

UCH-FC
B. Ambiente
0611
C.1



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS - ESCUELA DE PREGRADO

**APLICACIÓN DEL MODELO DE CICLO ADAPTATIVO DE HOLLING A LOS
SISTEMAS SOCIO-ECOLÓGICOS DE LA SUB-CUENCA DEL HUMEDAL DEL RÍO
CRUCES.**

Seminario de Título entregado a la Universidad de Chile en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al Título de Biólogo con mención en Medio Ambiente.

Karla Nicole Opazo Pérez

Prof. Luisa E. Delgado

Directora del Seminario de Título

Prof. Víctor H. Marín

Co-Director del Seminario de Título

Julio, 2014

Santiago, Chile



INFORME DE APROBACIÓN SEMINARIO DE TÍTULO

Se informa a la Escuela de Pregrado de la Facultad de Ciencias, de la Universidad de Chile que el Seminario de Título, presentado por la candidata:

KARLA NICOLE OPAZO PÉREZ

“APLICACIÓN DEL MODELO DE CICLO ADAPTATIVO DE HOLLING A LOS SISTEMAS SOCIO-ECOLÓGICOS DE LA SUBCUENCA DEL HUMEDAL DEL RÍO CRUCES”

Ha sido aprobado por la Comisión de Evaluación, en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al Título de Bióloga con mención en Medio Ambiente.

Prof. Luisa E. Delgado
Directora Seminario de Título

Prof. Victor H. Marín
Co-Director

Comisión de Evaluación

Prof. Irma Vila
Presidente Comisión

Prof. Rodrigo Fuster
Evaluador

Santiago de Chile, julio de 2014.



Agradecimientos

Agradezco a mi familia y amigos por apoyarme durante todo este proceso y en especial a Juan por su comprensión, atención y múltiples consejos.

A todos mis compañeros del Laboratorio de Modelación Ecológica por su ayuda y agradable compañía.

Y finalmente quiero agradecer especialmente a mi profesora guía, Dra. Luisa E. Delgado y a mi Co-director, Dr. Víctor H. Marín, quienes con infinita paciencia me guiaron y aconsejaron durante todo el transcurso de este proceso, con el objeto de desarrollar y terminar este seminario.

Esta tesis fue financiada por el Proyecto FONDECYT N°1120005 titulado "*Desarrollo de un modelo conceptual del sistema complejo sociedad-naturaleza aplicable a zonas rurales: la Cuenca del río Cruces*" a cargo de la Dra. Luisa E. Delgado.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
1. Introducción.....	1
1.1. Modelos Ambiente-Sociedad.....	1
1.2. Sistemas socio-ecológicos	2
1.3.- Perturbaciones en los sistemas socio-ecológicos.....	5
1.4.- Resiliencia de los sistemas socio-ecológicos.....	6
1.5.- Planteamiento del problema	10
2. HIPÓTESIS DE TRABAJO	13
3. OBJETIVOS	13
3.1. Objetivo general	13
3.2. Objetivos específicos	13
4.- METODOLOGÍA.	14
4.1. Área de estudio.	14
4.2. Humedal del Río Cruces – Santuario de la naturaleza Carlos Anwandter.....	15
4.3. Caracterización de las localidades.	18
4.4. Elaboración de mapa de percepciones sobre el grado de afectación de los actores claves en las localidades seleccionadas.	21
4.5. Modelos adaptativos para cada sistema socio-ecológico en base al ciclo adaptativo de Holling.....	24
4.6. Desarrollo del índice de resiliencia socio-ecológica	26
4.7. Construcción del índice de resiliencia socio-ecológica.	30
5. Resultados	37
5.1. Fluctuaciones de la demanda turística.....	37
5.2. Mapa de la percepción de afectación por parte de los actores claves.	38
5.3 Modelos adaptativos de los sistemas socio-ecológicos.....	40
5.4 Diagramas de resiliencia por localidad.....	54
5.5 Cálculo del índice de resiliencia y escenarios de vulnerabilidad	57
6. DISCUSIÓN	58
6.1 Modelación conceptual de sistemas socio-ecológicos y percepción social.....	58
6.2 Índice de resiliencia socio-ecológico: una aproximación transdisciplinaria.	65
8. REFERENCIAS	74
9. ANEXOS	86
ANEXO 1: Tabla de Funciones, procesos y bienes y servicios ecosistémicos de acuerdo a De Groot y col. (2002).....	87

ANEXO 2: Formato de entrevistas aplicadas a los actores sociales para la elaboración de <i>Mapa de Percepciones</i>.....	89
ANEXO 3: Tabla con los distintos indicadores y variables seleccionadas para la elaboración del índice de resiliencia socio-ecológica	95

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de las entrevistas realizadas en terreno el año 2012, en donde se especifica la actividad desempeñada por los actores sociales en el ámbito turístico.....	23
Tabla 2. Escenarios de interpretación del valor total del índice de resiliencia socio ecológico (Modificado de López y col., 2009).	36
Tabla 3. Resumen de los valores obtenidos del índice de resiliencia socio-ecológica para cada localidad bajo estudio.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. El sistema socio-ecológico (SSE), es un sistema complejo conformado por el sub-sistema social y el sub-sistema ecológico y que alude a un enfoque holista para caracterizar la interacción del ser humano en la naturaleza.....	4
Figura 2. Representación gráfica del modelo del ciclo adaptativo de Holling (2001) y sus diferentes fases.....	5
Figura 3. Relación entre resiliencia socio-ecológica y el suministro de servicios ecosistémicos. Cuando las perturbaciones afectan a los servicios ecosistémicos y éstos afectan el bienestar de una comunidad, se producen impactos que fuerzan a sus habitantes a responder a través de la adaptación o resistencia.....	8
Figura 4: Localización geográfica de las localidades de Punucapa, Tralcao, Ciudad de Valdivia y San José de la Mariquina, aledañas al santuario de la naturaleza Carlos Anwandter (Humedal del Río Cruces).....	14
Figura 5. Modelo conceptual de la producción de servicios en un ecosistema de humedal y usos o valoración de estos por las sociedades humanas (Adaptado de Turner y col., 2000).....	17
Figura 6. Modelo conceptual del sistema socio-ecológico conformado por el humedal del Río Cruces y las comunidades humanas aledañas.	29
Figura 7. Componentes (ecológico y social) indicadores y variables seleccionadas para construcción del índice de resiliencia socio-ecológica. Las cajas rojas corresponden a los componentes, cajas verdes a los indicadores y cajas púrpuras a las variables en cuestión.....	35
Figura 8. Estadística de turistas en la Provincia de Valdivia y fluctuaciones en la abundancia de cisnes de cuello negro en el Humedal del Río Cruces.....	37
Figura 9. Mapa de percepciones del grado de afectación de los actores claves y su ubicación geográfica en torno al evento de cambio de estado del humedal del Río Cruces el año 2004.....	39
Figura 10. Modelo de ciclo adaptativo para el sistema socio-ecológico de la ciudad de Valdivia.....	42
Figura 11. Modelo de ciclo adaptativo para el sistema socio-ecológico de San José de la Mariquina.....	45
Figura 12. Modelo de ciclo adaptativo para el sistema socio-ecológico de la localidad de Punucapa.....	49

Figura 13. Modelo de ciclo adaptativo para el sistema socio-ecológico de la localidad de Tralcao.....	53
Figura 14. Diagrama de la Resiliencia socio-ecológica de Punucapa.....	55
Figura 15. Diagrama de la Resiliencia socio-ecológica de Tralcao.....	55
Figura 16. Diagrama de la Resiliencia socio-ecológica de la ciudad de Valdivia.....	56
Figura 17. Modelo conceptual sobre la construcción social de la realidad.....	60

Lista de abreviaturas

SSE: Sistema socio-ecológico

SE: Servicios ecosistémicos

FE: Funciones ecosistémicas

CEA: Centro de Estudios Agrarios y Ambientales

CELCO: Celulosa Arauco y Constitución

SERNATUR: Servicio Nacional de Turismo

UACH: Universidad Austral de Chile

RESUMEN

La sub-cuenca del Humedal del Río Cruces (Valdivia, Chile) constituye un sistema socio-ecológico complejo. Las poblaciones humanas de este sistema dependen de los servicios ecosistémicos para sustentar su producción y su cultura. Durante el año 2004 el humedal experimentó un cambio de estado desde aguas claras a aguas turbias, junto a la emblemática muerte y emigración de cisnes de cuello negro. Esta situación generó preocupación entre sus habitantes, por lo que se llevó a cabo un estudio de opinión y percepción sobre lo ocurrido en el humedal (LME-PULSO, 2008). Los resultados de esta encuesta muestran que los pobladores se vieron afectados económicamente, principalmente debido a cambios en los servicios ecosistémicos de información.

Este seminario de título tuvo como principal objetivo determinar si dichas percepciones son constatables por medio de información empírica; por ejemplo el efecto del cambio del humedal en la frecuencia turística y/o desmedro económico de la población y la dependencia de estas variables respecto de los servicios ecosistémicos de la subcuenca. Para ello, se reconstruyeron las historias socio-ambientales de cuatro localidades de la Región de los Ríos (Punucapa, Tralcao, San José de la Mariquina y la Ciudad de Valdivia), aplicando la teoría del ciclo adaptativo de Holling, con el fin de identificar sus interacciones con la sub-cuenca (sociedad-servicios ecosistémicos) y elaborar un índice de resiliencia socio-ecológica. Este último tuvo como objetivo estimar la resiliencia de las localidades a perturbaciones como el cambio de estado del humedal. Los resultados muestran que este no perjudicó la actividad turística de las localidades, debido a que sus habitantes utilizan escasamente los servicios ecosistémicos de información. Con respecto al índice de resiliencia, se evidenció que hay factores del ámbito social que juegan un rol clave a la hora de incrementar o disminuir la resiliencia de un sistema, como es el caso del capital social y/o la dependencia socio-económica por los recursos de un ecosistema. Finalmente este seminario pretende mostrar que la aplicación de modelos conceptuales, es una herramienta de gran utilidad para comprender de manera simple las dinámicas inherentes a sistemas complejos a través del tiempo.

ABSTRACT

The Río Cruces sub-watershed (Valdivia, Chile) constitutes a complex socio-ecological system. Human populations within this system depend on ecosystem services to sustain their productive and cultural activities. During 2004 the wetland underwent a regime shift from clear water to turbid water, along with the emigration and death of the emblematic black-necked swan. This situation generated concern among local people; thus an opinion and perception survey collected data to analyze if people were affected (LME-PULSO, 2008). Results show that the human population was affected economically, mainly due to changes in information ecosystem services.

The main objective of this seminar survey was to determine if those perceptions could be confirmed through empirical evidence; for example changes in the tourist frequency due to changes in the wetland and/or economic problems and the dependence of these variables to the sub-watershed ecosystem services. Consequently, we reconstructed the environmental history of four human settlements (Punucapa, Tralcao, San José de la Mariquina and the City of Valdivia) applying Holling's adaptive cycle, in order to determine their interactions or linkages with the sub-watershed. We further elaborated a socio-ecological resilience index to estimate the human resilience to changes such as the wetland's regime shift. Results show that the regime shift didn't affect tourism or other cultural services, because local residents barely use them for recreational purposes. The socio-ecological resilience index showed that there are some factors from the social domain that play a key role, either enhancing or reducing the resilience of a system, such as: social capital and resource dependency. Finally, this seminar aims to highlight the importance of applying conceptual models as a useful tool for understanding the dynamics of complex systems through time.

1. Introducción

1.1. Modelos Ambiente-Sociedad.

Los sistemas socio-ecológicos (SSEs) pueden definirse como sistemas complejos; vale decir, multi-componentes, multi-causales y multi-escalares. Desde esta perspectiva, su conocimiento no puede derivarse tan sólo de estudios observacionales o experimentales (Berkes y col, 1998; Marín y Delgado, 2008a), necesitándose de herramientas metodológicas capaces de sintetizar el conocimiento adquirido. Una de las herramientas más utilizada para dicho propósito son los modelos conceptuales y/o dinámicos (Marín y col., 2012).

Un modelo conceptual de un sistema es una representación esquemática de sus componentes y procesos (interacciones y acoplamientos) supeditados a un conjunto de preguntas específicas (Marín y Delgado, 2008b). Moody (2005) define la generación de modelos conceptuales como "...el proceso de documentar formalmente el dominio de un problema con el propósito de comprenderlo y comunicarlo entre distintos actores sociales o socios". Si asociamos los modelos conceptuales al concepto de sistemas socio-ecológicos (Folke, 2006; Resilience Alliance, 2010) con bases en un enfoque ecosistémico u holista, entonces la generación de éstos debe incluir los componentes y procesos inherentes al ecosistema, las comunidades humanas y sus procesos socio-económicos (Delgado y Marín, 2005).

Existen varios tipos de modelos en ecología (e.g. modelos de balance de masa y energía, de estructura poblacional y comunitaria, de optimización, ecosistémicos, etc.), pero muy pocos en el área socio-ecológica que incluyan ambos dominios y les den la misma importancia a los componentes sociales y ecológicos. Por otra parte, los modelos se pueden separar en participativos y no participativos dependiendo del grado de involucramiento de los actores sociales relacionados al sistema que se pretende conceptualizar y estudiar (Delgado y col., 2009). Dicha participación es necesaria en el desarrollo de modelos enmarcados en estrategias de conservación ecosistémica que requieren del involucramiento de los distintos actores sociales (Marín y Delgado, 2008b; Delgado y col., 2009; Sabatini y col., 1996; Pérez y Navarrete, 2004).

1.2. Sistemas socio-ecológicos

El concepto de sistema socio-ecológico (SSE) no puede ser entendido sino a la luz de una epistemología basada en una visión sistémica y holista. En este sentido, Berkes y col. (1998) parten desde una perspectiva ecosistémica en la que los seres humanos se incluyen explícitamente dentro de los ecosistemas; visión que actualmente es compatible con muchos estudios que consideran a las comunidades humanas como parte integral de estos (Delgado y Marín, 2005; Marín y col., 2006). Este concepto es de gran utilidad cuando se quiere caracterizar la interacción del ser humano con la naturaleza, ya que en estos sistemas se acoplan e integran (Holling, 2001). Dichos acoplamientos y/o interacciones son relaciones que se establecen entre ambos sub-sistemas a través de diferentes mecanismos o vías.

Las intervenciones de carácter cultural, político, social y económico propias del dominio social, producen cambios y transformaciones en los ecosistemas (e.g. actividades agrícolas, pesquería, etc.). Por otro lado, las dinámicas de los ecosistemas influyen en la cultura y las actividades económicas de los seres humanos (e.g. cambio climático, inundaciones, etc.). Así, una comunidad humana por sí misma no es un sistema socio-ecológico (Figura 1), pero se constituye como tal cuando es delimitada a partir de su relación con el territorio, los ecosistemas y la actividad económica que los pobladores comparten.

Como ejemplo podemos describir el concepto de cuenca hidrográfica, la cual se define como un ecosistema donde ocurren procesos de intercambio de materia y flujo de energía que se integran a través de la vinculación de los componentes hidrológicos, ecológicos y biofísicos (Marín y col., 2006). Este ecosistema se convierte en un sistema socio-ecológico cuando se consideran las poblaciones humanas que la habitan y que se benefician de los diversos servicios que esta provee (Delgado y col., 2013; Sepúlveda, 2010), así como también se tiene en cuenta la forma de organización social y los impactos que los seres humanos generan. De ahí que los sistemas socio-ecológicos se consideren sistemas adaptativos complejos, pues ante estas múltiples interacciones se ajustan y auto-organizan continuamente a través del tiempo (Holling, 2001).

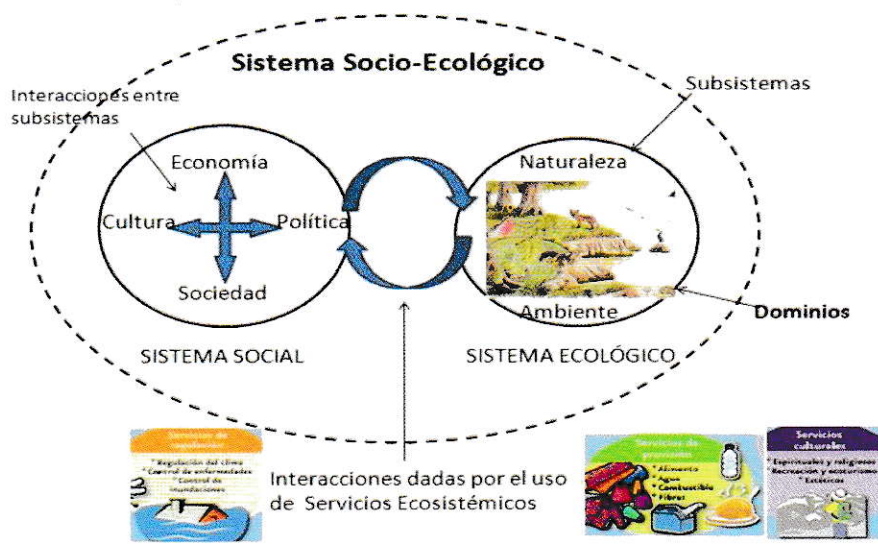


Figura 1. El sistema socio-ecológico (SSE), es un sistema complejo conformado por el sub-sistema social y el sub-sistema ecológico y que alude a un enfoque holista para caracterizar la interacción del ser humano en la naturaleza.

De acuerdo a la teoría del ciclo adaptativo de Holling (2001), los SSEs son dinámicos y complejos y no tienden hacia una condición de equilibrio, sino que se mueven entre 4 fases (Figura 2). La fase r de rápido crecimiento y explotación, la fase K de conservación, la fase Ω de colapso y la fase α de reorganización o renovación del sistema (Carpenter y col., 2001; Abel y col., 2006). Dicho ciclo se profundizará más adelante en la sección de modelos conceptuales de sistemas adaptativos complejos (SSEs).

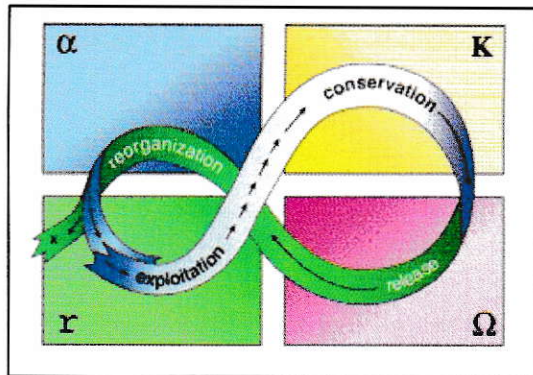


Figura 2. Representación gráfica del modelo del ciclo adaptativo de Holling (2001) y sus diferentes fases.

El modelo de ciclo adaptativo de los sistemas socio-ecológicos está basado en la capacidad adaptativa del componente biótico y del componente social (Kay y col., 1999). La capacidad adaptativa del sistema socio-ecológico significa que las actividades humanas se ajustan a las dinámicas y características de los ecosistemas con los que se relacionan de manera que estos no alteren su capacidad de generar los servicios ecosistémicos. Sin embargo, las respuestas sociales tienen un retardo respecto a un impacto o cambio del ecosistema (Anderies y col., 2004). Para el estudio del ciclo adaptativo se deben considerar las perturbaciones, la resiliencia y la capacidad adaptativa de los sistemas socio-ecológicos.

1.3.- Perturbaciones en los sistemas socio-ecológicos

¿Qué sucede con el SSE cuando ocurren cambios en el ecosistema que provocan un menoscabo en la calidad y cantidad de servicios ecosistémicos que son utilizados

por las comunidades humanas que integran dicho sistema? Para responder esta pregunta es necesario primero definir qué se entiende por perturbación.

Las perturbaciones son interacciones que alteran el sistema. Pueden ser regulares, cuando forman parte de las dinámicas propias del sistema socio-ecológico (e.g. las inundaciones periódicas de los cultivos que se encuentran en los valles de los ríos, la alternancia de las temporadas de lluvia y sequía), así como también extraordinarias, si son ajenas a la dinámica del mismo (e.g., la extracción de recursos naturales, el calentamiento global). Es así que para muchos, las interacciones socio-ecológicas de por sí pueden ser consideradas en sí mismas perturbaciones (Holling 2001).

1.4.- Resiliencia de los sistemas socio-ecológicos

En la búsqueda por mantener las interacciones socio-ecológicas que caracterizan un sistema y mantener las relaciones que históricamente se han establecido entre ambos sub-sistemas -social y ecológico-, el concepto de resiliencia aparece como una característica esencial para el buen funcionar de sistemas adaptativos complejos (Salas-Zapata y col., 2012) como los SSEs (Figura 3).

El concepto de resiliencia, según la Resilience Alliance (2010), tiene tres características definitorias:

- Una es la cantidad de cambio o transformaciones que un sistema complejo puede soportar manteniendo las mismas propiedades funcionales y estructurales.
- El grado en el que el sistema es capaz de auto-organizarse.
- La habilidad del sistema complejo para desarrollar e incrementar la capacidad de aprender, innovar y adaptarse.

Uno de los trabajos del Resilience Project (Navigating Social-Ecological Systems) del año 2003, enfoca su investigación en el hecho sustancial de que las dinámicas de sistemas complejos están dirigidas a cuatro aspectos que están estrechamente interrelacionados entre sí:

- (1) Las desestabilizaciones, vistas como perturbaciones que desestabilizan el "status quo", son una fuerza esencial en la transformación de sistemas complejos.
- (2) La diversidad, que provee las fuentes para respuestas nuevas y adaptativas
- (3) El conocimiento, que permite acceso a información, la experiencia y el aprendizaje
- (4) La auto-organización, que utiliza la memoria del sistema complejo (su historia de transformaciones) para el proceso de renovación y reorganización.

El concepto de resiliencia ha cambiado a través del tiempo y asimismo ha sido aplicado a variados sistemas desarrollándose bajo perspectivas diferentes, aunque no todas ellas apropiadas para entender la sustentabilidad de los sistemas socio-ecológicos (Folke y col., 2002; Salas-Zapata, 2012). La primera perspectiva parte del supuesto de que los sistemas tienden constantemente a un punto de equilibrio y, en consecuencia, luego de experimentar una perturbación retornan de manera inmediata a este punto (Holling 1992; Gunderson y col., 2002). No obstante, si bien este supuesto se puede aplicar a los sistemas fabricados o ingenieriles, es falso para los sistemas socio-ecológicos, que no tienen uno sino varios puntos de equilibrio y que con frecuencia están sometidos a perturbaciones (Holling, 1992; Gunderson y col., 2002).

