

# **QUINTO PRODUCTO**

## **PARA LA CONSULTORÍA**

### **Profesional Responsable en Gestión Pesquera.**

Proyecto: Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en el Sistema Titicaca –  
Desaguadero – Poopó - Salar de Coipasa (TDPS)

Estudio Complementario:

**Lineamientos para la formulación de una estrategia para la gestión pesquera  
en los lagos Poopó y Uru Uru.**

Nombre de consultor: Ing. Santiago Morles Maldonado. PhD.

Febrero 2021- La Paz Bolivia

<b>Índice de Contenido</b>	<b>Pg.</b>
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. OBJETIVOS .....	3
2.1. Objetivo general .....	3
3. ANTECEDENTES .....	3
3.1. Estado de los recursos hídricos en la cuenca del Lago Poopó .....	3
3.2. Estado de los recursos biológicos .....	7
4. SITUACIÓN ACTUAL DEL RECURSO PESQUERO .....	8
4.1. Situación biológica de los recursos pesqueros .....	9
4.2. Criterio de los pescadores .....	11
4.3. Vacío de información .....	12
5. METODOLOGIA PARA LOS LINEAMIENTOS .....	14
5.1. Elaboración de los lineamientos .....	17
5.1.1. Etapas del enfoque ecosistémico para el proyecto .....	17
5.1.2. Consideraciones para los lineamientos .....	18
5.1.3. Pilares de los lineamientos .....	20
5.2. Lineamientos .....	21
5.2.1. Lineamiento de adecuación de los lagos: .....	21
5.2.2. Lineamientos para las disposiciones de manejo .....	23
5.2.3. Lineamientos para la investigación .....	23
5.2.4. Lineamientos para la coordinación .....	27
6. CONCLUSIONES .....	29
7. BIBLIOGRAFÍA .....	30

<b>Índice de figuras</b>	<b>Pg.</b>
<b>FIGURA 1.</b> Sistema pesquero y sus dimensiones .....	15
<b>FIGURA 2.</b> Procedimiento general por etapas.....	16
<b>FIGURA 3.</b> Etapas del enfoque ecosistémico para el proyecto. ....	18
<b>FIGURA 4.</b> Modelo conceptual para la propuesta.....	21
<b>FIGURA 5.</b> Modelo general para la coordinación.....	28

<b>Índice de tablas</b>	<b>Pg.</b>
<b>TABLA 1.</b> Parámetros biológicos en los dos lagos.....	10
<b>TABLA 2.</b> Criterios de los pescadores.....	11
<b>TABLA 3.</b> Sistematización de información bibliográfica.....	12
<b>TABLA 4.</b> Causas y efectos en la gestión de recursos pesqueros.....	13
<b>TABLA 5.</b> Diferencias ente enfoque tradicional y enfoque ecosistémico .....	17
<b>TABLA 6.</b> Consideraciones para elaborar los lineamientos. ....	19
<b>TABLA 7.</b> Investigación de biología pesquera .....	24
<b>TABLA 8.</b> Parámetros de limnología y toxicología .....	25
<b>TABLA 9.</b> Instituciones para la coordinación .....	27

## Lineamientos para la formulación de una estrategia para la gestión pesquera en los lagos Poopó y Uru Uru.

### 1. INTRODUCCIÓN

Según los términos de referencia de la consultoría “Análisis de la situación del recurso pesquero en los lagos Poopó y Uru Uru (EC-18)” que es parte del proyecto “Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en el Sistema Titicaca – Desaguadero – Poopó - Salar de Coipasa (TDPS)<sup>1</sup>, los recursos hídricos del Sistema TDPS son de alto valor para Bolivia y Perú, que desde la década de 1950 desarrollaron mecanismos de gestión conjunta.

Asimismo, en los términos de referencia, se enfatiza que el Sistema TDPS se caracteriza por concentrar a una población de más de 3,6 millones de personas; 2,2 millones en Bolivia y 1,4 millones en Perú. - Albergar las regiones más fértiles y productivas de toda la región altiplánica, así como sus mayores reservas de agua y proveer de importantes funciones ecosistémicas como, la dotación de agua, regulación climática, especies vegetales y animales para la obtención de fibras y alimentos, atractivos turísticos singulares entre otros.

También enfatizan que los recursos pesqueros constituyen una fuente de ingresos para los pescadores artesanales y oferta de alimento para las poblaciones asentada en las poblaciones próximas al lago y ciudades importantes como El Alto y Oruro.

Se detecta un problema, de que en los últimos 10 años se viene notando que la abundancia de los recursos pesqueros viene presentando una disminución en especies y biomasa que se perciben a través de los bajos volúmenes de pesca y la pesca por debajo de la talla mínima, principalmente de las especies nativas de la zona litoral (*Orestias luteus*, *Orestias agassizii*, *Orestias mulleri*, etc.), aspecto que se requiere abordar de manera sistemática y con datos validables de fuentes primarias y secundarias.

---

<sup>1</sup> El sistema endorreico Titicaca - Desaguadero - Poopó - Salar de Coipasa, es un conjunto de cuencas y subcuencas hidrográficas de carácter endorreicos que están interconectadas y se ubican en el Altiplano. Comprende las cuencas hidrográficas del lago Titicaca, río Desaguadero, el lago Poopó, y Salar de Coipasa. Este sistema abarca una parte del sur del Perú (departamentos de Puno y Tacna), el occidente de Bolivia (departamentos de La Paz, Oruro y Potosí).

A través el presente proyecto, se plantea identificar el estado de situación actual de la pesca y generar los lineamientos base que aborden temáticas para la gestión sostenible de este recurso, cuyo objetivo es elaborar el diagnóstico de situación actual del recurso pesquero de los lagos Poopó y Uru Uru con base en información primaria y secundaria recopilada en campo y en talleres participativos, para elaborar de manera participativa lineamientos para la formulación de una estrategia de gestión y aprovechamiento.

De acuerdo a la revisión bibliográfica, muchos informes reiteradamente, se refieren a la necesidad de implementar estrategias de manejo sostenible de recursos pesqueros con objetivos, ambientales, económicos y sociales, sin embargo, aunque existen varios procesos e iniciativas de manejo, estas no se encuentran articuladas entre sí. Por ejemplo, las entidades como el centro Piscícola de Tiquina teniendo todas las facilidades, en los últimos años no tiene investigaciones sobre los recursos pesqueros en todas sus dimensiones. Las universidades si bien realizan investigaciones, son temas de interés académico además causal y disperso, por su parte las instituciones normativas, no han insistido a las instancias pertinentes a realizar investigaciones, que a partir de estos datos generar lineamientos y posteriores estrategias para su aplicación.

Realizado el diagnóstico, basado en los datos biológicos como de los criterios de los pescadores y de la disponibilidad de información, la situación del recurso pesquero y manejo de los mismos, se encuentran en una situación crítica. Un recurso pesquero con alta frecuencia de tallas menores a lo permitido, valores bajos del factor de condición de los peces (poco alimento), porcentaje elevado de peces con bajo grado de madurez, la talla de primera madurez es bajos, uso de redes con abertura menor y no selectivo, a eso se debe sumar alta variabilidad de las profundidades.

En tal sentido, este documento presenta la propuesta de lineamientos para el Manejo de Recursos Pesqueros en los lagos Poopó y Uru Uru, basado en tres pilares. Primero, la adecuación de los lagos, con profundidades óptimas para permitir la diversidad biológica; segundo, disposición de uso de redes con abertura mayor y Tercero, privilegiar la investigación en biología pesquera y temas inherentes. Posteriormente,

con los resultados de una investigación sistemática y continua, determinar otros indicadores de manejo de los recursos pesqueros.

Siendo la situación compleja de las pesquerías en estos dos lagos, los lineamientos analizados en este documento, son basados en el enfoque ecosistémico, que de ninguna manera desvirtúa el manejo tradicional de los recursos pesqueros, más bien lo mejora.

## **2. OBJETIVOS**

Según, (Cochrane, 2005), no existe una definición clara de ordenación pesquera, se puede entender como el proceso integrado de recolección de información, análisis, planificación, consulta, adopción de decisiones, asignación de recursos y formulación y ejecución, así como imposición cuando sea necesario, de reglamentos o normas que rijan las actividades pesqueras para asegurar la productividad de los recursos y la consecución de otros objetivos. Es así que el presente documento está dedicado a cumplir el objetivo principal de la consultoría para elaborar los lineamientos para el manejo de recursos pesqueros.

### **2.1. Objetivo general**

Formular, de manera participativa lineamientos para la formulación de una estrategia para la gestión pesquera en los lagos Poopó y Uru Uru.

## **3. ANTECEDENTES**

### **3.1. Estado de los recursos hídricos en la cuenca del Lago Poopó**

Según, (Canedo et al., 2016) el Altiplano sudamericano en los Andes es, la meseta alta más extensa de la Tierra; esta zona semiárida representa importantes almacenes de recursos hídricos, incluyendo los lagos Titicaca y Poopó ubicados en el norte y centro de Altiplano, respectivamente. Las dos cuencas lacustres y las salinas del sur constituyen una gran cuenca hidrográfica, llamada el Lago Titicaca, el Río Desaguadero, el Lago Poopó y el Sistema Salar de Coipasa, denominada sistema hidrológico TDPS.

En el Plan Director de la Cuenca del lago Poopó del Gobierno Autónomo Departamental de Oruro, (GADOR, 2014), resalta, que la cuenca del Lago Poopó, es

reconocida como Sitio Ramsar<sup>2</sup> desde el 11 de julio de 2002. Y, según (Callizaya, 2009), la cuenca consta de 22 subcuencas fluviales efímeros.

