

**BOFEDALES DE HUAYTIRE**

**Y ANEXOS**

*Diversidad, Adaptación y Perturbación*

---

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**

---

Dr. Javier Lozano Marreros  
**RECTOR**

Dra. Adriana M. Luque Ticona  
**VICERRECTORA ACADÉMICA**

Dr. Hugo Flores Aybar  
**VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN**

PABLO J. FRANCO LEÓN  
EDUARDO J. OYAGUE PASSUNI  
MARCO A. NAVARRO GUZMÁN  
JAVIER M. IGNACIO APAZA  
CESAR A. JOVE CHIPANA  
CESAR N. CÁCERES MUSAJA  
DARWIN FRANCO SULCA

# BOFEDALES DE HUAYTIRE Y ANEXOS

*Diversidad, Adaptación y Perturbación*

Tacna, noviembre de 2022



## Catalogación en Publicación - CIP

Franco León, Pablo Juan, 1963-  
*Bofedales de Huaytire y anexos: diversidad, adaptación y perturbación* / Pablo Franco León, Eduardo Oyague, Marco Navarro, Javier Ignacio, Cesar Jove, Cesar Cáceres, Darwin Franco.-- 1a ed.-- Tacna: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Fondo Editorial Universitario, 2022.  
184 p.; 21 cm

D.L. 202211882

ISBN

1. Biodiversidad 2. Humedal 3. Fauna 4. Flora 5. Tacna  
I. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann

### **Bofedales de Huaytire y anexos: diversidad, adaptación y perturbación**

#### **Autor:**

© Pablo Franco, Eduardo Oyague, Marco Navarro, Javier Ignacio, César Jove, César Cáceres, Darwin Franco

#### **Editado por:**

© 2022, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.  
Fondo Editorial Universitario Av. Miraflores s/n, Tacna - Perú  
foed@unjbg.edu.pe

Primera edición, noviembre 2022

Tiraje: 250 ejemplares

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 202211882

ISBN: 978-612-48959-3-7

**Versión digital disponible en:** <https://libros.unjbg.edu.pe>

**Revisión técnica:** El presente libro cumplió con el sistema de evaluación por pares (doble ciego)

**1° evaluador:** Richard Sabino Lazo Ramos.

**2° evaluador:** Hebert Hernán Soto González

**Jefe/Editor:** Efrén Eugenio Chaparro Montoya

**Coordinador editorial:** David Enrique Moisés Salamanca Tejada

**Cuidado de edición:** Luz María Isabel Huayta Enriquez

**Diseño de portada:** Imprenta Reynoso S.A.C.

**Diagramación de interiores:** Imprenta Reynoso S.A.C.

Se terminó de imprimir en noviembre de 2022 en:

Imprenta Reynoso S.A.C.

Av. Coronel Mendoza N° 1026 – Tacna, Tacna

Las opiniones expuestas en este libro son de exclusiva responsabilidad del autor y no necesariamente reflejan la posición de la editorial

Impreso en el Perú / Printed in Peru

# Contenido

<b>PRÓLOGO</b> .....	09
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	11
<b>CAPÍTULO I: Bofedales y métodos de estudio</b> .....	13
1.1 Generalidad de los bofedales .....	13
1.2 Consideraciones generales de la comunidad de Huaytire .....	17
1.3 Diversidad Biológica y criterios de conservación .....	37
1.4 Métodos de estudio de fauna y flora .....	44
<b>CAPÍTULO II: Flora y fauna de los bofedales de Huaytire</b> .....	51
2.1 Descripción de la biodiversidad de los bofedales de Huaytire .....	51
2.2 Fauna y flora presentes en el bofedal de Huaytire y alrededores .....	52
2.2.1 Fauna de los bofedales y alrededores .....	54
2.2.1.1 Aves .....	55
<i>Chroicocephalus serranus</i> .....	55
<i>Spatula puna</i> .....	57
<i>Anas flavirostris oxyptera</i> .....	58
<i>Lophonetta specularioides alticola</i> .....	60
<i>Fulica gigantea</i> .....	61
<i>Plegadis ridgwayi</i> .....	63
<i>Nycticorax nycticorax hoactli</i> .....	64
<i>Geranoaetus polyosoma polyosoma</i> .....	66
<i>Oressochen melanopterus</i> .....	67

<i>Diopsar speculifera speculifera</i> .....	69
<i>Lessonia oreas</i> .....	71
<i>Muscisaxicola griseus</i> .....	73
<i>Colaptes rupicola puna</i> .....	74
<i>Thinocorus orbignyianus ingae</i> .....	76
<i>Geospizopsis plebejus plebejus</i> .....	77
<i>Phoenicopterus chilensis</i> .....	78
<i>Zonotrichia capensis peruviensis</i> .....	79
<i>Falco sparverius peruvianus</i> .....	80
<i>Sicalis uropygialis uropygialis</i> .....	81
<i>Zenaida auriculata hypoleuca</i> .....	83
<i>Geospizopsis unicolor inca</i> .....	84
<i>Phrygilus atriceps</i> .....	85
2.2.1.2 Mamíferos .....	86
<i>Lagidium peruanum</i> .....	86
<i>Microcavia niata</i> .....	87
<i>Phyllotis xanthopygus</i> .....	88
<i>Vicugna pacos</i> .....	90
<i>Vicugna vicugna</i> .....	92
<i>Lama glama</i> .....	93
2.2.1.3 Anfibios y reptiles .....	95
<i>Telmatobius peruvianus</i> .....	95
<i>Rhinella spinulosa</i> .....	96
<i>Liolaemus annectens</i> .....	98
2.2.1.4 Peces .....	99
<i>Oncorhynchus mykiss</i> .....	99
<i>Salvelinus fontinalis</i> .....	100
<i>Orestias luteus</i> .....	102
<i>Orestias agassizii</i> .....	103
2.2.2 Flora de los bofedales .....	105
A. Vegetación hidrófila .....	105
<i>Oxychloe andina</i> .....	106

<i>Distichia muscoides</i> .....	107
<i>Calamagrostis ovata</i> .....	109
<i>Alchemilla diplophylla</i> .....	110
<i>Lilaeopsis macloviana</i> .....	111
<i>Werneria pygmaea</i> .....	112
<i>Hypochaeris taraxacoides</i> .....	114
<i>Gentiana sedifolia</i> .....	115
<i>Alchemilla pinnata</i> .....	117
<i>Nototriche azurella</i> .....	118

B. Vegetación terrestre .....	120
<i>Festuca orthophylla</i> .....	120
<i>Deyeuxia vicunarum</i> .....	122
<i>Parastrephia lepidophylla</i> .....	123
<i>Gomphrena meyeniana</i> .....	124
<i>Oreocereus leucotrichus</i> .....	126
<i>Azorella compacta</i> .....	127
<i>Pycnophyllum macropetalum</i> .....	129
<i>Tetraglochin cristatum</i> .....	130
<i>Adesmia spinosissima</i> .....	132

### **CAPÍTULO III: Caracterización ecológica de los bofedales de Huaytire** .....

3.1 Resiliencia, degradación, adaptabilidad y ciclos adaptativos de los bofedales de Huaytire .....	133
3.1.1 Cambio de estado de los ecosistemas: Puntos de inflexión .....	134
3.1.2 Explotación de aguas subterráneas y su implicancia en la desertificación .....	136
3.1.3 Cabecera de cuenca hidrográfica en zonas áridas y semi áridas e impactos por extracción de agua subterránea .....	139 154
3.1.4 Dinámica socioecológica de los bofedales de Candarave .....	156
3.1.5 Manejo adaptativo de los bofedales .....	160
3.1.6 Población y actividad humana en la zona de Huaytire .....	163

### **GLOSARIO** .....

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS** .....



## PRÓLOGO

Los bofedales son un tipo particular de ecosistemas, propios de zonas altoandinas. Estas formaciones vegetales crecen sobre suelos orgánicos saturados de agua, ya sea de forma continua o temporal durante un año. Se encuentran ubicados principalmente en depresiones o valles generalmente rodeados por laderas de cerros con pendientes topográficas de diferente tamaño. El término “bofedal” se usa en varios países de Sudamérica para identificar a un tipo de pradera natural muy peculiar por encima de los 4000 msnm. Son también llamados CANAPAS (campos naturales de pastoreo) en Bolivia y Perú. Se caracterizan por desarrollar un tipo de vegetación siempre verde, suculenta, con elevado potencial forrajero, producción continua y con un suelo permanentemente húmedo apto para el pastoreo principalmente de alpacas, llamas, guanacos y algunas veces ovinos.

Su importancia radica en que constituyen importantes fuentes de vida en la zona altoandina, cumplen funciones vitales como: almacenan eficientemente el agua en época lluviosa, originan, aportan y mantienen las cabeceras de cuenca con agua, son refugio y alimento de una gran biodiversidad y de su existencia dependen las economías campesinas, así mismo se constituyen como ecosistemas muy resilientes. Sin embargo, los impactos negativos generados por causas naturales y principalmente antrópicas han puesto en riesgo la estabilidad y futuro de estos sistemas hidromorficos, y con éstos, una gran diversidad biológica.

En la región Tacna los bofedales se desarrollan en zonas áridas dependiendo esencialmente de las precipitaciones y del afloro de aguas subterráneas, por lo tanto el recurso hídrico es fundamental para su conservación, sin embargo, el inadecuado uso de las aguas superficiales y la sobre explotación de aguas subterráneas, sin considerar, los balances hídricos necesarios son un problema latente, que han originado condiciones de desertificación en cabeceras de cuenca como lo ocurrido en la zona de Huaytire-Gentilar en la provincia de Candarave.

Dado que la extracción mundial del agua subterránea se ha triplicado en los últimos 50 años, los niveles han disminuido considerablemente en los principales acuíferos sobre todo en cabeceras de cuenca provocando así la reducción en el caudal de los arroyos, ríos y causando la degradación de bofedales, de modo tal que las viabilidades de la economía de las regiones andinas a largo plazo dependen de la explotación de los acuíferos subterráneos.

Los autores.

## INTRODUCCIÓN

En la zona de la comunidad de Huaytire y anexos, de la provincia de Candarave, de la región Tacna, la actividad antrópica utiliza las aguas subterráneas a través de la explotación de pozos. Asimismo, las tendencias de los factores climatológicos como la escasa precipitación y la elevada evapotranspiración han determinado que grandes áreas del bofedal Huaytire se vean afectadas al reducirse las zonas de pastoreo de las comunidades campesinas. Al parecer, la sobreexplotación de acuíferos no ha tenido en cuenta los volúmenes de agua necesarios para asegurar el mantenimiento de estos ecosistemas. Debido a esto, los bofedales se han secado, ocasionando que entren en un proceso de desertificación; lo que a su vez provoca la reducción de los hatos de camélidos y, también, un cambio en la actividad productiva de los comuneros del lugar.

El término “bofedal” es muy usado en Perú, Bolivia y Chile (ALT – PNUD. 2001). Se utiliza para identificar a un tipo de ecosistema especial. Estos países poseen tierras altas donde se encuentra una vegetación natural, siempre verde, suculenta, de elevado potencial forrajero y con suelo permanentemente húmedo, apto para el pastoreo, principalmente de alpacas. Estos ecosistemas son húmedos, con agua permanente, y son abastecidos por diferentes fuentes como manantiales, agua de deshielo, agua subterránea y lluvia. Están ubicados y distribuidos, en forma dispersa, en toda la cordillera de los andes, por encima de los 3,800 hasta los 4,800 metros de altitud. Se caracterizan por ser extremadamente productivos y muy útiles como campos de pastoreo. Ecológicamente, frente a la gran extensión de

vegetación xerofítica, cada vez más escasa, con tendencia a la desertización, los bofedales son oasis con vegetación siempre verde, que sirven de refugio apropiado para mantener una sobresaliente biodiversidad de flora y fauna. Estos ecosistemas son esenciales para el funcionamiento de las pequeñas cuencas hidrográficas andinas y proporcionan refugios temporales para aves migratorias, mamíferos, reptiles, peces y una alta diversidad florística que conforma la vegetación del bofedal (Caziani & Derlindati 1997). En la actualidad también se los valoriza como recarga de acuíferos; mitigación de inundaciones y erosiones; retención, transformación y remoción de sedimentos, nutrientes y contaminantes; reciclado de la materia orgánica y reservas de agua.

Los bofedales constituyen recursos muy importantes para la economía pastoril del Altiplano de la zona sur del Perú. Son componentes críticos de los sistemas de producción pastoril por su cualidad de proveer forraje durante todo el año. En zonas donde la precipitación pluvial es unimodal, con una época húmeda y una seca muy marcada, el forraje de otras fuentes solo está disponible, con la calidad suficiente, durante la época húmeda, siendo los bofedales, por tanto, la única fuente de forraje con calidad apropiada para la alimentación animal durante la época seca (Buttolph & Coppock, 2001).

## **CAPÍTULO I**

### **Bofedales y métodos de estudio**

#### **1.1 Generalidades de los bofedales**

La característica común de los bofedales en los andes peruanos es el desarrollo de especies de plantas del tipo almohadillada “arrosetada” que van formando capas orgánicas por acumulación, las cuales entran en estado de fermentación y no llegan a descomponerse totalmente por falta de oxígeno y por las bajas temperaturas presentes en la zona. Poseen una gran capacidad para almacenar carbono y agua; debido al drenaje limitado se encuentran permanentemente húmedas o inundadas. En la cordillera peruana los humedales andinos son lugares muy importantes para el desarrollo de comunidades de pastores (también llamadas como campos naturales de pastoreo: CANAPAS). Estos se han especializado y adaptado, tanto física como socialmente, a la práctica de la ganadería, teniendo como resultado un importante espacio para la vida y desarrollo de una riqueza cultural en los Andes. Los bofedales de alta montaña son escenarios frágiles, en general; se hallan muy amenazadas por la actividad antrópica, por factores como el cambio climático, la expansión de la frontera agrícola, el sobrepastoreo, el drenaje de las aguas, la minería, los embalses para riego o generación de energía hidroeléctrica, la construcción de carreteras, la extracción de vegetación (turba) y el uso recreativo inadecuado. Al igual que en otros ecosistemas importantes como los pastizales y los bosques de montaña, en los bofedales existen grandes conflictos e intereses de uso (Arévalo, 2005). La Hidrología de un bofedal se explica

teniendo en cuenta el agua del suelo que está, principalmente, en función de la precipitación anual. El aporte de agua proveniente de los glaciares es muy pobre, debido a que se encuentran en un serio proceso de retroceso, observándose algunos parches de ellos. Durante las temporadas de estiaje, el aporte más importante proviene de las lagunas, cursos de agua, depósitos superficiales, afloramientos subterráneos de agua y del aporte hídrico de las turberas.

Los bofedales se componen principalmente por flora y fauna acuática y componentes abióticos. La dinámica, producto de la interacción de ambos componentes, corresponde a la expresión dinámica de la estructura del bofedal, que ocurre por los cambios en los flujos de materia y energía (Ahumada et al, 2011). Los bofedales compuestos por cojines duros son formaciones típicas altoandinas que se distribuyen a lo largo de la cordillera de los Andes, en donde las especies dominantes se reemplazan en forma gradual desde el norte hacia el sur. Generalmente, los bofedales suelen formar coberturas bien compactas, densas y de forma abombada cuando presenta un adecuado aprovisionamiento de agua y con falta de oxígeno, generando una cubierta de turba masiva de varios metros de espesor (Ruthsatz, 2012).

La diversidad florística de los bofedales es peculiar; presentan tres tipos de vegetación dominante: (a) del tipo almohadillado como *Oxychloe*, *Distichia* y *Plantago*, que forman un tapiz compacto, como una alfombra, a lo largo de la superficie del suelo, (b) sin embargo, en superficies con mayor humedad y cantidad de carbono podemos encontrar *Ranunculus* y (c) puede también encontrarse especies del género Poaceae, como *Deyeuxia*, *Carex*, *Eleocharis*, entre otros; todas estas especies se entremezclan formando comunidades mixtas (Squeo et al., 2006). Según Alzérreca et al. (2001), la composición botánica de los bofedales consta de 59.5% de herbáceas, 12.3% de pseudo gramíneas, 16.4% de gramíneas y 11.7% de otras especies. La formación de los suelos está en

función a la vegetación, humedad, fisiografía y clima; se caracterizan por presentar influencia de agua acumulada en el perfil o por estar anegados; contienen alta concentración de materia orgánica, lo que hace que los suelos sean de tendencia ácida. Esta materia orgánica es acumulada a lo largo de los años debido al efecto de las bajas temperaturas en la cordillera; por lo tanto, su descomposición se torna lenta, a modo de un cadáver congelado que no se descompone. A estos suelos se les denomina como histosoles; sin embargo, también pueden formarse los molisoles, que son suelos minerales con abundante materia orgánica. Estos suelos se caracterizan por tener un drenaje externo lento y drenaje interno regular (Izurieta, 2005).

Las buenas condiciones de estos ecosistemas se basan en el enfoque tradicional de la condición de pastizales que considera, principalmente, la producción potencial del sitio, pero también añade importantes indicadores de procesos y funciones naturales. Estos indicadores de procesos ecológicos siguen siendo utilizados en el monitoreo de pastizales y en inventarios de gestión de tierras. Los indicadores son componentes de un sistema cuyas características (por ejemplo, presencia o ausencia, cantidad, distribución) se usan como índice de un atributo (Pellant, Shaver, Pyke & Herrick, 2000).

a. Indicadores de integridad biótica

- Desarrollo de biomasa aérea: Este parámetro revela la capacidad productiva del sitio y el grado en que éste es capaz de capturar energía, almacenarla y transferir nutrientes a las cadenas de pastoreo y descomposición, asegurando así una adecuada transferencia de nutrientes de la planta al sistema suelo.
- Presencia de mantillo: Es la cantidad de hojarasca y residuos vegetales en la superficie del suelo por

unidad de área; está relacionada positivamente con el nivel protección del suelo, la capacidad del sistema para sostener procesos claves como el ciclaje de nutrientes y brindar adecuada protección contra la erosión, permitiendo una mejor infiltración y regulación del abastecimiento del agua.

- Concentración de materia orgánica: La materia orgánica acumulada, en la forma de hojarasca, el color del suelo y la existencia de estructura son indicadores de la cantidad de materia orgánica presente y del potencial del sitio para proveer nutrientes al ecosistema, así como de brindar condiciones adecuadas para el desarrollo de la vegetación y el funcionamiento del sistema hidrológico.
- Cantidad de carbono: El carbono orgánico del suelo (COS) se relaciona con la sostenibilidad de los ecosistemas debido a su influencia sobre la agregación de las partículas del suelo, existiendo una relación directa entre el tamaño de los agregados y el contenido de COS, ya que mientras mayor es el contenido de COS lábil, mayor será el tamaño de los agregados. El COS, asociado a la materia orgánica, proporciona coloides de alta capacidad de intercambio catiónico que favorecen el incremento de la solubilidad de varios nutrientes al modificar la acidez y la alcalinidad hacia valores cercanos a la neutralidad (Martínez et al., 2008).

b. Indicadores de función hidrológica

- Calidad del agua: Se refiere al estado en el cual se encuentran indicadores claves como la temperatura, pH, contenido de sedimentos, y conductividad eléctrica; su nivel depende del estado del manejo, de la geología del área y de procesos externos como degradación, contaminación natural y artificial.

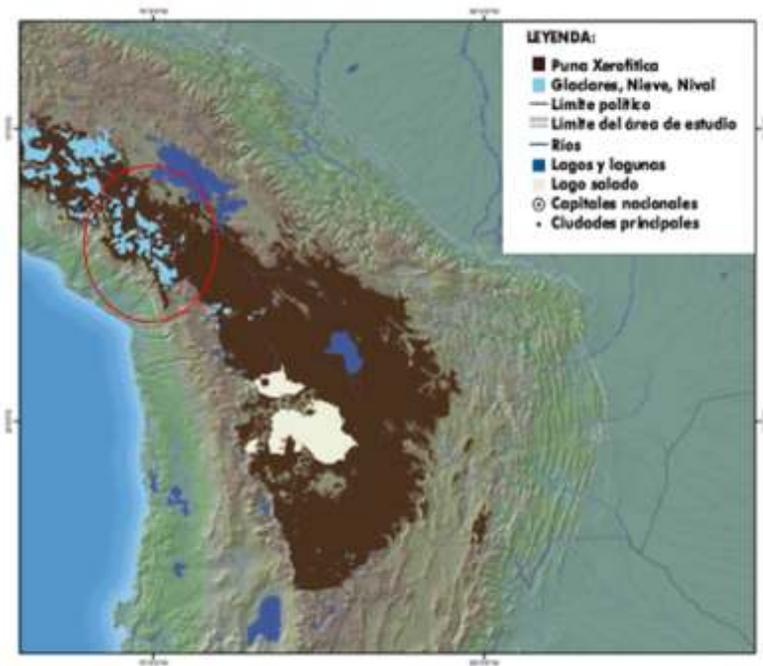
- Tasa de infiltración: Es una variable síntesis que refleja la capacidad del suelo para proveer agua a las raíces de las plantas, y en hidrología se define como la velocidad máxima con que el agua penetra en el suelo. Un suelo desagregado y permeable tendrá una capacidad de infiltración mayor que un suelo arcilloso y compacto.
- Densidad del suelo: Es el peso de las partículas sólidas del suelo, relacionado con el volumen que ocupan, sin tener en cuenta su organización. Se suele utilizar la densidad de un suelo como medida para estimar el nivel de compactación del mismo y muestrear su grado de deterioro. Una densidad baja, generalmente, equivale a más porosidad y mayores agregados del suelo. Un bofedal saludable tendrá una densidad baja, lo que corresponde a mayor estabilidad, menos compactación y, probablemente, mayor contenido de humedad que un suelo con una densidad mayor (Calvo, 2016).

## **1.2 Consideraciones generales de la comunidad de Huaytire**

### **1.2.1 Puna xerofítica**

La comunidad de Huaytire se ubica dentro de la región biogeográfica denominada: Puna xerofítica, de gran extensión. Se distribuye fundamentalmente en el centro-sur del oeste de Bolivia y en el noroeste de Argentina, y con extensiones menores en zonas adyacentes del suroeste de Perú y noreste de Chile. Ocupa un rango altitudinal muy amplio, que va desde unos 2,000 metros de altitud en los valles altos orientales o prepuna, hasta más de 6,000 metros de altitud en los altos nevados y volcanes de la cordillera andina

occidental. Incluye la gran meseta del Altiplano andino que, con una altitud promedio de 3,650 metros de altitud y situada en la zona más ancha de toda la cordillera de los Andes, constituye una de las mayores altiplanicies de la Tierra, similar a la de Tíbet en el Himalaya. Esta región comprende al complejo de bofedales con sistemas fluvio-glaciares y fluvio-lacustres, mayoritariamente macromineralizados, de cabeceras de cuencas endorreicas (ver Figura 1).



**Figura 1.** Región Biogeográfica de la Puna Xerofítica

Fuente: Martínez, et al., 2009

Desde el punto de vista geológico, y en el área cubierta por el presente estudio, la puna xerofítica incluye las siguientes unidades:

- \* La Cordillera Occidental se extiende a todo lo largo de la frontera entre Bolivia y Chile,

prolongándose hacia el norte en el suroeste de los Andes de Perú. Esta cordillera es casi totalmente volcánica, con extensos afloramientos de rocas volcánicas originadas en la era terciaria (mioceno-plioceno), en episodios volcánicos de tipo explosivo, con predominio de rocas ignimbríticas. Emergiendo de la alta superficie volcánica, constituida por estas ignimbritas, se elevan numerosos conos volcánicos (estratovolcanes) más recientes (pleistoceno-holoceno) que constituyen las principales cumbres y nevados de la Cordillera Occidental.

- \* En medio de ambas cordilleras se extiende la amplia meseta del altiplano correspondiente a una depresión intra-andina rellena por sedimentos de las eras terciaria y cuaternaria. En esta meseta predominan los sedimentos de origen fluviolacustre (limos, arcillas, evaporitas) y eólico (arenas) con afloramientos de pequeñas serranías dispersas, constituidas por areniscas y conglomerados de la era terciaria o más antiguos. En el altiplano se encuentran, además, lagos salados, vegas y bofedales, siendo los mayores de Sudamérica con importantes depósitos de sales de sodio, potasio, boro, arsénico y litio.

Al estar situada latitudinalmente en el área de influencia del cinturón de altas presiones subtropicales, el clima de la puna xerofítica es marcadamente estacional, con una época seca muy intensa, que se acentúa notablemente hacia el sur y hacia el oeste.

Predominan los bioclimas xéricos secos y semiáridos, presentándose bioclimas

pluviestacionales subhúmedos o localmente húmedos solo en las altas montañas del centronorte de esta provincia. Sin embargo, las altas cordilleras hacia el suroeste, en la zona de confluencia o frontera entre Bolivia, Chile y Perú, son excepcionalmente secas, con bioclimas xéricos hasta las cumbres. La vegetación de la puna xerofítica está notablemente diversificada, presentando varios ecosistemas restringidos a esta provincia. Entre ellos se destacan los grandes salares del altiplano, que son probablemente los ecosistemas salinos de alta montaña más extensos de la tierra, con flora endémica muy peculiar; y las altas cabeceras de valle o prepuna, con una flora xerofítica rica en elementos endémicos restringidos, principalmente en familias como cactáceas, leguminosas, zigoofiláceas y asteráceas. En conjunto, la flora de la puna xerofítica tiene numerosos elementos exclusivos de ella (Martínez, et al., 2009).