Por esa razón, la perspectiva enfocada en múltiples estados de equilibrio parece ser más apropiada al postular que resiliencia es la capacidad que tienen los sistemas de absorber las perturbaciones mientras mantienen sus relaciones y funciones esenciales

(Holling 1992; Folke 2006). Sin embargo, un sistema no podría encontrar diferentes estados posibles si no tiene capacidad de experimentar cambios adaptativos que le permita alcanzarlos. Por esa razón, entendida como capacidad adaptativa, la resiliencia es considerada la propiedad y el fundamento de los sistemas socio-ecológicos sustentables (Holling 1996; Perrings y Walker 1997). En resumen, se entenderá como resiliencia socio-ecológica a la capacidad que tiene un sistema de auto-organizar adaptativamente el arreglo de interacciones socio-ecológicas para enfrentar y amortiguar las perturbaciones y mantener sus atributos esenciales (Holling 2001; Berkes y col., 2003; Norberg y Cumming, 2008).

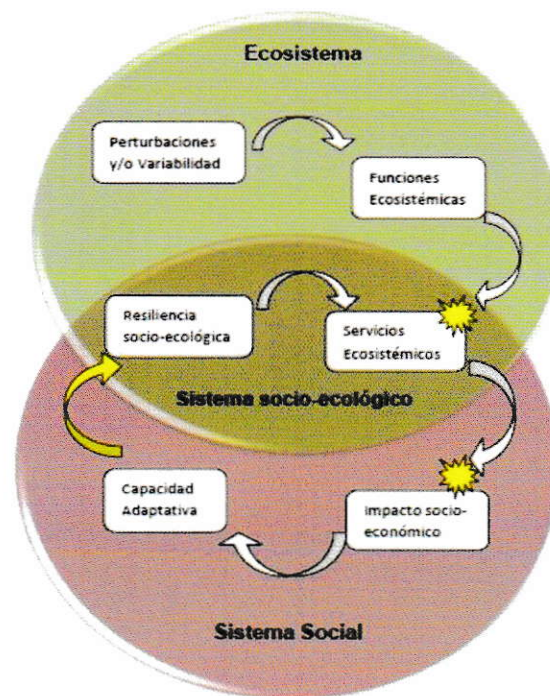


Figura 3. Relación entre resiliencia socio-ecológica y el suministro de servicios ecosistémicos. Cuando las perturbaciones afectan a los servicios ecosistémicos y éstos afectan el bienestar de una comunidad, se producen impactos que fuerzan a sus habitantes a responder a través de la adaptación o resistencia.

Procesos de cambio: estados y regímenes alternativos

Los sistemas socio-ecológicos resilientes se caracterizan por la persistencia de sus atributos esenciales luego de una perturbación. Estos atributos pueden ser los procesos centrales que un sistema lleva a cabo y que revelan una función, y su estructura, entendida como el tipo de interacciones que constituyen el sistema, y los controles internos de funcionamiento.

Según el concepto de capacidad adaptativa, el sistema puede responder a la perturbación con dos tipos de cambios: adaptación o transformación. En el primer caso el sistema, al experimentar la perturbación, se re-organiza y cambia su configuración pero conserva los procesos cruciales, los tipos de interacciones que conforman su estructura y sus mecanismos de control (Holling 1973; Kinzig & Redman, 2006; Walker y col. 2006). Básicamente, los cambios adaptativos son las diferentes configuraciones o estados alternativos que un sistema puede conseguir conservando sus atributos esenciales. En el segundo caso, una perturbación puede desencadenar cambios drásticos en los atributos esenciales del sistema, situación que se denomina *cambio de régimen* (Walker y col. 2006). De esta forma, si la capacidad adaptativa del sistema es escasa, la perturbación llevará indefectiblemente a un cambio de propiedades esenciales y a la transformación del sistema en uno diferente.

Cabe hacer notar que la naturaleza social y ecológica de todo sistema socio-ecológico lleva a que el proceso de adaptación busque un régimen del sistema socialmente deseable y ecológicamente posible. Así, un sistema socio-ecológico es sustentable cuando puede encontrar estados alternativos dentro de un régimen socialmente deseable y ecológicamente posible.

1.5.- Planteamiento del problema

Los humedales son sistemas ecológicos complejos altamente sensibles y al mismo tiempo adaptativos (Turner y col., 2000). Estos proveen de variados e importantes servicios ecosistémicos de gran valor para la sociedad, como por ejemplo servir de hábitat para una gran diversidad de especies, purificar y mejorar la calidad del agua, ayudar a evitar inundaciones, barrera para mitigar los efectos de eventos hidrológicos, además de poseer una belleza escénica que sustenta diversas actividades turísticas y recreacionales como tours, avistamiento de aves, entre otros. Entre las actividades que más afectan la reserva de agua de los humedales destacan la alteración de los cursos de agua, la extracción para el uso consuntivo y el relleno con tierra u otros materiales, mientras que la descarga de aguas residuales, tanto domésticas, agrícolas e industriales, es el principal factor que afecta su calidad (UNESCO, 2013).

El humedal del Río Cruces, ubicado en Valdivia, Región de los Ríos, se originó por el hundimiento de praderas agrícolas aledañas al cauce del río homónimo en el año 1960, causado por un terremoto de 9,5 en Escala Richter. Esta área inundada fue posteriormente poblada por una amplia diversidad de aves, entre las que destacan los cisnes de cuello negro y las taguas, transformándose en un lugar de encuentro para actividades científicas, turísticas y de recreación (Marín y Delgado, 2008a). El Santuario Carlos Anwandter ha sido identificado en el Directorio Ramsar de Humedales de Importancia Internacional como un humedal importante para la mantención de especies en peligro de extinción como el Cisne Coscoroba (*Coscoroba coscoroba*. Molina) y vulnerables como el Cisne de Cuello Negro (*Cygnus melancoryphus*. Molina). Uno de los objetivos de la Convención Ramsar y para el cual el humedal adscribe y

por tanto se debe velar por su cumplimiento es: “la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo”.¹

En mayo de 2004 el Humedal del Río Cruces cambió de un estado de “aguas claras” a un estado de “aguas turbias” (Marín y col., 2009). En su estado de aguas claras, el humedal se caracterizaba por la presencia dominante de la macrófita *Egeria densa* Planchon y su consumidor primario el cisne de cuello negro (*Cygnus melancoryphus*). En tanto que en su estado de aguas turbias, se caracterizaba por un incremento en la carga de sólidos suspendidos y la migración del emblemático cisne de cuello negro y otras especies de aves (UACH, 2005; Marín y col., 2009).

Diversos grupos sociales que habitan la sub-cuenca del humedal del Río Cruces, manifestaron que su calidad de vida se vio alterada y menoscabada (Delgado y col., 2009; Fischer, 2013; Sabatini y col., 1996). Específicamente, mencionan que el cambio de estado del humedal generó importantes pérdidas económicas vinculadas al ámbito turístico y recreacional (LME-PULSO, 2008)², además de otras actividades relacionadas con el sector productivo e industrial de la zona como son: la agricultura, ganadería, consumo de agua para uso animal e industrial, pesca, etc. (Ibáñez, 2014; Skewes, 2012).

En base a lo anteriormente expuesto, este seminario de título tuvo por objetivo mostrar los beneficios del desarrollo de modelos conceptuales para determinar la

¹ The Ramsar Convention on Wetlands [En línea] http://www.ramsar.org/cda/es/ramsar-about-mission/main/ramsar/1-36-53_4000_2__. Revisado el 11 de marzo de 2013.

² <http://ecosistemas.uchile.cl/cruces/>

relación histórica entre los grupos sociales y los ecosistemas (sistemas socio-ecológicos) y analizar cómo responden ante eventuales perturbaciones. Para ello se usó la teoría del ciclo adaptativo de Holling (2001), con la cual fue posible esquematizar el uso de los servicios ecosistémicos de la sub-cuenca del humedal del Río Cruces por las comunidades humanas aledañas y evaluar si el cambio de estado del año 2004 alteró el suministro y/o la calidad de los servicios ecosistémicos de información utilizados por éstas.

2. HIPÓTESIS DE TRABAJO

Los habitantes de las localidades aledañas al Humedal del Río Cruces utilizan los servicios ecosistémicos de información asociados a dicho humedal y estos se habrían visto afectados por el cambio del sistema el año 2004.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Aplicar el modelo conceptual de Holling a los sistemas socio-ecológicos de la sub-cuenca del humedal del Río Cruces.

3.2. Objetivos específicos

- a. Identificar a través de entrevistas y análisis de la información turística local, el grado de afectación de los habitantes de las localidades identificadas de la sub-cuenca del humedal del Río Cruces.
- b. Desarrollar el modelo del ciclo adaptativo de Holling para los sistemas socio-ecológicos de la sub-cuenca del Humedal del Río Cruces a través del tiempo, mediante una revisión histórica.
- c. Elaborar un índice de *resiliencia socio-ecológica* para los sistemas socio-ecológicos estudiados.



4.- METODOLOGÍA.

4.1. Área de estudio.

Para este seminario de título se seleccionaron los sistemas socio-ecológicos (SSEs) según dos criterios: (1) Sub-sistemas sociales de localidades aledañas al Humedal del Río Cruces, con una distancia geográfica menor a 25 Km y (2) Grado de afectación de dicho sub-sistema evidenciado en la encuesta “Estudio de Opinión y Percepción del Problema del Río Cruces” elaborado por el Laboratorio de Modelación Ecológica de la Facultad de Ciencias y el programa Pulso de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de Chile (LME-PULSO, 2008).

De esta forma, los sistemas socio-ecológicos seleccionados correspondieron a las localidades de Punucapa, Ciudad de Valdivia, Tralcao y San José de la Mariquina, además del Humedal del Río Cruces (Figura 4).

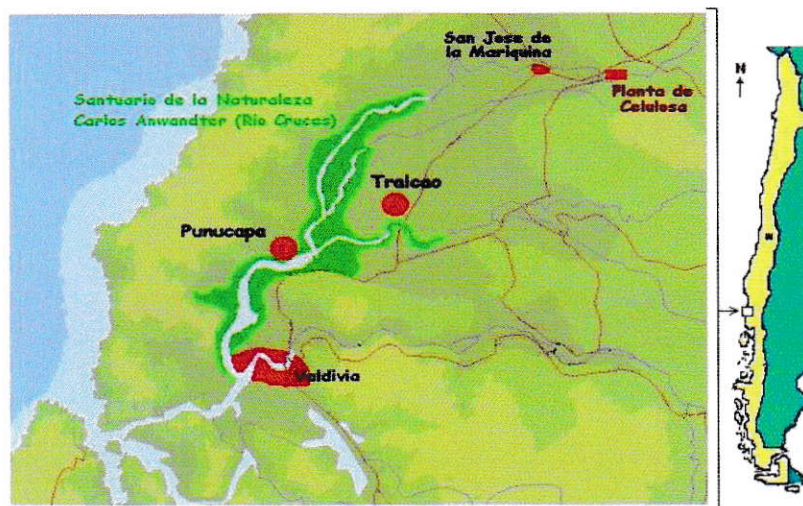


Figura 4: Localización geográfica de las localidades de Punucapa, Tralcao, Ciudad de Valdivia y San José de la Mariquina, aledañas al santuario de la naturaleza Carlos Anwandter (Humedal del Río Cruces).

4.2. Humedal del Río Cruces – Santuario de la naturaleza Carlos Anwandter

El sistema de humedales del Río Cruces fue declarado Santuario de la Naturaleza por el Ministerio de Educación (D.S. 2.734 del 3 de junio de 1981) y como sitio RAMSAR por la Convención de Humedales de Importancia Internacional. El Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter se ubica al norte de la ciudad de Valdivia y posee una superficie de 4.877 ha (Di Marzio & McInnes, 2005). La profundidad del humedal oscila entre los 4 y 6 metros de profundidad, rodeado por planicies inundadas de hasta 2 metros de profundidad (Marín & Delgado, 2008b).

La cuenca del Río Cruces presenta dos tipos climáticos: templado cálido lluvioso con influencia mediterránea (en el sector centro y bajo de la cuenca) y templado frío lluvioso con influencia mediterránea (sector precordillerano de la cuenca; Muñoz-Pedreros, 2003). La precipitación registrada en el sector alto de la cuenca alcanzan los 2.307 mm/año. La temperatura media anual es de 12°C y la esorrentía registrada es de 2.956 mm/año (Muñoz-Pedreros, 2003).

La vegetación dominante del humedal se compone de dos plantas acuáticas de hábito sumergido, el luchecillo (*Egeria densa* Planchon), especie invasora nativa de Brasil y una planta del género *Potamogeton* (*Potamogeton* spp). Además se aprecian plantas palustres como la tótoro (*Scirpus californicus*. Meyer) y el junco (*Juncus procerus*. E. Mey.; Muñoz-Pedreros, 2003).

Los bosques nativos presentes en la subcuenca corresponden al tipo forestal siempreverde. En zonas aledañas al humedal, el estado de estos bosques es principalmente de renovales, mientras que los bosques adultos existen en las zonas de mayor altitud en la subcuenca (Torres, 2012). Sin embargo, debido a la actividad forestal es posible encontrar bosques

monoespecíficos de pino radiata (*Pinus radiata*. D. Don) y eucaliptus (*Eucalyptus* spp. L Hér.) en los alrededores del humedal y el sector de la cordillera de la costa (Verardi, 2013).

Existe una elevada diversidad de fauna de diversas clases en torno al humedal (Fischer, 2013). Sin embargo, se destaca la avifauna con más de 100 especies de diferentes hábitos, tanto residente como estacionales, donde las especies insignes corresponden al cisne de cuello negro (*Cygnus melancoryphus*. Molina) y la tagua común (*Fulica amillata*. Vieillot), los mamíferos también tienen presencia con especies como la nutria huillín (*Lontra provocax*. Thomas) y el coipo (*Myocastor coypus*. Molina), (Muñoz-Pedreras, 2003)

Durante el año 2004 ocurrió en el humedal un cambio de estado desde aguas claras a aguas turbias, junto a la emblemática muerte y emigración de cisnes de cuello negro (Marín y col., 2009; García y col., 2006). Algunos informes y publicaciones propusieron que esto se debió a una disminución de la cobertura de luchecillo (principal fuente de alimento) afectando también a otras aves presentes en el humedal (Marín y col., 2009). Este hecho resultó en la incorporación del humedal a la lista de Montreux de sitio prioritario de conservación Ramsar (Marín y col., 2009). Finalmente es posible señalar que las aguas del humedal han sido caracterizadas en un estado eutrófico a hipereutrófico, con un régimen ecológico intermedio de “aguas claras” y “aguas turbias” (UACH, 2005; Marín y col., 2009).

Para fines de este seminario de título se usó la clasificación de servicios ecosistémicos propuesta por De Groot y col. (2002), siendo éstos los “beneficios que la gente obtiene de los ecosistemas, cuya producción depende de los diversos componentes bióticos y abióticos (e.g.

bosque, suelo, fauna, cuerpos de agua) y procesos (e.g. erosión, fotosíntesis) que ocurren en la naturaleza (Fig.5). Los servicios ecosistémicos que provee la subcuenca, son un elemento importante para la construcción de los modelos de Holling, desarrollados para cada Localidad. La lista de estos para la subcuenca del Humedal del río Cruces se encuentra en el Anexo 1.

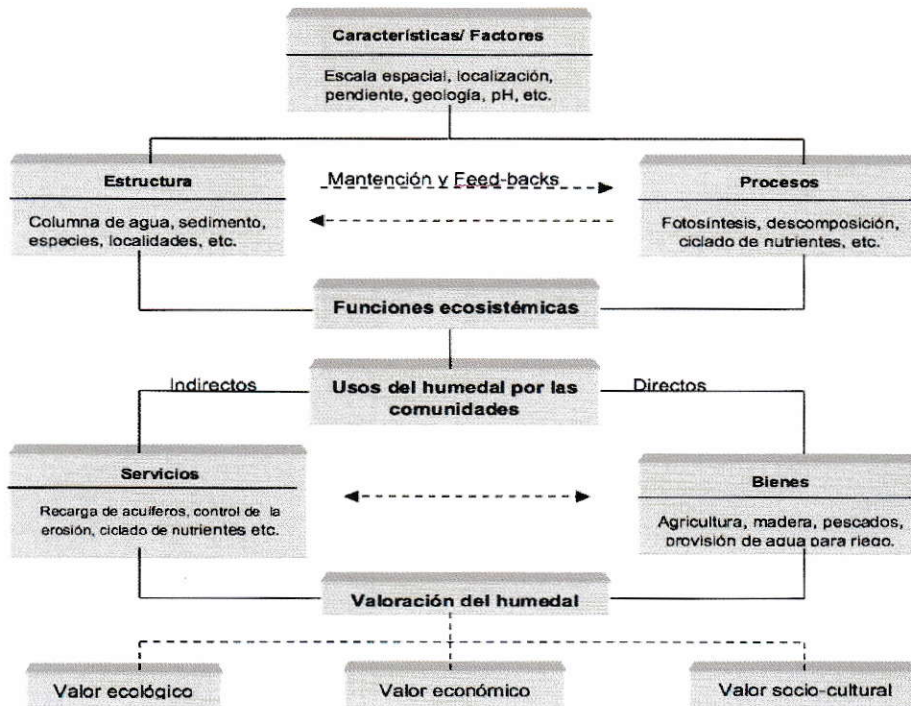


Figura 5. Modelo conceptual de la producción de servicios en un ecosistema de humedal y usos o valoración de estos por las sociedades humanas (Adaptado de Turner y col., 2000).

4.3. Caracterización de las localidades.

A continuación se describen las localidades que fueron incorporadas en este seminario de título, cada una de estas, fue considerada como un subsistema social. Dos de ellas son rurales (Punucapa y Tralcao) y dos urbanas (San José de la Mariquina y Valdivia).

4.3.1. Punucapa

Es una localidad rural situada en la rivera oeste del Río Cruces, a una distancia aproximada de 20 km de Valdivia y es la puerta de entrada al santuario del Humedal del Río Cruces. El clima es templado lluvioso, por lo que se generan las condiciones biogeográficas que caracterizan el ecosistema de bosque lluvioso y selva valdiviana, de gran biodiversidad, en especial en avifauna en el humedal del río cruces.

El origen de este pueblo es prehispánico; gran parte de su población son mapuches y la palabra Punucapa en mapudungún significa *tierra fértil para las legumbres*. La población no sobrepasa los 300 habitantes, cuentan con servicios básicos como posta, comisaría y una escuela básica. Las principales actividades económicas son la agricultura y ganadería de subsistencia, en donde la sidra artesanal de manzana y las mermeladas caseras de frutos regionales, destacan como los principales productos de exportación a Valdivia y alrededores. La actividad turística se puede considerar como incipiente, pues Punucapa no cuenta con un sistema turístico establecido y su planta turística es aún deficitaria. Por ello, el turismo es de carácter étnico, como una aproximación del turista hacia sus modos de vida y está limitado por una fuerte estacionalidad, donde destaca la celebración religiosa de la virgen de la candelaria, evento que atrae más de mil visitantes en verano.

4.3.2. Tralcao

Localidad rural que depende administrativamente de la comuna de San José de la Mariquina. Tralcao se ubica entre la rivera este del Río Cruces, el Río Pichoy y el estero Collimaico, a una distancia aproximada de 25 km de Valdivia en el interior del Humedal del Río Cruces. La población de Tralcao es de alrededor de 300 habitantes descendientes en su mayoría del pueblo Mapuche-Huilliche. Tralcao en mapudungún significa lugar de truenos. Las familias están integradas por más de un grupo familiar y no sobrepasan las 80; en la población predominan los adultos mayores, que muchas veces viven solos. La escolaridad promedio es entre 6° Básico y 1° Medio, siendo la cobertura educacional local hasta 6° básico. Los habitantes desarrollan actividades económicas polirubricadas como la actividad agrícola de subsistencia principalmente, frutícola (cultivo de cerezos de exportación), trabajo asalariado, ganadería menor. A partir del 2008 se gesta el desarrollo de actividades etno-turísticas y de turismo agrícola, que buscan atraer visitantes desde Valdivia como por ejemplo con actividades como la fiesta de la cereza en Tralcao, evento masivo que se realiza en verano, debido a la estacionalidad turística. Un aspecto interesante de destacar es que existe un elevado número de organizaciones sociales funcionales, de diversas índoles, lo que ilustra un sentimiento de pertenencia y comunidad

4.3.3. San José de la Mariquina

Capital de la comuna de Mariquina, San José de la Mariquina se ubica a 39° latitud sur y 72°59' longitud Oeste, de acuerdo al último censo correspondiente al año 2002 la población tiene alrededor de 7.790 habitantes. Es una ciudad de grandes casonas, con

parques y jardines, ubicada en la orilla norte de la comuna de Mariquina, se caracteriza por su fuerte actividad forestal, teniendo casi 33 mil hectáreas de explotación y la Planta de Celulosa Valdivia, perteneciente a la empresa Celulosa Arauco y Constitución. San José se ubica a 20 Km. del humedal del Río Cruces. Esta distancia provoca que sus habitantes no hagan uso de los servicios ecosistémicos de información ligados al humedal y que su interacción sea prácticamente nula.

4.3.4. Ciudad de Valdivia

La ciudad de Valdivia se ubica en la zona centro sur de Chile (39°38' Sur; 73°05' Oeste), siendo capital de la Región de Los Ríos, de acuerdo a lo establecido por la Ley N° 20.174 del 16 de marzo de 2007. Cumple, además, el rol de capital provincial y comunal de las entidades homónimas, quedando su área urbana totalmente circunscrita dentro de los límites comunales. La ciudad se emplaza en una zona costera de carácter templado lluvioso, donde se encuentra una red de ríos navegables – Calle Calle, Cruces y Valdivia- de los muy escasos a nivel nacional, conformándose como un puerto fluvial muy particular en la realidad chilena (Contreras, 2009).

Valdivia se emplaza en una zona costera de clima templado lluvioso, con altos niveles de humedad y precipitaciones, las que alcanzan en promedio los 1.871 mm anuales (Contreras, 2009). Estas altas precipitaciones en gran medida definen los procesos del medio físico-natural.

Al año 2002 la población de la comuna de Valdivia alcanzaba los 140.559 habitantes, de los cuales un total de 127.750 residían en la ciudad de Valdivia, es decir

más del 90% del total comunal (INE, 2002). La ciudad poseía una densidad demográfica de 3.013 hab./km² (Contreras, 2009).

La ciudad de Valdivia presenta, dentro de sus principales actividades económicas, la construcción naval, maderera, papelera, cervecera, etc. El turismo desempeña un papel importante, principalmente en verano, debido a los atractivos naturales de la ciudad y los alrededores y a las celebraciones tradicionales tales como la Semana Valdiviana. Su distancia al humedal del Río Cruces es de 10,5 Km. y aunque sus habitantes hagan poco uso de los servicios ecosistémicos de información asociados al humedal, existe un sentido de valoración y pertenencia hacia el ecosistema que comprende dicho humedal (Delgado & Marín, 2005).

4.4. Elaboración de mapa de percepciones sobre el grado de afectación de los actores claves en las localidades seleccionadas.