Con respecto al lago, Uru Uru, según (Blanco, 2018, pg 3) el lago Uru-Uru está situado en la parte baja del río Desaguadero, antes de llegar al lago Poopó. El lago Uru-Uru es relativamente joven, como apareció en 1962 después de que el río Desaguadero fuera desviado debido a obras en un complejo minero local. El lago tiene en promedio una longitud de 21 km y una anchura de 16 km, con 214 km<sup>2</sup> de superficie, su altitud media es de 3686 msnm, el fondo del lago es muy plano (menos de 1 m de variación topográfica en 15 km), haciendo que el lago sea muy poco profundo con sólo 1-2 m como nivel medio de agua. Esto hace que el lago sea muy sensible a las fluctuaciones estacionales y anuales del nivel del agua. El brazo derecho del río Desaguadero entra en el lago Uru-Uru en su orilla noroeste en Puente Español, cerca de la ciudad de Oruro, la capital provincial. Y desde la ciudad de Oruro, las aguas contaminadas no tratadas de origen urbano y minero entran en el lago.

En la cuenca del Poopó, la situación crítica del nivel de agua data desde varios años atrás, ya en 1995 en el Plan Director Global Binacional de Control, Conservación y Uso Adecuado de los Múltiples Recursos del Sistema, fundamentalmente el hídrico y el hidrobiológico en sistema TDPS, se indica que para mantener una explotación sostenible del Lago Poopó, el nivel del espejo de agua debe estar comprendido entre las cotas 3686,0 y 3687,0 msnm, lo que corresponde a un caudal promedio de aportaciones al lago de 68,5 m<sup>3</sup>/s, y el nivel mínimo minimorum de supervivencia del lago en condiciones extremadamente precarias se ha estimado en 3684,50 msnm, cota a la que correspondería un caudal de 38,0 m<sup>3</sup>/s. Y, para el Lago Uru Uru, mantener el nivel normal entre los niveles 3696,5 m y 3697,0 m, para a un caudal promedio de 4,40 m<sup>3</sup>/s, (Comisión de las Comunidades Europeas, 1995, pg 14).

La situación del flujo y la calidad de agua, empeora, cuando en el periódico (LA PATRIA, 2016), basado en estudios realizados por el Centro de Ecología y Pueblos

---

<sup>2</sup> En 1971 se organizó la Convención de Ramsar (Población Iraní en el mar Caspio), un tratado intergubernamental que sirve de marco para las acciones nacionales y de cooperación internacional para conservar y hacer un uso racional de los humedales y sus recursos. En esta convención además se definieron los marcos en los que diversos ambientes podrían formar parte de estos sitios Ramsar de importancia internacional y definieron a estas zonas húmedas como: **extensiones de marismas, pantanos o turberas cubiertas de agua**, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros.

Andinos (CEPA), publica que la Empresa Minera Huanuni (EMH), utiliza algo más de 28 millones de litros por día, cercano a lo que en la ciudad de Oruro se consume de 30 millones de litros por día. Por otro lado, se hace énfasis en la irresponsabilidad de los desechos mineralógicos que llegan a ser depositados en lugares que tienen conexión directa con los ríos y lagos, convirtiéndose en otro problema y afectando directamente a las comunidades donde la mayoría dedican su actividad a la producción de alimentos y crianza de ganado.

Con respecto a la contaminación, ya desde 1993, (Pieb.com.bo, 2021), Los ríos tributarios del lago Poopó llegan a depositar en esas aguas un promedio de 3,3 millones de kilos de elementos tóxicos y contaminantes cada día, advirtió que, en el lago Poopó, las concentraciones de elementos contaminantes sólidos, suspendidos y disueltos (en arsénico, plomo, cadmio y zinc), superan los límites permisibles. A esto se suma la calidad “altamente salina” del agua, que la hace desde ya no apta para el consumo humano o para el riego.

En la revista (Pieb.com.bo, 2021), se explica sobre el estudio multidisciplinario cuyo objetivo era determinar la calidad de las aguas del lago Poopó y sus ríos tributarios, junto a los sedimentos y las especies bénticas y peces, el diagnóstico develó que entre los ríos Desaguadero, Márquez, Cortadera, Sevaruyo, Kondo, Tacagua, Juchusuma, Tajarita, Antequera y Huanuni depositan a diario en el Poopó 3,3 millones de kilogramos de sólidos suspendidos: 2.215.448 kilos de cloruros, 3.970 kilos de zinc, 821 kilos de arsénico, 39.945 kilos de cadmio y 73 kilos de plomo, haciendo que no sea apta para el consumo humano o para el riego.

Con el propósito determinar la presencia de metales pesados en suelos agrícolas y cultivos representativos en tres microcuencas del municipio Poopó; (Chambi et al., 2012), encontraron que los suelos agrícolas en estudio se encuentran contaminados por arsénico, superando el nivel peligroso de (55 mg/kg de suelo), vía mineralización natural de la zona como por el aporte de la minería circundante en la región (desmontes, aguas de copagira echadas a la intemperie y a los ríos), situación que merece una remediación inmediata, para poder evitar la intensidad de acumulación.

Según los estudios de biomagnificación<sup>3</sup> (Molina et al., 2012), indican que la “variación temporal del nivel de agua, la actividad minera y la transferencia metálica en las cadenas tróficas están influenciando los patrones de acumulación de metales pesados en el Lago Poopó, las concentraciones de As y Zn no se constituyen en un riesgo, por el contrario, las concentraciones del Cd podrían representar un riesgo para la salud humana sobre todo si se consumen cabezas y vísceras de peces. Aunque el Pb como el Hg mostraron niveles que no sobrepasan los valores guía, pueden representar un potencial problema toxicológico; por lo que se debería hacer el monitoreo constante de estos metales”. Aunque el plomo y mercurio, como contaminantes gaseosos son más peligrosos.

En el informe del impacto de la minería y el procesamiento de minerales en cursos de agua y lagos (Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, 1996, pg 110), concluyen que los cursos de agua, contaminados directamente por minas o ingenios, son afluentes del Lago Uru Uru y del Lago Poopó, y que la mayoría de los metales en estos ríos muestran concentraciones más altas que los niveles de concentración de fondo mundiales y las corrientes que pertenecen a las categorías (i) y (II)<sup>4</sup>, existen ejemplos de concentraciones bajas de antimonio y arsénico en alguno de los ríos que en algunas corrientes que pertenecen a la categoría

Sin embargo, en el mismo informe ,(Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, 1996, pg 95) detectan que existe una cantidad de datos antiguos sobre concentraciones de elementos en el agua del lago Poopó, en particular aquellos presentados por Beveridge (1993) y Quintanilla y Lorini (1993). Sin embargo, las dos series de datos muestran grandes diferencias, siendo las más destacadas las generalmente bajas concentraciones registradas en el último muestreo. Por ejemplo,

---

<sup>3</sup> Si trasladamos este proceso de bioacumulación a una cadena alimentaria tenemos un fenómeno de biomagnificación, que consiste en el aumento sucesivo de los niveles de contaminantes químicos persistentes según se sube de nivel trófico. Se trata de una *transferencia trófica* de la contaminación, de modo que los animales de un nivel trófico determinado, al alimentarse de seres vivos pertenecientes a niveles tróficos inferiores, reciben los contaminantes químicos bioacumulados por estos; y como se trata de sustancias persistentes de difícil excreción, los acumulan a su vez en sus tejidos. Como consecuencia, los animales de eslabones tróficos superiores –como los grandes depredadores– acaban acumulando niveles de contaminantes químicos mucho más elevados que los que les correspondería a través de una exposición normal a la contaminación ambiental: los niveles de contaminantes químicos se van *amplificando o magnificando* a lo largo de la cadena trófica.

<sup>4</sup> La razón para usar que incluya dos categorías de corrientes con "concentraciones de fondo naturales" de metales es la alta variación de la composición geológica de los bedrocks (cimientos) y los suelos en del área de estudio, con mineralizaciones dispersas, algunas de las cuales son fácilmente lixiviables

los valores de Beveridge para antimonio varían entre 0.5 y 2.9 mg/l, y los de Quintanilla de 0.04 a 1.8 mg/l. Similares diferencias se presentan también en otros elementos. Sin embargo, existen algunas cifras confusas en la última serie de datos. Así, según Quintanilla y Lorini, las concentraciones promedio de metales y metaloides en las aguas son diferenciadamente mayores que las concentraciones promedio en los principales afluentes del lago analizados por el PPO<sup>5</sup>. La explicación probable es que en los anteriores estudios del lago se tuvieron grandes dificultades analíticas.

### 3.2. Estado de los recursos biológicos

En el plan de Acción para la conservación y el uso sustentable del sitio Ramsar del lago Poopó y Uru Uru por (MMAyA, Plan de Acción para la conservación y el uso sustentable del 2014-2023, 2014, pág. 46), se describe detalladamente sobre la evolución de la pesca en estos dos lagos: La pesca, solía ser una actividad económica de relativa importancia entre las comunidades más cercanas a los cuerpos de agua, especialmente a los lagos Poopó y Uru Uru. Se basaba principalmente en dos productos, el Pejerrey (*Basilichthys bonaerensis*) y el Karachi (*Orestias spp.*). El pejerrey es una especie introducida en el sistema TDPS en los años 50, el poblamiento de esta especie exótica significó un desplazamiento de la cadena trófica de estos cuerpos de agua. Esta especie se adaptó muy bien al ecosistema del lago y llegó a ser la especie preferida para la pesquería comercial (Rocha et al. 2002; Evaluación Ambiental del lago Poopó y sus tributarios, 2007).

Con respecto a la Pejerrey (*Basilichthys bonariensis*), mencionado en, (Paz, Carranza, & Iriarte, 1991) (Zavaleta Cabrera, 1994)<sup>6</sup>, esta especie fue introducido al lago Poopó desde la república Argentina, en 1956. Se realizó la siembra de 7000 ejemplares en forma experimental y hoy en día su cifra ha aumentado considerablemente por su fácil adaptación, y esta especie fue repoblándose en el lago Titicaca a través del río Desaguadero, siendo la de mayor importancia dentro del aprovechamiento comercial en el lago Poopó.