Las principales unidades de vegetación y sus combinaciones florísticas, características de las punas xerofíticas son:

- A. Pajonales subnivales de la puna xerofítica:  
*Deyeuxia crispera*, *D. deserticola*, *D. breviaristata*, *Poa gilgiana*, *Festuca orthophylla*, *Azorella compacta*, *Pycnophyllum molle*, *Senecio scorzoneraefolius*, *S. puchii*, *S. neeanus*, *Werneria aretioides*, *W. lycopodioides* y *Nototriche turritella*
- B. Bosques altoandinos de la puna xerofítica:  
*Pohlylepis tarapacana* y *Pohlylepis rugulosa*
- C. Matorrales altoandinos de la puna xerofítica:  
*Festuca orthophylla*, *Parastrephia lepidophylla*, *P. quadrangularis*, *P. lucida*, *Azorella compacta*, *Werneria aretioides*, *Deyeuxia crispera*, *Baccharis*

*incarum*, *Chersodoma jodopappa*, *Senecio graveolens*, *S. rosmarinus*, *Opuntia ignescens* y *Adesmia spinosissima*

- D. Herbazales anuales altoandinos de la puna xerofítica:  
*Tarasa tarapacana*, *Muhlenbergia peruviana*,  
*Munroa andina*, *M. decumbens*, *Montiopsis modesta*,  
*Chondrosomum simplex*, *Schkeubria multiflora*,  
*Tagetes multiflora*, *Gomphrena umbellata* y  
*Astragalus pusillus*
- E. Pajonales higrofiticos altoandinos de la puna xerofítica noroccidental:  
*Werneria weddellii*, *Deyeuxia curvula*, *Calamagrostis sp* y *Festuca humilior*
- F. Bofedales altoandinos de la puna xerofítica:  
*Puccinellia frigida*, *Oxychloe andina*, *Arenaria rivularis*, *Scirpus deserticola* y *Distichia muscoides*
- G. Vegetación acuática y palustre altoandina de la puna xerofítica:  
*Zannichellia andina*, *Lilaeopsis macloviana*,  
*Ranunculus uniflorus*, *Myriophyllum quitensis*,  
*Potamogeton filiformis* y *Elodea potamogeton*

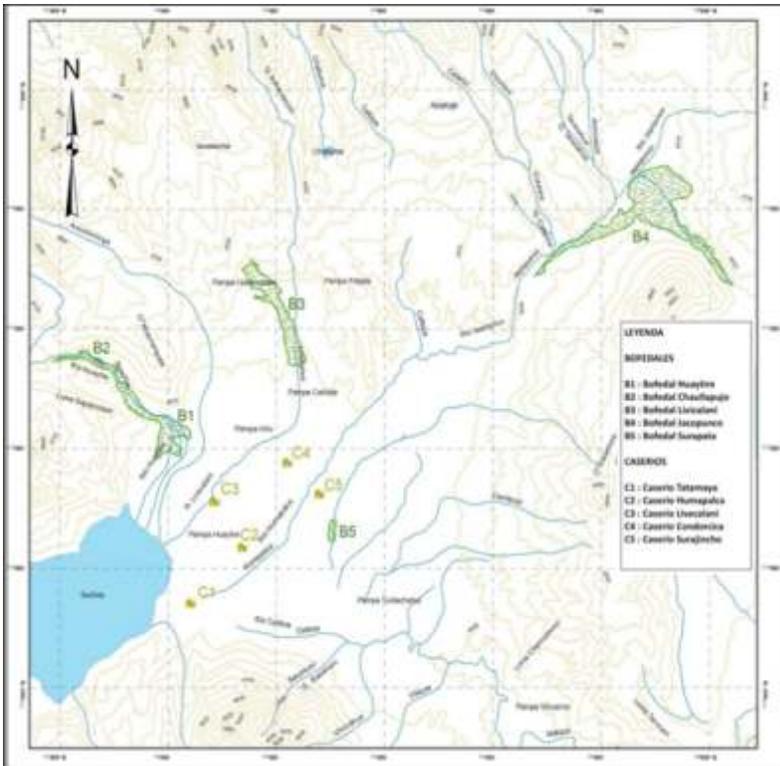
## 1.2.2 Caseríos de la comunidad de Huaytire

Actualmente, la comunidad de Huaytire se halla conformada por cinco caseríos, distribuidos dentro del área de estudio (Cuadro 1), donde se reconocieron cinco bofedales con características similares entre ellos. Geográficamente, están ubicados en la cuenca de Locumba, que pertenece a la provincia de Candarave, región de Tacna. En la Figura 2 se observa la ubicación de cada bofedal y de los caseríos que pertenecen a la comunidad campesina de Huaytire.

**Cuadro. 1.** Bofedales anejos que componen la comunidad de Huaytire

Caseríos (Bofedales)	Característica	Coordenadas		Altitud (m)
		E	N	
B1	Huaytire: bofedal con aguas claras y vegetación	353978	8132496	4,475
B2	Surapata: bofedal con pajonal con aguas turbias	358524	8130049	4,470
B3	Chauillapujo: bofedal con aguas claras con vegetación	352109	8134110	4,536
B4	Livicalani: bofedal con aguas claras con vegetación	356405	8136321	4,533
B5	Japopunco: bofedal con pajonal y aguas turbias	367953	8137638	4,575

Fuente: Elaboración propia



**Figura 2.** Ubicación de Bofedales y caseríos de la Comunidad de Huaytire

Fuente: Elaboración propia

## **1.2.3 Comportamiento social de la comunidad de Huaytire**

### **1.2.3.1 Dinámica poblacional**

Las familias de pastores que viven en la comunidad de Huaytire han creado, durante generaciones, formas de vida complejas que están estrechamente relacionadas a las condiciones severas del clima del medio. Por tratarse de un ecosistema frágil de pastos en puna húmeda, estos grupos humanos optaron por un asentamiento disperso y con baja presión demográfica humana y animal sobre los recursos naturales, logrando un uso sustentable de los mismos.

### **1.2.3.2 Migración**

La rutina de los pastores de puna es el desplazamiento permanente y estacional de su población. No obstante, el movimiento demográfico que en los últimos 30 años se viene produciendo en la zona bajo estudio tiene características diferentes. Es una migración masiva hacia la zona quechua y yungas, sobre todo, en busca de pastos o de alimentos que complementen su dieta. Sin embargo, en la zona que venimos estudiando, en los últimos 30 años, se ha producido un agudo proceso de migración hacia zonas urbanas de las regiones de Moquegua y Tacna. Esta migración tiene características particulares, porque las familias propietarias de las tierras con pastos y

bofedales se desplazan a los centros urbanos donde se asientan definitivamente, pero continúan manteniendo sus derechos. Por este motivo, uno de sus miembros vuelve temporalmente a la zona para controlar el ganado familiar dejado al cuidado de un pastor.

### **1.2.3.3 Sistemas de producción**

En el área de estudio, situada a 4,600 metros de altitud, la ganadería constituye en la actividad principal de los pastores de la puna alta. Al igual que sus antepasados, han encontrado respuestas adaptativas al medio geográfico mediante el conocimiento, manejo y uso especializado de los camélidos sudamericanos. También participan del comercio interzonal, en el cual los camélidos juegan un rol fundamental. Complementariamente, con el pastoreo realizan una amplia gama de actividades como el trabajo asalariado temporal.

### **1.2.3.4 El pastoreo**

Se trata de un pastoreo extensivo, con un promedio de 500 a 700 cabezas de ganado por estancia, dependiendo del área de pastos y bofedales que dispongan. El pastoreo es de camélidos: alpacas y llamas. La demanda por la fibra de alpaca y la desvalorización de la llama como animal de carga y transporte ha llevado a que, en los rebaños, las alpacas se conviertan en la

especie más importante. La fibra y la carne de los camélidos son los productos que, al ser trocados o comercializados, les permiten obtener productos agrícolas de los valles y productos manufacturados industrializados, así como para el pago de las pensiones de sus hijos, quienes estudian fuera de este ámbito.

Cada familia posee, en propiedad familiar, un rebaño de ganado compuesto de llamas y alpacas. Este rebaño se constituye en base al ganado tanto de aquel de propiedad de la familia propietaria de la tierra, como al de la familia de pastores sin tierra. En el interior del rebaño todavía hay una subdivisión de propiedad, pues cada miembro de la familia es dueño de un número determinado de animales. Todo el ganado está mezclado, pero cada uno de ellos tiene sus señales particulares de acuerdo al código de sus respectivos dueños, quienes los marcan en una ceremonia especial en el mes de diciembre.

En la actividad ganadera participa toda la familia y realizan las tareas que demanda esta actividad, aunque existe división del trabajo de acuerdo a la edad y sexo. Son los niños, adolescentes y ancianos quienes se ocupan, mayormente, del pastoreo en los campos. En la zona de Japopunco, en la actualidad, el pastoreo se realiza solo en las áreas correspondientes a cada estancia, lo que es posible por los bofedales que permanecen con pastos verdes durante todo el año.

La época donde se concentra la mayor actividad, y que demanda gran cantidad de mano de obra, corresponde al período de lluvias -diciembre a abril-, momento de la parición, apareamiento, esquila, curaciones, marcación del ganado y de las fiestas ceremoniales. En este período retornan las familias que viven en otros sitios o algunos de sus miembros que han migrado temporalmente.

Es el volumen del ganado y de las tareas a realizar las que imponen el retorno temporal de la población que ha migrado, pues las familias no utilizan mano de obra asalariada, solo cuentan con la que les brinda su familia y la reciprocidad de compadres y/o amigos o la de sus pastores, que realizan algunas de estas tareas en compensación al uso de los pastos. Este manejo permite a las familias vivir de la crianza de sus camélidos. Sin embargo, en la zona bajo estudio, no es tan minucioso como el de otras comunidades de pastores en Puno o Moquegua estudiadas por Flores 1977, Nachtingall 1966, Palacios 1977, etc. Posiblemente, la migración ha determinado cambios y nuevas adaptaciones. Sin embargo, es todavía un manejo efectivo del ganado y del medio, constituyendo como dice Guerrero, 1986 "una excelente respuesta adaptativa de los grupos humanos a este difícil medio geográfico".

### **1.2.3.5 Intercambio comercial**

Como vemos, la población puede subsistir en un medio tan agreste gracias al uso racional y especializado de los camélidos andinos: alpacas y llamas. Esta especialización en producción de fibra y carne se complementa con una red de intercambio comercial con agricultores de los valles cercanos de la vertiente occidental y oriental de los Andes y con comerciantes. Estos dos aspectos: especialización e intercambio comercial a base de los camélidos, constituyen la estructura de la economía en esta zona; sin embargo, esta estructura, debido a la migración de los jóvenes se va modificando.

Antes de que se construyeran las carreteras que unen a la zona con las ciudades de la costa o los valles o la transoceánica, los pastores viajaban con sus rebaños de llamas cargados de fibras, charqui, cuerdas, bolsas, frazadas hacia los valles de Tarata, Sama, Moquegua y Puno para trocar, vender o comprar, y así proveerse de productos agrícolas. Estos viajes duraban cerca de dos meses. En la actualidad, las carreteras que permiten la movilización a través de camiones han terminado con esa actividad.

Los pastores esquilan a la mitad de su ganado adulto en los meses de lluvia -que son más calurosos- y la otra mitad la conservan para el próximo año; esto lo

hacen como medida de prevención. La fibra esquilada la guardan en depósitos especiales y van comercializando, poco a poco, de acuerdo a sus requerimientos domésticos. Las ventas grandes se realizan durante agosto en las ferias de Santa Rosa y Mazo Cruz en Puno. Asimismo, la que se da en Candarave, Tacna a donde se desplazan tanto hombres como mujeres a comercializar la fibra de sus animales con los acopiadores de este producto para las grandes casas exportadoras, las que luego la comercializarán en el mercado internacional.

Durante el resto del año venden, en pequeñas cantidades, en ferias locales cercanas como la de Huaytire o a los comerciantes ambulantes que los visitan en sus estancias. Los precios fluctúan de acuerdo a la oferta y demanda del mercado internacional, llegando a costar la libra de fibra S/ 10 soles. Si tomamos en cuenta que cada alpaca, en dos años, produce de 3 a 4 libras, y ellos trasquilan un promedio de 50 alpacas anuales, tenemos que producen un promedio de 200 libras, obteniendo un ingreso anual, por familia, de 1,100 soles, equivalente a unos 300 dólares anuales.

La venta de carne, en forma de charqui o fresca, también es una forma de usar el ganado, aunque las familias se limitan a matar solo los animales viejos, machos o hembras estériles. Los mercados urbanos a los que se destinan esta carne prefieren la de animales tiernos, presionando de esta

manera al manejo tradicional que prioriza la producción de lana. Los alpaqueros suelen vender carne fresca de alpaca a 6 soles, y en los mercados de Tacna suele alcanzar un costo de 12 soles. En estos últimos años ha aparecido la modalidad de comercialización de los "camiones ferias". Son acopiadores que se movilizan con camionetas por toda la zona, visitan todos los fundos y compran en pequeñas cantidades de 15 a 20 libras de fibra a cada familia, además de carne fresca. Paralelamente, comercializan productos agrícolas y manufacturados que son adquiridos por las familias, las que ya no necesitan desplazarse hacia otras zonas (Guerrero, 1986).

## **1.2.4 Acceso y uso de los recursos naturales**

### **1.2.4.1 Acceso a la tierra**

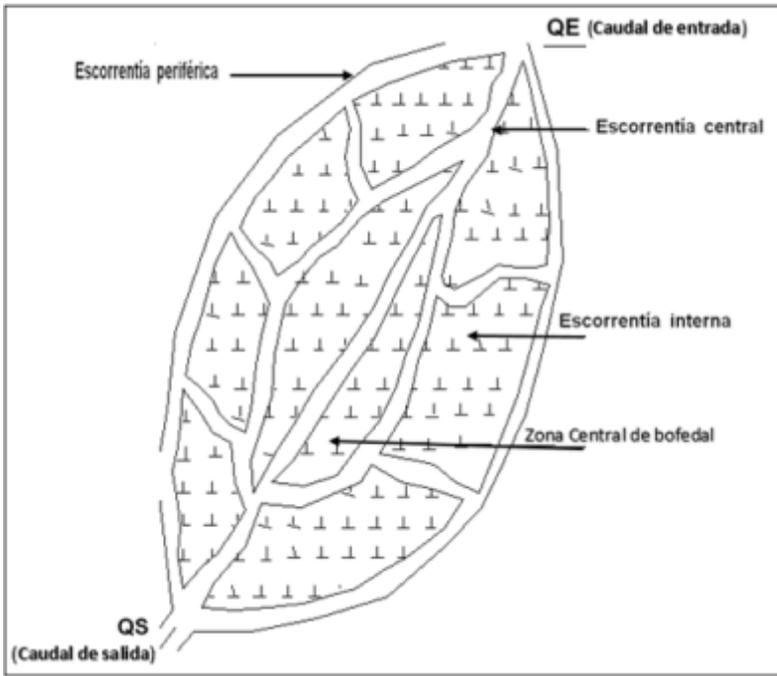
La propiedad y tenencia de la tierra varía en las zonas de estudio. En Japopunco, predomina la propiedad privada y la parcelación sobre la tierra. En el área de Huaytire la gestión de los recursos es aún comunal, pero con parcelación privada de pastos y bofedales. Las familias de pastores sin tierra que viven en esta zona acceden al uso de los pastos a través de la prestación de servicios a los dueños de la tierra. Estos contratan los servicios de un pastor para que les cuide sus rebaños; a cambio, les permiten que pasten su ganado en sus tierras. Ellos vienen dos veces al año a

controlar a los pastores, a contar y marcar las crías, y a realizar curaciones.

#### **1.2.4.2 Propiedad y uso del agua**

Otro recurso de suma importancia en la crianza de camélidos es el uso y manejo del agua, tanto superficial como subterránea, debido a que las alpacas necesitan de zonas húmedas para desarrollar una buena calidad de fibra. De ahí que los criadores realicen un manejo eficiente del agua de los manantiales para mantener adecuadamente los bofedales.

Los pastores utilizan los bofedales que existen en la zona gracias a las filtraciones y las aguas que, en forma permanente, fluyen de los manantiales. Usan el agua para mejorar o desarrollar bofedales; con técnicas rudimentarias de regadío van modificando el ambiente natural y creando pastizales húmedos artificiales. Estas técnicas consisten en abrir pequeñas zanjas (ver Figura 3), en forma de zigzag, en los terrenos con pastos naturales, vecinos a los manantiales o a otros bofedales, por donde derivan el agua para inundar pequeñas áreas a las que mantienen con agua corriente en forma permanente y abundante. Son aproximadamente entre cinco a seis años los que demora un alpaquero en ampliar una hectárea y formar vegetación pantanosa, siempre y cuando se dé un buen periodo de lluvia (Flores, 2002).



**Figura 3.** Sistemas de riego de Bofedales

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 3 se observa como el agua que brota permanentemente de los manantiales, principales y secundarios, es "tendida" por los pastores que ocupan o son propietarios de esa área, inundando los bofedales. Una vez cubierta el área de su propiedad, estos dejan que el agua que sobra siga corriendo e inundando los bofedales vecinos, y así sucesivamente, hasta donde alcance el agua. Indudablemente, los más favorecidos son aquellos terrenos y bofedales cercanos a las vertientes de agua. De algún modo, cuidan mucho que el caudal principal (QE: caudal de entrada) riegue toda el área, mediante escorrentías periféricas y centrales, y en la parte final controlan la salida de agua (QS), la que puede desembocar en algún río o en

otro bofedal. En el manejo del recurso hídrico no tienen una organización estable que regule su uso; las normas del uso de este recurso se rigen por el respeto a las costumbres establecidas. Los conflictos se presentan cuando el volumen de agua disminuye, a causa de otras actividades como la minería, y los de las áreas marginales dejan de recibir los volúmenes de agua necesarios para mantener sus bofedales.

### **1.2.4.3 El estado y los derechos de propiedad indígenas del agua**

En la zona altoandina de la provincia de Candarave, los pastores de camélidos, durante muchos años, han gestionado sus recursos naturales en forma autónoma y soberana. El acceso y uso de los mismos se ha regido a través de normas sancionadas por la costumbre. El Estado ha tenido poca o ninguna injerencia en ello. Con la reforma agraria de 1969, el Estado entra al área para reformar la tenencia de la tierra, pero solo algunas familias se vieron afectadas o beneficiadas por estas medidas.

Lo que sí afectó a los pastores fue la legislación de aguas de 1969, donde el Estado asume el control del recurso y establece la propiedad exclusiva del mismo sobre las aguas, tanto superficiales como subterráneas. Es al amparo de esta legislación, que en las décadas del 70 y 80, la empresa privada y organismos gubernamentales realizarán estudios sobre la potencialidad de los recursos hídricos

(aguas subterráneas y lagunas) en esta región, con el objeto de abastecer a las zonas mineras, industriales y urbanas costeñas. Esto marca el inicio de la pérdida del control sobre el vital elemento por parte de los pastores (Galván & Escobedo, 2003).

El Decreto Ley N° 17752, al modificar la propiedad del agua, permitirá que aquellos proyectos y empresas que son autorizadas para explotar las fuentes de agua accedan a la posesión del recurso a cambio del pago de un canon anual al estado. Estas al construir los complicados sistemas hidráulicos para derivar el agua de las lagunas o extraer las aguas subterráneas, han ido recreando derechos sobre el agua, lo que les permite su manejo y uso, al margen de los derechos de uso idiosincrásicos de las comunidades, pues no se especifican ni definen los derechos de posesión y uso de los actores que entran a compartir el recurso hídrico en las punas altas.

Como vemos, en esta área altoandina del sur del Perú se vienen dando nuevas formas de manejo de los recursos naturales existentes en ella. Han surgido nuevas estructuras de propiedad, posesión y uso de los recursos, sobre todo del agua. Es decir, son nuevas relaciones, no sólo de los grupos humanos y el recurso hídrico, sino, fundamentalmente, entre los pastores que tradicionalmente lo gestionaron y los dueños de las empresas mineras y los proyectos estatales que entran a explotarlo.

En las nuevas relaciones creadas los pastores pasan a ser subordinados respecto a sus derechos sobre los recursos hídricos. Los nuevos usuarios del agua entran a estas zonas a apropiarse del vital elemento sin respetar o tomar en cuenta la institucionalidad existente en estos espacios. No piden autorización ni informan sobre las características y alcances del proyecto, y más aún, no contemplan acciones que beneficien a estas regiones para mitigar los efectos negativos que pudieran causar (Galván & Escobedo, 2003).

#### **1.2.4.4 La comunidad de Huaytire y la minería**

La comunidad de Huaytire, ubicada en la provincia de Candarave de la región Tacna, sufre presión antropogénica ocasionada por la empresa Southern Perú, que viene utilizando la laguna Suche y las aguas subterráneas a través de la explotación de pozos. El propósito es de abastecer de agua potable a sus campamentos de Toquepala y Cuajone, como también a otras actividades mineras.

La empresa minera, por permiso estatal, entra a manejar las principales fuentes del recurso hídrico de la comunidad sin considerar los volúmenes de agua necesarios para asegurar el mantenimiento de los bofedales. Debido a esto, los manantiales se han secado, ocasionando que los bofedales de la comunidad de Huaytire entren en un progresivo e irreversible proceso de desertificación, lo que a su vez provoca la

reducción de sus hatos de ganado. Esta actividad, durante más de 30 años, asociada a efectos del cambio climático, impactó a estos bofedales, llevando a que muchas hectáreas se vean afectadas tal como se observa en las Figuras 4 y 5.

Cuando la comunidad de Huaytire, responsable de la laguna Suche, vio afectada su actividad ganadera recurrió a su capacidad organizativa y sus miembros crearon una empresa comunal pesquera de truchas, con el objeto de mejorar su actividad económica. Esta nueva forma de manejo del medio garantizaba la permanencia de los pastores en la zona.

Los comuneros de Huaytire, para iniciar esta actividad, juntaron un capital con los aportes de las familias. El dinero entregado le dio derecho a un número determinado de acciones, las que, en poder de cada familia, han quedado fijas, a pesar de los reclamos. Un grupo de comuneros posee la mayor parte de acciones y conducen la empresa comunal. El capital les permitió adquirir alevinos de trucha en Juliaca, los que siembran en la laguna y en ciertos períodos salen a pescar con redes. La producción obtenida es vendida en Puno a comerciantes bolivianos. La ganancia es repartida proporcionalmente a los aportes individuales hechos por los comuneros. De esta ganancia, nuevamente, se hacen aportes de reinversión. Esta actividad les permitió lograr, de algún modo, mejorar sus ingresos (Galván & Escobedo, 2003).



**Figura 4.** Bofedal Huaytire antes de la actividad minera (1985)

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 5.** Bofedal Huaytire impactado por la actividad minera (2016)

Fuente: Elaboración propia.

En la actualidad, ellos plantean ampliar la empresa dotándola de una infraestructura adecuada. Además, sienten la necesidad de capacitarse técnicamente en la crianza de truchas y manejo empresarial. También, planean diversificar sus actividades, promoviendo el turismo en la región. Estos cambios en las comunidades se relacionan, también, con la construcción de la carretera transoceánica, que les ha permitido el acceso a centros urbanos de importancia, donde han colocado con rapidez su producción. Sin embargo, a los proyectos comunales de ampliación de uso de la laguna, se opone la empresa minera, aduciendo la contaminación de sus aguas. Como vemos, la empresa no solo se ha apropiado de las aguas subterráneas, sino también de la laguna, la cual es gestionada de acuerdo a sus intereses sin compartir su manejo y uso con los dueños originarios de la misma. La empresa minera no dialoga con los comuneros, no los recibe ni contestan sus memoriales. Sus argumentos son que "ellos pagan un canon al Estado" y que los reclamos de los comuneros deben hacerse con éste. La contradicción con la empresa se agudiza en tanto el Estado no les preste atención.

### **1.3 Diversidad Biológica y criterios de conservación**

#### **1.3.1. Biodiversidad**

El término de Diversidad Biológica hace referencia a la variedad de recursos biológicos del mundo, es decir, al conjunto de todas las especies del planeta. Hace referencia a todas las variedades: como la diversidad de ecosistemas, la diversidad genética y

la diversidad de especies. Esta enorme heterogeneidad biológica o riqueza actual de la vida de la Tierra se ha logrado a través de millones de años de evolución histórica. Otra razón de la actual variedad de vida en nuestro planeta es la gran cantidad de ambientes y condiciones ambientales diferentes. La biodiversidad es el resultado del proceso evolutivo que se manifiesta en la existencia de diferentes modos de ser para la vida.

En este sentido, la mutación y la selección determinan las características y la cantidad de diversidad que existen en un lugar y momento dados: diferencias a nivel genético, diferencias en las repuestas morfológicas, fisiológicas y etológicas de los fenotipos, diferencias en las formas de desarrollo, en la demografía y en las historias de vida. La Diversidad Biológica abarca toda la escala de organización de los seres vivos (Rincón, Toro & Burgos, 2009).

Para la mayoría de las personas, el valor de la biodiversidad se basa en los beneficios que obtenemos de las especies de seres vivos (medicamentos, ropa, alimentos.), pero no solo por los materiales que producen, sino porque de su existencia dependen algunas actividades humanas como el turismo y la agricultura. Aunque este valor económico de la biodiversidad hay que tenerlo en cuenta, no es el más importante. Desde un punto de vista ecológico, la biodiversidad de ecosistemas es posible distinguirla en aquellas relaciones que se dan constantemente entre los diferentes organismos que habitan en un determinado ecosistema. Dada la complejidad de este tipo de biodiversidad, los científicos distinguen, a su vez, tres tipos de diversidad dentro de la biodiversidad de ecosistemas (Halffter, Moreno & Pineda, 2001):

- \* **Diversidad Alfa:** Hace referencia a la biodiversidad que existe dentro de un área determinada, definida por una comunidad o ecosistema, en el que se conoce la riqueza (número) de especies, o bien, los diferentes grupos de organismos que en él habitan (reconociéndolos según la familia o género taxonómico al que pertenecen).
- \* **Diversidad Beta:** Es la encargada de mostrar las relaciones ecológicas que existen entre la diversidad de especies de un ecosistema y otro, o bien, de un mismo ecosistema frente a diferentes gradientes ambientales. Permite conocer de forma cuantitativa el número de especies en aquellos ecosistemas susceptibles a cambios ambientales.
- \* **Diversidad Gamma:** Este último tipo de biodiversidad de ecosistemas se enfoca en describir la riqueza total de especies que podemos encontrar a gran escala, es decir, en la agrupación de varios ecosistemas.

