



UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL
SAN ANTONIO ABAAD
DEL CUSCO

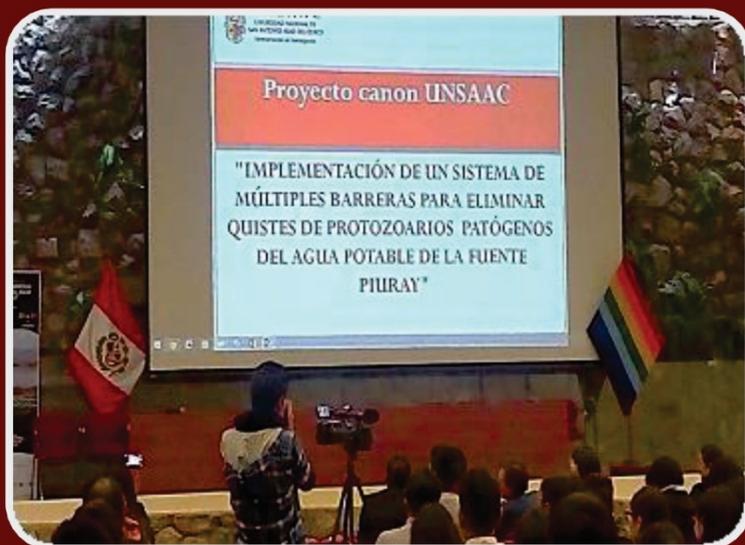
**SISTEMA DE MÚLTIPLES BARRERAS
PARA LA PRESERVACIÓN
DEL AGUA SEGURA Y SALUDABLE**

**CONGRESO
CIENTÍFICO
INTERNACIONAL**

CONGRESO CIENTÍFICO INTERNACIONAL

**SISTEMA DE MÚLTIPLES BARRERAS PARA LA
PRESERVACIÓN DEL AGUA SEGURA Y SALUDABLE**

LIBRO DE RESÚMENES



28 al 31 de octubre del 2019

Cusco - Perú

ISBN: 978-612-4236-26-6



9 786124 236266

**LIBRO DE RESÚMENES DEL CONGRESO CIENTÍFICO
INTERNACIONAL
“SISTEMA DE MÚLTIPLES BARRERAS PARA LA PRESERVACIÓN
DEL AGUA SEGURA Y SALUDABLE”**

Compiladores:

**Yanet Mendoza Muñoz
Juan F. Costa Taborga
Jorge Luis Curo Miranda
Aldo Ocampo Huaycho
Julio C. Dueñas Quispe**



28 al 31 de octubre del 2019

Cusco – Perú

**LIBRO DE RESÚMENES DEL CONGRESO CIENTÍFICO
INTERNACIONAL
“SISTEMA DE MÚLTIPLES BARRERAS PARA LA PRESERVACIÓN
DEL AGUA SEGURA Y SALUDABLE”**

Comité editorial:

**Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Nacional de San Antonio
Abad del Cusco**

© Compiladores:

Yanet Mendoza Muñoz
Juan F. Costa Taborga
Jorge Luis Curo Miranda
Aldo Ocampo Huaycho
Julio C. Dueñas Quispe

Edición virtual, abril de 2021

Páginas: 155

Los artículos son de responsabilidad exclusiva de los autores.

**© 2020, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco - Vicerrectorado
de Investigación**

Av. De la Cultura N° 733 – Pabellón “A” 2do. Piso
VRIN - 2do. Piso Pabellón “A”, Ciudad Universitaria de Perayoc
Teléfonos: 084 - 222512/ 232398
Anexos: 1543 – 1545

Publicación electrónica disponible en: vrin@unsaac.edu.pe

Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2021- 00658

ISBN N° 978-612-4236-26-6

ÍNDICE

Contenido	Pág.
Presentación	9
Resoluciones Rectorales: Oficialización y Felicitación-Reconocimiento	12
Comité Organizador, Co-organizador- Instituciones Aliadas Estratégicas	13
MARCO LEGAL	
Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano	20
Mecanismo de Retribución por Servicios Ecosistémicos “MERESE” en el Sector Saneamiento	23
Alcances de la Normativa Sector Saneamiento	27
Alcances y Funciones de la Autoridad Administrativa del Agua Urubamba -Vilcanota	29
Acción de Supervisión : Verificación del Control de Procesos Respecto a los Parámetros Biológicos en el Tratamiento del Agua	32
GESTIÓN	
Tratamiento Paisajístico-Recuperación - Faja Marginal del Río Huatanay	36
Diagnóstico de la Gestión de Vigilancia de la Calidad del Agua Potable en la Ciudad del Cusco	38
AGUA Y SALUD	
Agua para Perú (Agua Segura)	44
Eliminación de Contaminantes Emergentes	46
Filtración Electroquímica-Antibióticos-Genes-Resistencia-Antibióticos	51
Giardiasis y Coccidios Intestinales como Enfermedad Emergente en Niños Escolares	54
Salmonella Entérica Serovar Typhi Haplotipo H58 y el Lavado de Manos con Agua Saludable y Segura – Artículo de Revisión	57
Una Relación Saludable y Segura: Salud y Agua - Artículo de Revisión	60
TRATAMIENTO DEL AGUA	
Control de Nutrientes-Técnicas de Tratamiento de Aguas Residuales	66
Mejorando el Desempeño de los Procesos de Desalinización con Ósmosis Inversa en Configuración <i>Batch</i>	68

Modificación de Electrodo de Carbón Vítreo con Nano partículas de Níquel y Paladio para la Degradación de Herbicidas en Agua	72
Nano-Materiales en la Desinfección/Tratamiento de Aguas	74
Eutrofización y Control del Crecimiento Microbiano	77
Desalinización Térmica con Membrana. Destilación: Mejora de la Eficiencia con Termodinámica y Nano Ingeniería	80
Nanotecnología en el Tratamiento del Agua Potable	83
Sistemas de Filtración de Agua en el Punto de Uso	86
BIOMEDICIÓN Y CALIDAD DEL AGUA	
Estado Trófico de la Laguna de Piuray - Chinchero – Cusco	92
Biomonitoreo de Ríos Andinos: El Índice Biótico Andino (ABI) y Otras Aproximaciones al Monitoreo de los Ríos Andinos.	95
Estructura Temporal y Espacial de las Comunidades Planctónicas de la Laguna de Piuray – Chinchero – Cusco.	98
Biomedición De La Calidad De Agua En La Laguna De Cocha Uma, Distrito De Pitumarca, Canchis, Cusco.	100
Comunidad bentónica como bioindicadora en la laguna de Piuray, distrito de Chinchero, provincia de Urubamba, departamento de Cusco.	101
Presencia de Helmintos y Protozoarios en Sistemas de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano de la Comunidad de Cusibamba y Centro Poblado de Ccorca, Cusco.	104
Evaluación de Fitoplancton y Zooplancton en Sistemas de Abastecimiento de Agua para el Consumo Humano en la Comunidad de Cusibamba y el Centro Poblado de Ccorca – Cusco.	106
Protocolo para la Determinación del Estado Ecológico de los Ríos Andinos.	108
Macroinvertebrados Bentónicos y Calidad de Agua del Río K'ayra, Distrito de San Jerónimo, Cusco.	112
Determinación de los Parámetros Físicos, Químicos y Biológicos del Agua Filtrada en la PTAP de Santa Ana EPS SEDACUSCO S. A.	114
Escarabajos Acuáticos y su Uso como Indicadores de Calidad de Agua	117
Calidad del Agua Frente al Cambio Climático en la Cuenca de Pitumarca	120
SOSTENIBILIDAD DEL AGUA-CONSERVACIÓN	
Cosecha de Agua en la Provincia de Quispicanchi – Cusco	124
Propuesta de Recarga de Acuíferos con la Reforestación de Áreas Degradadas.	126

Sistema de Riego Sambor Huaypo	129
Forestación y Restauración del Ciclo Hídrico	131
Identidad Ambiental, Actitud y Comportamiento de Conservación de Agua.	133
Aves de la Laguna de Piuray, Importancia para el Turismo	135
Diagnóstico de Brechas de Género y los Recursos Hídricos	137
ACTAS Y ACUERDOS	139

PRESENTACIÓN

El Congreso Científico Internacional en adelante CCI “Sistema de Múltiples Barreras para la Preservación del Agua Segura y Saludable” realizado del 28 al 31 de octubre 2019, fue un evento académico-gratuito y estaba organizado como parte de las actividades previstas en el proyecto de Investigación Canon UNSAAC "Implementación de un sistema de múltiples barreras para eliminar quistes de protozoarios patógenos del agua potable de la fuente Piuray"

WHO, la OMS, OPS y Etras dicen que la “Seguridad del Agua de Consumo Humano se basa en el Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos, que tiene que ver con la evaluación y gestión del riesgo, los principios de barreras múltiples y el sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control (APPCC o HACCP). El objetivo de los Planes de Seguridad del Agua (PSA), es el aseguramiento de las buenas prácticas de abastecimiento de agua de bebida a través de la minimización de contaminación de las fuentes de agua, la reducción o retiro de la contaminación por medio de proceso de tratamiento, la prevención de la contaminación durante el almacenamiento, la distribución, la manipulación del agua a nivel intradomiciliario y la protección de las fuentes es de especial relevancia. La BVSDE indica que “Los PSA, son las bases del desarrollo sostenible, sintetizan uno de los objetivos principales de la OMS en relación a la importancia del agua, al saneamiento, a la higiene para la salud y al desarrollo, articulados con la gestión integrada de los recursos hídricos en las cuencas”.

DIGESA, la ONU, la OPS refieren que “los quistes de *Giardia* y los ooquistes de *Cryptosporidium* son extremadamente resistentes al cloro y demás desinfectantes en las concentraciones que comúnmente se usan en la desinfección del agua. La ingestión de alimentos y/o agua contaminada con *G. lamblia* y *C. parvum* es el principal mecanismo de contagio con estos protozoarios. El hecho de que estos parásitos posean 1) baja dosis infecciosa de 1- 10 quistes u ooquistes, 2) Resistencia elevada a los tratamientos de desinfección y potabilización del agua y 3) Tamaño pequeño que les permite evadir las barreras de tratamiento, hace que estos microorganismos sean de

gran relevancia para las plantas de tratamiento de agua y por tanto que deban ser analizados para asegurar la calidad de los sistemas de tratamiento y distribución”.

SEDACUSCO S.A. menciona que “la laguna de Piuray tiene importancia por estar actualmente en explotación; el sistema Piuray suministra agua potable a la población asentada en el cercado del Cusco y parte del distrito San Sebastián”.

El lema del CCI fue “*Ununchis Kachun Wiñaypaq (let’s have water forever)* tengamos agua para siempre”

En lo referente al trabajo interinstitucional articulado: “Todos usamos agua y su gestión es en consecuencia una acción y responsabilidad compartida”.

En este sentido el **objetivo del CCI** fue coordinar para que en el sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad del Cusco, exista un trabajo articulado y cooperativo entre las diferentes Entidades Ambientales, Empresas, Municipios, Dirección Regional de Salud y Comunidad. Por lo cual se coordinó con: la Municipalidad del Cusco, la Municipalidad de Wanchaq, el Consejo Regional XIV Apurímac – Cusco del Colegio de Biólogos del Perú, la Región Cusco, la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), la Autoridad Nacional del Agua (ANA), la Dirección Regional de Salud-Cusco (DIRESA), la ONG Guamán Poma de Ayala Instituciones que vienen a ser los Co-Organizadores del CCI.

También se contó con Instituciones aliadas estratégicas como el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), la asociación CAIJO, el Proyecto Especial Regional Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente (PER IMA), el Proyecto Especial Regional Plan MERISS INKA (PER Plan MERISS Inka) y la Asociación de Vigilancia de la Calidad del Agua Potable y Alcantarillado del Cusco “*Ununchista Q’awarisun*” (SUNARP- Título 2010-00005944).

Durante el CCI se consideraron lo siguientes ejes temáticos referidos al agua: Marco Legal, Gestión, Agua y Salud, Tratamiento, Biomedición y Calidad, Sostenibilidad y conservación.

Los responsables de dirigir las actividades del CCI así como la presentación de actas correspondientes en base a un problema planteado, fueron: el primer día, los Profesionales de la Gerencia Ambiental de la Municipalidad Provincial del Cusco; el segundo día estuvo a cargo de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS); el tercer día bajo la

responsabilidad de la Gerencia Ambiental de la Municipalidad Distrital de Wanchaq y el último día estuvo dirigido por Consejo Regional XIV Apurímac-Cusco del Colegio de Biólogos del Perú.

Las conferencias magistrales estuvieron a cargo de tres Ph.D. Investigadores Internacionales una de la Universidad de Las Américas del Ecuador y dos de la Universidad Purdue - EE. UU.

Las exposiciones orales de Expertos Nacionales y Locales estuvieron a cargo de Doctores y Magísteres invitados por cada Institución Co-Organizadora; estas conferencias se desarrollaron en el horario de 09:00 a 13:00 horas.

El lunes en el horario de 15:00 a 18:00 horas se realizó el *Workshop*: Técnicas de Tratamiento del Agua. El martes la Mesa Redonda: Participación ciudadana Faja Marginal - Preservación de la Laguna de Piuray. El miércoles Foro: Agua y Salud - Agua Como Medio de propagación de Enfermedades y el jueves el Simposio: Eutrofización de la Laguna de Piuray - Optimización del Proceso de Tratamiento.

Se expusieron artículos científicos en paneles y se tuvo la participación de los estudiantes de la E.P. de Medicina Humana en la demostración del lavado de manos como aspecto importante en la salud.

Así mismo pudimos gozar del arte en forma de danzas presentadas por la gerente Ing. Karla Romaní Delgado de la Academia Marinera de Corazón y la presentación del coro de la UNSAAC.

Muchas gracias.

Dra. Cs. Yanet Mendoza Muñoz (Presidenta del Congreso)
Méd. William Cárdenas Rodríguez (Vice-Presidente del Congreso)

RESOLUCIONES RECTORALES - UNSAAC

Resolución de Oficialización del Congreso Científico Internacional “Sistema de Múltiples Barreras para la Preservación del Agua Segura y Saludable” Lema: “*Ununchis Kachun Wiñaypaq*”

N° R-1702-2019-UNSAAC (24 -10-2019) y Resolución Nro. UNSAAC (05 11-2019)

Resolución de Felicitación y Agradecimiento

N° R-2095-2019-UNSAAC (17-12-2019).

COMITÉ ORGANIZADOR

Presidente: Dra. Cs. Yanet Mendoza Muñoz
Vice-presidente: Méd. William Cárdenas Rodríguez
Comisión Administrativa: Méd. Julio César Dueñas Quispe
Comisión Científica – Editorial: Mg. Juan Francisco Costa Taborga
Área Académica: Hermes Ricardo Huamán Huamán
Área Ejecutora: Nicole Adriana Luque Callo
Comisión Administrativa – Logística: Carlos Ricardo Ormachea Gamero y Psic. Gabriella Briseida Cárdenas Chacón

CO-ORGANIZADORES

Gobierno Regional del Cusco

Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente

Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento - SUNASS

Econ. Vielka Chariarse Valencia

Blga. Olva Justo Minaya

Comunicadora Livia Martínez Achulli

Ing. Tomas Lovatón Solís

Autoridad Nacional del Agua - ANA

Ing. Emiliano Sifuentes Minaya

Ing. Juan Eduardo Muñoz Alva

Ing. Abilio Oyola Valencia

Ing. Cesar Luis Luque del Carpio

Municipalidad Provincial del Cusco

Blgo. Carlos Alfaro Jiménez

Blga. Derling Palacios Cano

Lic. Elizabeth Cárdenas Salas

Consejo Regional XIV Apurímac- Cusco del Colegio de Biólogos del Perú

Mg. Gardenia Ruth Jiménez Villavicencio

Municipalidad de Wanchaq

Mg. Wilbert Víctor Ataco Zúñiga

Blgo. Luis Alberto Blas Pucapuca

Ing. Efraín Ríos Álvarez

Med. Luisa Motta García

Mg. Eliana Pérez Cusi

Centro Guamán Poma de Ayala

Arq. Eliana Ricalde Ríos

INSTITUCIONES ALIADAS ESTRATEGICAS:

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA)

Mg. Danitza Valdivia Escalante

Asociación de Vigilancia de la Calidad de Agua Potable y Alcantarillado del Cusco "Ununchista Q'awuarisun" Título N° 2010-00005944 (SUNARP).