---

<sup>5</sup> El "Proyecto Piloto Oruro" (PPO) ha sido un proyecto único en el sentido de que estudió y evaluó la situación ambiental general en toda la región, que es una de las áreas mineras más importantes de Bolivia, y ha desarrollado los lineamientos estratégicos para un manejo ambiental consistente, de acuerdo a los principios de desarrollo sostenible. La estrategia ambiental propuesta se describe en el Plan Maestro Ambiental adjunto al informe final.

<sup>6</sup> Trabajo de tesis para obtener el grado de ingeniero agrónomo: Análisis situacional de la pesca en el lago Poopó y la incidencia de los cambios ambientales en las comunidades influenciadas. Universidad Técnica de Oruro Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

Lo más importante que (Zabaleta Cabrera, 1994, pg 8), relata la información proporcionada por pescadores componentes del grupo étnico Uros Muratos (Don Daniel Mauricio y Don Julián Mamani del Choro y muchos otros más) y que el pejerrey (*Basilichthys bonariensis*) ha sido introducido por el Ingeniero Natalio Sánchez, técnico piscicultor, el viernes 27 de julio a las 11 A.M. de 1957 en una cantidad de 7000 ejemplares traídos de los estuarios salados de la Argentina, como es el Río de La Plata.

Con respecto a la formación del lago Uru Uru a través de un reportaje a pescadores la (PATRIA, 2018), informa que, el lago que se formó por la época de 1949, ya que antes no era un reservorio acuífero, puesto que el agua del río Desaguadero desembocaba al lago Poopó directamente, pero luego la naturaleza cambió la corriente y empezó a llenarse el Uru Uru, desde entonces la actividad pesquera es importante, la pesca era solo con anzuelos, no había redes.

#### **4. SITUACIÓN ACTUAL DEL RECURSO PESQUERO**

Desde el mes de agosto 2020 hasta el mes de enero de 2021, se ha realizado un diagnóstico preliminar sobre la situación de los recursos pesqueros en el Lago Poopó y Lago Uru Uru. Entre los meses de septiembre y octubre con la ayuda de algunos pesqueros se recolectaron muestras de pescado en ambos lagos. En el Lago Poopó se capturaron Pejerrey y karachis (*Orestias agassii* y *Orestias luteus*), en cambio en el Lago Uru Uru solo se capturaron muestras de Pejerrey (no había karachis), de estas muestras se determinaron los parámetros biométricos y biológicos. Paralelamente se realizaron talleres de participación con los pescadores, para recolectar sus criterios sobre el recurso pesquero.

En este periodo también se analizaron información secundaria. Así la información primaria (datos biológicos y criterios de los pescadores) y la información secundaria, se sistematizaron hasta encontrar problemas comunes de los cuales se han identificado las causas que son de mayor importancia en los efectos en el manejo de los recursos pesqueros. A partir de estos parámetros se elaboran los lineamientos y alternativas para solucionar.

#### 4.1. Situación biológica de los recursos pesqueros

Para una correcta gestión de un recurso pesquero, es necesario contar con datos de biología pesquera, que básicamente es tomar muestras y medir los datos biométricos: talla, peso, sexo, grado de madurez, edad, etc. también el material biológico: gónadas, otolitos, escamas, contenido estomacal, etc. de un número determinado de muestras.

Estos datos se usan para calcular los parámetros biológicos que caracterizan la especie: relación peso-longitud, parámetros de crecimiento, grado de madurez y sex ratio, talla de primera madurez. Y, con ellos también determinar la edad a la cual alcanzan la máxima talla, diferencia de crecimiento entre hembras y machos, proporción de stock entre machos y hembras, edad o talla a la cual comienzan a reproducirse, velocidad de crecimiento, cuándo se reproducen, cuantas ovas ponen, hábito alimenticio, en que parte del lago viven, etc.

Para el proyecto, las muestras biológicas fueron recolectados en cuatro campañas (3, 4, 11, 24, 25 de septiembre, 10 y 11 de octubre de 2020), proporcionados por tres pescadores en el Lago Poopó y dos pescadores en el Lago Uru Uru, el número de muestras fueron generalmente más de 100 unidades por lo que el error fue menor al 10% con una significancia de 5%.

Los datos biométricos se han realizado utilizando el ictiómetro de un tamaño de 80 cm, con divisiones de 1 cm y subdivisiones de 1 mm. Con el cual se midió la longitud total, longitud estándar y longitud a la horca, este último solo a las muestras de Pejerrey, puesto que las Orestias no presentan la horquilla. Se registraron al  $\frac{1}{2}$  cm más cercano, tal como lo describen (Saetersdal y Valdivia, 1964)<sup>7</sup>. Con respecto al peso de los especímenes, se usó una balanza de precisión con tres dígitos. También se usó para pesar las gónadas y el contenido estomacal.

Para determinar la frecuencia, se ha utilizado la Formula de Sturges<sup>8</sup> propuesto y demostrado por (Hyndman, 1995), quien indica que el número de clases a elegir al construir un histograma o frecuencias es a partir de número de muestras medidos.

---

<sup>7</sup> Valdivia, J. E., & Saetersdal, G. (1964). Un estudio del crecimiento, tamaño y reclutamiento de la anchoveta (*Engraulis ringens* J.): basado en datos de frecuencia de longitud.

<sup>8</sup> La regla de Sturges, propuesta por Herbert Sturges en 1926, es una regla práctica acerca del número de clases que deben considerar al elaborarse un histograma.

Los datos biométricos fueron procesados por el método de regresión logístico, que según (Train, 2009) y (Ucedo, 2013), indican que Logit es con diferencia el modelo de elección discreta más simple y de uso más extendido, así mismo se usó el modelo de Gompertz cuyos parámetros fueron calculados por el SPSS. En la Tabla 1, se resumen algunos parámetros biológicos determinados en las campañas de recolección de muestras de pescado.

**TABLA 1.** Parámetros biológicos en los dos lagos

<b>Criterio</b>	<b>Características</b>
a). - Factor de condición	<p><b>Pejerrey:</b> Tanto en el Lago Uru y Lago Poopó, el crecimiento tiene una tendencia isométrica (cercano <math>b=3</math>), pero, el valor del factor de condición está por debajo de condiciones normales comparadas con otros autores lo que puede decir que los peces se encuentran en condiciones de bajo bienestar.</p> <p><b>Orestias:</b> Tanto para <i>Orestias Agassi</i> y <i>Orestias luteus</i> los valores promedios de factor de condición se encuentran próximos al promedio. Pero son valores bajos al reportado por bibliografía.</p>
b). - Frecuencia de tallas	<p><b>Pejerrey:</b> Las tallas tienen un marcado sesgo a las tallas menores tanto en el Lago Uru Uru y Lago Poopó.</p> <p><b>Orestias:</b> Las tallas promedio y las tallas mínimas para ambas especies, se encuentra muy por debajo de las tallas reportadas por otros estudios, en poblaciones explotables (las <i>Orestias</i> solo encontraron en el Lago Poopó).</p>
c). - Grado de madurez	<p><b>Pejerrey</b> Mayor frecuencia de grado de madurez, fue de I a III para ambas especies. Para el macho en el Lago Uru Uru, alcanzó hasta grado IV, en todos los casos los grados de mayor madurez se reportaron con baja frecuencia.</p> <p><b>Orestias:</b> Mayor frecuencia de grado de madurez fue de II a III, menor frecuencia de grado con alta madurez.</p> <p>Para ambas especies, el sex ratio H/M alcanzó hasta 95%.</p>
d). - Índice gonadosomático	<p><b>Pejerrey</b> Mayor frecuencia de valores bajos de IGS.</p> <p><b>Orestias:</b> De la misma manera, mayor frecuencia de valores bajos de IGS.</p>
e). - Talla mínima de captura	<p><b>Pejerrey</b> Las tallas mínimas de capturas resultaron por debajo de las tallas reportadas en otros estudios.</p> <p><b>Orestias:</b> Las tallas mínimas de captura encontrados en esta evaluación, coinciden con los datos reportados en otros estudios.</p>
f). - Hábito alimenticio	<p><b>Pejerrey</b> El hábito alimenticio es de mosquitos y de plantas acuáticas. También están consumiendo a <i>Orestias</i> y al pejerrey mismo, aunque un porcentaje de peces.</p> <p><b>Orestias:</b> Mayor porcentaje de <i>Orestias</i> consumen mosquitos y copépodos (zooplancton). Preocupante es que aproximadamente el 20% de los peces consumen ovas.</p>

Basado en estos datos, el recurso pesquero se encuentra en una situación crítica, la población se encuentra con mayor frecuencia de talla menor al requerido para la

captura, además los peces se encuentran con bajo de factor de condición (flacos), están consumiendo plantas acuáticas, peces pequeños y ovas, lo que podría indicar que no existe niveles adecuados de profundidad adecuada como para permitir condiciones de vida acuática, entre otros factores críticos.

#### 4.2. Criterio de los pescadores

Paralelamente se realizaron talleres, de las cuales se tomaron vario criterios, que en la Tabla 2 se resumen.

**TABLA 2.** Criterios de los pescadores

No	Categoría	Antes	Actual
1	Profundidad del lago	Poopó: 5 a 6 m Uru Uru 4,5 m	Poopó: 40 a 60 cm Uru Uru 1,15 m
2	Tamaño de peces	Grandes, máximo encontrado 50 cm (pejerrey)	Todos pequeños
3	Cantidad de pesca	450 tn/año	Poco
4	Tipo de redes	Agalleras (para todos)	Agalleras (para todos)
5	Abertura de redes	22 mm (para pejerrey)	15, 16 y 17 mm para Pejerrey y <i>Orestias</i> .
6	Época de pesca		Enero, febrero y marzo
7	Época de veda		Septiembre a marzo
8	Reglamentos internos	Si	Si
9	Estrategia de manejo	Económico (explotación)	Subsistencia
10	Existencia de Carachi	Uru Uru: Si Poopó: Si	Uru Uru: No Poopó: Si
11	Investigación biología pesquera	No	No
12	Cursos de capacitación y difusión	No	No
13	Puertos definidos	Si	No
14	Carreteras a los puertos	No	No

En el último taller sobre los lineamientos para la gestión de recursos pesqueros, los pescadores sugirieron enfáticamente, que el primer objetivo sea la de resolver el problema de los caudales de agua para permitir la actividad biológica en los lagos y que a su vez permita la actividad pesquera como era antes. Y están de acuerdo con el modelo de los lineamientos, más investigación y participación interinstitucional.