Para conocer la percepción de los habitantes de las localidades de Tralcao, Punucapa, San José de la Mariquina y la Ciudad de Valdivia, en torno al cambio de estado del humedal, fue necesario identificar a los actores sociales que tienen relación en el ámbito turístico. Es decir, aquellos que están vinculados al uso de servicios ecosistémicos de información del humedal (Marín & Delgado, 2008a).

Las entrevistas fueron aplicadas los días 3, 4, 5 y 6 de julio del año 2012 y estuvieron dirigidas a personas relacionadas con el ámbito turístico, como trabajadores de empresas fluviales o de alimentación, así como a funcionarios de gobierno local con competencia en el sector (ver formato de preguntas en Anexo 2).

Para estimar el grado de afectación de los entrevistados, se utilizaron las siguientes tres categorías cualitativas (Hernández y col., 2010):

- i. **Levemente afectado:** En caso de que los entrevistados consideren que el cambio de estado del humedal el año 2004 no afectó mayormente sus actividades o los impactos fueron indirectos.
- ii. **Moderadamente afectado:** Para efectos de reconocer un impacto más directo del cambio de estado del humedal el año 2004 que influenció moderadamente en el desarrollo normal de su actividad o de la percepción sobre el desarrollo local y turismo en el caso de los actores no económicos (instituciones del gobierno local y académicos).
- iii. **Altamente afectado:** Corresponderá a los actores que reconozcan que el cambio de estado del humedal perjudicó gravemente el desarrollo de su actividad económica o en la percepción del desarrollo local y turismo de su comunidad.

Asimismo se consultó a los actores en cuestión, especialmente aquellos que desarrollan una actividad económica directa o están agrupados en asociaciones gremiales, para ver si hubo algún tipo de compensación por parte de la empresa CELCO³, ya sea de carácter monetario o en reparaciones de infraestructura para el caso de restaurantes, negocios u otro tipo de establecimientos comerciales.

La Tabla 1 agrupa los actores sociales que fueron entrevistados y la localidad a la que pertenecen. Con la información recogida en dichas entrevistas se elaboró un

³ Según fuentes extra-oficiales y noticias acerca del conflicto ambiental, la empresa Celco ofreció compensaciones a los habitantes de sectores aledaños al humedal del Río Cruces. Para corroborar o rectificar dicha información se procedió a incorporar en las entrevistas preguntas relacionadas con el tema.

esquema conceptual de la zona -mapa de percepciones- que ilustra los actores, su afectación y las localidades en cuestión.

Tabla 1. Descripción de las entrevistas realizadas en terreno el año 2012, en donde se especifica la actividad desempeñada por los actores sociales en el ámbito turístico.

Actor	Localidad	Actividad
Oficina turismo	San José de Mariquina	Coordinación del turismo local
DIDECO	San José de Mariquina	Desarrollo comunal - municipio
Antropólogo de la comunidad	Tralcao	Encargado de gestionar talleres y capacitaciones para fomentar el turismo comunitario en la zona
Agropecuaria Punucapa S.A.	Punucapa	Gremio de productores de sidra artesanal de manzana y otros
Restaurante Los Castaños	Punucapa	Servicios de alimentación
Restaurante Los Cerezos	Punucapa	Servicios de alimentación
Cámara de turismo y comercio A.G.	Valdivia	Agrupación de empresarios y microempresarios del turismo
SERNATUR	Valdivia	Coordinación del gobierno regional y nacional en torno al turismo
Oficina de turismo municipal	Valdivia	Coordinación de planes de desarrollo de turismo local
Departamento turismo Universidad Austral de Chile	Valdivia	Investigación académica y asesoría
Tour operadores (previo y posterior al año 2005)	Valdivia	Microempresarios del turismo fluvial
Operador naviero de embarcación pequeña	Valdivia	Microempresarios y trabajadores del turismo fluvial
Agrupación de Turismo Fluvial (A.T.F.)	Valdivia	Empresarios del turismo fluvial

4.5. Modelos adaptativos para cada sistema socio-ecológico en base al ciclo adaptativo de Holling.

De acuerdo a la teoría del ciclo adaptativo (Holling, 2001) los sistemas adaptativos complejos, como los sistemas socio-ecológicos, no tienden hacia una condición de equilibrio, sino que se mueven en 4 fases características (Fig. 2): La fase r de rápido crecimiento, en donde se incrementa el potencial del sistema y aumenta la conectividad entre sus componentes; la fase K de conservación que se caracteriza por la acumulación de recursos y potencial, cuyo cénit lleva a la monopolización y rigidez del sistema. La fase Ω de colapso, en donde las perturbaciones exógenas y endógenas generan una crisis en la estructura del sistema, que puede desencadenar un cambio de estado o de régimen -dependiendo de la respuesta del sistema -; y finalmente la fase α de reorganización que tras la perturbación, surgen innovaciones que le van a permitir al sistema socio-ecológico comenzar un nuevo ciclo adaptativo (Carpenter y col., 2001).

El ciclo adaptativo de los sistemas socio-ecológicos (Kay, 1999) está basado en la capacidad adaptativa del componente ecológico y del componente social. En el componente ecológico, dicha capacidad está dada por la mantención de los procesos y estructuras que definen a un ecosistema. Por su parte, la capacidad adaptativa del componente social está relacionada con la existencia de capital social, redes de comunicación y confianza, las cuales son capaces de crear oportunidades para la auto-organización. Atributos claves en el proceso adaptativo de todo SSE para aumentar la equidad en el acceso y asignación de recursos y así responder a tendencias externas.

Para la elaboración de los modelos adaptativos de Holling de los cuatro sistemas socio-ecológicos bajo estudio fue necesario reconstruir la historia socio-ambiental de

cada una las localidades en base al desarrollo de entrevistas a actores claves (véase Sección 3.1 y Tabla 1) y a través del análisis de información publicada en diferentes fuentes, respecto a sus actividades económicas, turísticas, sociales, culturales, etc. (Skewes y col., 2012; Huenulef & Paredes, 2007; Huenulef, 2008; Oyarzún , 2010; Cuenta pública del Municipio de Mariquina, 2011; Aguirre, 2004; Pérez, 2003; Diagnóstico comuna de Mariquina para la Agenda 21 local, 2004; Plan de desarrollo comunal de Mariquina, 2011; Plan de desarrollo comunal de Valdivia, 2011; LME-PULSO, 2008; Plan de acción comuna de Valdivia, 2008; Guarda-Geywitz, 1953; Barómetro turístico de la comuna de Valdivia, 2005-2006).

Ahora bien, el propósito de los modelos adaptativos de Holling para cada SSE, es reconocer qué tipo de acoplamientos se han establecido entre las localidades y la subcuenca del Río Cruces a través del tiempo y de esta forma identificar qué tipo de servicios ecosistémicos han sido mayormente utilizados por las comunidades y si efectivamente utilizan aquellos servicios relacionados con el ámbito recreacional y/o turístico (Servicios ecosistémicos de Información). Asimismo, se buscó determinar si dichos sistemas socio-ecológicos responden a posibles perturbaciones - comportamiento adaptativo- y ver por tanto, si la teoría del ciclo adaptativo de Holling es aplicable a la información disponible.

Para la elaboración de los modelos de los SSE bajo estudio se deben considerar los siguientes puntos:

- (a) Todos los modelos se inician en el año 1960, ya que producto del terremoto y la consecuente inundación de vegas y terrenos cultivables, emergió el Humedal del Río Cruces.

- (b) Los modelos de Tralcao, Punucapa y la ciudad de Valdivia, exhiben números en el eje de las ordenadas, que corresponden al índice de resiliencia socio-ecológica (véase la siguiente sección), entendida como la capacidad adaptativa de cada sistema bajo estudio. No obstante, en el modelo correspondiente al SSE de San José de la Mariquina dicho índice no fue considerado, ya que esta localidad no se relaciona directamente con el Humedal del Río Cruces.
- (c) La etapa Ω o de colapso - definida por el cambio de estado del humedal del Río Cruces- fue la única a la cual se le aplicó el valor que arrojó el índice de resiliencia socio-ecológica en los modelos del ciclo adaptativo de Holling. Ello se debe a que la información recopilada y analizada para la construcción de dicho índice estuvo supeditada exclusivamente a la fase Ω .

4.6. Desarrollo del índice de resiliencia socio-ecológica

El índice de resiliencia se confeccionó en base al modelo teórico expuesto en la Figura 6. Este representa el sistema socio-ecológico del Humedal del Río Cruces compuesto por los subsistemas ecológico y social. La resiliencia se evaluó como la capacidad de resistir, aprender y adaptarse ante las perturbaciones y sorpresas provenientes del exterior del ecosistema (Folke y col., 2002), por ejemplo influenciadas por el cambio climático. De esta manera, mediante un sistema de indicadores se puede monitorear el cambio del ecosistema ante perturbaciones como la ocurrida el año 2004. Los indicadores empleados son del tipo variable-respuesta y han sido seleccionados de acuerdo a su capacidad operativa de representar el estado global del ecosistema

(López-Angarita y col., 2009). Los componentes seleccionados para representar el sistema ecológico fueron:

- I. Estado trófico del humedal: El nivel de trofia es un buen indicador de cuan saludable es el ecosistema, ya que los estados oligotróficos, por lo general, generan una mayor diversidad en las comunidades de plantas y animales y una buena calidad del agua para diversos usos (Margalef, 1963; Galvez-Cloutier & Sánchez, 2007).
- II. Uso de suelo: Los usos de suelo dan cuenta de la intensidad y grado de explotación antrópica de un paisaje, por ende mientras mayor sea la cobertura de vegetación nativa, mayores son las posibilidades de conservar los hábitats de la diversidad de avifauna del humedal (Simonic, 2003).
- III. Biodiversidad: La biodiversidad juega un rol clave en la mantención de las dinámicas del ecosistema, promoviendo la recuperación e innovación mediante la redundancia funcional de especies (Walker, 1995; McClanahan, 2002). Para el área de estudio la diversidad de avifauna, especialmente el cisne de cuello negro y la tagua, son especies que contribuían al atractivo turístico del humedal (CONAF, 2006).

El sistema social se representó en base a los siguientes componentes:

1. Capital Social: Son los elementos de la organización social, tales como las normas y las redes que establecen relaciones de reciprocidad activadas por una confianza social que permite generar acciones coordinadas (Cuéllar & Bolívar, 2009). Las redes sociales y la confianza garantizan un flujo adecuado de información y la capacidad para adaptarse al cambio (Walker y col., 2006).

2. **Capital Humano:** El capital humano se define como el conjunto de las capacidades productivas que un individuo adquiere por acumulación de conocimientos generales o específicos (Pomeroy, 2004). La educación y capacitación de actores, incrementa el entendimiento sobre las interacciones hombre-naturaleza y proporcionan elementos que mejoran el aprendizaje y la productividad (Cinner y col., 2009).
3. **Capital Financiero o Nivel de ingresos:** El capital financiero corresponde a la suma de los activos económicos de una localidad (Cinner y col., 2009). El nivel de ingresos influencia al capital financiero ya que bajos ingresos causan alta dependencia hacia los recursos, afectando la flexibilidad del sistema ante cambios inesperados (Cinner y col., 2009).

En la interacción entre los componentes del sistema ecológico y social se generan los bienes y servicios ecosistémicos (Adger, 2000). Las comunidades que dependen fuertemente de los servicios ecosistémicos de un ecosistema en particular, son más vulnerables y menos resilientes al momento de enfrentar perturbaciones que menoscaban los componentes y procesos de dicho ecosistema (Fig. 5).

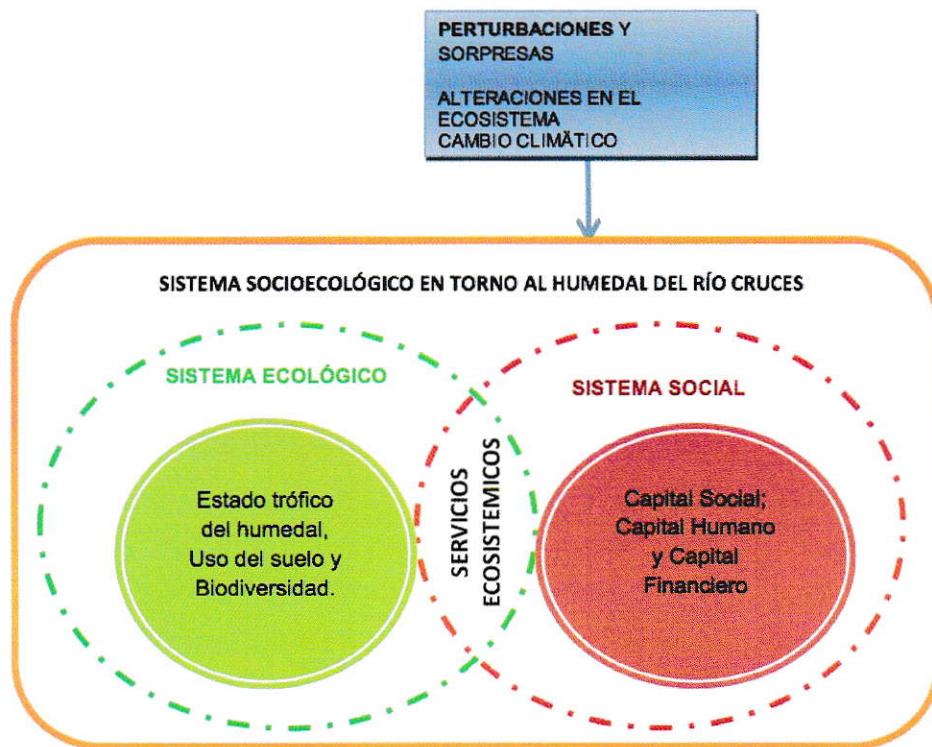


Figura 6. Modelo conceptual del sistema socio-ecológico conformado por el humedal del Río Cruces y las comunidades humanas aledañas.

4.7. Construcción del índice de resiliencia socio-ecológica.

El índice de resiliencia socio-ecológica consideró como componente social las localidades de *Punucapa*, *Tralcao* y la *ciudad de Valdivia* y como componente ecológico, el humedal *del Río Cruces*. Sin embargo, la ciudad de San José de la Mariquina no fue considerada, debido a que los resultados anteriores muestran que esta localidad (semi-urbana) no utiliza los servicios de la subcuenca en forma directa.

El propósito fue evaluar la capacidad inherente a cada localidad de soportar o sobreponerse ante perturbaciones. Vale decir, la capacidad de mantener los acoplamientos o interacciones con el humedal después de alguna alteración.

Como ejemplo de perturbación se consideró el cambio de estado del humedal ocurrido el año 2004, debido a que según un estudio de opinión y percepción efectuado en dichas localidades⁴, los lugareños se relacionan con el humedal a través de los servicios ecosistémicos o bien, porque existe un fuerte sentido de identidad y pertenencia hacia él.

La elaboración de este índice de resiliencia socio-ecológica y toda la perspectiva teórica que lo acompaña, constituyen un marco analítico muy apropiado para estudiar la articulación entre humanos y medio ambiente (sistemas socio-ecológicos) y, por tanto, para enriquecer el enfoque ecosistémico (Millenium Ecosystem Assessment, 2005).

Además, el índice proporciona información acerca del estado de un sistema con un significado que va más allá del directamente asociado con el valor del parámetro en sí

⁴ <http://ecosistemas.uchile.cl/cruces/documentos/modelo/files/Encuesta1.pdf>

mismo, cuya utilidad reside en la capacidad de condensar una gran cantidad de información en un formato sencillo y pragmático.

4.7.1. Estimación del índice de resiliencia socio-ecológica.

El índice de resiliencia quedó definido por la siguiente ecuación:

$$RI = (\alpha CE + \beta CS) / \text{máx. RI} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Dónde,

RI: Resiliencia socio-ecológica

CE: Componente ecológico ; CS: Componente social

α : Coeficiente ecológico ; β : Coeficiente Social

Los coeficientes α y β indican la importancia relativa de ambos componentes. Para efectos de cálculo, a ambos coeficientes se les otorgó un mismo valor de 0,5. El máx. RI da cuenta del porcentaje de Resiliencia en comparación al máximo teórico alcanzable que es 3.

Para obtener los valores de ambos componentes del índice de resiliencia, se aplicó la siguiente fórmula:

$$CE \text{ o } CS = \frac{1}{n_l} \sum_{i=1}^{n_l} l_i \quad (\text{Ecuación 2})$$

Dónde:

n_l : Número de indicadores

l : Indicadores empleados

Para el cálculo de los valores de cada indicador se empleó la siguiente fórmula:

$$L = \frac{1}{n_v} \sum_{i=1}^{n_v} VP_i \quad (\text{Ecuación 3})$$

Dónde:

L: Indicador

n_v : Número de variables por indicador

VP: Puntaje de las variables $\in \{0, 1, 2, 3\}$

Los indicadores (L) correspondientes al componente ecológico y social fueron seleccionados según criterios y literatura relacionados con el tema bajo estudio (Adger, 2000; Folke, 2006; Marshall, 2006; Obura & Grimsdith, 2009). Asimismo, cada indicador se compone de variables que fueron estimadas según aspectos cuantitativos y cualitativos relacionados con la resiliencia social y ecológica del sistema socio-ecológico bajo estudio.

En vista de que las variables son diferentes entre sí, en términos de técnica de estimación y unidad de medida, fue necesaria su estandarización, de modo que cada valor se transformó a una escala común de resiliencia que varió desde 0 hasta 3 (0: bajo, 1 moderadamente bajo, 2 moderadamente alto, 3 alto).

Los métodos o umbrales escogidos para asignar valor a cada variable, fueron establecidos en base a criterios de literatura (Ibelings y col., 2007; Galvez-Cloutier & Sánchez, 2007; Cinner y col., 2009; López-Angarita y col., 2009; Simonic, 2003), y posteriormente validados por la información extraída de las entrevistas realizadas en cada una de las localidades seleccionadas.

Siguiendo la línea de razonamiento, el índice de resiliencia socio-ecológica RI, se estimó valorando y promediando cada una de las variables (VP) para así obtener los indicadores (L), los que a su vez se calcularon y promediaron con el fin de valorar el componente ecológico y social de dicho índice. (Para mayor detalle, véase Anexo 3)

Con respecto al componente ecológico del índice de resiliencia, los indicadores o atributos considerados para su estimación (Véase Figura 7 y Anexo 3), fueron seleccionados según su capacidad de suministrar servicios ecosistémicos de información a las comunidades humanas vinculadas al ámbito turístico. Dichos indicadores ecológicos son (i) **Estado trófico del humedal del Río Cruces**⁵, compuesto por la variable *Niveles de troffa* (ii) **Régimen del agua del humedal del Río Cruces**, definida por la variable *Coloración de las aguas del humedal*, (iii) **Uso del suelo**, cuya variable corresponde a *Porcentaje de cobertura del bosque nativo*. Y finalmente, por el indicador (iv) **Biodiversidad**, el cual está determinado por las variables: *Abundancia de cisnes de cuello negro anual*; *Abundancia de tagua chilena anual* y *Riqueza de especies de aves* (estacionales y permanentes).

De igual modo, el componente social del SSE bajo estudio, fue estimado por los siguientes indicadores: (i) **Capital social**, determinado por las variables: *Número de organizaciones sociales*. (ii) **Capital Humano**, cuya variable está definida por los años de escolaridad de los lugareños y (iii) **Nivel de Ingresos**, constituido por las variables: *Portafolio de actividades* (N° de actividades generadoras de ingreso) e *Ingreso monetario mensual del grupo familiar*.

⁵ A través de los datos de la estación de monitoreo de Celulosa Arauco-provistos por el Servicio de Evaluación Ambiental -Chile SEA (Estación Rucaco-Humedal de río Cruces), se determinaron los niveles de nitrógeno total, fósforo total y sólidos suspendidos en el humedal desde el año 1995 hasta el 2012. Para el estado trófico se utilizaron criterios de la OCDE y para el régimen de las aguas los criterios de Ibelings y col. 2007.

Por último, cabe destacar que el indicador que relaciona tanto el componente ecológico como el social en la elaboración del índice de resiliencia socio-ecológica, corresponde a **Capital Natural**, cuya variable está definida por el *número de funciones ecosistémicas de información* utilizadas por cada localidad.

Ello es relevante, puesto que da cuenta de las interacciones que existen entre los subsistemas que integran el SSE, y que vienen dadas por la utilización de aquellos componentes y procesos del ecosistema que representan un beneficio para el subsistema social.

De esta manera surge el concepto de Funciones ecosistémicas (FE) que según De Groot y col. (2002), se definen como “la capacidad de los procesos y componentes naturales de proveer bienes y servicios que satisfagan necesidades humanas de forma directa o indirecta”. Cada función es el resultado de los procesos naturales del sistema ecológico del cual forma parte.

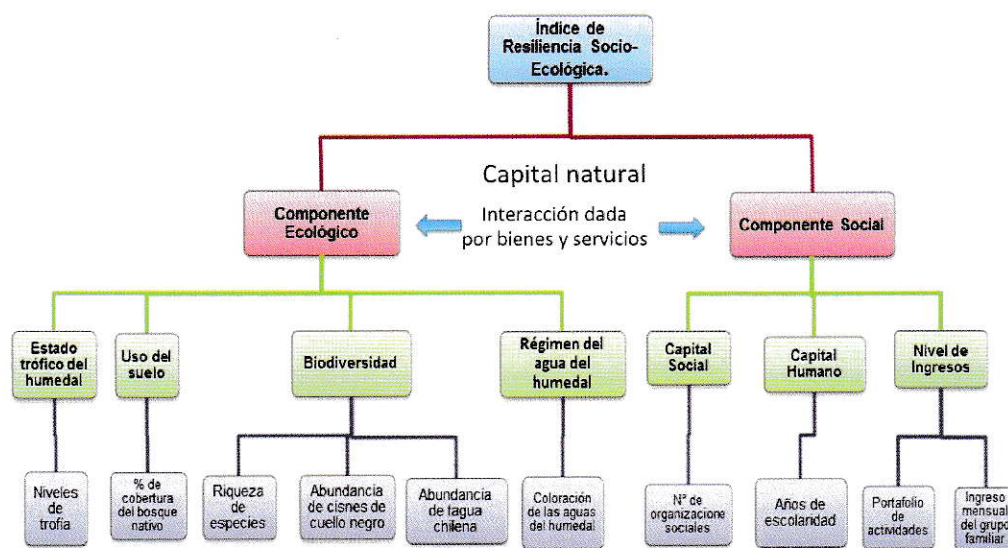


Figura 7. Componentes (ecológico y social) indicadores y variables seleccionadas para construcción del índice de resiliencia socio-ecológica. Las cajas rojas corresponden a los componentes, cajas verdes a los indicadores y cajas púrpuras a las variables en cuestión.

Los valores arrojados por el índice de resiliencia socio-ecológica varían desde los 0 hasta los 33 puntos, que serían escenarios extremos de nula y máxima resiliencia, respectivamente. Puntuación que guarda relación con el número de variables que se utilizó en la elaboración del índice, que en total suman 11 y cuyo máximo valor teórico es de 3. Por lo tanto, una localidad con máxima resiliencia debiese tener 33 puntos y una con nula resiliencia 0 puntos.

