

UNIVERSIDAD PERUANA UNION
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

**Estado de conservación del agua y de la vegetación de bofedal
en la subcuenca del Valle de Santa Eulalia - Cuenca Rímac
Huarochirí, Lima**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autor:

Isabel Melissa Garcia Celadita
Carmen Cecilia Peralta Landa

Asesor:

Milda Amparo Cruz Huaranga

Lima, 24 de Mayo del 2021

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE TESIS

Milda Amparo Cruz Huaranga, de la Facultad de Ingeniería Y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: “**Estado de conservación del agua y de la vegetación de bofedal en la subcuenca del Valle de Santa Eulalia- Cuenca Rímac Huarochirí, Lima**” constituye la memoria que presenta el (la) / los Bachiller(es) Isabel Melissa Garcia Celadita y Carmen Cecilia Peralta Landa, para obtener el título de Profesional de Ingeniero Ambiental, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 24 días del mes de Mayo del año 2021.



Milda Amparo Cruz Huaranga

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a los **24 días** día(s) del mes de mayo del año 2021 siendo **las 8:50 horas**, se reunieron en modalidad virtual u online sincrónica, bajo la dirección del Señor Presidente del jurado: **Mg. Jackson Edgardo Pérez Carpio**, el secretario: **Mg. Joel Hugo Fernández Rojas.**, y los demás miembros: **Ing. Nancy Curasi Rafael** y el **Ing. Orlando Alan Poma Porras**, y el asesor: **Mg. Milda Amparo Cruz Huaranga**, con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: "Estado de conservación del agua y de la vegetación de bofedal en la subcuenca del Valle de Santa Eulalia –cuenca Rímac Huarochirí, Lima"

de el(los)/la(las) bachiller/es: a) **ISABEL MELISSA GARCIA CELADITA**

..... b) **CARMEN CECILIA PERALTA LANDA**

.conducente a la obtención del título profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**

(Nombre del Título profesional)

con mención en.....

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (los)/a(la)(las) candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el(los)/la(las) candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato (a): **ISABEL MELISSA GARCIA CELADITA**

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	17	B+	Muy Bueno	Sobresaliente

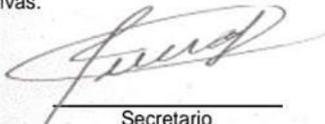
Candidato (b): **CARMEN CECILIA PERALTA LANDA**

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	18	A-	Muy Bueno	Sobresaliente

() Ver parte posterior*

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al(los)/a(la)(las) candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente
Mg. Jackson Edgardo
Pérez Carpio



Secretario
Mg. Joel Hugo
Fernández Rojas

Asesor
Mg. Milda Amparo
Cruz Huaranga

Miembro
Ing. Nancy Curasi
Rafael

Miembro
Ing. Orlando Alan
Poma Porras

Candidato/a (a)
Isabel Melissa

Candidato/a (b)
Carmen Cecilia

Estado de conservación del agua y de la vegetación de bofedal en la subcuenca del Valle de Santa Eulalia - cuenca Rímac Huarochirí, Lima

State of conservation of water and vegetation of bofedal in the sub-basin of the Santa Eulalia Valley - Rímac Huarochirí basin, Lima

Isabel Melissa García Celadira¹; Carmen Cecilia Peralta Landa¹
Milda Amparo Cruz Huaranga¹

¹ Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión, Campus Universitario, km 19 Carretera Central, Lima, Perú.

*Autor corresponsal: isabelg330@gmail.com (I. García).

ID ORCID de los autores

I. García:  <https://orcid.org/0000-0002-5591-1085>

C. Peralta:  <https://orcid.org/0000-0002-5049-9087>

RESUMEN

Los bofedales son ecosistemas tipo humedales que desempeñan un papel sustancial en la formación de cuencas andinas, proveyendo servicios ambientales como hábitat de especies de la flora y la fauna endémica, refugio transitorio de aves, y regulación hídrica, sin embargo se encuentran afectadas por actividades antrópicas como la producción ganadera, la extracción de la turba local, el consumo hídrico inmoderado, la construcción de micro represas, la minería y la contaminación facilitan el cambio climático. Por ello este estudio tiene el objetivo de identificar el estado de conservación del agua y de la vegetación de bofedal en la subcuenca del Valle de Santa Eulalia de la cuenca Rímac Huarochirí mediante la medición del nivel de la napa freática en la época seca, la determinación la calidad del agua y la identificación de la biodiversidad de la vegetación. Los resultados de los parámetros de calidad determinan que la conservación del agua en los humedales es óptima y los parámetros de medición de los recursos vegetales demuestran que Acobamba presenta la mayor densidad, Colqui I tiene mayor frecuencia y Carao refiere mayor cobertura de especies. Además, plantas como *Alchemilla orbiculata*, *Cotula mexicana* y *Plantago tubulosa* presentan baja tasa de individuos, por lo se concluye que el Valle de Santa Eulalia no ha sufrido impactos graves en su recurso hídrico, sin embargo, en el recurso vegetal hay presencia de especies en peligro de extinción, por lo que se sugiere la implementación de medidas para la conservación de estos vegetales.