Indicaron que antes había un proyecto de regulación y control hidráulico, en la altura de la Joya, sitio donde se bifurca el río Desaguadero en dos brazos, uno que va al

Lago Uru Uru y otro al Lago Poopó. También indicaron que algunas veces, los pesqueros manualmente encauzaron el río con soluciones transitorias.

Por su parte, justificaron, el uso de redes con abertura menor, a que el ventarrón hace que los peces salgas a las orillas y mueren innecesariamente, es mejor pescar, aunque con tamaño menor. Quizás, sea una alternativa construir defensivos naturales para evitar dichas pérdidas, además sería para controlar la contracción de las orillas.

#### 4.3. Vacío de información

Por su parte, se ha recogido información secundaria de bibliotecas, instituciones, gestores de referencias bibliográficas, etc., en la Tabla 3, se detalla la información recogida.

**TABLA 3.** Sistematización de información bibliográfica

Parámetros	Características
<b>Parámetros físicos</b> Área de los lagos Profundidad de los lagos	Hay bastante información y varios métodos de cálculo del área y profundidad de los dos lagos.
<b>Biología pesquera</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Frecuencia de tallas</li> <li>• Factor de condición</li> <li>• Variación de parámetros alométricos</li> <li>• Frecuencia y variación de grado de madurez</li> <li>• Talla media de madurez sexual</li> <li>• Edad y crecimiento</li> <li>• Taxonomía de peces</li> </ul>	No se encontró información sobre los datos biológicos pesquera en los dos lagos.  Estos son datos básicos para establecer cualquier manejo de recursos pesqueros.  La mayoría de las informaciones indican hay dos especies, pero, hay una bibliografía que indica la existencia de varias especies.
<b>Limnología:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parámetros fisicoquímicos</li> <li>• Bentos</li> <li>• Zooplancton</li> <li>• Fitoplancton</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se ha encontrado datos de zooplancton, organismos bentónicos, asimismo no se ha encontrado datos sobre las especies de algas, tampoco sobre el grado trófico (clorofila y nutrientes).</li> <li>• Con estos datos se podría saber sobre el hábito alimenticio.</li> <li>• Existe suficiente información sobre contaminación con metales pesados.</li> <li>• No se encontró investigaciones sobre grado trófico de los lagos.</li> </ul>
<b>Pesca y artes de pesca</b> Cantidad de producción por año Número de botes y redes Abertura de redes Número y tipo de botes Veda.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hay poca información.</li> <li>• Lo que hay, son datos estimados.</li> <li>• No hay datos de pesca por tipo redes.</li> <li>• No se encontró investigaciones que sustenten la declaración de épocas de veda y otras disposiciones.</li> </ul>
<b>Legales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existen suficientes normas.</li> <li>• Pero no se hay evidencia de los controles del cumplimiento de las normas.</li> <li>• Tampoco se ha encontrado reglamentos de manejo.</li> </ul>

De los datos de la Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 3, se puede concluir varios aspectos relativos a la situación del recurso pesquero y la gestión de la misma. Se podría decir que las condiciones de los recursos pesqueros son deplorables, el factor de condición es muy bajo lo que indica que los peces no tienen alimento para ganar peso, mayor frecuencia de peces con talla menor a la permitida para la captura, mayor frecuencia de menor grado de madurez (aunque se podría esperar otra condición en otros periodos). El hábito alimenticio es en su mayoría de mosquitos, y plantas acuáticas, y lo más importante, es que existe canibalismo, esto sucede cuando no se encuentra alimento. Por su parte, se están usando redes con abertura menor. Esto se debe sumar, un vacío de información sorprendente, no se puede construir ningún indicador para elaborar planes de manejo de recursos pesqueros. En la Tabla 4 se detalla las causas y los efectos encontrados del análisis anterior.

**TABLA 4.** Causas y efectos en la gestión de recursos pesqueros

<b>Parámetros</b>	<b>causas</b>	<b>Efecto</b>
<b>Físicos</b> Cantidad y calidad de agua	Los caudales de agua a los lagos son insuficientes.  Existe suficiente evidencia sobre flujos de agua de fuente minera.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Escasa profundidad y contracción de orillas.</li> <li>- Difícil de sostener la ecología de los peces, asimismo, de los otros organismos que podrían servir como alimento.</li> <li>- Efluentes de agua contaminada.</li> <li>- Exceso de sedimentación.</li> </ul>
<b>Biológicos</b>	Los parámetros biológicos se encuentran fuera de valores óptimos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A falta de datos no se puede tomar decisiones adecuadas para establecer estrategias de manejo de recursos pesqueros.</li> <li>- No hay sustento científico para decidir épocas de veda y otras medidas.</li> <li>- No se puede conocer el stock admisible de captura.</li> </ul>
<b>Artes de pesca</b> Número de pescadores, redes y botes Abertura de redes.	El número de pescadores, número de redes y número de botes relativamente son muchos.  Se están usando redes con aberturas menores y que no son selectivas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Existe sobrepesca, reducción drástica de cantidad de pesca.</li> <li>- La población del recurso pesquero es de talla menor.</li> </ul>
<b>Institucional</b>	Hay poco o nada de investigación realizadas por instituciones encargadas por norma. Las universidades hacen investigación de carácter académico disperso y poco relevante a la problemática. Existe poca coordinación intrainstitucional, incluyendo a los sectores pesqueros.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sin datos históricos y con poca coordinación interinstitucional, no se puede elaborar estrategias de recursos pesqueros.</li> </ul>
<b>Legales</b>	Existe la Ley de pesca, pero no hay reglamentación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No existen controles de cumplimiento de las disposiciones de pesca.</li> <li>- Se sigue la pesca sin control científico.</li> </ul>

El problema de los dos lagos, es un buen ejemplo de la tragedia de los comunes<sup>9</sup>, entre los años 85 a 92 aproximadamente, la producción fue excelente, la misma coincide con el periodo de las mejores condiciones hidrológicas, había bastante agua como para permitir una actividad biológica de todo tipo de organismos que sirven como alimento a los peces; se sumaron bastantes pescadores aumentaron las redes, y botes; probablemente, pensaban que el recurso pesquero era infinito, sin embargo, hubo una competencia para extraer los peces, resultando el agotamiento de los recursos, a eso se debe sumar la reducción del caudal de agua.

## **5. METODOLOGIA PARA LOS LINEAMIENTOS**

Según (Ramírez et al., 2016) y muchos autores, coinciden que la pesca es una actividad de relevancia económica y social en los ámbitos locales y regional, por su capacidad generadora de empleos y de producción de alimentos. El desarrollo de esta actividad requiere ser encauzado hacia esquemas de corresponsabilidad con los productores, evitando prácticas que atenten contra los recursos pesqueros.

Basado en el Código de la Conducta de Pesca Responsable, (FAO, 1995), (Ramírez et al., 2016), resume, que con el fin de fomentar la pesca sustentable a largo plazo, este instrumento de administración pesquera establece principios y normas de comportamiento para la implementación de prácticas responsables destinadas a garantizar la conservación, la ordenación y el desarrollo eficaces de los recursos acuáticos, respetando el ecosistema y la biodiversidad.

Pero, la situación del Lago Poopó y Uru Uru son complejos, los datos biológicos recolectados en la campaña de septiembre y octubre de 2020, son insuficientes, tampoco existe base de datos de periodos pasados. Asimismo, tampoco existe base de datos de artes de pesca. La situación empeora, cuando el recurso pesquero en estos lagos está relacionado con otros factores, como el volumen de agua que afecta directamente en el hábitat de los lagos para permitir una actividad de organismos vivos que a su vez afecta a la dinámica del recurso pesquero. Bajo esas circunstancias, elaborar un plan de manejo de recursos pesqueros es aún difícil. Por lo que, se debe

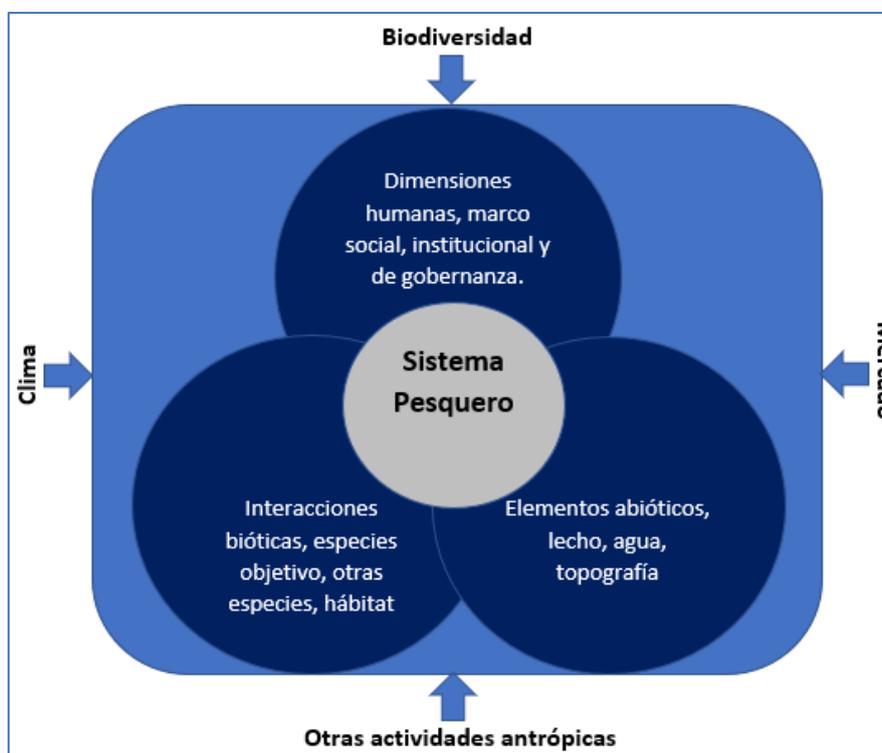
---

<sup>9</sup> Ensayo de Garrett Hardin "La tragedia de los comunes", publicado en la revista *Science* en 1968: describe una situación en la que los individuos, motivados solo por su interés personal, acaban sobreexplotando un recurso limitado que comparten con otros individuos.

pensar en otra metodología, que pueda relacionar varios aspectos de la misma cuenca, que forman un sistema ecológico y no solo en un parámetro, la captura.