Con el objeto de facilitar la comprensión del valor final arrojado por el índice de resiliencia socio-ecológica para las localidades de Punucapa, Tralcao y la ciudad de Valdivia, se procedió a estandarizar sus valores en términos de porcentaje, los que posteriormente fueron convertidos a una escala decimal que varía desde 0 a 1. Vale decir, 33 puntos equivalen al 100% ó 1; 16,5 puntos al 50% ó 0,5 y así

sucesivamente. La interpretación del índice se hizo según lo reportado en López y col., 2009, desde donde surgen cuatro escenarios posibles de acuerdo a la puntuación obtenida (Tabla 2).

Tabla 2. Escenarios de interpretación del valor total del índice de resiliencia socio ecológico (Modificado de López y col., 2009).

Escenario	Interpretación	Valores
Resiliencia baja	Con valores bajos de resiliencia socio-ecológica se puede considerar el sistema en riesgo.	0 – 0,25
Resiliencia moderadamente baja	El sistema socio-ecológico se encuentra vulnerable ante perturbaciones	0,26-0,50
Resiliencia moderadamente alta	El sistema socio-ecológico es más estable ante perturbaciones y amenazas	0,51-0,75
Resiliencia alta	El sistema socio-ecológico se encuentra en un estado de equilibrio dinámico estable siendo resiliente ante perturbaciones	0,76-1,0

5. Resultados

5.1. Fluctuaciones de la demanda turística.

Las fluctuaciones temporales (2000-2011) de la demanda turística en la provincia de Valdivia (Instituto Nacional de Estadísticas, 2012)⁶ mostraron una ausencia de efectos (Coeficiente r de Pearson = -0.32; p = 0.3) provenientes de la drástica disminución de los cisnes en el período 2004-2005, aún si se analiza la demanda desfasada en un año respecto de la abundancia de cisnes (Figura 8). Antes del año 2003, la demanda turística fluctuaba en torno a los 87.000 turistas anuales; entre los años 2004-2005 se produce una ligera disminución (83.000 turistas). Con posterioridad, a partir del año 2006, la demanda comienza a aumentar hasta llegar a cerca de 174.000 turistas en el año 2011.

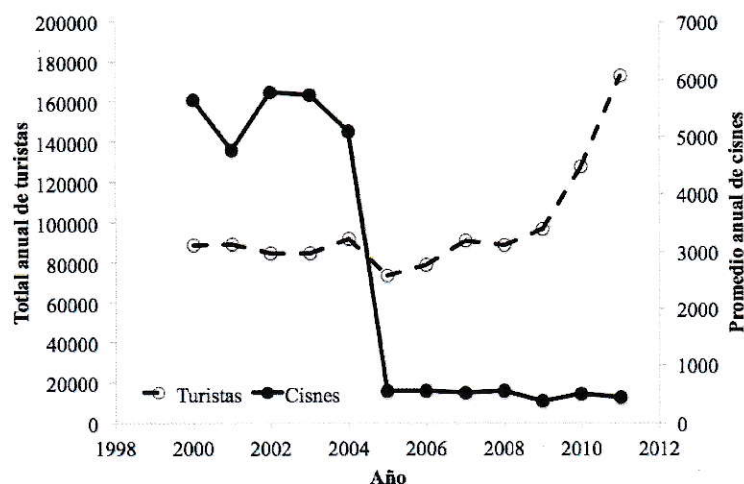


Figura 8. Estadística de turistas en la Provincia de Valdivia y fluctuaciones en la abundancia de cisnes de cuello negro en el Humedal del Río Cruces.

⁶ www.inelosrios.cl/contenido.aspx?id_contenido=295

5.2. Mapa de la percepción de afectación por parte de los actores claves.

La percepción de afectación respecto de lo sucedido en el año 2004 fue heterogénea entre las localidades estudiadas (Figura 9). Para el caso de la ciudad de Valdivia, mayoritariamente se aprecia que los actores gubernamentales (SERNATUR) y municipales ligados al turismo consideran que el efecto del cambio de estado del humedal sobre la actividad turística en Valdivia fue muy leve o prácticamente nulo. Sin embargo, las empresas de turismo fluvial y los operadores turísticos locales perciben un grado de afectación mayor en torno al evento, considerando que se vieron altamente y moderadamente afectados por lo sucedido el año 2004 respectivamente. De estos actores cabe destacar que la Agrupación de Turismo Fluvial (A.T.F.) recibió una compensación monetaria por parte de CELCO ARAUCO S.A.

Los actores de las localidades de Punucapa y Tralcao, más próximas al humedal, perciben un grado de afectación mayor que los de Valdivia. En Punucapa los dueños de los restaurantes “*La Herradura*” y “*Los Castaños*”, junto con la *Agropecuaria Punucapa S.A.* consideran que lo ocurrido en el humedal del Río Cruces los afectó considerablemente, obligando en algunos casos a cerrar temporalmente sus servicios. Sin embargo, los restaurantes mencionados reconocen haber recibido compensaciones en mejora de la infraestructura de sus locales por parte de CELCO, en tanto la *Agropecuaria Punucapa S.A.* recibió una compensación monetaria. En Tralcao los lugareños productores de cerezas y la Agrupación Social Indígena perciben que el evento del 2004 afectó considerablemente el ámbito agrícola y el turismo emergente. Los actores entrevistados no reconocen haber recibido compensaciones por parte de CELCO.

Los actores claves consultados en la ciudad de San José de la Mariquina correspondieron a la oficina de turismo local SJM, que agrupa pequeños comerciantes del rubro hotelero y turístico de la localidad y la Dirección de Desarrollo Comunitario (DIDECO) de la municipalidad de Mariquina, que son los encargados de desarrollar planes institucionales de fomento al turismo. Ambos actores consideran que el evento de cambio de estado en el humedal el año 2004 los afectó levemente o no les afectó.

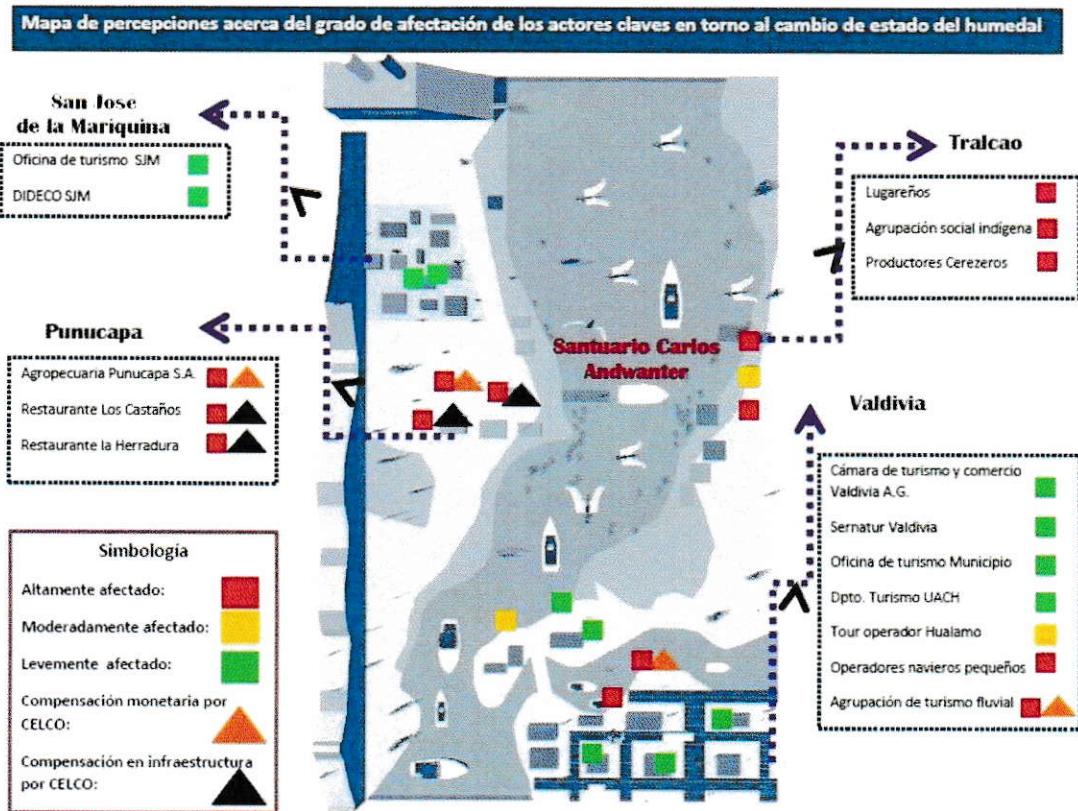


Figura 9. Mapa de percepciones del grado de afectación de los actores claves y su ubicación geográfica en torno al evento de cambio de estado del humedal del Río Cruces el año 2004.

5.3 Modelos adaptativos de los sistemas socio-ecológicos

5.3.1 Ciudad de Valdivia (Figura 10)

El modelo de ciclo adaptativo para la ciudad de Valdivia, al igual que las otras localidades, comienza con la fase Ω o también llamada de colapso, caracterizada por el terremoto y tsunami del año 1960. En dicha ciudad el fuerte sismo alcanzó una intensidad de entre XI y XII grados en la escala sismológica de Mercalli. Gran parte de las edificaciones se derrumbaron inmediatamente, mientras el Río Calle-Calle inundó las calles del centro urbano, dejando a su paso deterioros estructurales y pérdidas económicas importantes, dado que por esos años los habitantes de la ciudad realizaban actividades ligadas al sector agrícola, comercial e industrial. La fase Ω se extendió por aprox. 10 años, debido a la gran magnitud de los daños.

Posteriormente, vino la fase alfa o de reorganización, en donde los habitantes tuvieron que abocarse a reconstruir y reparar los daños provocados por el terremoto. Situación que culmina el año 1980, con una creciente economía y la ciudad reconstruida (Guarda, 2001).

Luego, a principio de 1980 y hasta fines de los años noventa, comienza la fase r o de crecimiento, cuya extensión fue de aprox. 20 años. En ella, los ciudadanos de Valdivia impulsaron el desarrollo económico con el objeto de diversificar e incrementar las actividades generadoras de ingreso. Es así como se incentiva el turismo, con la idea de promover y mejorar la oferta turística existente (Guarda, 2001).

Entre los años 2000 y 2003 se reconoce la fase k o también llamada de acumulación, en donde el sector turístico alcanza un excelente desarrollo, ofreciendo

infraestructuras y paquetes turísticos de calidad (Pladetur de Valdivia, 2002). En este periodo la ciudad se destaca por ser una zona que incentiva y promueve la ciencia y la investigación, gracias a la aparición de entidades académicas como universidades, institutos y centros de investigación.

La etapa de acumulación, tuvo una duración de tan sólo tres años, en donde la cantidad de turistas o visitantes alcanza su máximo en el periodo estival del año 2003 (Barómetro turístico de Valdivia, temporada 2005- 2006).

Posteriormente, en el año 2004 encontramos la fase de Ω o de colapso, relacionada con el cambio de estado del humedal del Río Cruces y cuya duración fue de aproximadamente tres años. Esta fase se encuentra demarcada de forma especial -con línea punteada-, ya que la situación no afectó la economía y el turismo de la ciudad en su totalidad, debido a que el humedal forma parte de uno de los tantos atractivos naturales que se ofrecen en los paquetes turísticos (Pladetur de Valdivia, 2002). Además los valdivianos basan sus ingresos y divisas en otros sectores como el industrial y comercial (Plan de acción comuna de Valdivia, 2008).

Ahora bien, si existió algún detrimento en el área turística fue para los armadores del turismo fluvial, lo que probablemente se debió a que por mucho tiempo ofertaban los mismo tours o paquetes turísticos cayendo en la denominada trampa de rigidez, la cual guarda relación con la monotonía, monopolización y rigidez de los paseos que se ofrecían a los turistas (Holling, 2001; Barómetro turístico de Valdivia, temporada 2005-2006).

Si bien, previo al año 2004 el humedal no era potenciado como destino turístico- representaba una zona de paso en los tour fluviales-, su cambio de estado produjo

entre los habitantes un fuerte sentimiento de pertinencia y preocupación, puesto que representaba un símbolo de calidad de vida y de pureza⁷. Por ende, es plausible señalar que los Valdivianos sí se vieron afectados por lo sucedido el año 2004 y los años posteriores a éste, aun cuando utilizan escasamente los servicios ecosistémicos de información del humedal. Actualmente la ciudad de Valdivia sigue creciendo en el ámbito turístico y a futuro pretende fomentar otro tipo de destinos como son la selva Valdiviana y el patrimonio cultural (Pladetur de Valdivia, 2011)

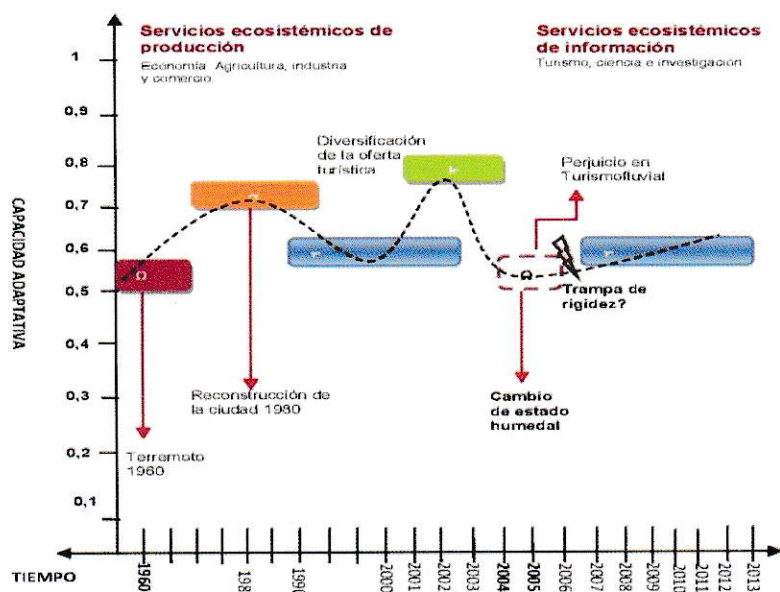


Figura 10. Modelo de ciclo adaptativo para el sistema socio-ecológico de la ciudad de Valdivia.

⁷ Elaboración de un modelo conceptual del ecosistema del Humedal de Río Cruces (2007-2008). Licitación ChileCompra N° 633-111-LP07. <http://ecosistemas.uchile.cl/antar2011/proyectos/>

5.3.2 San José de la Mariquina (Figura 11)

El modelo del ciclo adaptativo para el sistema socio-ecológico de San José de la Mariquina se inicia con la fase Ω o de colapso (22 de mayo del año 1960) con una duración aproximada de 10 años. El terremoto provocó pérdidas económicas en la localidad, ya que sus ingresos provenían principalmente de actividades agropecuarias (Saldivia, 2008).

Posterior a la etapa de colapso y a inicios de 1970, comienza la fase α o de reorganización, caracterizada por la reparación de los daños que dejó el terremoto en la ciudad. La reconstrucción tardó más de dos décadas en finalizar, no por la magnitud de los daños provocados por el terremoto, sino que por la falta de recursos y mano de obra que se necesitaba para levantar la ciudad (Saldivia, 2008).

A continuación, en el año 1990, comienza la etapa r o de crecimiento -cuya extensión fue de aprox. 13 años- caracterizada por el mejoramiento sustancial de la gestión y administración municipal. En ella se obtuvieron diversos logros relacionados con la infraestructura de la ciudad y la implementación de servicios básicos (Diagnóstico comuna de Mariquina para la Agenda 21 Local, 2004). Las actividades económicas de aquel entonces eran la silvicultura y el comercio minorista, las cuales permitieron aumentar el número de empleos y la calidad de vida de los lugareños (Saldivia, 2011).

A fines del año 1998, los habitantes se interesan por fomentar el sector turístico. Sin embargo, ello era más bien una aspiración a mediano plazo, dado que en esos años el turismo que había en la zona derivaba mayoritariamente del que se desarrollaba en la

ciudad de Valdivia. Si bien, San José cuenta con atractivos naturales, su producto e infraestructura turística en aquel entonces era escasa y deficiente, por lo que necesitaba de mejoras si buscaba potenciar dicha área en el futuro (Diagnóstico comuna de Mariquina para la Agenda 21 Local, 2004).

Luego, en los años 2004 y 2005 se identifica una fase Ω o de colapso, relacionada con el cambio de estado del humedal del Río Cruces y cuya duración fue de aproximadamente 2 años. Es importante señalar, que dicha etapa está ilustrada de manera especial en el modelo- línea punteada- ya que objetivamente no afectó la economía de la localidad y no fue perjudicial para el sistema en su totalidad (Plan de desarrollo comunal de Mariquina, 2011). Sin embargo, para los lugareños lo acaecido en el humedal sí representó una perturbación, dado que por esos años pretendían potenciar proyectos turísticos, cuyos atractivos o destinos fueran ecosistemas como el humedal del Río Cruces u otros lugares naturales (Diagnóstico comuna de Mariquina para la Agenda 21 local, 2004).

Luego, en el año 2006 se reconoce una fase r o de crecimiento, la cual se extendió por aprox. 6 años. En ella se ejecutaron diversos planes de desarrollo comunal que apuntaban a suministrar fondos y herramientas para mejorar la infraestructura de la ciudad, el ámbito laboral- recreacional y la calidad de vida de sus habitantes (Cuenta pública de Mariquina, 2008 y 2011).

Finalmente, a partir año 2012 en adelante, comienza la fase α o de reorganización, debido a que los habitantes de San José ganan un fondo monetario para promover y mejorar sustancialmente el turismo cultural y patrimonial, aprovechando así las

construcciones históricas que caracterizan la ciudad y sus alrededores⁸. Ello representa una importante alternativa económica para las personas que se dediquen a dicho rubro (Plan de desarrollo comunal de Mariquina, 2011). Este proyecto todavía se encuentra en la etapa de planificación o elaboración, por lo que la fase α continúa hasta el presente.

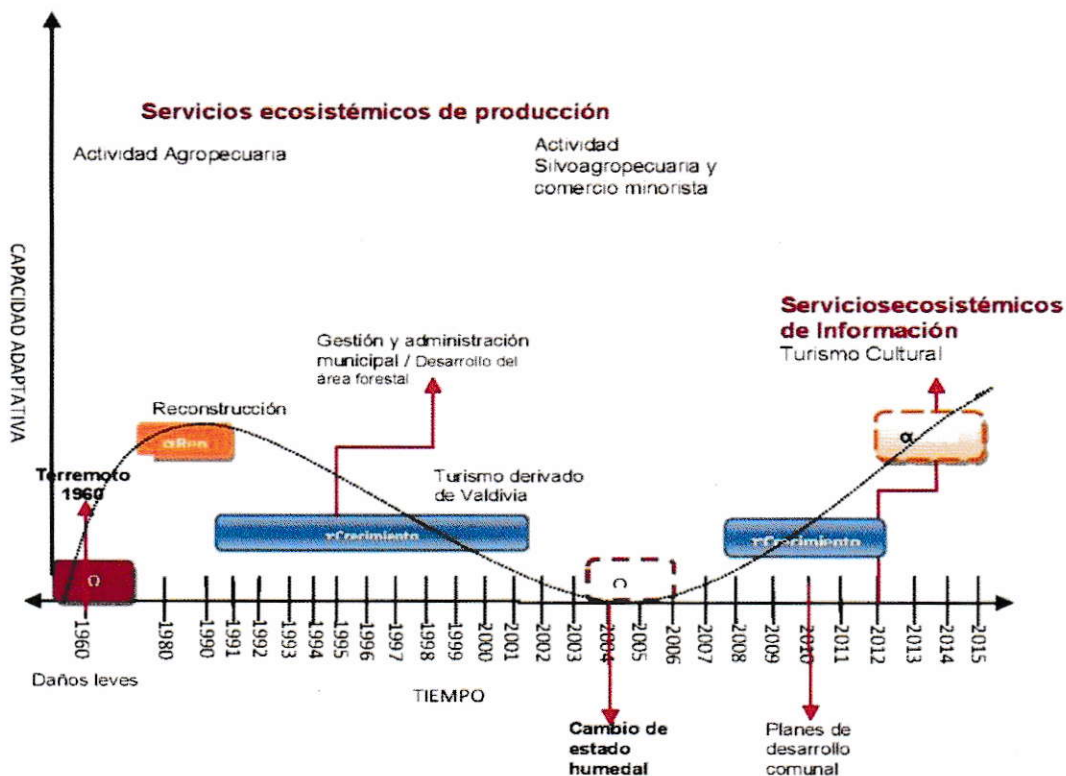


Figura 11. Modelo de ciclo adaptativo para el sistema socio-ecológico de San José de la Mariquina.⁹

⁸ <http://guiamariquina.blogspot.com/>

⁹ En el modelo de San José de la Mariquina el índice de resiliencia socio-ecológica no fue considerado, debido a que la comuna no se relaciona directamente con el humedal del Río Cruces (Véase punto 4.6).

5.3.3 Punucapa (Figura 12)

El modelo del ciclo adaptativo de Holling para el sistema socio-ecológico de Punucapa se inicia con la llamada fase Ω o de colapso. Producto del terremoto, la localidad de Punucapa sufre cambios significativos en su territorio -que se mantienen hasta hoy- como la inundación de extensas áreas fértiles que antaño se destinaban al cultivo de frutillas, manzanas y huertos, y el surgimiento del Humedal *Carlos Anwandter* en terrenos inundados por las aguas del Río Cruces (Punucapa: Territorio sustentable, 2012).

Este proceso provocó la migración de una parte de su población que se desempeñaba en las faenas silvoagropecuarias en los terrenos inundados, en busca de nuevos horizontes y oportunidades laborales (Aguirre, 2004). Los vapores que eran el medio de transporte habitual con la ciudad de Valdivia y otros sectores aledaños, dejaron de transitar, ocasionando que los habitantes estuvieran aislados temporalmente. Todo lo anterior influyó en que la fase de colapso se prolongara por aproximadamente 20 años, debido a que la localidad no contaba con los recursos y redes necesarias para revertir la situación antes de tiempo (Pérez, 2003).

Al término de la etapa de Ω y a principios del año 1980, comienza la fase α o también llamada de reorganización, cuya extensión fue de aprox. 15 años. Es aquí donde la localidad de Punucapa centra sus esfuerzos en reconstruir y levantar la alicaída economía que antes del terremoto basaba sus ingresos en la venta de productos relacionados con el sector agropecuario (Hofer, 2010). Para ello, los habitantes mantuvieron las labores agropecuarias como su principal fuente de alimento - a pesar de que éstas sólo consistieron en actividades de subsistencia- cuyos

excedentes eran comercializados en otros lugares, como el mercado fluvial de la ciudad de Valdivia.¹⁰

Asimismo y aprovechando la gran cantidad de manzanos que existían en los predios, los lugareños dejaron de elaborar chicha tan sólo para el consumo familiar y se fue ampliando hacia una producción con fines comerciales. Ello provocó la conformación de grupos sociales, cuyos objetivos apuntaban a gestionar la instalación de servicios básicos en el sector y a vender sus cultivos y/o bebidas artesanales a otros lugares -con la ayuda de sus propios botes a remos o a motor- (Punucapa: Territorio sustentable, 2012).