### **1.3.2. Importancia de la biodiversidad**

La diversidad biológica o biodiversidad es el fundamento de nuestra vida cotidiana y es esencial para el desarrollo de países como Perú. La supervivencia del ser humano y de otras especies depende de la biodiversidad (DNP, 2004), ya que es fuente de muchos bienes y servicios que nos mantienen y que garantizan nuestro desarrollo y bienestar económico y social (Cuadro 2: Servicios ecosistémicos).

En términos generales, la biodiversidad es lo siguiente:

- Una fuente de bienes cosechables, incluyendo alimentos, medicinas y materiales de construcción.
- Esencial para la regulación de los procesos naturales y de los sistemas que dan soporte a la vida en la tierra, por ejemplo, la captura de carbono, la formación de suelos y la purificación de agua.
- Esencial para la polinización de cultivos comerciales y para el control biológico de plagas y enfermedades.
- Una fuente de enriquecimiento espiritual, religioso y de bienestar.
- La base de la evolución y adaptación para ambientes cambiantes, haciéndose indispensable para la subsistencia de la vida.

## Cuadro 2. Servicios ecosistémicos de la Biodiversidad

La Evaluación de Ecosistemas del Milenio define los servicios ecosistémicos como los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas. Estos beneficios incluyen prestaciones de suministro, regulación y servicios culturales, todos los cuales afectan directamente a las personas, además de los servicios de base necesarios para mantener los demás servicios (WRI, 2003). Tipos de servicios:

- \* **Servicios de suministro:** productos que se obtienen de los ecosistemas, entre estos están los recursos genéticos, los alimentos, fibras y el agua dulce (WRI, 2003).
- \* **Servicios de regulación:** beneficios relacionados con la regulación de los procesos de los ecosistemas tales como la regulación del clima, del agua y de ciertas enfermedades que afectan al ser humano, procesos de control biológico, captura de carbono, polinización de cultivos, etc.
- \* **Servicios culturales:** beneficios inmateriales que las personas obtienen de los ecosistemas a través del enriquecimiento espiritual, el desarrollo cognitivo, la reflexión, el recreo y las experiencias estéticas entre las que se encuentran los sistemas de conocimiento [populares], las relaciones sociales y los valores estéticos.
- \* **Servicios esenciales o de base:** servicios de los ecosistemas que son necesarios para la producción de todos los demás servicios de los

ecosistemas. Algunos ejemplos son la producción de biomasa, la producción de oxígeno, la formación y retención del suelo, el ciclo de los nutrientes, el ciclo del agua y la provisión de hábitat.

Los cambios que experimentan estos servicios afectan el bienestar humano a través de los impactos en la seguridad, las necesidades materiales básicas para el buen vivir, la salud y las relaciones sociales y culturales (WRI, 2003). El actual proceso de toma de decisiones generalmente pasa por alto o subestima el valor de los servicios que prestan los ecosistemas. La toma de decisiones relativa a los ecosistemas y sus servicios puede constituir un desafío particularmente complejo, dado que las diferentes disciplinas, perspectivas filosóficas y escuelas de pensamiento evalúan el valor de los ecosistemas de manera diferente. Un paradigma de 'valor', conocido como el concepto utilitario (antropocéntrico), se basa en el principio de satisfacción de las preferencias de los seres humanos (bienestar). En este caso, los ecosistemas y los servicios que estos proveen tienen valor para las sociedades

Fuente: Rincón, Toro y Burgos, 2009.

### **1.3.3 Criterios básicos de planificación para la conservación de la biodiversidad**

Los proyectos de conservación de la biodiversidad, además de estar bien planificados, deben responder a unos criterios de calidad final, a fin de evitar que lleguen a resultados inviables o ineficientes. Independientemente de la forma que tome la planificación, sea un plan de conservación o sea parte de un plan de gestión, las acciones de conservación que se desarrollan en los espacios protegidos deberían obedecer a unos criterios de carácter general que establezcan un marco de referencia común que pueda orientar la definición de prioridades y líneas preferentes de actuación (EUROPACR, 2012).

Se propone aquí un conjunto de criterios básicos para la conservación derivados de la evidencia científica y de la experiencia en la aplicación práctica, aplicables de forma general a cualquier proyecto de conservación:

1. Las acciones de conservación deben estar planificadas, es decir, obedecer a unos objetivos explícitos y a las necesidades de conservación que se desprendan de un diagnóstico, y contar con sistemas de evaluación de su eficacia. Para conseguirlo, en el diseño y ejecución de acciones de conservación se seguirán los principios del Estándar de Calidad para Acciones de Conservación en espacios protegidos.

2. Los ecosistemas son dinámicos y el cambio es inevitable, por lo que son necesarias una planificación y una gestión adaptable (adaptativa) que permitan rediseñar los planes o acciones de conservación a medida que se desarrollan.

3. Se dará preferencia a los criterios de reversibilidad y mínima intervención, actuando solo sobre objetos de conservación con estado de conservación desfavorable o que precisen de la intervención para mantenerse un estado de conservación favorable.

4. Las acciones de gestión de ecosistemas deberán garantizar el mantenimiento o en su caso la restauración de su integridad y resiliencia, para asegurar el mantenimiento de los servicios ambientales que proporcionan y la capacidad de adaptación al cambio global.

5. La gestión para la conservación debe ir enfocada preferentemente a mantener o restaurar los procesos clave del ecosistema (ciclo hidrológico, conservación de suelos y ciclos de nutrientes, cadenas tróficas, hábitats, biodiversidad, especies clave) más que a elementos (especies) singulares.

6. Se valorará al papel de las perturbaciones en el mantenimiento de la estructura y dinámica de los ecosistemas, valorando la posibilidad de incorporarlas como parte de su funcionamiento en lugar de eliminarlas.

7. Las medidas de conservación *in situ* (aquellas realizadas sobre los objetos de conservación en su medio natural) deben tener la máxima prioridad en las estrategias y planes de conservación. Los programas de conservación *ex situ* deben utilizarse solo como un último recurso, y su necesidad y viabilidad a largo plazo debe estar suficientemente justificada.

8. Las acciones de conservación se basarán en el mejor conocimiento científico y técnico disponible. Dada la incertidumbre asociada al funcionamiento de los sistemas naturales, se aplicará siempre el principio de precaución, tanto en el diseño de nuevas acciones como en la eliminación de supuestas actividades perjudiciales.

9. Los programas de conservación pueden ser desarrollados por múltiples entidades y agentes sociales, siendo esta vía una forma de implicar a la sociedad en la conservación de la naturaleza mediante fórmulas como la custodia del territorio. Las administraciones públicas tienen la competencia y la responsabilidad de establecer un marco (legal/normativo) claro y de facilitar las condiciones para desarrollarlas, asegurando la calidad, coordinación y complementariedad de todas las iniciativas (EUROPACR, 2012).

## **1.4 Métodos de estudio de flora y fauna**

### **1.4.1 Puntos de intercepción (Mostacedo & Fredericksen, 2000)**

El punto de intercepción es un método utilizado para determinar la estructura y composición de una formación vegetal y está basado en la posibilidad de registrar las plantas presentes o ausentes sobre un punto del suelo (Mateucci & Colma, 1982). Este método también es apto para muestrear vegetación graminoide y arbustiva. El método de intercepción, que consiste en un ubicar al azar un transecto de 50 metros de longitud, con el uso de una varilla delgada se coloca en forma vertical cada 100 cm en donde se registra la especie interceptada, evaluando 50 puntos de contacto y anotando la forma de vida de cada planta (Figura 6).



**Figura 6.** Muestreo de vegetación por puntos de intercepción

Fuente: Mostacedo y Fredericksen, 2000.

Otro método utilizado, según Kent & Coker (1992), es en base a cuadrantes de  $1 \text{ m}^2$ , en donde se dividió en 100 subcuadrantes (Figura 7), lo cual permite estimar visualmente con precisión dos índices de base: número de especies y porcentaje de cobertura vegetal de cada especie observada. Este método permite conocer en forma rápida la diversidad y estructura de las comunidades vegetales (Meneses et al, 2014).



**Figura 4.** Muestra de un cuadrante de  $1 \text{ m}^2$  en 100 subcuadrantes de  $100 \text{ cm}^2$ .

Fuente: Elaboración propia.

#### **1.4.2 Metodología de estudio para fauna (Fondo mexicano para la Conservación, 2018)**

La observación de la fauna es uno de los principales objetivos que nos solemos plantear a la hora de realizar una excursión a la montaña. Evidentemente, no es fácil ser consciente de todos aquellos animales que, a lo largo de nuestros paseos, nos escudriñan desde la espesura del matorral, agazapados en sus refugios o escondidos entre la hojarasca.

Es preciso indicar que no es necesario visualizar al animal en vivo; es decir, no siempre tenemos la oportunidad de tener ante nuestros ojos la presencia del animal para estudiar su comportamiento o sus costumbres, y no por ello desconocer esta información. Por ello existen dos formas de acercarnos al estudio de la fauna:

- Métodos directos: Con estos métodos permanecemos tan cerca de los animales que incluso podemos verlos directamente o escucharlos. Son métodos complicados, que requieren mucha paciencia y perspicacia.
- Métodos indirectos: Los métodos indirectos permiten la detección de la fauna mediante diferentes dispositivos instalados para tal fin.

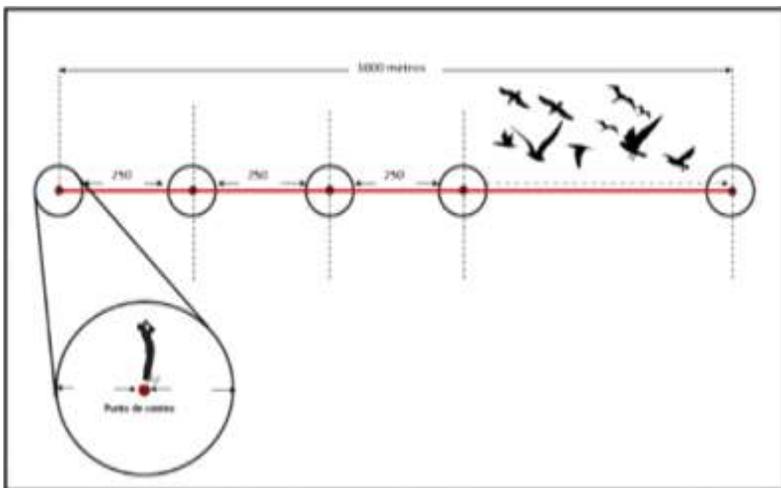
#### A) Aves

Las aves son esenciales en la naturaleza, pues brindan servicios ambientales importantes para la conservación de los ecosistemas. Dispersan semillas, polinizan flores, consumen insectos y roedores que podrían convertirse en plagas. También tienen usos comestibles, comerciales, ornamentales, religiosos, artísticos, medicinales y de vínculo de la gente con la naturaleza.

Existe una gran variedad de métodos para efectuar el muestreo de aves. El método más frecuente es el conteo por puntos, que consiste en contar las aves que se observan y escuchan dentro de un radio de 30 metros a partir del centro de la Unidad de Muestreo (Figura 8). El conteo de aves por puntos se realiza en dos temporadas al año: seca y de lluvia. Para hacer el conteo, el observador se debe ubicar

al centro de la Unidad de Muestreo en silencio para evitar alterar a las aves presentes. Es recomendable que después de hacerlo esperen dos minutos para permitir que su actividad se normalice.

De forma individual, y con apoyo de los binoculares, se registrará en un formato de campo cada ave que observe y escuche durante 10 minutos, dentro del área señalada. Lo harán sin apartarse del centro de la Unidad de Muestreo, girando sobre su propio eje 360 grados. En el formato deberán anotar, para cada especie, el nombre común y científico, y cuántos individuos vieron u oyeron. Sugerimos que el muestreo de aves no se realice cuando llueva, cuando la neblina sea muy densa o la temperatura sea extrema (p. ej. mucho frío), y que los evaluadores vistan colores neutros (café o verde olivo), evitando los fosforescentes o llamativos (amarillos, naranjas, blancos, rosas).



**Figura 8.** Evaluación por puntos de conteo.

Fuente: Alberto & Joseli, 2019

Se debe tener en cuenta los horarios de evaluación. Asimismo, anotar las aves vistas o escuchadas fuera del radio de 30 metros o cualquier información adicional que sea relevante, como las condiciones atmosféricas (lluvia, neblina, viento).

#### B) Mamíferos

Para la caracterización de los mamíferos en estos tipos de ecosistemas se realizó observaciones desde caminos, carreteras y lugares elevados en cada bofedal. Para determinar los mamíferos presentes se realizó un conteo total con ayuda de binoculares y observación directa, registros fotográficos; asimismo, con ayuda de encuestas a los pobladores sobre la presencia de animales en los bofedales y sus alrededores.

#### C) Anfibios y reptiles

Con fines de inventario de los anfibios y reptiles se utilizó el método de búsqueda por encuentro visual (VES), que consistió en búsqueda por desplazamiento lento y constante, revisando la vegetación, cuerpos de agua y diversos materiales que pudieran servir de refugio dentro y alrededor del bofedal (MINAM, 2015)

La identificación de los anfibios y reptiles en campo se realizó a partir de registros fotográficos, por lo que no se realizó colectas, debido a que no fueron necesarios.

#### D) Peces

Los peces de agua dulce son uno de los grupos ampliamente distribuidos a nivel mundial. El nivel

de conocimiento de su fauna difiere entre cada continente (Brosse et al., 2013; Logez et al., 2013). A nivel de Sudamérica, se estima la existencia de 6,000 a 8,000 especies, en donde su diversidad, morfología y ecología son muy diversas, pero casi siempre con amenazas a nivel de hábitat (Reis, 2013). Para el estudio de este grupo varias técnicas de captura se han desarrollado, a fin de conocer su densidad, su presencia o ausencia en un área de interés. Para el muestreo de peces, previamente se realiza una inspección y evaluación de las características de los sitios potenciales de monitoreo y el grado de accesibilidad.

En cada sitio establecido del bofedal, se identifica para el muestreo, el tipo de vegetación, así como la pendiente, pozas y canales. Una vez evaluadas las características del sitio se puede elegir el método de pesca según las dificultades que representa al momento de colocar o utilizar las redes de colecta.

En las figuras 9 y 10 se puede observar la captura básica de peces regido a métodos físicos (redes, atarraya), así como el método de “muestreo de peces por electricidad” (o electropesca) con equipos especializados (conocidos como “electrofisher”) que no representan un riesgo para los investigadores ni para la población local, siempre y cuando se siga los protocolos establecidos (Zale et al., 2012). El efecto de la electricidad es reversible y los peces se recuperan segundos después sin efectos secundarios. Esta es la gran ventaja de la pesca eléctrica, si es realizada correctamente. De ninguna manera son permitidas la utilización de técnicas agresivas de muestreo, con sustancias químicas (venenos sintéticos de cualquier tipo, insecticidas, raticidas, sustancias de

limpieza industrial, entre otros) o venenos de origen natural como el barbasco (en cualquier variedad). Para los datos asociados a campo recomendamos seguir de Ortega et al. (2014).



**Figura 9.** Atarraya y red D-net de pesca

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 10.** Electrofisher y red de mano

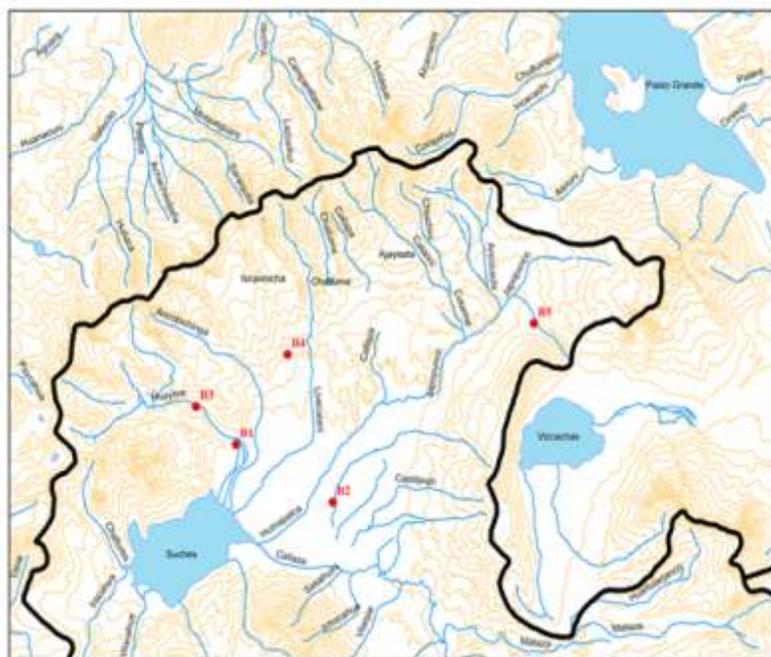
Fuente: Elaboración propia.

## CAPÍTULO II

### Flora y fauna de los bofedales de Huaytire

#### 2.1 Descripción de la biodiversidad de los bofedales de Huaytire

La zona de evaluación de flora y fauna corresponde a la comunidad campesina de Huaytire, Candarave (Figura 11).



**Figura 11.** Estaciones de evaluación de flora y fauna de la comunidad de Huaytire. B1: Bofedal Huaytire, B2: Bofedal Surupata, B3: Bofedal Chaullapujo, B4: Bofedal Livecalani, Bofedal Livecalani, B5: Bofedal Japopunco

Fuente: Elaboración propia.

## **2.2 Fauna y flora presentes en el bofedal de Huaytire y alrededores**

Se proporcionan taxonomía, descripciones, distribución, fotografías y estado de conservación de las plantas y animales asociados a los bofedales de Huaytire y sus anexos de la provincia de Candarave, región Tacna.

El bofedal de Huaytire se ubica en la zona montañosa de Candarave a 4,600 msnm, correspondiendo a ecosistemas áridos y semiáridos, con temporadas de lluvias entre los meses de enero, febrero y marzo, con precipitaciones que van desde 5 a 80 mm y con temperaturas que oscilan entre los 1.2 y 17 °C. El clima de la zona es frígido con variaciones de temperatura entre el día y la noche, con fuertes vientos helados y continuas nevadas en época de lluvias. Según Cuesta et al (2012), la distribución de la puna xerofítica se da aproximadamente entre los 2,000 y 6,000 m. de altitud. En la comunidad andina, este paisaje ocupa una considerable zona del centro-sur del oeste de Bolivia y menores zonas adyacentes del suroeste de Perú. Su área total es de 2,100.390 km<sup>2</sup>, que representa el 6,5% de los Andes del Norte y Centro. Uno de los espacios más destacables de la puna xerofítica es la gran meseta el altiplano andino, cuya extensión y altitud (3,650 m.) la convierten en una de las mayores altiplanicies del planeta.

Respecto a su diversidad, la zona de estudio posee un tipo de vegetación adaptada específicamente a ambientes y suelos secos. Respecto a la flora, podemos encontrar varias especies herbáceas y arbustivas que potencialmente cubrirían grandes sectores. Sin embargo, debido al uso humano, la cobertura vegetal se ha visto afectada por incremento de la aridez y sobre explotación de acuíferos. La vegetación adaptada al clima seco ha formado espacios vegetales espinosos y caducifolios, es

decir que presentan una caída estacional de sus hojas. En este tipo de puna xerofítica se encuentran comunidades de *Festuca*, *Stipa*, *Deyeuxia* y *Prosopis ferox*. Asimismo, son comunes las cactáceas arbóreas y algunas leguminosas. La vegetación está notablemente diversificada, presentando varios ecosistemas restringidos a esta provincia. Entre ellos se destacan los grandes bofedales que son, probablemente, los ecosistemas más productivos de la tierra, con flora endémica muy peculiar, restringidos, principalmente, en familias como juncáceas, leguminosas, zigofiláceas y asteráceas. En conjunto, la flora de la puna xerofítica tiene numerosos elementos exclusivos de ella (Secretaría General de la Comunidad Andina, 2009). En resumen, se puede decir que la flora de la zona se ha restringido a los periodos de lluvia por lo que la riqueza de especies vegetales es pobre.

Respecto a la ornitofauna para los bofedales de Huaytire, la riqueza de especies descritas es pobre. Estudios ornitológicos realizados en bofedales en la zona sur peruana reportan que la riqueza de especies de aves es mayor que lo determinado en los bofedales de Huaytire. Por ejemplo, en la zona de Porocota (Arequipa) se identificaron la presencia de 29 especies de aves, siendo el orden más representativo los Passeriformes, con 11 especies; seguido por el orden Charadriiformes, con 6 especies, por lo cual se considera que las especies de aves presentes en un bofedal pueden ser consideradas como especies comunes y generalistas por presentarse en ambientes variados (ej. Pajonales, tolares) debido a su plasticidad alimenticia y a su comportamiento.

En términos generales, la flora y fauna del bofedal Huaytire es pobre en riqueza de especies en comparación con otros bofedales de la zona sur. Sin embargo, es notorio observar cómo algunos grupos de la fauna logran acomodarse frente a los impactos ambientales que

ha sufrido el ecosistema. Es el caso de la ictiofauna de la zona: Fueron registrados 4 especies para la zona de estudio que se distribuyen en dos órdenes y dos familias, tal como se puede observar en el Cuadro 3.

**Cuadro 3.** Ubicación taxonómica de los peces de Huaytire y anexos

Orden	Familia	Especies	nombre vulgar
Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae	<i>Orestias agassi</i>	Carachi gris "keyricito"
Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae	<i>Orestias luteus</i>	Carachi amarillo
Salmoniformes	Salmonidae	<i>Salvelinus fontinalis</i>	Trucha de los arroyos
Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Trucha

Fuente: Elaboración propia.

**2.2.1 Fauna de los bofedales y alrededores**

Se ha dividido en 4 secciones principales: aves, mamíferos, anfibios y reptiles, peces.



## *Chroicocephalus serranus*

Gaviota Andina

Estado de conservación

Ninguno

### TAXONOMÍA

Clase: Aves

Orden: Charadriiformes

Familia: Rynchopidae

Género: *Chroicocephalus* Eyton, 1836

Especie: *Chroicocephalus serranus* (Tschudi), 1844

Ave residente en lugares con cuerpos de agua, entre los 3,000 y 4,000 metros de altitud. Es la única gaviota que ocurre regularmente en el altiplano, formando grupos pequeños, anidando en colonias dispersas y aisladas cerca a pequeñas lagunas. Su distribución es desde el norte de Ecuador, por toda la zona altoandina de Perú, oeste de Bolivia, norte de Chile y noroeste de Argentina.



**Figura 12.** *Chroicocephalus serranus*. Gaviota Andina. a) Adulto. b) Colonia descansando.

Fotografía: P. Franco

## *Spatula puna*

Pato de la Puna

Estado de conservación

IUCN (LC): Menor preocupación

### TAXONOMÍA

Clase: Aves

Orden: Anseriformes

Familia: Anatidae

Género: *Spatula* Boie, 1822

Especie: *Spatula puna* (Tschudi), 1844

Característico por su pico azul. Los machos presentan color negro en la frente, corona y parte posterior del cuello, y color blanco en los lados de la cara, garganta y parte anterior del cuello; parte dorsal parduzca ocrácea; cola finamente grisácea. Las hembras muestran una coloración parecida al macho, pero de colores más apagados. Su comportamiento normalmente es en parejas, y escasas veces en bandadas. Es un ave omnívora, buscando su alimento entre la vegetación flotante, el fondo fangoso o en las orillas de las lagunas, lagos, ríos o bofedales de la zona altiplánica. Nidifica entre las orillas de lagunas.





**Figura 13.** *Spatula puna*. Pato de la Puna. a) Adulto. b) Grupo de adultos en Laguna Suches.

Fotografía: P. Franco

## *Anas flavirostris oxyptera*

Pato Barcino

Estado de conservación

IUCN (LC): Menor preocupación

### TAXONOMÍA

Clase: Aves

Orden: Anseriformes

Familia: Anatidae

Género: *Anas* Linnaeus, 1758

Especie: *Anas flavirostris oxyptera* Meyen, 1834

Presenta pico amarillo con una banda oscura a lo largo de la cresta del pico. La parte inferior del cuerpo es de color marrón claro; cabeza oscura y cuello corto. No hay dimorfismo sexual en el plumaje: machos y hembras son similares. Habita en ambientes acuáticos como bofedales, lagos y lagunas de agua dulce, salobre y salada. Se alimenta de vegetales y pequeños invertebrados (Bird Life International, 2012).



**Figura 14.** *Anas flavirostris oxyptera*. Pato Barcino. a) Adulto. b) Pareja. Laguna Suches. Fotografía: P. Franco

## *Lophonetta specularioides alticola*

Pato Crestón

Estado de conservación

IUCN (LC): Menor preocupación

### TAXONOMÍA

Clase: Aves

Orden: Anseriformes

Familia: Anatidae

Género: *Lophonetta* Riley, 1914

Especie: *Lophonetta specularioides alticola* (Ménégaux), 1909

Cabeza y cuello de color marrón, siendo más oscuro alrededor del ojo. Iris anaranjado. Alas gris parduzcas. Pico y patas oscuras. Generalmente se encuentra en áreas poco profundas y bordes de cuerpos de agua. Su alimentación se basa en invertebrados acuáticos y en plantas acuáticas. Se distribuye en los andes de Perú, Bolivia al noroeste de Argentina y Chile.





