

**Universidad Nacional de Tumbes**  
**Facultad de Ciencias Agrarias**  
**Escuela de Ingeniera Forestal y Medio Ambiente**



Análisis de la calidad del agua subterránea, usos y sostenibilidad en la  
cuenca hidrológica Quebrada Seca, Distrito Canoas de Punta Sal –  
Tumbes 2024

TESIS para optar el Título profesional de Ingeniero Forestal y Medio  
Ambiente

**Autor:** Adanaque Sandoval Alex Vircis

**Tumbes, 2024**

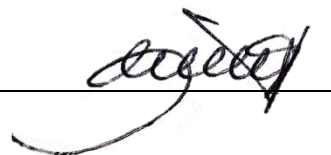
**Universidad Nacional de Tumbes**  
**Facultad de Ciencias Agrarias**  
**Escuela de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente**



Análisis de la calidad del agua subterránea, usos y sostenibilidad en la  
cuenca hidrológica Quebrada Seca, Distrito Canoas de Punta Sal –  
Tumbes 2024

Tesis aprobada en forma y estilo por:

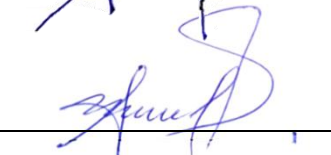
**Dr. NAPOLEON PUÑO LECARNAQUE**  
(Presidente)

: 

**Dr. EBER LEOPOLDO HERRERA**  
**PALACIOS** (secretario)

: 

**Dr. MIGUEL ANTONIO PUESCAS**  
**CHULLY** (Vocal)

: 

**Tumbes, 2024**

**Universidad Nacional de Tumbes**  
**Facultad de Ciencias Agrarias**  
**Escuela de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente**



Análisis de la calidad del agua subterránea, usos y sostenibilidad en la  
cuenca hidrológica Quebrada Seca, Distrito Canoas de Punta Sal –  
Tumbes 2024

Los suscritos declaramos que la tesis es original en su contenido y forma.

**Est. Alex V. Adanaque Sandoval (Autor)** :

**Dr. Miguel A. Puestas Chully (Asesor)** :

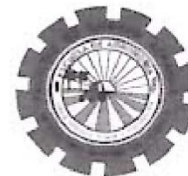
**Mg. Ing. John H. Rimaycuna Ramírez  
(Coasesor)** :

**Mg. Ing. José A. Moscol Ortiz (Coasesor)** :

**Tumbes, 2024**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
EX FUNDO FISCAL LA CRUZ-CAMPUS UNIVERSITARIO  
SECRETARIA ACADÉMICA**



**ANEXO VIII**

"AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO"

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PRESENCIAL**

En Tumbes, a los dieciséis días del mes de diciembre del dos mil veinticuatro, siendo las doce horas con treinta minutos (12:30), de la tarde (pm), en el aula 2 Pabellón Facultad de Ciencias Agrarias, se reunieron el Jurado Calificador de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Tumbes, designado por Resolución N° 0038-2024/UNTUMBES-VRACAD-FCA-D, **Dr. Napoleón Puño Lecarnaque** (Presidente), **Dr. Eber Leopoldo Herrera Palacios** (Secretario), **Dr. Miguel Antonio Puestas Chully** (Vocal), reconociendo en la misma resolución además, al **Dr. Miguel Antonio Puestas Chully**, como **Asesor**, y; **Mg. John Rimaycuna Ramírez** y **Mg. José Antonio Moscol Ortiz**, como **Co/Asesores**, se procedió a evaluar, calificar y deliberar la sustentación de la tesis, titulada: "**Análisis de la calidad del agua subterránea, usos y sostenibilidad en la cuenca hidrológica Quebrada Seca, Distrito Canoas de Punta Sal – Tumbes 2024**", para optar el Título Profesional de Ingeniero Forestal y Medio Ambiente, presentado por el **Est. Alex Vircis Adanaque Sandoval**. Concluida la sustentación y absueltas las preguntas, por parte del sustentante y después de la deliberación, el jurado según el artículo N° 75 del Reglamento de Tesis para Pregrado y Posgrado de la Universidad Nacional de Tumbes, declara al: **Est. Alex Vircis Adanaque Sandoval**, con calificativo *Muy Bueno*

Se hace conocer al sustentante, que deberá levantar las observaciones finales hechas al informe final de tesis, que el jurado le indica.