Palabras clave: bofedal; conservación; agua; vegetales; Santa Eulalia.

ABSTRACT

Bofedales are wetland-type ecosystems that play a substantial role in the formation of Andean basins, providing environmental services such as habitat for endemic species of flora and fauna, transient bird refuge, and water regulation. However, they are affected by anthropic activities such as livestock production, extraction of local peat, immoderate water consumption, construction of micro dams, mining and pollution facilitate climate change. Therefore, this study aims to identify the conservation status of the water and vegetation of bofedal in the sub-basin of the Santa Eulalia Valley of the Rímac Huarochirí basin by measuring the level of the water table in the dry season, the determination of water quality and the identification of vegetation biodiversity. The results of the quality parameters determine that water conservation in wetlands is optimal and the measurement parameters of plant resources demonstrate that Acobamba has the highest density, Colqui I has greater frequency and Carao refers greater coverage of species. In addition, plants such as *Alchemilla orbiculata*, *Cotula mexicana* and *Plantago tubulosa* present low rate of individuals, so it is concluded that the Santa Eulalia Valley has not suffered serious impacts on its water resource. However, in the plant resource there are species in danger of extinction, so it is suggested the implementation of measures for the conservation of these plants.

Keywords: bofedal; conservation; water; vegetables; Santa Eulalia.

INTRODUCCIÓN

Los bofedales son ecosistemas tipo humedales que desempeñan un papel sustancial en la formación de cuencas andinas, proveyendo servicios ambientales como hábitat de especies de flora y fauna endémica, refugio transitorio de aves, y regulación hídrica, pues presentan praderas pantanosas y frías cerca de cuerpos de agua, por ejemplo, de glaciares, lagos, manantiales, riachuelos y ríos, además el drenaje es pobre y el suelo es arcilloso, lo que permite almacenar agua durante todo el año generando un entorno con características importantes para el pastoreo en la altura (Crispin y Jimenez, 2019, Polk, Young, Cano y León, 2019).

El agua y la vegetación son recursos claves para la producción ganadera en las zonas altas de la subcuenca del Valle de Santa Eulalia, sin embargo, esta actividad en conjunto con la extracción de la turba local, el consumo hídrico inmoderado, la construcción de micro represas, la minería y la contaminación facilitan el cambio climático, provocando altas temperaturas y cambios en las precipitaciones, lo que a la vez impacta sobre los bofedales y con el tiempo ambos factores, tanto antrópicos como naturales podrían provocar su desaparición (Baiker, 2019).

Mundialmente se han deteriorado el 96.5% de los hábitats de pastos marinos, tanto solo en Estados Unidos se perdió anualmente 324 km² de humedales costeros entre los años 2004 - 2009, España perdió el 45% de los servicios ecosistémicos de los humedales en el 2013 y en China se ha perdido cerca del 53% de los

humedales en los últimos 50 años (Qiaoying y Shen, 2018).

Las investigaciones existentes se han concentrado en la dinámica y conservación de la biomasa de los recursos de los pastizales andinos húmedos en valles de países fronterizos como Bolivia, donde los hallazgos demuestran una serie de problemas de conservación, principalmente por la retención del recurso hídrico, además de la existencia de especies en peligro de extinción como *D. muscoides* y *O. andina* (Meneses, Loza, Domic y Palabral, 2015). Mientras que en Ecuador se determinó la calidad del agua mediante el uso de parámetros físico-químicos y biológicos de la reserva de producción de fauna Chimborazo donde los resultados tuvieron un rango máximo permisible para las actividades domésticas, agrícola, pecuario y de vida silvestre (Pucuna, 2020).