Existen muchos modelos aplicados a la explotación de recursos renovables, por ejemplo: la actividad pesquera sobre el modelo logístico, la tasa de captura, el máximo rendimiento sostenible, tres niveles de esfuerzo, la ley de rendimientos marginales decrecientes, el modelo de producción generalizada de Pella y Tomlison, el modelo exponencial, la actividad pesquera sobre el modelo Beverton y Holt, etc.

Sin embargo, según (San Cristobal 2004, pg 92), la dificultad en determinar el grado de precisión de los modelos descritos anteriormente y los numerosos errores cometidos en la historia de la gestión de las pesquerías, han puesto en duda la validez de los mismos, propiciando en los últimos años, la aparición de un nuevo enfoque en la gestión de los recursos basado, tanto en una visión global de los ecosistemas.



**FIGURA 1.** Sistema pesquero y sus dimensiones

Es así, que para, (Defeo, 2015), los recursos pesqueros constituyen Sistemas Social-Ecológicos (SES) complejos cuyo manejo se dificulta por la complejidad inherente a cada subsistema y por las numerosas fuentes de incertidumbre que los afectan.

Además, continua Defeo, el desarrollo de esquemas de manejo sectorizados y enfocados en actividades y servicios particulares no ha sido del todo exitoso, generándose la disminución de los recursos y la aparición de conflictos entre distintas actividades extractivas. En la Figura 1 se explica el sistema pesquero, basado en SES.

Es por esta razón, que se propone la propuesta de lineamientos del manejo de los recursos pesqueros en los lagos Poopó y Uru Uru, basado en el enfoque ecosistémico (EEP). Este enfoque no contradice ni sustituye la ordenación pesquera convencional, sino que busca mejorar su aplicación y reforzar su pertinencia ecológica a fin de contribuir al desarrollo sostenible (FAO, 2010).

Éstas deben adoptarse a un nivel práctico y operacional para las poblaciones, el hábitat, las capturas incidentales, las especies protegidas, los ingresos y las aspiraciones sociales de los pescadores. En la Figura 2 se indica el procedimiento en etapas que deberá emplearse para facilitar la aplicación.



Fuente: (FAO, 2003)

**FIGURA 2.** Procedimiento general por etapas

En otras palabras, esta metodología, se basa en una continua revisión de los objetivos normativos, como también de los objetivos operacionales y los indicadores que se generan investigaciones continuas y sistemáticas.

Las diferencias en entre los dos enfoques, el tradicional y el enfoque ecosistémico, se detallan en la Tabla 5, además se explica un ejemplo aproximado a los lineamientos que se busca en este proyecto.

**TABLA 5.** Diferencias ente enfoque tradicional y enfoque ecosistémico

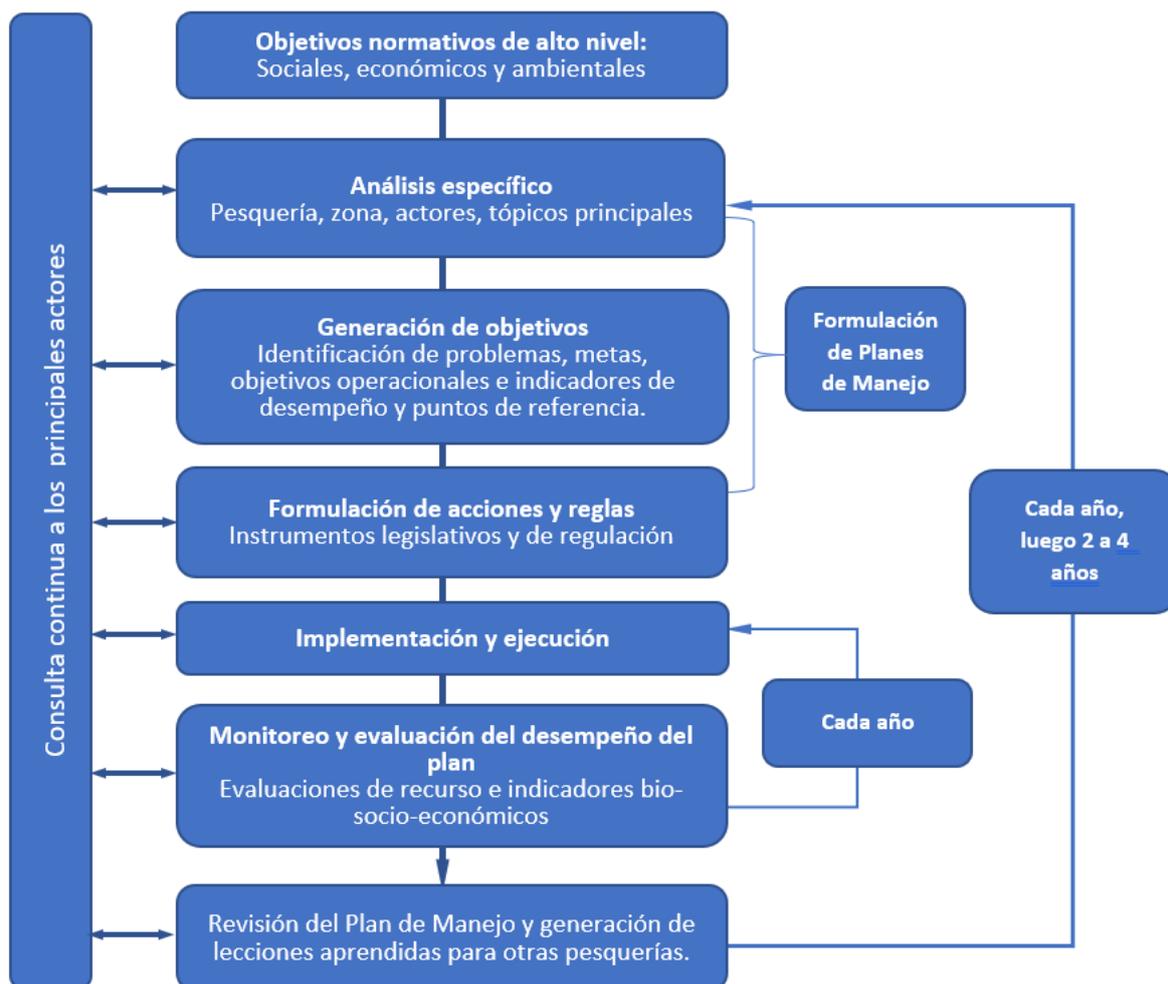
Enfoque tradicional	Enfoque ecosistémico	Propuesta
Especies individuales	Ecosistema	Parte de la cuenca: cauces de agua, red de caminos a los puertos, puertos, defensivos para a evitar contracción de la orilla.  Privilegiar las especies ícticas, aves, plantas acuáticas, organismos acuáticos y otros organismos.
Escala espacial definida y única	Múltiples escalas espaciales	Revisión de los planes cada año y en forma continua.  Aplicación en otras áreas pesqueras.
Perspectiva a corto plazo	Perspectiva de largo plazo.	Un plazo por lo menos de 20 años, con posibilidades de ampliación.  Generación de empleo de calidad para diferentes disciplinas científicas.
Manejo estático y divorciado de la investigación.	Manejo dinámico, adaptativo, con monitoreo y evaluación fundada en ciencia sólida.	Los reglamentos de manejo, deben ser basados en investigaciones científicas.  Las investigaciones en diferentes disciplinas con posibilidad e réplicas en otras áreas.
Manejo enfocado a materias primas básicas y esenciales	Producción sustentable de los servicios del ecosistema, incorporando al hombre y su diversidad cultural	Por ejemplo, determinar la capacidad admisible de captura para satisfacer los requerimientos de los pescadores y de la sociedad, basado en la limnología, biología y química de agua, toxicología y factores externos.

Fuente: Adaptación de (Defeo 2015, pg 8)

## 5.1. Elaboración de los lineamientos

### 5.1.1. Etapas del enfoque ecosistémico para el proyecto

En la Figura 4, basados en (FAO 2003, pg 57) y (Defeo 2015, pg 18), se detalla los pasos esenciales para adaptar al presente proyecto.



**FIGURA 3.** Etapas del enfoque ecosistémico para el proyecto.

### 5.1.2. Consideraciones para los lineamientos

Desde hace algunos años la gestión ambiental ha evolucionado desde el clásico enfoque de diagnóstico y gestión aislada de los recursos (agua, aire, suelos, biodiversidad, etc.) hasta los más modernos basados en la teoría de sistemas, que por ser integrales y holísticos, reconocen las interacciones y procesos que se generan entre los elementos del ecosistema (medio físico, biótico, social, económico y cultural) y permiten establecer relaciones de causalidad más apropiadas entre la problemática ambiental sus causas y la interdependencia de los elementos que lo constituyen. Reconociendo esta evolución y nuevas tendencias en la gestión ambiental, se propone adoptar como marco conceptual de soporte para la formulación de las políticas para el desarrollo sostenible, el enfoque ecosistémico (Andrade, 2004, pg 52).

Basado en estas consideraciones, en la Tabla 6 se explica con detalle los pasos para los lineamientos.