En consecuencia, queda *Apto* para continuar con los trámites correspondientes a la obtención del título profesional de Ingeniero Forestal y Medio Ambiente, de conformidad con lo estipulado en la Ley Universitaria N° 30220, el Estatuto, Reglamento General, Reglamento General de Grados y Títulos y Reglamento de Tesis de la Universidad Nacional de Tumbes. Siendo las *dos* y *treinta* minutos del mismo día, se dio por concluida la ceremonia académica, procediendo a firmar el acta en presencia del público asistente.

Tumbes, 16 de diciembre del 2024.

<b>Dr. NAPOLEÓN PUÑO LECARNAQUE</b> DNI N° 00225904 CODIGO ORCID: 0000-0002-5008-8058 Presidente	<b>Dr. EBER LEOPOLDO HERRERA PALACIOS</b> DNI N° 42450218 CODIGO ORCID: 0000-0002-7255-9087 Secretario
<b>Mg. MIGUEL ANTONIO PUESTAS CHULLY</b> DNI N° 02660522 CODIGO ORCID: 0000-0003-1979-9572 Vocal	

C.C. - JURADOS (03) -ASESOR Y(CO)-INTERESADO-ARCHIVO (Decanato)  
S.acad.

# Informe final - Tesis Alex Adanaque Sandoval.pdf

## INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

14%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	2%
2	<a href="#">Submitted to Universidad Nacional de Tumbes</a> Trabajo del estudiante	1%
3	<a href="http://repositorio.unc.edu.pe">repositorio.unc.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://erp.untumbes.edu.pe">erp.untumbes.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://repositorio.ujcm.edu.pe">repositorio.ujcm.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://repositorio.oefa.gob.pe">repositorio.oefa.gob.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://grufides.org">grufides.org</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://faolex.fao.org">faolex.fao.org</a> Fuente de Internet	1%
9	<a href="http://cdn.www.gob.pe">cdn.www.gob.pe</a>	



	Fuente de Internet	1 %
10	ANDES ASOCIADOS S.A.C.. "Ficha Técnica Ambiental del Proyecto de Exploración La Bandera-IGA0012849", R.D. N° 102-2020/MINEM-DGAAM, 2021 Publicación	1 %
11	pt.scribd.com Fuente de Internet	1 %
12	www.portalminero.com Fuente de Internet	1 %
13	Fiquitiva Sierra, Andrea Carolina. "Índice Socioambiental de la Calidad del Agua Para Consumo Humano en Fuentes Subterráneas Rurales, Cota Cundinamarca (Colombia)", Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia) Publicación	1 %
14	dspace.esoch.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to Organismo de Evaluación y Fiscalización Trabajo del estudiante	<1 %
16	1library.co Fuente de Internet	<1 %

doaj.org



17	Fuente de Internet	<1 %
18	Submitted to Universidad Nacional Agraria de la Selva Trabajo del estudiante	<1 %
19	repositorio.untumbes.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
20	SNC LAVALIN PERU S.A.. "ITS Componentes Auxiliares Adicionales en la Selva y Sierra del Proyecto de Mejoras a la Seguridad Energética del País y Desarrollo del Gasoducto Sur Peruano-IGA0004342", R.D. N° 093-2016-MEM/DGAAE, 2021 Publicación	<1 %
21	VICEVERSA CONSULTING S.A.. "Actualización de la MEIA Tambojasa-IGA0019651", R.D. N° 00064-2021-SENACE-PE/DEAR, 2022 Publicación	<1 %
22	GOLDER ASSOCIATES PERU S.A.. "Tercer ITS de la Segunda Modificación del Estudio de Impacto Social y Ambiental de la Unidad Minera Constancia-IGA0000903", R.D. N° 120-2019-SENACE-PE/DEAR, 2020 Publicación	<1 %
23	WSP PERU S.A.. "EIA-SD del Proyecto de Exploración Minera Racaycocha Sur-	<1 %



IGA0010395", R.D. N° 822-2016-MEM-DGAAM,  
2020

Publicación

---

24 Flores Takahashi, Jose Satoshi. "Análisis de una red de monitoreo de calidad de agua en la cuenca del río Jequetepeque mediante análisis multivariado", Pontificia Universidad Católica del Perú - CENTRUM Católica (Peru), 2021