A continuación - específicamente en el año 1996- empieza la fase r o también llamada de crecimiento, la cual se caracteriza por la aparición de agrupaciones sociales, como la agropecuaria Punucapa S.A., que incrementan y promueven la producción de chicha, vinagre y sidra de manzana a escala industrial. Llegando incluso a transformarse en la imagen comercial y cultural de la localidad de Punucapa (Aguirre, 2004). En el año 1998, se realiza la primera fiesta costumbrista de Punucapa, con la intención de diversificar las actividades económicas e impulsar actividades ligadas al ámbito turístico.

Luego en los años 1999-2001, el centro de estudios agrarios y ambientales (CEA) y el Fondo de las Américas elaboran un proyecto eco turístico y de enfoque rural en la zona, con el objeto de aumentar las actividades generadoras de ingreso y desarrollar el ámbito turístico (Pérez, 2003). La fase de crecimiento duró aproximadamente entre 8 y 9 años.

¹⁰ <http://gentepunucapa.blogspot.com/>

Posteriormente, se identifica una nueva fase Ω o de colapso - señalada con línea punteada para hacer la distinción con el resto de las otras etapas- relacionada con el cambio de estado del Humedal del Río Cruces el año 2004. Dicha distinción se realizó debido a que el producto y/o la oferta turística que se ofrecía, no se relacionaba directamente con el humedal, sino que con costumbres y comidas típicas de la zona (bebidas alcohólicas y artesanales). Actividades que incluso eran consideradas incipientes e insuficientes (Aguirre, 2004; Pérez, 2003). En otras palabras, lo que sucedió el 2004 en el humedal no representó una fase de colapso en el porvenir del sistema socio-ecológico de Punucapa.

Cabe destacar que durante los años posteriores a lo sucedido en el humedal (años 2005-2010) los habitantes no mejoraron el producto y la infraestructura turística existente (Hofer, 2010). Si bien continúan gestando proyectos para promover el ecoturismo y la ruralidad en el sector (Punucapa: Territorio sustentable, 2012) aún están estancados en la fase r o de crecimiento. Situación que quizás se relacione con la denominada trampa de pobreza (Allison, 2004; Holling, 2001) caracterizada por un potencial reducido, que se traduce en escasez de recursos y redes. Herramientas que si estuvieran presentes, ayudarían al sistema a salir del estado de empobrecimiento en el que se encuentra, con el objeto de alcanzar un mayor bienestar en el dominio eco-social.

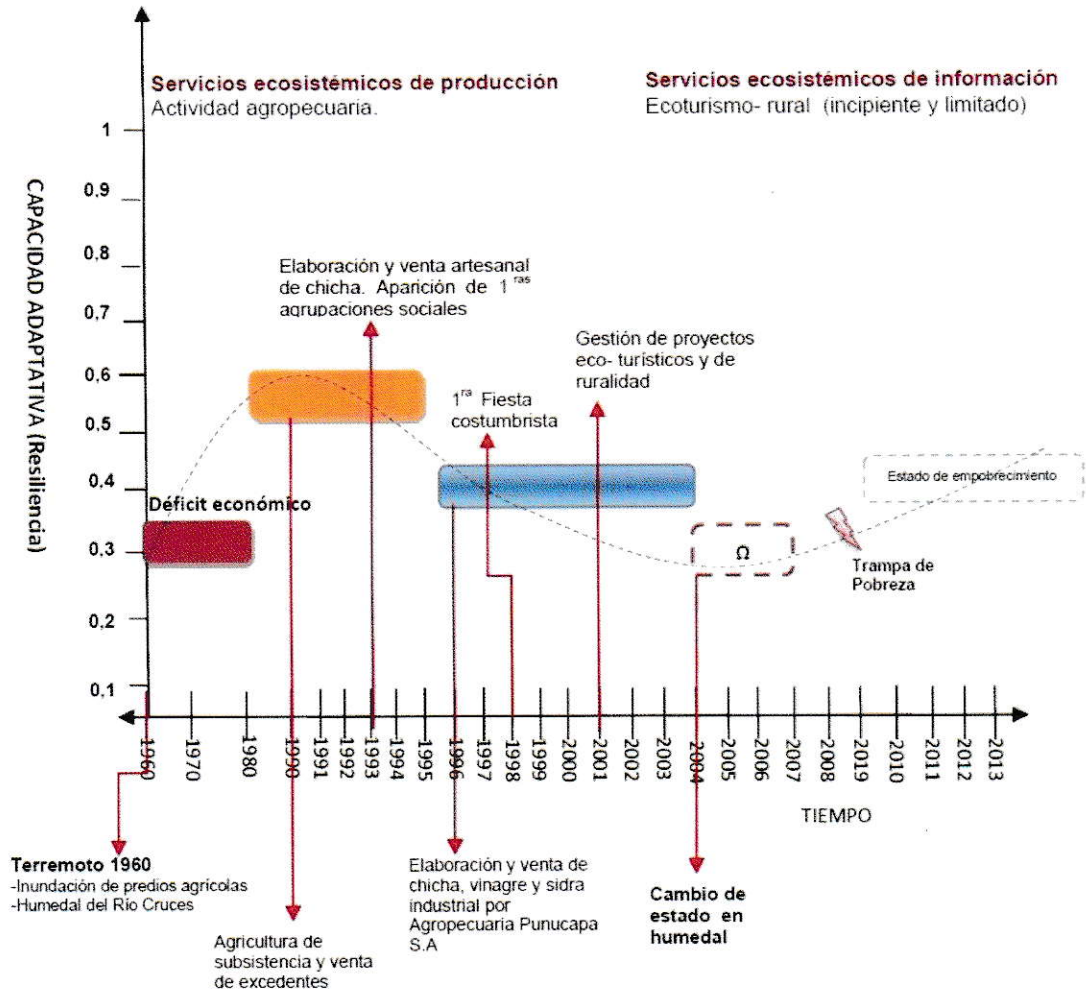


Figura 12. Modelo de ciclo adaptativo para el sistema socio-ecológico de Punucapa.

5.3.4 Tralcao (Figura 13)

La interpretación de la historia ambiental del sistema socio-ecológico de Tralcao - según el ciclo adaptativo de Holling- se inicia con la etapa Ω o de colapso (terremoto y tsunami de 1960) que introdujo importantes modificaciones en el territorio geográfico de la localidad, como el anegamiento de importantes predios agrícolas y la consecuente aparición del humedal del Río Cruces (Oyarzún, 2010). Sin duda, el movimiento telúrico representó un déficit para la economía de Tralcao - cuyos ingresos provenían de actividades ligadas al sector agrícola, frutícola y ganadero-, ya que provocó el hundimiento de importantes predios agrícolas y la pérdida de redes de conectividad y comercialización que existían con otros sectores de la zona (Huenulef, 2008). La etapa de colapso se extendió por aprox. 10 años, debido a lo difícil que fue para sus habitantes retomar sus actividades productivas, luego del hundimiento de terrenos fértiles (Skewes, 2012)

Posterior a la etapa Ω y a inicios del año 1970, comienza la etapa α o también de reorganización, cuya extensión abarcó alrededor de 20 años. En ella, la comunidad continuó desarrollando actividades agropecuarias con algunos márgenes de excedentes, cultivando principalmente hortalizas, recolección de frutas y productos forestales no maderables, a lo que suma la crianza de animales bovinos, ovinos y aves a pequeña escala. Además, se habilitan o reestablecen las rutas terrestres que permitían la comercialización de sus productos con otras zonas (Vega, 2009)

Luego, en el año 1990 y hasta principios del año 2004, se reconoce la etapa r o de crecimiento. Aquí se mejora la cobertura de servicios básicos, instalándose servicio eléctrico y acceso a agua potable en gran parte de la población. Hecho que fue posible

gracias a la formación de las primeras agrupaciones sociales, cuyo fin era gestionar avances y promover el bienestar entre los lugareños (Huenulef, 2008). En el año 2002, la localidad inicia la plantación de cerezas y frambuesas de exportación, sumando varias hectáreas en distintos predios y promoviendo la comunicación entre los agricultores. Ello provocó un aumento en las redes de comercialización y la diversificación de organizaciones sociales, con la finalidad de fomentar el trabajo comunitario y velar para que dichas actividades se mantuvieran en el tiempo (Huenulef, 2008).

Para comienzos del año 2004, Tralcao inicia un proyecto turístico en el marco de la Agenda Local 21, con el objeto de diversificar las actividades económicas y generar mayores ingresos en la comunidad. En él se buscaba potenciar el ecoturismo y la belleza natural del ecosistema inherente a la zona (Oyarzún, 2010). Sin embargo, el cambio de estado del humedal del Río Cruces el año 2004, provocó modificaciones en el proyecto turístico y una pausa en su implementación (Oyarzún, 2010). Cabe destacar que el año 2004 significó una breve fase de colapso para los habitantes de Tralcao- en especial para los agricultores- puesto que se produjeron importantes pérdidas económicas en el ámbito agrícola y frutícola, debido a condiciones climáticas desfavorables que mermaron la producción¹¹ (Vegas, 2009). Dicha fase se prolongó por aprox. dos años. Es importante señalar que dicho menoscabo no guarda relación con el cambio de estado del humedal, ya que sus habitantes utilizan escasamente los servicios ecosistémicos de información del humedal en sus actividades productivas.

A principios del año 2006 se inicia un breve periodo de reorganización - etapa α - en el que se recupera la producción agrícola-frutícola perdida el año anterior, gracias a

¹¹ <http://innovagro.wordpress.com/ta/cerezas/>

la reconversión de sus cultivos y al mantenimiento de sus cosechas (Huenulef, 2007). Luego, en el año 2008, se concreta e implementa el proyecto turístico, con el propósito de valorar el patrimonio cultural y natural de la comunidad. Para ello, se realizan muestras costumbristas que ofrecen productos campestres y exhiben el estilo de vida imperante en la zona (Oyarzún, 2010).

A partir del año 2009 comienza una nueva fase de crecimiento, en donde se incrementa la producción frutícola. De hecho, en el año 2012 los habitantes exportaron cerezas, frambuesas y otros berries a países extranjeros como China y Estados Unidos, gracias a la ayuda y/o cooperación de programas y subvenciones regionales destinadas al sector agrícola¹². Por último, es necesario añadir que las fiestas costumbristas se realizan todos los años durante el periodo estival, ya que se han convertido en un importante evento cultural que impulsa el turismo comunitario.

¹² <http://www.agromeat.com/9468/chile-el-sorprendente-despertar-fruticola-del-sur-profundo>
<http://www.gwpchile.cl/?p=2329>

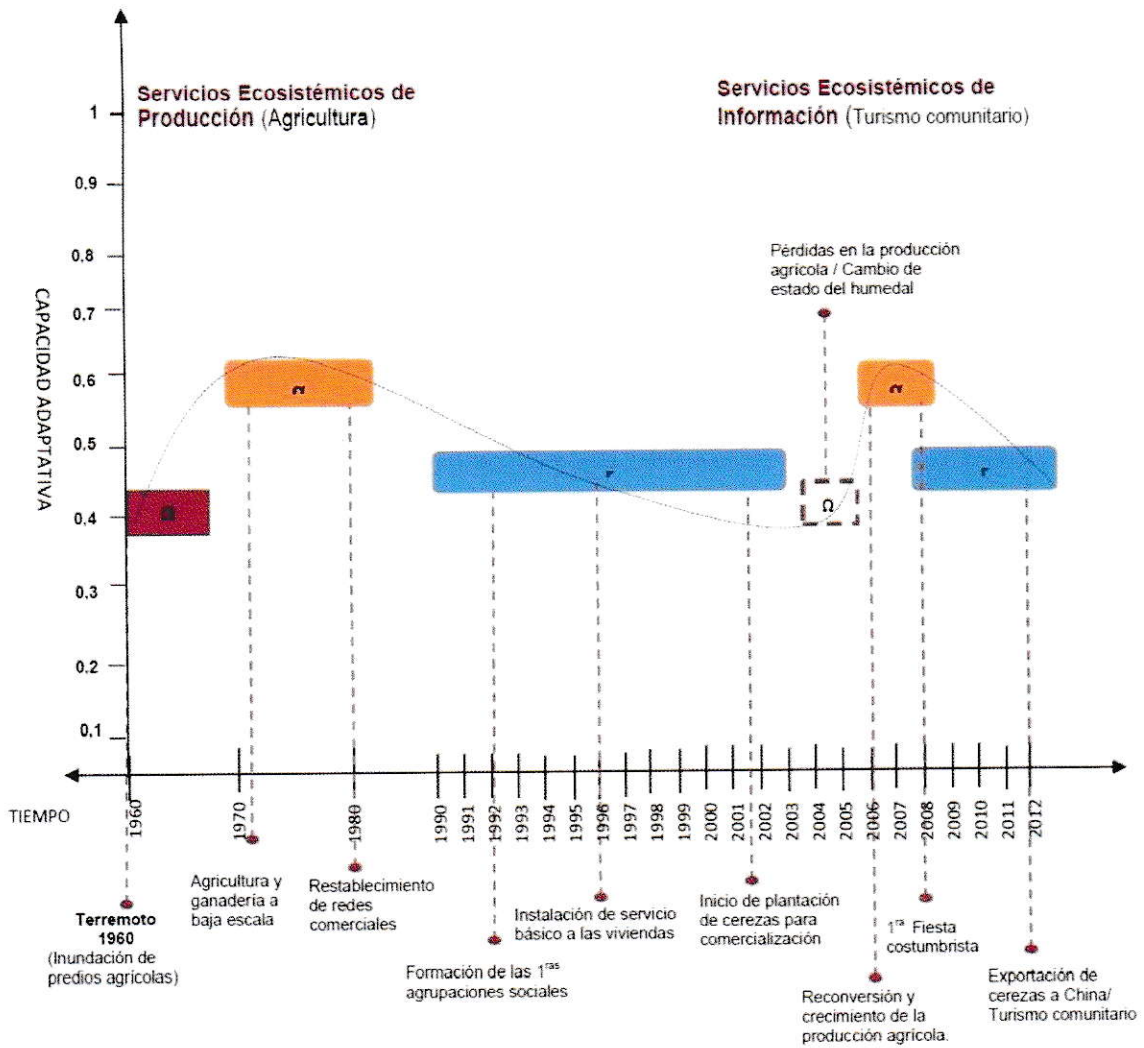


Figura 13. Modelo de ciclo adaptativo para el sistema socio-ecológico de Tralcao.

5.4 Diagramas de resiliencia por localidad.

Los gráficos de resiliencia (Figuras 14 a 16) muestran los valores de las variables que componen los distintos indicadores según componente (social, ecológico) e interacción entre ambos. Las variables en verde son aquellas del componente ecológico, en rosado los del componente social y en naranja las de interacción entre ambos. Las superficies achuradas en color azul corresponden a la proporción de cada variable en una escala de 0-3, según lo informado por el índice. Por ende, mientras mayor sea la superficie en azul significa que mayor es la resiliencia de la localidad.

Las variables ecológicas del humedal permanecen constantes para las 3 localidades, siendo las variables del *nivel de trofia* y *riqueza de especies* las de mayor valor. Para Punucapa los componentes social y ecológico tiene poca representación, siendo la variable *funciones ecológicas de información* la que tiene mayor representatividad, lo que es coherente con la importancia del turismo para en su desarrollo (Fig. 14). Socialmente Punucapa tiene una puntuación muy baja, siendo los *años de escolaridad* -en su mayoría enseñanza básica- el componente que más aporta a la resiliencia socio-ecológica, en comparación a las otras variables sociales. En Tralcao también se observa que la mayor representación de resiliencia es en la variable de interacción "funciones ecológicas de información" (Fig. 15). Sin embargo, la componente social exhibe una mayor representatividad que Punucapa en cuanto al número de organizaciones sociales, años de escolaridad y portafolio de actividades, siendo, por tanto, más resiliente que la localidad anterior.

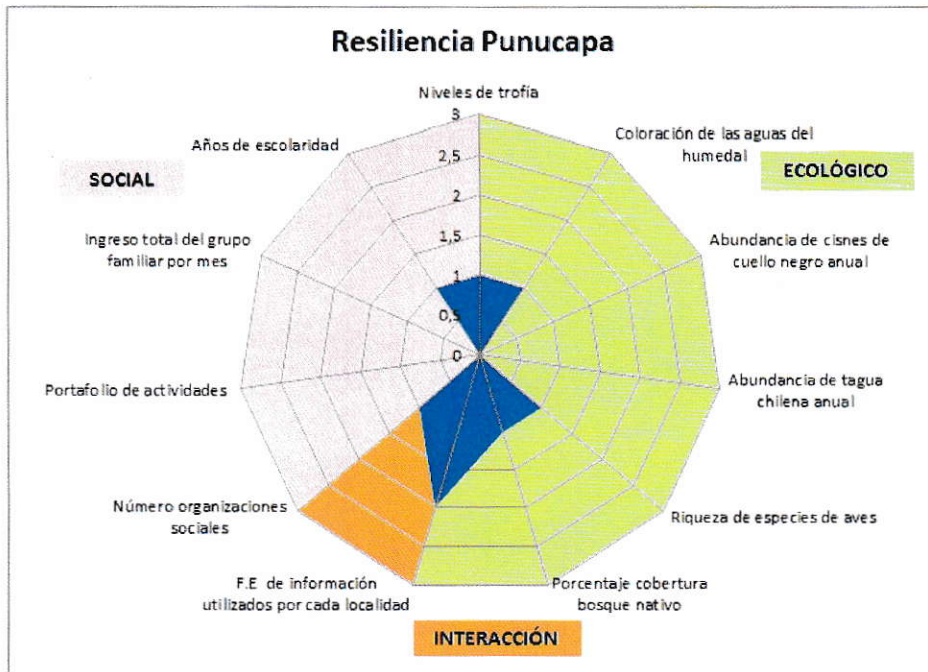


Figura 14. Diagrama de la Resiliencia socio-ecológica de Punucapa.

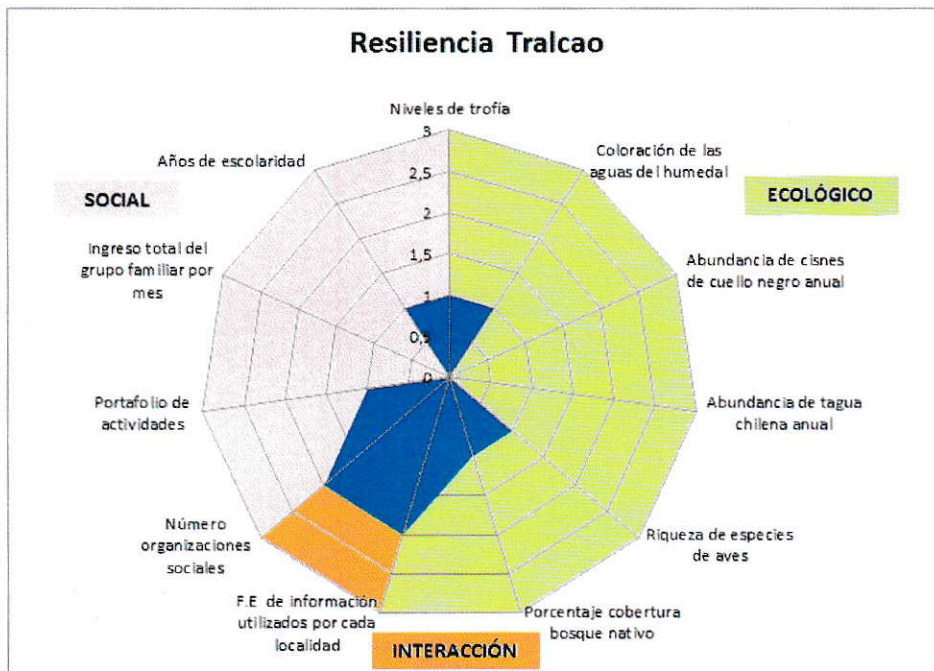


Figura 15. Diagrama de la Resiliencia socio-ecológica de Talcao.

La ciudad de Valdivia se diferencia de las otras dos localidades en que la componente social es mucho mayor (Fig. 16). Así, variables como el N° de organizaciones sociales, portafolio de actividades y años de escolaridad obtienen la máxima puntuación de la escala, aportando a una alta resiliencia.

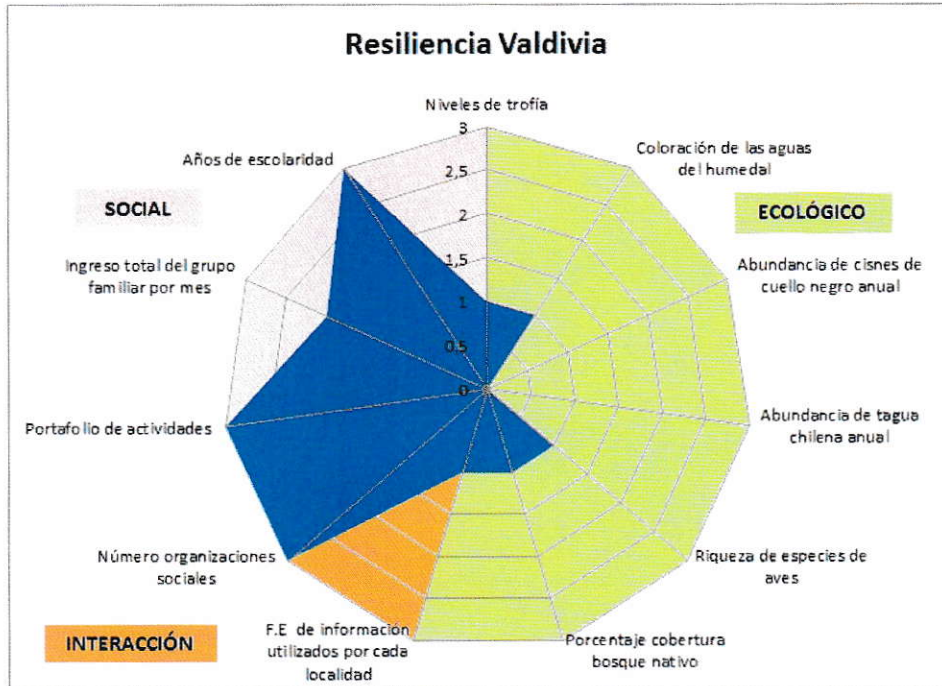


Figura 16. Diagrama de la Resiliencia socio-ecológica de la ciudad de Valdivia.