Además, en Perú los bofedales han sido objeto de pocos estudios cuyos resultados están publicados a nivel de tesis, pues en la referencia se puede mencionar algunos como los efectuados en Huancavelica, Tacna y Puno (Cuellar y Huaman, 2018; Sulca, León y Oyague, 2017; Jara, 2017), sin embargo, en Lima hay escasa información sobre el tema, por lo que el objetivo de este estudio fue identificar el estado de conservación del agua y de la vegetación del bofedal en la subcuenca del Valle de Santa Eulalia de la cuenca Rímac Huarochirí mediante la medición del nivel de la napa freática en la época seca, la determinación la calidad del agua y la identificación de la biodiversidad de la vegetación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Ámbito de estudio

El estudio se efectuó en la subcuenca del valle Santa Eulalia que forma parte de la cuenca Rímac Huarochirí (Figura 1) cuya localización se hizo utilizando la geodatabase del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico del Perú (2015) con datos hidrológicos, inventario de fuentes, ensayos de campo y reconocimiento geológico de trabajos previos. Para la identificación de los puntos de monitoreo del bofedal de la cuenca se utilizó imagen satelital de Google Earth.

Materiales

Para la recopilación de datos en campo se practicó la técnica de observación que permitió visualizar los sucesos que dieron durante el desarrollo de la investigación (Mostacedo y Fredericksen, 2000; Ministerio del Ambiente, 2019). En campo para los parámetros fisicoquímicos del agua se usaron, un equipo GPS (Garmin) para georreferenciación de los lugares de estudio, el multiparámetro Hanna HI991300 (pH y conductividad), termómetro digital (Control Company), frascos y un cooler para

transportarlas muestras de agua hasta el laboratorio para el análisis de metales pesados en el agua. Asimismo, para la medición de la napa freática de los bofedales en época seca se utilizó una pala cuchara (TRUPER), una wincha (TRUPER) y un barreno de 4 pulgadas de diámetro (Ministerio del Ambiente, 2019).

Adicionalmente, se realizó la evaluación de la flora de los bofedales utilizando una wincha, pala y cúter de marca TRUPER, con el fin de obtener datos sobre la riqueza de especies, abundancia de individuos, densidad población, cobertura vegetal y frecuencia, tomando como base la guía de inventario de la flora y vegetación (Ministerio del Ambiente, 2015), guía para la descripción de los componentes suelo, flora y fauna de ecosistemas terrestres en el SEIA (Servicio de Evaluación Ambiental, 2015), guía de evaluación del estado del ecosistema de bofedal (Ministerio del Ambiente, 2019).

Métodos

La metodología de evaluación de conservación se calculó a través de un sistema de calificación basado en cuatro atributos fundamentales: a) Condición hidrológica, b) condición del suelo, c) condición de la biota y d) alteraciones en el paisaje según la guía de evaluación del estado del ecosistema de bofedal (Ministerio del Ambiente, 2019), de los cuales para esta investigación se consideraron solamente la condición hidrológica y de la biota.

El diseño es no experimental, en concordancia a la nula manipulación de las variables, orientándose a la recolección de datos en su contexto. Es decir, se desarrolló el análisis de los parámetros de la calidad del agua y la identificación de las especies según parámetros de medición vegetal (Tabla 1), sin realizar ningún tipo de tratamiento en la misma área de estudio (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

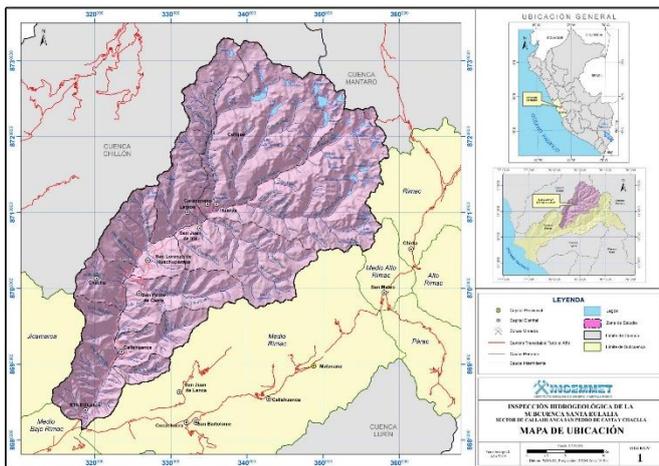


Figura 1. Localización del área de estudio.

El muestreo fue aleatorio estratificado porque las características físicas y biológicas de cada unidad de vegetación fueron relativamente homogéneas, en concordancia a lo establecido por Ministerio del Ambiente (2015).

Tabla 1. Parámetros de la calidad del agua y la biodiversidad vegetal.

Recurso	Parámetros		
Hídrico	Químicos	Arsénico Aluminio Cadmio Cobre, Hierro Magnesio Zinc	
	Físicos	pH Turbidez Temperatura Color Conductividad eléctrica	
	Vegetal	Medición	Composición florística Densidad Frecuencia Cobertura

Evaluación de cuerpos de agua

La evaluación en fase de campo se desarrolló mediante la toma de muestras correspondientes a un total de 48 litros de agua, extraídos en 8 puntos (Figura 2), con 3 repeticiones de muestreo, en el valle Santa Eulalia. Mientras que en fase de laboratorio se analizó los parámetros fisicoquímicos, comparándolos según los estándares de calidad del agua para consumo poblacional (categoría 1-A3), el riego de vegetales y bebida de animales (categoría 3-D1 y D2) y para la conservación del ambiente acuático (categoría 4 -E2), establecidos en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.