Publicación

---

25 J. CESAR INGENIEROS & CONSULTORES S.A.C. "MEIA Las Dunas que Incluye la Actualización y/o Modificación del EIA de las Concesiones Las Dunas y Dunas N°2; así como, la Integración de la Estrategia de Manejo Ambiental de Las Dunas, Dunas N°2 y Dunas 3 Segunda y los Propuestos en la MEIA Las Dunas-IGA0007017", R.D. N°319-2018-PRODUCE/DVMYPE-I/DGAAMI , 2020

Publicación

---

26 [quimica-g2014.blogspot.com](http://quimica-g2014.blogspot.com)

Fuente de Internet

---

27 Espinoza Rivas, German Rafael. "Evaluación de la calidad del agua en la subcuenca parte alta del río Llallimayo, provincia de Melgar, Puno, Perú.", Universidad Nacional del Altiplano de Puno (Peru)

Publicación



28	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1 %
29	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
30	repositorio.ana.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
31	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
32	www.ecolex.org Fuente de Internet	<1 %
33	Huarachi Cruz, Cesar Efrain. "Diagnostico de patogenos e indicadores microbiológicos de la calidad de agua para consumo humano en la isla Ccapi Los Uros - Lago Titicaca - Puno, 2024", Universidad Nacional del Altiplano de Puno (Peru) Publicación	<1 %
34	doku.pub Fuente de Internet	<1 %
35	www.theibfr.com Fuente de Internet	<1 %
36	prezi.com Fuente de Internet	<1 %

revistaseug.ugr.es



37	Fuente de Internet	<1 %
38	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
39	www.sd-network.eu Fuente de Internet	<1 %
40	www.undp.org.co Fuente de Internet	<1 %
41	Rosa María Ramírez Zamora, Alejandra Martín Domínguez, Lilia Margarita Herrera Ibarra, Martha Patricia Navarro Suástegui et al. "Estrategias para la implementación del reúso de aguas residuales tratadas con fines de uso y consumo humano", Universidad Nacional Autónoma de Mexico, 2024 Publicación	<1 %
42	repositorio.adp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas      Activo  
Excluir bibliografía      Activo

Excluir coincidencias      < 15 words

  
Miguel PUESCAS CAULLI  
Asesor de Tesis  
ORCID ID: 0000-0003-1979-9572

## **Agradecimiento**

A lo largo de este proceso, he tenido la oportunidad de contar con el apoyo y la guía de diversas personas, a quienes me gustaría expresar mi más sincero agradecimiento.

En primer lugar, quiero agradecer profundamente a Dios y a mi Asesor, Coasesores, por su constante apoyo, orientación y dedicación en cada etapa de esta investigación. Su experiencia y sabiduría han sido fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

Agradezco también a la Autoridad Nacional del Agua (ANA) por brindarme el apoyo económico para realizar este estudio y por fomentar un entorno académico de crecimiento y aprendizaje.

## Índice

RESUMEN .....	17
ABSTRACT .....	18
I. INTRODUCCIÓN .....	19
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	22
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	28
3.1. Ubicación del Área de estudio .....	28
3.2. Tipo de Investigación .....	28
3.3. Aplicación de Encuestas .....	29
3.4. Determinación de usos del recurso hídrico y caudal extraído .....	29
3.4.1. Caudal extraído para riego .....	29
3.4.2. Caudal extraído para bebida de Animales .....	29
3.4.3. Caudal extraído para actividades humanas.....	30
3.5. Calidad de agua - Métodos de recolección de muestra para pozos .....	31
3.6. Codificación de puntos de muestreo .....	32
3.7. Establecimiento de puntos de muestreo .....	32
3.8. Clasificación del Recurso Hídrico en la Cuenca Hidrológica Quebrada Seca	32
3.9. Análisis de la calidad de agua.....	35
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	36
4.1. Procesamiento de encuestas.....	36
4.1.1. Datos demográficos y socioeconómicos.....	36
4.1.2. Uso del agua.....	40
4.1.3. Percepción ambiental y social.....	42
4.1.4. Problemas identificados que sufren los habitantes de la Cuenca Hidrológica Quebrada Seca .....	42
4.2. Cálculo de la demanda de agua subterránea .....	43
4.2.1. Cálculo de caudal extraído para el uso productivo (Agricultura).....	43
4.2.2. Cálculo de caudal extraído para el uso productivo (Ganadería) .....	49
4.2.3. Cálculo de caudal extraído para el uso poblacional.....	50
4.3. Resultados de análisis de la calidad del agua subterránea de la Cuenca Hidrológica Quebrada Seca.....	51
4.3.1. Parámetros físicos-químicos.....	51