**Figura 15.** *Lophonetta specularioides alticola*. Pato Crestón. a) Adulto. b) Pareja. Bofedal Surapata.  
Fotografía: P. Franco

## *Fulica gigantea*

Gallareta Gigante

Estado de conservación

IUCN (LC): Menor preocupación

### TAXONOMÍA

Clase: Aves

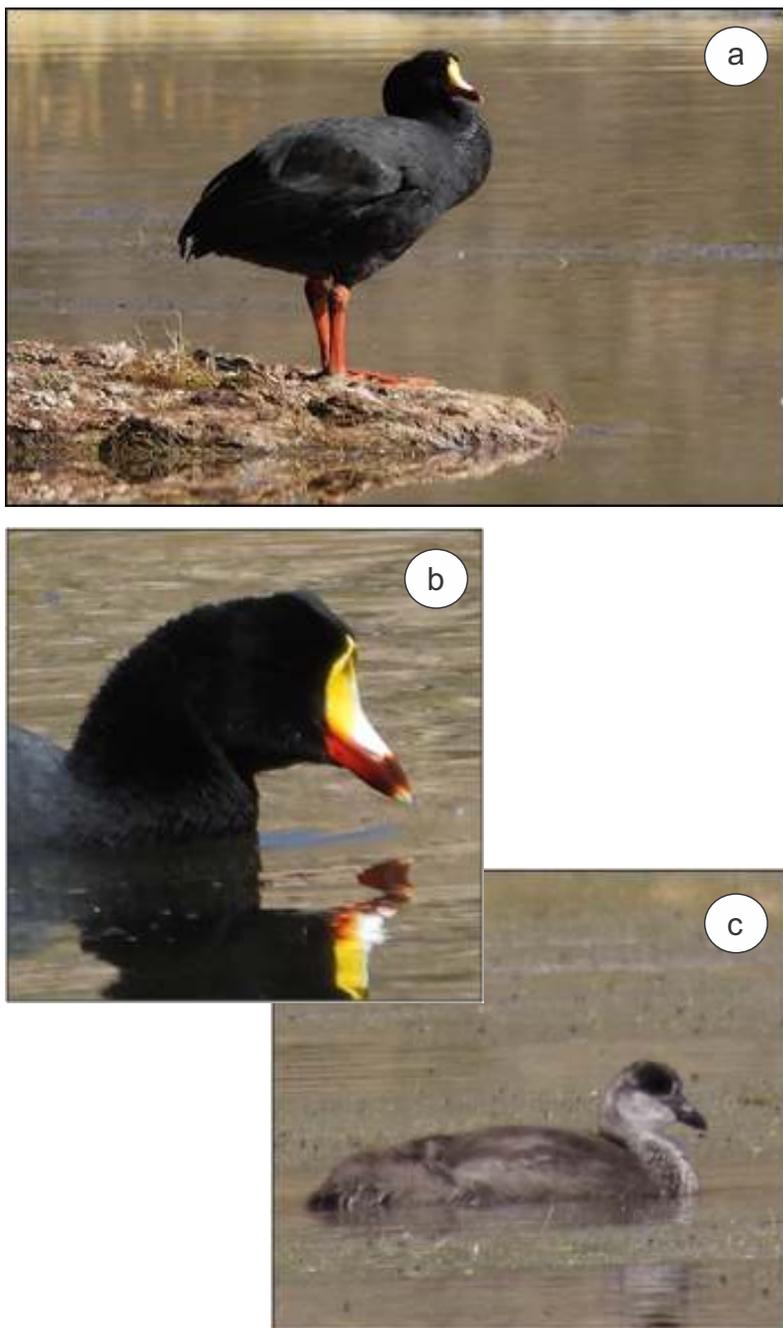
Orden: Gruiformes

Familia: Rallidae

Género: *Fulica* Linnaeus, 1758

Especie: *Fulica gigantea* Eydoux and Souleyet, 1841

Ave negruzca. Pico amarillento con punta oscura. Escudo frontal de color amarillo con una franja blanca. Patas rojizas con uñas largas. Su alimentación se basa en vegetación acuática. Se distribuye en los andes del sur de Perú, norte de Chile y Noroeste de Argentina. Su reproducción es poco conocida.



**Figura 16.** *Fulica gigantea*. Gallareta Gigante. a) Adulto. b) Particularidades del pico y frente. c) Inmaduro. Laguna Suches.  
Fotografía: P. Franco

## *Plegadis ridgwayi*

Ibis de la Puna

Estado de conservación

IUCN (LC): Menor preocupación

### TAXONOMÍA

Clase: Aves

Orden: Pelacaniiformes

Familia: Threskiornithidae

Género: *Plegadis* Kaup, 1829

Especie: *Plegadis ridgwayi* (J. A. Allen), 1876

Esta especie es característica de la región alto andina (3,500 a 4,800 m), suele bajar hasta la costa peruana de mayo a septiembre, donde se presentan principalmente individuos juveniles. Es un ave muy sociable. Llega a formar bandadas de cientos de ejemplares. Esta ave mide 56 cm. Tiene un plumaje de color negruzco, con reflejos púrpura y verde. Los ejemplares viejos se diferencian de los más jóvenes por tener un plumaje más brillante. Todos poseen un pico curvo de tono pardo rojizo y patas negras. Es una especie gregaria que se distribuye desde Venezuela, Perú, Bolivia, Argentina y Chile, y realiza migraciones desde los Andes hacia la costa.





**Figura 17.** *Plegadis ridgwayi*. Ibis de la Puna. a) Adulto. b) Grupo de Ibis de la puna.  
Fotografía: P. Franco

## *Nycticorax nycticorax hoactli*

Huaco Común

Estado de conservación

IUCN (LC): Menor preocupación

### TAXONOMÍA

Clase: Aves

Orden: Pelacaniformes

Familia: Ardeidae

Género: *Nycticorax* T. Forster, 1817

Especie: *Nycticorax nycticorax hoactli* (J. F. Gmelin), 1789

Cuerpo robusto, cuello y piernas relativamente cortos. Corona y espalda de color negro. El pico es grueso, negro y los ojos rojos. Dos o tres plumas salen de la cabeza en dirección hacia atrás. Las hembras son de menor tamaño que los machos. Su alimentación comprende de pequeños vertebrados e invertebrados, así como restos vegetales. También se encuentran en Ecuador, Colombia, Brasil, Bolivia y Chile.



**Figura 18.** *Nycticorax nycticorax boactli*. Huaco Común. a) Adulto. b) Inmaduro.  
Fotografía: P. Franco

## *Geranoaetus polyosoma polyosoma*

Aguilucho Variable

Estado de conservación

IUCN (LC): Menor preocupación

CITES II

### TAXONOMÍA

Clase: Aves

Orden: Accipitriformes

Familia: Accipitridae

Género: *Geranoaetus* Kaup, 1844

Especie: *Geranoaetus polyosoma polyosoma* (Quoy & Gaimard), 1824

De tamaño aproximado a 45 cm, con las partes inferiores claras y las superiores de color gris. La hembra se distingue por tener los hombros y parte del dorso de color canela, aunque a veces se ve ese color en los inmaduros. Se distribuye desde Colombia y Ecuador por el norte, a través de Perú, Bolivia, Paraguay y Uruguay. Vive entre los 1,000 a 4,700 metros de altitud. Se alimenta de pequeños animales mamíferos, reptiles, aves pequeñas, invertebrados y anfibios no mayores que un conejo. Para cazar vuela circularmente sobre su objetivo y se lanza en diagonal sobre la misma para golpearla con sus garras. Al volar despliega las alas en toda su longitud, similar a los gallinazos.



**Figura 19.** Juvenil *Geranoaetus polyosoma polyosoma*. Aguilucho Variable.  
Fotografía: P. Franco

## *Oressochen melanopterus*

Cauquén Huallata

Estado de conservación

IUCN (LC): Menor preocupación

### TAXONOMÍA

Clase: Aves

Orden: Anseriformes

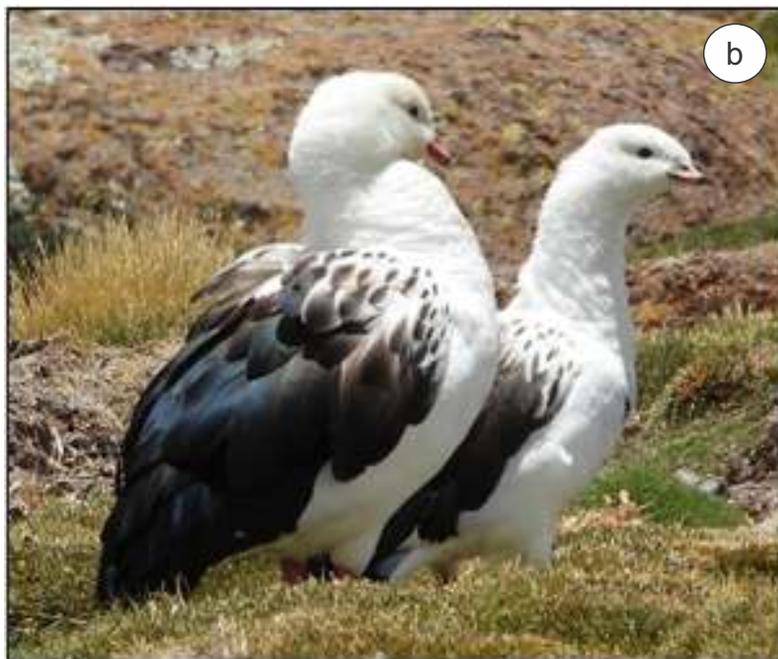
Familia: Anatidae

Género: *Oressochen* Bannister, 1870

Especie: *Oressochen melanopterus* (Eyton), 1838

Los machos y hembras son muy similares, con plumaje blanco, con alas primarias y colas negras. Existe marcada diferencia, siendo los machos de mayor dimensión entre 75 y 80 cm. Su distribución geográfica se extiende desde el centro del Perú hasta el centro de Chile y de Argentina. Vive en lagunas altoandinas de valles situados entre los 3,000 a 4,700 metros de altitud. El nido puede estar cerca o lejos del agua. Pone de cinco a diez huevos, los cuales tardan en eclosionar unos 30 días. La hembra incuba y el macho permanece cerca de la nidada. Al nacer los pichones, se trasladan al espejo de agua por tres meses, aproximadamente. La pareja se mantiene junta por vida.





**Figura 20.** *Oressochen melanopterus*. Cauquén Huallata. a) Adulto. b) Pareja. c) Posible construcción de nido cerca a ladera.  
Fotografía: P. Franco y J. Ignacio

*Idiopsar speculifera speculifera*

Diuca de Ala Blanca

Estado de conservación

Ninguno

TAXONOMÍA

Clase: Aves

Orden: Passeriformes

Familia: Thraupidae

Género: *Idiopsar* Cassin, 1867

Especie: *Idiopsar speculifera speculifera* (d'Orbigny & Lafresnaye), 1837

No existe un dimorfismo sexual. Se encuentra muy localmente en bofedales y laderas rocosas. Usualmente en pares o grupos pequeños, alimentándose silenciosamente en el suelo y no se asocian con otros semilleros. Mayormente el cuerpo es de color gris, presenta el parche blanco de la garganta, no es tan contrastante. El inmaduro tiene marrón pálido en la espalda. Se le encuentra en los Andes de Bolivia, Perú y norte de Chile frecuentemente en matorrales y pastizales.





**Figura 21.** *Idiopsar erythronotus*. Fringilo de Garganta Blanca. a) Adulto. b) Garganta y cuello c) Alimentándose, caserío Huamapalca.  
Fotografía: P. Franco.

## *Lessonia oreas*

Negrito andino

Estado de conservación

IUCN (LC): Menor preocupación

### TAXONOMÍA

Clase: Aves

Orden: Passeriformes

Familia: Tyrannidae

Género: *Lessonia* Swainson, 1832

Especie: *Lessonia oreas* (P. L. Sclater & Salvin), 1869

Especie de tamaño pequeño, mide 12.5 cm. Se distingue por su color negro, con una característica mancha ocre-castaña en la espalda. La hembra es similar, pero de cuerpo más pardusco. Son insectívoros, corriendo en el suelo. Está asociado a lugares donde hay presencia de cuerpos de agua. Se distribuye en Perú, Bolivia y Chile entre los 3,100 a 4,600 metros de altitud.





**Figura 22.** *Lessonia oreas*. Negrito andino. a) Adulto. b) y c) Características frontales y dorsales de adulto.

Fotografía: P. Franco.

## *Muscisaxicola griseus*

Dormilona de Taczanowski

Estado de conservación

IUCN (LC): Menor preocupación

### TAXONOMÍA

Clase: Aves

Orden: Passeriformes

Familia: Tyrannidae

Género: *Muscisaxicola* d'Orbigny & Lafresnaye, 1837

Especie: *Muscisaxicola griseus* Taczanowski, 1884

Cuerpo de color gris encima y cabeza. Línea superciliar blanca y delgada que continúa pasando el ojo. Busca alimento, principalmente de insectos, en solitario o en parejas. Se distribuye desde el Perú, Bolivia y Chile entre los 3,200 a 4,800 metros de altitud.



**Figura 23.** Adulto *Muscisaxicola griseus*. Dormilona de Taczanowski.  
Fotografía: P. Franco.

## *Colaptes rupicola puna*

Carpintero Andino

Estado de conservación

IUCN (LC): Menor preocupación

### TAXONOMÍA

Clase: Aves

Orden: Piciformes

Familia: Picidae

Género: *Colaptes* Vigors, 1825

Especie: *Colaptes rupicola puna* Cabanis, 1883

Parte de la cabeza de color gris y la nuca con plumas rojas. El dorso y alas presentan patrones de rayas que le ayudan a camuflarse en su entorno. Pico largo y línea malar oscura. Es uno de los pocos carpinteros terrestres que busca su alimento en el suelo. Se distribuye en Ecuador, Perú, Bolivia y Chile.





**Figura 24.** *Colaptes rupicola puna*. Carpintero Andino. a) Adulto. b) En búsqueda de alimento c) Cantando.  
Fotografía: P. Franco.

## *Thinocorus orbignyianus ingae*

Agachona de Pecho Gris

Estado de conservación

IUCN (LC): Menor preocupación

### TAXONOMÍA

Clase: Aves

Orden: Charadriiformes

Familia: Thinocoridae

Género: *Thinocorus* Eschscholtz, 1829

Especie: *Thinocorus orbignyianus ingae* Tschudi, 1843

Existe dimorfismo sexual. Los machos adultos presentan parte de la cabeza y pecho de color gris con una franja negra en la garganta. La espalda de color marrón moteado y el vientre blanco. La hembra no presenta los tonos grises del macho, siendo reemplazados por tonos marrón moteado con vientre blanco. Camina por el suelo y puede pasar desapercibido si el ave queda quieta. Se distribuye en Perú, Bolivia y Chile entre los 3,000 a 4,700 metros de altitud.



**Figura 25.** Adulto macho *Thinocorus orbignyianus ingae*. Agachona de Pecho Gris  
Fotografía: P. Franco.

## *Geospizopsis plebejus plebejus*

Fringilo de Pecho Cenizo

Estado de conservación

IUCN (LC): Menor preocupación

### TAXONOMÍA

Clase: Aves

Orden: Passeriformes

Familia: Thraupidae

Género: *Geospizopsis* Bonaparte, 1856

Especie: *Geospizopsis plebejus plebejus* (Tschudi), 1844

Ave de color gris cenizo. La hembra es similar, pero tiene rayas oscuras en el pecho y parte del vientre. Permanece en lugares abiertos o con arbustos dispersos en bandadas. Se distribuye por la vertiente occidental de los Andes en elevaciones que oscilan entre 2,400 a 4,700 metros de altitud. También ocurre en Ecuador, Bolivia y Chile.



Figura 26. Adulto *Geospizopsis plebejus plebejus*. Fringilo de Pecho Cenizo  
Fotografía: P. Franco.

## *Phoenicopterus chilensis*

Flamenco Chileno

Estado de conservación

IUCN (NT): Casi amenazado

CITES II

D. S. N° 004-2014 MINAGRI: NT (Casi amenazado)

### TAXONOMÍA

Clase: Aves

Orden: Phoenicopteriformes

Familia: Phoenicopteridae

Género: *Phoenicopterus* Linnaeus, 1758

Especie: *Phoenicopterus chilensis* Molina, 1782

Presenta alas de color rojo brillante y patas oscuras. La mitad del pico de color negro. Al estar de pie muestra una pequeña cantidad de plumas negras en las alas. Color de iris pálido. Su alimentación se basa en pequeños invertebrados y vegetales acuáticos. Forman nidos en lagunas de poca profundidad. Su distribución ocurre en Ecuador, Brasil y Chile desde el nivel costero hasta los 4,500 metros de altitud. Su principal amenaza es debido a la recolección de huevos, caza, perturbaciones y degradación de su hábitat.



**Figura 27.** Adulto *Phoenicopterus chilensis*. Flamenco Chileno.  
Fotografía: P. Franco.

## *Zonotrichia capensis peruviansis*

Gorrión de Collar Rufo

Estado de conservación

IUCN (LC): Menor preocupación

### TAXONOMÍA

Clase: Aves

Orden: Passeriformes

Familia: Passerellidae

Género: *Zonotrichia* Swainson, 1832

Especie: *Zonotrichia capensis peruviansis* (Lesson), 1834

Mide entre 13 y 15 cm de largo. El pico es corto y recto. Muestra la corona y la cara grises, con una banda negra. La garganta es blanca, con un visible collar en la nuca de color canela o castaño rojizo. El vientre y el pecho son pardo claro o blanquecinos, con reflejos más oscuros y los costados grisáceos. El dorso es también pardo, manchado de negro, con las alas y la cola de tono más oscuro. Los juveniles tienen plumaje más uniforme, con jaspeado más oscuro en el pecho. Hábitos solitarios. Forman parejas en época de reproducción; más rara vez forma bandadas monoespecíficas o con otros passeriformes. Su principal alimento son semillas y gusanos. Habita una gran variedad de entornos, desde praderas abiertas y estepas hasta bosques, plantaciones agrícolas y ambientes urbanos. Permanece activo hasta entrado el anochecer. Se distribuye por toda América del Sur en altitudes de 600 a 4,000 metros de altitud.



**Figura 28.** Adulto *Zonotrichia capensis peruvienis*. Gorrión de Collar Rufo  
Fotografía: P. Franco.

## *Falco sparverius peruvianus*

Cernícalo Americano

Estado de conservación

IUCN (LC): Menor preocupación

CITES II

### TAXONOMÍA

Clase: Aves

Orden: Falconiformes

Familia: Falconidae

Género: Falco Linnaeus, 1758

Especie: *Falco sparverius peruvianus* (Cory), 1915

El macho adulto presenta la espalda rojiza, alas grises azuladas, a diferencia de la hembra con dorso y alas rojizas con presencias de rayas oscuras. En ambos sexos rayas oscuras a los lados de la cabeza. Se le puede observar buscando sus presas en áreas abiertas. Se distribuye en los países de Colombia, Ecuador, Brasil, Bolivia, Chile y Perú alcanzado hasta los 4,500 metros de altitud.



**Figura 29.** Adulto *Falco sparverius peruvianus*. Cernícalo Americano  
Fotografía: P. Franco.

### *Sicalis uropygialis uropygialis*

Chirigüe de Lomo Brillante

Estado de conservación

IUCN (LC): Menor preocupación

#### TAXONOMÍA

Clase: Aves

Orden: Passeriformes

Familia: Thraupidae

Género: *Sicalis* Boie, 1828

Especie: *Sicalis uropygialis uropygialis* (d'Orbigny & Lafresnaye), 1837

Cabeza, garganta y vientre de color amarillo, con un parche gris en las mejillas. Dorso y alas grisáceas. Ambos sexos son similares pero la hembra es más grisácea. Se alimenta de semillas y restos vegetales del suelo, en grupos familiares y a veces con otros pinzones. Se distribuye entre 3,200 a 4,700 metros de altitud en la vertiente occidental y la zona altiplánica de Perú, Bolivia y Chile.



**Figura 30.** Adulto *Sicalis uropygialis uropygialis*. Chirigüe de Lomo Brillante  
Fotografía: P. Franco.

## *Zenaida auriculata hypoleuca*

Tórtola Melódica

Estado de conservación

IUCN (LC): Menor preocupación

### TAXONOMÍA

Clase: Aves

Orden: Columbiformes

Familia: Columbidae

Género: *Zenaida* Bonaparte, 1838

Especie: *Zenaida auriculata hypoleuca* Bonaparte, 1855

El dorso, cuello y las partes inferiores son grisáceas, a excepción de las alas que presentan manchas negras. Pico negro. Se distribuye desde Colombia, Ecuador, Brasil, Bolivia y Chile, que va desde el nivel del mar hasta los 4,000 metros de altitud.



**Figura 31.** Adulto *Zenaida auriculata hypoleuca*. Tórtola Melódica  
Fotografía: P. Franco.

## *Geospizopsis unicolor inca*

Fringilo Plomizo

Estado de conservación

IUCN (LC): Menor preocupación

### TAXONOMÍA

Clase: Aves

Orden: Passeriformes

Familia: Thraupidae

Género: *Geospizopsis* Bonaparte, 1856

Especie: *Geospizopsis unicolor inca* (J. T. Zimmer), 1929

Existe un dimorfismo sexual. El macho es de color gris plumizo con alas y cola negruzcas y la hembra es marrón en la parte superior y más pálida en las zonas inferiores, con rayas negras. Se alimenta principalmente de semillas que se encuentran en el suelo. Se encuentran en Colombia, Ecuador, Bolivia y Chile.



**Figura 32.** Adulto *Geospizopsis unicolor inca*. Fringilo Plomizo  
Fotografía: P. Franco.

## *Phrygilus atriceps*

Fringilo de Capucha Negra

Estado de conservación

IUCN (LC): Menor preocupación

### TAXONOMÍA

Clase: Aves

Orden: Passeriformes

Familia: Thraupidae

Género: *Phrygilus* Cabanis, 1844

Especie: *Phrygilus atriceps* (d'Orbigny & Lafresnaye), 1837

Presenta la capucha negra, alas y cola de color gris. El resto del cuerpo es de color rojizo anaranjado. La hembra presenta una coloración más apagada que el macho, y el juvenil más apagado que la hembra, con la garganta finamente surcada. Se alimenta en grupos familiares y en bandadas mixtas con otras aves. En el Perú se encuentra en Arequipa, Moquegua y Tacna. También se distribuye en Bolivia y



**Figura 33.** *Phrygilus atriceps*. Fringilo de Capucha Negra. a) Adulto. b) Alimentándose de semillas.

Fotografía: P. Franco.

# MAMÍFEROS

## *Lagidium peruanum*

Vizcacha peruana

Estado de conservación

No categorizado.

### TAXONOMÍA

Clase: Mammalia

Orden: Rodentia

Familia: Chinchillidae

Género: *Lagidium* Meyen, 1883

Especie: *Lagidium peruanum* Meyen, 1809

Roedor que mide entre 50 y 60 cm de largo de la cabeza a la cola, pesa entre 800 y 1,500 gr. Pelaje suave, denso y de color gris oscuro a café en las partes superiores y mas claro en la zona ventral. Presenta actividad nocturna y crepuscular. Habita en zonas rocosas y escarpadas que estén cerca a fuentes de agua. Se distribuye en la cordillera de los Andes de Perú, sur de Bolivia y norte de Chile entre los 3,000 y 5,000 metros de altitud.



**Figura 34.** Adulto *Lagidium peruanum*. Vizcacha peruana  
Fotografía: P. Franco.

## *Microcavia niata*

Estado de conservación

IUCN (LC): Menor preocupación

### TAXONOMÍA

Clase: Mammalia

Orden: Rodentia

Familia: Caviidae

Género: *Microcavia* Gervais & Ameghino, 1880

Especie: *Microcavia niata* (Thomas, 1898)

Roedor muy territorial y vive en colonias. Dieta herbívora. El pelaje es gris amarillento pálido. Los pelos dorsales son tricolores con base gris, gris oscuro en las puntas medias y amarillas. Los pelos de la espalda son de unos 16 hasta 18 mm. Mejillas, garganta y vientre blanquecinos con base grisácea. Los pelos alrededor de los ojos son ligeramente más pálidos, con párpados y pestañas negras. El pelaje de las orejas es negro y cremoso, con pelos largos y abundantes en la base y en el interior las orejas. Pelos en piernas cremosos, con pelo largo que se extiende desde los lados de las piernas. Las plantas son desnudas y negras con granos finos, excepto en el talón que es suave. Se distribuye en el sur de Perú, oeste de Bolivia y norte de Chile.



**Figura 35.** *Microcavia niata*. a) Adulto. b) En pareja. c) Alimentándose de planta acaule (sin tallo). Fotografía: P. Franco.

## *Phyllotis xanthopygus*

Ratón orejudo amarillento

Estado de conservación

IUCN (LC): Menor preocupación

### TAXONOMÍA

Clase: Mammalia

Orden: Rodentia

Familia: Cricetidae

Género: *Phyllotis* Waterhouse, 1837

**Especie:** *Phyllotis xanthopygus* (Waterhouse, 1837)

Ratón que mide alrededor de 13 cm desde la cabeza a la cola. Las orejas son grandes (más de 25 mm). Su pelaje en la zona dorsal es de color café oscuro, con visos amarillos y apariencia jaspeada. Vientre de color blanco amarillento. Es nocturno, herbívoro y selecciona refugios rocosos con arbustos densos. Se distribuye al suroeste de Perú, Argentina, Bolivia y norte de Chile.





**Figura 36.** *Phyllotis xanthopygus*. Ratón orejudo amarillento. a) Adulto. b) Captura con trampas Sherman c) Zona ventral de espécimen adulto. Fotografía: P. Franco.

## *Vicugna pacos*

Alpaca

Estado de conservación

No categorizado.

### TAXONOMÍA

Clase: Mammalia

Orden: Artiodactyla

Familia: Camelidae

Género: *Vicugna* Lesson, 1842

Especie: *Vicugna pacos* (Linnaeus, 1758)

Es la especie más pequeña de los camélidos domésticos, con muchas semejanzas a su antecesor silvestre, la vicuña. La coloración del pelaje de la alpaca es mucho más uniforme que el de la llama, ya que esta especie ha sido seleccionada artificialmente para la producción de fibra. La coloración varía desde el blanco al negro, el marrón y muchos tonos intermedios, pero el pelaje es en general de color uniforme.