Figura 2. Georreferenciación de los puntos de muestreo del recurso hídrico.

Evaluación de flora terrestre

Se determinó una línea guía y sobre ella puntos cada 5 metros cada uno, así este transecto lineal estuvo dividido en estratos de 25 m cada uno para 100 metros, considerándose también en laderas, pues el Ministerio del Ambiente (2019), recomienda evaluar en el sentido de la misma, para abarcar mayor heterogeneidad, y en áreas planas, en paralelo a los cursos de agua como riachuelos o arroyos que atraviesan el bofedal.

Para el cálculo de la cobertura, se consideró la proporción de terreno ocupado por la proyección perpendicular de las partes aéreas de los individuos de la especie considerada. Esta se expresa como porcentaje de la superficie total. La cobertura ha sido utilizada con mucha frecuencia como medida de los atributos de una comunidad, especialmente cuando la estimación de la densidad resulta difícil, por la ausencia de límites netos visibles entre los individuos, como ocurre en los pastizales y bofedales, donde predominan las plantas macollantes, cespitosas y en cojín (Matteucci & Colma 1982).

Análisis estadístico

Para el procesamiento de los datos se empleó el programa Excel 2016 y para el análisis gráfico de estadística descriptiva (medias y desviación estándar) el PAST 4.05 (Hammer et al., 2008), para el análisis de los parámetros de calidad del agua se

efectuó el análisis de Kruskal Wallis (prueba no paramétrica) y post - hoc Dunn para contrastes, con un intervalo de confianza del 95%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La extensión del valle Santa Eulalia en la cuenca Rímac Huarochirí se determinó que es muy amplia, por lo que de los 1 097,7 km² que abarca el área de estudio, se calculó la extensión del área de muestreo en 1,82 km² que representa el 0,17% de la extensión de la subcuenca, divididas en 32 estaciones con estratos de 25 m cada uno para 100 metros, las cuales presentaron altitud desde 3 914 hasta 4 612 m.s.n.m. y nivel de napa freática de 0,40 m a 1,50 m (Tabla 2). Estas zonas delimitadas concuerdan con el reglamento establecido en la Guía de Inventario de la Flora y Vegetación el Ministerio de Ambiente (2015), donde se especifica que el tamaño mínimo de 0,04 ha de la unidad muestral para formaciones vegetales en los bosques de la región andina, es decir en los bofedales, por lo que los parámetros de calidad de agua y los vegetales fueron analizados en óptimos contextos.

Según los resultados de los parámetros de la calidad del agua los valores oscilaron para el color de 10 a 20 UC, turbidez de < 1 a 71.67 NTU, conductividad eléctrica de 80.667 a 554.333 µmho/cm, pH de 6.5 a 7.8, temperatura de 10.72 a 13.22 °C, aluminio de 0.13 a 1.41 mg/L, arsénico de 0.002 a 0.057 mg/L, cadmio de <0.001 a 0.014 mg/L, cobre de <0.005 a 0.065 mg/L, hierro de 0.033 a 10.06 mg/L, magnesio de 0.006 a <200 mg/L, zinc de 0.025 a 9.89 mg/L; sin embargo, el plomo se mantuvo estable con <0.010 mg/L en todas las estaciones de muestreo, existió diferencias significativas entre parámetros entre los diferentes lugares evaluados (Tabla 4). En relación a los Estándares de Calidad del Ambiental para el Agua (DS n° 004-2017-MINAM), Categoría 4 y 2, el hierro superó el valor ECA (5 mg/L) en Mina Camino (5.45 mg/L), los valores de magnesio fueron superiores al valor ECA (0.2 mg/L) en todos los lugares excepto en Colqui II (0.006 mg/L), y los de zinc fueron superiores al valor ECA (0.12 mg/L) en todos los lugares evaluados, excepto en Caranaco (0,139 mg/L)(Tabla 4).

Similarmente Sulca, León y Oyague (2017) reportaron que el pH fue ligeramente neutro con un promedio de 7.2 y 7.1 respectivamente, en cuanto a la conductividad eléctrica en los bofedales oscilan entre 0,02 y 0,07 uS.cm⁻¹, sulfatos 0,06 mg/L para dos bofedales en Tacna.

