sobre otro. Los conectores pueden describir la acci3n de una variable sobre otra y se especifica mediante el signo, y no la magnitud, de su efecto pudiendo ser positivos (+), negativos (-) o nulos (0 en caso de estar ausente el conector). Adem3s de los efectos directos, se pueden incorporar modificaciones de interacci3n. 3stas consisten en la modificaci3n, ya sea por refuerzo o debilitamiento de las interacciones directas presentes en el sistema. Las interacciones modificadas pasan a ser parte de los efectos directos del d3grafo ya que se incorporan al multiplicar el signo de la modificaci3n con el signo del efecto directo que est3 siendo modificado

La naturaleza cualitativa de la relaci3n entre variables es uno de los elementos que ayuda a la incorporaci3n de variables de distinto tipo en un mismo sistema, por ej., variables conceptuales, sociales (ej., bienestar social) y econ3micas (ej., precio de mercado) en conjunto con las variables ecol3gicas que describen (tradicionalmente) la din3mica de la(s) especie(s) objetivo. De esta manera se puede avanzar en la descripci3n de sistemas con alta complejidad a3n a la espera de recopilar todos los datos necesarios para tal efecto, datos que muchas veces, adem3s de ser costosos en t3rminos de tiempo y dinero, son dif3ciles incluso de definir.



**Figura 2** Modelo de d3grafo signado. Las variables se indican en c3rculos, los efectos positivos se representan por medio de flechas terminadas en punta, mientras que los efectos negativos se representan por medio de flechas terminadas en c3rculo. Sobre cada flecha se se3alan los coeficientes de interacci3n. Elaboraci3n propia..

El d3grafo signado se corresponde con una matriz cuadrada, definida formalmente como la matriz comunitaria  $A$  (Levins 1974) en que cada columna indica el efecto lineal de un componente sobre los otros componentes del sistema que se encuentran en cada fila. A partir de la matriz comunitaria se



puedan hacer evaluaciones matemáticas cualitativas acerca de la respuesta del sistema frente a perturbaciones (ver Dambacher, Luh, Li & Rossignol, 2003; Levins 1974) cuyos resultados se pueden visualizar a partir de la estructura del dígrafo signado.

Un primer análisis, basado en la estructura del dígrafo signado, consiste en determinar la estabilidad del sistema, es decir si éste vuelve o no a su condición de equilibrio luego de una pequeña perturbación; e identificar qué variables y/o interacciones la refuerzan o merman a partir de la caracterización de su estructura de autorregulación. Para esto es necesario considerar los ciclos de retroalimentación (*feedback*) presentes. Un ciclo de *feedback* corresponde a un ciclo en que una variable afecta una segunda variable y esta a su vez podría impactar una tercera variable, y así sucesivamente hasta que la variable original es afectada nuevamente. La identificación de este tipo de estructuras, junto con la determinación de su signo dará cuenta de qué componentes son importantes para determinar la dinámica temporal de nuestro sistema de interés. Por ejemplo, se puede determinar la estabilidad de los modelos a partir de la relación entre ciclos de retroalimentación negativos y positivos, así, un sistema estable tendría mayormente ciclos de retroalimentación negativos; si hubiese ciclos de retroalimentación positivos presentes y estos fuesen lo suficientemente fuertes, entonces el sistema podría ser inestable. En tal caso, podría no volver a su estado inicial de equilibrio luego de una perturbación pequeña y pausada.

El análisis de *loops* también contempla la incorporación de modificaciones de interacción. Estas consisten en la modificación, ya sea por refuerzo o debilitamiento, de las interacciones directas presentes en el sistema, la interacción modificada pasa a ser parte de los efectos directos del dígrafo ya que se incorporan al multiplicar el signo de la modificación con el signo del efecto directo que está siendo modificado.



## 4. METODOLOGÍA

---

Los modelos cualitativos de la dimensión ecológica para las pesquerías de centolla (*Lithodes santolla*) y centollón (*Paralomis granulosa*) de la Región de Magallanes y la Antártica Chilena y de jaiba marmola (*Metacarcinus edwardsii*) en Chiloé, Región de Los Lagos se construyeron y validaron en Taller de expertos científicos realizado en jornada de dos días (24 y 25 de abril de 2019) en la ciudad de Puerto Montt. En la actividad participaron 17 (diecisiete) expertos de distintas áreas de las ciencias del mar con amplio conocimiento en los recursos de interés y los componentes ambientales y oceanográficos asociados a los sitios de estudio (Anexo, **Tabla 1**).

Se utilizó como marco de pensamiento-sistémico el enfoque *FPEIR* focalizado en el ámbito ecológico (Bradley & Yee, 2015). El primer día de taller se centró en el modelamiento del sistema ecológico asociado a la pesquería de centolla y centollón, modelamiento que se terminó durante la segunda jornada, en que además se realizó el modelamiento respectivo para jaiba marmola. Para el modelamiento de cada pesquería los participantes fueron invitados a identificar las variables consideradas más relevantes en cuanto a la dinámica temporal de las especies focales; y posteriormente se determinaron las posibles interacciones entre componentes/variables.

Los modelos generados durante el taller consistieron en dígrafos signados que fueron posteriormente analizados para determinar la estabilidad del sistema. La estabilidad de cada sistema se obtuvo de acuerdo con la metodología descrita por Dambacher, Luh, Li & Rossignol, 2003 y Dambacher, Li & Rossignol, 2003. Las matrices de interacción se obtuvieron a partir del dígrafo signado utilizando el software de análisis PowerPlay y todos los análisis de estabilidad se desarrollaron en Maple V8 (<https://www.maplesoft.com/>). A partir de la estructura de feedback encontrada se identifican los principales ciclos de feedback asociados a cada sistema modelado. Los criterios para determinar si un sistema es estable son: i) que todos los niveles de feedback del sistema sean negativos; ii) que la serie de determinantes de Hurwitz sean positivos. Además de lo último y dado que los valores de los determinantes de Hurwitz son muy cercanos a cero, una condición adicional es que la razón entre el enésimo determinante ponderado y el enésimo determinante ponderado de un modelo de referencia con igual cantidad de variables en cadena trófica sea  $>0$ .

Esta primera versión del modelamiento cualitativo de la dimensión ecológica de las pesquerías de crustáceos bentónicos de Magallanes y Chiloé deberá ser validada individualmente por cada experto para su posterior publicación. A continuación, se presentan los resultados preliminares de estabilidad y respuesta a perturbaciones.



## 5. RESULTADOS

---

En esta sección se presentan los modelos conceptuales y dígrafos signados construidos a partir del taller de expertos científicos. En esta primera fase se exploró con especial énfasis los componentes ambientales y ecológicos asociados a la extracción de centolla (*Lithodes santolla*) y centollón (*Paralomis granulosa*) en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena y de jaiba marmola (*Metacarcinus edwardsiii*) en Chiloé, Región de Los Lagos.

### 5.1. Pesquería centolla y centollón, Región de Magallanes y la Antártica Chilena.

#### 5.1.1. Modelo conceptual FPEIR

Se describió un total de 34 componentes/variables tanto para centolla (**Tabla 3**), como para centollón (**Tabla 4**), todas ellas organizadas en las dimensiones que incluye el enfoque ecosistémico, es decir, biológica, social, económica y ambiental. Estos componentes están asociados a los estados del ciclo de vida de las especies focales (larvas, juveniles y adultos) y a sus interacciones tróficas (depredadores y presas y/o recursos de las especies en el plan de manejo) y ecológicas. Las variables identificadas en su mayoría describen el estado del sistema según su categorización bajo el modelo FPEIR (Fuerza motriz-Presión-Estado-Impacto-Respuesta; Bradley & Yee, 2015). De estas, encontramos que para centolla y centollón, 20 y 21 son variables biológicas, mientras que 13 y 10 son variables asociadas a las condiciones ambientales. En ambos casos 1 variable forma parte de la dimensión económica y 1 corresponde a una variable social. Las dos últimas asociadas a presiones. Se destaca en ambos casos la importancia de los procesos biológicos asociados a reproducción.



**Tabla 3** Variables dimensión ecológica asociadas al sistema de pesquería artesanal de centolla (*Lithodes santolla*), Región de Magallanes y la Antártica Chilena, organizadas según dimensión y categoría FPEIR.

Dimensión	Categoría FPEIR	Descripción	Abreviación
Biológica	Estado	Abundancia de larva de centolla	LI
	Estado	Abundancia de adulto de centolla	AI
	Estado	Abundancia de juvenil de centolla	JI
	Estado	Abundancia de parásitos	Par
	Estado	Abundancia de comensales	Com
	Estado	Abundancia de poliquetos	Poliq
	Estado	Abundancia de carroña	Carr
	Estado	Abundancia de moluscos y crustáceos	Cru-Mol
	Estado	Abundancia de pulpos	Pulpos
	Estado	Abundancia de tiburones	Tib_p
	Estado	Abundancia de congrio	Cong
	Estado	Abundancia de anguila	Anguil
	Estado	Abundancia de fitoplancton	Fit
	Estado	Abundancia de zooplancton	Zoo
	Estado	Abundancia de algas	Algas
	Estado	Abundancia de materia orgánica particulada	MOP
	Impacto	Probabilidad de encuentro	P_Enc
	Impacto	Proporción de sexos	Pr_M/F
	Impacto	Relación de tamaños macho/hembra	SM/SF
	Impacto	Tamaño hembras	SF
Ambiental	Estado	Deshielo	Desh
	Estado	Mezcla	Mezc
	Estado	Temperatura	T°
	Estado	Salinidad	Sal
	Estado	Corrientes	Corr
	Estado	Oxígeno	O2
	Estado	pH	pH
	Estado	Precipitaciones	PP
	Estado	Vientos	Vient



	Estado	Sustrato de agarre	Sustr
	Estado	Mareas	Mare
Económica	Presión	Actividad de pesca artesanal	PA
Social	Presión	Descarte de hembras	Desc_F

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de taller de Expertos

**Tabla 4** Variables dimensión ecológica asociadas al sistema de pesquería artesanal de centollón (*Paralomis granulosa*), Región de Magallanes y la Antártica Chilena, organizadas según dimensión y categoría FPEIR.