Hay dos fenotipos reconocidos, denominadas Huacaya y Suri. La variedad Huacaya es la más abundante y se caracteriza por la cobertura total del cuerpo con fibras muy densas que además cubren piernas, frente y mejillas, llegando a formar un copete que puede cubrir los ojos. La fibra es rizada, dándole una apariencia esponjosa. La variedad Suri presenta una cobertura de fibras de aspecto más sedoso, lacio y de mayor crecimiento en largo y, debido a su estructura, cae desde la línea media a ambos lados del cuerpo.



**Figura 37.** *Vicugna pacos*. Alpaca. a) Juvenil. b) Adulto  
Fotografía: P. Franco.

## *Vicugna vicugna*

Vicuña

Estado de conservación

IUCN (LC): Menor preocupación

CITES II

D. S. N° 004-2014 MINAGRI: NT (Casi amenazado)

### TAXONOMÍA

Clase: Mammalia

Orden: Artiodactyla

Familia: Camelidae

Género: *Vicugna* Lesson, 1842

Especie: *Vicugna vicugna* Molina, 1782

Es el más pequeño de los camélidos y se caracteriza por su aspecto grácil y estilizado. La cabeza presenta ojos grandes, rodeados por abundantes pestañas y las orejas son estrechas, agudas y móviles. Los incisivos inferiores tienen esmalte en una sola cara y son de crecimiento continuo (característica única entre los ungulados). El cuello es largo y fino. Las patas son largas, delgadas, están cubiertas por pelos cortos y tanto las anteriores como las posteriores tienen dos dedos que apoyan sobre almohadillas plantares. La cola es corta, velluda dorsalmente y desnuda por debajo. En el pecho, con frecuencia, presenta un característico vellón de pelos largos y sedosos. Su pelaje consiste en una lana suave, de 4 a 8 cm de largo que por su calidad es considerada la más fina del mundo. La cabeza, el cuello, el dorso y los flancos son de color canela claro, mientras que las partes ventrales, el vellón del pecho y el interior de los brazos y muslos son blancos. Se distribuye por las altiplanicies andinas desde el norte de Perú y oeste de Bolivia hasta el noreste de Chile y el noroeste de Argentina.



**Figura 38.** Adulto *Vicugna vicugna*. Vicuña  
Fotografía: P. Franco.

## *Lama glama*

Llama

Estado de conservación

No categorizado.

### TAXONOMÍA

Clase: Mammalia

Orden: Artiodactyla

Familia: Camelidae

Género: Lama Cuvier, 1800

Especie: *Lama glama* Linnaeus, 1758

Es el más grande de los camélidos domésticos y se asemeja en muchos aspectos morfológicos y comportamentales a su progenitor silvestre, el guanaco. Del mismo modo que la especie silvestre, tiene un muy amplio rango de distribución geográfica; aunque en la actualidad es menor que el que se considera había antes de la llegada de la colonización europea. En la actualidad, se distribuye desde Colombia, pasando por Ecuador, Perú, Bolivia, Argentina, hasta el centro de Chile, pero, dada su característica de animal doméstico, se encuentran hatos en Tierra del Fuego y Santa

Cruz (Argentina), además de países como Estados Unidos de Norteamérica, Australia, Nueva Zelanda y varios europeos. El pelaje de la llama es muy variable: desde el blanco a negro y marrón, pasando por toda la gama de colores intermedios, con tendencia a manchas de varios colores en un mismo animal. El tamaño y dimensiones corporales son muy similares a los del guanaco, pudiendo en muchos casos superar los 130 kg de peso vivo como producto de la selección realizada para un animal de carga.



**Figura 39.** Adulto *Lama glama*. Llama (a y b)  
Fotografía: P. Franco.



# ANFIBIOS Y REPTILES

## *Telmatobius peruvianus*

Sapo peruano

Estado de conservación

IUCN (VU): Vulnerable

D. S. N° 004-2014 MINAGRI: VU (Vulnerable)

### TAXONOMÍA

Clase: Amphibia

Orden: Anura

Familia: Leptodactylidae

Género: *Telmatobius* Wiegmann, 1834

Especie: *Telmatobius peruvianus* Wiegmann, 1834

Existe un dimorfismo sexual, siendo las hembras más grandes que los machos. Cabeza achatada, hocico redondeado. Anillo timpánico ausente. Superficie dorsal y ventral generalmente lisa. Color café oscuro con manchas que pueden ser blanquecinas u oscuras de pequeño tamaño. Es carnívoro y generalista. Se distribuye en los andes de Moquegua y Tacna, también en la precordillera al interior de la región Arica y Parinacota.



**Figura 40.** Adulto *Telmatobius peruvianus*. Sapo peruano  
Fotografía: P. Franco.

## *Rhinella spinulosa*

Sapo espinoso

Estado de conservación

IUCN (LC): Menor preocupación

### TAXONOMÍA

Clase: Amphibia

Orden: Anura

Familia: Bufonidae

Género: *Rhinella* Wiegmann, 1834

Especie: *Rhinella spinulosa* Wiegmann, 1834

Cabeza ancha redondeada, hocico corto. Tímpano visible. Piel dorsal de color amarronado irregular, presentan una piel áspera, debido a las granulaciones y verrugas. Vientre liso. Carnívoro, en ciertas poblaciones parece presentar cierta preferencia por tejidos vegetales. Larvas y juveniles de color negro. Estos últimos con coloración anaranjada en las palmas de las patas. Endémico del continente sudamericano. Se le encuentra en los valles y laderas de los Andes de Perú, Bolivia, Chile y Argentina.





**Figura 41.** *Rhinella spinulosa*. Sapo espinoso. a) Adulto. b y c ) Juvenil  
Fotografía: P. Franco.

## *Liolaemus annectens*

Estado de conservación

IUCN (LC): Menor preocupación

### TAXONOMÍA

Clase: Sauropsida

Orden: Squamata

Familia: Liolaemidae

Género: *Liolaemus* Wiegmann, 1834

Especie: *Liolaemus annectens* Boulenger, 1901

Presenta una longitud de 19.5 cm de la cabeza a la cola. Los machos presentan de 6 a 7 poros cloacales. Las escamas de la cabeza son pequeñas, suaves. Las escamas dorsales son pequeñas de forma romboidal, no más largo que ancho, algo imbricada. Las escamas ventrales son un poco más grandes que las dorsales, redondeadas y fuertemente imbricadas. Presentan entre 60 a 70 escamas alrededor del cuerpo. La coloración es muy variable, de gris, verde a parduzco con manchas oscuras en la zona dorsal; y las partes bajas blanquecino con manchas oliva grisáceo. Se distribuye en el sur de Perú y norte de Chile entre los 3,000 a 4,000 metros de altitud.



Figura 42. Adulto *Liolaemus annectens*

Fotografía: P. Franco.



# PECES

## *Oncorhynchus mykiss*

Trucha

Estado de conservación

Ninguno

### TAXONOMÍA

Clase: Actinopterygii

Orden: Salmoniformes

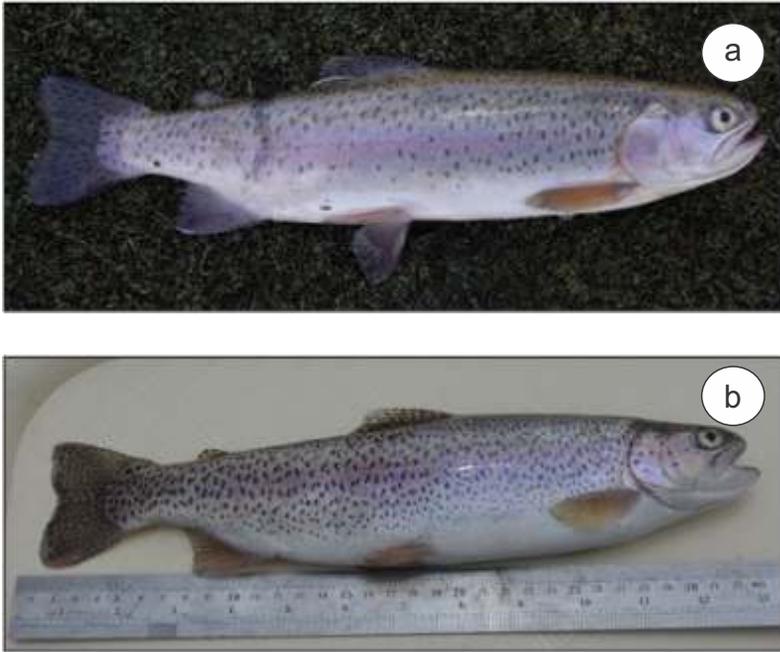
Familia: Salmonidae

Género: *Oncorhynchus* Suckley, 1861

Especie: *Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792

Esta especie vive en las aguas frías y limpias de ríos, lagos y lagunas de bofedales. Por su mayor grado de domesticidad frente a otras especies de salmónidos, se la considera más sencilla de estabular. Algunas variedades soportan temperaturas más cálidas y aguas con menos movimiento que la trucha común. Puede tolerar temperaturas que van desde los 0 a los 28-30°C, aunque el desove y crecimiento ocurren en un rango más estrecho, entre los 9 y los 14°C. Es un pez muy resistente y tolerante a una amplia gama de ambientes, lo que le hace muy apto para la cría. Crece más rápido que la trucha común, alcanzando la madurez sexual por lo general a los 2 o 3 años de vida. Las hembras pueden poner hasta 2,000 huevos por Kg. de peso corporal. La mayoría desovan sólo una vez, en primavera, entre enero y mayo.

Su alimentación es muy variada y consiste principalmente en invertebrados (insectos, moluscos y crustáceos), huevos y pequeños peces.



**Figura 43.** a y b)Adulto *Oncorhynchus mykiss*. Trucha  
Fotografía: P. Franco.

## *Salvelinus fontinalis*

Trucha de los arroyos

Estado de conservación

Ninguno

### TAXONOMÍA

Clase: Actinopterygii

Orden: Salmoniformes

Familia: Salmonidae

Género: *Salvelinus* Richardson, 1836

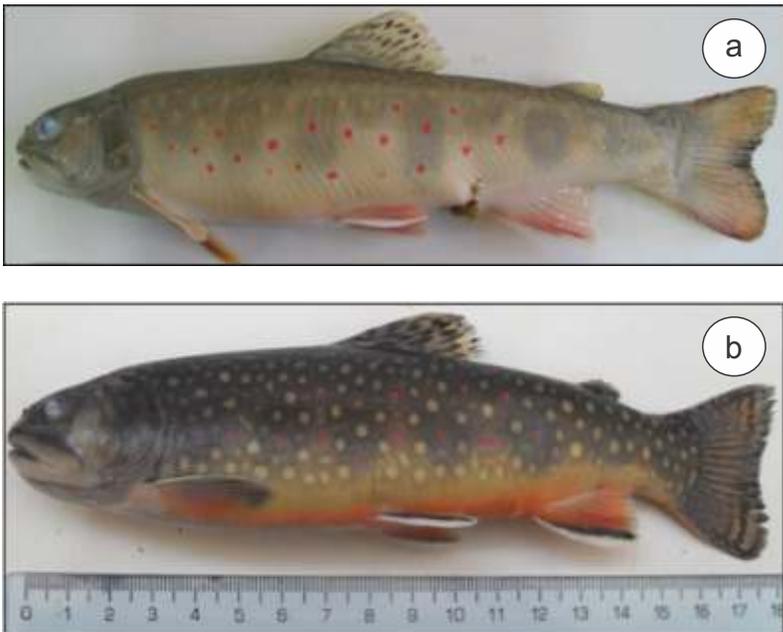
Especie: *Salvelinus fontinalis* Mitchill, 1814

La truchita de arroyo puede habitar en aguas dulces y frías. Las poblaciones que viven se encuentran en arroyos, ríos pequeños, lagos transparentes que se forman en bofedales bien oxigenados, normalmente en ambientes cuya temperatura permanece por debajo de los 19 °C, que además

que tengan mucha vegetación acuática. La alimentación de *Salvelinus fontinalis* es bastante variada y cambiante; en función de la etapa que atraviesa la trucha de arroyo, consumen insectos, gusanos, larvas, moluscos y otros peces. También se consideran como fuentes de alimento anfibios y pequeños reptiles (Oyague & Franco, 2013).

Esta especie ha sido introducida exitosamente en varias partes del mundo, tales como América del Sur, Asia y Nueva Zelanda, además de varias zonas de Europa. Se ha informado como promedio de vida de la trucha de arroyo entre 8 a 16 años, aunque hay registros en edades superiores.

Es una trucha con cierta importancia para el hombre, dado que se captura en pesca deportiva, también como fuente de alimento, incluso se ha criado en piscifactorías.



**Figura 44.** a y b) Adulto *Salvelinus fontinalis*. Trucha de los arroyos  
Fotografía: P. Franco.

## *Orestias luteus*

Carachi amarillo

Estado de conservación

Ninguno

### TAXONOMÍA

Clase: Actinopterygii

Orden: Cyprinodontiformes

Familia: Cyprinodontidae

Género: *Orestias* Valenciennes, 1839

Especie: *Orestias luteus* Valenciennes, 1846

Es una especie que registra tallas entre 6,5 y 11,5 cm. Su hábitat es agua dulce bentopelágico; no migratorio. Presenta una distribución para el lago Titicaca tanto para el Perú y Bolivia; asimismo, en bofedales a 4,500 m. Investigaciones diversas consideran que *O. luteus* no pudo ser recuperada como del complejo *agassii*, sino en un linaje independiente, más cercano a las especies de los complejos *mulleri*, *gilsoni* y *cuvieri*. Presenta una coloración café negruzca en la parte dorsal del tronco y varía a un color amarillento vivo en la parte ventral y la parte superior de la cabeza es más ancha en comparación al otros *Orestias*, siendo los machos más pequeños que las hembras.

Estos especímenes se encuentran maduros sexualmente durante todo el año; la época de mayor reproducción es el periodo entre los meses de octubre a diciembre. Las ovas que producen son demersales más pesados que el agua, adhesivos y de color amarillo.





**Figura 45.** a y b ) Adulto *Orestias luteus*. Carachi amarillo  
Fotografía: P. Franco.

## *Orestias agassizii*

Carachi

Estado de conservación

Ninguno

### TAXONOMÍA

Clase: Actinopterygii

Orden: Cyprinodontiformes

Familia: Cyprinodontidae

Género: *Orestias* Valenciennes, 1839

Especie: *Orestias agassizii* Valenciennes, 1846

Se distingue de las otras especies por el patrón irregular de las escamas cefálicas, generalmente sin escamas en la región anterior de la órbita y estar también ausente a uno y otro lado de la línea media dorsal, especialmente en los juveniles (Mann, 1954). La coloración que presenta esta especie es color verde, más o menos dorado, cubierto de una fina salpicadura de puntos pigmentados; las aletas son descoloridas; la caudal sólo tiene manchas rojizas (Arratia, 1981).



**Figura 46.** a y b ) Adulto *Orestias agassizii*. Carachi  
Fotografía: P. Franco.

# FLORA

## 2.2.2 Flora de los bofedales y alrededores

Se ha dividido en dos secciones: vegetación hidrófila y vegetación terrestre.

### A. Vegetación hidrófila

Corresponde a especies vegetales herbáceas que presentan crecimiento en cojines, semiglobosa, caespitoso. Es decir, vegetación herbácea de tipo hidrófila que se presenta en los andes sobre suelos planos, en depresiones o ligeramente inclinados, permanentemente en espacios inundados o saturados de agua corriente. Asimismo, son especies que viven en suelos con altos porcentajes de materia orgánica.



**Figura 47.** Vegetación hidrófila en bofedal de Huaytire

Fotografía: P. Franco

En la figura 47 se observa parte del bofedal Huaytire y su vegetación arrosetada hidrófila. A continuación, se describen a las principales especies de plantas que componen este tipo de ecosistema. Se pueden presentar dos tipos de vegetación: las que son altamente palatables y aquellas que no son muy palatables. Los camélidos sudamericanos consumen pasto que les es agradable y, sobre todo, que contribuyen a mejorar su carne y lana.

### *Oxychloe andina*

Packo

Estado de conservación

Ninguno

#### TAXONOMÍA

Clase: Equisetopdida

Orden: Poales

Familia: Juncaceae

Género: *Oxychloe* Phil.

Especie: *Oxychloe andina* Phil. 1860

Plantas formando cojines, hojas envainadoras en forma alterna al tallo. Presencia de flores unisexuales. Fruto de tipo aquenio, color rojo castaño. Es una planta indeseable para el ganado por su aspecto espinoso. Se distribuye en el sur de Perú, oeste de Bolivia, norte de Chile y Argentina.





**Figura 48.** *Oxycblœ andina*. Packo. a) Flor. b) Fruto  
Fotografía: C. Cáceres.

## *Distichia muscoides*

Estado de conservación

Ninguno

### TAXONOMÍA

Clase: Equisetopdida

Orden: Poales

Familia: Juncaceae

Género: *Distichia* Nees & Meyen

Especie: *Distichia muscoides* Nees & Meyen

Es una planta dioica que forma almohadillados densos y duros de varios metros de diámetro. Forma parte del alimento de camélidos domésticos, así como de animales silvestres como Vicuña y Suri. Se encuentra ampliamente distribuida desde Colombia hasta Argentina entre los 3,800 y 4,600 metros de altitud.



**Figura 49.** *Distichia muscoides*. a) Flor. b) Hojas  
Fotografía: C. Cáceres.

## *Calamagrostis ovata*

Estado de conservación

Ninguno

### TAXONOMÍA

Clase: Equisetopdida

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Género: *Calamagrostis* Adans

Especie: *Calamagrostis ovata* (J. Presl) Steud., 1840

Planta perenne caespitosa de 12 a 40 cm de altura, hojas estrechas, suaves, subinvolutas. Panojas aovadas, cerradas, densas espiciformes, ramas de la panoja florida desde la base. Raquilla prolongada entre las glumas y la flor (antecio). Es una planta palatable para camélidos sudamericanos domesticados. Se distribuye entre altitudes de 4,000 a 4,800 metros de altitud.



**Figura 50.** *Calamagrostis ovata*.

Fotografía: P. Franco.

## *Alchemilla diplophylla*

Estado de conservación

Ninguno

### TAXONOMÍA

Clase: Equisetopdida

Orden: Rosales

Familia: Rosaceae

Género: *Alchemilla* L.

Especie: *Alchemilla diplophylla* Diels, 1908

Planta perenne estolonífera, con crecimiento tipo rastrero, de 1 a 2 cm de altura, hojas con un pedicelo corto, villosas, pinnadas, aovado-cuneadas de 4 a 8 mm de largo por 3.5 a 4.5 mm de ancho, el diente medio poco visible (aparentemente son dos hojas unidas por la nervadura central). Flores solitarias amarillas pequeñas poco visibles. Vive en suelos anegados o muy húmedos. Raíz pivotante y engrosada.



**Figura 51.** *Alchemilla diplophylla*. a) Hábito. b) Hojas  
Fotografía: C. Cáceres.

## *Lilaeopsis macloviana*

Estado de conservación

Ninguno

### TAXONOMÍA

Clase: Equisetopsida

Orden: Apiales

Familia: Apiaceae

Género: *Lilaeopsis* Greene

Especie: *Lilaeopsis macloviana* (Gand.) A.W. Hill, 1927

Generalmente presentan raíces lisas, abultadas y carnosas de 1 a 2 cm de longitud y 0.5 cm de diámetro, las cuales están en grupos de tres a cuatro raíces unidas lateralmente por el costado. A semejanza de pequeños dedos cortos, los cuales están sujetos por una corona de la cual nacen dos hojas pequeñas y cortas (parecida a las hojas de la cebolla tierna). Se distribuye desde Colombia al extremo septentrional de Argentina. En el Perú se encuentra desde Cajamarca hasta Tacna.





**Figura 52.** *Lilaeopsis macloviana*. a) Hojas. b) Hábito.  
Fotografía: C. Cáceres.

### *Werneria pygmaea*

Estado de conservación  
Ninguno

#### TAXONOMÍA

Clase: Equisetopsida

Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Género: *Werneria* Kunth

Especie: *Werneria pygmaea* Gillies ex Hook. & Arn. , 1841

Es una hierba pequeña de hojas lineal a lineal-oblongas. Crece principalmente dentro del bofedal y prefiere los intersticios de las plantas almohadilladas y los espacios entre ellos. Cuando crecen en los microcanales, suelen desarrollar hojas muy largas. De amplia distribución desde Colombia hasta Argentina. En Perú desde La Libertad hasta Puno y Tacna, formando parte de los bofedales.



**Figura 53.** *Werneria pygmaea*. a) Hojas. b) Hábito.  
Fotografía: C. Cáceres.

## *Hypochaeris taraxacoides*

Estado de conservación

Ninguno

### TAXONOMÍA

Clase: Equisetopsida

Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Género: *Hypochaeris* L.

Especie: *Hypochaeris taraxacoides* (Walp.) Ball, 1885

Planta anual, de 0,8 a 3 cm de alto. Hoja simple, oblongo lanceolada, verticilada, sésil, penninervia. Raíz subterránea, forma pivotante. Tallo erguido, aéreo, acaule. Inflorescencia en capítulo de color blanco, zigomorfa, hermafrodita. Fruto en cipséla. Se distribuye desde Colombia hasta el norte de Chile y Argentina. En Perú desde La Libertad hasta Puno entre los 3,200 a 4,800 metros de altitud.





**Figura 54.** *Hypochaeris taraxacoides*. a) Flor. b) Hábito.  
Fotografía: C. Cáceres.

## *Gentiana sedifolia*

Estado de conservación

Ninguno

### TAXONOMÍA

Clase: Equisetopsida

Orden: Gentianales

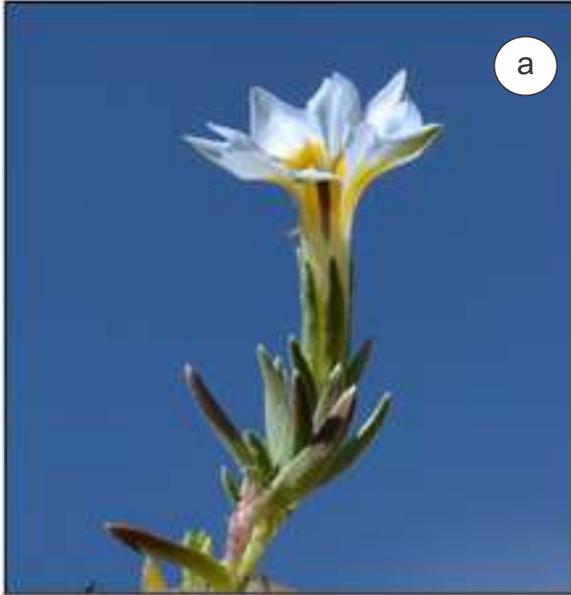
Familia: Gentianaceae

Género: *Gentiana* L.

Especie: *Gentiana sedifolia* Kunth, 1819

Hierba anual o perenne, ramificada desde la base, de 3 a 10 cm alto. Hojas glabras, esparcidas o densas; láminas lanceoladas, ovadas, con ápice agudo. Flores solitarias, terminales, tetrámeras o pentámeras. Cáliz tubuloso, corola

celeste con la garganta amarilla, estambres insertos en la mitad del tubo. Fruto cilíndrico. Semillas reticuladas, sin alas. Se distribuye en México, América Central, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia.



**Figura 55.** *Gentiana sedifolia*. a) Flor y hojas b) Hábito.  
Fotografía: C. Cáceres.

*Alchemilla pinnata*

Estado de conservación

Ninguno

TAXONOMÍA

Clase: Equisetopdida

Orden: Rosales

Familia: Rosaceae

Género: *Alchemilla* L.

Especie: *Alchemilla pinnata* Ruiz & Pav., 1798

Planta herbácea, perenne, rastrero, de tamaño variable. Hojas pequeñas ovaladas, pinnadas y abundantes en la parte terminal del peciolo. Flores solitarias, pequeñas, amarillas glabras o pubescentes. Habita siempre en lugares húmedos.





**Figura 56.** *Alchemilla pinnata*. a) Flores. b) Hábito.  
Fotografía: C. Cáceres.

## *Nototriche azorella*

Turpa

Estado de conservación

IUCN (LC): Menor preocupación

### TAXONOMÍA

Clase: Equisetopdida

Orden: Malvales

Familia: Malvaceae

Género: *Nototriche* Turcz

Especie: *Nototriche azorella* Hill, 1906

Planta perenne caespitosa. Hojas rosadas, suborbiculares, palmatífidas, compuestas de 5 a 7 segmentos oblongos, base cordada, ápice acuminado, márgenes crenadas, pecíolo pubescente. Flores solitarias axilares. Flores con cáliz de 5 sépalos triangulares, corola con 5 pétalos obovados y rosa blanquecino.



**Figura 57.** *Nototriche azorella*. Turpa. a) Flor. b) Hojas.  
Fotografía: C. Cáceres.

## B. Vegetación terrestre

En sentido estricto, se llama vegetación terrestre a las zonas cubiertas por estas en los márgenes o alrededores de los bofedales, en donde las características del suelo no están influidas por presencia de agua.

Se trata, por tanto, de una vegetación que cubre extensiones que están adaptadas a subsistir en suelos con poca disponibilidad de agua. Dentro de este espacio encontraremos especies perennes y anuales, así como formas de vida tipo herbácea y arbustiva.

### *Festuca orthophylla*

Iru ichu

Estado de conservación

Ninguno

#### TAXONOMÍA

Clase: Equisetopdida

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Género: Festuca L.

Especie: *Festuca orthophylla* Pilg., 1898

Posee espiguillas florales rectas que suelen aparecer a principios de verano. Forma amacollos de 20 a 50 cm de alto. Hojas delgadas pardas plomizas, con bordes ásperos, rectas y aciculadas. La inflorescencia es una panícula lineal. Se desarrolla en suelos arenosos y pedregosos.