Además, Jara (2017) evaluó el efecto de la actividad minera, de manera que los análisis demostraron una conductividad eléctrica de 1500 uS/cm, pH 6.55, sólidos disueltos 76 mg/L, sodio 6.33 mg/L y mercurio 0.00041 mg/L, concluyendo que las concentraciones de mercurio exceden los estándares de calidad ambiental.

Tabla 2. Ubicación de las estaciones de muestreo de flora terrestre.

Bofedal	Estación de muestreo	Coordenadas UTM WGS 84		Altitud (m.s.n.m)	Área de extensión (Km)	Nivel napa freática (m)
		Este	Norte			
Acobamba	Acomb 01	336948	8723298	4 203	0,40	1,50
	Acomb 02	336927	8723282	4 188		
	Acomb 03	336976	8723287	4 189		
	Acomb 04	336997	8723308	4 189		
Aurelio	Aure 01	336911	8720851	4 473	0,10	0,60
	Aure 02	336916	8720858	4 462		
	Aure 03	336921	8720856	4 463		
	Aure 04	336924	8720859	4 464		
Colqui I	Colqui I 01	338225	8719233	4 609	0,10	1,00
	Colqui I 02	338219	8719237	4 610		
	Colqui I 03	338213	8719235	4 611		
	Colqui I 04	338208	8719236	4 612		
Colqui II	Colqui II 01	339113	8719807	4 488	0,27	0,80
	Colqui II 02	339099	8719831	4 473		
	Colqui II 03	339089	8719852	4 474		
	Colqui II 04	339071	8719875	4 476		
Mina camino	Mincam 01	342286	8720086	4 268	0,39	0,40
	Mincam 02	342309	8720080	4 266		
	Mincam 03	342342	8720061	4 262		
	Mincam 04	342348	8720104	4 264		
Caranaco	Caran 01	344543	8715287	3 924	0,13	1,00
	Caran 02	344534	8715295	3 921		
	Caran 03	344529	8715304	3 918		
	Caran 04	344526	8715315	3 914		
Carao	Carao 01	341724	8718861	4 243	0,21	0,80
	Carao 02	341741	8718866	4 243		
	Carao 03	341759	8718861	4 244		
	Carao 04	341756	8718874	4 244		
Milloc	Milloc 01	349819	8718281	4 242	0,22	0,40
	Milloc 02	349792	8718278	4 240		
	Milloc 03	349771	8718286	4 237		
	Milloc 04	349752	8718298	4 234		

Con respecto a la composición florística se registraron 9 familias incluidas Caryophyllaceae (7%), Gentianaceae (6%), Asteraceae (13%), Campanulaceae (11%), Cyperaceae (11%), Juncaceae (13%), Plantaginaceae (13%), Poaceae (13%) y Rosaceae (13%), de las cuales resultaron 26 especies y 3 499 individuos, destacando *Distichia muscoides* y *Plantago rigida* por su abundancia en los bofedales, con 716 y 473 individuos respectivamente (Figura 3).

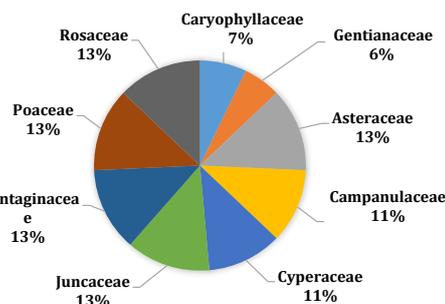


Figura 3. Composición de la comunidad vegetal en los bofedales en la subcuenca del valle Santa Eulalia

Cuellar y Huamán (2018) en su estudio realizado durante la época seca en el bofedal de Llachoc en

Huancavelica, reportaron 36 especies de 13 familias, que tuvieron la siguiente composición, Juncaceae (24%), Poaceae (20%), Rosaceae (18%) Asteraceae (13%), Plantaginaceae (5%), Cyperaceae, Apiaceae (3% respectivamente), Gentianaceae, Rununcukaceae y Scrophularaceae (2% cada uno), Geraniaceae, Isoetaceae, Orchidaceae (1% respectivamente) y el 6% restante corresponde al mantillo y musgo. En este estudio se identificaron 26 especies para 9 familias en bofedales de la subcuenca del valle Santa Eulalia (Lima), evaluado también durante la época seca.