Dimensión	Categoría FPEIR	Descripción	Abreviación
Biológica	Estado	Abundancia de larva de centollón	Lp
	Estado	Abundancia de adulto de centollón	Ap
	Estado	Abundancia de juvenil de centollón	Jp
	Estado	Abundancia de parásitos	Par
	Estado	Abundancia de epibiontes	Epib
	Estado	Abundancia de poliquetos	Poliq
	Estado	Abundancia de carroña	Carr
	Estado	Abundancia de moluscos y crustáceos	Cru-Mol
	Estado	Abundancia de pulpos	Pulpos
	Estado	Abundancia de tiburones	Tib_p
	Estado	Abundancia de congrio	Cong
	Estado	Abundancia de agregaciones de centollón	POD
	Estado	Abundancia de fitoplancton	Fit
	Estado	Abundancia de zooplancton	Zoo
	Estado	Abundancia de esponjas e hidrozoos	Esp_Hid
	Estado	Abundancia de algas	Algas
	Estado	Sustrato de agarre	Sustr
	Estado	Abundancia de materia orgánica particulada	MOP
	Impacto	Probabilidad de encuentro	P_Enc
	Impacto	Proporción de sexos	Pr_M/F



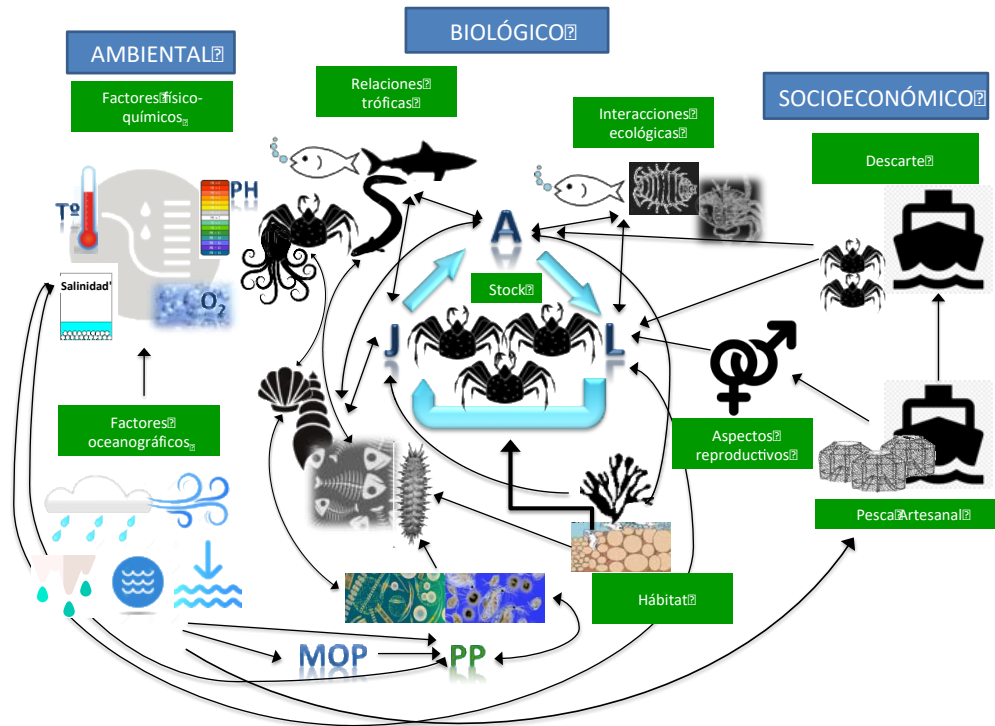
	Impacto	Relación de tamaños macho/hembra	SM/SF
	Impacto	Tamaño hembras	SF
Ambiental	Estado	Deshielo	Desh
	Estado	Mezcla	Mezc
	Estado	Temperatura	Tj
	Estado	Salinidad	Sal
	Estado	Corrientes	Corr
	Estado	Oxígeno	O2
	Estado	pH	pH
	Estado	Precipitaciones	PP
	Estado	Vientos	Vient
	Estado	Mareas	Mare
Económica	Presión	Actividad de pesca artesanal	PA
Social	Presión	Descarte de hembras	Desc_F

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de taller de Expertos

En la **Figura 3** se representan de manera resumida e ilustrativa algunos de los componentes del sistema ecológico (biológico ambiental) asociado a la pesquería de centolla. En el ámbito biológico se resalta la importancia de los estados larva (L), juvenil (J) y adulto (A), del ciclo de vida de las especies de interés (conectados con flechas en celeste) y las interacciones tróficas y ecológicas características de cada estado. Pulpos, anguilas, babosas, tiburones pequeños, peces, y otros crustáceos, como centollón son preferentemente depredadores de juveniles y adultos de centolla; una especie de cirripedio e isópodo interactúan como parásitos afectando especialmente a adultos y larvas de la misma especie. Se describe asimismo una relación de comensalismo entre adultos de centolla y una especie de pez. Por otro lado, sólo juveniles y adultos se alimentan, los recursos para ambos son: carroña, poliquetos, gastrópodos, bivalvos, y al parecer algas, que además de proporcionar hábitat, parecen formar parte importante de su dieta. El hábitat es otro elemento clave en el ámbito biológico, representado especialmente por el tipo de grano de agarre asociado al sustrato, con efecto sobre todos los estados del ciclo de vida.

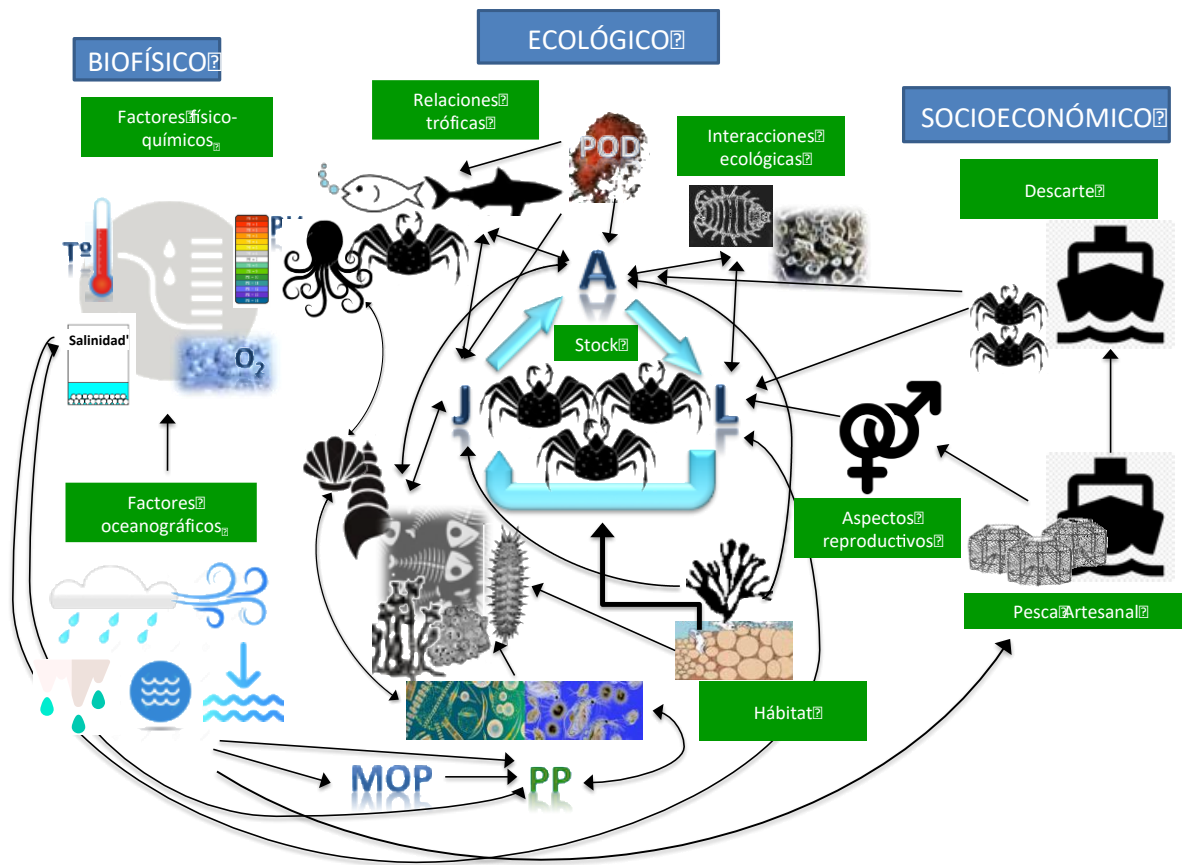
En lo ambiental, destaca la importancia de factores como corrientes, mareas, precipitaciones, vientos y deshielo, que influyen por un lado, a través de la incorporación de materia orgánica particulada y nutrientes al sistema, y por otro lado, modifican condiciones como temperatura y salinidad.

En el ámbito socioeconómico el descarte especialmente de hembras y la pesca producen efectos adversos especialmente sobre ciertos componentes relacionados con procesos reproductivos, como la relación de tamaño macho/hembra, proporción de sexos y tamaño de la hembra.