4.3.2.	Parámetros Inorgánicos .....	56
4.3.3.	Parámetros Orgánicos .....	57
V.	CONCLUSIONES .....	64
VI.	RECOMENDACIONES.....	66
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	67
VIII.	ANEXOS.....	69

## Índice de gráficos

<b>Gráfico 1.</b> Cantidad de encuestas realizadas en la Cuenca Hidrológica Quebrada Seca .....	36
<b>Gráfico 2.</b> Cantidad de familias por centros poblados de la Cuenca Hidrológica Quebrada Seca. ....	37
<b>Gráfico 3.</b> Rango de edades y estimación total de los habitantes de la Cuenca Hidrológica Quebrada Seca, Canoas de Punta de Sal.....	37
<b>Gráfico 4.</b> Comparación del Ingreso Familiar Promedio y Estándares Salariales en la Cuenca Hidrológica Quebrada Seca, Perú (2023) .....	38
<b>Gráfico 5.</b> Nivel de educación de los habitantes en los diferentes Centros Poblados de la Cuenca Hidrológica Quebrada Seca .....	39
<b>Gráfico 6.</b> Condiciones de Vida y Acceso al Recurso Hídrico en la Cuenca Hidrológica Quebrada Seca .....	39
<b>Gráfico 7.</b> Análisis de precipitación en la Cuenca Hidrológica Quebrada Seca, basado en datos del SENAMHI, estación meteorológica Cañaverl .....	41
<b>Gráfico 8.</b> Análisis de la Conductividad Eléctrica (CE) .....	51
<b>Gráfico 9.</b> Análisis de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> ) .....	52
<b>Gráfico 10.</b> Análisis de Demanda Química de Oxígeno (DQO).....	53
<b>Gráfico 11.</b> Análisis de Potencial de Hidrógeno (pH) .....	53
<b>Gráfico 12.</b> Análisis de Temperatura (°C).....	54
<b>Gráfico 13.</b> Análisis de Oxígeno Disuelto (OD) .....	55
<b>Gráfico 14.</b> Análisis de Coliformes totales .....	57
<b>Gráfico 15.</b> Análisis de Coliformes termotolerantes.....	58
<b>Gráfico 16.</b> Análisis de <i>Escherichia Coli</i> .....	59

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Mapa de ubicación - Cuenca Hidrológica Quebrada Seca .....	28
<b>Figura 2.</b> Mapa de puntos de muestreo .....	32
<b>Figura 3.</b> Distribución de los Usos del Recurso Hídrico en la Cuenca Hidrológica Quebrada Seca .....	40
<b>Figura 4.</b> Áreas de producción agrícola seleccionadas para el monitoreo del caudal extraído .....	43
<b>Figura 5.</b> Área de cultivo 1, monitoreado para el caudal extraído.....	44
<b>Figura 6.</b> Área de cultivo 2, monitoreado para el caudal extraído.....	45
<b>Figura 7.</b> Área de cultivo 3, monitoreado para el caudal extraído.....	46
<b>Figura 8.</b> Área de cultivo 4, monitoreado para el caudal extraído.....	47
<b>Figura 9.</b> Área de cultivo 5, monitoreado para el caudal extraído.....	48
<b>Figura 10.</b> Porcentaje de la calidad del agua en los puntos de muestreo de la cuenca hidrográfica de Quebrada Seca Categoría 1 – Subcategoría A – Clase A1 .....	61
<b>Figura 11.</b> Porcentaje de la calidad del agua en los puntos de muestreo de la cuenca hidrográfica de Quebrada Seca Categoría 3 – Subcategoría D1 .....	62
<b>Figura 12.</b> Porcentaje de la calidad del agua en los puntos de muestreo de la cuenca hidrográfica de Quebrada Seca Categoría 3 – Subcategoría D2 .....	63