Tabla 3. Especies identificadas en lugares evaluados de la subcuenca del valle Santa Eulalia

Especie	Acobamba	Aurelio	Colqui I	Colqui II	Mina Camino	Caranaco	Carao	Milloc
<i>Phylloscirus deserticola</i>	x	x	x	x		x	x	x
<i>Zameioscirus muticus</i>	x	x					x	
<i>Distichia muscoides</i>	x	x	x	x	X	x	x	x
<i>Juncus stipulatus</i>	x							
<i>Luzula racemosa</i>	x	x				x		x
<i>Calamagrostis spicigera</i>	x							
<i>Calamagrostis chrysantha</i>	x		x	x		x		x
<i>Calamagrostis rigescens</i>	x	x					x	
<i>Aciachne pulvinata</i>	x	x	x	x	X	x	x	x
<i>Agrostis breviculmis</i>	x	x	x		X		x	
<i>Gentianella sandiense</i>	x	x					x	
<i>Oritrophium limnophilum</i>	x	x	x	x		x	x	x
<i>Cuatrecasasiella isernii</i>	x		x					
<i>Mniodes kunthiana</i>	x	x					x	
<i>Cotula mexicana</i>	x							
<i>Werneria pygmaea</i>	x	x	x	x		x	x	x
<i>Werneria heteroloba</i>	x	x						
<i>Werneria solivifolia</i>	x							
<i>Hypochaeris sessiliflora</i>	x	x	x	x	X	x		x
<i>Senecio macrorrhizus</i>	x		x	x	X			x
<i>Lobelia oligophylla</i>	x	x	x	x	X	x	x	
<i>Arenaria digyna</i>	x	x	x					x
<i>Plantago tubulosa</i>	x							
<i>Plantago rigida</i>	x		x	x	X	x	x	x
<i>Ourisia muscosa</i>	x	x						
<i>Alchemilla pinnata</i>	x	x			X		x	
<i>Alchemilla diplophylla</i>	x		x	x	X	x		x
<i>Alchemilla orbiculata</i>							x	
Total de especies	27	16	15	11	9	11	14	12

Referente a la densidad que se estimó por asociación vegetal, para Acobamba, Aurelio, Colqui I, Colqui II, Mina Camino, Caranaco, Carao y Milloc los promedios fueron 1.29, 1.02, 1.33, 1.52, 1.52, 1.45, 1.22, y 1.54 ind/m² respectivamente (Figura 4). El número de individuos por m² en el ámbito de estudio varió entre 1 y 1.5 por metro cuadrado.

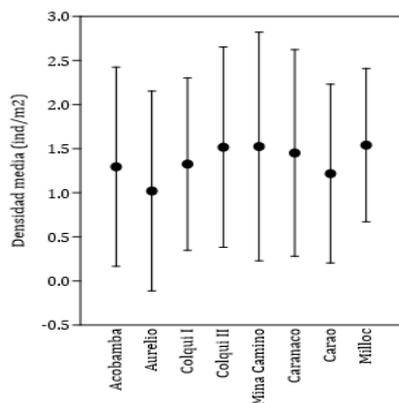


Figura 4. Densidad media de la flora terrestre por zona de la subcuenca del valle Santa Eulalia. Los puntos son las medias y bigotes la desviación estándar.

La cobertura media determinada para Acobamba, Aurelio, Colqui I, Colqui II, Mina Camino, Caranaco, Carao y Milloc los promedios fue 15.3, 22.2, 26.7, 35.7, 39.1, 36.4, 28.6, y 33.6 % respectivamente (Figura 5).

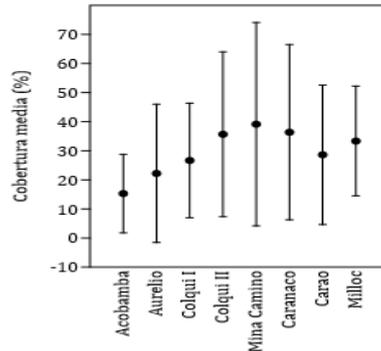


Figura 5. Cobertura media de la flora terrestre por zona en la subcuenca del valle Santa Eulalia. Los puntos son las medias y bigotes la desviación estándar.

Según los análisis, las especies con mayor cobertura media fueron *D. muscoides*, *C. chrysantha*, *C. rigescens* y *P. rigida*, y las de menor presencia y moderada cobertura fueron *J. stipulatus*, *C. spicigera*, *C. mexicana* y *P. tubulosa* que solo se encontraron en Acobamba, y *A. orbiculata* que solo estuvo presente en Carao. (Figura 6 y Tabla 3).

En contraposición Portal (2019) localizó en el bofedal Minas Corral, un total de 85 especies distribuidas en 27 familias con una cobertura vegetal del 96%, del cual las especies que presentaron mayor cobertura vegetal son *Plantago tubulosa* y *Distichia muscoides*.