**Figura 3** Modelo conceptual dimensión ecológica asociada a la pesquería artesanal de centolla (*Lithodes santolla*), Región de Magallanes y la Antártica Chilena. (Elaboración propia)

En el caso de centollón (**Figura 4**) de manera similar, encontramos que en el ámbito biológico también son relevantes los estados larva (L), juvenil (J) y adulto (A) del ciclo de vida (conectados con flechas en celeste), y las interacciones tróficas y ecológicas características de cada estado. Pulpos, tiburones pequeños, peces, y otros crustáceos son preferentemente depredadores de juveniles y adultos; a diferencia de centolla, en centollón una especie de isópodo interactúa como parásito y numerosas especies de epibiontes afectan especialmente a adultos. Los juveniles y adultos se alimentan de carroña, poliquetos, gastrópodos, bivalvos, esponjas e hidrozooos y, posiblemente, algas. El comportamiento de agregación de centollón es de importancia y tendría efecto sobre la depredación y sobre la actividad de pesca, ya que son precisamente estas agrupaciones, las que son poco accesibles a depredadores, y detectadas por los pescadores para la posterior captura. El hábitat tiene efecto sobre todos los estados del ciclo de vida.



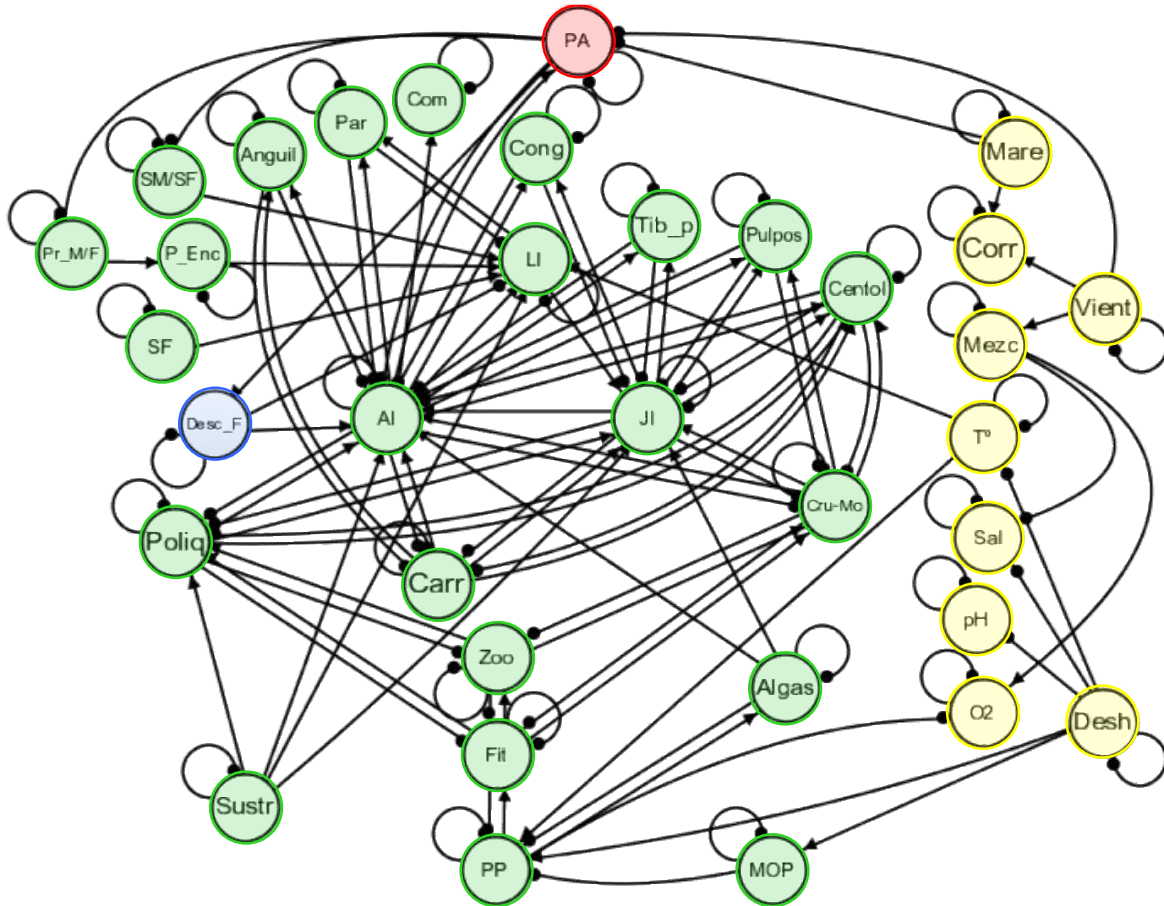
**Figura 4** Modelo conceptual dimensión ecológica asociada a la pesquería artesanal de centollón (*Paralomis granulosa*), Región de Magallanes y la Antártica chilena. (Elaboración propia)

En lo ambiental son los mismos elementos presentes en centolla los que afectan la dinámica del sistema. Asimismo en el ámbito socioeconómico el descarte, especialmente de hembras, y la pesca tenderían a producir efectos potencialmente adversos sobre ciertos componentes relacionados con procesos reproductivos, como relación de tamaño macho/hembra, proporción de sexos y tamaño de la hembra.

### 5.1.2. Modelo cualitativo

Se presenta los dígrafos signados para los sistemas ecológicos asociados a centolla y centollón (**Figuras 5 y 6**). Las circunferencias representan las variables y las flechas los efectos directos. Las flechas terminadas en punta corresponden a efectos directos positivos, mientras que aquellas terminadas en círculo representan efectos directos negativos. Las circunferencias en verde, amarillo,

y rojo señalan respectivamente las variables que forman parte del componente ecosistémico biológico, ambiental, social y económico A partir de los dígrafos signados del sistema se obtienen las matrices comunitarias respectivas (Tablas 5 y 6), se determina la estabilidad del sistema utilizando el criterio Routh-Hurwitz (Tabla 7) y se obtiene la matriz de respuesta a perturbaciones (Tablas 8 y 9).



**Figura 5:** Dígrafo signado de la dimensión ecológica del sistema de pesquería artesanal de centolla (*Lithodes santolla*), Región de Magallanes y la Antártica Chilena. Las variables que forman parte del sistema son: LI: larva de Centolla, AI: adulto de Centolla, JI: juvenil de Centolla, Par: parásitos, Com: comensales, Poliq: poliquetos, Carr: carroña, Cru-Mol: moluscos y crustáceos, Pulpos: pulpos, Tib\_p: tiburones, Cong: congrio, Anguil: anguila, Fit: fitoplancton, Zoo: zooplancton, Algas: algas, P\_Enc: Probabilidad de encuentro, Pr\_M/F: Proporción de sexos, SM/SF: Relación de tamaños macho/hembra, SF: Tamaño hembras, MOP: materia orgánica particulada, Desh: Deshielo, Mezc: Mezcla, T°: Temperatura, Sal: Salinidad, Corr: Corrientes, O2: Oxígeno, pH: pH, PP: Precipitaciones, Vient: Vientos, Sustr: Sustrato de agarre, Mare: Mareas, PA: pesca artesanal, Desc\_F: Descarte de hembras. Elaboración propia.





**Tabla 5** Matriz comunitaria para el modelo de dimensión ecológica del sistema de pesquería artesanal de centolla (*Lithodes santolla*), Región de Magallanes y la Antártica Chilena

LI	Al	Jl	Sustr	Polig	Carr	Cru-Mol	Pulpos	Tib_p	Cong	P_Enc	Anguil	Pr_M/F	SM/SF	SF	Desh	Mezc	Tj	Sal	Corr	O2	pH	PP	Fit	Zoo	Vient	Mare	MOP	Algas	PA	Desc_F	Par	Com	Centol		
-1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	LI		
0	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	1	-1	0	-1	Al	
1	0	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	-1	Jl	
0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Sustr	
0	-1	-1	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	Polig	
0	-1	-1	0	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	Carr	
0	-1	-1	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	Cru-Mol	
0	1	1	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Pulpos	
0	1	1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Tib_p	
0	1	1	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Cong	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	P_Enc	
0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Anguil	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	Pr_M/F		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	SM/SF		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	SF	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Desh	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Mezc	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Tj	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Sal	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	Corr	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	O2	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	pH	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	PP	
0	0	0	0	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Fit	
0	0	0	0	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Zoo	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	Vient	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	Mare	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	MOP	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	Algas	
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	-1	0	0	0	0	PA	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	Desc_F	
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	Par
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	Com
0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	Centol

Cada elemento  $a_{ij}$  corresponde al efecto directo de la variable  $j$  sobre la variable  $i$ . Las variables que forman parte del sistema son: LI: larva de Centolla, Al: adulto de Centolla, Jl: juvenil de Centolla, Par: parásitos, Com: comensales, Polig: poliquetos, Carr: carroña, Cru-Mol: moluscos y crustáceos, Pulpos: pulpos, Tib\_p: tiburones, Cong: congrio, Anguil: anguila, Fit: fitoplancton, Zoo: zooplancton, Algas: algas, P\_Enc: Probabilidad de encuentro, Pr\_M/F: Proporción de sexos, SM/SF: Relación de tamaños macho/hembra, SF: Tamaño hembras, MOP: materia orgánica particulada, Desh: Deshielo, Mezc: Mezcla, T°: Temperatura, Sal: Salinidad, Corr: Corrientes, O2: Oxígeno, pH: pH, PP: Precipitaciones, Vient: Vientos, Sustr: Sustrato de agarre, Mare: Mareas, PA: pesca artesanal, Desc\_F: Descarte de hembras, Centol: Centollón. Elaboración propia



**Tabla 6** Matriz comunitaria para el modelo de dimensión ecológica del sistema de pesquería artesanal de Centollón (*Paralomis granulosa*), Región de Magallanes y la Antártica Chilena.