**TABLA 6.** Consideraciones para elaborar los lineamientos.

<b>Objetivos normativos de alto nivel:</b> Sociales, económicos y ambientales		Que el lago tenga condiciones ecológicas para propiciar producción de las especies ícticas en cantidades que satisfagan las necesidades de los pesqueros.
<b>Formulación de Planes de Manejo</b>	<b>Análisis específico</b> Pesquería, zona, actores, tópicos principales	La primera estrategia es de control de las diversas amenazas: volumen de agua, recuperación de una biomasa saludable.  De momento se debe controlar el volumen de agua para recuperar condiciones ecológicas, y que los peces tanto <i>Orestias</i> y Pejerrey tengan una biomasa de captura admisible, tanto en cantidad y en tamaño.
	<b>Generación de objetivos</b> Identificación de problemas, metas, objetivos operacionales e indicadores de desempeño y puntos de referencia.	<b>Problemas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Volumen de agua</li> <li>• Alta frecuencia de población con talla menor</li> <li>• No hay biomasa admisible para la captura</li> <li>• Falta de organismos para alimento</li> <li>• Alta presión de captura.</li> </ul> <b>Objetivos operacionales</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Declarar uso de redes con abertura mayor a 20 cm.</li> <li>• Realizar análisis de biología pesquera.</li> <li>• Realizar análisis de limnología.</li> <li>• Revisar la talla mínima de captura</li> <li>• Revisar uso de redes con abertura adecuada.</li> <li>• Levantar un nuevo censo de pescadores, redes y botes.</li> <li>• Paralelamente se debe generar propuestas de encauce de agua y fortalecer la laguna para evitar la contracción de orillas (muros de piedra, bloques, etc.).</li> </ul>
	<b>Formulación de acciones y reglas</b> Instrumentos legislativos y de regulación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe una Ley de Pesca</li> <li>• El IPD-PACU<sup>10</sup> tiene facultad y las condiciones de realizar las actividades de monitoreo de biología pesquera.</li> <li>• Dirección de Cuencas del MMAyA y de GADOR podrían generar proyectos de encauce de caudal de agua e infraestructura en los lagos (fortalecimiento de orillas, caminos a los puertos de cosecha).</li> <li>• SEDAG, podría hacer un nuevo censo de los pescadores y del número de redes, botes.</li> <li>• Otras direcciones podrían ayudar.</li> </ul>
<b>Implementación y ejecución</b>		El IPD-PACU en ejercicio de sus atribuciones ya podría levantar la información fisicoquímica, biológico, y datos de pesca. Redacción del plan general de manejo de recursos pesqueros.
Revisión del Plan de Manejo y generación de lecciones aprendidas para otras pesquerías		Cada año nuevamente revisar los datos biología pesquera y hacer una nueva decisión de manejo.

<sup>10</sup> La Institución Pública Desconcentrada de Pesca y Acuicultura (IPD-PACU) creada por Decreto Supremo No 1992 de fecha 12.03-2014.

### **5.1.3. Pilares de los lineamientos**

De acuerdo a la situación actual de los recursos pesqueros analizado anteriormente, se detecta tres pilares para los lineamientos:

**Primero:** El área de los lagos en especial las profundidades en gran medida son las causantes del deterioro del recurso pesquero, se debería visualizar el manejo de cuencas para dar solución al caudal del agua para permitir la dinámica biológica que es el factor importante para el recurso pesquero.

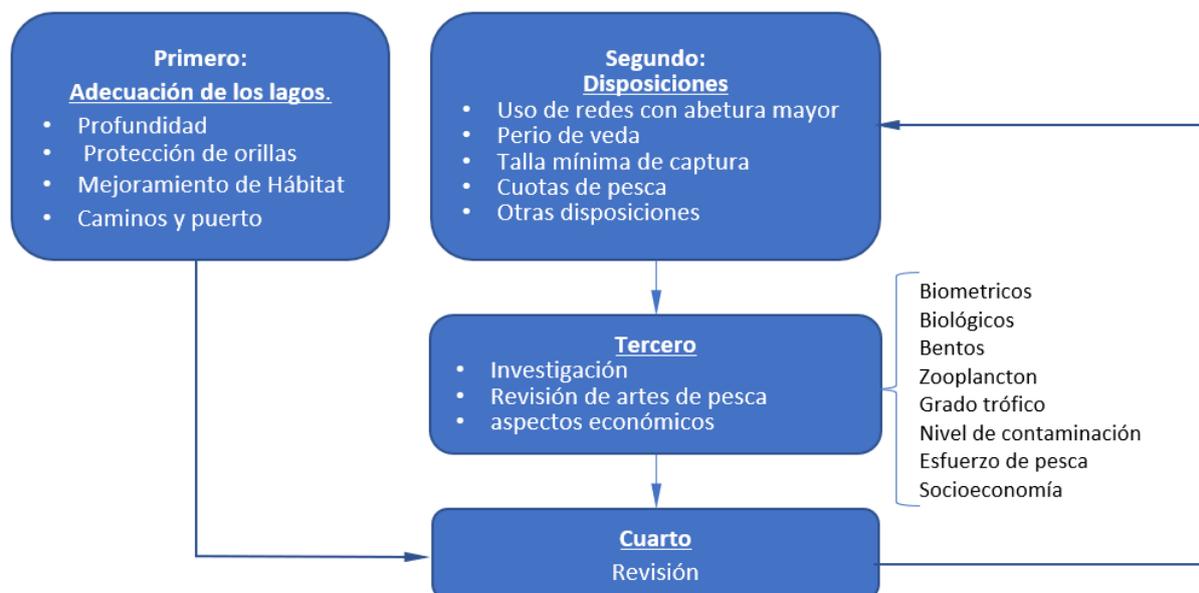
**Segundo:** Abertura de las redes, se ha detectado el uso de las redes con aberturas menores, 15 (mm), 16 (mm) y 17 (mm), se considera uno de los factores para la situación del recurso pesquero, por lo que se requiere un cambio del uso de redes con abertura mayor.

En (PRODUCE, 2010), se reporta a través de una Resolución Ministerial que establece las tallas mínimas de captura y los tamaños mínimos de malla de redes tipo cortina para las operaciones de extracción de recursos hidrobiológicos en la cuenca del Lago Titicaca, por lo tanto, sería la partida. Esta norma establece 48,6 (mm) para *Orestias luteus*, 39,1 (mm) para *Orestias agassii* y 42,3 (mm) para Pejerrey (estas son medidas de nudo a nudo). Para el Lago Poopó y Lago Uru Uru las medidas de la abertura de las redes son del lado de la abertura. Por lo tanto, las medidas que deben usar son; 24,3 (mm) para *Orestias luteus*, 19,55 (mm) para *Orestias agassii* y 21,15 (mm) para Pejerrey.

**Tercero:** Se evidencia un alto grado de vacío de información de investigaciones inherentes a la pesca y limnología. Esta etapa es la más importante, porque depende de los resultados el seguimiento del modelo, es decir, cada año se debe evaluar la condición de la biología pesquera, y comparar con datos del grado trófico del lago y otros datos inherentes, y revisar los objetivos, y hacer un nuevo plan de manejo para ese año.

Por lo tanto, no se puede generar lineamientos con objetivo único y de cumplimiento rápido, sino, de lineamientos de cumplimiento paulatino y continuo. Se puede comenzar con establecimiento de uso de redes con abertura mayor. Secundado con investigación de biología pesquera, cada año con estos datos se decide el establecimiento de otras medidas con reglamentos o normas.

La adecuación de los lagos es otra medida paralela, mejor si se aplica el primer periodo junto la aplicación de las disposiciones de uso de redes, sin embargo, puede ser en cualquier etapa del modelo. La Figura 5, muestra el modelo conceptual de los lineamientos para el manejo de los recursos pesqueros.



**FIGURA 4.** Modelo conceptual para la propuesta

## 5.2. Lineamientos

### 5.2.1. Lineamiento de adecuación de los lagos:

1. Para permitir una producción en cantidad y tamaño, se debe lograr una profundidad entre las cotas de 3687,5 y 3686,5 msnm, esta profundidad permite el nivel óptimo para activar la biología acuática<sup>11</sup>. (Aproximadamente, entre los años 1984 y 1992, el Lago Poopó presenta

<sup>11</sup> Plan Director Global Binacional de Protección - Prevención de Inundaciones y Aprovechamiento de los Recursos del Lago Titicaca, Río Desaguadero, Lago Poopó y Lago Salar de Coipasa. (Sistema TDPS). Comisión de las Comunidades Europeas. Enero de 1995. Mencionado en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Lago\\_Poop%C3%B3](https://es.wikipedia.org/wiki/Lago_Poop%C3%B3)

estas profundidades, periodo en la que se presenta la mejor producción de peces).

2. Adecuar las profundidades del Lago Uru Uru entre los niveles 3696,5 m y 3697,0 m, lo que corresponde a un caudal promedio de 4,40 m<sup>3</sup>/s<sup>12</sup> para permitir una normal de explotación de los recursos hidrobiológicos.
3. Permitir un hábitat de los lagos, con suministro de suficientes caudales de agua para lograr profundidades aproximadamente a las que tenían originalmente cuando la pesca era muy buena, esto puede estar relacionado con el manejo de cuencas y obtención de mayores caudales de agua.
4. Según los pescadores indican que cada año existe la contracción de las orillas, especialmente en el Lago Poopó, además, que el viento saca a los peces a la orilla con mortalidad innecesaria. Dependiendo de las normas legales, en partes permisibles, construir defensivos para que el agua no se disperse innecesariamente solo para conseguir profundidades de algunos centímetros. Logrando de esta manera, profundidades adecuadas. En el Lago Uru Uru también existe la contracción de las orillas. Considerando también que en las orillas planas la evaporación podría ser mayor.
5. Considerar el reúso de agua residual doméstica en la ciudad de Oruro, toda vez que esta ciudad consume aproximadamente 0,35 m<sup>3</sup> por segundo, haciendo un tratamiento adecuado especialmente por tecnología no convencionales, podría ser una alternativa.
6. Así mismo tratar las aguas de las actividades de la minería, que consumen aproximadamente 28 litros/día.
7. Otra alternativa urgente, es la optimización del uso de agua en todas las actividades, tal como se planteó en (Comisión de las Comunidades Europeas, 1995, pg 19) que los recursos hídricos disponibles son insuficientes para satisfacer las demandas de todos estos cuerpos de agua.