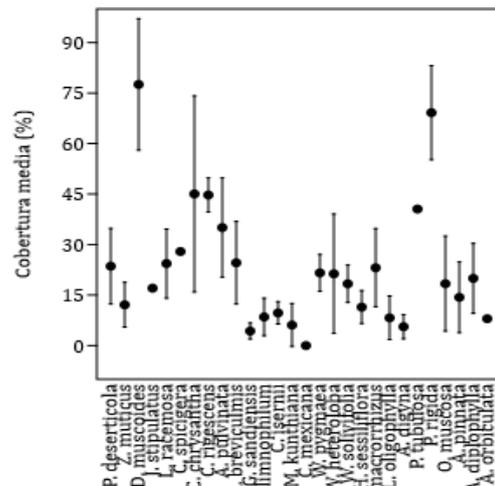


Figura 6. Cobertura vegetal media por especie en la subcuenca del valle Santa Eulalia. Los puntos son las medias y bigotes la desviación estándar.

En este aspecto Rial et al. (2016) identificó las especies de plantas acuáticas amenazadas con estado de peligro crítico en los Andes Tropicales que incluyen *Isoetes dispora* (Perú), *Isoetes bewitsonii* (Perú), *Apinagia peruviana* (Perú y Bolivia), en vulnerables son *Apinagia boliviana*

(Bolivia), *Baccharis bieronymi* (Ecuador), *Hypericum callacallanum* (Perú), *Isoetes ecuadoriensis* (Ecuador), *Isoetes berzoggi* (Bolivia), *Isoetes párvula*, (Perú), *Isoetes saracochensis* (Perú) y *Rhyncholacis nobilis* (Colombia), en Casi

amenazadas están *Diospyros nur* y *Lemna yungensis* (Bolivia).

Tabla 4. Parámetros de calidad del agua en la subcuenca del valle Santa Eulalia. Letras en superíndice similares no difieren de manera significativa ($p < 0.05$). valores sombreados superaron valores ECA agua

Comedios de Bofedal	Color (UC)	Turbidez (NTU)	Conductividad eléctrica (µmho/cm)	pH	Temperatura (°C)	Aluminio (mg/L)	Arsénico (mg/L)	Cadmio (mg/L)	Cobre (mg/L)	Hierro (mg/L)	Magnesio (mg/L)	Plomo (mg/L)	Zinc (mg/L)
A Acobamba	10.0	1.00	206.00	7.8	11.02	0.130	0.002	0.001	0.005	0.156	1.920	0.010	0.044
B Aurelio	16.7	71.67	435.33	7.0	11.02	1.407	0.051	0.007	0.005	10.060	6.627	0.010	2.560
C Colqui I	10.0	1.33	80.67	7.3	12.92	0.049	0.001	0.001	0.005	0.033	0.730	0.010	0.027
D Colqui II	11.7	1.33	101.33	7.1	13.15	0.043	0.003	0.001	0.005	0.069	2.167	0.010	0.025
E Mina Camino	10.0	45.00	554.33	6.5	11.52	0.089	0.057	0.014	0.014	5.450	11.467	0.010	9.890
F Caranaco	20.0	24.33	256.67	7.5	11.52	0.452	0.018	0.001	0.065	0.955	6.643	0.010	0.139
G Carao	8.33	7.33	217.00	7.2	10.72	0.382	0.013	0.001	0.005	0.680	2.570	0.010	0.954
H Milloc	6.67	2.33	153.00	7.3	11.82	0.047	0.009	0.001	0.005	0.049	0.200	0.010	0.027
ECA Agua A2	100	100	1600	5.5-9.0	Δ 3	5	0.02	0.005	2	1	-	0.05	5
ECA Agua D1	100	-	2500	6.5-8.5	Δ 3	5	0.1	0.01	0.2	5	-	0.05	2
ECA Agua D2	100	-	5000	6.5-8.4	Δ 3	5	0.1	0.05	0.5	-	250	0.05	24
ECA Agua E2	20	-	1000	6.5-9.0	Δ 3	-	0.15	-	0.1	-	-	0.0025	0.12

* Categoría 1(A3): Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional; Categoría 3(D1 Y D2): riego de vegetales y bebida de animales; Categoría 4(E2): conservación del ambiente acuático (DS n° 004-2017-MINAM)

CONCLUSIONES

Los parámetros de calidad del agua en comparación con los valores ECA se encuentran para el color en el límite, la conductividad eléctrica es menor, el pH entre el rango permisible, el aluminio, arsénico, cobre, magnesio y plomo, es menor, sin embargo, el cadmio, hierro y zinc supera su valor ECA en Aurelio y Mincamino, esto debido a que se evidenció minas abandonadas que no realizaron un plan de cierre, pues en contrapiso Colqui I Y II presentaron niveles bajos de estos parámetros porque efectuaron un plan de cierre hace 5 años, mientras que en Caranaco y Carao se recomienda estudiar el factor influyente del zinc elevado.