**Figura 58.** *Festuca orthophylla*. Iru ichu. a) Hábito. b) Pajonal de Iru ichu.  
Fotografía: C. Cáceres.

## *Deyeuxia vicunarum*

Estado de conservación

Ninguno

### TAXONOMÍA

Clase: Equisetopdida

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Género: *Deyeuxia* Clarion ex P. Beauv.

Especie: *Deyeuxia vicunarum* Wedd., 1875

Planta perenne caespitosa, matas pequeñas, densas. Vainas glabras, curvadas o flexuosas, ápice agudo o punzante. Flor hermafrodita, cleistógama. Vive en regiones altoandinas de Chile, Ecuador, Perú, Bolivia y en el noroeste de la Argentina. Crece en suelos rocosos y húmedos y alcanza el límite superior de la nieve.



**Figura 59.** *Deyeuxia vicunarum*.

Fotografía: C. Cáceres.

## *Parastrephia lepidophylla*

Tola

Estado de conservación

D. S. N° 004-2014 MINAGRI: VU (Vulnerable)

### TAXONOMÍA

Clase: Equisetopsida

Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Género: *Parastrephia* Nutt

Especie: *Parastrephia lepidophylla* (Wedd.) Cabrera, 1954.

Arbusto resinoso, muy fragante, de hojas glabras y de crecimiento erecto que puede superar 1,5 m de alto. Se caracteriza por presentar ramas muy delgadas y densamente cubiertas por hojas comprimidas al tallo que mide tan sólo 1,5 mm. Las flores son amarillentas. Se encuentran entre los 3,800 a 5,000 metros de altitud. Tiene uso como leña, tanto doméstico como comercial. La aplicación de hojas y cogollos machacados acelera la cicatrización rápida de heridas en humanos y animales; y las hojas frescas son utilizadas para realizar el teñido de tejidos de lana de ovino y fibra de alpaca.





**Figura 60.** *Parastrephia lepidophylla*. Tola. a) Flores. b) Hábito.  
Fotografía: C. Cáceres.

## *Gomphrena meyeniana*

Estado de conservación

Ninguno

### TAXONOMÍA

Clase: Equisetopsida

Orden: Caryophyllales

Familia: Amaranthaceae

Género: *Gomphrena* L.

Especie: *Gomphrena meyeniana* Walp., 1843

Hierba perenne, pubescentes. Tallo escaposo. Hojas ovadas, lanosas en el haz y glabras en el envés. Pseudoespigas en cabezuelas terminales, con pelos entre las flores. Tépalos blancos. Se distribuye desde el sur de Perú, Bolivia, norte de Chile hasta el noroeste argentino.



**Figura 61.** *Gompbrena meyeniana*. a) Hábito. b) Flores.  
Fotografía: C. Cáceres.

## *Oreocerus leucotrichus*

Viejito, Chastudo

Estado de conservación

IUCN (LC): Menor preocupación

CITES II

### TAXONOMÍA

Clase: Equisetopsida

Orden: Caryophyllales

Familia: Cactaceae

Género: *Oreocereus* (A. Berger) Riccob.

Especie: *Oreocereus leucotrichus* (Phil.) Wagenkn.

Especie arbustiva, con ramificación basal, tallos columnares 1.5 a 2 m de alto; 12 a 15 costillas, anchas, areolas con abundantes pelos sedosos, blancos, 5 a 10 cm. de largo. Espinas amarillas o marrones, 5 a 10 radiales, 1 a 4 centrales, de 5 a 8 cm. de largo. Flores cerca del ápice, 8 a 10 cm. de longitud, rojo-violeta, fruto redondo, amarillento, 4 a 6 cm. de diámetro, dehiscente por un poro basal.



**Figura 62.** *Oreocereus leucotrichus*. Viejito.

Fotografía: C. Cáceres.

## *Azorella compacta*

Yareta

Estado de conservación

IUCN (LC): Menor preocupación

D. S. N° 004-2014 MINAGRI: VU (Vulnerable)

### TAXONOMÍA

Clase: Equisetopsida

Orden: Apiales

Familia: Apiaceae

Género: *Azorella* Lam.

Especie: *Azorella compacta* Phil., 1891

Arbusto en cojín hemisférico, densamente ramificado y muy compacto. Hojas resinosas en roseta con 1 a 5 flores amarillo-verdosas por roseta. Fruto seco que se parte en dos en la madurez. Habita en las cordilleras de Argentina, Bolivia, Chile y Perú.





**Figura 63.** *Azorella compacta*. Yareta. a) Hábito. b) Fruto. c) Flores  
Fotografía: C. Cáceres.

*Pycnophyllum macropetalum*

Estado de conservación

IUCN (LC): Menor preocupación

Ninguno

TAXONOMÍA

Clase: Equisetopsida

Orden: Caryophyllales

Familia: Caryophyllaceae

Género: *Pycnophyllum* J. Rémy

Especie: *Pycnophyllum macropetalum* Mattf., 1922

Hierba perenne con crecimiento en placa o cojín laxo. Hojas muy cercanas entre sí, enteras, pequeñas, alternas, apretadas a los tallos. Flores solitarias y terminales, blancas. Fruto seco, que se abre en su madurez, con una semilla en su interior. Se distribuye en el sur de Perú, suroeste de Bolivia, norte de Chile y Argentina.





**Figura 64.** *Pycnophyllum macropetalum*. a) Flores. b) Hábito.  
Fotografía: C. Cáceres.

## *Tetraglochin cristatum*

Canlli

Estado de conservación

Ninguno

### TAXONOMÍA

Clase: Equisetopdida

Orden: Rosales

Familia: Rosaceae

Género: Tetraglochin Poepp.

Especie: *Tetraglochin cristatum* (Britton) Rothm., 1939

Subarbusto de 10 a 30 cm de altura, con ramas erguidas, rojas cuando jóvenes y marrones a la madurez. Las hojas lineares se disponen agrupadas en la base y a lo largo de falsas espinas que crecen perpendiculares al tallo principal. Las flores son muy pequeñas, carecen de pétalos y se ubican en las axilas de las hojas. El fruto, de color rojo intenso, está provisto de alas longitudinales dentadas. Fructifica a partir de diciembre, en donde el fruto persiste hasta abril y mayo. Crece sobre suelos pedregosos gruesos y arenosos alrededor de bofedales. Se distribuye en la zona central y sur del Perú, Bolivia, norte de Chile y Argentina, entre los 2000 y 4950 metros de altitud.



**Figura 65.** *Tetraglochin cristatum*. Canlli. a) Flores. b) Hábito.  
Fotografía: C. Cáceres.

*Adesmia spinosissima*

Canlla

Estado de conservación

Ninguno

TAXONOMÍA

Clase: Equisetopdida

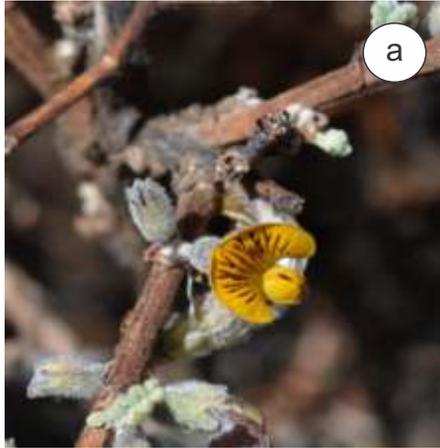
Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Género: *Adesmia* DC.

Especie: *Adesmia spinosissima*

Meyen ex Vogel, 1835



Arbusto mediano, puede superar 1 m de altura. Tallos con espinas muy ramificadas dicotómicamente. Hojas compuestas, pilosas. Flores amarillas-anaranjadas, solitarias. Fruto seco plumoso. Esta especie se le encuentra en los alrededores del bofedal. Habita en la zona de puna del Sur de Perú, Oeste de Bolivia y Noroeste de Argentina (Jujuy y Salta), así también como en el desierto del norte de Chile. Crece en suelos arenosos y pedregosos de los cerros, llanos y borde de salares; se encuentra entre los 2,700 a 4,000 metros de altitud.



Figura 66. *Adesmia spinosissima*. Canlla. a) Flor. b) Hábito.  
Fotografía: C. Cáceres.

## **CAPÍTULO III**

### **Caracterización ecológica de los bofedales de Huaytire**

#### **3.1 Resiliencia, adaptabilidad, transformabilidad y ciclos adaptativos de los bofedales de Huaytire**

Un bofedal en estado normal puede producir toda una serie de bienes y servicios afines que son objeto de valoración para el hombre. La biodiversidad es el sostén de la mayor parte de los bienes y servicios ecosistémicos, los mismos que son objeto de valorización por parte del hombre. Los bofedales, en general, amparan unos elevados niveles de biodiversidad. La pérdida de la diversidad puede tener consecuencias negativas en su capacidad productiva (Cardinale et al, 2011). La pérdida de biodiversidad es el criterio fundamental para medir la degradación de un ecosistema, mientras que la conservación de la biodiversidad es la piedra angular de la ordenación sostenible y resulta ser el factor clave que mantiene sus funciones ecosistémicas.

Un atributo importante de los bofedales es la resiliencia o capacidad del ecosistema de recuperarse tras fenómenos de perturbación complejos (Gunderson, 2000). Bajo la mayor parte de los regímenes de perturbación natural, los bofedales consiguen mantener su resiliencia en el tiempo. La resiliencia del ecosistema resulta ser una propiedad ecosistémica emergente que deriva de la biodiversidad en múltiples escalas, y abarca desde la diversidad genética

hasta la diversidad paisajística. Para poder sostener la producción de bienes y servicios que el hombre utiliza, los bofedales deben poder restablecerse tras impactos de la perturbación y no sufrir degradación en el tiempo.

Otro concepto relacionado con resiliencia es el de resistencia, que viene a ser la capacidad del bofedal de resistir alteraciones de menor impacto o envergadura a lo largo del tiempo, tales como la muerte de la vegetación o también un nivel crónico de herbivoría provocada por los camélidos sudamericanos. Los bofedales son ecosistemas que, por lo general, son estables, que cambian poco en el tiempo cuando son afectados por perturbaciones no catastróficas.

Los bofedales son ecosistemas que pueden ser muy resilientes, pero poco resistentes a una determinada perturbación. Por ejemplo, los bofedales pueden ser muy resilientes a procesos de eutrofización avanzada, pero muy poco resistentes a la falta de agua permanente.

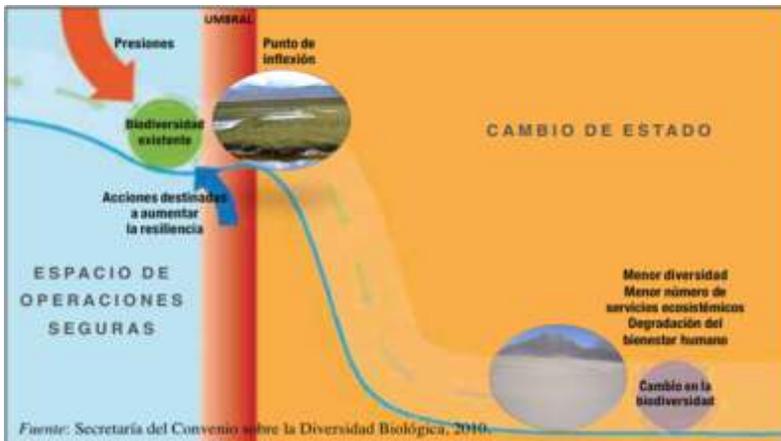
La pérdida de resiliencia puede ser causada por la pérdida de grupos funcionales y también por alteraciones climáticas o por una variación intensa y prolongada por actividad antrópica (Folke et al, 2004).

Con frecuencia, la degradación de los bofedales, por actividad antrópica, es el resultado de la aplicación de malas técnicas de aprovechamiento hídrico durante un determinado tiempo; asimismo, por un sobre pastoreo y capacidad de carga animal, no permitiendo la recuperación de su cobertura vegetal.

### **3.1.1 Cambio de estado de los ecosistemas: Puntos de inflexión**

Los bofedales impactados no siempre logran

recuperarse tras episodios de perturbación grave y prolongada. Se conocen umbrales de recuperación para las poblaciones de las diferentes especies y para los procesos que tienen lugar dentro de los ecosistemas. El punto en el cual el ecosistema pierde su capacidad de recuperación o su resiliencia e integridad se denomina punto de inflexión o umbral ecológico. Si la perturbación es demasiado intensa, esta dará origen a una cascada de efectos o impactos que generan cambios marcados en el ecosistema, los cuales determinan el paso de bofedal a un nuevo estado totalmente diferente al anterior. Por ejemplo, una sequía total o grave del bofedal, por extracción de agua de subsuelo permanente (sin tener en cuenta los balances hídricos necesarios para mantener el bofedal) puede llevar a que este desaparezca y pase a otro estado como un desierto. En estas nuevas condiciones, la provisión de productos y servicios para el ser humano podrá verse mermada (Figura 67: Caso del Bofedal Huaytire – Tacna).



**Figura 67.** Ilustración del cambio de estado de un ecosistema

Fuente: Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2010

Los ecosistemas pueden ser utilizados y aprovechados para la obtención de servicios ecosistémicos, pero los servicios no deben exceder los niveles de sostenibilidad y tampoco se debe extraer bienes, de manera tal, que el ecosistema se vea afectado, como, por ejemplo, la sobre explotación de acuíferos en zonas áridas, ya que el agua subterránea es esencial para la existencia de cobertura vegetal de los bofedales de la cordillera del sur del Perú. Una vez alcanzado el punto de inflexión, los cambios en el ecosistema son considerables y no lineales, y su naturaleza es con frecuencia impredecible y drástica (Scheffer y Carpenter, 2003).

### **3.1.2 Explotación de aguas subterráneas y su implicancia en la desertificación**

Los ecosistemas, como los bofedales, son el resultado de los procesos naturales de meteorización, erosión, formación de suelos y afloramiento de agua que posteriormente son colonizados por una vegetación y que alberga una determinada fauna. Los factores climáticos, entre ellos la precipitación, son determinantes en la constitución y la sostenibilidad de estos ecosistemas. Las geoformas típicas, relacionadas con el agua superficial en las cabeceras de cuencas, son laderas de montañas con diferentes declives, afloramientos rocosos, glaciares con diferentes espesores, circos glaciares, morrenas, mesetas, entre otros. Esas geoformas se convierten en el soporte natural (ínerte) de los ecosistemas. Si relacionamos los cauces de las cabeceras de cuencas con los ecosistemas, encontramos que los orígenes de esas corrientes están vinculados a recurrentes ecosistemas como, por ejemplo, las

lagunas, pastos, matorrales, bofedales, bosques, etc. Es decir, el relieve y el agua son los dos principales elementos del ecosistema por su condición de soporte.

Las aguas subterráneas constituyen, con cierta frecuencia, el único recurso hídrico disponible en regiones de clima árido y semiárido, teniendo el valor de recurso estratégico, único susceptible de hacer frente a las necesidades para los diferentes usos. Pero la explotación desordenada de las aguas subterráneas puede plantear diferentes problemas de índole ambiental, social, económica, administrativa y legal (Custodio, 1995).

El uso intensivo del agua subterránea afecta tanto a la cantidad como a la calidad del recurso. Sobre este último aspecto hay multitud de ejemplos; frecuentemente, los acuíferos aumentan considerablemente la salinidad de sus aguas, y no solamente en los acuíferos costeros, donde se puede producir intrusión marina, sino en muchas otras circunstancias, como son movilización de aguas “fósiles” de alto contenido salino, en arsénico (Argentina, Bangladesh, Bengala y Méjico; Nickson et al., 1998; Schreiber et al., 2000), en flúor, y en boro (Bajo y Medio Andarax, Almería; Sánchez Martos et al., 1999), entre otros elementos, que pueden salinizar o hacer tóxica o fitotóxica el agua.

Una consecuencia de la sobreexplotación de acuíferos es la desertificación: el mismo que es un proceso de degradación ecológica en el que el suelo fértil pierde su potencial productivo como resultado de la destrucción de la cubierta vegetal, la erosión, la sobreexplotación de aguas

subterráneas, la salinización de las tierras o simplemente la falta de agua. Por su parte, la sequía es considerada como una anomalía climatológica en la que la disponibilidad de agua está por debajo de lo habitual de una determinada área geográfica, no siendo el agua suficiente para abastecer a los seres vivos de su entorno ni la recarga de los acuíferos subterráneos.

La degradación del suelo es el proceso de disminución de la capacidad actual y potencial del mismo para producir bienes o servicios, y se manifiesta como una serie de cambios físicos, químicos o biológicos en las propiedades y procesos edáficos. Los efectos erosivos del agua y el viento han sido bien estudiados; estos se producen cuando una superficie de suelo con vegetación es despojada de su cobertura natural, incrementando el potencial erosivo.

Este también depende de las dimensiones y velocidad de las gotas de lluvia, de la intensidad de la precipitación y de la fuerza del viento. La degradación de la cubierta vegetal incrementa el albedo, el cual se manifiesta en una disminución de la radiación neta, cuya consecuencia es la disminución de la evapotranspiración, que en un ambiente semiárido puede representar entre 60 y 80 % del balance hídrico (Wallace, 1994).

A su vez, la evapotranspiración influye en la reducción de la formación de nubes, y con ello de la precipitación (Rowntree, 1991). Con la pérdida de la cubierta vegetal, la incidencia de materia orgánica disponible para incorporarse al suelo es menor y la estructura de éste se hace más inestable. Esto produce una reducción en el almacenamiento

de humedad, además de un aumento de la escorrentía superficial y de los procesos de erosión hídrica, mostrando que existe una retroalimentación climática a largo plazo entre la atmósfera y la vegetación (Charney, 1975).

### **3.1.3 Cabecera de cuenca hidrográfica en zonas áridas y semiáridas e impactos por extracción de agua subterránea.**

Las cuencas hidrográficas son grandes unidades naturales donde se plasma el ciclo hidrológico en los continentes, siendo el agua el elemento central. Esas unidades se delimitan de manera cualitativa, considerando una línea divisoria continua que, de manera aproximada, une los puntos de las partes altas de geoformas positivas como, por ejemplo, Montañas, glaciares y colinas.

La Figura 68 muestra un modelo simple de la cabecera de cuenca alta de Locumba, el mismo que cuenta con importantes reservas de agua subterráneas o acuíferos, sobre todo en su parte altioplánica. El acuífero Huaytire-Gentilar se encuentra en la pampa Huaytire, llamada también formación Capillune, y es la principal reserva de agua subterránea de la cuenca Locumba.

Debido a la porosidad de las rocas volcánicas que conforman la Pampa Huaytire-gentillar, el agua se infiltra al subsuelo fácilmente, formando grandes reservas de agua o acuíferos (Balvín, 1995; Cotrina Chavez et al., 2009).

A partir del acuífero se forman bofedales por la humedad permanente en la superficie y también aflora agua de la tierra naturalmente, mediante manantiales o, artificialmente, mediante la

perforación de pozos artesanales elaborados por los campesinos (Balvín, 1995; Morris & Panty, 1999; Cotrina Chavez et al., 2009).



**Figura 68.** Modelo simplificado de cabecera de cuenca de Huaytire

Fuente: Elaboración propia

La cuenca del río Locumba está en la cordillera volcánica, en el extremo norte tacneño. La cuenca tiene un área de 5,879 Km<sup>2</sup>, de la cual 505 Km<sup>2</sup> son de la cuenca alta. Sus nacientes se ubican en tres fuentes: la primera, en el nevado Chuquiananta, límite con Moquegua, en cuya vertiente oriental se genera la quebrada Tacalaya, que luego se denomina río Camilaca; por la vertiente del lado sur se generan las quebradas Borogueña y Cinto. La segunda fuente se localiza en la cadena volcánica, con una serie de afluentes que forman el río Callazas, destacando en sus nacientes la laguna Suches. La tercera fuente se constituye con dos vertientes: La del nevado Larjanco, al este del volcán Yucamane, cuyos deshielos se juntan con

las aguas de los geyser de la quebrada Calientes, tomando el nombre de río Calientes, el mismo que confluye con el río Salado, que es la otra vertiente, cuyos orígenes están en el cerro sulfuroso llamado Lopez extraña.

El río Salado con el Callazas ingresan juntos a la laguna Aricota, de la cual sale por filtraciones el río Curibaya. La unión del Camilaca con el Borogueña forma el río Ilabaya, el mismo que recibe las aguas de la quebrada de Huanuara. La unión del Ilabaya con el Curibaya forma el río Locumba. La quebrada de Cinto desemboca en el río Locumba, en las proximidades de Villa Locumba. El río Locumba, desde sus nacientes, tiene una longitud de 171 Km., con un recorrido torrencioso que sigue el rumbo Sur-Suroeste hacia el Océano Pacífico. Su régimen es irregular, con una descarga promedio de  $2.5 \text{ m}^3/\text{s}$ . (Panty, Ayca y Choque, 2010).

La reducida cobertura de la cabecera de cuenca no permite mayor captación y almacenamiento de aguas producto de las precipitaciones; más aún si en los últimos cincuenta años la región viene soportando una prolongada sequía. Entre 1956 y 2007 se han registrado 24 años húmedos y 26 años secos. Pero la situación se agrava si se observa la tendencia de los últimos veinte años, de los cuales solo cinco son años húmedos. El problema del agua en Tacna, como cabecera del desierto de Atacama, no es un drama reciente, es un larguísimo drama histórico que el centralismo con sus dependencias locales no pudo resolver.

En toda esta zona, en el 2009, el estudio realizado por el INGEMENT inventarió noventa y siete manantiales y otros tipos de surgencias (23 en toda

la cuenca), las cuales se ubican principalmente en la parte alta de la cuenca, en las cabeceras de los ríos o subcuencas Tacalaya, Callazas, Suches, Vizcachas y Cinto (Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca Caplina - Locumba, 2016; Cotrina Chavez et al., 2009).

Desde el punto de vista hidrológico, el proceso del drenaje en las laderas es bastante complejo, pero se puede sintetizar de la siguiente manera: una parte del agua se puede infiltrar debido a la porosidad o fracturamiento de roca, otra fracción lo va utilizar la vegetación y, en parte, lo puede devolver a la atmósfera mediante la transpiración. Asimismo, a través de la evaporación del agua en los suelos húmedos puede retornar otra parte a la atmósfera. El volumen de agua resultante de la escorrentía en las laderas de las subcuencas va determinar una red de cauces. El área total de esa red de drenaje conformará la cuenca hidrográfica (Meléndez de la Cruz, 2019).

### **Importancia de las aguas subterráneas**

El agua subterránea es un recurso natural muy valioso que es un componente esencial del Ciclo Hidrológico. La contribución de agua de los acuíferos al flujo de los ríos es responsable de que el río siga teniendo caudal cuando no hay precipitaciones. El porcentaje de la aportación del caudal base con respecto al total del río es muy variable y depende de la geología y el clima, pudiendo variar desde casi cero a ser próximo al 100% en cuencas muy permeables.

El agua subterránea cumple una función ambiental en la naturaleza por su contribución a los caudales

de ríos, manantiales, lagos, humedales andinos y estuarios. Tiene un papel importante en muchos procesos geológicos y es un solvente activo, por lo que el flujo subterráneo actúa como vehículo en el transporte de contaminantes o en el control de la intrusión de aguas salinas (Custodio 2001, Younger 2007).

Las aguas subterráneas se han aprovechado desde la antigüedad para abastecimiento de poblaciones y para riego. La mejora de las técnicas de perforación de pozos y la introducción de la bomba sumergida ha originado un aumento importante de la utilización de las aguas subterráneas. En los últimos decenios el aumento ha sido espectacular, especialmente para el riego en las regiones áridas y semiáridas. En algunos casos la explotación intensa de los acuíferos ha producido descensos importantes de los niveles de agua, descensos de los caudales de ríos y manantiales. Esto ha afectado a humedales andinos y ecosistemas, y ha producido degradación de la calidad del agua o intrusión marina en acuíferos costeros.

### **Impactos ambientales de las extracciones de agua subterránea**

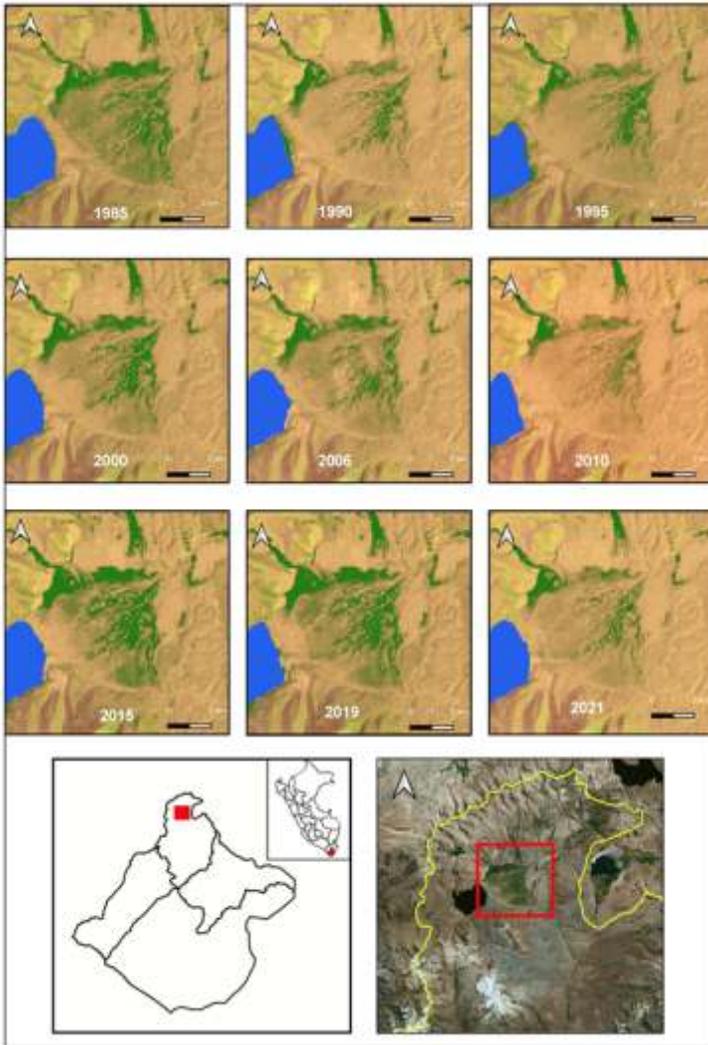
La extracción de aguas subterráneas da lugar a diversos tipos de problemas ambientales, entre ellos: la degradación de la calidad de las aguas bombeadas, la desertificación de espacios verdes, niveles de aridez elevados que ocasionan mortandad de organismos diversos, entre otros. Se estima que el 20% de los acuíferos mundiales está siendo sobreexplotado, lo que va a tener graves consecuencias, como el hundimiento del suelo y la intrusión de agua salada.