---

1. Plan director global binacional de protección - prevención de inundaciones y aprovechamiento de los recursos del lago titicaca, río desaguadero, lago poopó y lago salar de coipasa (SISTEMA T.D.P.S.) (Comisión de las Comunidades Europeas, 1995).

Como consecuencia será necesario proponer una política de optimización de los recursos que permitan minimizar los impactos.

8. Asimismo, podría ser una alternativa, la continuación del proyecto de las obras de bifurcación en La Joya, que permitirán manejar y distribuir los caudales entre los dos brazos del río Desaguadero, (Comisión de las Comunidades Europeas, 1995, pg 38).
9. Según los pescadores del Lago Poopó, han intentado algunos años de canalizar por su cuenta, por lo que sería otra alternativa, la de canalizar con tecnologías apropiadas el curso del agua hasta el lago sin perder por infiltraciones ni evaporaciones en los ríos.
10. Plan continuo de dragado de los ríos en los sectores apropiados.

### ***5.2.2. Lineamientos para las disposiciones de manejo***

1. Como inicio del modelo, proponer en consenso con los pescadores el uso de redes con abertura mayor a 20 cm (longitud del lado de la abertura). Respetando las otras medidas, como el periodo de veda, número de pescadores, número de redes y número de botes. Para el éxito del modelo debe haber un gran consenso con los pescadores, permitiendo subsidios, garantizar la venta de los peces grandes que se pescarán con redes de mayor abertura, en un precio que compense a la venta de los peces pequeños.

### ***5.2.3. Lineamientos para la investigación***

#### ***1. Investigación biología pesquera***

Como un programa principal del modelo, se debe realizar investigaciones continuas sobre biología pesquera, limnología y otros temas inherentes. El periodo de captura de datos mínimamente debe ser cada dos meses.

Utilizar redes de diferente abertura para pescar diferentes tamaños, en la Tabla 7 se detalla los parámetros, las actividades e indicadores.

**TABLA 7.** Investigación de biología pesquera

Parámetro	Actividad	Indicador
Relación Longitud – Peso.	Pesar los peces y medir la longitud estándar, a la horca y total, cuerpo.  Factor de condición y parámetros de alometría.	Determinar si los peces presentan bienestar.  Con los parámetros alométricos, estimar los periodos de ganancia de peso corporal o el grado de reproducción. Con estos datos se determina el periodo de veda.
Frecuencia de tallas	Seleccionar el rango de tallas y determinar las frecuencias de presencia de las tallas y graficar. Determinar poblaciones, o utilizar metodos informáticos.	Con esto se determinarán poblaciones de peces de diferente tamaño. Se determina parámetros de crecimiento. Se determina la tasa de captura admisible.
Composición sexual (sex-ratio)	Seleccionar el grado de madurez y por sexo, determinar las frecuencias.	Periodos de veda
Índice gónada somático	Par ambos sexos, determinar el IGS, y seleccionar para graficar las frecuencias con respecto al valor de IGS.	Con estos datos verificar la evolución de madurez con el tiempo.  Periodos de veda
Talla mínima de captura	Solo con datos de talla para peces con grado de madurez mayor a Grado III, seleccionar y determinar las frecuencias relativas y las frecuencias acumuladas, para el 50% de la población determinar la longitud media.	Por debajo de estas tallas no se debe pescar.
Edad	Estudiar por varios métodos la edad, construir la curva de crecimiento.	Con los parámetros se determina las poblaciones admisibles para la capturar y otros indicadores.
Contenido estomacal	Determinar el hábito alimenticio	Calidad de alimento.

## 2. Investigación limnológico

En la Tabla 8 se explica los parámetros de limnología que tienen relación con los recursos pesqueros.

Además, el estudio toxicológico desde los niveles de contaminación del agua de los afluentes y del agua de lagos con tóxicos en general especialmente de las especies de metales. Para lo cual se debería establecer laboratorios con equipos sofisticados, como, la serie de cromatografía para tóxicos orgánicos y de tanto de absorción y emisión atómica para especies de metales. Lo más importante, la organización

tomando en cuenta la gestión de control de calidad con enfoque de riesgo., para que no ocurra que el analista considera que el laboratorio de análisis es a menudo “colocar la muestra y disparar”, y esperar el resultado. En el manual (WHO, 2016), se define a la calidad de un laboratorio, como la exactitud, fiabilidad y puntualidad de los resultados analíticos notificados.

**TABLA 8.** Parámetros de limnología y toxicología

Parámetros	Actividades	Indicador
Fisicoquímico	1) Registrar parámetros ambientales. 2) Registrar perfil de temperaturas (cada 20 cm. Mejor con sensores tanto vertical y horizontal, cada 2 horas anual). 3) Registrar transparencia con disco Sechi. 4) Registrar penetración de luz con luxómetro. 5) Otros parámetros	Calidad
Químicos	6) Tomar muestras de agua con Bandor por profundidades (depende de cada sitio). 7) Filtrar las muestras de agua, guardar el filtrado en botellas de 100 ml. Guardar el papel filtro en papel estañado. Fijar DO por profundidades. Para N, P, COD y clorofila: guardar en botella de 2,5 litros: muestra de superficie, centro y fondo.	Calidad
	8) Terminar el análisis de DO	Calidad
	9) Analizar NH <sub>4</sub> , NO <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub> y PO <sub>4</sub> , NT y PT.	Grado trófico
	10) Analizar COD y DBO (soluble) y TOC.	Calidad
	11) Análisis de clorofila	Grado trófico
Biológico	12) Tomar muestras zooplancton con red Survey de columna, guardar en botellas pequeñas. 13) Tomar muestras de bentos con draga Ekman, guardar en botellas de boca ancha.	Biodiversidad
	14) Analizar el biovolumen de taxonomía de zooplancton. 15) Análisis taxonómico de bentos, secar y pesar. 16) ITP, índice planctónico.	Biodiversidad
	17) Detección de concentraciones de especies de tóxicos químicos de diversa índole, especialmente de especies de metales. 18) Estudios de bioconcentración, bioacumulación y biomagnificación. Además, estudios de la detección de tóxicos con capacidad de bioactivación.	Concentración Constantes de equilibrio.

### **3. Institución involucrada en la investigación**

- En la Ley N° 938 de 3 de mayo de 2017, LEY DE PESCA Y ACUICULTURA SUSTENTABLES, en su artículo 1), explica el Objeto de esta Ley, “La presente Ley tiene por objeto regular, fomentar, incentivar y administrar el aprovechamiento de los recursos pesqueros y acuícolas en el territorio nacional, con la finalidad del desarrollo integral y sustentable de la Pesca y

Acuicultura. Asimismo, en esta Ley N° 938, en el Artículo 8), confiere a la Institución Pública Desconcentrada de Pesca y Acuicultura (IPD-PACU) atribuciones de ser la ejecutora de programas y proyectos de desarrollo integral de Pesca y Acuicultura en el territorio nacional.

- Dentro sus funciones de IPD-PACU es apoyar la investigación, innovación y promoción de alternativas para la mejora de los sistemas de producción de la pesca y acuicultura en coordinación con el INIAF, SENASAG, Universidades y otras entidades públicas y privadas. Establecer un sistema de información, con bases de datos y registros del sector pesquero, en coordinación con instituciones públicas y privadas. Apoyar y fortalecer a las organizaciones sociales y productivas legalmente constituidas en el rubro de la pesca y acuicultura.
- Por lo tanto, para determinar estrategias de manejos sustentable de recursos pesqueros, se debe aprovechar las instalaciones y equipamiento del Centro Piscícola de Tiquina. Por ejemplo, los laboratorios de biología donde se encuentra un proyector universal para determinar estudios de edad de los peces a través de escamas, dispositivos para la evaluación cuantitativa de la madurez gonádica de los peces, microscopios, ictiómetros, balanzas analíticas, redes agalleras y otros que son pertinentes para estos estudios. Laboratorio de bromatología, para determinar el contenido de proteína, grasa y otros parámetros del contenido estomacal de las especies. Laboratorio de calidad de agua, para determina el grado trófico de los recursos acuáticos. Laboratorio de digestibilidad y otras facilidades.
- Investigación universitaria: d acuerdo a convenios con el IP-PACU y las entidades focales, las universidades realizan investigaciones, que al finalizar el proceso de graduación presentan un resumen es entregado a IPD-PACU para su difusión.
- Estadística e información pesquera: El IPD-PACU a través de diversos mecanismos es la encargada de sistematizar y difundir los resúmenes de las investigaciones y resultados.
- Asimismo, el IPD-PACU realiza seminarios, congresos, foros, etc., en coordinación con las entidades focales y otras organizaciones externas (nacional e internacional).

### 5.2.4. Lineamientos para la coordinación

1. Para el éxito del modelo, la coordinación debe ser bien elaborada, toda vez que uno de los temas más complejos de la economía política de las políticas públicas en América Latina tiene que ver con las dificultades de coordinación. Mientras muchas políticas pueden ser llevadas a cabo por un ministerio o agencia pública sin necesidad de coordinar con otros ministerios o agencias, en otros casos el éxito de las políticas depende de la cooperación y la coordinación. Y, desafortunadamente, en ocasiones este trabajo conjunto puede ser muy difícil de lograr<sup>13</sup>.
2. En ese sentido, en la Tabla 9 se describen a las entidades y funciones de manera tentativa.
3. Y, en la Figura 5, las relaciones entre instituciones y los subsistemas.