Partida N° 11097582. Asiento A0001

Dr. José Waldo Amaru Callo Villa

Dr. J. Efraín Alarcón Becerra

Dr. Dante Olivera Ortiz de Orué

Dr. Víctor Mendiola Arróspide

Dr. René Vargas Mercado

Dr. Víctor A. Béjar Bravo

Dra. Andrea E. Rondón Abuhadba

Mg. María Elena Mendoza Muñoz

Lic. Doris Figueroa Torres

Dr. Oscar Valiente Castillo

Dra. Cs. Yanet Mendoza Muñoz

Proyecto Especial Regional Plan MERISS INKA –PER Plan Meriss:

Ing. Eulogio Huamán Mamani

Dirección Regional de Salud – Cusco (DIRESA):

Mg. Sonia Flórez Lucana

Blga. Miluska Guzmán Cáceres

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) Cusco:

Ing. Yhobed G. Suma Tairo

Asociación #Jesús Obrero" – Ccaijo

Ing. Eberth Molina Romero

Instituto Nacional de Investigaciones de Glaciares y Ecosistemas de Montaña INAIGEM Cusco

Ing. Víctor Bustinza Urviola

COLABORADORES:

Mg. José Pozo Ayma

Prof. Enrique Lagos Mogrovejo y los Integrantes de la Escala Coral
Universitaria

Sr. Alberto Pezúa Navarrete

Sr. Yuri Alex Mendoza Muñoz
Lic. Kristica A. T. Ríos Mendoza
Ing. Cristy Pomalaza Cuno
Blgo. Mario Percy Núñez Vargas
Prof. Karina Mendoza Muñoz
Qco. Lorena Apaza Tacca
Representante de Ventas de Agua Cielo: Mario A. Paredes Argandoña
Academia Marinera de Corazón: Ing. Carla Romaní Delgado - Gerente.

ESTUDIANTES QUE COLABORARON:

Noris Claudia Quispe Ccahuana
Karina Meza Quispe
Ruth Daysi Maqqe Hanco
Rosmery Ccahuana Apumayta
Jacqueline Huillcaya Quispe
Benita Bautista Chalco
Raveli Huamani Huanca
Crhistian Molina Cana
Blanca Rosa Espinoza Otazu
Astrid Shanon Carpio Molina
Vanessa Tumpay Ttito
Yovana Huallpa Nina
Victor David Ccoa Guisado
Massiel Castillo Centeno
Elisban Yennuri Arias Bautista
Alex Quispe Guzmán
Yaneth Paucar Quispe
Lilia Victoria Halanocca Yana

AUSPICIADOR:

El presente libro de resúmenes es el producto del Congreso Científico Internacional “Sistema de Múltiples Barreras para la Preservación del Agua Segura y Saludable” cuyo Lema fue: “*Ununchis Kachun Wiñaypaq*”, como parte del Proyecto de Investigación, tipo aplicada intermedio - “Implementación de un sistema de múltiples barreras para eliminar quistes de protozoarios patógenos del agua potable de la fuente Piuray” Resoluciones N°: 016-2018-FONDECYT-DE, R-391-2018-UNSAAC, R-0267-2018-UNSAAC, en actual desarrollo. Proyecto financiado por la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco – Vice Rectorado de investigación, en el marco del proyecto *Yachayninchis Wiñarinanpaq* (para que nuestro conocimiento crezca).

**Dedicado a la vida que es un don.
Cuidemos el agua sin ella no hay vida.**

Capítulo 1

MARCO LEGAL NORMATIVO

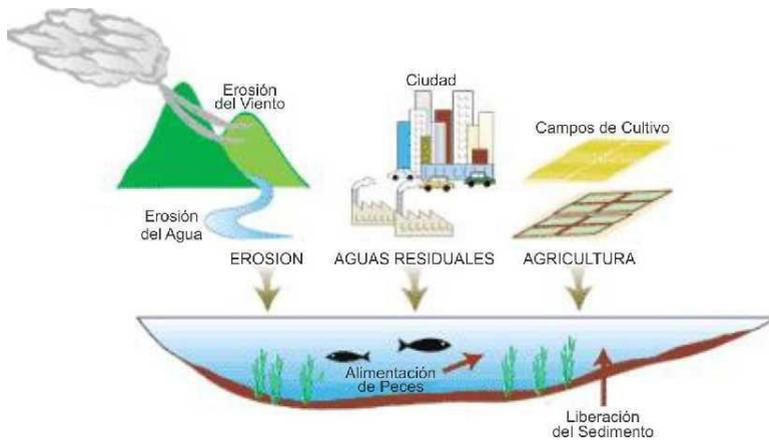


Figura Gestión de la calidad del agua.

Fuente: Exposición de la Ing. Anita López – SUNASS.

1. Reglamento de la calidad del agua para consumo humano

Autor: Ing. Cesar Gamboa

Dirección de Saneamiento Básico Dirección. Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental. Dirección Regional de Salud del Cusco.

El expositor informó que: "El rol del MINSA ROF-D.S. N° 023-2005-S.A. Es regular en materia sanitaria, así como en la protección del ambiente para la salud y la asistencia Médica para la recuperación y rehabilitación de la salud de las personas. Proponer y concertar los fundamentos técnicos para la formulación de políticas nacionales de salud ambiental. Establecer las normas técnicas de calidad de agua para consumo humano. Vigilar la calidad sanitaria de los sistemas de agua y saneamiento para la protección de la salud de la población.

Marco Normativo de la calidad del agua para consumo humano: Ley N° 26842 ley General De Salud (1997). Ley N° 26338 Ley General De Servicios De Saneamiento (1994).

Decreto Supremo N° 031-2010-S.A. Reglamento de la Calidad del Agua Potable Para Consumo Humano.

Título I: Las disposiciones generales. Art 1° de la finalidad, Art 2° objeto, Art 3° Ámbito de aplicación.

Título II: Gestión de la calidad del agua para consumo humano Art 6° lineamientos de gestión, Art 7° de la gestión de la calidad del agua para consumo humano que se desarrolla a través de la siguientes acciones: vigilancia sanitaria del agua para consumo humano; vigilancia epidemiológica de enfermedades transmitidas por el agua para consumo humano; control y supervisión de calidad del agua para consumo humano; fiscalización sanitaria del abastecimiento del agua para consumo humano; autorización, registros y aprobaciones sanitarias de los sistemas de abastecimiento del agua para consumo humano; promoción y educación en la calidad y el uso del agua para consumo humano. Artículo 8°.- Entidades de la gestión de la calidad del agua de consumo humano: Ministerio de Salud; Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento; Gobiernos Regionales; Gobiernos Locales, Provinciales y Distritales; Proveedores del agua para consumo humano; Organizaciones comunales y civiles representantes de los consumidores.

Título IV. La Vigilancia Sanitaria es la sistematización de un conjunto de actividades realizadas por la Autoridad de Salud, para identificar y evaluar factores de riesgo que se presentan en los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano, desde la captación hasta la entrega del producto al consumidor, con la finalidad de proteger la salud de los consumidores. Presenta: Programa de vigilancia. Sistema de Información. Difusión de la información. Vigilancia Epidemiológica.

Nacional. MINSA, DIGESA DSB.

Regional. DISA/DIRESA, DESA, RED DE SALUD (112)

Local. Micro-redes (709). CS (1 187), PS (5 389).

Título V. Control y supervisión de calidad. (PCC-I, PCC II, PCCIII).

Art 24° Análisis de peligros y puntos críticos de control.

Título VII: Aprobación, registro y autorización sanitaria

Título IX: Requisitos de la calidad del agua para consumo humano

Anexo I: Límites Máximos Permisibles de parámetros microbiológicos y otros organismos. El anexo II: LMP de parámetros de calidad organoléptica. El III: LMP de parámetros químicos inorgánicos y orgánicos. IV: LMP de parámetros radioactivos y el V: Autorización sanitaria, registro de los sistemas de abastecimiento.

Art 63° parámetros de control obligatorio (PCO) son: 1. Coliformes totales; Coliformes termo tolerantes, Color; Turbiedad; Residual de desinfectante; y pH.

Artículo 72°.- Pruebas Analíticas Confiables. Las pruebas analíticas deben realizarse en laboratorios que tengan como responsables de los análisis, a profesionales colegiados habilitados de ciencias e ingeniería, además deben contar con métodos, procedimientos y técnicas debidamente confiables y basados en métodos normalizados para el análisis de agua para consumo humano de reconocimiento internacional, en donde aseguren que los límites de detección del método para cada parámetro a analizar estén por debajo de los Límites Máximos Permisibles señalados en el presente Reglamento.

Artículo 74°.- Revisión de los requisitos de calidad del agua. Los Requisitos de calidad del agua para consumo humano se revisaran por la Autoridad de Salud de nivel nacional cada 05 años

Título X. Medidas de seguridad y sanciones. Disposiciones complementarias.

Infracciones leves que no revistan mayor riesgo en la calidad del agua para consumo humano (Multa comprendida 1 UIT hasta 5 UIT).

Infracciones Graves que generen riesgos a la calidad del agua para consumo humano. Multa comprendida 6 UIT hasta 15 UIT.

Infracciones muy graves que generen riesgos a la salud de los consumidores. (Multa comprendida 16 UIT hasta 30 UIT)

Tabla 1.

Anexos. Límites Máximos Permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. <i>E. Coli</i>	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

Donde:

UFC = unidad Formadora de Colonia

(*) = En caso de analizar por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml

Anexo III. Límites máximos permisibles de Parámetros químicos inorgánicos y orgánicos”.

Palabras clave: Decreto Supremo N° 031-2010 S.A., Reglamento de Calidad del Agua Potable para Consumo Humano.

2. Mecanismo de Retribución por Servicios Ecosistémicos “MERESE” en el sector saneamiento

Autor: Ing. Luis Acosta

Responsable de la Dirección del área de Prestación Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento – SUNASS.

El expositor explico que “La cadena de suministro de la provisión de los servicios de saneamiento: Inicia con la fuente de agua. Captación. Transporte (conducción. Impulsión). Tratamiento de agua cruda (PTAP). Transporte (conducción- Impulsión). Almacenamiento. Redes de distribución (primarias-secundarias). Usuarios. Redes de recolección (primarias y secundarias). Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR). Transporte. Vertimiento de aguas tratadas.

Es necesario garantizar la sostenibilidad del agua cruda (fuentes de agua) para asegurar la cadena productiva de los servicios de saneamiento.

MERESE: Esquemas, herramientas, instrumentos e incentivos para generar, canalizar, transferir e invertir recursos económicos a través de acuerdos entre contribuyentes y retribuyentes al servicio eco-sistémico.

Los SEH: Calidad de agua. Regulación hídrica y control de sedimentos.

Marco Normativo: La Ley N° 30215 Ley MERESE promueve, regula y supervisa los Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos “MERESE” que se derivan de acuerdos voluntarios que establecen acciones de conservación, recuperación y uso sostenible. El D.S. 009-2016-MINAM Reglamento Ley MERESE: Las EPS pueden ser retribuyentes por los Servicios Ecosistémicos que provea la cuenca hidrográfica de su ámbito u otros ecosistemas de los que se benefician, permitiéndoles brindar el servicio de agua potable. Las EPS recaudan, a través de sus tarifas, recursos por concepto de MERESE. Las EPS están facultadas para formular, evaluar, aprobar y ejecutar proyectos de inversión pública en los ecosistemas que les provean servicios Ecosistémicos.

DL N° 1280 – Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento. Las empresas prestadoras deben promover acuerdos para implementar MERESE. La SUNASS debe incluir en la tarifa el monto de MERESE que le corresponde abonar a cada uno de los usuarios. Mediante resolución tarifaria aprobada por la SUNASS, se establecen las condiciones para la administración y ejecución de los recursos por concepto de MERESE.

DS N° 019-2017- VIVIENDA Reglamento de la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los SS. Modalidades de ejecución de los MRSE. Directivas MERESE. N° 045-2017 Directiva de los MERESE hídricos. Pasos para diseño e implementación de un MERESE.

Cuadro 1.

Relación directa entre la conservación de los SEH y los servicios de saneamiento.

Problema real registrado en una EPS	Causas del Problema	Variables e indicadores de saneamiento relacionados a SEH	Problemática para las EPS
Discontinuidad del servicio, por escasez de agua en las fuentes, sobre todo en la época de estiaje	Disminución de caudal base , debido a presiones antrópicas: malas prácticas de manejo de los ecosistemas dentro de la cuenca de aporte y sobre todo en la zona principal de recarga hídrica. SEH Afectado: Regulación Hídrica.	Deterioro de la infraestructura. Cortes de servicio. Mayor uso de insumos químicos (control de erosión del suelo). Continuidad del servicio. Calidad del agua. Inversión en nuevas fuentes.	Pérdida de la cobertura natural en la parte media y alta de la cuenca aumenta la sedimentación al cuerpo de agua (rio, quebrada, arroyo) y se pierde la capacidad de autodepuración. Descarga de aguas residuales sin tratar y el aumento de actividades antropogénicas como la ganadería extensiva en la zona de recarga del cuerpo de agua o embalse. Crianza excesiva de peces (acuicultura) en cuerpos de agua lenticas como los embalses. Todas estas actividades adicionan nutrientes a los cuerpos de agua (en especial fosforo y nitrógeno)
Recorte del servicio por colmatación y obstrucción de rejillas en la captación	La deforestación en la parte alta de la cuenca genera erosión de los suelos y deslizamientos que arrastran palizadas SEH Afectado: Control de Sedimentos		
Turbiedad muy elevada del agua cruda genera mayor consumo de insumos químicos y algunas veces se para el sistema de producción de agua.	Cambio de uso del suelo en la parte alta de la cuenca de bosques a cultivos de Café principalmente sin manejo genera erosión de los suelos . SEH Afectado: Calidad de agua		

1. Plataforma de Buena Gobernanza
2. Diagnóstico hídrico rápido
3. Identificación y caracterización de los contribuyentes
4. Plan de intervenciones y
5. Diseño del Sistema de monitoreo hidrológico”.

Palabras clave: Servicios Ecosistémicos Hídricos, MERESE, conservación de recursos hídricos.

3. Alcances de la normativa sector saneamiento

Autor: Ing. Yhobed Gohomer Suma Tairo

Coordinador General del CAC Cusco / Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

El expositor explicó lo siguiente: “**Los instrumentos sectoriales:** Diagnostico sectorial, la Ley Marco de la gestión y prestación de los Servicios de Saneamiento (D.L 1280), la Política Nacional de Saneamiento (D.S 007- 2017-Vivienda), el Plan Nacional de Saneamiento 2017 – 2021 (D.S 018-2017-Vivienda) y el Reglamento de Ley Marco (D.S 019-2017-Vivienda).

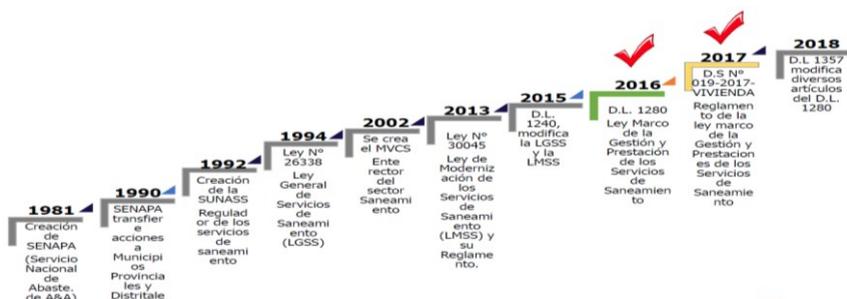


Figura 1. Evaluación normativa del Sector.