Lp	Ap	Jp	Sustr	Poliq	Carr	Cru-Mol	Pulpos	Tib_p	Cong	P_Enc	Pr_M/F	SM/SF	SF	Desh	Mezc	TJ	Sal	Corr	O2	pH	PP	Fit	Zoo	Vient	Mare	MOP	Algas	PA	Desc_F	Par	Epib	Esp_Hid	POD							
-1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	Lp						
0	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	1	-1	0	1	1	Ap						
1	0	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	Jp						
0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Sustr					
0	-1	-1	1	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Poliq					
0	-1	-1	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Carr					
0	-1	-1	0	1	1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Cru-Mol					
0	1	1	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	Pulpos					
0	1	1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	Tib_p				
0	1	1	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	Cong				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	P_Enc				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	Pr_M/F				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	SM/SF				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	SF				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Desh				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Mezc			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	TJ			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Sal			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Corr			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	O2			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	pH			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	PP		
0	0	0	0	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	-1	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	Fit			
0	0	0	0	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Zoo			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Vient		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Mare		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MOP		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Algas		
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	1	PA			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Desc_F		
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	Par		
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	Epib	
0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	Esp_Hid	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	POD

Cada elemento  $a_{ij}$  corresponde al efecto directo de la variable  $j$  sobre la variable  $i$ . Las variables que forman parte del sistema son: Lp: larva de Centollón, Ap: adulto de Centollón, Jp: juvenil de Centollón, Par: parásitos, Epib: epibiontes, Poliq: poliquetos, Carr: carroña, Cru-Mol: crustáceos y moluscos, Pulpos: pulpos, Tib\_p: tiburones, Cong: congrio, POD: agregaciones de Centollón, Fit: fitoplancton, Zoo: zooplancton, Esp\_Hid: esponjas e hidrozoos, Algas: algas, Sustr: Sustrato de agarre, P\_Enc: Probabilidad de encuentro, Pr\_M/F: Proporción de sexos, SM/SF: Relación de tamaños



macho/hembra, SF: Tamaño hembras, MOP: orgánica particulada, Desh: Deshielo, Mezc: Mezcla, Tº: Temperatura, Sal: Salinidad, Corr: Corrientes, O2: Oxígeno, pH: pH, PP: Precipitaciones, Vient: Vientos, Mare: Mareas, PA: Actividad de pesca artesanal, Desc\_F: Descarte de hembras. Elaboración propia.



### 5.1.3. An3lisis de estabilidad y respuesta a perturbaciones

Ambos sistemas son estables, ya que cumplen con el criterio de estabilidad en t3rminos de signo (todos los niveles de *feedback* presentan valores menores a 0 y los determinantes de Hurwitz son positivos), aun cuando, la ponderaci3n o probabilidad asociada a dichos valores es cercana a cero (**Tabla 7**).

**Tabla 7** An3lisis de estabilidad para pesquer3a artesanal de centolla (*Lithodessantolla*) y centoll3n (*Paralomis granulosa*), Regi3n de Magallanes y la Ant3rtica Chilena

PESQUER3A	VALORES DE FEEDBACK PONDERADOS	DETERMINANTES PONDERADOS
Pesquer3a de centolla	wFn= [-1, -1, -1, -1, -0.98, -0.96, -0.93, -0.88, -0.82, -0.75, -0.69, -0.62, -0.55, -0.49, -0.43, -0.38, -0.33, -0.29, -0.25, -0.22, -0.19, -0.17, -0.15, -0.13, -0.11, -0.096, -0.083, -0.071, -0.061, -0.052, -0.044, -0.037, -0.03, -0.025, -0.019]	w <sub>l33</sub> = 0.14*10 <sup>219</sup>
Pesquer3a de centoll3n	wFn= [-1, -1, -1, -1, -0.99, -0.96, -0.93, -0.88, -0.83, -0.77, -0.7, -0.64, -0.57, -0.51, -0.46, -0.4, -0.36, -0.32, -0.28, -0.25, -0.22, -0.19, -0.17, -0.15, -0.13, -0.11, -0.096, -0.083, -0.07, -0.059, -0.05, -0.04, -0.032, -0.024, -0.017]	w <sub>l33</sub> =0.60*10 <sup>214</sup>

Fuente: Elaboraci3n propia

En cuanto a la respuesta a perturbaciones (**Tabla 8 y 9**), en ambos casos, la probabilidad asociada a cada respuesta es muy cercana a 0. Esto se podr3a deber a la presencia subsistemas temporal y/o espacialmente separados, que se representan como un conjunto.



**Tabla 8** Matriz de perturbaciones para el modelo dimensión ecológica del sistema de pesquería artesanal de centolla (*Lithodes santolla*), Región de Magallanes y la Antártica Chilena.

$\square$	AI	J	Sustr	Poliq	Carr	Cru-Mol	Pulpos	Tib_p	Cong	P_Enc	Anguil	Pr_MF	SM/SF	SF	Desh	Mezc	TJ	Sal	Corr	O2	pH	PP	Fit	Zoo	Vient	Mare	MOP	Algas	PA	Desc_F	Par	Com	Centol					
1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	0	1	0	0	0	0	-1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	0	1	LI				
-1	1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	0	-1	0	0	0	0	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	0	-1	AI			
1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	0	1	0	0	0	0	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	0	-1	JL			
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Sustr			
-1	1	-1	1	1	-1	-1	1	0	0	-1	1	-1	-1	-1	-1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	0	0	-1	Poliq				
1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	1	0	-1	0	0	0	0	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	0	-1	Carr			
-1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	0	-1	0	0	0	0	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	0	1	0	1	Cru-Mol		
1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	0	-1	Pulpos			
1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	-1	0	1	0	0	0	0	1	-1	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	0	-1	Tib_p			
1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	-1	0	1	0	0	0	0	1	-1	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	0	-1	Cong			
1	-1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	0	1	0	0	0	-1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	0	1	0	P_Enc			
-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	1	0	-1	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	0	-1	0	Anguil			
1	-1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	0	1	0	0	0	0	-1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	0	1	0	Pr_MF		
1	-1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	0	1	0	0	0	0	-1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	0	1	0	SM/SF		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	SF		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Desh		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Mezc	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	TJ	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	1	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Sal	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Corr
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	-1	0	0	1	0	-1	1	-1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	O2	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	pH	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	0	0	0	1	-1	1	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	PP	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	0	0	0	1	1	-1	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	Fit	
1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	1	-1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	0	1	0	Zoo	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Vient
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Mare
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MOP
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	0	0	0	1	-1	1	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Algas
-1	1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	0	-1	0	0	0	0	0	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	0	-1	0	-1	PA	
-1	1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	0	-1	0	0	0	0	0	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	0	-1	0	-1	Desc_F	
1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	0	1	0	0	0	0	-1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	0	1	0	1	Par	
-1	1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	0	-1	0	0	0	0	0	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	1	-1	0	-1	0	Com
1	-1	1	1	1	1	1	-1	1	1	1	-1	1	1	1	-1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	0	1	0	1	Centol

Cada elemento  $a_{ij}$  corresponde al cambio en la densidad de equilibrio de  $i$  luego de haber aplicado un incremento en la tasa de crecimiento de  $j$ . Las variables que forman parte del sistema son: LI: larva de Centolla, AI: adulto de Centolla, JL: juvenil de Centolla, Par: parásitos, Com: comensales, Poliq: poliquetos, Carr: carroña, Cru-Mol: moluscos y crustáceos, Pulpos: pulpos, Tib\_p: tiburones, Cong: congrio, Anguil: anguila, Fit: fitoplancton, Zoo: zooplancton, Algas: algas, P\_Enc:



Probabilidad de encuentro, Pr\_M/F: Proporción de sexos, SM/SF: Relación de tamaños macho/hembra, SF: Tamaño hembras, MOP: materia orgánica particulada, Desh: Deshielo, Mezc: Mezcla, T°: Temperatura, Sal: Salinidad, Corr: Corrientes, O2: Oxígeno, pH: pH, PP: Precipitaciones, Vient: Vientos, Sustr: Sustrato de agarre, Mare: Mareas, PA: pesca artesanal, Desc\_F: Descarte de hembras. Elaboración propia.



**Tabla 9** Matriz de perturbaciones para el modelo dimensión ecológica del sistema de pesquería artesanal de centollón (*Paralomis granulosa*), Región de Magallanes y la Antártica Chilena.

Lp	Ap	Jp	Sustr	Poliq	Carr	Cru-Mol	Pulpos	Tib_p	Cong	P_Enc	Pr_M/F	SMSF	SF	Desh	Mezc	TJ	Sal	Corr	O2	pH	PP	Fit	Zoo	Vient	Mare	MOP	Algas	PA	Desc_F	Par	Epib	Esp_Hid	POD		
1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	0	1	0	0	0	0	-1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	Lp	
-1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	0	-1	0	0	0	0	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	0	1	1	Ap	
1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	0	1	0	0	0	0	-1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	0	-1	-1	Jp	
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Sustr	
1	-1	1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	1	1	-1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	0	1	-1	Poliq	
-1	1	-1	-1	-1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	0	-1	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	0	-1	-1	Carr	
-1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	0	-1	0	0	0	0	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	0	-1	1	Cru-Mol	
1	-1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	-1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	0	1	-1	Pulpos	
1	-1	1	1	1	1	-1	-1	1	-1	1	1	1	1	-1	0	1	0	0	0	0	1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	0	1	-1	Tib_p	
1	-1	1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	-1	0	1	0	0	0	0	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	0	1	-1	Cong		
1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	0	1	0	0	0	0	-1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	0	-1	-1	P_Enc	
1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	0	1	0	0	0	0	-1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	0	-1	-1	Pr_M/F	
1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	0	1	0	0	0	0	-1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	0	-1	-1	SMSF	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	SF	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Desh	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Mezc	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	TJ	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	Sal	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Corr	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	-1	0	0	1	0	-1	1	-1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	O2	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	pH	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	0	0	0	1	-1	1	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	PP	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	0	0	0	1	1	-1	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	Fit	
1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	0	1	0	0	0	0	1	-1	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	0	1	1	Zoo	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Vient	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Mare	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	MOP	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	0	0	0	1	-1	1	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	Algas	
-1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	0	-1	0	0	0	0	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	0	1	1	PA	
-1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	0	-1	0	0	0	0	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	0	1	1	Desc_F	
1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	0	1	0	0	0	0	-1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	0	-1	-1	Par	
-1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	0	-1	0	0	0	0	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	1	1	1	Epib	
-1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	0	-1	0	0	0	0	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	1	1	1	0	1	-1	Esp_Hid
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	POD