La actividad minera del cobre se desarrolla, principalmente, en la región Tacna, en sectores cordilleranos de zonas áridas y semiáridas, donde las condiciones de precipitación medias van desde 0.5 mm/a desde la costa hasta 250 mm/a en el altiplano andino en determinados periodos.

La minería peruana ha sido históricamente un fuerte consumidor de recursos hídricos, preferentemente para procesos de concentración o refinamiento del mineral, desde la década del 1960 hasta la fecha. En la región Tacna se puso en marcha, en el altiplano de Candarave, importantes operaciones de extracción de agua de subsuelo que han usado intensivamente agua subterránea con resultados ambientales adversos.

Un ejemplo de los impactos negativos se puede observar en la Figura 69, donde gran parte de la zona baja de la cabecera de cuenca Huaytire-Gentilar cambió de estado por la sobreexplotación del acuífero, mediante perforación diamantina realizado por la actividad minera.

Los efectos negativos de la extracción de agua de subsuelo se evidencian por la calidad del suelo y la erosión del mismo. En las figuras 70, 71, 72, 73 y 74 se muestra las condiciones del suelo de la pampa Huaytire-gentilar, el mismo que corresponde a un suelo sin mantillo de consistencia arenosa. El proceso de aridez se está acelerando por falta de agua y por incrementos de la temperatura como parte del efecto de la variabilidad climática. Estas condiciones han generado una desertificación acelerada en esta zona altoandina.



**Figura 69.** Bofedal Huaytire-gentilar y su cambio de estado vegetacional

Fuente: Elaboración propia

La laguna Suches también es afectada por la extracción de agua. Se localiza en el extremo norte de Tacna, a 35 km. de Candarave, en el lado oeste de la pampa y del pueblo Huaytire. Se encuentra a 4,452 m.s.n.m, con una extensión de 370 km<sup>2</sup>, una capacidad de almacenamiento de 106,000,000 m<sup>3</sup> y una profundidad de 17 metros. Sus afluentes son los pequeños ríos Huaytire y Livicalane, además los escurrimientos superficiales de pequeños bofedales.



**Foto 70.** Vista de la vegetación en Huaytire-gentilar

Fuente: Elaboración propia



**Foto 71.** Efectos de la sobreexplotación de acuífero en la pampa Huaytire-gentilar

Fuente: Elaboración propia



**Figura 72.** Vegetación seca por la falta de agua

Fuente: Elaboración propia



**Figura 73.** Perfil de vegetación infértil completamente seca

Fuente: Elaboración propia



**Figura 74.** Vegetación de bofedal completamente descompuesta por falta de agua

Fuente: Elaboración propia

### **Cambio en la textura de los suelos**

Los suelos en zonas áridas y semiáridas pueden ser poco profundos o profundos, arenosos o arcillosos, y pueden variar en cuanto a acidez y fertilidad (Figura 75). La productividad depende de la capacidad del suelo para retener agua, que tiende a incrementarse con el espesor y el contenido orgánico. Los suelos arenosos tienen una menor capacidad de retención de agua que los arcillosos. La escasa vegetación, que es frecuente en zonas áridas y semiáridas, permite que el agua desprenda partículas de los suelos y las conduzca a los espacios porosos del mismo, lo cual hace que el terreno se endurezca y absorba menos agua (exfoliación de suelos). Esto conduce a más escorrentía y erosión de pequeñas partículas que contienen nutrientes de la superficie (Figura 76).

En la pampa de Huaytire-Gentilar, una vez erosionado el suelo, es menos capaz de sustentar la

vegetación y más susceptible de sufrir mayor modificación por el agua y el viento. La evaporación del agua deja sales en los suelos. Asociado a lo anterior, si no hay precipitaciones no se podrá disolver las sales depositadas en el suelo ni su redistribución, produciéndose la salinización de la tierra.



**Figura 75:** Suelos arenosos.

Fuente: Elaboración propia



**Figura 76:** Suelo sin productividad con poca vegetación

Fuente: Elaboración propia

La fragilidad del suelo, es decir, su susceptibilidad a la degradación, ocurre por propiedades intrínsecas del suelo o por diferentes variables en el ecosistema como la alteración de la cubierta vegetal, la agresividad del clima o las características del relieve. La acción humana puede introducir desequilibrios, especialmente, al intervenir la cubierta vegetal por sobreexplotación de acuíferos, actividades agropecuarias, mal manejo de plantaciones forestales, desarrollo de actividades industriales, proyectos viales, etc., intensificando los efectos de catástrofes naturales como temporales, deslizamientos de suelos y aluviones. La degradación se puede manifestar en múltiples alteraciones de las características físicas, químicas y biológicas de un suelo.

Según el Ministerio de Agricultura de Chile, 2008, consideran dentro de este amplio concepto de degradación a cuatro tipos diferentes:

**a) Degradación de la fertilidad:** Es la disminución de la capacidad del suelo para soportar vida. Se producen modificaciones en sus propiedades físicas, químicas, fisicoquímicas y biológicas que conllevan a su deterioro. Al degradarse el suelo, este pierde su capacidad productiva; debido a esto, cada vez hay que añadirle mayor cantidad de nutrientes para poder obtener cosechas. En general, el rendimiento va disminuyendo en la medida que se deteriora el suelo. Puede tratarse de una degradación química, que se puede deber a varias causas como pérdida de nutrientes, acidificación, salinización, sodificación, aumento de la toxicidad por liberación o concentración de determinados elementos

químicos. En el predio la degradación química se puede producir por agregar abonos que acidifican el suelo, como es el caso de aplicación de guanos frescos. Así también, múltiples abonos y fertilizantes pueden tener este mismo efecto en los suelos. El deterioro del suelo, a veces, es consecuencia de una degradación física por pérdida de estructura, aumento de la densidad aparente, disminución de la permeabilidad o disminución de la capacidad de retención de agua. Esto se puede producir por labores repetidas de aradura del suelo en un predio (disgregando sus partículas), por dejar suelos en barbecho expuestos a la erosión (provocando pérdida de materia orgánica y agua), o también por compactación, debido al paso de la maquinaria y animales. En otras ocasiones, se habla de degradación biológica cuando se produce una disminución de la materia orgánica incorporada. Esta degradación ocurre, principalmente, por un exceso de la aradura del suelo en un predio, perdiendo su materia orgánica por la erosión.

**b) Erosión:** La erosión es un proceso natural y se caracteriza por la pérdida selectiva de materiales del suelo. Por la acción del agua o del viento los materiales de las capas superficiales van siendo arrastrados. Si el agente es el agua, se habla de erosión hídrica, y para el caso del viento se denomina erosión eólica. La acción de estos agentes (agua y viento) se ve favorecida en superficies con pendientes o que no cuentan con suficiente cobertura vegetal para reducir la erosión. En general, cuando se habla de erosión del suelo se refiere a la erosión

antrópica (acción humana), que es de desarrollo acelerado. También está la erosión natural o geológica, de evolución muy lenta. La erosión geológica se ha desarrollado desde siempre en la Tierra; es la responsable del modelado de los continentes y sus efectos se compensan en el suelo, ya que actúan con la suficiente lentitud como para que sus consecuencias sean contrarrestadas por la velocidad de formación del suelo. Así, en los suelos de superficies estables se forma el suelo, como mínimo, a la misma velocidad con que se erosiona. Es más, es muy importante destacar que la erosión natural es un fenómeno muy beneficioso para la fertilidad de los suelos. Esto debido a que este proceso va dejando disponible los nutrientes para los vegetales a medida que se va formando el suelo.

**c) Contaminación:** El suelo se puede degradar al acumularse en él sustancias tales que repercuten negativamente en el comportamiento de los suelos. La FAO define la contaminación como una forma de degradación química que provoca la pérdida parcial o total de la productividad del suelo. La acumulación de sustancias tóxicas para los organismos suele producirse de una manera artificial, como consecuencia de las actividades humanas, pero también puede ocurrir de manera natural. La edafización (formación del suelo) libera sustancias contenidas en el material de la roca originaria o desde los materiales de depósito de las rocas, pudiendo concentrarse en el suelo hasta alcanzar niveles tóxicos. El suelo se puede contaminar por múltiples actividades en un predio que pueden

tener origen interno (vertidos de productos fitosanitarios, fertilizantes, solventes, basura u otros productos) u origen externo (relaves mineros, vertidos de productos tóxicos en terrenos aledaños, etc.).

**d) Pérdida de suelo:** La pérdida del suelo se relaciona con varios factores o tipos de degradación. Se habla de pérdida del suelo cuando se pierde su capa superficial (para el desarrollo de actividades agrícolas y forestales), se pierden materiales del suelo debido a la erosión o por la desertificación, debido a la contaminación, por cambio de uso, etc. En relación al cambio de uso del suelo, un punto relevante para la agricultura es el giro que está teniendo el uso de los terrenos, ya que varios están siendo destinados a uso industrial o residencial, dejando menos superficie disponible para la producción de alimentos, lo que no sólo afecta la producción, sino que también obliga a desplazar sistemas agrícolas hacia ambientes naturales que antes no estaban utilizados para esa actividad.

En zonas semiáridas, como la zona de la pampa Huaytire, los suelos desnudos (sin vegetación) están expuestos a una baja precipitación y a una serie de procesos físicos y químicos que cambian sus propiedades en las capas próximas a la superficie del terreno. Cuando la superficie se seca, se forma una capa dura (costra). Esto, a su vez, puede ser dañino para el rebrote de la vegetación, puesto que la costra superficial produce una disminución de la infiltración; por consiguiente, una disminución de la humedad en la zona radicular, aumenta la escorrentía, y, en

consecuencia, la erosión superficial (Mualen y Assouline, 1996).

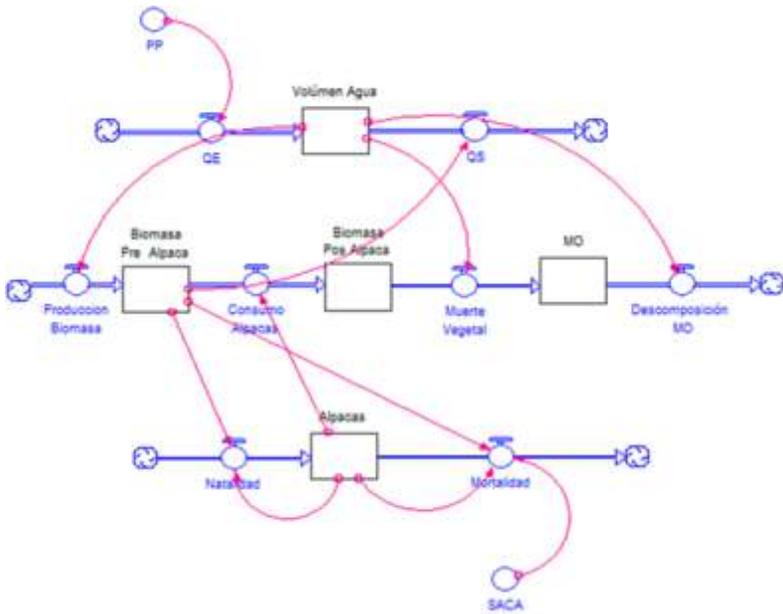
En zonas áridas y semiáridas una buena parte del agua que llega a la superficie de tierras desnudas se pierde por evaporación desde la superficie del suelo. Frecuentemente, la pérdida por evaporación del suelo puede ser del orden del 50% de la precipitación anual (Slatyer y Mabbutt, 1964). Experimentos realizados por Philip (1957), teniendo inicialmente el suelo saturado, demostraron que la tasa de evaporación del suelo disminuye al disminuir la humedad del suelo (al secarse), debido a que el vapor de agua existente en los intersticios del suelo hace que la gradiente de presión de vapor de agua disminuya, y por lo tanto, disminuya la evaporación. En zonas áridas, debido a que la precipitación es esporádica y de poca duración y con prolongados períodos secos, las precipitaciones de baja intensidad generalmente se evaporan a una tasa alta de evaporación, pues el agua no penetra a capas profundas del suelo y, por lo tanto, el efecto del vapor de agua en el suelo es menor.

### **3.1.4 Dinámica socioecológica de los bofedales de Candarave**

En la Figura 77 se observa el modelo gráfico conceptual de la dinámica socioecológica de los bofedales de la comunidad de Huaytire. Esta propuesta constituye un modelo que sirve para entender como los procesos físicos, biológicos y sociales se interrelacionan dentro del funcionamiento del sistema. Se puede observar que hay flujos de entrada y salida del agua del compartimiento volumen de agua, el cual se

relaciona con varios flujos (producción de biomasa, muerte vegetal y materia orgánica), generando una retroalimentación directa. El modelo toma en cuenta a los principales consumidores de los pastos, las alpacas, que se comportan como reguladores del sistema, no permitiendo que la vegetación se acumule y descomponga posteriormente ocasionando una mayor cantidad de materia orgánica. También se tiene en cuenta los compartimientos de biomasa de pastos antes de ser consumida por las alpacas (biomasa pre-alpaca) y biomasa que queda después del consumo (biomasa post-alpaca). El flujo que sale de la biomasa post-cosecha representa a la descomposición de los pastos que formaran parte de la materia orgánica. Finalmente, un compartimiento llamado de las alpacas y todo lo relacionado a su población (natalidad y mortalidad), asociándose a esta última la variable (significando esto no solo cortar el vellón o lana de las alpacas, sino también la remoción de una parte de esta población, ya sea el traslado hacia otros lugares o para beneficio propio del alpaquero) que se conecta mediante un flujo de salida hacia el compartimiento de biomasa pre-alpaca.

En el modelo es esencial conocer los caudales de entrada y salida del agua, porque todo el desarrollo del sistema depende de esta variable. Es importante referir que de lo observado *in situ*, se puede deducir que es la biomasa post-cosecha quien fijaría las condiciones del hábitat y, al mismo tiempo, determina la capacidad del sistema para albergar una diversidad biológica típica de estos ecosistemas.



**Figura 77.** Modelo conceptual de la dinámica socioecológica de los Bofedales

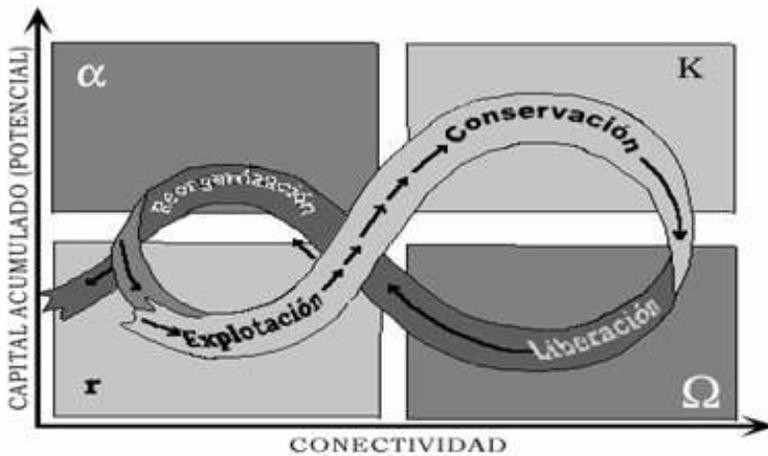
Fuente: Elaboración propia

### 3.1.5 Manejo adaptativo de los bofedales

#### Ciclos Adaptativos

El ciclo adaptativo planteado inicialmente involucra cuatro fases que ocurren de manera común en los procesos de cambio de los sistemas complejos (ecológicos) como resultado de su dinámica interna e influencia externa: crecimiento, conservación, liberación o destrucción creativa y reorganización. Muchos sistemas se mueven en estas cuatro fases, descritas como ciclo adaptativo, incluyendo los ecosistemas, sistemas sociales, sistemas institucionales y sistemas socioecológicos (Walker, Gunderson, Kinzig, Folke, Carpenter y Scultz, 2006).

En la Figura 78 la progresión en el ciclo va de la fase de crecimiento lentamente hacia la conservación, muy rápido hacia la liberación, rápidamente hacia la reorganización y rápidamente también hacia otra fase de crecimiento. Las flechas cortas indican cambios lentos y las flechas largas cambios rápidos. Durante el bucle lento que va del crecimiento a la conservación, la conectividad y estabilidad se incrementan y se va acumulando paulatinamente un capital que aumenta el potencial del sistema. En un sistema económico o social, el potencial acumulado puede consistir de habilidades, redes de relaciones humanas, y confianza mutua que va creciendo conforme se avanza en este bucle (Holling y Gunderson, 2002).



**Figura 78.** Fases de los ciclos adaptativos

Fuente: Holling y Gunderson, 2002

Walker et al. (2006) señalan que la primera fase ( $r$ ) es interpretada como de crecimiento, caracterizándose por la disponibilidad de recursos, estructura de acumulación y alta resiliencia. Mientras la estructura y las conexiones entre

componentes del sistema se incrementan, la cantidad de energía requerida para mantenerlo crece. La segunda fase (K) es aquella donde el ritmo de crecimiento de la red se ralentiza y el sistema se vuelve más interconectado, menos flexible y más vulnerable a perturbaciones externas. Estas dos fases, r-K, se integran en un bucle de crecimiento front loop y corresponde al proceso de sucesión ecológica en los ecosistemas y constituye los modos de desarrollo en las organizaciones y sociedades.

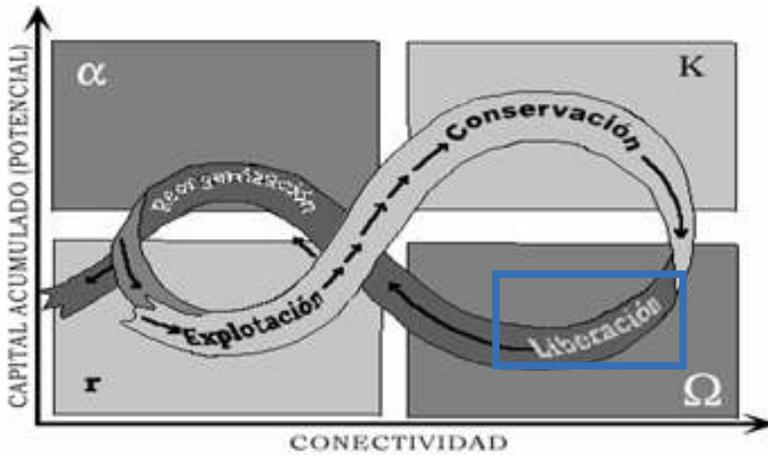
Holling y Gunderson (2002) indican que la tercera fase, conocida como fase  $\Omega$ , corresponde a la de liberación o destrucción creativa; este último término tomado del economista Schumpeter, donde la excesiva conectividad del sistema se libera de repente ocasionado por ciertos agentes perturbadores. La cuarta fase ( $\alpha$ ) se conoce como de reorganización y es equivalente a la fase de innovación y reestructuración en la industria o en la sociedad -el tipo de procesos económicos y políticas que surgen en tiempos de recesión económica o transformación social-. "Estas dos fases constituyen un segundo bucle llamado back loop. La nueva fase r podría ser similar a la fase r previa o ligeramente diferente" (Walker et al., 2006).

### **Ciclos Adaptativos de los bofedales de Huaytire**

La situación actual de los bofedales de Huaytire, teniendo en cuenta el párrafo anterior y la propuesta del modelo conceptual socioecológico (Figura 77), nos permite deducir que los pobladores que aprovechan los recursos pastoriles de los bofedales no ocasionan presión sobre ellos,

es decir, un agotamiento del recurso. Lo mismo ocurre con los otros servicios ambientales que le ofrecen estos ecosistemas naturales. La migración de la población joven, al parecer, es un factor que influye en la conservación de estos ecosistemas.

Dentro de los ciclos adaptativos que presentan los ecosistemas, los bofedales, que aún están presente en la zona de Huaytire, algunos se hallan en la fase de conservación y otros en crisis (Liberación: gran parte de Huaytire,) caracterizado como un proceso lento, donde los ecosistemas alcanzan el máximo de rigidez y de regulación interna y de vulnerabilidad a eventos exógenos imprevistos y disminuyendo la resiliencia y la influencia de los factores exógenos (Figura 79).

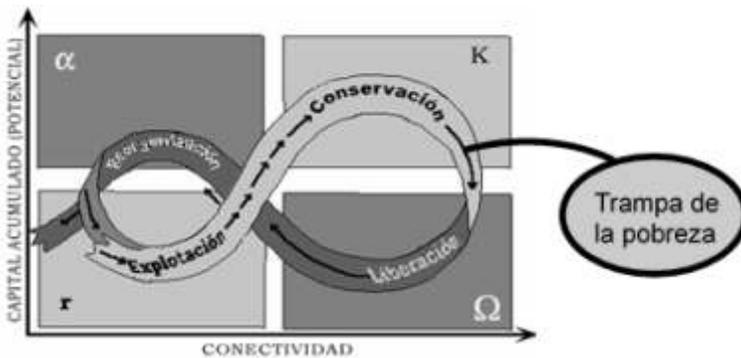


**Figura 79.** Ciclos adaptativos de los bofedales de Huaytire: Crisis

Fuente: Holling y Gunderson, 2002

La Figura 80 nos permite apreciar que, mediante los ciclos adaptativos, se puede deducir que la población de Huaytire, social y económicamente, viven en una “Trampa de la pobreza” o “letargo

social”, en el cual la población usuaria de los bofedales no agota sus recursos naturales, pero tampoco les ha permitido mejorar su calidad de vida en el tiempo. Se observa en estas comunidades campesinas una pobreza marcada en diferentes aspectos como carencia educativa, económica, salud y apoyo en asesoramiento en mejores oportunidades productivas en función a los recursos naturales de la zona.



**Figura 80.** Ciclos adaptativos de los bofedales de Huaytire: Trampa de la pobreza

Fuente: Holling y Gunderson, 2002

### 3.1.6 Población y actividad humana en la zona de Huaytire

En la zona de estudio existen algunos vestigios arqueológicos, como pinturas rupestres, por los alrededores del bofedal de Jacopunco, que evidenciarían la existencia de pobladores que sobrevivieron esencialmente de la ganadería, actividad que aún se mantiene hasta nuestros días. Bajo este contexto se entiende que los sistemas del área de estudio han sido usados y manejados por los pobladores locales desde hace mucho tiempo, quizás desde la primera civilización establecida en

la zona. Asimismo, la densidad poblacional, desde aquella época al momento actual, presenta una tendencia a disminuir, debido principalmente a las migraciones de los pobladores hacia la costa, lo que posiblemente ha permitido que estos bofedales se hayan mantenido sin ningún tipo de presión en el tiempo.

La población campesina de Huaytire corresponde a los aymara altiplánicos, los cuales conservan un “pensamiento aymara” sobre el manejo de los bofedales (occonal), basado en conductas de respeto a la naturaleza (Pedraza, 2005). La ganadería como actividad principal en el altiplano tiene un carácter de trashumancia, que significa realizar una rotación constante de los lugares de pastoreo, manteniendo durante todo el año a las alpacas en los diferentes bofedales y algunas veces en los cerros durante épocas de seca. La actividad de pastor, por lo común, es realizada por los hombres; sin embargo, los hijos varones adolescentes también ayudan, las mujeres cuando colaboran lo hacen en zonas aledañas al hogar. Es común que ocurra que los hijos generalmente migran hacia Tacna y Moquegua, no formando nuevas familias como residentes en sus zonas de origen.



## GLOSARIO

**Antropogénica:** Que tiene relación a los seres humanos.

**Antrópica:** Producido o modificado por la actividad humana.

**Comunidad:** Grupo de organismos que tienen en común diversos elementos como hábitat, ubicación geográfica, altitud, etc.

**Cuenca endorreica:** Es aquella cuenca que tiene drenaje en cuerpos de agua como lagos, lagunas y otros cuerpos de agua sin conexión con el mar.

**Charqui:** Término quechua, que se denomina a un tipo de carne deshidratada que es típico de las regiones andinas.

**Desertificación:** Proceso en el que las tierras fértiles se convierten en zonas improductivas debido a la intervención humana.

**Desertización:** Proceso natural de una región hacia condiciones conocidas como el desierto.

**Ecosistema:** Conjunto de organismos que comparten un mismo hábitat, además de las relaciones entre ellas.

**Especie:** Conjunto de organismos que pueden reproducirse entre sí y producir descendencia fértil.

**Esquilar:** Proceso de cortar y separar adecuadamente la fibra o vellón del cuerpo de la alpaca, utilizando instrumentos cortantes como tijeras y máquinas especiales.

**Eutrofización:** Proceso de contaminación del agua provocado por el exceso de nutrientes, procedentes de la actividad del hombre.

**Evapotranspiración:** Es la pérdida de humedad de las hojas por evaporación.

**Fluviolacustres:** Son formas geológicas, desarrolladas por el depósito de material sedimentario transportado por procesos fluviales y que son depositados en los lagos.

**Fluvioglaciares:** Son depósitos de material cuya causa reside en las aguas corrientes procedentes del derretimiento de los glaciares.

**Genes:** Segmento de ADN, el cual presenta la información para producir proteínas específicas.

**Manantial:** Son aguas que generalmente surgen del subsuelo, generalmente son de poco caudal y se encuentran alrededor de los cerros.