El Decreto Legislativo N° 1280. Dispositivo legal, emitido en el marco de facultades brindadas del poder legislativo al ejecutivo que, permite: Establecer un nuevo marco normativo, que regule la prestación de los servicios de saneamiento a nivel nacional. Establecer medidas orientadas a la gestión eficiente de los prestadores de servicios de saneamiento. Determinar roles y competencias de las entidades de la administración pública en materia de prestación de los servicios de saneamiento.

La política nacional de Saneamiento (D.S. 007-2017- Vivienda). El objetivo principal es alcanzar el acceso universal, sostenible y de calidad de los servicios de saneamiento.

Objetivos: Incrementar la cobertura, calidad y sostenibilidad, con la finalidad de alcanzar el acceso universal. Reducir la brecha de infraestructura en el Sector. Alcanzar la autonomía empresarial e integración de los prestadores. Incrementar los niveles de eficiencia, con altos indicadores de calidad, continuidad y cobertura. Lograr la gestión sostenible del ambiente y de los Recursos Hídricos en la prestación de los servicios de saneamiento.

Política Nacional de Saneamiento D.S.007-2017-Vivienda.

Ejes de política:

Acceso de la población a los servicios de saneamiento, sostenibilidad financiera, fortalecimiento de prestadores, optimización de soluciones técnicas, articulación de los actores (Rectoría: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (MVCS).

Vigilancia, regulación, supervisión y fiscalización: MNSA, DIGESA, MINAGRI (ANA).

Apoyo en la gestión administrativa (OTASS – MVCS).

Prestación de servicios (EPS, Unidades de Gestión Municipal. Formulación y ejecución: Gobierno Regional.

Otros actores (Cooperación Internacional, Academia) y valoración de los servicios de saneamiento.

El acceso adecuado a los servicios de saneamiento:

Impacta a la calidad de vida de las personas.

Contribuye a mejorar la autoestima.

Inclusión en la sociedad.

Mejora las condiciones de competitividad.

Genera mayores posibilidades de actividades de ingresos.

Disminuye incidencia de enfermedades de origen hídrico".

Palabras clave: Diagnóstico-sectorial-agua-saneamiento-2017, Decreto Legislativo-N°1280, Política-nacional-Saneamiento-(D.S.007-2017 Vivienda).

4. Alcances y funciones de la autoridad administrativa del agua Urubamba-Vilcanota

Autores: Ing. Emiliano Sifuentes Minaya e Ing. César Luis Luque del Carpio
Autoridad Administrativa del Agua Urubamba-Vilcanota. ANA.

Los expositores desarrollaron acerca del marco normativo de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), las funciones y ámbito, fajas marginales y el Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos.

“La ANA es un organismo técnico especializado adscrito al Ministerio de Agricultura y Riego, constituye un pliego presupuestario y cuenta con personería jurídica de derecho público interno. Es el ente rector y máxima autoridad técnico - normativa del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos y responsable de su funcionamiento.

Misión: Ejercer la rectoría técnica-normativa y establecer procedimientos para la gestión integrada, sostenible y multisectorial de los recursos hídricos en beneficio de los usuarios de agua y población en general, de manera oportuna y eficaz.

Marco Normativo. La ANA basa su accionar en la Ley 29338, Ley de Recursos Hídricos, promulgada el 30/03/2009. Su reglamento se aprueba con el D.S N° 001- 2010-AG 23/03/2010, modificado con D.S N°023-2014-MINAGRI. Ámbito. Está conformada por: Autoridades Administrativas de Agua (AAA), Administración Local del Agua (ALA).

La Autoridad Administrativa del Agua Urubamba – Vilcanota está constituida por 3 Administraciones Locales de Agua: Cusco, La Convención, y Sicuani.

LA AAA es órgano desconcentrado que trabaja las políticas y estrategias de gestión de los recursos hídricos, como una instancia técnico normativo dentro de la cuenca Urubamba Vilcanota. Entre sus principales funciones según DS 018-207-MINAGRI (ROF Art. 46°), están: Ejecutar el monitoreo de las fuentes naturales de aguas subterráneas, promoviendo acciones de conservación de acuíferos. Realizar acciones de sensibilización, capacitación y campañas de difusión para el establecimiento de una cultura del agua que propicie su uso sostenible. Resolver en primera instancia administrativa las cuestiones y reclamos por el uso del agua, salvo aquellas que corresponden a la Administración Local de Agua. Aprobar la delimitación de fajas marginales y caudales ecológicos. Autorizar la ocupación, utilización, o desvío de los cauces, riberas, fajas marginales o los embalses de las aguas.

Fajas Marginales-Conceptos.

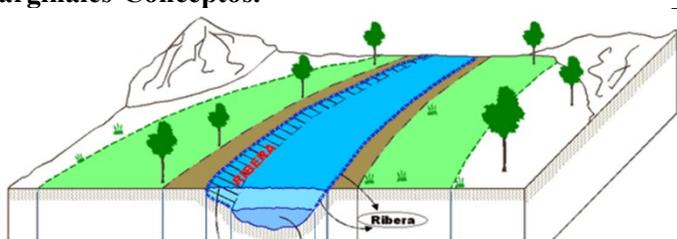


Figura 1. Delimitación del lindero exterior de la faja marginal

Cuadro 1.
Hitos- Señalización física de carácter permanente.

Nivel Mínimo	Nivel máximo	Ribera	Faja Marginal
Nivel de las aguas, calculado o estimado en base a los niveles mínimos de los registros históricos considerando los períodos máximos de información disponible	Nivel de las aguas durante su máxima crecida y en una sección transversal específica del cauce, arroyo, lago, laguna y reservorio; calculado ha estimado. No se consideraran las máximas crecidas par causas de eventos extraordinarios	Áreas de los ríos, arroyos, torrentes, lagos y lagunas, comprendidas entre el nivel mínima de sus aguas y el nivel de su máxima creciente. Para su delimitación no se consideraran las máximas crecidas registradas par eventos extraordinarios, constituye un bien de dominio público hidráulico.	Área inmediata superior al cauce a álveo de la fuente de agua, natural a artificial, en su máxima creciente, sin considerar los niveles de las crecientes par causas de eventos extraordinarios, constituye bien de dominio público hidráulico.

Infracción. La ocupación o utilización, sin autorización de la faja marginal.

Temporal. Cultivos de corto periodo vegetativo en ríos amazónicos, Ejecución de obras de infraestructura hidráulica o servicios públicos (02 años).

Riesgo. "Zona de Muy Alto Riesgo No Mitigable": Aquella donde existe la probabilidad de que la población o sus medios de vida sufran daños o pérdidas a consecuencia del impacto de un peligro, y que la implementación de medidas de mitigación resultan de mayor costo y complejidad que llevar a cabo la reubicación de las viviendas y equipamiento urbano respectivo".

Prohibido. Asentamiento humano, agrícola u otra actividad que las afecte.

Necesario. Para la protección, el uso primario del agua, el libre tránsito, la pesca, caminos de vigilancia u otros servicios.

Dentro del marco de la transparencia, se pone a disposición de los usuarios el Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos (SNIRH). Comprende la calidad del agua, la cantidad del agua, biblioteca virtual, derecho del uso del agua disponible en su página web www.ana.gob.pe

El Modelo Conceptual del SNIRH (Información hidrométrica), comprende:

Actores de la cuenca integrantes del SNGRH (Instituciones científicas, operadores de uso multisectorial, Administración y ordenamiento territorial, Gestión de Riesgos), según Ley 29338 (información oficial – NODO (estadística, caracterizaciones, indicadores, proyecciones, pronósticos, modelamiento), para facilitar la sistematización, acceso, distribución, uso, intercambio de información necesaria para la Gestión Integrada y Planificación de los Recursos Hídricos, para asegurar el aprovechamiento eficiente.

Cuenta con el Sistema Oficial de Información del Agua (SOFIA)

Tiene un Geoportal de datos geográficos.

Sus subsistemas: Monitoreo de Estaciones Automáticas, Cantidad y Calidad de Recursos Hídricos, Alerta y Monitoreo por Activación de Quebrada y Registro y Gestión de la Información de las Afectaciones.

Cuenta con el Observatorio: Nacional de Sequía, del Fenómeno del Niño”.

Palabras clave: Funciones del ANA, AAA, ALA, Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos, Fajas marginales.

5. **Acción de supervisión. verificación del control de procesos respecto a los parámetros biológicos en el tratamiento del agua.**

Autor: Ing. Anita López Vásquez

Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS).

La expositora desarrollo el marco normativo, la supervisión y sanción, los aspectos generales del control de procesos y las consideraciones y hallazgos recurrentes, de la siguiente manera: "El **Marco Normativo – General:** Ley Marco de Organismos Reguladores, Ley N° 27332. Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento, Decreto Legislativo N° 1280. Reglamento de la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento, Decreto Supremo N° 019-2017-VIVIENDA.

Marco Normativo – Específico: Reglamento General de la SUNASS, Decreto Supremo N° 017-2001-PCM. Reglamento General de Supervisión y Sanción de las EPS, RCD N° 003-2007-SUNASS-CD y modificatorias. Reglamento de Calidad de la Prestación de Servicios de Saneamiento, RCD N° 011- 2007-SUNASS-CD y modificatorias.

Reglamento de Calidad de Agua para de Consumo Humano:

Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

Aspectos generales de control de procesos. Gestión de la calidad del agua.

Proceso de supervisión:

Solicitud de información. Requerimiento específico, sobre control de procesos y confiabilidad operativa

Verificación de campo. Selección de procesos e infraestructura de tratamiento de agua a verificar en campo. Emisión de acta de supervisión

Informe inicial. Registra las observaciones que deriven de la verificación del tratamiento del agua.

Informe final. Evaluación de las respuestas de la Empresa Prestadora. Determina la subsanación o levantamiento de las observaciones. Recomienda registro de conducta, imposición de MC, inicio de PAS o archivo.

Aspectos generales del control de procesos.

Agua cruda. Es tal como se encuentra en la naturaleza.

Agua potable. Es aquella destinada para el consumo humano, cumpliendo con los requisitos de calidad exigidos por la normativa de cada país.

Supervisión y sanción.

Agua en su estado natural. El agua tal y como se encuentra en la naturaleza, usualmente no se puede utilizar en forma directa para consumo humano, por no encontrarse apta para este fin.

A su paso por el suelo, subsuelo o por el aire, el agua recoge materias en suspensión, las cuales obligan a efectuar el tratamiento de las aguas antes del consumo humano.



Figura 1. Causas de acción de supervisión

Proceso de tratamiento del agua. Las plantas de tratamiento del agua (PTA) y en general todo centro de producción de agua potable, debe cumplir con el objetivo primordial de suministrar agua segura para la salud de los seres humanos.

Parámetros biológicos. Los organismos biológicos que pueden producir enfermedades por ingestión de aguas contaminadas son:

- **Protozoarios.** El organismo más conocido es la *Entoameba histolytica*, que produce la amebiasis.
- **Helmintos.** Parásitos que son transmitidos al hombre mediante larvas o huevos, presentes en el agua de bebida.
- **Organismo de vida libre.** Son los hongos, algas, protozoos de vida libre, nemátodos, entre otros.

Son de interés por ser conocidos como portadores de enfermedades o por las toxinas que producen.

Los problemas más comunes asociados con estos organismos, son de interferencia en la operación de las plantas de tratamiento de agua (PTA);

además pueden producir turbiedad, color, olor o sabor en el efluente final de la PTA

Cuadro 1.

Exigencias de la normativa del sector salud.

Parámetro	Unidad de medida	Límite máximo permisible (LMP)
Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
<i>E. coli</i>	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
Bacterias Heterotróficas	UFC/100 mL a 35°C	500
Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	N° org/L	0 (*)
Virus	UFC/mL	0 (*)
Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos en todos sus estadios	N° org/L	0 (*)

Donde:

UFC = Unidad formadora de colonias.

() En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples =< 1,8/100 ml*

Fuente: Decreto Supremo N° 031-2010 SA

Se considera como medida de seguridad, que una fuente contaminada está tratada de manera adecuada cuando se ha logrado:

- i) Una turbiedad menor o igual a 1 UNT
- ii) Cloro residual de 0.5 mg/L , después de un tiempo de contacto de 30 minutos y
- iii) Un valor de pH menor que 8.

Acción de supervisión. Con el fin de garantizar lo anterior, el prestador del servicio de agua, debe efectuar la operación, mantenimiento y control de los procesos de tratamiento del agua”.

Palabras clave: Acción de supervisión, Control De Procesos, Parámetros-Biológicos-microbiológicos, Tratamiento Del Agua.

Capítulo 2

GESTIÓN



Figura. Laguna de Piuray (Chincho, setiembre 2019).

1. Tratamiento paisajístico recuperación faja marginal del río Huatanay – Los inicios

Autor: Arq. Eliana Ricalde Ríos
Centro Guamán Poma de Ayala.

La autora explicó lo siguiente: “**La problemática.** El río Huatanay atraviesa la ciudad del Cusco en dirección noroeste-sureste. En determinadas épocas del año genera diversos problemas entre los que destacan inundaciones y desbordes por acumulación de residuos sólidos y colmatación por materia orgánica y tierras.

El proceso de expansión urbana en las riberas del río Huatanay. El proceso de crecimiento urbano de la ciudad ha originado que las riberas del río Huatanay sean lentamente invadidas, reduciendo el ancho normal, que fluctuaba de 80 a 100 m. a los anchos actuales que llegan hasta un ancho de 5.00 m. Las fotos aéreas evaluadas de las décadas de los 60, 80 y 90 muestran esta tendencia de crecimiento y contaminación del cauce.



Figura 1. Residuos sólidos. Inundaciones

A la fecha existe un proceso de canalización del río para controlar este tipo de problemas.

Faja marginal. La falta de delimitación de la faja marginal no ha permitido proteger el cauce y la integridad física de las personas debido a la construcción no regulada de viviendas en sus orillas.



Figura 2. Delimitación de la faja marginal del rio Huatanay.

El tratamiento paisajístico. Consiste en delimitar la faja marginal, integrar actividades de reforestación, principalmente con especies nativas en series dobles de especies, formando áreas verdes (con parques y jardines) y evitar las invasiones transversales y longitudinales (principalmente por puentes y vías de transporte terrestre), alejándolos de los cauces o re-definiendo los diseños.

Estas actividades requieren del compromiso de las autoridades, instituciones públicas y privadas y de la población en general.



Figura 3. Visión de futuro”.

Palabras clave: Forestación, reforestación, Servicios Ecosistémicos, tratamiento paisajístico, faja marginal.

2. Diagnóstico de la gestión de vigilancia de la calidad del agua potable en la ciudad del Cusco

Autora: Dra. Cs. Yanet Mendoza Muñoz

Docente de la E.P. de Medicina Humana / Facultad de Ciencias de la Salud / Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco / *Past* Presente y actual integrante de la Asociación de Vigilancia de la Calidad de Agua Potable y Alcantarillado del Cusco "Ununchista Q'awuarisun" Partida N° 11097582. Asiento A0001. Título N° 2010-00005944.

La autora presentó su investigación como sigue: "El D.S. N° 031-2010-SA (24/12/2010) Perú en su Art 8° menciona entre las entidades de la gestión de la calidad del agua de consumo humano, a las organizaciones comunales y civiles representantes de los consumidores. La OMS ISBN 92 4 154696 4 menciona que deben crearse sistemas de documentación y mecanismos adecuados para facilitar el compromiso y la participación de los interesados (consumidores). En este entender, se ha desarrollado la presente investigación como miembro activo de la Asociación "Ununchista Q'awuarisun". **Problema de investigación:** ¿cómo es la gestión en la vigilancia de la calidad del agua potable en la ciudad del Cusco? **Objetivo.** Evaluar la gestión en la vigilancia de la calidad del agua potable en la ciudad del Cusco de la E.P.S. SEDACUSCO S.A. **Hipótesis alterna (H₁):** la gestión estratégica en la vigilancia de la calidad del agua potable en el Cusco es incipiente. **Muestra para las encuestas:** N= 232.750 usuarios de agua potable y n= 119. **Muestras de agua potable en redes de distribución para evaluar la calidad microbiológica** (Se ha utilizado tablas de frecuencia de muestreo OPS, OMS, SUNASS, CEPIS): n= 263

Cuadro 1.