5.5 Cálculo del índice de resiliencia y escenarios de vulnerabilidad

Según lo obtenido a partir del índice de resiliencia socio-ecológica se puede observar que la ciudad de Valdivia presenta el mayor valor de resiliencia social (Tabla 3). Situación que permite caracterizar dicho sistema como resiliente en un grado moderadamente alto, por lo que tiene una mayor estabilidad que las otras localidades.

Tabla 3. Resumen de los valores obtenidos del índice de resiliencia socio-ecológica para cada localidad bajo estudio.

Componente	Punucupa	Tralcao	Ciudad de Valdivia
Componente Ecológico (CE)	0,8	0,8	0,8
Componente Social (CS)	1	1,4	2,4
RI: Índice de Resiliencia Socio-ecológica	0,3	0,4	0,5

Tralcao presenta una resiliencia socio-ecológica de 0,4, estando en el límite entre un sistema socio-ecológico con una resiliencia moderadamente baja y alta, por lo que si bien no es tan vulnerable como Punucupa, se puede afirmar que es menos resiliente y estable que la ciudad de Valdivia. La localidad de Punucupa presenta el valor más bajo del índice de resiliencia socio-ecológica, al considerarse un sistema en estado vulnerable y muy dependiente de la condición del humedal.

6. DISCUSIÓN

6.1 Modelación conceptual de sistemas socio-ecológicos y percepción social.

En un sistema socio-ecológico los habitantes interpretan la realidad a través de diversas miradas según su contexto social, económico, cultural, geográfico y también por cómo se relacionan con el ecosistema (Marín & Delgado, 2008a). Vale decir, si un actor social utiliza los servicios ecosistémicos o componentes para su bienestar y calidad de vida, su relación será más fuerte que aquel que no depende de ellos (Adger, 2000; Delgado y col., 2013). Fischer (2013) menciona que existen diferentes percepciones de los actores que conforman el sistema socio-ecológico de la subcuenca del Humedal del Río Cruces, e incluso que existen diferencias entre actores de un mismo campo. Por ejemplo, en el campo científico se enunciaron numerosas hipótesis respecto del fenómeno ecológico, mientras que en el campo social se percibió una desprotección por parte de las instituciones de gobierno (Delgado y col., 2009). La diferencia de percepciones entre los distintos actores sociales que conforman un sistema provoca conflictos de contenido ambiental (Folchi, 2001). Esto es un punto importante a considerar puesto que explicaría que siendo el humedal uno solo, existan variados relatos acerca de éste y en torno al conflicto que allí acontece.

El conflicto socio-ambiental que se originó a partir del cambio de estado del Humedal del Río Cruces el año 2004, generó un relato común en algunos actores sociales, especialmente de aquellos actores que realizaban actividades económicas relacionadas a éste, así como de los que se vieron afectados en su calidad de vida (PULSO-LME, 2008). Dicho relato daba cuenta que lo sucedido en el humedal había

ocasionado importantes pérdidas económicas en el ámbito turístico y recreacional de las localidades pertenecientes a la sub-cuenca del humedal del Río Cruces (Figura 9).

Para comprender las percepciones contrapuestas de ciertos pobladores o actores sociales de la subcuenca del Humedal del Río Cruces y los resultados expuestos en este seminario, se elaboró un modelo conceptual; este busca explicar cómo se construye socialmente la realidad (Figura 17). Este modelo se basa en la teoría de la espiral del silencio de Noelle-Neumann (Neumann, 1977) y el llamado “*efecto Milgram*” (Milgram, 1963). La teoría de la espiral del silencio estudia la opinión pública como una forma de control social en la que los individuos adaptan su comportamiento a las actitudes predominantes sobre lo que es aceptable y lo que no. Neumann teoriza que la sociedad amenaza con el aislamiento a los individuos que expresan posiciones contrarias a las asumidas como mayoritarias, de tal forma que el comportamiento del público está influido por la percepción que se tiene del clima de opinión dominante (condensación de micro-relatos en un relato común). Aquí los medios de comunicación masiva juegan un rol importante, ya que el individuo busca las fuentes de información para formar sus opiniones en su experiencia inmediata, pero también y sobre todo en el entorno de representaciones construido por los medios (Ferreira, 2007).

El efecto Milgram, por otra parte, se relaciona con la disposición de una persona para obedecer y/o confiar las órdenes y/o discursos de una autoridad (e.g. política, científica y/o social), aun cuando éstas pudieran entrar en conflicto con su conciencia personal. En este caso el experimento de Milgram se planteó como el grado de influencia y relevancia que tiene la autoridad científica local en la percepción de los habitantes de las localidades bajo estudio. La comunicación respecto al cambio ecológico del humedal se genera dentro del campo científico procedente de la

Universidad local (Fischer, 2013). La comunicación se concentra en la turbidez del agua y la disminución de la población de cisnes de cuello negro en el humedal. La condición local de científicos trabajando en el tema, considerados expertos en el tema y con una cercanía geográfica con el humedal, favoreció una identificación especial con el conflicto e influyó fuertemente en los medios de comunicación local (Efecto Milgram). Ello genera un relato común en el sector público, potente e identitario acerca de lo sucedido en el humedal. Esta percepción fue finalmente internalizada por la mayoría de los lugareños (Teoría del espiral de silencio), transformándose en la presencia de una amenaza constante (e.g. efectos negativos del desarrollo), en lo que respecta a la calidad de los servicios ecosistémicos de la subcuenca y la calidad de vida de los pobladores. En este escenario se amplifican los elementos del riesgo social como la vulnerabilidad y la exposición (Fig. 17).

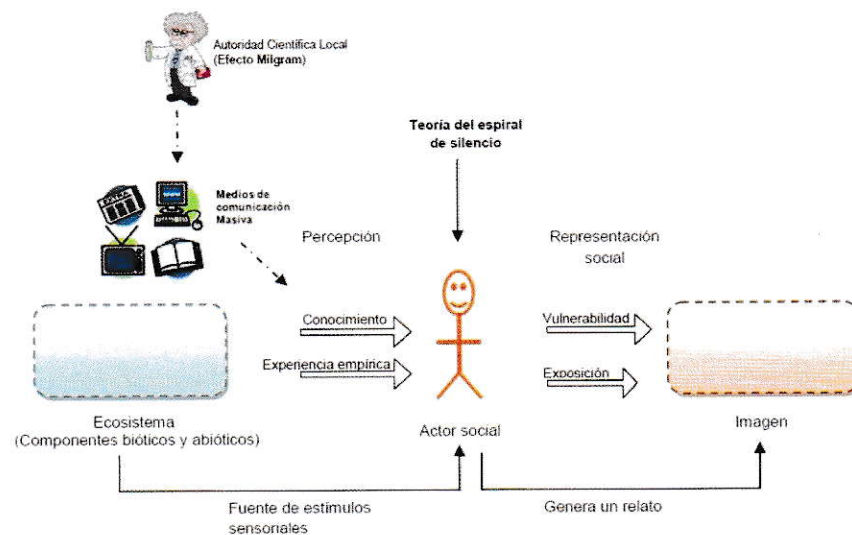


Figura 17. Modelo sobre la construcción social de la realidad. Influenciado por el efecto Milgram y la teoría del espiral de silencio.

Por ello, la construcción, desarrollo y aplicación de modelos socio-ecológicos, contribuyen a dilucidar las diferencias entre percepción social de un fenómeno ecológico y los impactos negativos de este sobre la sociedad. Los modelos del ciclo adaptativo de Holling dan cuenta de que las economías de localidades como Punucapa (Fig. 12) y Tralcao (Fig. 13) han estado ligadas históricamente a actividades agropecuarias, dependientes de los servicios ecosistémicos de producción (Aguirre, 2004; Pérez, 2003; Skewes y col., 2012). Por otro lado, el sector turístico basado en el uso de los servicios ecosistémicos de información de estas localidades tienen un desarrollo incipiente y las actividades asociadas a dicho rubro no constituyen una fuente permanente de ingresos sino más bien son de carácter informal y condicionadas a la fuerte estacionalidad estival que existe en la provincia de Valdivia (Aguirre, 2004; Pérez, 2003; Barómetro turístico de la comuna de Valdivia, 2005-2006).

El diagnóstico para la Agenda 21 local de la comuna de Mariquina (Barómetro turístico de la Valdivia, 2005-2006), menciona que las ligeras fluctuaciones en la demanda turística correspondientes a los años 2003 -2006 (Figura 8), se debieron más bien a factores económicos externos a la región que al cambio de estado del humedal. Por consiguiente, la leve disminución que hubo en el ámbito turístico entre los años 2004-2005 no guarda relación con el cambio de estado del humedal de Río Cruces. Por tanto lo analizado en este trabajo, respecto a los efectos del sector turístico y la información encontrada sobre el uso de los servicios ecosistémicos para la construcción de los modelos de ciclo adaptativo de Holling, muestran que la percepción social recabada en el año 2008 (PULSO-LME, 2008) no guarda relación

con los resultados expuestos en este seminario y se puede aludir que esta más bien se debe al efecto Migram y en la teoría de la espiral del silencio de Noelle-Neumann.

El propósito de aplicar el modelo de ciclo adaptativo de Holling a los sistemas bajo estudio fue determinar las interacciones que se han establecido históricamente entre los diversos grupos sociales y la sub-cuenca del Humedal del Río Cruces. Con el objetivo de analizar si utilizan los servicios ecosistémicos de información del humedal relacionados con el ámbito recreacional y/o turístico y si se reorganizan y adaptan en el tiempo, ante los cambios del ecosistema. Los modelos elaborados dan cuenta que los sistemas socio-ecológicos responden a perturbaciones o alteraciones (fase Ω : terremoto de 1960) al presentar fases de reorganización que pueden conducir a una repetición del ciclo anterior (Figuras 11, 12 y 13), o bien el inicio de una nuevo patrón de crecimiento (Figura 10). De hecho, la mayoría de los sistemas tendió a repetir el ciclo anterior, pese a que hubo modificaciones que apuntaron a diversificar las actividades económicas del sistema social. Esto tiene sentido ya que para que un sistema se reorganice luego de un fase de colapso, es necesario trabajar con las herramientas y experiencias previas que se tenían antes del cambio. Por ende, es posible señalar que dichos sistemas evidenciaron un comportamiento adaptativo a través del tiempo. Es importante recalcar que el ciclo de adaptativo de Holling no es un absoluto, es decir no es un ciclo fijo y existen muchas variaciones dependiendo del sistema socio-ecológico que se está estudiando (Walker & Salt, 2006).

Los modelos socio-ecológicos de las localidades bajo estudio (Figuras 11, 12 y 13) muestran que existen variaciones dentro de cada modelo (e.g. una fase de rápido

crecimiento suele seguirse de una fase de conservación, pero también puede ir directamente a una fase de colapso), ya que no siguen las etapas en el orden teórico descrito por el ciclo descrito en la Figura 2. Excepto el modelo socio-ecológico de la ciudad de Valdivia, en donde es posible observar las fases en orden teórico. Estas dependen de la relación específica que se da entre el uso de los servicios ecosistémicos y los grupos sociales (Adger, 2000; Delgado y col., 2013).

Finalmente, la teoría de ciclos adaptativos de Holling es aplicable a los sistemas socio-ecológicos de la sub-cuenca del Humedal del Río Cruces. Sin embargo, en localidades como Punucapa y Tralcao y San José de la Mariquina, el aprendizaje social es aún incipiente como para evitar nuevos colapsos (fase Ω) y generar nuevas fases de reorganización.

Los modelos socio-ecológicos basados en el ciclo adaptativo de Holling resultaron ser una herramienta útil para aproximarse conceptualmente al estudio de sistemas complejos, dado que integraron componentes del ámbito social y ecológico e identificaron algunas de las interacciones existentes entre ambos sub-sistemas. Más aún, la teoría de los ciclos adaptivos permitió analizar la capacidad adaptativa de los sistemas y cómo se comportaban o transitaban a través del tiempo.

El desarrollo de modelos conceptuales que expliquen y expliciten las múltiples relaciones entre las sociedades humanas y su medio-ambiente a varias escalas espaciales o geográficas es una de las tantas actividades en la que los científicos de la actualidad estamos inmersos; siendo propio de la ciencia la generación de tales modelos (Jopp y col., 2011), habida consideración que hoy más que nunca éstos pueden ser pensados desde múltiples perspectivas (Delgado & Marín 2005; Marín &

Delgado, 2008b). Desde luego, la modelación conceptual empleada aquí es conveniente y apropiada en el pensamiento sistémico u holista, ya que facilita el estudio de sistemas adaptativos complejos, al considerar información de estados pasados, para posteriormente relacionarla con el estado actual del sistema bajo estudio (Walker & Salt, 2006).

Es aquí donde reconstruir la historia socio-ecológica de los sistemas resulta esencial ya que para realizar prognosis acerca de cómo el sistema enfrentará perturbaciones (posibles estados futuros), es necesario analizar previamente cómo se comportó en el pasado. En otras palabras, para entender la dinámica actual de un sistema es necesario comprender cuál fue su dinámica en el pasado (Holling, 2001). Esto puede ser una herramienta de gran ayuda para comprender sistemas adaptativos complejos, como los sistemas socio-ecológicos, FES-sistema, ecosistemas, etc. (Delgado & Marín, 2005) puesto que actualmente existe un desconocimiento acerca de cómo se estructuran y relacionan los diversos componentes que integran el sistema en su totalidad.

Ahora bien, la diferencia entre los modelos basados en el ciclo adaptativo de Holling y otros modelos utilizados para explicar los procesos de cambio que sufren los sistemas en el tiempo- como es el caso de las sucesiones ecológicas o esquemas teóricos que reconstruyen la historia ambiental de una sociedad desde la ciencias sociales (Escalera & Ruíz, 2011; Vargas, 2011)- es que estos últimos tienen enfoques reduccionistas que no son pertinentes para el estudio de los sistemas socio-ecológicos, ya que sólo consideran el componente social o el ecológico y no ambos a la vez. Ello representa un problema al momento de generar e implementar propuestas de manejo integrado, en donde se necesita de una visión holista. Dicha problemática ha sido

ejemplificada por medio de la parábola del elefante, (Marín & Delgado, 2008a), la cual ha sido usada para evidenciar que la realidad puede ser vista de distintas maneras dependiendo de la perspectiva desde la cual se mire.

Ciertamente, la modelación conceptual basada en la teoría de los ciclos adaptativos, es una herramienta básica y útil al momento de implementar con éxito planes de manejo en sistemas socio-ecológicos. En ellos se necesita una comprensión sistémica, en donde la construcción interdisciplinar tenga una participación central, ya que para comprender cómo el sub-sistema social se relaciona con el sub-sistema ecológico y la forma en que se toman decisiones en el uso o manejo de éste, es necesario tener en cuenta las dimensiones biofísicas y socioculturales simultáneamente y con la misma profundidad.

6.2 Índice de resiliencia socio-ecológico: una aproximación transdisciplinaria.

En este seminario se entiende a *la resiliencia* como la capacidad adaptativa que permite renovar, reorganizar y desarrollar un sistema y es considerada una propiedad de los sistemas socio-ecológicos sustentables (Holling, 1996; Perrings & Walker 1997; Gunderson & Holling, 2002; Berkes y col., 2003). En los sistemas socio-ecológicos resilientes las perturbaciones tienen el potencial de crear nuevas oportunidades para hacer cosas nuevas, para la innovación y el desarrollo. En cambio, en los sistemas vulnerables pequeñas perturbaciones pueden generar consecuencias sociales dramáticas (Adger, 2006; Folke, 2006). Es importante realzar que los sistemas socio-ecológicos (SSEs) son sistemas multidimensionales complejos con una dinámica de evolución espacio-temporal no lineal, con múltiples interacciones y ciclos que conlleva

un alto grado de incertidumbre sobre las futuras trayectorias del sistema (Carpenter y col., 2001; Holling & Gunderson, 2002; Walker y col., 2004; Folke, 2006; Brand & Jax, 2007). A pesar de ello es necesario confrontar dichas condiciones de incertidumbre para tener una base que permita tomar decisiones y planificar a corto, mediano y largo plazo para la gestión sustentable de los SSEs (Wilkinson, 2012; Fiksel, 2006; Carpenter y col. 2001; Resilience Alliance, 2002; Berkes y col., 2003). Es por ello que resulta importante contar con herramientas que permitan aproximar cuantitativamente la resiliencia de un sistema socio-ecológico con el objetivo de realizar un diagnóstico del status quo y una prognosis del sistema socio-ecológico o comparar con otros SSEs similares. Ello permitiría comprender las eventuales respuestas del SSE ante perturbaciones y que escenarios pueden ser definidos como sustentables, en el grado de lo socialmente deseable y lo ecológicamente posible, en un contexto de presiones y perturbaciones, tanto internas (e.g. cuencas hidrográficas) como externas (e.g. cambio climático) al SSE (López-Angarita y col., 2009; Delgado y col, 2013; Berkes y col., 2003; IPCC, 2001).

El desafío consiste en transformar la resiliencia desde un ámbito conceptual a uno metodológico para permitir generar una medida (Cumming y col., 2005). El índice de resiliencia socio-ecológica, desarrollado en este seminario de título se generó en base a un modelo conceptual (Fig. 6). Los resultados muestran que la localidad de Punucapa tiene el menor porcentaje de resiliencia social, pudiéndose calificar como un sistema vulnerable según el principio de que a menor resiliencia mayor es la vulnerabilidad frente a perturbaciones y amenazas medioambientales (IPCC, 2001; Dillard, 2010; Buchman, 2010). Además las comunidades que dependen fuertemente de los servicios de un ecosistema en particular, son más vulnerables y menos

resilientes al momento de enfrentar perturbaciones que menoscaban los componentes y procesos de dicho ecosistema (De Groot y col, 2002). La vulnerabilidad social de Punucapa radica en su dependencia respecto de las funciones ecosistémicas de información, el bajo número de organizaciones sociales (capital social), el poco desarrollo de un portafolio de actividades económicas (capital financiero), supeditándose exclusivamente al área agropecuaria de subsistencia y algunos emprendimientos básicos en torno al turismo rural, bajo ingreso del grupo familiar (capital financiero) y escasos años de escolaridad (capital humano).

De acuerdo a los resultados obtenidos se pudo apreciar que para incrementar la resiliencia de los SSEs es necesario potenciar las variables del sistema social. Por ejemplo, modificando el capital social, el capital humano y el capital financiero se puede aumentar la el aprendizaje, la memoria, la innovación y e.g. la capacidad adaptativa del SSEs (Berkes & Seixas, 2005; Folke, 2003). Ya que modificar las variables ecológicas es mucho más complejo y requiere una gran inversión de recursos, no siempre garantizándose el éxito de los procesos de restauración ecológica (Hobbs & Harris, 2001).

Una posible limitación del índice de resiliencia socio-ecológica aquí propuesto, reside en los fenómenos de gran escala (e.g. cambio climático), ya que este muestra una instantánea del sistema en un momento dado. Es decir, permite elaborar una imagen integral de la resiliencia aproximada en una escala espacio temporal acotada. Sin embargo, no permite predecir con certeza cuáles serán los escenarios futuros ante un cambio de régimen o cuáles son los valores umbrales que se deben monitorear y controlar para que los cambios no acontezcan, debido a la especificidad local de cada

SSE en particular. Lo que si permite es establecer que tan resiliente puede ser el sistema ante una perturbación y cuáles son los componentes socio-ecológicos claves en los que hay que concentrar esfuerzos para aumentar su capacidad adaptativa. Por lo tanto, para tener una visión más completa sobre la evolución de un SSE se debería acoplar el índice de resiliencia socio-ecológica a los modelos adaptativos basados en el ciclo de Holling, como los descritos en este seminario de título.

Según Carpenter y col. (2005), es difícil y complejo medir directamente la resiliencia de los SSEs porque implicaría conocer los umbrales en que el sistema cambia de un estado a otro, lo que no se produce con demasiada frecuencia en la naturaleza. Además no es posible manipular directamente el sistema para que esto ocurra y cada SSE tiene una respuesta particular, por lo que tampoco cabe generalizar, a partir de algunos casos paradigmáticos. Estos autores plantean que en vez de utilizar indicadores, como los provenientes de la ecología tradicional, es más apropiado utilizar lo que llaman "sustitutos" que son aproximaciones e inferencias indirectas de la resiliencia del sistema, en el sentido de entender la magnitud en la capacidad de recuperación del SSE. Estos sustitutos se basan en una perspectiva transdisciplinaria que incluye la visión general, observaciones de los múltiples actores del SSEs y sus inferencias en relación a la resiliencia.

Otra forma propuesta para medir la resiliencia se desarrolló para comprender el impacto en las comunidades sociales tras desastres naturales como el huracán Katrina en EEUU y generar medidas y planes que mejoren la resiliencia de las comunidades frente a estos eventos (Tierney & Bruneu, 2007; Cutter y col., 2008). Ellos plantean que medir la resiliencia implica conocer la magnitud del tiempo de recuperación de un

sistema ante una perturbación de este tipo; para ello definen la resiliencia como la medida del sistema para responder y recuperarse ante una amenaza natural, recuperar la funcionalidad de la infraestructura perdida y proveer estrategias para mitigar y responder adaptativamente frente a futuros desastres (Tierney & Bruneu, 2007). Asimismo, definen cuatro características claves que permiten comprender la resiliencia: 1) la robustez del sistema para resistir frente a la perturbación sin perder la funcionalidad; 2) la redundancia del sistema para sustituir la funcionalidad tras la pérdida de un componente; 3) La priorización del sistema para diagnosticar y priorizar la resolución de problemas con los recursos disponibles; 4) la rapidez es la capacidad de recuperar la funcionalidad total, si es posible, en un tiempo determinado (Tierney & Bruneu, 2007).

Las investigaciones tradicionales se han remitido a estudiar la resiliencia desde una perspectiva ecológica, haciendo énfasis en los cambios de estado, en ecosistemas como lagunas, lagos, pastizales, arrecifes de coral, entre otros (Carpenter y col. 2001; Gunderson & Holling, 2002). Ello incluye la medición y monitoreo de indicadores ecológicos que den cuenta de las transformaciones del sistema como la cantidad del fósforo para determinar el estado de trofia en lagunas y lagos (Carpenter y col. 2001; Brand & Jax, 2007). Estas aproximaciones reduccionistas para comprender la dinámica de un ecosistema han sido criticadas por autores como Sterner (2008) que dice que no basta con el "paradigma del fósforo" para comprender los procesos y funciones de un ecosistema como un lago. Una versión más moderna de la perspectiva ecológica clásica se puede encontrar en trabajos como el de Washington-Allen y col. (2008) que plantean que utilizando métodos de sensoramiento remoto para medir las coberturas vegetales, se puede estimar la resiliencia de un ecosistémica desértico en base a

métricas del paisaje. Janssen y col. (2006) proponen utilizar un análisis de redes para comprender la resiliencia de los SSEs, basado en las interacciones y la estructura, el grado de conectividad y otros atributos, que definen las relaciones entre la comunidad y los ecosistemas.