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Ítems de recolección de muestras.....	31
<b>Tabla 2.</b> Parámetros mínimos utilizados .....	33
<b>Tabla 3.</b> Clasificación de usos del Recurso Hídrico y sus actividades en la Cuenca Hidrológica Quebrada Seca por centros poblados .....	40
<b>Tabla 4.</b> CPC de agua por especies animales .....	49
<b>Tabla 5.</b> CPC de agua por actividades .....	50
<b>Tabla 6.</b> Puntos de muestreo que exceden los parámetros físico-químicos de la normativa ambiental - ECA.....	55
<b>Tabla 7.</b> Puntos de muestreo que exceden los parámetros Inorgánicos de la normativa ambiental - ECA .....	56
<b>Tabla 8.</b> Puntos de muestreo que exceden los parámetros Orgánicos de la normativa ambiental - ECA .....	59

## RESUMEN

El presente estudio realiza un análisis detallado sobre la calidad, los usos y la sostenibilidad del recurso hídrico subterráneo en la Cuenca Hidrológica Quebrada Seca, ubicada en el distrito de Canoas de Punta Sal, Tumbes. El objetivo principal fue evaluar la calidad del agua utilizada para actividades agrícolas, ganaderas y domésticas, además de generar un diagnóstico actualizado de la cuenca. A través de mediciones de caudales, análisis fisicoquímicos y microbiológicos, y encuestas a los habitantes, se logró identificar los volúmenes de caudal extraído para riego, el consumo de agua por especie en ganadería y el uso doméstico del agua, con resultados que cumplen con los límites establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para el consumo per cápita. Los análisis de calidad del agua subterránea evidencian que varios puntos de muestreo superaron los límites establecidos para los parámetros de conductividad eléctrica (CE) y demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), lo que sugiere una elevada carga de materia orgánica biodegradable en el agua. También, los valores de demanda química de oxígeno (DQO) fueron superiores a los umbrales establecidos para agua potable. Además, se detectaron niveles de pH que indican un carácter alcalino en algunos puntos, lo cual puede afectar la salud humana y la productividad agrícola. En cuanto a la calidad microbiológica, los análisis de coliformes fecales y *Escherichia Coli* revelaron una contaminación significativa, especialmente en los puntos utilizados para consumo humano y ganadero, lo que representa un riesgo sanitario considerable. A pesar de los problemas de calidad identificados, el agua subterránea utilizada para riego y ganadería cumple con los estándares establecidos para estos usos. Sin embargo, la sobreexplotación del recurso hídrico subterráneo es una preocupación constante, ya que la cuenca presenta una baja variabilidad de precipitaciones anuales, lo que aumenta la dependencia de este recurso.

**Palabras clave:** Agua subterránea, sostenibilidad hídrica, calidad del agua, gestión de recursos, cuenca Hidrológica Quebrada Seca, Tumbes.

## **ABSTRACT**

This study provides a detailed analysis of the quality, uses, and sustainability of groundwater resources in the Quebrada Seca Hydrological Basin, located in the district of Canoas de Punta Sal, Tumbes. The main objective was to assess the quality of water used for agricultural, livestock, and domestic activities, as well as to generate an updated diagnosis of the basin. Through flow rate measurements, physicochemical and microbiological analyses, and surveys of local inhabitants, the volumes of water extracted for irrigation, livestock consumption, and domestic use were identified, with results meeting the per capita consumption limits established by the World Health Organization (WHO). The groundwater quality analyses revealed that several sampling points exceeded the limits for parameters such as electrical conductivity (EC) and biochemical oxygen demand (BOD5), suggesting a high organic matter load in the water. Additionally, the values for chemical oxygen demand (COD) exceeded the thresholds set for potable water. pH levels indicating alkalinity were also detected at some points, which could affect human health and agricultural productivity. In terms of microbiological quality, analyses of fecal coliforms and *Escherichia coli* revealed significant contamination, especially at points used for human and livestock consumption, which poses a considerable health risk. Despite the identified quality issues, the groundwater used for irrigation and livestock complies with the standards established for these purposes. However, the overexploitation of the groundwater resource remains a constant concern, as the basin experiences low annual precipitation variability, which increases dependence on this resource.

**Keywords:** Groundwater, water sustainability, water quality, resource management, Quebrada Seca watershed, Tumbes.