**pH:** Medida del grado de acidez y alcalinidad de una sustancia o solución.

**Resiliencia:** Es aquel ecosistema que después de un proceso de perturbación, mantiene sus características intactas, o después del daño o perturbación retorna a la situación previa.

**Servicios ambientales:** Son aquellos servicios del resultado de las funciones y procesos ecológicos generan beneficios económicos, sociales y ambientales a la sociedad.

**Trocado:** Acción de cambiar una cosa por otra.

**Turba:** Tipo de tierra cuyo origen es la descomposición parcial de plantas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

*Abumada, A., Silva C., Gajapersad K., Hallam C., Hurtado J., McWilliam A., O'Brien T., Rovero F., Sheil D., Spironello W., Winarni, N y Andelman, J.* 2011. Estructura comunitaria y diversidad de mamíferos de los bosques tropicales: datos de una red mundial de cámaras trampa. *Phil. Trans. R. Soc. B* 366 2703–2711.

*Alberto, M. y Joseli, C.* 2019. Evaluación del estado ambiental del bofedal altoandino “Yanacancha” comunidad campesina de Miraflores -Yauyos 2019. Tesis de grado. Universidad Cesar Vallejo.

*ALT – PNUD.* 2001. Evaluación de las Características y Distribución de los Bofedales en el Ámbito Peruano del Sistema TDPS. Proyecto Conservación de la Biodiversidad en la Cuenca del Lago Titicaca – Desaguadero – Poopo – Salar de Coipasa. Subcontrato 21.12. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Altiplano – Puno.

*Arévalo, R.* 2005. Complejo Marcapomacocha. En: Izurieta X. (Ed.). 2005. Turberas Altoandinas. Espacios Frágiles de Vida y Cultura. Proyecto Peatlands in the Tropical Andes. Global Peatland Initiative/NC-IUCN/ ECOPAR/GRUPO PARAMO. Quito.

*Arratia G,* 1981. Géneros de peces de aguas continentales de Chile. Publicación ocasional n° 34 , Museo Nacional de Historia Natural 34: 3-108

*Balvín, D.* 1995. Agua, Minería y Contaminación. El Caso Southern Peru. Editorial Labor.

*Bejarano, I.* 2006. La Comunidad Ictica del río Meza durante el periodo de aguas altas (Caqueta de la Amazonia Colombiana). *Caldasia* 28(2) 359-370 pp.

*BirdLife International*. 2012. “Buteo polyosoma”. Lista Roja de especies amenazadas de la UICN 2008 (en inglés). ISSN 2307-8235.

*BirdLife International*. 2016. “Lophonetta specularioides”. Lista Roja de especies amenazadas de la UICN 2018.1 (en inglés). ISSN 2307-8235. Consultado el 24 de noviembre de 2018

Brosse, S., Beauchard, O., Blanchet, S., Dürr, H.H., Grenouillet, G., Hugueny, B., Lauzeral, C., Leprieux, F., Tedesco, P.A., Villéger, S. 2013. Fish-SPRICH: a database of freshwater fish species richness throughout the World. *Hydrobiologia* 700, 343-349.

Buttolph, L. P., & Coppock, D. L. (2001). Project alpaca: Intensified alpaca production leads to privatization of key grazing resources in Bolivia. *Rangelands*, 23(2), 10-13.

Calvo, V. 2016. Marco conceptual y Metodológico para Estimar el Estado de Salud de Bofedales de Alta Montaña. Tesis para optar el Título de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima.

Cardinale, B. J., Matulich, L., Hooper, D.U., Byrnes, J.E., Duffy, E., Gamfeldt, L., Balvanera, P., O'Connor, M.I. y Gonzalez, A. 2011. The functional role of producer diversity in ecosystems. *American Journal of Botany*, 98(3): 572–592. DOI: 10.3732/ajb.1000364.

Caziani, S. & Derlindati, E. 1997. Humedales Alto andinos del Noroeste de Argentina: su Contribución a la Biodiversidad Regional. Ed. Universidad Nacional de Salta. Buenos Aires. 1-13 p.

Centro de Desarrollo y Fomento a la Auto ayuda (CEDEFOA). 2004. Proyecto de Conservación de la Biodiversidad en la Cuenca del Lago Titicaca - Desaguadero - Poopó - Salar de Coipasa (TDPS). Gerencia Nacional de Bolivia. La Paz, Bolivia.

Centro de Investigación de Recursos Naturales y Medio Ambiente (CIRNMA). 2001. Estudio para Establecer Nuevos Linderos de la Reserva Nacional del Titicaca y Elaborar el Plan Maestro. Puno, Perú.

Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca Caplina - Locumba. 2016. Plan de Aprovechamiento de las Disponibilidades Hídricas Cuenca Locumba. Tacna.

Cotrina Chávez, G., Olarte Concha, Y., Peña Laureano, F., Vargas Rodríguez, V., Sánchez Díaz, M., & Pari Pinto, W. 2009. Hidrogeología de la cuenca del río Locumba. (INGEMENT, Ed.). Lima, Perú: INGEMENT.

Cuesta, F., Becerra, M. T., Bustamante, M., Maldonado, G., Devenish, C., Quiñonez, LL., 2012. Indicadores para evaluar y monitorear el estado de la biodiversidad en los Andes Tropicales en el contexto de cambio climático - Propuesta metodológica para los países de la Comunidad Andina. SGCAN, CONDESAN, INTERCOOPERATION, UICN-Sur, Lima-Quito.

Custodio, E. (1995). Explotación racional de las aguas subterráneas. Acta Geol. Hisp., 30: 21-48.

Custodio, E. 2001. Effects of groundwater development on the environment. Bol. Geolog. Minero, Madrid, 111(6): 107-120.

Charney, J. G. (1975). Dynamics of deserts and drought in the Sahel. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 101(428), 193-202. doi: 10.1002/qj.49710142802.

Christie, M., Ramilo, J. y Bettinelli, M. 2004. Aves del Noroeste Patagónico. Atlas y Guía. 1º Ed. Buenos Aires: Literature of Latin America, 2004. 328pp.; 23x16cm. ISBN 950-9725-60-9.

De la Peña, M.R. 1992. Guía de Aves Argentinas. Tomo I. LOLA. 128 pp.

Departamento Nacional de Planeación (DNP). 2004. Dirección de Política Ambiental. Propuesta conceptual y metodológica para la aplicación de evaluaciones ambientales estratégicas en Colombia. Enero 2004.

Dueñas, R. 2005. Aves de los Andes del Perú. Ed. La Cultura. Lima, Perú. 9 - 79 pp.

Enrique A. 1986. Variación Geográfica en *Liolaemus ornatus*. (Sauria: Iguanidae): Cuadernos de Herpetología, Volumen 2. Asociación Herpetológica Argentina.

EUROPACR, 2012. Planificación de la Conservación del Patrimonio Natural. Fundación Interuniversitaria Fernando Gonzales Bernáldez. España.

Farell, M. 2006. La Ictiofauna del río Ibabo (Santa Cruz, Bolivia). En épocas de Aguas altas. Bolivia. *Kempffiana* 2(1):4-34 p.

Flores, O. J. (compilador). 1977. Pastores de Puna, uywamichiq punarunakuna. Serie Estudios de la Sociedad Rural, No. 5. Instituto de Estudios Peruanos. Lima.

Flores, D. 2002. Identificación y Análisis de Cambios en Bofedales de la Cordillera Occidental y del Altiplano de Bolivia. Tesis de Maestría en Levantamiento de Recursos Hídricos: Manejo y Conservación de Cuencas. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba. Bolivia. 22- 59 p.

Folke, C., Carpenter, S., Walker, B., Scheffer, M., Elmqvist, T., Gunderson, L. y Holling, C.S. 2004. Regime shifts, resilience, and biodiversity in ecosystem management. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 35: 557–581. DOI: 10.1146/annurev.ecolsys.35.021103.105711.

FMCN, CONAFOR, USAID y USFS (2018), "Manual para trazar la Unidad de Muestreo en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas", BIOCOMUNI-Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios, Comisión Nacional Forestal-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, México.

Galván, A. y Escobedo, R. 2003. Conflictos y propuestas en el uso de humedales alto andinos en el sur del Perú. Comunicación Personal. Universidad Nacional del Altiplano. Puno-Perú.

Guerrero, L. R. 1986. Los camélidos sudamericanos y su significado para el hombre de la puna. *Rev. Dialogo Andino* N° 5. Departamento de Historia y Geografía. Universidad de Tarapacá. Arica - Chile.

*Gunderson, L.H.* 2000. Ecological resilience: in theory and application. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 31: 425–439. DOI: 10.1146/annurev.ecolsys.31.1.425.

*Halffter, G.; Moreno, C. & Pineda, E.* 2001. Manual para evaluación de la biodiversidad en Reservas de la Biosfera. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 2. Zaragoza, 80 pp.

*Holling, C.S. y Gunderson, Lance,* 2002: “Resilience and Adaptive Cycles” en Gunderson, Lance y C.S. Holling (Eds.): *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems* (25- 62), EE. UU.: Island Press.

*Instituto de Ecología.* 2004. Flora y Vegetación, Cuerpos de Agua, Peces y Aves usos y percepción de Plantas y Animales por los pobladores; Diagnóstico Preliminar de Recursos Naturales en la Cuenca del Río Suches. Universidad Mayor de San Andrés (Prov. Camacho – Bolivia) La Paz – Bolivia.

*Izurieta, X.* (Ed.). 2005. Turberas Altoandinas. Espacios Frágiles de Vida y Cultura. Proyecto Peatlands in the Tropical Andes. Global Peatland Initiative/NC-IUCN/ECOPAR/GRUPO PARAMO. Quito. Logez, M., Bady, P., Melcher, A., Pont, D. 2013. A continental-scale analysis of fish assemblage functional structure in European rivers. *Ecography* 36, 80-91.

*Mann G.* 1954. La vida de los peces en aguas chilenas. Min. Agric. y Universidad de Chile. Santiago: 1-342. En Ruiz V., Marchant M. 2004 “Ictiofauna de aguas continentales chilenas”. Universidad de Concepción. Departamento de Zoología

*Martínez, E.; Fuentes, J.P. y Acevedo, E.* 2008. Carbono orgánico y propiedades del suelo. *Journal of Soil Science. Plant Nutrition*. 8 (1), 68-96.

*Martínez, J., Becerra, M., Cuesta, F. y Quiñonez, L.* 2009. Atlas de los Andes del Norte y Centro. Secretaría General de la Comunidad Andina. Ed. Nanuk E.I.R.L. Lima-Perú.

*Mattenczi, S.D., y Colma, A.* 1982. Metodología para el estudio de la Vegetación, Publicaciones de la Secretaria General de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Venezuela.

*Meléndez de la cruz, J.* 2019. La identificación de las cabeceras de cuencas hidrográficas: métodos y aplicaciones. *Rev. Investigaciones Sociales*: Vol.22 N.º40, pp.111-120

*Meneses, R., Loza, R., Linly, A., Palabral, A. y Antbelme, F.* 2014. Metodos para cuantificar diversidad y productividad vegetal de los bofedales frente al cambio climático. *Ecología en Bolivia* 49(3): 42-55.

*Ministerio de Chile.* 2008. Guía Técnica de Buenas Prácticas: Recursos Naturales Agua, Suelo, Aire y Biodiversidad. Comisión Nacional de Buenas Prácticas Agrícolas. consultoras de Chile Sustentable, Seminario 744, Ñuñoa, Santiago.

*Ministerio del Ambiente (MINAM).* 2015. Guía de inventario de la fauna silvestre / Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural, Lima-Perú.

*Mostacedo, B. y Fredericksen, T.* 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Impreso en Editora El País. Proyecto BOLFOR. Bolivia.

*Mualen Y. & Assouline, S.* (1996). Soil sealing, infiltration and runoff. En *Runoff, Infiltration and Subsurface flow in Arid and Semi-arid Regions*, Editado por A.S. Issar y S.D. Resnick, Kluwer Academic Publ., Boston.

*Nachtigall, H.* 1966. Ofrendas de llamas en la vida ceremonial de los pastores de la puna de Moquegua, Perú, y de la puna de Atacama, Argentina, y consideraciones Histórico-Culturales sobre la ganadería indígena". *Actas y Memorias del 36 Congreso Internacional de Americanistas*, Vol. 3, Sevilla.

*Nespolo, F., Opazo, C., Rozenmann, M. y Bozonovic, F.* 1999. Thermal Acclimation, Maximan Metabolic rate, and nonshevering

Thermogenesis of *Phyllotis xanthophygnus* (Rodentia) in the Andes mountains. *J. Mammal*, 80:742-748.

*Nickson, R., McArthur, J. Burgess, W. Ahmed, K. M. Ravenscroft, P. y Rahman, M.* 1998. Arsenic poisoning of Bangladesh groundwater. *Nature*, 395 :338

*Ortega, H., Correa, V., Hidalgo, M.,* 2014. Necton (Peces), in: Ministerio del Ambiente del Perú, U.N.M.d.S.M. (Ed.), Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú., pp. 44-56.

*Ortiz, J. y Colaboradores.* 1994. Vertebrados Terrestres con Problemas de Conservación en la Cuenca del BioBio. Ed. Universidad de Concepción. Chile. 43-115 pp.

*Oyague-Passuni, E. & Franco, P.* 2013. *Salvelinus fontinalis* (Mitchill, 1814) (Salmoniformes: Salmonidae): the presence of Brook Trout in Peru. *Check List* 9(4): 797-799. <https://doi.org/10.15560/9.4.797>

*Palacios, F.* 1977. Hiwasa uywa uywataña, uka uywaha hiwasaru uyusiyu. Los pastores aymara de Chichillapi!. Tesis para optar al Grado de Magíster en Ciencias Sociales. Especialidad de Antropología. Programa de Perfeccionamiento en Ciencias Sociales. Pontificia Universidad Católica del Perú.

*Panty N., O., Ayca G., O., & Choque A., E.* 2010. Historia de la Provincia Jorge Basadre. Locumba.

*Pedraza, J.* 2005. Introducción al Lenguaje, Historia, Cultura y Religión del Pueblo Aymara. Rey. Aymara Uta, jaya mara aru. [www.aymara.orginanakaAindex.php](http://www.aymara.orginanakaAindex.php). 1-10.

*Pellant, M.; Shaver, P.; Pyke, D. & Herrick, F.* 2000. Interpreting Indicators of Rangeland Health. Technical Reference 1734-6. 111 pp.

*Philip, J.R.* (1957). Evaporation and moisture and heat fields in the soil. *J. Meteorology*, 14, 354-366.

*Reis, R.*, 2013. Conserving the freshwater fishes of South America. *International Zoo Yearbook* 47, 65-70.

*Rincón, S.; Toro, J & Burgos, J.* 2009. Lineamientos guía para la evaluación de criterios de biodiversidad en los estudios ambientales requeridos para licenciamiento ambiental. *Biodiversidad y estudios de impacto ambiental. Elementos para evaluadores.* Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt e Instituto de Estudios Ambientales de la Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D. C. Colombia. 124 p

*Rowntree, P. R.* 1991. Atmospheric parameterization schemes for evaporation over land: Basic concepts and climate modeling aspects. In T. Schmugge, & J. C. André (Eds.), *Land surface evaporation: Measurement and parameterization.* New York, USA: Springer-Verlag.

*Ruthsatz, B.* 2012. Vegetación y ecología de los bofedales altoandinos de Bolivia *Vegetation and ecology of the high Andean peatlands of Bolivia.* *Phytocoenologia*, 42 (3 – 4), 133 – 179 Stuttgart.

*Sánchez, Ó.* 2001. Conservación y manejo de anfibios y reptiles: métodos y técnicas. Pp. 139-162, en: Ó. Sánchez, M. C. Donoarras-Aguilar y J. E Sosa-Escalante (eds.). *Conservación y Manejo de Vertebrados en el Trópico de México.* Unidos Para la Conservación-Sierra Madre, DGVS, INE-Semarnap, Conabio, U. S. Fish & Wildlife Service, FMVZ, Universidad Autónoma de Yucatán, México, D. F., 190 pp

*Schreiber, M. E., Simo, J. A. y Freiberg, P. G.* 2000. Stratigraphic and geochemical controls on naturally occurring arsenic in groundwater, eastern Wisconsin, USA. *Hydrogeology Journal*, 8: 161-176

*Sánchez Martos, F., Pulido Bosch, A. y Calaforra, J. M.* 1999. Hydrogeochemical processes in an arid region of Europe (Almería, Spain). *Applied Geochemistry*, 14: 735–745

*Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica*. 2010. Global Biodiversity Outlook 3. Montreal, Canadá. Disponible en: [www.cbd.int/gbo3](http://www.cbd.int/gbo3).

*Slatyer, R.O. y Mabbutt, J.A.* (1964). Hydrology of arid and semiarid regions. En *Handbook of Applied Hydrology*, editado por V.T. Chow, McGraw-Hill Book Company, N. York.

*Squeo, F.; Warner, B.; Aravena, R. y Espinoza, D.* 2006. Bofedales: High Altitude Peatlands of the central Andes. *Revista Chilena de Historia Natural*. 79, 245- 255.

*Tovar, O.* 1973. Comunidades vegetales de la Reserva Nacional de Vicuñas de Pampa Galeras, Ayacucho, Perú. Publicaciones del Museo de Historia Natural, Javier Prado, 27, 1– 32.

*Tovar, O.* 1993. Las Gramíneas (Poáceas) del Perú. Tomo 13. Madrid: Ruizia.

*Walker, B., Gunderson, L., Kinzig, A., Folke, C., Carpenter, S. y Schultz, L.* 2006: "A Handful of Heuristics and Some Propositions for Understanding Resilience in Social- Ecological Systems" en *Ecology and Society* 11(1), 3.

*Wallace, J. S.* 1994. Procesos hidrológicos y degradación de las tierras secas. *Boletín de la Organización Meteorológica Mundial*, 43(1), 22–28.

*World Resources Institute (WRI)*. 2003. Evaluación de Ecosistemas del Milenio. Ecosistemas y Bienestar Humano: Marco para la Evaluación. Resumen. Informe del grupo de trabajo sobre Marco Conceptual de la Evaluación de Ecosistemas del Milenio. <http://www.millenniumassessment.org/en/Framework.aspx>.

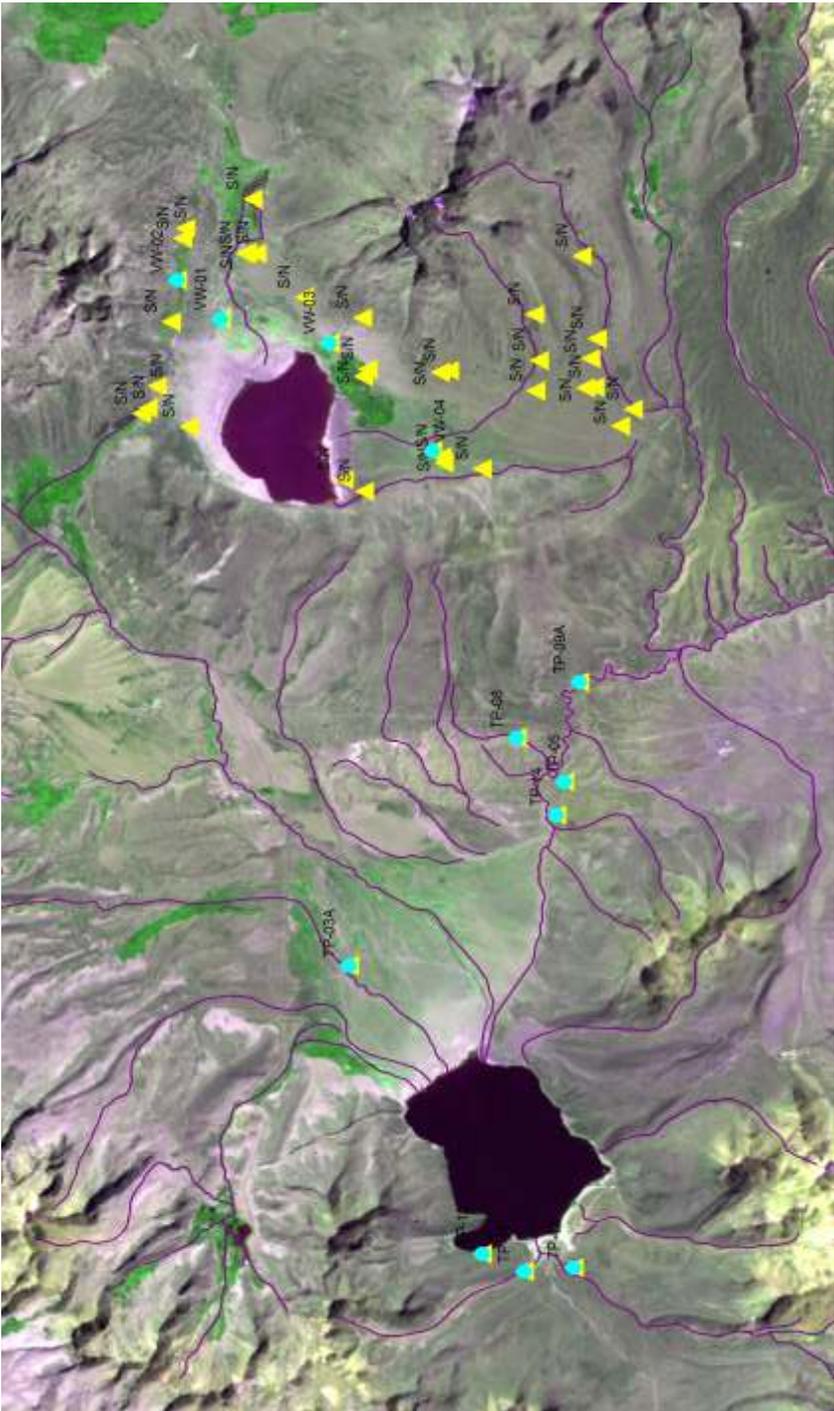
*Younger, P.L.* 2007. Groundwater in the environment, an introduction. Blackwell Publ. Oxford: 1–317.

*Zale, A.V., Parrish, D.L., Sutton, T.M.*, 2012. Fisheries techniques. American Fisheries Society.



## **GALERIA FOTOGRAFICA**





Ubicación de los pozos de extracción de agua subterránea en la cabecera de la cuenca del río Locumba



Cabecera de cuenca alta del río Locumba: Laguna Suches, Pampa Huaytire-Gentilar y Laguna Vizcachas



**LAGUNA SUCHES**





**BOFEDAL HUAYTIRE**





**LAGUNA VIZCACHAS**

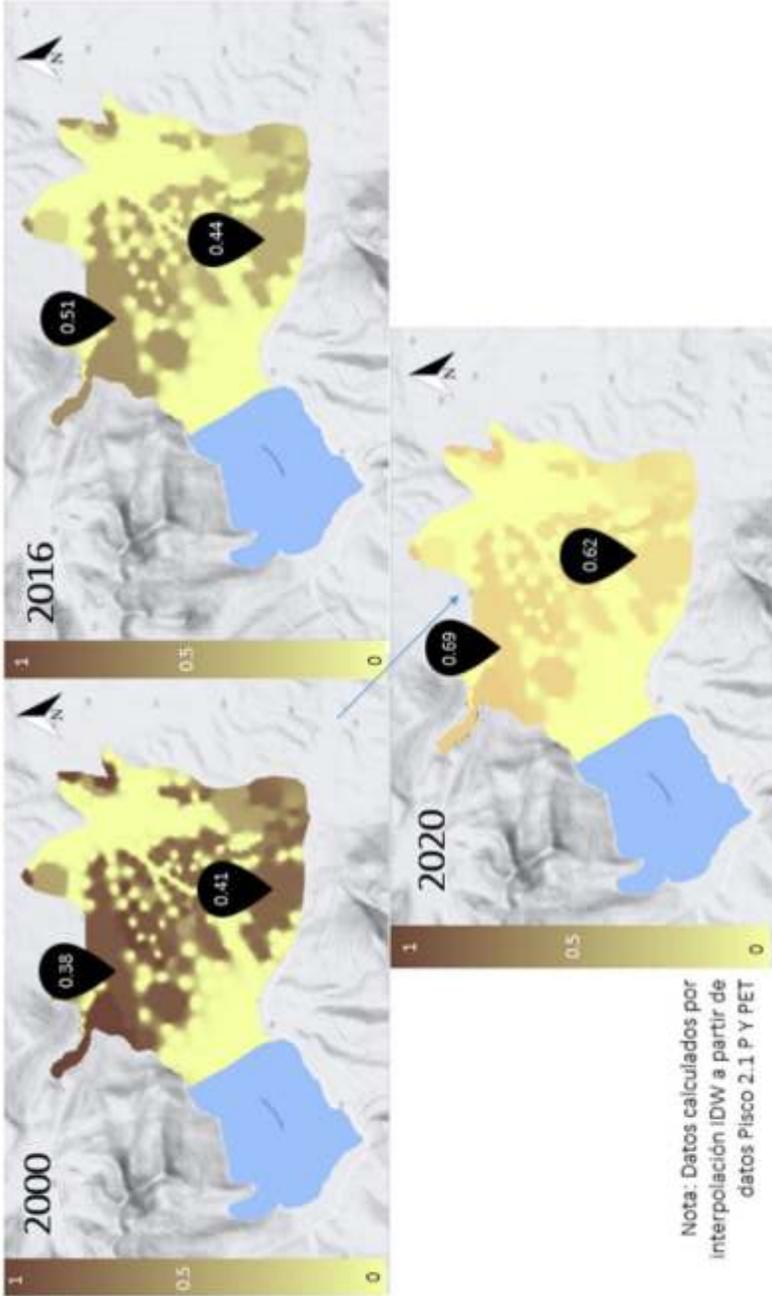




## **ACTIVIDAD ECONÓMICA PRODUCTIVA**



### Mapa de aridez en Huaytire



*la presente obra se  
termino de imprimir  
en **Imprenta Reynoso S.A.C.**  
en noviembre del 2022*