Actualmente, es frecuente utilizar índices para estimar la resiliencia, especialmente asociados a las actividades agropecuarias, su impacto en el paisaje y la sustentabilidad de la actividad frente a las perturbaciones como la sequía y el cambio climático (Bergamini y col., 2013; Schouter, 2009; Buchman, 2010; McCune y col. 2012; Frederick y col., 2012) . Sin embargo, estas investigaciones están centradas en la capacidad de resiliencia de la comunidad frente a los cambios del sistema ecológico, más que en comprender la interacción recíproca entre ambos y la evolución de las dinámicas socio-ecológicas.

En resumen, no existe un único concepto de resiliencia aplicable a los SSEs y hay una amplia polisemia desde lo que se entiende como una metáfora hasta la medida de una capacidad ingenieril en la resistencia de los materiales (Folke y col., 2006; Carpenter y col., 2001; Brand & Jax, 2007). Entonces, para medir la resiliencia de un SSE es clave dar una definición lo más precisa posible de lo que se entenderá por resiliencia según el ámbito de la investigación y el objeto de estudio (Cumming y col., 2005). Para este caso, el concepto que se empleó se refiere a la capacidad adaptativa, siendo un SSE resiliente en la medida que su capacidad le permita auto-organizar adaptativamente el arreglo de interacciones socio-ecológicas para enfrentar y amortiguar las perturbaciones con el propósito de mantener sus atributos esenciales (Holling 2001; Berkes y col. 2003; Norberg & Cumming 2008).

Por lo tanto, el enfoque de resiliencia empleado no depende tanto de comprender los umbrales que determinan el cambio de estado en un sistema en otro, como en el caso de Carpenter y col. (2005) o de determinar la tasa de recuperación tras la perturbación como en el enfoque de desastres naturales, sino más bien comprender cuáles son los atributos y variables que permiten aumentar la capacidad adaptativa del sistema frente a perturbaciones (Walker y col., 2004; Berkes y col. 2003). Para ello son claves evaluar la capacidad de adaptación, auto-organización, redundancia y diversidad funcional que permiten la reorganización, aprendizaje e innovación ante escenarios cambiantes (Dillard, 2010; Resilience alliance, 2002).

Así, el índice de resiliencia socio-ecológico propuesto resulta una herramienta flexible, transdisciplinaria que permite aproximar cuantitativamente el grado de resiliencia de un SSE en función de su capacidad adaptativa, traducida en múltiples indicadores integrados mediante un modelo conceptual que define los subsistemas ecológicos y sociales, en conjunto con su interacción mediante la provisión de servicios ecosistémicos desde el subsistema ecológico y perturbaciones antrópicas desde el subsistema social (López-Angarita y col., 2009). Este índice tiene una ventaja sobre otras aproximaciones ya que pondera por igual el aporte de los componentes ecológico y social en un SSE, además de ser flexible en la medida de que el set de indicadores empleados dependerá de la pregunta y de la definición del SSE en específico, del grado de información que se disponga sobre el sistema y de los servicios ecosistémicos claves en la interacción entre ambos. Finalmente se puede señalar que el índice de resiliencia socio-ecológica como herramienta para la gestión ambiental permite estimar cuantitativamente que tan resiliente o vulnerable es una comunidad frente a perturbaciones internas y externas, permitiendo focalizar recursos y esfuerzos en mejorar la capacidad adaptativa de los SSEs más vulnerables.

7. CONCLUSIONES

- Los modelos conceptuales de Holling, aplicados a los sistemas socio-ecológicos de la sub-cuenca del humedal del Río Cruces, determinaron que los habitantes de las localidades aledañas al humedal del Río Cruces utilizan escasamente los servicios ecosistémicos de información asociados a éste y que el cambio de estado del humedal el año 2004 no perjudicó el sector turístico que se desarrollaba en la zona. Por lo que no se aceptó la hipótesis de trabajo planteada al inicio de este seminario.
- Comprender la dinámica de un sistema socio-ecológico y cómo los distintos aspectos cambian de fase en fase (según el modelo adaptativo de Holling), contribuye a repensar los sistemas socio-ecológicos en términos de resiliencia. La elaboración del índice de resiliencia socio-ecológica respondió a la necesidad de operativizar el concepto de resiliencia y aplicarlo a sistemas adaptativos complejos, como son los sistemas socio-ecológicos.
- La modelación de sistemas socio-ecológicos brinda una mayor comprensión de éstos al momento de implementar planes de manejo o gestionar políticas públicas, debido a que existen diferentes instancias en que el sub-sistema natural ejerce influencia para cambiar las condiciones del sub-sistema social, brindándole por ejemplo un crecimiento económico considerable a través del uso de los servicios ecosistémicos (e.g., cuando el sistema está en una fase r o

de crecimiento). Sin embargo, hay otras fases donde las respuestas de los grupos sociales tienen mayor injerencia en el acoplamiento socio-ecológico.

- La resiliencia socio-ecológica de los sistemas es el fundamento de procesos involucrados en la misma (e.g., perturbación, adaptación, cambios de régimen y de estado) y de los sistemas sustentables. Desde esta perspectiva, un sistema se considera sustentable cuando es socio-ecológicamente resiliente y es poco sustentable cuando carece de resiliencia socio-ecológica.

8. REFERENCIAS

Adger, W. N. 2000. Social and ecological resilience: Are they related?. *Progress in Human Geography* 24: 347–364.

Adger, W. N. 2006. Vulnerability. *Global Environmental Change* 16 (3), 268–28

Abel N., D, Cumming & J, Anderies. 2006. Collapse and reorganization in social-ecological systems: Questions, some ideas and policy implications. *Ecology and Society* 11 (1): 17.

Anderies, J.; Janssen, M. y Ostrom, E. 2004. A framework to analyze the robustness of social- ecological systems from an institutional perspective. En: *Ecol Soc.* Vol. 9. p. 1-18.

Aguirre, A. 2004. Autorretratos comunitarios: Una experiencia piloto de antropología visual en Punucapa, X Región de los Lagos; Chile. Tesis de pregrado; Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Austral de Chile.

Allison, H. & R. Hobbs. 2004. Resilience, Adaptive Capacity, and the “Lock-in Trap” of the Western Australian Agricultural Region. *Ecology and society.* 9(1): 3.

Barómetro turístico de la ciudad de Valdivia. Análisis temporada 2005-2006. Mesa público-privada de turismo. [Disponible en Línea]: <http://www.gestionturistica.cl/archivos/boletin.pdf>

Bergamini, N., R. Blasiak, P. Eyzaguirre, K. Ichikawa, D. Mijatovic, F. Nakao, & Suneetha M. S. 2013. Indicators of Resilience in Socio-ecological Production Landscapes (SEPLs). Policy Brief. Yokohama, Japan: United Nations University, April 23.

Berkes F, M Kislalioglu, C Folke & M Gadgil .1998. Exploring the basic ecological unit: ecosystem-like concepts in traditional societies. *Ecosystems* 1: 409-415.

Berkes, F., Colding, J., Folke, C. (Eds.), 2003. *Navigating Social–Ecological Systems: Building Resilience for Complexity and Change.* Cambridge University Press, Cambridge, UK.

- Berkes, F. & C. S. Seixas. 2005. *Building resilience in lagoon social-ecological systems*. *Ecosystems*. 8(8): 967-974.
- Brand, F. S. & K. Jax. 2007. Focusing the meaning(s) of resilience: resilience as a descriptive concept and boundary object. *Ecology and Society* 12(1): 23.
- Bruna, C. 2007. Identificación del territorio turístico afectado por la contaminación del Santuario Río Cruces y lineamientos estratégicos para su planificación. Tesis de pregrado. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Universidad Austral de Chile.
- Buchmann C. 2010 Farming System Dynamics: The quest for a methodology to measure social-ecological resilience in subsistence agriculture. Presentation in: Adaptive management in subsistence agriculture. 9th European IFSA symposium, Vienna (Austria).
- Carpenter, S., B. Walker, J. M. Anderies & N. Abel. 2001. From metaphor to measurement: resilience of what to what? *Ecosystems* 4:765-781.
- Carpenter SR, Westley F. & Turner, M.G. 2005. Surrogates for resilience of social-ecological systems. *Ecosystems* 8:1-5.
- Cinner, J., M. Fuentes, & H. Randriamahazo 2009. Exploring social resilience in Madagascar's marine protected areas. *Ecology and Society* 14(1).
- CONAF. 2006. Plan Integral de Gestión Ambiental del Humedal del Río Cruces. Valdivia. Chile. 76 pp.
- Contreras, M. 2009. Análisis de la estructura socio-territorial de la Ciudad de Valdivia: Efectos de la globalización en una ciudad intermedia del sistema urbano Chileno. Tesis de Magíster. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad de Chile.
- Cuéllar, O. & G. Bolívar. 2009. Capital social hoy. *Polis, Revista de la Universidad Bolivariana*, Volumen 8: 195-217.
- Cuenta Pública de la Ilustre Municipalidad de Mariquina. Período 2008. [Información obtenida en Terreno]
- Cuenta Pública de la Ilustre Municipalidad de Mariquina. Período 2011. [Información obtenida en Terreno]

Cumming, G. S., G. Barnes, S. Perz, M. Schmink, K. E. Sieving, J. Southworth, M. Binford, R. D. Holt, C. Stickler, and T. Van Holt. 2005. "An Exploratory Framework for the Empirical Measurement of Resilience." *Ecosystems* 8: 975–87.

Cutter, S. L., L. Barnes, M. Berry, C. Burton, E. Evans, E. Tate & J. Webb. 2008. "A place based model for understanding community resilience to natural disasters." *Global Environmental Change* 18: 598-606.

De Groot, R. S., Wilson, M. A. & Boumans, R. M. J. 2002. *A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services*. *Ecological Economics* 41: 393 – 408.

Delgado, L. E. & V. H. Marín. 2005. FES-sistema: un concepto para la incorporación de las sociedades humanas en el análisis medioambiental en Chile. *Revista Ambiente y Desarrollo* 21 : 18-22. Santiago, Chile.

Delgado, L. E. V. H. Marín, P. L. Bachmann & M. Torres-Gómez. 2009. Conceptual models for ecosystem management through the participation of local social actors: the Río Cruces wetland conflict. *Ecology and Society* 14(1): 50.

Delgado, L. E., Sepúlveda, M. & Marín, V. H. 2013. Provision of ecosystem services by the Aysén watershed, Chilean Patagonia, to rural households. *Ecosystem Services*. 5: 102-109.

Ilustre Municipalidad de Mariquina. 2004. Diagnóstico comuna de Mariquina para la Agenda 21 Local. [Disponible en línea]: http://agendalocal21.cl/docs/diagnostico_mariquina.pdf.

Dillard, M. 2010. Toward a measure of social-ecological resilience for human communities. In: *Shifting Shorelines: Adapting to the Future*, The 22nd International Conference of The Coastal Society , June 13-16, 2010 ,Wilmington, North Carolina.

Di Marzio, W., McInnes, R. 2005. Misión consultiva Ramsar: Chile (2005). Informa de misión Santuario Carlos Anwandter (Río Cruces), Chile. [Disponible en línea: http://ecosistemas.uchile.cl/fCruces/documentos/teoria/files/informe_RAMSAR.pdf]

Escalera, J. & E. Ballesteros. 2011. Resiliencia Socioecológica: aportaciones y retos desde la Antropología. *Revista de antropología social*. 20: 109-135

Ferreira, P. 2007. Caracterización del tratamiento informativo dado por un medio de comunicación local a un informe científico en el marco de un conflicto ambiental. El caso del Estudio UACH (2005) y el desastre ecológico del Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter en "El Diario Austral de Valdivia. Tesis de pregrado, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Austral de Chile.

Fiksel, J. 2006. Sustainability and resilience: toward a systems approach. *Sustainability: Science, Practice, & Policy* 2:14–21.

Fisher, S. 2013. Modelo conceptual para la restauración ecológica de humedales: Caso de estudio el humedal de Río Cruces. Tesis de pregrado, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.

Folchi, M. 2001. Conflictos de contenido ambiental y ecologismo de los pobres: no siempre pobres, ni siempre ecologistas.

Folke C, Carpenter S, & Elmqvist T. 2002. Resilience for sustainable development: Building adaptive capacity in a world of transformations. Paris: International Council for Scientific Unions (ICSU), Rainbow Series No. 3. [Disponible en línea] URL:<http://www.sou.gov.se/mvb/pdf/resiliens.pdf>.

Folke, C. 2003. Social-ecological resilience and behavioural responses. Pages 226-287 in A. Biel, B. Hansson, and M. Mårtensson, editors. *Individual and Structural Determinants of Environmental Practice*. Ashgate Publishers, London.

Folke, C. 2006. Resilience: the emergence of a perspective for social–ecological systems analyses. *Global Environmental Change* 16: 253-267.

Frederik J. W. van Oudenhoven, D. Mijatovic & P. B. Eyzaguirre. 2011. "Social-ecological indicators of resilience in agrarian and natural landscapes", *Management of Environmental Quality: An International Journal*, Vol. 22: 154 – 173

Galvez-Cloutier, R. & M. Sánchez. 2007. Trophic Status Evaluation for 154 Lakes in Quebec, Canada: Monitoring and Recommendations. *Water Qual.Res.* 42: 252-268.

García, J.C., Henríquez, I. & D. Ramírez. 2006. Caso CELCO: una falla multisistémica. *Revista de derecho ambiental*, 2: 141–166.

Guarda-Geywitz, F. 1953. *Historia de Valdivia 1552 – 1952*. [Disponible en Línea]: <http://www.abebooks.com/Historia-Valdivia-1552-1952-FernandoGuarda/7431852670/bd>.

Guarda, G. 2001. *Nueva Historia de Valdivia*. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, 2001, 862 págs.

Gunderson, L.H. C. S. Holling & G.D. Peterson. 2002. Surprises and sustainability cycles of renewal in the everglades. Pages 315-332 in L.H. Gunderson, and C.S. Holling, editors. *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems*, Island Press, Washington, DC.

Hernández, R. Fernandez, C. & Baptista, M. 2010. *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill/ Interamericana Editores, S.A DE C.V.

Hobbs R.J. & Harris J.A. 2001. Restoration ecology: repairing the Earth 's ecosystems in the new millennium. *Restoration Ecology* 9:239-246.

Hofer, A. 2010. *Plan de negocios de un centro turístico en Punucapa, Valdivia*. Tesis de Magíster, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.

Holling, C. S. 1973. "Resilience and Stability of Ecological Systems". *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4: 1-23.

Holling, C.S. 1992. Cross-scale morphology, geometry and dynamics of ecosystems. *Ecological Monographs* 62(4): 447-552.

Holling, C.S. 1996. Engineering Resilience versus Ecological Resilience. In *Engineering Within Ecological Constraints*, pp 32-43. Ed. P.C. Shulze. Washigton DC. Island Press.

Holling, CS. 2001. Understanding the complexity of economic, ecological and social systems. *Ecosystems* 4: 390- 405.

Huenulef, P. & C. Paredes. 2007. *Proyecto junta de vecinos de Tralcao: liderazgo para un desarrollo asociativo y sustentable de Tralcao*. Valdivia. Curso de liderazgo asociativo, Universidad Austral de Chile.

Huenulef, P. 2008. Historia Oral de Tralcao: Aproximaciones a la memoria de una comunidad Mapuche en el norte de la Provincia de Valdivia. Tesis de pregrado, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Austral de Chile.

Ibañez, C. 2014. Aplicación del modelo DPSIR para analizar el estado medioambiental del ecosistema del Humedal del Río Cruces. Tesis de pregrado, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.

Ibelings, B.W., Portielje, R., Lammens, E.H.R.R., Noordhuis, R., Berg, M.S., Joosse, W., & M. L. Meijer. 2007. Resilience of Alternative Stable States during the Recovery of Shallow Lakes from Eutrophication: Lake Veluwe as a Case Study. *Ecosystems* 10: 4-16.

INE, CHILE. 2002. Base de datos CENSO de población y vivienda [CD-ROM].

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), Houghton J.T. y col. (eds) (2001), *Climate Change 2001: The Scientific Basis, Contribution of Working Group 1 to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Janssen, M. A., Ö. Bodin, J. M. Anderies, T. Elmqvist, H. Ernstson, R. R. J. McAllister, P. Olsson & P. Ryan. 2006. A network perspective on the resilience of social-ecological systems. *Ecology and Society* 11(1): 15.

Jopp, F., R., Hauke & Breckling, B. 2011. *Modelling Complex Ecological Dynamics. An Introduction into Ecological Modelling for Students, Teachers & Scientists*. 1st Edition., 400 pp.

Junta de vecinos de Punucapa. 2012. *Punucapa Territorio Sustentable*. Patrocinio: Fondo de Protección Ambiental 2012 del Ministerio del Medio Ambiente.

Kay J, H Regier, M Boyle and G Francis. 1999. An ecosystem approach for sustainability: addressing the challenge of complexity. *Futures* 31: 721-742.

Kinzig, A.P. & C.L. Redman. 2006 Phoenix, Arizona, USA. In: *Exploring Resilience in Social-Ecological Systems*. Edited by B.H. Walker, J.M. Anderies, A.P. Kinzig and P. Ryan. CSIRO Publishing, Collingwood, Australia, pp. 191-192.

Laboratorio de Modelación Ecológica (LME-PULSO). 2008. Estudio de opinión y percepción sobre el problema del humedal de Río Cruces. Proyecto "Elaboración de un modelo conceptual del ecosistemas del humedal de Río Cruces." Facultad de Ciencias, Programa PULSO, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Chile, Santiago, Chile. [Disponible en línea en]: <http://ecosistemas.uchile.cl/cruces/documentos/modelo/files/Encuesta1.pdf>

López-Angarita, J. R. Moreno, E. Alvarado, P. Restrepo, J. Maldonado & J. Sánchez. 2009. A Socioecological Resilience Approach for Evaluating Management Effectiveness of Marine Protected Areas. Final report: NOAA Coral Grant NA07NOS4630021.

Margalef R. 1963. On certain unifying principles in ecology. *Am. Nat.*, 97: 357-374.

Marín, V.; L. Delgado & I. Vila. 2006. Sistemas acuáticos, ecosistemas y cuencas hidrográficas. En: I. Vila, A. Veloso, R. Schlatter y C. Ramirez (eds.) *Macrófitas y vertebrados de los sistemas límnicos de Chile*. Editorial Universitaria, Santiago de Chile.

Marín, V.H. & L.E. Delgado (Eds.) 2008a. Elaboración de un Modelo Conceptual del ecosistema del humedal de Río Cruces. Segundo informe de avance. Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, Chile. [Disponible en línea: <http://ecosistemas.uchile.cl>. Revisado el 8 de febrero de 2013].

Marín, V.H & L.E. Delgado (Eds.) 2008b. Elaboración de un modelo conceptual del ecosistema del humedal de río Cruces. Informe final. Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, Chile. [Disponible en línea: <http://ecosistemas.uchile.cl>. Revisado el 2 de marzo de 2013].

Marín, V.H., Tironi, A., Delgado, L.E., Contreras, M., Novoa, F., Torres-Gómez, M., Garreaud, R., Vila, I. & I. Serey. 2009. On the sudden disappearance of *Egeria densa* from a Ramsar wetland site of Southern Chile: A climatic event trigger model. *Ecological Modelling* 220, páginas: 1752–1763. [Disponible en línea en]: http://ecosistemas.uchile.cl/antar/wpcontent/uploads/2009/06/marin_etal2009.pdf

Marín, V. H., Delgado, L. E., Vila, I., Tironi, A., Barrera, V. & Ibañez, C. 2012. Estado trófico y régimen ecológico del ecosistema del humedal del río Cruces durante la primavera-verano 2011/2012. Primera reunión Conjunta de Botánica, Ecología y Evolución. Concepción, 6 al 9 de Octubre de 2012.

Marshall, P. & H. Schuttenberg. 2006. A Reef Manager's Guide to Coral Bleaching. Townsville, Australia, Great Barrier Reef Marine Park Authority.

McCune, N., Guevara, F., Nahed, J., Mendoza, P., Ovando, Ruiz, B. & Medina, L. 2012. *Social-Ecological Resilience and Maize Farming in Chiapas, Mexico*. Sustainable Development 23, 486-512 pp.

McClanahan, T., N. Polunin & T. Done. 2002. Ecological states and the resilience of coralreefs. *Conservation Ecology* 6(2):18.

Milgram, Stanley. (1963). Behavioral Study of Obedience. *Journal of Abnormal and Social Psychology* 67: 371-378.

Moody, D. L. 2005. Theoretical and practical issues in evaluating the quality of conceptual models: current state and future directions. *Data & Knowledge* 55: 243-276.

Muñoz-Pedrerros, A. 2003. Guía de los Humedales del Río Cruces. CEA Ediciones. Valdivia. Chile. 143 pp.

Noëlle-Neumann, E. 1977. La espiral del silencio. Opinión pública: nuestra piel social, Paidós. Barcelona.

Norberg, J. & Cumming, G. S. 2008 Complexity theory for a sustainable future: conclusions and outlook. Pp. 277-293 In: Norberg, J., and Cumming, G. S., (eds). *Complexity Theory for a Sustainable Future*, Columbia University Press.

Obura, D. O. & Grimsdith, G. 2009. Resilience Assessment of coral reefs: Assessment protocol for coral reefs, focusing on coral bleaching and thermal stress. Gland, Switzerland., IUCN.

Oyarzún, E. 2010. Acciones de turismo comunitario y sustentabilidad en Tralcao, Mariquina (Chile): Interconectando preservación ambiental, gestión ecoturística y

fortalecimiento de la identidad cultural en el contexto de una experiencia de *Agenda Local 21*. Anuario Turismo y Sociedad, Vol. X, 2010, pp. 17-29.

Ilustre Municipalidad de la Comuna de Valdivia. 2008. Plan de Acción comuna de Valdivia. [Disponible en Línea]: http://www.agendalocal21.cl/2009/docs/Informes_Finales_Region_de_Los_Rios/3_Planes_de_Accion/11_Plan_de_Accion_Valdivia.pdf. Revisado: 5 marzo de 2012.

Ilustre Municipalidad de la Comuna de Valdivia. 2011. Plan de desarrollo comunal de Valdivia 2011-2014. [Disponible en Línea]: http://www.munivaldivia.cl/www/municipal_valdivia/index.php?option=com_content&view=article&id=522&Itemid=666&lang=es. Revisado: 13 diciembre de 2012.

Ilustre Municipalidad de la Comuna de Valdivia. 2002. Plan de desarrollo turístico. Comuna de Valdivia. [Disponible en Línea]: http://www.munivaldivia.cl/doctos/plan_regulador/pladetur_valdivia1.pdf. Revisado: 14 de marzo 2012.