Cada elemento  $a_{ij}$  corresponde al cambio en la densidad de equilibrio de  $i$  luego de haber aplicado un incremento en la tasa de crecimiento de  $j$ . Las variables que forman parte del sistema son: Lp: larva de Centollón, Ap: adulto de Centollón, Jp: juvenil de Centollón, Par: parásitos, Epib: epibiontes, Poli: poliuetos, Carr: carroña, Cru-Mol: crustáceos y moluscos, Pulpos: pulpos, Tib\_p: tiburones, Cong: congrio, POD: agregaciones de Centollón, Fit: fitoplancton, Zoo: zooplancton, Esp\_Hid: esponjas e hidrozoos, Algas: algas, Sustr: Sustrato de agarre, P\_Enc: Probabilidad de encuentro, Pr\_M/F:



Proporción de sexos, SM/SF: Relación de tamaños macho/hembra, SF: Tamaño hembras, MOP: orgánica particulada, Desh: Deshielo, Mezc: Mezcla, T°: Temperatura, Sal: Salinidad, Corr: Corrientes, O2: Oxígeno, pH: pH, PP: Precipitaciones, Vient: Vientos, Mare: Mareas, PA: Actividad de pesca artesanal, Desc\_F: Descarte de hembras. Elaboración propia.

Los resultados de la matriz de respuesta a perturbaciones indican que cada uno de los estados de ciclo de vida de las especie de interés (señaladas con gris claro en las **Tablas 8 y 9**) responden de manera diferenciada frente a perturbaciones de presión sobre prácticamente todas las variables del sistema. Las únicas variables que no producen cambio en la densidad de equilibrio de las especies blanco, son las variables ambientales temperatura, salinidad, pH y oxígeno; y la abundancia del comensal o epibionte, debido a la ausencia de efectos directos y ciclos de retroalimentación entre dichas variables y las variables que describen la dinámica de las especies de interés.

## 5.2. Pesquería de jaiba marmola, Chiloé, Región de Los Lagos.

### 5.2.1. Modelo conceptual FPEIR

Para la Provincia de Chiloé se describe un total de 36 (treinta y seis) variables (**Tabla 10**). Estos componentes, de igual forma que en Punta Arenas, están asociados a los estados del ciclo de vida de especie focal, y a sus interacciones tróficas y ecológicas. Destaca también, pero con menor énfasis la importancia del tipo de sustrato.

De las 36 variables relevadas, 20 corresponden a variables biológicas, 13 a variables asociadas a las condiciones ambientales, 2 a variables económicas, y 1 variable social. En su gran mayoría las variables describen el estado del sistema según su categorización bajo el modelo FPEIR (Bradley & Yee, 2015). Adicionalmente se señaló a la actividad de pesca artesanal y la actividad de la salmonicultura, variables de la dimensión económica que corresponden a presiones.

**Tabla 10** Variables dimensión ecológica asociadas al sistema de pesquería artesanal de jaiba marmola (*Metacarcinus edwardsii*), Provincia de Chiloé, Región de Los Lagos, organizadas según dimensión y categoría FPEIR.

Dimensión	Categoría FPEIR	Descripción	Abreviación
Biológica	Estado	Abundancia de larva de jaiba marmola	Lj
	Estado	Abundancia de adulto de jaiba marmola	Aj
	Estado	Abundancia de juvenil de jaiba marmola	Jj
	Estado	Abundancia de poliquetos	Poliq
	Estado	Abundancia de carroña	Carr
	Estado	Abundancia de bivalvos	Biv
	Estado	Abundancia de pulpos	Pulpos
	Estado	Abundancia de equinodermos	Equi



	Estado	Abundancia de mamíferos	Mam
	Estado	Abundancia de fitoplancton	Fit
	Estado	Abundancia de zooplancton	Zoo
	Estado	Abundancia de piure	Piu
	Estado	Abundancia de peces	Pec
	Estado	Abundancia de epibiontes	Epib
	Estado	Abundancia de algas	Algas
	Estado	Abundancia de materia orgánica particulada	MOP
	Impacto	Probabilidad de encuentro	P_Enc
	Impacto	Proporción de sexos	Pr_M/F
	Impacto	Relación de tamaños macho/hembra	SM/SF
	Impacto	Tamaño hembras	SF
Ambiental	Estado	Deshielo	Desh
	Estado	Mezcla	Mezc
	Estado	Temperatura	T°
	Estado	Salinidad	Sal
	Estado	Corrientes	Corr
	Estado	Oxígeno	O2
	Estado	pH	pH
	Estado	Precipitaciones	PP
	Estado	Vientos	Vient
	Estado	Mareas	Mare
	Estado	Sustrato de agarre	Sustr
	Estado	Ríos	Ríos
	Estado	Contaminantes en el agua	Cont
Económica	Presión	Actividad de pesca artesanal	PA
	Presión	Actividad de salmonicultura	Salm
Social	Presión	Descarte de hembras	Desc_F

Fuente: Elaboración propia



La **Figura 7** representa de manera resumida e ilustrativa algunos de los componentes del sistema biológico-ambiental asociado a esta pesquería. En el ámbito biológico se resalta la importancia de los estadios larva (L), juvenil (J) y adulto (A), del ciclo de vida (conectados con flechas en celeste), y las interacciones tróficas y ecológicas características de cada estado. En el estado larval hay consumo de fitoplancton y/o zooplancton, mientras que juveniles y adultos consumen carroña, poliquetos, bivalvos y piure. Equinodermos, pequeños mamíferos, pulpos y otros crustáceos son depredadores preferentemente de juveniles y adultos; mientras que algunos peces depredan mayormente las larvas, que en este caso son planctónicas, y también juveniles. Los adultos, que constituyen el stock de interés comercial se ven afectados por diversas especies de epibiontes, que pueden afectar la movilidad. El hábitat es otro elemento de relativa importancia en el ámbito biológico, especialmente para juveniles.

En lo ambiental, se destaca la importancia de factores como corrientes, mareas, precipitaciones, vientos, deshielo, y la contribución de los ríos, que influyen por un lado, a través de la incorporación de materia orgánica particulada y nutrientes al sistema, y por otro lado, modifican condiciones como temperatura y salinidad. Adicionalmente, emerge la importancia de las salmonicultura como un factor de riesgo ya que aporta con contaminación química al medio.

En el ámbito socioeconómico, se releva la importancia del descarte, especialmente de hembras que en conjunto con la pesca producen efectos adversos especialmente sobre ciertos componentes relacionados con procesos reproductivos, como relación de tamaño macho/hembra, proporción de sexos y tamaño de la hembra.