Por lo que se concluye que la conservación del agua en los humedales es óptima. Sin embargo, algunos no tuvieron medidas de comparación en el

reglamento establecido por el Ministerio del Ambiente, por lo que se sugiere investigar el impacto de estos parámetros en los Bofedales del valle Santa Eulalia.

Por otro lado, la composición florística se registraron 9 familias con mayor presencia de *Asteraceae*, *Juncaceae*, *Plantaginaceae*, *Poaceae* y *Rosaceae* con 13% cada uno, asimismo se identificaron 26 especies, destacando *Distichia muscoides* con mayor cobertura media mientras que las de menor presencia fueron *Alchemilla orbiculata*, *Cotula mexicana* y *Plantago tubulosa*, por lo que se sugiere estudiar los motivos relacionados a esta condición.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baiker, J. (2019). El rol de los bofedales en las cabeceras de cuenca (alto)andinas del río Mariño. Perú: Helvetas Perú. Obtenido de https://www.helvetas.org/es/peru/quienes-somos/siguenos/Noticias/El-rol-de-los-bofedales-en-las-cabeceras-de-cuenca-alto-andinas-del-rio-Marino_pressrelease_5091#:~:text=Los%20bofedales%20son%20un%20grupo,entre%20Chile%2C%20Bolivia%20y%20Argentina.
- Canfield, R.H. (1941). Application of the line interception method in sampling range vegetation. *Journal of Forestry* 39:388-394.
- Crispin, M., & Jimenez, L. (2019). Valoración económica ambiental de los bofedales del distrito de Pilpichaca, Huancavelica, Perú. *Natura@economía*, 4(1). Obtenido de <https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/ne/articulo/view/1299/1554>
- Cuellar, A., & Huaman, W. (2018). Caracterización de los estados fenológicos de especies dominantes en los bofedales durante la época seca en el centro de investigación y desarrollo de camélidos sudamericanos-Lachoc. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica. Obtenido de <https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/U NH/2052/TESIS-2018-ING.ZOOTECNIA-CUELLAR%20Y%20HUAMAN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias (2017). <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. México: McGRAW-HILL. Obtenido de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Hammer, O.; Harper, D.T. & Ryan, P.D. (2008). Past: paleontological statistics version 1.81. Norway: Paleontological Association. Available from: <http://folk.uio.no/ohammer/past>
- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico del Perú (2015). Inspección hidrogeológica, para la recarga artificial de acuíferos, en la sub cuenca Santa Eulalia, sectores comprendidos entre Callahuanca-Chauca, San Pedro de Casta y Chacla. Provincia de Huarochirí, región Lima. Obtenido de <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/1308>
- Jara, L. (2017). Influencia de la actividad minera en la flora y vegetación del hábitat de un bofedal hidromórfico altoandino-Potoni-San Antonio de Putina 2013. Puno: Universidad Nacional del Antiplanno.
- Meneses, R., Loza, S., Domic, A., & Palabral, A. (2015). Bofedales altoandinos. La Paz, Bolivia: Fundación Puma. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/304039766_Bofedales_altoandinos
- Ministerio del Ambiente. (2015). https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/12082/07_guia-a-de-flora-y-vegetacion.pdf
- Ministerio del Ambiente. (2019). Guía de evaluación del estado del ecosistema de bofedal. Lima. Obtenido de <https://www.inaigem.gob.pe/wp-content/uploads/2020/01/GUIA-DE-EVALUACION-ESTADO-DE-ECOSISTEMA-BOFEDA.pdf?fbclid=IwAR0svdqpjjiGlgaiW-InZDK8rPhNWY1UVVZAS5CGyVhKAuPvUuluQQ6oAMDO>
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). vegetal, Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología. Obtenido de <http://www.bionica.info/biblioteca/mostacedo2000ecologiavegetal.pdf>
- Pucuna, G. (2020). Determinación de la calidad del agua mediante el uso de parámetros físico-químicos y biológicos de 8 bofedales de la reserva de producción de fauna Chimborazo (RPFCH). Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/14148/1/23T00774.pdf>
- Qiaoying, L., & Shen, Y. (2018). Losses of natural coastal wetlands by land conversion and ecological degradation in the urbanizing Chinese coast. Scientific Reports volume, 8. Obtenido de <https://www.nature.com/articles/s41598-018-33406-x>
- Sulca, L., León, P., & Oyague, E. (2017). Caracterización trófica de dos bofedales de la provincia de Candarave, región Tacna. Ciencia&Desarrollo, 16(21). Obtenido de <http://www.revistas.unjbg.edu.pe/index.php/cyd/article/view/728/741>