Operacionalización de la Variable dependiente Dimensión - Gestión adecuada y sostenible.

CONCEP- TUALIZACIÓN	INDICADORES	CATEGORIA	ESCALA DE VALORACIÓN
------------------------	-------------	-----------	-------------------------

Es la Gestión Global o gestión adecuada y sostenible de la vigilancia de la calidad del agua segura asociando a los usuarios.	1)	Calidad.	<u>Gestión Estratégica:</u>	18 - 20 puntos.
	2)	Sostenibilidad.	1.Gestión excelente o desarrollada	15 - 17 puntos.
	3)	Adecuación.	2.Gestión buena	
	4)	Cantidad.	<u>Gestión No</u>	12 - 14 puntos.
	5)	Continuidad.	<u>Estratégica:</u>	
	6)	Cobertura del agua potable.	1.Gestión regular	Menor de 11 puntos.
	7)	Usos - Cultura hídrica.	2.Gestión deficiente o incipiente	
	8)	Efectividad De La Vigilancia De La Calidad Del Agua Potable.		
	9)	Costo razonable.		

Cuadro 2.

Operacionalización de la variable Independiente – Vigilancia de la calidad el agua potable.

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIÓN	SUB - DIMENSIÓN	INDICADOR	CATEGORÍA	ESCALA DE VALORACIÓN
La vigilancia de la calidad del agua potable, que permite identificar y evaluar los factores de riesgo asociados con los sistemas de abastecimiento, realizar su seguimiento y su monitoreo. <u>Componentes:</u> (a) El examen permanente y sistemático sobre la calidad física, química y microbiológica, para confirmar si el sistema de abastecimiento responde a objetivos y	(a) Calidad del agua potable	ANÁLISIS QUÍMICO	Determinación del pH	Límite Máximo Permissible. No permisible	6,5 a 8,5 < 6,5 y > 8,5
			Determinación de Cloro residual	Límite Máximo Permissible. No permisible.	No menos de 0.5 mgL ⁻¹
		ANÁLISIS BIOLÓGICO	Recuento de Microorganismos Aerobios Mesófilos Viables (RMAMV)	Agua potable dentro del Límite Máximo Permissible. No permisible	Máximo Recuento total: 100 ufc/mL
		GI-COS	Número Más Probable de Coliformes Totales (NMP CT)/100 ml	Máximo Permissible. No permisible	Ausencia de Coliformes Totales y Termotolerantes
			Número Más Probable de Coliformes Termotolerantes/100ml		Parásitos y protozoarios. Si exceden.
			Presencia de Parásitos.		
			Presencia de Algas y Cristales.		

reglamentos establecidos.	(b) sanitaria	Inspección de las fuentes de agua potable	Porcentaje de la fiabilidad de las fuentes de suministro.	Excelentes Buenas Regulares Deficientes	90 - 100% 85 - 75 % 70 – 60 % < 55 %
(b) Inspección del estado sanitario de las fuentes de agua potable.					

Fuente Propia en base a D.S. N° 031-2010-SA

Resultados de la evaluación de la efectividad de la vigilancia de la calidad del agua potable. Efectividad-Efecto = TMI años anteriores – TMI último año/ TMI años anteriores x 100 (%): $E = 1.82 - 1.76 \times 100 / 1.82 = 3.29\%$. Las TMI están basadas en los datos del INEI región Cusco.

Conclusiones. Se acepta la hipótesis alterna (H_1): La gestión estratégica en la vigilancia de la calidad del agua potable en la ciudad del Cusco es incipiente. **Del FODA - Situación de la vigilancia de la calidad del agua potable en la ciudad del Cusco. Análisis Interno – Fortalezas. Del diagnóstico** - los Indicadores Químicos y Bacteriológicos se encuentran dentro de los L.M.P: Determinación de cloro residual en la red de distribución de la ciudad del Cusco: Promedio = 0.59 mg/L. NMP de CT y Termotolerantes: ausencia. Determinación promedio del RMAMV: máximo 8.2×10^1 UFC/ml. Cuenta con infraestructura propia. Es una empresa municipal.

Análisis Interno – Debilidades. Del Diagnóstico: Por el estudio del sedimento en las muestras del agua potable en las jurisdicción de SEDACUSCO S.A., los métodos de coagulación y sedimentación no son muy efectivos debido a la presencia de microalgas indicadoras, de los géneros: *Pediastrum*, *Navicula*, *Cymbella* y *Coelastrum* y protozoarios como los del género *Coccideo*; presencia de artefactos vegetales y cristales como carbonatos y fosfatos en los sedimentos estudiados. Por lo cual los métodos de filtración tampoco son efectivos y no cumple normativa peruana en el D.S. N° 031-2010-SA (24/12/2010). **En la Inspección sanitaria de las fuentes de agua potable:** En cuanto a seguridad, protección y saneamiento en la fuente de agua - en la laguna de Piuray el porcentaje de fiabilidad es de 0%, como los valores son menores de 55% es poco fiable. **En la evaluación por Indicadores de Gestión (IG), Indicadores de servicio (IS) e Indicadores de Resultados (IR), Indicadores de Impacto (II)**, (en base a los cinco principios de la calidad): **Indicadores de Gestión. Adecuación** ha calificado con 12/20 puntos y **Sostenibilidad** ha Calificado con 0/20 puntos. **Costo razonable** el 40% de los encuestados en el ámbito de acción

de SEDACUSCO S.A. no está conforme con el costo, por consiguiente el costo no es razonable.

Indicadores de Resultados e Indicadores de Servicio. Usos del agua o Cultura Hídrica - El 100% de usuarios encuestados, realizan un mal uso del agua potable, así en la construcción, riego de jardín, agricultura, por lo que la cultura hídrica es incipiente y bajo conocimiento de educación sanitaria.

Efectividad de la gestión: Es De 3.29% /100%. La Efectividad Es Baja.

De acuerdo a los Indicadores de Evaluación de Impacto ha calificado con 08/20 puntos. **La evaluación del estado de gestión en la vigilancia de la calidad del agua potable, por IG e IR:** Es de 07.7, Por consiguiente, no realiza la gestión en la vigilancia de la calidad del agua potable.

Análisis externo. Oportunidades - la mayor exigencia de la población cusqueña por mejores servicios, por ser ciudad turística. La participación activa de los usuarios. **Amenazas:** la Escasez mundial del agua. El cambio climático y el incremento de la temperatura. La Privatización. El Perú no cuenta con un marco jurídico legal claramente definido y la actual normatividad es de baja rigurosidad. Las Contingencias ambientales. La industria de agua embotellada. El TLCAN.

Árbol de problemas: El problema central es la incipiente gestión estratégica en la vigilancia de la calidad del agua potable en el Cusco. **Efecto directo:** Incumplimiento de la Ley. **Efecto final:** Baja efectividad o efectividad negativa. **Causas:** Causa directa. La evaluación de la adecuación en base a los cinco principios de la calidad, así como la sostenibilidad (asocian a la sociedad civil) y (satisfacción de necesidades del agua presentes sin poner en peligro las generaciones futuras) y los indicadores de evaluación de impacto, todos son insuficientes. Causas indirectas. Cultura hídrica incipiente. Descuido en la realización del diagnóstico, medición y análisis de la gestión de la vigilancia de la calidad del agua potable en el cusco. Por los resultados de la presente investigación, se sugiere a al EPS SEDACUSCO S.A. mejorar los filtros, gestionar la faja marginal. A los gerentes: de las universidades, hospitales, laboratorios clínicos, laboratorios microbiológicos, laboratorios anatomopatológicos, laboratorios químicos, laboratorios metalúrgicos, industrias etc. reciclar y tratar los desechos líquidos, aceites, grasas, tóxicos, sustancias químicas, venenos, que se vierten por los desagües”.

Palabras clave: SEDACUSCO, gestión-vigilancia-calidad-agua-potable, indicadores-evaluación-impacto, FODA, árbol-problemas.

Capítulo 3

AGUA Y SALUD



Figura. Ph.D. David Warsinger durante su exposición

transformación. Minas artesanales con prácticas inseguras. Con la tecnología actual, la calidad del agua de origen ya no dicta la calidad del agua terminada.

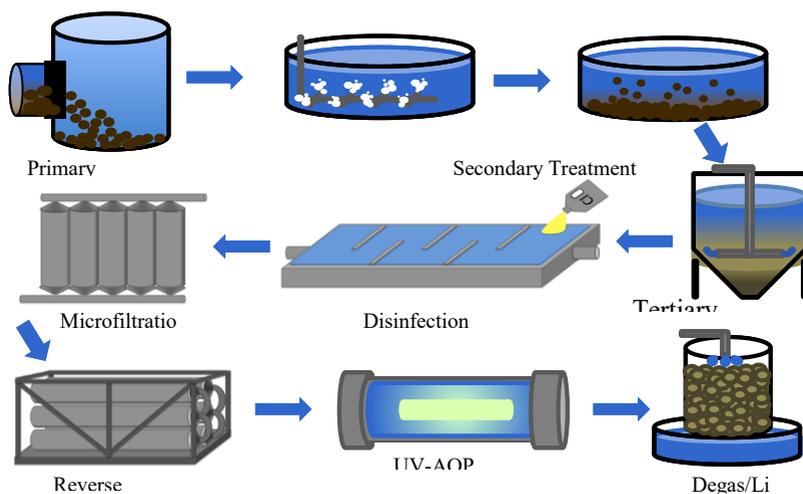


Figura 2. Tratamiento de reutilización de agua potable

Las tecnologías a aplicarse para el tratamiento del agua en Perú y que vienen aplicándose en otros países, son la **tecnología de membrana avanzada** enfoque de barrera múltiple: microfiltración, oxidación avanzada, membranas y Osmosis Inversa (por cuyos procesos se puede eliminar entre el 85-98%: Sodio, mercurio, Magnesio, arsénico, selenio, níquel, cianuro, cadmio, hierro). **Resinas de Intercambio Iónico**. Características: Gran área superficial (usualmente a través de *beads*) trampas de iones, con sal almacenada para regenerar la resina. Relativamente baratas para soluciones diluidas. Pueden ser selectivas (e.g. Boro). Limitaciones: La mayoría de las resinas existentes presentan mayor atracción hacia iones divalentes, no cloro. La efectividad en la química y remoción es fuertemente afectada por la composición del agua. Selectividad de la Nano filtración para el Sabor: Experimentos + Modelamiento para membranas especialmente desarrolladas para selectividad del agua. Requiere equipo para medir el sabor”.

Palabras clave: Contaminantes en Perú, minería, agricultura, riesgos para la salud, tecnología de membrana avanzada

2. Eliminación de contaminantes emergentes

Autor: Ph.D. Zhi Zhou

P.E., BCEE, ENV SP.

Civil Engineering / Environmental and Ecological Engineering / Purdue University.

Ph.D. Zhi Zhou, en su conferencia discutió las definiciones, los riesgos para la salud y las tecnologías de tratamiento actuales para eliminar los contaminantes emergentes. Específicamente, revisó la biodegradación, la planta convencional de tratamiento de aguas residuales, la sorción, la cloración, la ozonización y las tecnologías de membrana. Finalmente, discutió dos estudios de caso de eliminación emergente de contaminantes. Uno es un proyecto de eliminación emergente de contaminantes en dos instalaciones de tratamiento avanzado basadas en membranas en Florida, y *NEWater* en Singapur.

“Los contaminantes emergentes reciben diversos nombres y agrupan varios tipos de compuestos, entre los más peligrosos para la salud, enfatizó acerca de los **Productos Químicos Disruptores Endocrinos (PQDE)**, que son sustancias o mezclas exógenas que alteran las funciones del sistema endocrino y, en consecuencia, causan efectos adversos para la salud en un organismo intacto, o su progenie, o (sub) poblaciones (Organización Mundial de la Salud).

Productos Farmacéuticos y de Cuidado Personal (PPCP), es cualquier producto utilizado por individuos por razones de salud personal o cosméticas o utilizado por empresas agrícolas para mejorar el crecimiento o la salud del ganado (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos).

La Traza Compuestos Orgánicos (TO_{RC}), son Compuestos no regulados o monitoreados comúnmente en los recursos hídricos que se sabe o se sospecha que causan un riesgo potencial para la salud humana o ecológica (Fundación de Investigación del Medio Ambiente del Agua de EE. UU.).

Microconstituyentes son sustancias naturales y artificiales, incluidos elementos y productos químicos inorgánicos y orgánicos, detectados en el agua y el medio ambiente (Federación de Medio Ambiente del Agua de EE. UU.).

Ejemplos de contaminantes emergentes:

- Jabón antibacteriano para manos triclosan
- Pastilla del día después etinilestradiol

- café – cafeína,
- Plástico de policarbonato - El bisfenol A
- Extintor de incendios – TDCPP- TCEP- TCPP
- Repelente de insectos – DEET que representan solo una pequeña porción de contaminantes emergentes.

Los contaminantes emergentes fueron ampliamente detectados.

Los riesgos para la salud de los contaminantes emergentes. Ejemplo de contaminantes emergentes:

- Esteroide: compuesto orgánico que contiene cuatro anillos de cicloalcano unidos entre sí, como las hormonas sexuales.
- Estrone (E1)
- Estradiol (E2)
- Ethynyl estradiol 17-alfa (EE²)
- Estriol (E3).

Las hormonas sexuales en el agua superficial pueden hacer que los peces cambien de sexo...

Riesgos para la salud de la vida silvestre y posibles riesgos para la salud humana. Fauna silvestre: feminización de pez macho o masculinización de pez hembra. Retraso en desarrollo sexual en peces, intersexual de ranas, metamorfosis tardía en ranas, mortalidad embrionaria, niveles hormonales anormales,, sistemas reproductivos y sistemas inmunes deteriorados, daño estructura y neurológico. Ser humano: Hasta ahora no hay evidencia definitiva de impactos adversos para la salud humana (Zhou et al., 2010).

*Tabla 1.
Eliminación de contaminantes emergentes.*

Tecnologías	Rango de eliminación porcentual de Microconstituyentes
Lodos activados convencionales	Generalmente ineficaz, 51-99% de eliminación
Coagulación	Generalmente ineficaz, 10-70%
Adsorción de carbón activado	Efectiva, 10-51%
Biorreactor de membrana	Eficaz, 68-90%
O ₃ / H ₂ O ₂ / UV / Oxidación	Eficaz, 50-99%
La cloración	Generalmente ineficaz, 75-99%
Filtración de membrana	Eficaz, 70-99%
Tratamiento enzimático	Eficaz, 92-100%
Ferrato (VI) Oxidación	Eficaz, 50-99%

Fuente: Zhou et al., 2010

Factores impactantes en la eliminación de contaminantes emergentes.

Adsorción: LogK, Kow. Biodegradación / biotransformación: Tiempo de retención sólido, Aireación. Fotodegradación

Biodegradación / biotransformación: Tiempo de retención sólido, Aireación. Las enzimas dioxigenasas en los heterótrofos en el lodo activado pueden oxigenar o escindir anillos aromáticos (*Pseudomonas putida*)

Eliminación de contaminantes emergentes en plantas de tratamiento de aguas residuales convencionales.

Pros: Las plantas de tratamiento de aguas residuales convencionales pueden eliminar contaminantes emergentes, bajo costo.

Contras: Inconsistente, no se pueden lograr la eliminación completa de todos los compuestos.

Eliminación de contaminantes por adsorción.

Pros: Eficaz, buen color y eliminación de olores, contenido orgánico reducido para eliminadores de procesos de oxidación avanzados.

Contras: alto costo, eliminación/regeneración (Dipankar Sen & Robert Angelotti 2008).

Eliminación de contaminantes emergentes por cloración.

Pros: Oxida los componentes objetivo.

Contras: poco efectiva incluso en tiempos de contacto excesivos, subproductos de desinfección (trihalometanos, ácidos haloacéticos, haloacetnitrilos) (Dipankar Sen & Robert Angelotti 2008).