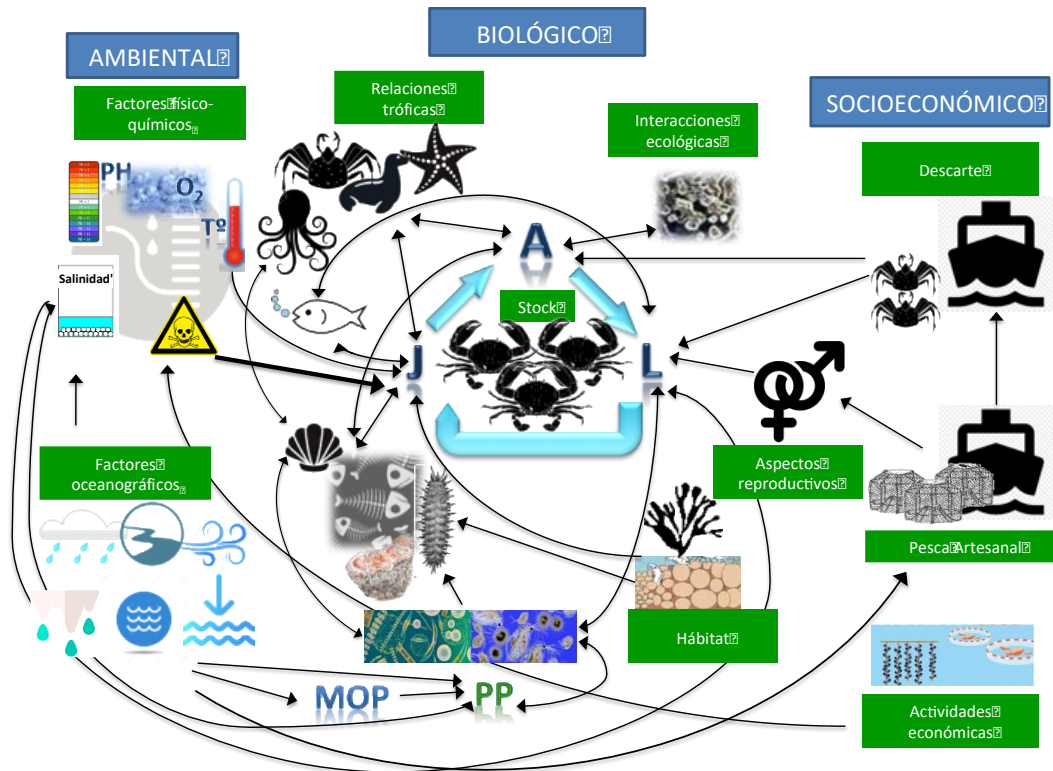
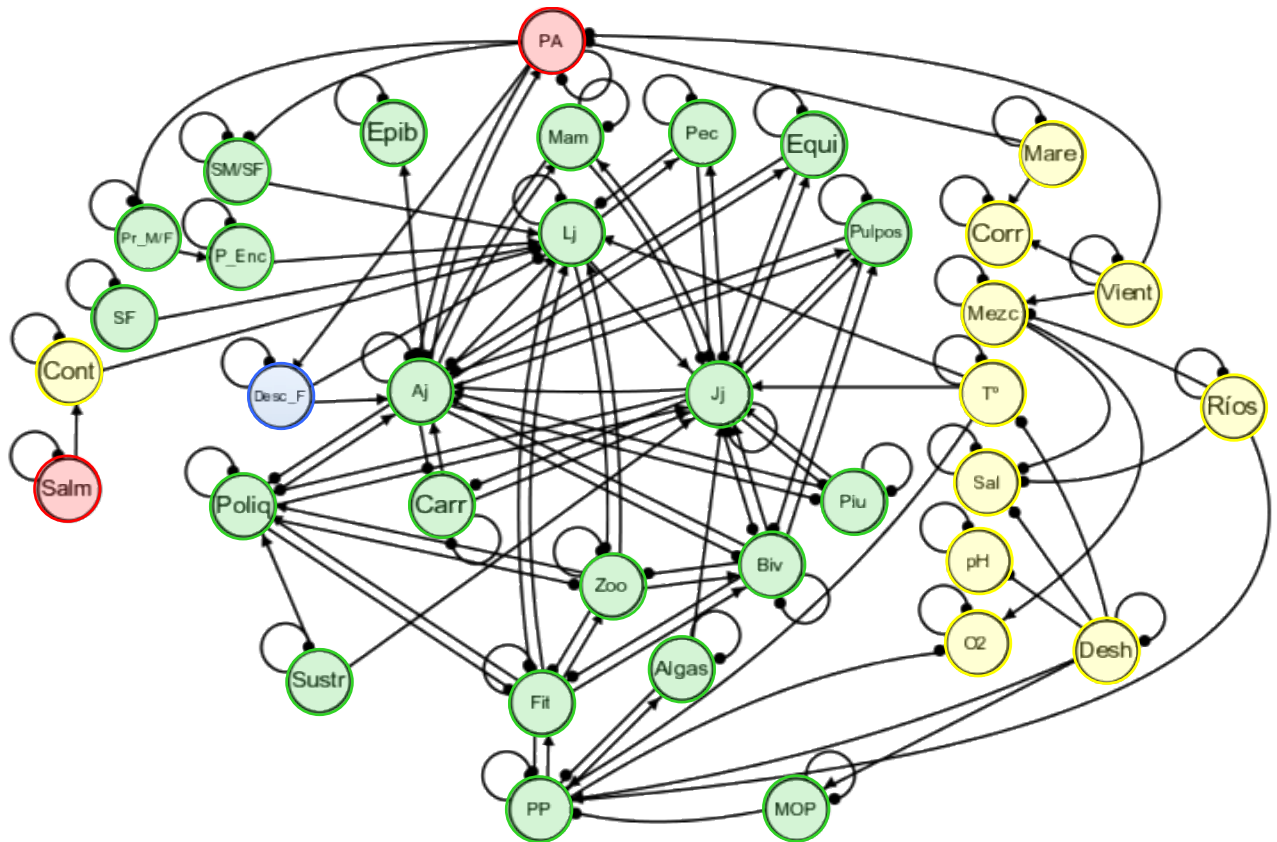


Figura 7 Modelo conceptual dimensión ecológica asociada a la pesquería jaiba marmola (*Metacarcinus edwardsii*), Provincia de Chiloé, Región de Los Lagos. Elaboración propia.

### 5.2.2. Modelo cualitativo

En la **Figura 8** se presenta el dígrafo signado que describe la dimensión ecológica del sistema de pesquería de la jaiba marmola en la Provincia de Chiloé. Las circunferencias representan las variables y las flechas los efectos directos. Las flechas terminadas en punta corresponden a efectos directos positivos, mientras que aquellas terminadas en círculo representan efectos directos negativos. Las circunferencias en verde, amarillo, y rojo señalan respectivamente las variables que forman parte del componente ecosistémico biológico, ambiental y económico.

A partir del dígrafo signado del sistema se obtiene la matriz comunitaria (**Tabla 11**), se determina la estabilidad del sistema utilizando el criterio Routh-Hurwitz (Dambacher, Luh, Li & Rossignol, 2003) (**Tabla 12**) y, adicionalmente, se obtiene la matriz de respuesta a perturbaciones (Dambacher, Li & Rossignol, 2003; **Tabla 13**).



**Figura 8:** Dígrafo signado de la dimensión ecológica del sistema de pesquería de jaiba marmola (*Metacarcinus edwardsiii*), Provincia de Chiloé, Región de Los Lagos. Lj: larva de Jaiba marmola, Aj: adulto de Jaiba marmola, Jj: juvenil de Jaiba marmola, Poliq: poliquetos, Carr: carroña, Biv: bivalvos, Pulpos: pulpos, Equi: equinodermos, Mam: mamíferos, Fit: fitoplancton, Zoo: zooplancton, Piu: piure, Pec: peces, Epib: epibiontes, Algas: algas, MOP: materia orgánica particulada, P\_Enc: Probabilidad de encuentro, Pr\_M/F: Proporción de sexos, SM/SF: Relación de tamaños macho/hembra, SF: Tamaño hembras, Desh: Deshielo, Mezc: Mezcla, T°: Temperatura, Sal: Salinidad, Corr: Corrientes, O2: Oxígeno, pH: pH, PP: Precipitaciones, Vient: Vientos, Mare: Mareas, Sustr: Sustrato de agarre, Ríos: Ríos, Cont: Contaminantes en el agua, PA: Actividad de pesca artesanal, Salm: Actividad de salmonicultura, Desc\_F: Descarte de hembras. Elaboración propia



**Tabla 11** Matriz comunitaria para el modelo de la dimensión ecológica para jaiba marmola (*Metacarcinus edwardsi*), Provincia de Chiloé, Región de Los Lagos.

Lj	Aj	Jj	Sustr	Poliq	Carr	Biv	Pulpos	Equi	Mam	P_Enc	Pr_M/F	SM/SF	SF	Desh	Mezc	Tj	Sal	Corr	O2	pH	PP	Fit	Zoo	Vient	Mare	MOP	Algas	PA	Desc_F	Piu	Pec	Epib	Rios	Cont	Salm			
-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	-1	0	-1	0	0	-1	0	Lj	
0	-1	1	0	1	1	1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	1	0	0	0	0	0	Aj		
1	0	-1	1	1	1	1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	-1	0	0	0	0	Jj		
0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Sustr		
0	-1	-1	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Poliq		
0	-1	-1	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Carr		
0	-1	-1	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Biv		
0	1	1	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Pulpos		
0	1	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Equi		
0	1	1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Mam		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	P_Enc		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	Pr_M/F		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	SM/SF		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	SF		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Desh		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	Mezc	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Tj	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	Sal	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Corr	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	O2	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	pH	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	-1	-1	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	PP
-1	0	0	0	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Fit	
-1	0	0	0	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Zoo	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Vient
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Mare
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MOP
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Algas
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	PA
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	Desc_F	
0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	Piu	
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	Pec	
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	Epib	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	Rios	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	Cont
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	Salm

Cada elemento  $a_{ij}$  corresponde al efecto directo de la variable  $j$  sobre la variable  $i$ . Las variables que forman parte del sistema son: Lj: larva de Jaiba marmola, Aj: adulto de Jaiba marmola, Jj: juvenil de Jaiba marmola, Poli: poliquetos, Carr: carroña, Biv: bivalvos, Pulpos: pulpos, Equi: equinodermos, Mam: mamíferos, Fit: fitoplancton, Zoo: zooplancton, Piu: piure, Pec: peces, Epib: epibiontes, Algas: algas, MOP: materia orgánica particulada, P\_Enc: Probabilidad de encuentro, Pr\_M/F: Proporción de sexos, SM/SF: Relación de tamaños macho/hembra, SF: Tamaño hembras, Desh: Deshielo, Mezc: Mezcla, T°: Temperatura, Sal: Salinidad, Corr: Corrientes, O2: Oxígeno, pH: pH, PP: Precipitaciones, Vient: Vientos, Mare: Mareas, Sustr: Sustrato de agarre,



Ríos: Ríos, Cont: Contaminantes en el agua, PA: Actividad de pesca artesanal, Salm: Actividad de salmonicultura, Desc\_F: Descarte de hembras. Elaboración propia.

### 5.2.3. Análisis de estabilidad y respuesta a perturbaciones

El sistema es estable, ya que todos los niveles de feedback presentan valores menores a 0 y los determinantes de Hurwitz son positivos, aun cuando la ponderación o probabilidad asociada a dichos valores es muy cercana a cero (**Tabla 12**).

**Tabla 12** Análisis de estabilidad para pesquería de jaiba marmola (*Metacarcinus edwardsiii*), Provincia de Chiloé, Región de Los Lagos.

PESQUERÍA	VALORES DE FEEDBACK PONDERADOS	DETERMINANTES PONDERADOS
Pesquería de jaiba marmola	wFn=[-1, -1, -1, -1, -0.99, -0.98, -0.96, -0.93, -0.89, -0.84, -0.78, -0.72, -0.66, -0.6, -0.54, -0.49, -0.44, -0.39, -0.35, -0.31, -0.28, -0.25, -0.22, -0.19, -0.17, -0.16, -0.14, -0.12, -0.11, -0.1, -0.091, -0.082, -0.074, -, .067, -0.061, -0.056, -0.051]	wl33=0.20*10^239

Fuente: Elaboración propia

Lo mismo ocurre con la respuesta a perturbaciones (**Tabla 13**), en todos los casos, la probabilidad asociada a cada respuesta es muy cercana a 0. Esto se podría deber a la presencia de componentes que forman parte de subsistemas temporal y/o espacialmente separados, que por ello presentan una dinámica temporal y/o espacial diferente a la del resto de los elementos del sistema.