**TABLA 9.** Instituciones para la coordinación

Institución	Entidad	Funciones
GOBIERNO DEPTAL. AUTONOMO DE ORURO (GADOR)	<b>Secretaría departamental de desarrollo productivo e industria</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Servicio Departamental agropecuario</li> </ul> <b>Secretaría departamental de medio ambiente agua y madre tierra</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Servicio Departamental De Aguas y Cuencas y Riego</li> </ul> <b>Secretaría departamental de servicio social y seguridad alimentaria</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Servicio Departamental de Gestión social.</li> </ul> Secretaría departamental de planificación del desarrollo <ul style="list-style-type: none"> <li>Servicio de Fortalecimiento Municipal</li> </ul>	Normativas y apoyo en la investigación.
Ministerio de medio ambiente y Agua (MMAyA)	<b>Viceministerio de recursos hídricos y riego</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Dirección General de Cuencas y Recursos Hídricos</li> <li>Unidad de Gestión de Riesgos Hidrológicos, Proyectos y Temas Estratégicos.</li> <li>Unidad de planificación hídrica y Calidad de aguas</li> </ul> <b>Viceministerios de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios climáticos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Dirección General de Biodiversidad y Áreas Protegidas.</li> <li>Unidad de Gestión y Conservación Ecorregional del Altiplano, Valles y Chaco.</li> </ul>	<b>Líder en la organización</b> Normativo Apoyo en la investigación.
MINISTERIO DE DESARROLLO RURAL Y TIERRAS MDRyT	<b>IPD – PACU</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Centro Piscícola de Tiquina)</li> </ul>	<b>Líder en la investigación</b> Capacitación Sistema de estadística pesquera. Información y difusión (con libros revistas en impreso y página web)
FEDEPAO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asociación de pescadores de Lago Poopó y Uru Uru</li> </ul>	Apoyo en investigación
ALT	<ul style="list-style-type: none"> <li>Autoridad</li> </ul>	Intervención de acuerdo a sus competencias.

<sup>13</sup>Disponible en: <https://blogs.iadb.org/ideas-que-cuentan/es/3672/>



Fuente: Basado en (Irupé, 2019, pg 36)<sup>14</sup>

**FIGURA 5.** Modelo general para la coordinación

En la figura 5 se muestra un esquema representativo de la complejidad observada en pesquerías artesanales del Lago Poopó y Uru Uru, identificando cinco subsistemas que se identifican como: subsistema social (1), económico (2), ecológico-ambiental (3) y físico (4) que interactúan de manera indisoluble entre sí, a la vez que están influenciados por factores externos condicionantes. Precisamente por esta característica se debe elaborar una coordinación clara y contundente.

<sup>14</sup> Tesis para la obtención del Grado Académico de Doctora en Ciencias Biológicas  
 APLICACION DEL CONOCIMIENTO ECOLOGICO DE LOS PESCADORES Y SU CONTEXTO ECOSISTEMICO PARA LA  
 EVALUACION DE LA SOSTENIBILIDAD DE LAS PESQUERIAS ARTESANALES DEL RIO PARANA (ARGENTINA).

## 6. CONCLUSIONES

La concepción del enfoque ecosistémico podría ser todavía incomprendida y de difícil aplicación en las instituciones donde se nota las incompatibilidades en las agendas de las diferentes agencias gubernamentales (y otras instituciones, como ONG, universidades, etc.) y ausencia de estrategias para coordinar distintos tipos de uso en el ecosistema.

Por lo tanto, puede no ser aplicable todavía este enfoque con la rigurosidad que exige el modelo mismo, pero se debería iniciar con una aproximación a este enfoque, toda vez que las instituciones o grupos focales no son muchos y las funciones son complementarias, solo uno de ellos es el responsable de la investigación y de la elaboración de indicadores (IPD-PACU), las otras instituciones son las encargadas de generar las normas, además de organizar y captar los recursos económicos.

De esta manera que este problema tan grave sea resuelto desde ese punto de vista, no solo ver a los peces como un único factor, si no su relación con su hábitat tanto los recursos biológicos como el agua misma, tanto en cantidad y calidad.

Pero sería oportuno de iniciar con ese enfoque holístico: al resolver los problemas de la cuenca automáticamente afectará positivamente al lago, en ese momento se arranca con los estudios biológicos y hacer interpretaciones para generar continuamente las medidas pertinentes.

Pero, se debe hacer el esfuerzo para coordinar y cumplir con el principio de este enfoque, que es la reducción en la presión sobre los recursos pesqueros y hábitats, con beneficios en el manejo de recursos y conservación de la biodiversidad y su hábitat.

Muchos informes, ya lo han indicado, que el balance hídrico en la cuenca el Poopó, es crítico, entonces, el objetivo, es buscar métodos de optimización para todas las actividades, obviamente para la pesca.

Sin embargo, las mismas actividades, se puede realizar sin basarse en ese enfoque, pero, sería una política con muchas dificultades.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, Á. (2004). Lineamientos para la aplicación del enfoque ecosistémico a la Gestión Integral del Recurso Hídrico. In M. www. pnuma. or. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - PNUMA - Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Red de Formación Ambiental Boulevard de los Virreyes 155, Colonia Lomas de Virreyes 11000, México D.F. (Ed.), *Serie Manuales de Educación y Capacitación Ambiental- PNUMA* (Vol. 1, Issue 8).
- Blanco, J. A. (2018). Suitability of Totora (*Schoenoplectus californicus* (C.A. Mey.) Soják) for its use in constructed Wetlands in Areas Polluted with heavy metals. *Sustainability (Switzerland)*, 11(1). <https://doi.org/10.3390/su11010019>
- Canedo, C., Zolá, R. P., & Berndtsson, R. (2016). Role of hydrological studies for the development of the TDPS system. *Water (Switzerland)*, 8(4), 1–14. <https://doi.org/10.3390/w8040144>
- Chambi, L. J., Orsag, V., & Niura, A. (2012). Evaluación De La Presencia De Metales Pesados Y Arsénico En Suelos Agrícolas Y Cultivos En Tres Micro-Cuencas Del Municipio De Poopó. *Revista Boliviana de Química*, 29(1), 111–119.
- Cochrane, K. (2005). *La ordenación pesquera: Medidas de ordenación y su aplicación. Guía del administrador pesquero*. copyright@fao.org
- Comisión de las Comunidades Europeas. (1995). *Plan director global Binacional de protección - prevención e inundaciones y aprovechamiento de los recursos del Lago Titicaca, Río Desaguadero, Lago Poopó y Lago Salar de Coipasa (sistema TDPS). Convenio ALA/86/03 y ALA/87/23 - Perú Bolivia*.
- Defeo, O. (2015). Enfoque ecosistémico pesquero. Conceptos fundamentales y su aplicación en pesquería de pequeña escala en América Latina. In *FAO Documento Técnico de Pesca y Acuicultura* (Issue 592). FAO.
- FAO. (1995). Código de Conducta para la Pesca Responsable. *Food & Agriculture Organization*, 53. <http://www.fao.org/3/a-v9878s.pdf>
- FAO. (2003). La ordenación pesquera. El enfoque de ecosistemas en la pesca. In *La Ordenación Pesquera- El enfoque de ecosistemas en la pesca* (Vol. 4, Issue 2).
- Hyndman, R. J. (1995). *The problem with Sturges' rule for constructing histograms*. *July*, 1–2.
- Irupé, T. (2019). *APLICACION DEL CONOCIMIENTO ECOLOGICO DE LOS PESCADORES Y SU CONTEXTO ECOSISTEMICO PARA LA EVALUACION DE LA SOSTENIBILIDAD DE LAS PESQUERIAS ARTESANALES DEL RIO*

- PARANA (ARGENTINA) (Issue 1). Universidad Nacional del Litoral.
- LA PATRIA. (2016). *Minería consume similar o mayor cantidad de agua que Oruro en un día*. <https://impresa.lapatria.bo/?t=minera-a-consume-similar-o-mayor-cantidad-de-agua-que-oruro-en-un-da-a&nota=274717>
- Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. (1996). *Impacto de la Minería y el Procesamiento de Minerales en Cursos de Agua y Lagos*.
- Molina, C., Ibañez, C., & Gibon, F.-M. (2012). Proceso de biomagnificación de metales pesados en un lago hiperhalino (Poopó, Oruro, Bolivia): posible riesgo en la salud de consumidores. *Ecología En Bolivia*, 47(2), 99–118.
- Pieb.com.bo. (2021). *Millones de sólidos contaminantes se depositan a diario en el lago Poopó*. [https://www.pieb.com.bo/met\\_not.php?idn=3326](https://www.pieb.com.bo/met_not.php?idn=3326)
- PRODUCE. (2010, October). Establecen tallas mínimas de captura y tamaños mínimos de malla de redes tipo cortina para las operaciones de extracción de divenos recursos hidrobiológicos del la cuenca del Lago Titicaca. *Normas Legales*, 2.
- Ramírez, C., Martínez, R., & Romero, L. (2016). Estrategias para el manejo sustentable de los ecosistemas acuáticos: ordenamiento pesquero, piscicultura y acuaponía. *Natura.Indb*, 1(1), 409–428.
- Saetersdal y Valdivia. (1964). Estudio del crecimiento, tamaño y reclutamiento de la anchoveta peruana (*Engraulis ringens* J.). In *Bol. Inst. Recurs. Mar* (Vol. 1, Issue 4, pp. 85–136).
- San Cristobal, J. (2004). *Metodologías Para El Análisis Económico Del Sector Pesquero: Una Aplicación a Cantabria Tesis Doctoral*. Universidad De Cantabria Departamento De Ciencias Y Técnicas De La Navegación Y De La Construcción Naval.
- Train, K. E. (2009). *MÉTODOS DE ELECCIÓN DISCRETA CON SIMULACIÓN Logit 3.1 Probabilidades de elección*. <https://eml.berkeley.edu/books/choice2nd/C3.pdf>
- Ucedo, V. H. (2013). Comparación de los modelos logit y probit del análisis multinivel, en el estudio del rendimiento escolar. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, 143. <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/3703>
- WHO. (2016). Sistema de gestión de la calidad en el laboratorio: LQMS. *World Health Organization*, 1(1), 250. <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/252631/1/9789243548272-spa.pdf>

Zabaleta Cabrera, V. L. (1994). *Análisis Situacional de la Pesca en el Lago Poopó y la Incidencia de los Cambios Ambientales en las Comunidades Influenciadas* [Universidad Técnica de Oruro, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias.].  
<https://core.ac.uk/download/pdf/39856669.pdf>