Primer Caso de estudio:

Eliminación emergente de contaminantes en Florida.

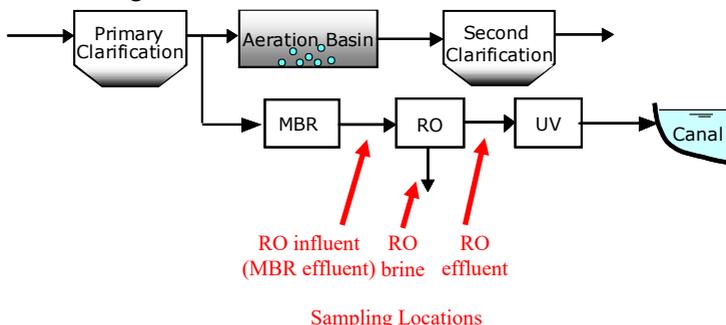


Figura 2. Evaluación del Sistema MBR/RO

La mayoría de los contaminantes emergentes fueron eliminados por el sistema DNF/UF/RO.

Las membranas MF/UF redujeron los contaminantes emergentes.
 Modelo de calidad del agua (Triclosán, fenol, sulfametoxazol).
 Por sorción, Fotodegradación, Biodegradación.
 Pero sin impacto en la calidad del agua en los pozos de agua potable.

Segundo Caso de estudio:

Eliminación emergente de contaminantes en Singapur. En cuanto a *NEWater* en Singapur se utilizó:

- Osmosis Inversa.
- Microfiltración.
- Desinfección ultravioleta.
- Luego se agregaron productos químicos para restablecer el equilibrio del pH. El *NEWater* estuvo listo para usar.

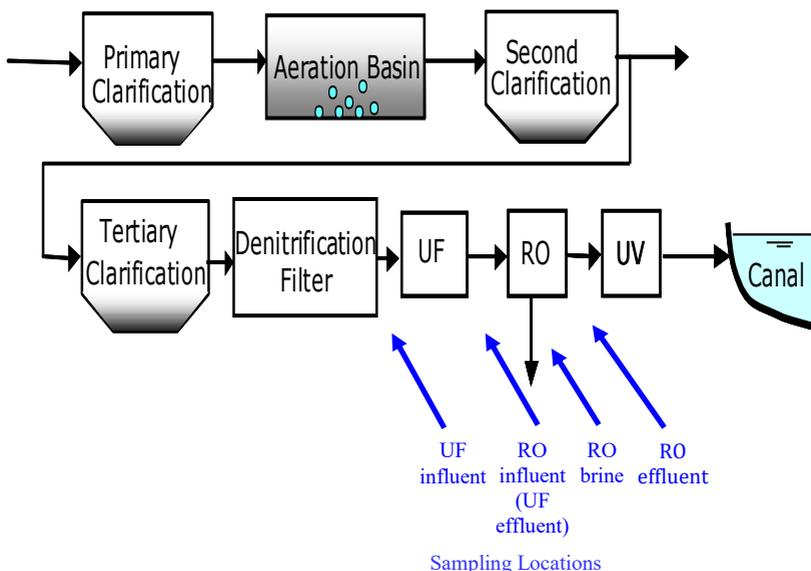


Figura 3. Evaluación de los Sistemas DNF/UF/RO

¿Son las concentraciones lo suficientemente altas como para provocar efectos biológicos?

Los efectos biológicos indirectos pueden ser significativos para promover el desarrollo de resistencia a los antibióticos.

Los efectos biológicos directos están relacionados con las dosis en lugar de las concentraciones.

Pero todavía no conocemos los riesgos para la salud de la exposición a baja concentración a largo plazo de contaminantes emergentes”.

Palabras clave: Contaminantes trazas, eliminación de compuestos contaminantes emergentes, efectos para la salud, métodos de tratamiento específicos.

3. Filtración electroquímica de antibióticos y genes de resistencia a antibióticos

Autor: Ph.D. Zhi Zhou

P.E., BCEE, ENV SP.

Civil Engineering / Environmental and Ecological Engineering / Purdue University.

El Ph.D. Zhi Zhou en su conferencia, explicó dos temas, la filtración electroquímica de antibióticos y la filtración electroquímica de genes de resistencia a antibióticos. “Primer tema: Filtración electroquímica de antibióticos. La tetraciclina es un antibiótico de uso común. La Curva de calibración de la solución de tetraciclina es $y=0.0124x$ $R^2=0.999$. El sistema de filtración electroquímica requiere de una bomba peristáltica, filtro CN, multímetro, PC entre otros. Los filtros de nanotubos de carbono (CNT), pudiendo ser el ánodo y cátodo nanotubos de carbono o el cátodo de titanio y ánodo nanotubo de carbono. Las dimensiones varían desde 15 nm hasta 3 mm.



Figura 1. Sistema de filtración electroquímica

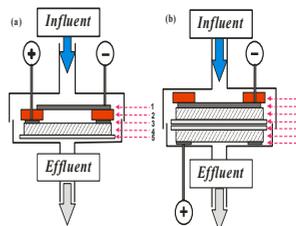


Figura 2. CNT filtro electroquímico

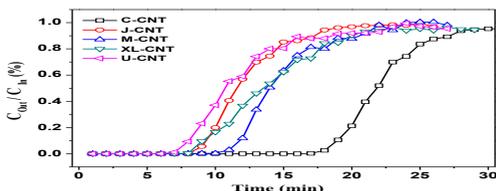


Figura 3. Curvas de avance

Comparación de las curvas de avance de diferentes filtros CNT con el flujo de una solución de tetraciclina 0,2 mM.

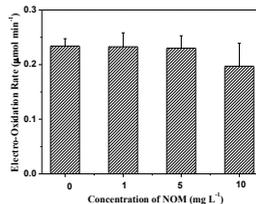


Figura 4. Efecto de la materia orgánica natural (NOM) sobre las tasas de electrooxidación

Después de la filtración, la eficacia antibiótica de la tetraciclina desapareció

Antes de la filtración, la eficacia antibiótica de la tetraciclina era fuerte

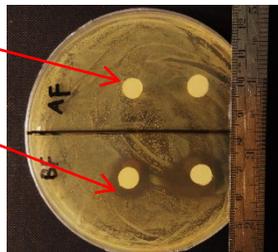


Figura 5. La Electrooxidación de tetraciclina redujo su eficacia antibacteriana

La tasa de Electrooxidación no presenta grandes diferencias entre los tipos de nanotubos de carbono utilizados (dimensiones) pero sí presentan diferencias en cuanto al voltaje aplicado (desde 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, y 3.0 V). El efecto de la materia orgánica natural en las tasas de electro oxidación no presenta grandes diferencias.

Segundo tema. Filtración electroquímica de genes de resistencia a antibióticos.

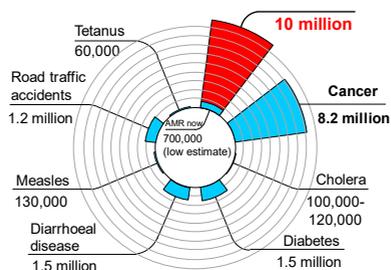
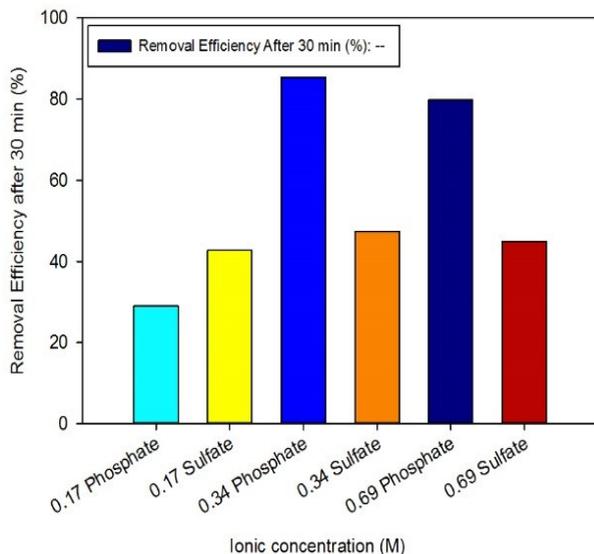


Figura 6. Resistencia antibiótica en el 2050

Nota: La resistencia a los antibióticos será la principal causa de muerte en 2050, matando a 10 millones de personas en todo el mundo.

En el caso de la eliminación de ADN, Se observó una eliminación significativa del ADN a pH 4 y superior.



La eficiencia de eliminación fue más baja con una fuerza iónica de fosfato de sodio 0,17 M, la concentración de fosfato más baja, logra una eficiencia de eliminación del 30%. La presencia de fosfato mejoró la eliminación de ADN con una fuerza iónica de 0,34 M con una eficiencia de eliminación de ADN del 83%, mientras que el sulfato con una fuerza iónica similar no mejoró significativamente la eficiencia de eliminación.

Figura 7. Efecto del fosfato en la eliminación de ADN

La eliminación del gen de resistencia a antibióticos se cuantificó con qPCR. Después de 25 minutos de filtración, hubo aproximadamente 4 unidades logarítmicas de eliminación de ADN para el gen universal 16S rRNA, y aproximadamente 3,5 unidades logarítmicas de eliminación para ARG. Después de 40 minutos de filtración, hubo una eliminación de aproximadamente 2,3 y 1,9 unidades logarítmicas para el cebador universal y los genes del cebador ERM80, respectivamente”.

Palabras clave: tetraciclina, eliminación de ADN, adición de fosfato, adición de sulfato.

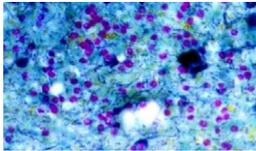
4. Giardiasis y coccidios intestinales como enfermedad emergente en niños escolares

Autor: Dr. Víctor A. Béjar Bravo

Docente de la E.P. de Medicina Humana / Facultad de Ciencias de la Salud / Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco / Presiente de la Asociación de Vigilancia de la Calidad de Agua Potable y Alcantarillado del Cusco "Ununchista Q'awuarisun" Partida N° 11097582. Asiento A0001. Titulo N° 2010-00005944.

El expositor primero presentó las generalidades, luego informo de la tesis consultada como antecedente y al final compartió los resultados y conclusiones de su trabajo de investigación fruto de varios años.

"El agua es vehículo de transmisión microorganismos: bacterias, virus y protozoos como *Giardia lamblia* y *Cryptosporidium sp.* **El Problema no es virulencia sino indefensión de la sociedad desarrollada frente las barreras de las plantas potabilizadoras.**



Cryptosporidium sp es un patógeno intracelular respiratorio y digestivo, los ooquistes son su forma infectiva y el único estado exógeno. Este es esférico u ovoide mide de 4,5 a 5,9 um de diámetro y contiene en su interior 4 esporozoitos.

Figura 1. Ooquiste de *Criptosporidium*

Epidemiología. En el Perú son muy pocos los estudios hechos sobre las enfermedades diarreicas agudas (EDAs) causadas por *Cryptosporidium sp.* En un estudio realizado por la Universidad Peruana Cayetano Heredia en un hospital público de Lima en el año 2004, a través de un estudio caso-control, con 147 pacientes infectados con VIH; el 47% de los casos presentaban infecciones parasitarias que tenían diarrea por más de 7 días; concluyendo que *Cryptosporidium sp.* fue el parásito más frecuente de todos los Coccidios encontrados.

Cairo, G. Cusco, (2014). Evaluó la presencia de protozoos y helmintos en el punto de captación, tributarios del sistema de abastecimiento de agua Jaquira del distrito de Santiago de la ciudad del Cusco, mediante las técnicas de sedimentación compuesta o técnica de Ritchie y la coloración Kinyoun, reportando *Cryptosporidium sp.*, *Cyclospora sp.* y larvas de nematodos.

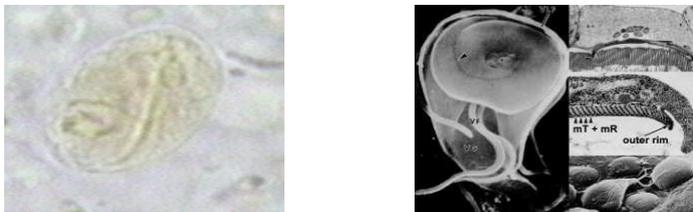


Figura 2. Quiste de *Giardia lamblia*

Giardia sp es un protozoo flagelado mide de 10-20 μm x 7- 10 μm , presenta dos núcleos simétricos con cuatro pares de flagelos. Disco suctor estructura cóncava y bilobulada

El quiste o forma infectiva es ovoide de 8 – 12 μm (l) y de 7 – 10 μm

Se presenta en aguas naturales no tratadas; producto de la contaminación fecal.

La giardiasis es considerada una infección reemergente debido a su creciente frecuencia y eficiente transmisión a través reservorios animales, humanos, y ambientales (aguas polucionadas). El agua, de bebida particularmente, es el vehículo principal de transmisión reconocido.

Resultados del trabajo de investigación - E.P. de Medicina Humana de la UNSAAC. Prevalencia de enteroparásitos en población infantil:

Distrito Quellouno Provincia la Convención de Cusco de 304 niños 46.4% *G. lamblia*

Comunidad de Curamba provincia Anta de 162 muestreados la prevalencia *G. lamblia* fue del 12.34%

En las Instituciones educativas General Ollanta y Viva el Perú distrito de Santiago - Cusco de 278 niños estudiados, prevalencia de *Giardia lamblia* fue del 31.7%.

Centro educativo Jardín Patrón San Jerónimo de 230 niños la prevalencia de *Giardia lamblia* fue del 10.56%.

En la comunidad de **Pomacanchis** de 314 exámenes coprológicos realizados la prevalencia de *Giardia lamblia* fue del **10.82 %**.

En 372 pobladores de Combapata la prevalencia de *Giardia lamblia* fue del 9.67%.

En las Instituciones Educativas iniciales y PRONOEI de la ciudad el Cusco, durante un seguimiento de 7 años, se hallaron los siguientes resultados: Prevalencia de 2.5% hasta un 18.18 % de casos POSITIVOS para *Giardia lamblia* en exámenes coprológicos.

Cryptosporidium sp. y *Giardia sp.* son protozoarios de importancia en la salud pública. Estos organismos poseen una estructura quística, que los protege de ciertas condiciones ambientales que los hace resistentes a la desecación, a la carencia de nutrientes, altas temperaturas, escasez de oxígeno, a la respuesta inmune del huésped y a la desinfección en plantas de tratamiento de agua potable y aguas residuales.

Antecedente consultado: Tesis "Evaluación de *Cryptosporidium sp.* y *Giardia sp.* en el cuerpo lentic de Piuray por pruebas de Certeza Parasitológica y PCR en Tiempo Real. Autores Fernández Baca Campos Martha Vanessa y Mamani Licona Frecia Maribel. Trabajaron durante los meses de julio a febrero. Utilizaron además la coloración Kinyoun. Resultados: N° de ooquistes / L cuya frecuencia fluctúa entre 3.8% a 10% y de quistes/L de 0 a 1.3%. Observaron que en los tributarios circundantes al cuerpo lentic, existía contaminación por el pastoreo de ganado, actividades agrícolas y contaminación por residuos sólidos"

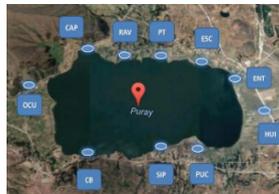


Figura 3. Evaluación de *Cryptosporidium sp.* y *Giardia sp.* en el cuerpo lentic de Piuray por Pruebas de Certeza Parasitológica y PCR en Tiempo Real

Escuela de Pongobamba (ESC). Zona del cuerpo de agua que en julio presentó filtración del desagüe del centro educativo, y en los meses posteriores se observó alta eutrofización con presencia de algas indicadoras de contaminación, se observó además aves.

Entrada de agua para Cusco (ENT): Zona de captación para las redes de la empresa encargada de potabilizar el agua, esta zona se caracteriza por estar cerca al distrito de Pongobamba y presentar viviendas y ganado circundante además de actividad agrícola.