**Tabla 13** Matriz de respuesta a perturbaciones para el modelo de la dimensión ecológica para jaiba marmola (*Metacarcinus edwardsii*), Provincia de Chiloé, Región de Los Lagos

	Lj	Aj	Jj	Sustr	Poliq	Carr	Biv	Pulpos	Equi	Mam	P_Enc	Pr_M/F	SM/SF	SF	Desh	Mezc	Tj	Sal	Corr	O2	pH	PP	Fit	Zoo	Vient	Mare	MOP	Algas	PA	Desc_F	Piu	Pec	Epib	Ríos	Cont	Salm		
Lj	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	1	-1	-1	1	
Aj	-1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	-1	0	0	0	0	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	1	1	1	1	0	-1	1	1	1	
Jj	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	1	0	0	0	0	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	-1	0	1	1	1	1	
Sustr	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Poliq	-1	1	-1	1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	0	-1	0	0	0	0	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	0	1	1	1	1	
Carr	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	-1	0	0	0	0	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	0	-1	-1	-1	-1	
Biv	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	-1	0	0	0	0	1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	1	0	1	1	1	1	1		
Pulpos	-1	1	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	
Equi	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	0	1	1	1	1	
Mam	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	0	1	1	1	1	
P_Enc	1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	0	1	0	0	0	0	1	-1	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	0	1	-1	-1	-1	
Pr_M/F	1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	0	1	0	0	0	0	1	-1	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	0	1	-1	-1	-1	
SM/SF	1	-1	1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	0	1	0	0	0	0	1	-1	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	0	1	-1	-1	-1	
SF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Desh	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mezc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0
Tj	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
O2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	1	0	-1	1	-1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	
pH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	0	0	0	1	-1	1	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
Fit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	0	0	0	1	1	-1	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
Zoo	-1	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	0	-1	0	0	0	-1	-1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	0	-1	1	1	1	1	
Vient	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mare	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MOP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Algas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	0	0	1	-1	1	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
PA	-1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	0	-1	0	0	0	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	1	1	1	0	-1	1	1	1	1	1	
Desc_F	-1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	0	-1	0	0	0	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	0	-1	1	1	0	-1	1	1	
Piu	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	-1	0	0	0	0	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
Pec	1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	0	1	-1	-1	-1	-1	
Epib	-1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	0	-1	0	0	0	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ríos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cont	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Salm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Cada elemento  $a_{ij}$  corresponde al cambio en la densidad de equilibrio de  $i$  luego de haber aplicado un incremento en la tasa de crecimiento de  $j$ . Las variables que forman parte del sistema son: Lj: larva de Jaiba marmola, Aj: adulto de Jaiba marmola, Jj: juvenil de Jaiba marmola, Poliq: poliquetos, Carr: carroña, Biv: bivalvos, Pulpos: pulpos, Equi: equinodermos, Mam: mamíferos, Fit: fitoplancton, Zoo: zooplancton, Piu: piure, Pec: peces, Epib: epibiontes, Algas: algas, MOP: materia orgánica particulada, P\_Enc: Probabilidad de encuentro, Pr\_M/F: Proporción de sexos, SM/SF: Relación de tamaños macho/hembra, SF: Tamaño hembras, Desh: Deshielo, Mezc: Mezcla, T°: Temperatura, Sal: Salinidad, Corr: Corrientes, O2: Oxígeno, pH: pH, PP: Precipitaciones, Vient: Vientos, Mare: Mareas, Sustr: Sustrato de agarre, Ríos: Ríos, Cont: Contaminantes en el agua, PA:



Actividad de pesca artesanal, Salm: Actividad de salmonicultura, Desc\_F: Descarte de hembras. Elaboraci3n propia.

Los resultados de la matriz de respuesta a perturbaciones indican que cada uno de los estados de la especie de inter3s (señaladas con gris claro en la **Tabla 13**) responde de manera diferenciada frente a perturbaciones de presi3n sobre pr3cticamente todas las variables del sistema. Las 3nicas variables que no producen cambio en la densidad de equilibrio de las especies blanco, son las variables ambientales temperatura, salinidad, pH y ox3geno; y los epibiontes, debido a la ausencia de efectos directos y de retroalimentaci3n entre dichas variables y las variables que describen la din3mica de las especies de inter3s.



## 6. COMENTARIOS FINALES

---

La modelación cualitativa de estos sistemas ecológicos asociados a la pesca, como una primera herramienta que facilita la incorporación del EEP, da cuenta de la integración que existe entre los componentes biológico, ambiental, social y económico para el sistema de pesquería de centolla y centollón en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena. Trabajar junto a expertos científicos, contribuye no sólo al levantamiento de información, sino también aporta en el desarrollo de capacidades, ya que la información se hace visible de forma integrada, tanto para los expertos, como para los usuarios. Esto contribuiría a generar mayor comprensión, y con ello, algún sentido de identificación con el sistema descrito. Este último aspecto es muy importante para legitimar el EEP, ya que quienes toman decisiones *in situ* y juegan un rol importante en hacer viable su implementación, son finalmente los usuarios.

En cuanto a la descripción del sistema ecológico, podemos resaltar la importancia de los procesos reproductivos que se verían afectados por la pesquería. Estos procesos están principalmente determinados por la relación de tamaño corporal entre machos y hembras, la proporción de sexos y el tamaño de la hembra. Otros elementos importantes son la presencia de parásitos, especialmente en centolla.

Por otro lado, la contaminación emerge particularmente en Chiloé como un factor relevante, esto podría deberse a las diferencias en las condiciones climáticas de ambas localidades en estudio.

Finalmente, el efecto de las condiciones climáticas parece ser relevante al regular de cierta forma la actividad de pesca.

Se sugiere un siguiente paso en que, por un lado, se afine el modelo con mayor precisión y validación de las interacciones y componentes del sistema (tanto para la dimensión ecológica como humana), para luego de ello, proceder a integrar la información obtenida tanto para la dimensión socioeconómica como ecológica, rescatando las principales variables que afectan la dinámica a nivel poblacional para cada una de las especies de interés. Este análisis daría más luz acerca de la posible interacción entre las distintas dimensiones del EEP.



## 7. REFERENCIAS

---

- Bradley, P. & Yee, S. (2015). *Using the DPSIR Framework to Develop a Conceptual Model: Technical Support Document*. US Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Atlantic Ecology Division, Narragansett, RI. EPA/600/R-15/154.
- Dambacher, J.M., Li, H.W. & Rossignol, P.A. (2003) Qualitative predictions in model ecosystems, *Ecol. Model.* 161, 79-93.
- Dambacher, J.M., Luh, H.K., Li, H.W. & Rossignol, P.A. (2003). Qualitative stability and ambiguity in model ecosystems. *Am. Nat.* 161, 876-888.
- De Young, C.; Charles, A. & Hjort, A. (2008). *Human dimensions of the ecosystem approach to fisheries: an overview of context, concepts, tools and methods*. FAO Fisheries Technical Paper. No. 489. Rome, FAO. 2008. 152p. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i1146e.pdf>
- Defeo, O. (2015). *Enfoque ecosistémico pesquero: Conceptos fundamentales y su aplicación en pesquerías de pequeña escala de América Latina*. FAO Documento Técnico de Pesca y Acuicultura No. 592. Roma, Italia. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i4775s.pdf>
- Díaz Martín, Diego. (2015). *Aplicación de las metodologías DPSIR, ANP y ARS en el manejo y conservación del Parque Nacional WarairaRepano, Venezuela* (Tesis de doctorado). Universitat Politècnica de València, España.
- FAO (2003). Fisheries Department. *The ecosystem approach to fisheries*. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries. No. 4, Suppl. 2. Rome, FAO. 112 p. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-y4470e.pdf>
- FAO. (2008). *Fisheries management. 2. The ecosystem approach to fisheries. 2.1 Best practices in ecosystem modelling for informing an ecosystem approach to fisheries*. FAO Fisheries Technical Guidelines for Responsible Fisheries. No. 4, Suppl. 2, Add. 1. Rome, FAO. 78p. Recuperado de <http://www.fao.org/3/i0151E/i0151e.pdf>
- FAO. (2009). *La ordenación pesquera. 2. El enfoque de ecosistemas en la pesca. 2.1 Mejores prácticas en la modelación de ecosistemas para contribuir a un enfoque ecosistémico en la pesca*. FAO Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable. No. 4, Supl. 2, Add. 1. Roma, FAO. 88p. <http://www.fao.org/3/a-i0151s.pdf>
- FAO (2010). *La ordenación pesquera. 2. El enfoque ecosistémico de la pesca. 2.2 Dimensiones humanas del enfoque ecosistémico de la pesca*. Orientaciones Técnicas para la Pesca