Ilustre Municipalidad de la Comuna de Valdivia. 2011. Plan de desarrollo turístico. Comuna de Valdivia. [Disponible en Línea]: http://www.munivaldivia.cl/doctos/plan_regulador/pladetur_valdivia_8.pdf. Revisado: 15 de marzo 2012.

Ilustre Municipalidad de la Comuna de Mariquina. 2011. Plan de desarrollo comunal de Mariquina. Período 2011-2014. [Disponible en Línea]: <http://www.munimariquina.cl/Transparencia/wp-content/uploads/PLADECO-PERIODO-2011-%E2%80%932014-MARIQUINA.pdf>. Revisado: 10 de 2012.

Pérez, M. 2003. El turismo como opción estratégica de desarrollo local. Caso aplicado a la localidad de Punucapa, Comuna de Valdivia, Chile. Tesis para optar al título de Administrador de Empresas de Turismo. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 146 pp.

Pérez, A. & Navarrete. 2004. Lineamientos para la aplicación del enfoque ecosistémico a la gestión integral del recurso hídrico. Serie manuales de Educación y Capacitación ambiental 8. [Disponible en línea]: <http://www.ambiente.gov.ar/infoteca/aea/descargas/andrade01.pdf>.

Perrings, C. & B. Walker. 1997. Biodiversity, Resilience and the Control of Ecological-Economic Systems: the Case of Fire-Driven Rangelands. *Ecological Economics* 22: 73-83.

Pomeroy, R. S. P., John E.; Watson & Lani M. 2004. How is your MPA doing? A guidebook of natural and social indicators for evaluating marine protected areas management effectiveness. Gland, Switzerland, IUCN.

Resilience Alliance. 2010. "Assessing resilience in social-ecological systems: workbook for practitioners. Version 2.0". [Disponible en línea] www.resalliance.org/3871.php.

Sabatini, F., Sepúlveda, C., & P. Rojas. 1996. Cinco dilemas sobre participación ciudadana y evaluación de impacto ambiental. *Ambiente y Desarrollo*, 12: 16-21.

Salas-Zapata, W, L. Ríos & J. Álvarez. 2012. Marco conceptual para entender la sustentabilidad de los sistemas socio-ecológicos. *Ecología Austral* 22: 74-79

Saldivia, S. 2008. Terremoto y Maremoto de 1960 en la Comuna de Mariquina. Relatos desde la memoria.

Saldivia, S. 2011. Marikuga: Entre historia y memoria. Imprenta América, Valdivia. 1ed.

Skewes J.C., C. H. Henríquez & M. P. Vera. 2012. Turismo comunitario o de base comunitaria: Una experiencia alternativa de hospitalidad vivida en el mundo Mapuche. Tralcao Sur de Chile. *Revista de Cultura e Turismo*, 6:73-85.

Sepúlveda, M.B., 2010. Análisis de los servicios ecosistémicos de la cuenca del río Aysén: selección de metodologías de valoración económica y pago por servicios ambientales (PSA). Memoria para optar al Título Profesional de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile.

Simonic, T. 2003. Preference and perceived naturalness in visual perception of naturalistic landscapes. *Zb. Bioteh. Fak. Univ. Ljublj. Kmet.* 81: 369 – 387.

Social-Ecological Resilience and Maize Farming in Chiapas, Mexico, Sustainable Development - Authoritative and Leading Edge Content for Environmental Management, Dr. Sime Curkovic (Ed.), ISBN: 978-953-51-0682-1.

Schouter, M. 2009. Resilience of social-ecological systems in european rural areas: theory and prospects, Paper prepared for presentation at the 113 EAAE "The role of knowledge, innovation and human capital" Seminary, Belgrade, Republic of Serbia.

Sterner, R. W. 2008. On the Phosphorus Limitation Paradigm for Lakes. *International Review of Hydrobiology*, 93: 433–445.

Tierney, K. & Bruneau, M., 2007. Conceptualizing and Measuring Resilience: A Key to Disaster Loss Reduction. *TR News*.

Torres, M. 2012. Evaluación de los instrumentos de gestión de recursos hídricos amenazados por actividad silvagropecuaria. El caso de la cuenca de Río Cruces (Chile).

Turner, R.K.; J. van der Bergh, T. Soderqvist, A. Barendregt, J. van der Straaten, E. Maltby & E. Van Ierland. 2000. Ecological-economic analysis of wetlands: scientific integration for management and policy. Special issue the values of wetlands: landscape and institutional perspectives. *Ecological Economics* 35: 7-23.

UNESCO. 2003. Agua para todos, agua para la vida. Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo.

Universidad Austral de Chile. 2005. Estudio sobre origen de mortalidades y disminución poblacional de aves acuáticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter en la provincia de Valdivia. Convenio Complementario Específico N° 1210-1203/2004-12-14. Dirección Regional Conama Xª Región de Los Lagos- Universidad Austral de Chile. pp: 1-443. [En línea]
<http://www.ceachile.cl/Cruces/PDF/25.%20Informe%20final%20UACH.pdf> [Revisado el 10 de Mayo de 2012].

Vargas, O. 2011. Restauración ecológica: Biodiversidad y Conservación. Trabajo presentado como parte de la Cátedra José Celestino Mutis de Biodiversidad, Bogotá, 2010. Universidad Nacional de Colombia

- Vega, D. 2009. Medición comparativa de la sustentabilidad en agroecosistemas campesinos polirubristas: Estudio de casos en la comunidad de Tralcao, Provincia de Valdivia, Región de los Ríos. Tesis de pregrado, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile.
- Verardi, G. 2012. Aplicación de herramientas de sensoramiento remoto para la conservación y gestión del humedal del Río Cruces. Tesis de pregrado, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.
- Walker, B. 1995. Conserving Biological Diversity through Ecosystem Resilience. *Conservation Biology* 9(4): 747-752.
- Walker, B., C. S. Holling, S. R. Carpenter, and A. Kinzig. 2004. Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society* 9(2): 5.
- Walker, B. H., L. H. Gunderson, A. P. Kinzig, C. Folke, S. R. Carpenter & L. Schultz. 2006. A handful of heuristics and some propositions for understanding resilience in social-ecological systems. *Ecology and Society* 11(1): 13
- Walker, B. and Salt. D. 2006. Resilience Thinking Sustaining Ecosystems and People in a Changing World.
- Washington-Allen, R. A., R. D. Ramsey, N. E. West & B. E. Norton. 2008. Quantification of the ecological resilience of drylands using digital remote sensing. *Ecology and Society* 13(1): 33.
- Wilkinson C, 2012. Social-ecological resilience insights and issues for planning theory. *Planning Theory* 11:148-169.

9. ANEXOS

ANEXO 1: Tabla de Funciones, procesos y bienes y servicios ecosistémicos de acuerdo a De Groot y col. (2002)

FUNCIONES	PROCESOS Y COMPONENTES ECOSISTÉMICOS	BIENES Y SERVICIOS (EJEMPLOS)
REGULACIÓN	Mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales y de sistemas de soporte de la vida	
Regulación de Gas	Rol de los ecosistemas en los ciclos biogeoquímicos (ejm, balance CO ₂ /O ₂ , capa de ozono, etc.)	1.1 Protección UVB del O ₃ (prevención de enfermedades) 1.2 Mantenimiento de la (buena) calidad del aire 1.3 Influencia en el clima
Regulación Climática	Influencia de la cubierta vegetal y biológica sobre la mantención del clima (ejemplo, producción de Dimetil sulfuro)	2. Mantención del clima favorable (temperatura, precipitación) para habitación humana, salud, cultivos
Prevención de Disturbios	Influencia de la estructura de los ecosistemas en la amortiguación de disturbios	3.1 Protección contra tormentas (ejm. Arrecifes de coral) 3.2 Prevención de inundaciones (por los humedales y los bosques)
Regulación de Agua	Papel de la cubierta vegetal en la regulación de la escorrentía y la descarga de ríos	4.1 Drenaje e Irrigación natural 4.2 Medio de Transporte
Abastecimiento de Agua	Filtrado, retención y almacenamiento de agua dulce (ejm, en acuíferos)	5. Suministro de agua para uso consuntivo (beber, riego, uso industrial)
Retención de Suelo	Rol de la vegetación y de la biota del suelo en la retención de suelo	6.1 Mantención de tierras de cultivo (o suelo arable) 6.2 Prevención de daños de erosión y sedimentación
Formación de suelo	Meteorización de rocas, acumulación de materia orgánica	7.1 Mantenimiento de la productividad en las tierras de cultivo 7.2 Mantenimiento de los suelos productivos
Regulación de Nutriente	Rol de la biota en el almacenamiento y en el reciclado de nutrientes	8. Mantenimiento de suelo sanos y ecosistemas productivos
Tratamiento de Residuos	Rol de la vegetación y la biota en el traslado o distribución de nutrientes xenic y compuestos	9.1 Control de la contaminación/desintoxicación 9.2 Filtrado de partículas de polvo 9.3 Reducción de contaminación acústica
Polinización	Papel de la biota en la circulación de gametos florales	10.1 Polinización de plantas de especies silvestres 10.2 Polinización de cultivos
Control Biológico	Control de la población a través de una relación de dinámica-trófica	11.1 Control de plagas y enfermedades 11.2 Reducción de la herbivoría (daños a los cultivos)
HABITAT	Proporción de hábitat (espacio de vida adecuado) para plantas silvestres y especies de animales	
Función de Refugio	Espacio de vida adecuados para plantas silvestres y animales	12. Mantenimiento de la diversidad biológica y genética (y así, la base de la mayoría de las otras funciones)
Función de semillero	Adecuado hábitat de reproducción	13. Mantenimiento de las especies cosechadas comerciales

PRODUCCIÓN	Provisión de Recursos Naturales	
Comida	Conversión de la energía solar en plantas y animales comestibles	14.1 Caza, recolección de pescado y fruta 14.2 A baja escala subsistencia de la agricultura y acuicultura
Materias Primas	Conversión de la energía solar en biomasa para la construcción y otros usos	15.1 Construcción y Fabricación (maderas, pieles) 15.2 Combustible y energía (leña, materia orgánica) 15.3 Forrajes y fertilizantes (hojas, basura)
Recursos Genéticos	Material genético y evolución de plantas y animales silvestres	16.1 Mejorar la resistencia de cultivos frente a patógenos y pestes 16.2 Otras aplicaciones (cuidado de la salud)
Recursos Medicinales	Variedad de (bio.) sustancias químicas y otros usos medicinales de la biota natural	17.1 Medicamentos y productos farmacéuticos 17.2 Modelos y herramientas químicas 17.3 Pruebas de ensayo y organismos
Recursos Ornamentales	Variedad de la biota de los ecosistemas naturales para un (potencial) uso ornamental	18. Recursos para la moda, la artesanía, joyería, la decoración y recuerdos (por ejemplo, pieles, plumas, marfil, orquídeas, mariposas, peces de acuario, etc.)
INFORMACIÓN	Proporcionar oportunidades para el desarrollo cognitivo	
Información Estética	Características atractivas del paisaje	19. Disfrute de paisajes (carreteras, viviendas, etc.)
Recreación	Variedad de paisajes para (potenciales) usos recreativos	20. Viajes a ecosistemas naturales para ecoturismo, deportes al aire libre, etc.
Información cultural y artística	Variedad de características naturales con valor cultural y artístico	21. Uso de la naturaleza como motivo para libros, películas, pinturas, folklore, símbolos nacionales, arquitectura, publicidad
Información espiritual e histórica	Variedad de las características naturales con valor histórico y espiritual	22. Uso de la naturaleza para fines religiosos e históricos (valor patrimonial de los ecosistemas naturales y sus características)
Ciencia y Educación	Variedad en la naturaleza con valor científico y educacional	23. Uso de los sistemas naturales para excursiones escolares, etc. Uso de la naturaleza para la investigación científica

ANEXO 2: Formato de entrevistas aplicadas a los actores sociales para la elaboración de *Mapa de Percepciones*

ENTREVISTA – TURISMO INTERÉS ESPECIAL

COMPONENTE PLANTA TURÍSTICA: ALIMENTACIÓN

Organización	
Fecha	
Persona entrevistada	
Cargo	
Tiempo que viene desarrollando la actividad	
Localidad de la entrevista	
Localidad donde vive el Entrevistado	
Temporalidad de su actividad (el año completo, meses)	
Números de empleados	
Localidad donde viven los empleados	

1. ¿Desde qué fecha funciona el establecimiento?

2. ¿Ha dejado de funcionar algún año?

Si la respuesta es sí, se pregunta

3. ¿Me puede comentar la causa?

4. ¿Funciona o recibe gente durante todo el año?

Si la respuesta es no, especificar los meses que se encuentra activo

5. ¿Usted y/o su establecimiento forma parte de alguna asociación o de una cadena más grande?
-

6. ¿El establecimiento cuenta con un número constante de empleados, o se contrata más gente en temporada alta? Especificar el número permanente y los contratados por temporadas.

I. VISIÓN DE FUTURO-PROYECCIONES

7. Usted piensa que el turismo ha mejorado?
Si la respuesta es sí, especificar como

Si la respuesta es no, especificar el por qué.

8. Usted piensa que el sector alimentación ha crecido?
Si la respuesta es sí, especificar

Si la respuesta es no, especificar

9. ¿Qué otro sector ha crecido según Ud.?

Alojamiento	
Agencia de Viajes - Tour operador	
Esparcimiento (cine, casino, discoteca, etc.)	
Otras ofertas	

10. ¿Qué piensa usted, que hace falta, más inversión, mejores normas, competencia más leal?

ÁMBITO PERCEPCIÓN DE LOS POSIBLES IMPACTOS DEL CAMBIO DE ESTADO DEL HUMEDAL

II. IMPORTANCIA DEL HUMEDAL COMO ATRACTIVO TURISTICO

11. ¿Usted, considera que el humedal es un atractivo turístico importante para su clientela?



Si la respuesta es no, se pregunta la N°12

12. ¿Qué considera usted, que le atrae a la gente para venir a esta región y/o ciudad o pueblo?

Si la respuesta número 11 es positiva.

13. ¿Qué piensa usted, que les atrae más a los turistas?

Pasear en el humedal	
Observar la avifauna	
Realizar kayak en el Santuario	
Ir a Punucapa	
Visitar el Parque Oncol	
Fiestas costumbristas, especificar	
Otros, etc	

14. ¿El problema del humedal el año 2004, afectó su actividad turística?

Si la respuesta 4 es no, especificar el por qué?

Si la respuesta es sí, especificar cómo y realizar las preguntas N°15, 16, 17 y 18

15. ¿Por cuánto tiempo se vio afectada, semanas, meses, años?

16. ¿Qué es lo que más le afectó?

La contaminación del humedal	
La muerte de los cisnes	
Las discusiones entre académicos locales	
Las diferencias locales	

17. ¿Tuvo que realizar actividades extras durante ese período o fue preciso desarrollar una actividad distinta a la habitual, ante el cambio ocurrido en el humedal?

18. ¿Se vio obligado a excluir momentáneamente al santuario Carlos Anwandter dentro de su oferta turística y hacer hincapié en otras localidades que integraban su tour?

19. El humedal sólo cambió en el 2004, u otras veces ha pasado por cambios (antes o después del 2004)?

20. Durante este período u otros, usted ha recibido apoyo de alguna institución privada o gubernamental?

Si la respuesta es sí, preguntar:

21. ¿Recibieron alguna indemnización o subsidio de parte de CELCO?

22. Es importante la presencia o existencia del humedal para la región, ciudad o pueblo?

Si la respuesta es sí, especificar por qué y cómo

Si la respuesta es no, especificar el por qué.

23. Usted, forma parte de una organización o establecimiento o desarrolla su actividad en forma independiente. [Especificar la respuesta. Si es parte de alguna organización gremial u otro tipo, preguntar cuál es ésta]- Entrevistado.

24. ¿Usted piensa y/o cree que hubo cambios, por ejemplo más inversión en el turismo a nivel comunal, regional?

Si la respuesta es Sí, se pregunta

¿Desde cuándo?

ENTREVISTA – UNIDAD O DEPARTAMENTO DE TURISMO MUNICIPAL

Institución	
Fecha	
Persona entrevistada	
Cargo	
Tiempo de funcionamiento del departamento	

Localidad de la entrevista	
Localidad donde vive el Entrevistado	
Temporalidad de Funcionamiento (Funcionan todo el año, solo en temporadas altas)	
Números de empleados del departamento	
Localidad donde viven los empleados	

I. SISTEMA TURISTICO LOCAL

25. ¿Cómo y en qué año surgió la iniciativa de crear una unidad de turismo municipal?
¿Cuántos profesionales se dedican al área?

26. ¿La comuna dispone de un PLADETUR?

27. ¿Qué actores cree que son los más relevantes para el turismo local?

28. ¿Cómo evalúa actualmente la actividad turística en la comuna?

29. ¿Cuáles cree que son las principales fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del turismo en la comuna?

Fortalezas – mencione al menos 2

Oportunidades - mencione al menos 2

Debilidades - mencione al menos 2

Amenazas - mencione al menos 2

30. Según las problemáticas identificadas anteriormente ¿Cómo calificaría el rol desempeñado por el municipio y unidad de turismo en pos de mejorar la situación?

31. En una escala de 1 a 7 ¿Qué calificación le asignaría a la ciudadanía, sector privado y al gobierno regional (SERNATUR, etc.) en cuanto al compromiso con el sector turístico? ¿Por qué?

Ciudadanía

Empresas privadas

Gobierno Regional

32. ¿Cómo cree que será el turismo en la comuna en los próximos 10 años? ¿Por qué?

33. ¿Qué medidas, programas y políticas públicas se están implementando en la comuna para que la proyección anterior sea efectiva?

II. PERCEPCIÓN HUMEDAL RÍO CRUCES

34. ¿Qué tan importante es el humedal del Río Cruces como atractivo turístico en la comuna?

a.- Muy importante b.- Importante c.- Poco importante d.- Sin importancia

¿Por qué?

35. El problema del humedal el 2004 ¿Afectó la actividad de las empresas turísticas y del turismo en general?

36. ¿Qué medidas o gestiones realizó el municipio para enfrentar el problema? ¿El municipio dispuso de los suficientes recursos para lograrlo?

37. ¿Qué acciones, ya sean ordenanzas, modificaciones al plan regulador, etc. se llevaron a cabo para preservar el humedal e intentar restaurarlo?

38. ¿Se han suscrito acuerdos, convenios de trabajo u otros instrumentos, con organizaciones nacionales e internacionales para fomentar la conservación del humedal Río Cruces?

39. ¿Cómo se imagina que sería el turismo en la comuna sin el humedal del Río Cruces o con el ecosistema muy degradado?

ANEXO 3: Tabla con los distintos indicadores y variables seleccionadas para la elaboración del índice de resiliencia socio-ecológica

En la siguiente matriz o tabla se puede apreciar un desglose de los componentes del índice de resiliencia, los respectivos indicadores, su relevancia, las variables, las escalas de resiliencia, los valores obtenidos y la fuente bibliográfica.

Además se pueden observar los distintos valores de las variables correspondientes a la Ciudad de Valdivia, Punucapa y Tralcao, las cuales son objeto de estudio, debido a que efectivamente se relacionan con el humedal del Río Cruces.

	Indicador	Relevancia	Variable	Escala de Resiliencia				Valor PUN	Valor TRA	Valor VAL	Fuente
				A=3	MA=2	MB=1	B=0				
Componente Ecológico*	Estado trófico del humedal	Estados oligotróficos, por lo general, generan una mayor diversidad en las comunidades de plantas y animales y una buena calidad del agua para diversos usos.	Niveles de trofia en el periodo estival*.	O	M	E	H	1	1	1	- OCDE (Galvez-Cloutier & Sanchez, 2007)
	Régimen de aguas del humedal.	Las aguas claras son un atributo importante para el humedal, pues se asocian a la belleza estética del paisaje.	Coloración de las aguas del humedal en el periodo estival*. * Los valores de las mediciones varían entre las distintas estaciones de muestreo y según el periodo de medición en un mismo sitio.	Aguas Claras	Intermedia Claras	Intermedia Oscuras	Aguas Oscuras	1	1	1	-Ibelings y col. (2007). - UACH, 2005 -Margalef, 1983
*En relación a											

su capacidad de proveer servicios ecosistémicos de información.	Biodiversidad	Avifauna, en especial cisnes de cuello negro y tagua chilena, pues forman parte del atractivo turístico del humedal.	Abundancia de cisnes de cuello negro anual Abundancia de tagua chilena anual Riqueza de especies de aves (estacionales y permanentes)	>6000 5999-4000 4000-1000 <1000 289 ejemplares	0	0	0	http://www.conaf.cl
				>12000 11999-8000 7999-3000 <2999 640 ejemplares	0	0	0	
	Uso de suelo	Mientras mayor sea la cobertura de vegetación nativa, se mantendrá el hábitat para la diversidad de aves presentes en el área de estudio.	Porcentaje cobertura bosque nativo	>50% 30-50% 29-10% <9% 23,1%	1	1	1	- CONAF, 2006. -Simonic, 2003.
Interacción entre ambos componente	Capital natural	Las comunidades que dependen fuertemente de las funciones ecosistémicas de un ecosistema en particular, son más vulnerables y menos resilientes al momento de enfrentar perturbaciones que menoscaban los componentes y procesos de dicho ecosistema.	Funciones ecosistémicas de información utilizados por cada localidad	≤ 1 2 - 3 4 - 5 > 5 Funciones ecosistémicas de información: 1. Información estética 2. Recreación 3. Información cultural y artística 4. Información espiritual o histórica 5. Ciencia y educación	2	2	1	- Adger, 2000. -De Groot y col, 2002
Componente Social	Capital social	Las redes sociales y la confianza garantizan un flujo adecuado de información y la capacidad para adaptarse al cambio.	Número organizaciones sociales <small>*Clasificación de las diversas organizaciones.</small>	> 13 10 -13 5 - 9 < 5	1	2	3	- Walker y col., 2006

	<p>Nivel de ingresos (capital financiero)</p>	<p>Bajos ingresos causa alta dependencia hacia los recursos, afectando la flexibilidad del sistema ante cambios inesperados.</p>	<p>Portafolio de actividades (N° de actividades generadoras de ingreso)</p> <p>>7 6-7 4-5 ≤ 3</p>	<p>0</p>	<p>1</p>	<p>3</p>	<p>-Cinner y col., 2009</p>
			<p>Ingreso total del grupo familiar por mes.</p> <p>> \$600.000 \$300-600.000 \$150-300.000 <\$150.000</p>	<p>0</p>	<p>0</p>	<p>2</p>	
	<p>Capital Humano</p>	<p>La educación y capacitación de actores, incrementa el entendimiento sobre las interacciones hombre-naturaleza y proporcionan elementos que mejoran el aprendizaje.</p>	<p>Años de escolaridad</p> <p>≥10 7-9 4-6 0-3</p>	<p>1</p>	<p>1</p>	<p>3</p>	<p>Pomeroy,2004</p> <p>-Cinner y col, 2009.</p>