Huilla – Huilla (HUI): Tributario en el que se observó la presencia sobre todo de ganado porcino, el agua de esta zona es usada indirectamente por la población y presenta contaminación por residuos sólidos".

Palabras clave: *Cryptosporidium sp.*, *Giardia lamblia*, exámenes coprológicos, niños escolares.

5. **Salmonella entérica Serovar Typhi Haplotipo h58 y el lavado de manos con agua saludable y segura – Artículo de Revisión.**

Autores: Dra. Cs. Yanet Mendoza Muñoz, Oscar E. Alatrística (estud. IV semestre), José Angel Maquerrhua (estud. IV semestre), Cristhofer L. Jalixto (estud. IV semestre).

E.P. de Medicina Humana / Facultad de Ciencias de la Salud / Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Los autores desarrollaron “El **problema:** ¿Cuál es la prevención más adecuada para prepararnos a la presencia de *Salmonella entérica Serovar Typhi* Haplotipo H58?”

El objetivo: realizar una revisión bibliográfica no mayor a cinco años y la demostración práctica del lavado de manos con agua saludable y segura.

En la era de la resistencia a los antimicrobianos (1). La OPS y OMS, refieren que “la aparición de cepas de *S. Typhi* con resistencia extendida a antimicrobianos de primera línea y a fluoroquinolonas y cefalosporinas de tercera generación, asociados con el Haplotipo H58, así como la circulación de esta cepa, plantea un riesgo para la salud pública, ya que hasta la fecha se cuenta con un solo antimicrobiano oral la zitromicina como opción de tratamiento (2).

La aparición de la fiebre tifoidea multirresistente (MDR) es una importante amenaza para la salud mundial que afecta a muchos países donde la enfermedad es endémica.

El análisis de la secuencia del genoma completo de 1.832 *Salmonella entérica Serovar Typhi* (*S. Typhi*) identifica un único linaje MDR dominante, H58, que ha surgido y se ha extendido por Asia y África durante los últimos 30 años.

En particular, nuestro análisis indica que los linajes H58 están desplazando a los aislados sensibles a los antibióticos, transformando la estructura de la población global de este patógeno.

Los aislados de H58 pueden albergar un elemento MDR complejo que reside en plásmidos IncHII transmisibles o en múltiples sitios de integración cromosómica.

También identificamos nuevas mutaciones que definen el linaje H58.

Este análisis filogeográfico proporciona un marco para:

- Facilitar el manejo global de la fiebre tifoidea MDR y

- Es aplicable a linajes MDR similares que emergen en otras especies bacterianas (3).

El Ministerio de Salud Perú (4) junto a la OPS –OMS (2), informa que el ser humano es el único reservorio de *S. Typhi*.

La fiebre tifoidea se transmite por ingestión de alimentos y de agua contaminada con heces u orina de enfermos o portadores e insisten en el lavado de manos como práctica sistemática después de defecar y antes de preparar, servir o consumir alimentos, por lo tanto, lo que todos podemos hacer es lavarnos las manos con agua saludable-segura, como práctica sistemática.

Los mecanismos de resistencia a los medicamentos antimicrobianos, se pueden determinar por:

- La diversidad genética
- Las relaciones filogenéticas (normas estandarizadas)
- La electroforesis en gel de campo pulsado XbaI (PFGE)"... *haplotyping*, y
- La tipificación agrupada de repeticiones palindrómicas cortas entre espacios regularmente (CRISPR)...

El Haplotipo se basa en:

- La identificación de SNP en 1.487 loci cromosómicos definidos, y
- La tipificación CRISPR, se basa en la detección de secuencias de 32 pb (espaciadores) dentro de 1 o ambas regiones CRISPR (5).

El polisacárido capsular Vi es un factor de virulencia importante del patógeno humano causante de la fiebre tifoidea *Salmonella entérica* Serovar *Typhi* (*S. Typhi*).

Las células infectadas con *S. Typhimurium* en presencia de Vi muestran una activación deficiente de las vías de señalización intracelular de NF-kB y MAP-quinasa.

El tratamiento con Vi provoca la redistribución de Rac-1, prohibitina y gangliósido GM1 en dominios de balsa de membrana.

La interferencia mediada por Vi con la activación de las GTPasas de la familia Rho representa un mecanismo previamente no reconocido por el cual *S. Typhi* puede limitar su invasión y alarma del huésped (6).

Un Haplotipo es un conjunto de variaciones del ADN, o polimorfismos, que tienden a ser heredados juntos (7).

Conclusiones:

La prevención más adecuada para prepararnos a la presencia de *Salmonella entérica Serovar Typhi* Haplotipo H58 que se transmite por ingestión de alimentos y de agua contaminada con heces u orina de enfermos o portadores es el lavado de manos como práctica sistemática, después de defecar y antes de preparar, servir o consumir alimento”.

Referencias bibliográficas:

- 1) Stephanie Stephanie y Sarah A. Schmalzle. *Salmonella enterica* serovar Typhi osteomyelitis in a young adult with sickle cell and thalassemia traits: A possible association. Publicado por Elsevier Ltd. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.idcr.2018.e00478>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214250918302348?via%3Dihub>
- 2) Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud. Alerta Epidemiológica: Salmonella entérica serovar Typhi haplotipo H58. 10 de octubre de 2018, Washington, D.C. OPS/OMS. 2018
- 3) Wong VK, et al. Phylogeographical analysis of the dominant multidrug-resistant H58 clade of *Salmonella Typhi* identifies inter- and intracontinental transmission events. *Nature Genetics* 2015; 47: 632–639. Disponible en: <http://www.itg.be/itg/Uploads/Communicatie/NG.3281.pdf>
DOI: [10.1038/ng.3281](https://doi.org/10.1038/ng.3281) <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25961941/>
- 4) Ministerio de Salud. Perú. Boletín Epidemiológico del Perú. Volumen 27 – SE 41 Semana epidemiológica 07-13 de octubre de 2018. ISSN 2415-076 2. Versión electrónica. Disponible en: www.dge.gob.pe
- 5) Murielle Baltazar,1,2 Antoinette Ngandjio,1 Kathryn Elizabeth Holt, Elodie Lepillet, Maria Pardos de la Gandara,3 Jean-Marc Collard, Raymond Bercion,4 Ariane Nzouankeu, Simon Le Hello, Gordon Dougan, Marie-Christine Fonkoua, François-Xavier Weill, Multidrug- Resistant *Salmonella enterica* Serotype Typhi, Gulf of Guinea Región, África. DOI: <http://dx.doi.org/10.3201/eid2104.141355>. *Emerging Infectious Diseases*. www.cdc.gov/eid • Vol. 21, No. 4, April 2015
- 6) Farhat Parween, Jitender Yadav and Ayub Qadri. The Virulence Polysaccharide of *Salmonella Typhi* Suppresses Activation of Rho Family GTPases to Limit Inflammatory Responses From Epithelial Cells. Hybridoma Laboratory, National Institute of Immunology, New Delhi, India. *Front. Cell. Infect. Microbiol.*, 08 May 2019 <https://doi.org/10.3389/fcimb.2019.00141>
- 7) National Human Genome research Institute. Haplotipo. <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Haplotipo>.

Palabras clave: *S. Typhi* Haplotipo H58, resistencia extendida a fluoroquinolonas y cefaslosporinas, lavado de manos

6. Una relación saludable y segura: salud y agua - Artículo de Revisión

Autores: Dra. Cs. Yanet Mendoza Muñoz, Iván A. Huamán (estud. V semestre), Rancith Huaraca (estud. V semestre), Juan Carlos Arévalo (estud. V semestre), Vivian Ayte (estud. V semestre), Gregori Bautista (estud. V semestre).

E.P. de Medicina Humana / Facultad de Ciencias de la Salud / Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Los autores explicaron como sigue: **“Introducción.** El buen mantenimiento de las condiciones potables del agua es indispensable para una comunidad ya que, de ellos dependerá la calidad de su salud y su progreso.

Problema a desarrollar:

¿Cuál es la importancia del agua en la salud del cuerpo?

Objetivo: realizar una revisión bibliográfica. Método: Búsqueda bibliográfica en <https://project.carrot2.org/>.

Se eligieron los autores con publicaciones menores de cinco años.

El agua es necesaria para la eliminación de desechos solubles a través de la función renal estrechamente regulada por el sistema renina-angiotensina-aldosterona, que coordina:

- La función renal
- La función cardiovascular
- Y la sed (1).

La sed es un indicador del equilibrio hídrico, se produce principalmente por:

- Un incremento de la osmolaridad plasmática
- Una disminución del volumen plasmático (2).

La deshidratación aumenta el riesgo de enfermedades cardiovasculares y urinarias, como:

- Cálculos renales e
- Infecciones del tracto urinario

El agua es esencial y necesario para el desarrollo y la supervivencia, interviene en:

- El metabolismo del cuerpo
- Modula la presión osmótica normal
- Mantiene el equilibrio electrolítico y
- Regula la temperatura corporal
- Es el componente más grande de los tejidos del cuerpo (3).

La presencia de *Shigella* en las fuentes de agua actúa como un bioindicador, lo que significa que otros patógenos transmitidos por el agua, como

Salmonella spp, *E. coli*, *Klebsiella sp. etc.* también pueden estar presentes (4).

Un enfoque novedoso para **evaluar los requerimientos diarios de agua de las personas en todos los grupos de sexo y etapa de vida**, consiste en:

- Evaluar la intensidad de una respuesta neuroendocrina específica (p. Ej., la concentración de arginina vasopresina (AVP) en plasma), empleada por el cerebro para regular el volumen y la concentración de agua corporal total.

Dicha respuesta neuroendocrina controlada de forma autónoma vendría a ser **un biomarcador de hidratación inherente y un medio por el cual el cerebro mantiene una buena salud y una función óptima** (5).

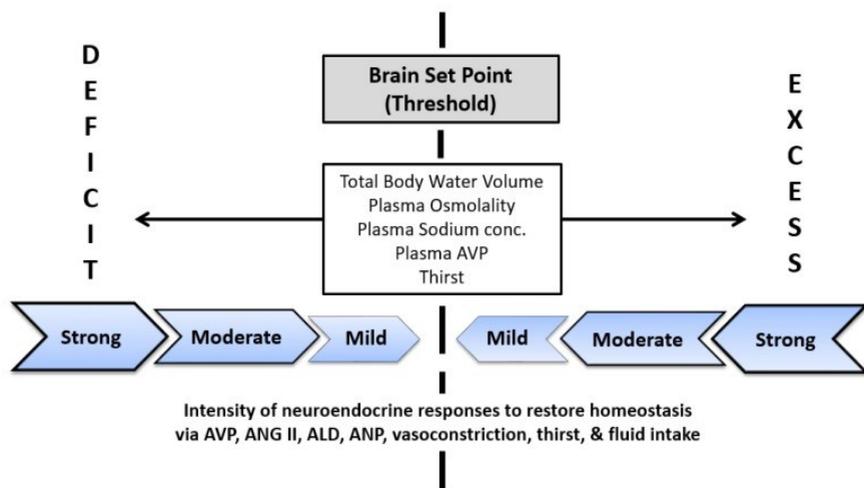


Figura 1. Esquema propuesto de un método para evaluar las necesidades diarias de agua de los seres humanos

Nota: midiendo la intensidad de las respuestas neuroendocrinas que emplea el cerebro para defender la homeostasis del volumen y la concentración de agua corporal. Estas respuestas y umbrales son biomarcadores de hidratación inherentes y el medio por el cual el cerebro mantiene una buena salud y una función óptima.

Abreviaturas: AVP, arginina vasopresina; ANGII, angiotensina II; ALD, aldosterona; ANP, péptido natriético auricular (5).

El desequilibrio entre la calidad de agua y estado de salud que deriva de este, no solo se manifiesta como:

- Enfermedades de tipo diarreicas
- Y enfermedades de intoxicación por contaminantes, como el plomo (6).

El programa "*Health Advisory (HA)*", patrocinado por *Office of Water (OW)* de la *EPA* advierte que la concentración de 10^{-4} es Riesgo de cáncer que significa que la concentración de una sustancia química en el agua potable correspondiente a un exceso de riesgo estimado de cáncer de por vida de 1 en 10,000.

El contaminante del agua potable se calcula a partir:

De su Nivel Equivalente de Agua Potable (*DWEL*), obtenido de su RfD, e incorpora un Factor de contribución de fuente relativa (*RSC*) de datos específicos de contaminantes o un valor predeterminado del 20% de la total exposición de todas las fuentes (7).

Conclusiones:

- El agua es necesaria para la eliminación de desechos solubles a través de la función renal estrechamente regulada por el sistema renina-angiotensina-aldosterona
- La sed es un indicador del equilibrio hídrico
- La deshidratación aumenta el riesgo de enfermedades cardiovasculares y urinarias
- La respuesta neuroendocrina controlada de forma autónoma vendría a ser un biomarcador de hidratación inherente y un medio por el cual el cerebro mantiene una buena salud y una función óptima.
- La presencia de *Shigella* en las fuentes de agua actúa como un Bioindicador.
- Es importante el consumo adecuado de agua para mantener la homeostasis. La relación funcionamiento celular y consumo de agua saludable y segura están directamente relacionadas con las propiedades de las biomoléculas y por tanto, con el metabolismo.
- El agua segura también implica tener cuidado al consumir agua contaminada con sustancias químicas.
- Se realizó una revisión bibliográfica por el método de búsqueda bibliográfica en <https://project.carrot2.org/>, y se eligieron los autores con publicaciones menores de cinco años".

Referencias bibliográficas:

- 1) Ana M, Amabile Cuevas Carlos F. Agua en bioquímica y fisiología. Acta pediátrica de México (2014-07-01). DOAJ Vol. 34, N| 2. Pags. 86-95 DOI: <https://doi.org/10.18233/APM34No2pp86-95>.
- 2) Arredondo-García, J. L., Méndez-Herrera A., Medina-Cortina H., Pimentel-Hernández C.(2017, Marzo). Agua: la importancia de una ingesta adecuada en pediatría. Acta Pediátrica Mex, 116-124).
- 3) Zhang N, Zhang J ,Du S ,He H ,Yan X ,Ma G. Association between the content of intracellular and extracellular fluid and the amount of water intake among Chinese college students. *Nutr Metab* [Internet]. 2019
- 4) Maruzani, R., Canali, A., Serafim, V., Muñoz, L. P., Shah, A. J., Perito, B., & Marvasi, M. (2018). *Effect of anthropogenic pollution on the fitness of tetracycline sensitive Shigella flexneri in Thames river water. Journal of Environmental Chemical Engineering*, 6(1), 19–27.
- 5) *Armstrong, L. E., & Johnson, E. C. (2018). Water Intake, Water Balance, and the Elusive Daily Water Requirement. Nutrients*, 10(12), 1928. doi:10.3390/nu10121928
- 6) Jennings, B. Duncan, L. (2017). Seguridad del agua y regulación del plomo: responsabilidades de salud comunitaria de los médicos. *Revista de ética de la AMA*, 19 (10). Recuperado desde: <https://journalofethics.ama-assn.org/article/water-safety-and-lead-regulation-physicians-community-health-responsibilities/2017-10>
- 7) *United States Environmental Protection Agency (EPA). Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories Tables. EPA 822-F-18-001. Office of Water U.S. Environmental Protection Agency Washington, DC. Disponible en: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2018-03/documents/dwtable2018.pdf>*

Palabras clave: consumo adecuado de agua saludable y segura, homeostasis, respuesta neuroendocrina específica.

Capítulo 4

TRATAMIENTO DEL AGUA



Figura. Ph.D. Zhi Zhou durante su demostración en el Workshop

1. Control de nutrientes con técnicas de tratamiento de aguas residuales

Autor: Ph.D. Zhi Zhou

P.E., BCEE, ENV SP.

Civil Engineering / Environmental and Ecological Engineering / Purdue University.