- Responsable. No. 4, Supl. 2, Add. 2. Roma, FAO. 94 p. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i1146s.pdf>
- Fulton, E. A. (2010). Approaches to end-to-end ecosystem models. *Journal of Marine Systems*, 81(1–2), 171–183. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2009.12.012>
- Fulton, E. A., Link, J. S., Kaplan, I. C., Savina-Rolland, M., Johnson, P., Ainsworth, C. & Smith, D. C. (2011). Lessons in modelling and management of marine ecosystems: The Atlantis experience. *Fish and Fisheries*, 12(2), 171–188. Recuperado de <https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2011.00412.x>
- Garcia, S.M., Zerbi, A., Aliaume, C., Do Chi, T. & Lasserre, G. (2003). *The ecosystem approach to fisheries. Issues, terminology, principles, institutional foundations, implementation and outlook*. FAO Fisheries Technical Paper. No. 443. Rome, FAO. 71 p. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-y4773e.pdf>
- Hollowed, A. B., Bax, N., Beamish, R. J., Collie, J., Fogarty, M., Livingston, P. & Rice, J. C. (2000). Are multispecies models an improvement on single-species models for measuring fishing impacts on marine ecosystems? ICES. *Journal of Marine Science*, 57(3), 707–719. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/010/i0163e/i0163e00.htm>
- Lane P. & Levins, R. (1977). The dynamics of aquatic systems II. The effects of nutrient enrichment on model plankton communities. *Limnol. Oceanogr* 22, 454-471.
- Levins, R. (1974). Qualitative analysis of partially specified systems. *Ann N Y Acad Sci*. 231, 123–138.
- Levins, R. (1975). Evolution in communities near equilibrium. In: Cody M, Diamond J (Eds.) *Ecology and evolution of communities*. Belknap Press, Cambridge, pp 16–51.
- Levins, R. (1998). Qualitative mathematics for understanding, prediction, and intervention in complex ecosystems. In: Rapport D, Contanza R, Epstein P, Gaudet C, Levins R (Eds.) *Ecosystem health*. Blackwell Science, Inc., Malden, pp 178–204.
- LEY N° 18.892, de 1989 y sus modificaciones, Ley General de Pesca y Acuicultura. Recuperado de [http://www.subpesca.cl/portal/615/articles-88020\\_documento.pdf](http://www.subpesca.cl/portal/615/articles-88020_documento.pdf)
- Martone, R.G., Bodini, A. & Micheli, F. (2017). Identifying potential consequences of natural perturbations and management decisions on a coastal fishery social-ecological system using qualitative loop analysis. *Ecology and Society*. 22, 34.
- Mason, S.J. 1953. Feedback theory: some properties of signal flow graphs. *Proc. Inst. Radio Eng.* 41, 1144-1156.
- Maunder, M. & Piner, K. (2015). Contemporary fisheries stock assessment: many issues still remain. *ICES Journal of Marine Science*, 72(1), 7–18. Recuperado de <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu015>



- Ortega et al. (2014). Estudios transdisciplinarios en socio-ecosistemas: reflexiones teóricas y su aplicación en contextos latinoamericanos. *Investigación ambiental Ciencia y política pública*. 6 (2): 151-164. Sección: Ensayo. Recuperado de <http://www.revista.inecc.gob.mx/article/view/257/270#.W6gad2gzblU>
- Plagányi, É.E. (2007). *Models for an ecosystem approach to fisheries*. FAO Fisheries Technical Paper. No. 477. Rome, FAO. 108p. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/pdf/010/a1149e/a1149e.pdf>
- Puccia. C. & Levins, R. (1985). *Qualitative modelling of complex systems*. Harvard University Press, Cambridge.
- República de Chile Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. D.S. N° 95. Establece Reglamento de Designación de los Integrantes y Funcionamiento de los Comités de Manejo. Santiago, 19 de junio de 2013. Recuperado de: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1053765>
- Staples, D., Brainard, R., Capezzuoli, S., Funge-Smith, S., Grose, C., Heenan, A., Hermes, R., Maurin, P., Moews, M., O'Brien, C. & Pomeroy, R. (2014). *Essential EAFM. Ecosystem Approach to Fisheries Management Training Course. Volume 1 – For Trainees*. FAO Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok, Thailand, RAP Publication 2014/13, 318pp. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i3780e.pdf>

#### FUENTES DIGITALES:

- [http://www.subpesca.cl/portal/615/articles-88020\\_documento.pdf](http://www.subpesca.cl/portal/615/articles-88020_documento.pdf)
- [http://www.subpesca.cl/portal/618/articles-82442\\_recurso\\_1.pdf](http://www.subpesca.cl/portal/618/articles-82442_recurso_1.pdf)
- <http://www.subpesca.cl/portal/615/w3-article-99746.html>
- [http://www.subpesca.cl/portal/615/articles-94965\\_documento.pdf](http://www.subpesca.cl/portal/615/articles-94965_documento.pdf)
- <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1053765&idParte=&idVersion=2015-09-17>
- <http://www.subpesca.cl/portal/615/w3-propertyvalue-38089.html>
- <http://www.fao.org/fishery/publications/technical-guidelines/es>

## ANEXO

---

**Tabla 1** Nómina de participantes Taller de expertos para modelamiento cualitativo dimensión ecológica pesquerías bentónicas de Chiloé y Magallanes, Puerto Montt, Región de Los Lagos, 24-25 abril de 2019.

<b>NOMBRE</b>	<b>INSTITUCIÓN</b>
Alexander Galán Mejía	UCSC TALCAHUANO
Andrés Olguín	IFOP
Claudia Andrade Díaz	UMAG PUNTA ARENAS
Eduardo Almonacid	IFOP
Elías Pinilla	IFOP
Gastón Vidal	IFOP
Gustavo Aedo	UDEC CONCEPCIÓN
Heraldo Contreras	IFOP
Johanna Rojas Rojo	IFOP
Kurt Paschke	UACH PTO MONTT
Oswaldo Artal	IFOP
Pablo Rojas	IFOP
Paulina Gebauer	ULAGOS OSORNO
Paulo Mora	IFOP
Sylvia Oyarzún	UMAG PUNTA ARENAS
Ruth Hernández	IFOP
Thamara Matamala	UACH
Leslie Garay Narváez	IFOP-CONSULTORA
Rosa Garay Flühmann	IFOP-CONSULTORA



Taller de Expertos Crustáceos, Puerto Montt, 24-25 marzo de 2019





INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

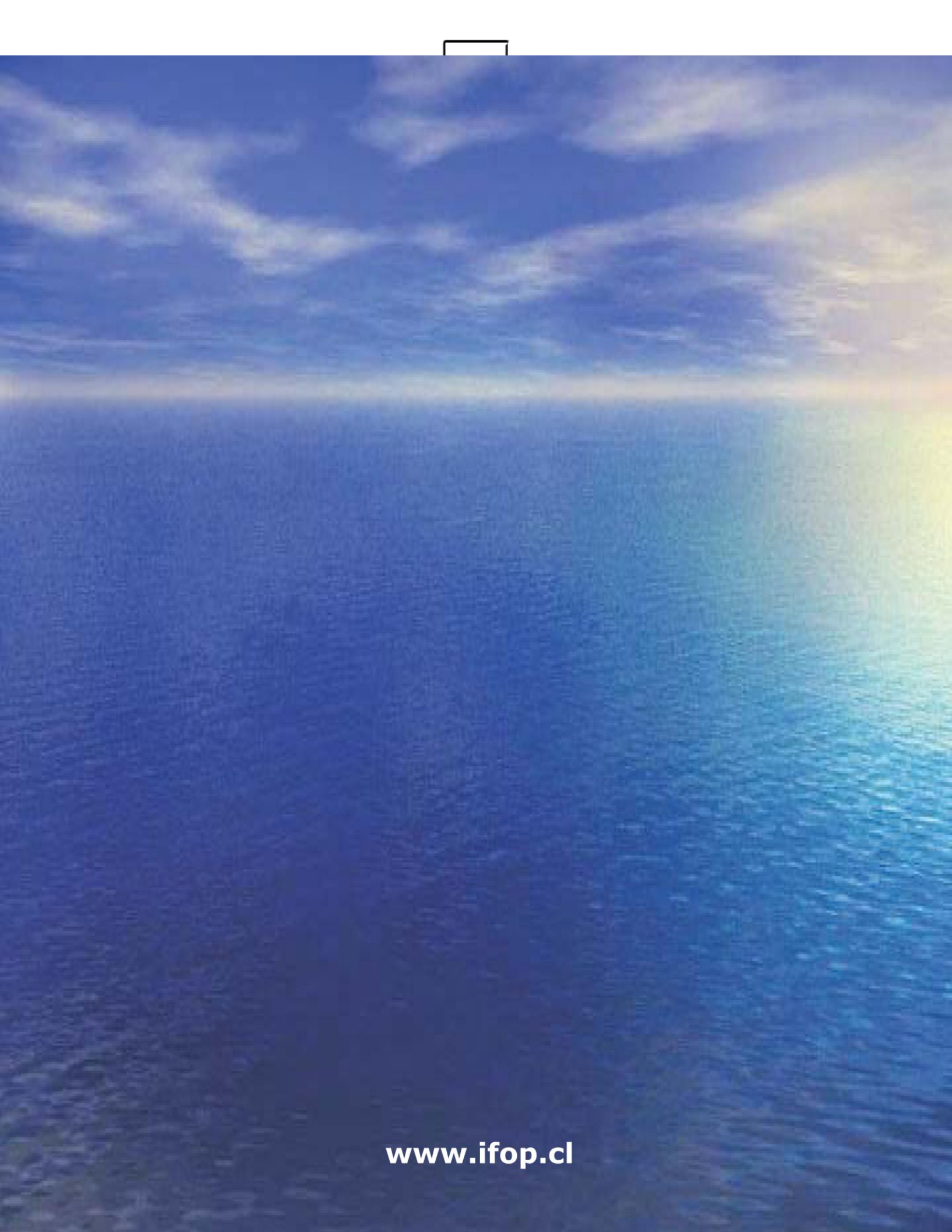
---



---

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO  
Almte. Manuel Blanco Encalada 839,  
Fono 56-32-2151500  
Valparaíso, Chile  
[www.ifop.cl](http://www.ifop.cl)

---



[www.ifop.cl](http://www.ifop.cl)