El Ph.D. Zhi Zhou, durante su conferencia desarrolló lo siguiente: "La eutrofización de aguas superficiales corrosión, riesgos para la salud pública (metahemoglobinemia (síndrome de "bebés azules"), nitrosamina mutagénica y cancerígena, etc.)

El control de nutrientes con técnicas de tratamiento de aguas residuales, que incluyen fósforo biológico mejorado y eliminación electroquímica de amoníaco.

Tecnologías típicas de eliminación de nutrientes. Para la eliminación de nitrógeno: nitrificación, la desnitrificación y Anammox. Efectos adversos - toxicidad - agotamiento de oxígeno en aguas receptoras.

Nitrógeno. La nitrificación biológica. Reacción de oxidación (proceso aerobio): $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_2^-$ Por bacterias: *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, *Nitrosopira*, *Nitrosovibrio*, *Nitrosolobus* (Beta-Proteobacterias)

$\text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$ (NOB) (*Nitrobacter*, *Nitrospira*, *Nitrospina*, *Nitrococcus*, *Nitrocystis*, (Alpha-proteobacteria).

Reducción asimilatoria de nitrato: $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NH}_4^+$ (No se ve afectado por el Oxígeno). Reducción de Nitrato disimilatorio: $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{N}_2\text{O} \rightarrow \text{N}_2$ (sensible al oxígeno). Represión de genes de nitrógeno- reductasa (>2.5 - $5 \text{ mg O}_2/\text{L}$). Inhibición de la actividad de la reductasa (poco $0.1 \text{ mg O}_2/\text{L}$)

Desnitrificación de un lodo (La eliminación biológica de nitrógeno).

El uso de DBO en influencias de aguas residuales para impulsar la desnitrificación y, por lo tanto, no puede funcionar después del tratamiento secundario. Totalmente integrado con procesos aeróbicos, oxidación de DBO y nitrificación. **Reserva orgánica donante e⁻ para desnitrificación anóxica.** Proporcionar condiciones aeróbicas para la nitrificación completa.

Ventajas: No se agrega donante e⁻ exógeno, por lo que se ahorran costos químicos DBO. Influye el DBO oxidado con NO_3^- como e⁻ aceptor, pero no O_2 , por lo que se ahorran costos de aireación. Se logra la eliminación completa o casi completa de N. **Consideración del proceso de desnitrificación.** Se necesitan donantes e⁻ exógenos. Fuentes: escorrentía

agrícola contaminada con fertilizantes nitrogenados o suministros de agua potable. Orgánico: metanol o desechos orgánicos concentrados (alta relación C / N). Inorgánico: H₂ y azufre reducido e⁻ donante es el sustrato limitante.

Los criterios de diseño para los procesos de desnitrificación heterotrófica son similares a la eliminación de DBO aeróbica sin suministro de O₂. **Oxidación anaeróbica de amonio (ANAMMOX).** NH₄⁺ + NO₂⁻ → N₂ + 2H₂O, Autótrofos: reducción de carbono inorgánico a carbono celular. El nitrito también es la fuente de nitrógeno. Rendimiento (0.14 g VSS/g NH₄⁺) y tasa de crecimiento específica (0.065/d) Son bajas

$$\text{NH}_4^+ + 1.26 \text{NO}_2^- + 0.085 \text{CO}_2 + 0.02 \text{H}^+ \rightarrow \text{N}_2 + 0.017 \text{C}_5\text{H}_7\text{O}_2\text{N} + 0.24 \text{NO}_3^- + 1.95 \text{H}_2\text{O}.$$
 Bacteria Anammox *Candidatus Kuenenia stuttgartiensis*.

Para la eliminación de fósforo.

Fosforo. Macronutrientes esenciales para todas las células vivas Limitación de nutrientes para el crecimiento de algas Componentes de ATP, ADN, ARN y fosfolípidos, en membranas celulares ~ 10-20 mg / L en aguas residuales, principalmente de detergentes. Organismos acumuladores de polifosfatos

Acinetobacter spp. (gamma-proteobacteria) durante décadas se consideró responsable de la eliminación biológica mejorada de fósforo en el lodo activado. Sin embargo, las Beta-Proteobacterias tentativamente llamadas "*Candidatus Accumulibacter phosphatis*" y los organismos similares a

Rhodocyclus son responsables de la eliminación mejorada de fosforo biológico (EBPR), en la mayoría de las plantas de tratamiento de aguas residuales.

Eliminación electroquímica de amoníaco en lixiviados de vertederos. El lixiviado y el metano son dos peligros principales de los vertederos.

Desafíos del tratamiento de lixiviados de vertederos, baja relación DBO5 / DQO. Baja biodegradabilidad alto amoníaco, altos costos de construcción y operación y mantenimiento. Tratamiento biológico nitrificación / desnitrificación convencional. Necesita fuente de carbono Anammox, tiempo de arranque prolongado, tratamiento físico adsorción química, regeneración filtración de membrana, rechazo RO Tratamiento químico procesos avanzados de oxidación, costo alta variabilidad de cantidad y calidad”.

Palabras clave: Control de nutrientes, técnicas de tratamiento de aguas residuales, Anammox, EBPR, eliminación electroquímica.

2. Mejorando el desempeño de los procesos de desalinización con ósmosis inversa en configuración Batch

Autor: Ph.D. David M. Warsinger

*Mechanical Engineering / College of Engineering Birck Nanotechnology Center
Assistant Professor / Purdue University.*

PostDoc: Yale University, Harvard, Massachusetts Institute of Technology

El contenido de la conferencia del Ph.D. David Warsinger fue eficiencia energética de la desalación. Fundamentos de *Batch*. Nuevos diseños. Resultados de eficiencia energética. Ensuciamiento de la membrana. Ahorro de costes. Explicó lo siguiente: "Más de la mitad de la población mundial usa toda o la mayoría de su agua renovable.

Osmosis inversa. Definiciones:

Porcentaje de recuperación

$$RR = \frac{\dot{m}_{\text{permeate}}}{\dot{m}_{\text{feed}}}$$

Eficiencia de la segunda ley

$$\eta_{II} = \frac{\dot{W}_{\text{least}}^{\min}}{\dot{W}_{\text{used}}}$$

En el tratamiento de aguas, la tecnología de **Osmosis Inversa (OI)** utiliza una membrana semipermeable para eliminar una amplia variedad de contaminantes.

La OI es un proceso de **desalinización de agua**. El proceso de ósmosis inversa puede ser escalable e integrado con energía renovables para facilitar su implementación en locaciones remotas.

Su uso se puede implementar a gran escala, por lo que se ha visto utilizada mayormente para la desalinización de agua de mar. Tiene aplicaciones a niveles domésticos para la producción de agua potable (para consumo humano en lugares como la India y otros, 70% de ahorro de agua).

Beneficios de la desalinización en la agricultura, para el 2050 la productividad en la agricultura debe aumentar entre 70 y 100%. A medida que el agua subterránea está siendo usada, necesitamos más agua. Mayor productividad en los cultivos. Reversar la salinización de los suelos.

Viable para cultivos de alto valor. El agua para uso en agricultura, es más eficiente, más barato, existe ahorro de agua.

Remoción de iones seleccionados (especialmente Cl^-) para mejorar la agricultura permite: Menos trabajo, Deionización Capacitiva, NF.

Tecnología: energía, diseño de membranas, optimización de transferencia de masa.

Osmosis Inversa: Desafíos. Eficiencia. La energía consumida puede representar hasta el 50% de los costos de operación. Alta huella de carbono. Costo aproximado: ~ 1.5 [usd] / m^3 .

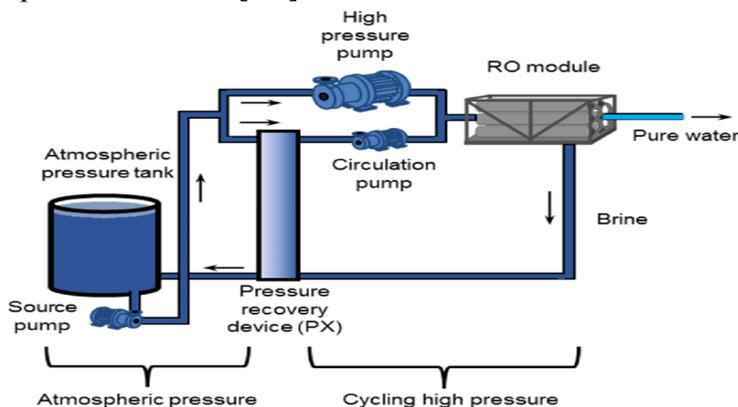


Figura 1. Osmosis Inversa (Configuración Batch)

En comparación con las membranas NF, las membranas para osmosis inversa son densas y no tienen poros definidos. Basado en el principio teórico de la ósmosis, el movimiento neto del agua es de la región de alta concentración a la de baja concentración. La osmosis inversa remueve todos los solutos presentes en el agua y al ser usada en configuración tipo Batch tiene una alta eficiencia y una mayor resistencia a la acumulación de partículas (*fouling*).

Ahorro en costos de Batch + Membranas Ultrapermiables. Costos relativos a diferentes componentes en variantes de ósmosis inversa y MED. Calculados para un Sistema de 4000 $\text{m}^3/\text{día}$.

Incluye membranas ultra permeables en Batch RO (U-BRO), Batch RO (BRO), osmosis inversa en una sola etapa (RO), y destilación multiefecto (MED) (D. M. Warsinger et. al “IDA 2017 World Congress on Water Reuse and Desalination, São Paulo, Brazil, October 15-20, 2017).

Conceptos. La desalinización tiene el potencial y el crecimiento continuo para producir agua para agricultura pero actualmente está limitada por países y alto valor de los cultivos. ¡Costo del agua!

Nuevos diseños del proceso pueden provocar grandes mejoras en tecnologías “maduras”. Los procesos transitorios ofrecen una nueva frontera para futuras mejoras. La limpieza osmótica reduce el ensuciamiento.

Contribuciones finales. Se demostró que la ósmosis inversa en configuración *Batch* ahorra ~25% de energía y hasta 64%.

¿Qué es *Batch*? Se concentra un volumen establecido de líquido. La presión varía con el tiempo.

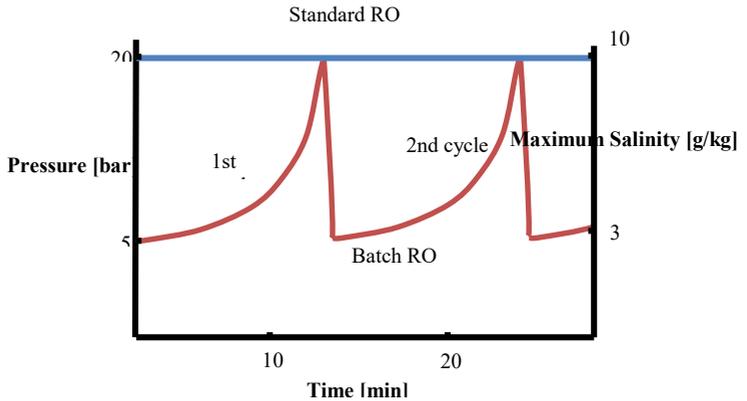


Figura 2. Concepto de *Batch*

Volúmenes discretizados de los módulos de membrana para el proceso *Batch*. El módulo es dividido en fracciones desiguales y en cada paso, cantidades iguales de permeado son removidas de cada sección y el líquido restante avanza a la siguiente sección.

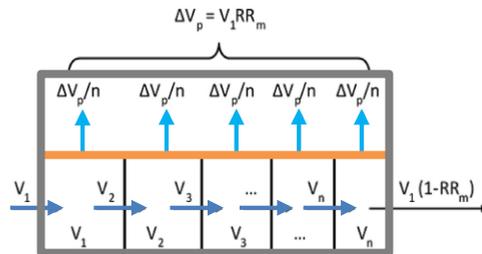


Figura 3. Análisis detallado.

Nanomateriales Ultrapermearbles + lote: las mayores eficiencias potenciales de desalinización.

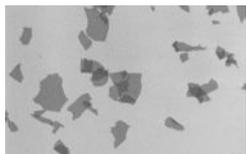


Figura 5. Óxido de grafeno (GO)

Estos copos fueron fabricados por el método modificado de Hummers.

Colaboración pasada con Carlo Amadei y Chad Vecitis)

Para membranas Ultrapermearbles también conditar aquaporin, y procesos de fabricación mejorados de poliamidas TFC (w/ roll-to-roll methods)

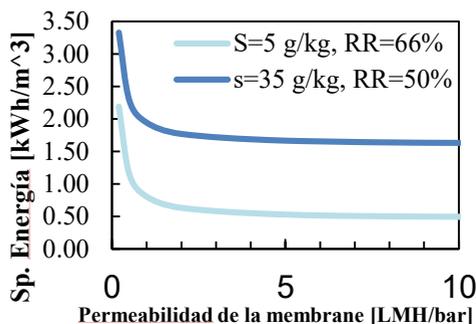


Figura 6. Consumo energético en ósmosis inversa en configuración Batch

Fuente: basado en la permeabilidad a altas (agua de mar) y bajas (brackish) salinidades (D. M. Warsinger et. al "IDA 2017 World Congress on Water Reuse and Desalination, São Paulo, Brazil, October 15-20, 2017)

Conclusiones.

La desalinización tiene un crecimiento potencial y continuo para la agricultura, pero actualmente está limitada por país y para cultivos de alto valor. ¡Costo del agua!

El nuevo diseño de procesos aún puede producir grandes mejoras en tecnologías "maduras".

Los procesos que varían en el tiempo ofrecen una nueva frontera para seguir mejorando.

El retrolavado osmótico reduce las incrustaciones".

Palabras clave: Desalinización-ósmosis-inversa-configuración-Batch, energía renovable, membranas con isoporos, disminución de costos.

3. Modificación de electrodos de carbón vítreo con Nanopartículas de níquel y paladio para la degradación de herbicidas en agua

Autores: Dra. Lyda La Torre Riveros, M. A. Paucarr Huarhua, Daniel Coavoy Ferro
E.P. de Química / Facultad de Ciencias / Universidad Nacional de San Antonio
Abad del Cusco.

El grupo de investigación explicó que "El objetivo: estudiar la degradación anódica de un herbicida que se utilizó por muchos años y de manera descontrolada en la agricultura peruana; el Paraquat (cloruro de 1,1'-dimetil-4,4'-bipiridinio) en el agua, utilizando electrodos de carbón vítreo modificados con nanopartículas de níquel y paladio.

Para este estudio:

- Se sintetizaron nanopartículas de níquel y paladio a partir de sus sales correspondientes por método químico utilizando como agente reductor el borohidruro de sodio
- Luego fueron filtradas, lavadas hasta un pH neutro y
- Finalmente secadas.

Una vez obtenidas las nanopartículas:

- Se prepararon las soluciones de alcohol isopropílico y nafion en las cuales están contenidas las nanopartículas de níquel y paladio
- Para luego ser impregnadas en un electrodo de carbón vítreo comercial por el método de "*ink paste method*".

Para la caracterización de estos electrodos se utilizaron métodos electroquímicos (voltametría cíclica).

Para el caso de electrodo de carbón soportado con nanopartículas de níquel se trabajó en:

- Un rango de potencial de -0.13 a 0.8 V
- En una solución 0.1 M de NaOH
- A diferentes velocidades de escaneo.

Para el caso de electrodo de carbón soportado con nanopartículas de paladio:

- Se trabajó en un rango de - 1.0 a 1.0 V en solución de 1 M de NaOH, estos voltamogramas son característicos de los metales usados.
- Luego se prepararon diferentes concentraciones de Paraquat estándar en medio ácido a un pH 3

- Para posteriormente hacer la electrolisis por degradación anódica del herbicida Paraquat.

Finalmente será controlado mediante técnicas como UV-visible y HPLC para los productos intermediarios”.

Palabras clave: degradación electroquímica; herbicida; nanopartículas-níquel-paladio; Paraquat; voltametría cíclica.

4. Nano-Materiales en la desinfección/tratamiento de aguas.

Autor: Ph.D. David M. Warsinger

*Mechanical Engineering / College of Engineering Birck Nanotechnology Center
 Assistant Professor / Purdue University.*

PostDoc: Yale University, Harvard, Massachusetts Institute of Technology.

En su conferencia el Ph.D. David Warsinger explico que “El uso de Nanomateriales favorece al desarrollo de tratamientos más eficientes y avanzados en agua (potabilización, desalinización, desinfección, depuración etc.). Las nanopartículas son partículas con una dimensión en el rango de 1-100 nm.

Para seleccionar el método de tratamiento de agua más apropiado en Perú, el primer paso será identificar el tipo de contaminación presente en el agua. Después de eso, se elegirá la solución más rentable en función de la fuente de agua y los contaminantes que deben ser eliminados.

*Cuadro 1.
 Diferentes soluciones de tratamiento apropiadas para diferentes contaminantes.*

Tipo de Contaminante	Posibles métodos a ser utilizados
Metales Pesados	Precipitación Coagulación–floculación Intercambio de Iones Adsorción Separación con membranas
Patógenos	Cloración Desinfección UV Separación con membranas
Metales Pesados + Patógenos	Ósmosis Inversa

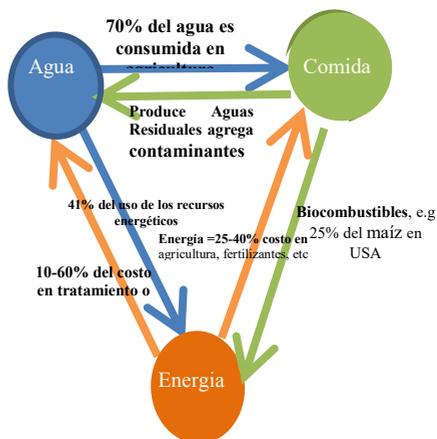


Figura 1. Nexo agua-Energía-Alimentos

Nanofiltración: La técnica de nano filtración se utiliza principalmente para la eliminación de iones bivalentes y los iones monovalentes más grandes, como los metales pesados. Esta técnica puede verse como un proceso de osmosis inversa con membranas de poros de mayor tamaño. Debido a que la nanofiltración usa membranas menos finas, la presión de alimentación del sistema NF es generalmente más baja en comparación con los sistemas de osmosis inversa. Además, la tasa de suciedad es menor en comparación con los sistemas osmosis inversa.

Las membranas de desalinización actuales se compensan entre permeabilidad y selectividad. Las membranas de nanoingeniería mejoran estas características principalmente mediante el uso de nanotubos de carbono; como la membrana de ingeniería nanométrica que puede localizar el calor solar favoreciendo la evaporación del agua para las nanopartículas que absorben la luz, la combinación de procesos de absorción y dispersión concentra la energía de la luz en una región compacta en la interfaz líquido-vapor, lo que conduce a la generación de vapor. Este proceso está controlado por la concentración de absorbentes en el fluido: al aumentar la concentración, la región activa donde se produce la generación de vapor es más compacta. Una geometría de dos capas que combina grafito exfoliado hidrófilo como absorbente óptico sobre una capa aislante de espuma de carbono también localiza la absorción de luz en una interfaz líquido-vapor, lo que facilita la vaporización solar.

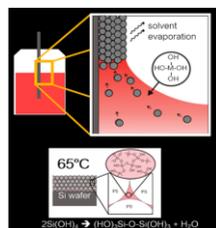
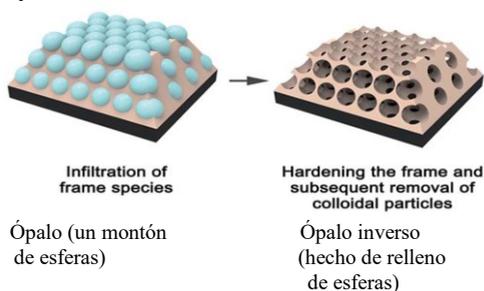


Figura 2. Co.ensamblaje de ópalos inversos

Co-ensamblaje de ópalos inversos: 1. Prehidrólisis del precursor sol-gel como se describe. 2. Ensamblaje conjunto de matrices una. A) Suspender coloides (partículas PS, 100 nm, 175 nm, 280 nm) en solución. B) Suspender el sustrato de fibra de vidrio en la plantilla. C) Evaporación del disolvente a 65°C durante 1 día.3.Eliminación de la plantilla por calcinación a 600°C

Aplicaciones de Ópalo Inverso (*Purdue University*).

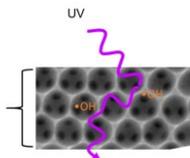


Figura 3. Ópalo Inversos TiO₂

Cristal de ópalo poro fotónico de 175 nm.
 Capa activa fotocatalítica para el tratamiento del agua

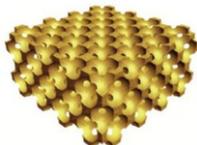


Figura 4. Ópalo Inverso TiN

Usar geometría periódica y propiedades absorbentes para efecto plasmónico.
 Absorbedor solar de plasma
 Desalación de agua solar

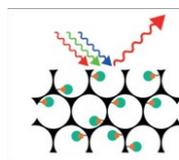


Figura 5. Biosensores

Propiedades ópticas que cambian cuando el poro está ocupado.

Ópalo inverso SiO₂
 Membrana isoporosa
 • Destilación por membrana / Micro- / Nano-filtración: tamaño selectividad

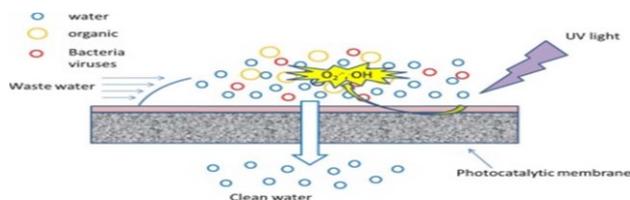


Figura 6. Membranas fotocatalíticas

Fuente *Recent progresses on fabrication of photocatalytic membranes for water treatment* Author links open overlay panel, XiwangZhang

Principales desafíos para las membranas fotocatalíticas:

Mala penetración de la luz ultravioleta.
 Actualmente no se utiliza suficiente luz para fotocatálisis.
 Degradación UV de polímeros
 Baja densidad de empaquetamiento
 Permeabilidad
 Recombinación de e-

Esfuerzos de comercialización.

Se puso en marcha la co-fundación y consultoría.

El enfriamiento (ex CTO), almacenamiento térmico de cambio de fase (empaquetado congelación de hielo en lecho) para aplicaciones en el mundo en desarrollo.

Autolimpieza fotocatalítica de membranas.

AquaOne (asesor, recaudador de fondos) *Selective ED*.

Acuicultura mejorada con energía solar, Consultante: *Sandymount* (lote de RO), Chevron, Cadagua, Sistemas H₂O".

Palabras clave: Métodos de descontaminación, tratamiento del agua, nanotecnología, membranas de nanoingeniería, tecnologías avanzadas.

5. Eutrofización y control del crecimiento microbiano

Autor: Ph.D. Zhi Zhou

P.E., BCEE, ENV SP.

Civil Engineering / Environmental and Ecological Engineering / Purdue University.

El Ph.D. Zhi Zhou, durante su conferencia desarrollo lo siguiente: “La eutrofización genera impacto ambiental con diversos efectos sobre el ambiente con floraciones algales, zonas muertas y peces muertos. En América del Sur se observan áreas costeras eutrófica (altas en nutrientes) e hipoxicas. Impacto ambiental de la eutrofización: floraciones algales, zonas muertas y peces muertos.

Las algas pueden producir cianotoxinas y dañar el hígado y el sistema nervioso humanos.

La floración de algas tóxicas dejó 500,000 sin agua potable en la ciudad de Toledo, Ohio, EE. UU. En 2014.

Control químico de la eutrofización.

Eliminación de nitrógeno con eliminación de amoníaco.

Eleve el pH para convertir iones de amonio en amoníaco:



Amoníaco purgado del agua en un proceso similar a la aireación.

Pros: Relativamente sencillo de construir, fácil de mantener.

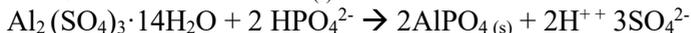
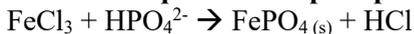
Contras: Contamina el aire, *Fouling* causado por la deposición de minerales oxidados en el agua y el crecimiento biológico en el material de embalaje. Reduce el flujo de aire y el contacto. Formación de hielo en climas fríos.

Eliminación de fósforo. La mayoría de fosfato en forma de fosfato HPO_4^{2-}

La eliminación biológica es actualmente la tecnología preferida. Se puede eliminar efectivamente con precipitación química (FeCl_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

$14 \text{H}_2\text{O}$, CaO o $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Estas sales se pueden usar para alcanzar bajas concentraciones y como respaldo para la eliminación biológica de fósforo

Reacciones químicas de precipitación química.



El rango efectivo para alumbre o cloruro férrico es pH 5.5 a 7.0

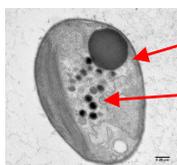
Si la alcalinidad es insuficiente, debe agregar cal para neutralizar el pH

Se utilizan tanques de plástico reforzado con fibra de vidrio (FRP) para almacenar cloruro férrico, que es muy corrosivo

Proceso biológico de EBPR. Fase anaeróbica, liberación de fósforo, Fase aeróbica, absorción de fósforo. Proceso de eliminación de fósforo – PhoStrip, Pros: combina Bio-P con precipitación química, no depende del desperdicio directo de biomasa enriquecida en polifosfato.

Control microbiano de la eutrofización con virus. Factores que controlan el crecimiento de algas: Luz de sol, temperatura, tiempo de residencia, baja turbulencia, fuentes de nutrientes. Sin embargo, estos factores se centran principalmente en el crecimiento de algas, pero a menudo se ha descuidado la descomposición.

Nuestro estudio sobre los efectos de los virus en el desarrollo de floraciones de algas nocivas. Objetivos: Desarrollar cebadores de PCR en tiempo real para cuantificar de forma rápida y precisa la abundancia de virus. Evaluar el crecimiento y la descomposición de las células de algas bajo la exposición de diversas cargas de nutrientes. Dilucidar los mecanismos de infección viral en la descomposición de las células de algas. El virus de algas se aisló en un estanque local (Celery Bog, West Lafayette, Indiana, EE. UU.), se realizó una infección viral de algas, se utilizó algas de la especie *Chlorella* sp (ATCC 50258) y el virus de algas PBCV-1



Algas *Chlorella* sp.

Virus PBCV-1

Se aisló un virus de algas PBCV-1 e infectó específicamente a una especie de algas *Chlorella*. Mediante la secuencia del genoma de Chlorovirus PBCV-1 obtenida en NCBI y para diseñar cebadores, la secuencia del gen que codifica la proteína de A185R.

Figura 1. Infección viral de algas

Tabla 1.

PCR primers existentes

Primer	Primer	Annealing temperature (°C)	Amplicon size (bp)
CVMS	Forward: AAGAAGGGAGCATACTTCACGC	50	645
	Reverse: CAAAATGTAAGGGTAATAGATCTTC		
PBCVS	Forward: CTTATCGCAGCTCTCGATTTTG	44	600
	Reverse: GTTCGGTGCTCGGAAATCCTTC		
ATCVS	Forward: AAGAAAGGTGCCTACTTTGAAC	48	610
	Reverse: AGGTCGTTCCGGAGCTTTGACT		
CHLV	Forward: CCWATCGCACGWCTMGATTTTG	52	560+
	Reverse: ATCTCVCCBGCVARCCACT		

Desarrollo de un nuevo cebador de PCR en tiempo real.

Los cebadores de PCR existentes no son adecuados para la cuantificación ya que sus tamaños de amplicón son demasiado grandes (> 500 pb). Se desarrolló nuevos cebadores de PCR en tiempo real utilizando la secuencia del genoma de Chlorovirus PBCV-1 obtenida en NCBI y la secuencia del gen que codifica la proteína de A185R se usó para diseñar cebadores.

El análisis de la curva de fusión mostró una alta especificidad de los cebadores recientemente desarrollados 185 R1.

El crecimiento y la descomposición de las células de algas no se vieron significativamente afectados por la exposición de la carga de varios nutrientes, pero las diferentes tasas de descomposición sugieren que los nutrientes pueden desempeñar un papel clave en el control de la eutrofización a través de los virus. La mejor correlación entre los resultados de qPCR y el número de algas indicó que qPCR puede usarse para evaluar cuantitativa y rápidamente las interacciones entre virus y algas durante la infección viral de las células de algas”.

Palabras clave: eutrofización, *Chlorella* sp (ATCC 50258), virus de algas PBCV-1, control.

6. Desalinización térmica con membrana. Destilación: mejora de la eficiencia con termodinámica y nanoingeniería

Autor: Ph.D. David M. Warsinger

*Mechanical Engineering / College of Engineering Birck Nanotechnology Center
Assistant Professor / Purdue University.*

PostDoc: Yale University, Harvard, Massachusetts Institute of Technology.

El Ph.D. David Warsinger explicó lo siguiente: "El mercado de tecnologías eficientes de desalinización ha crecido rápidamente. Una de esas tecnologías en desarrollo es la destilación de membrana (*MD*).

La *MD* se ha expandido, en un nicho de desalinización térmica a pequeña escala utilizando recursos solares y de calor residual, debido a su resistencia a la incrustación, escalabilidad y eficiencia aceptable.

La *MD* es una tecnología emergente para la desalinización térmica.

Se desaliniza evaporando agua caliente en una membrana que permitirá vapor de agua.

MD ofrece ventajas únicas sobre otras tecnologías:

- Al reducirse a tamaños más pequeños
- Resistentes a las incrustaciones
- Con eficiencias de primer nivel en comparación a otras tecnologías de desalinización térmica.

Configuraciones experimentales:

Destilación de membrana de espacio de aire. Placas CNC para módulo de membrana. Superficie de condensación de zafiro. Condensación hidrofóbica en *MD*. Salto de condensación de gotas en la destilación de membrana-Superficies recubiertas de CuO y salinizadas

La fabricación de la superficie superhidrofóbica CuO. La Superficie Superhidrofóbica CuO presenta propiedades deseadas como:

Alta rugosidad (hidrofobicidad), recubrimiento de baja energía superficial (hidrofobicidad), capa delgada autolimitada (conductividad térmica), materiales con alta conductividad térmica (CuO), robustez para operaciones de larga duración, escalable a grandes tamaños a bajo costo (a través del baño - proceso).

Implicaciones de la condensación hidrofóbica: Mejora el flujo sustancialmente, y en general eficiencia (GOR).

Cuestiones: ¿Son posibles ganancias similares en otras tecnologías de desalinización térmica?, ¿pueden otros condensados y microfluídicos?, ¿las nanotecnologías mejoran esto y otros, incluyendo la mecha direccional?, ¿Cómo se diseñarán las tecnologías de manera diferente? ¿A nivel de nano y sistema con estas técnicas?

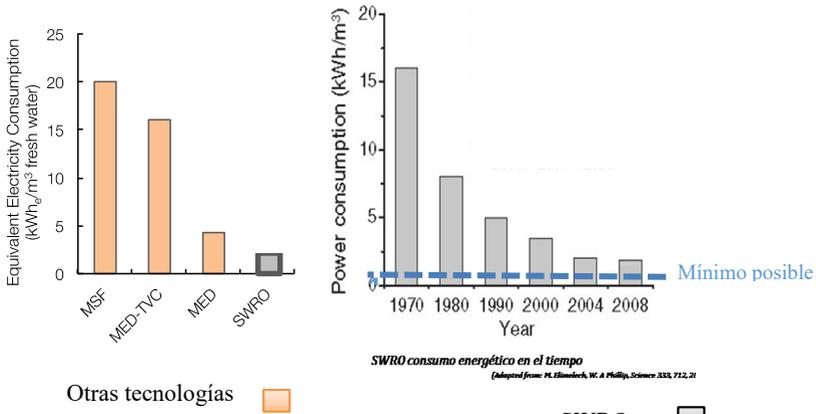


Figura 2. Eficiencia energética en desalinización

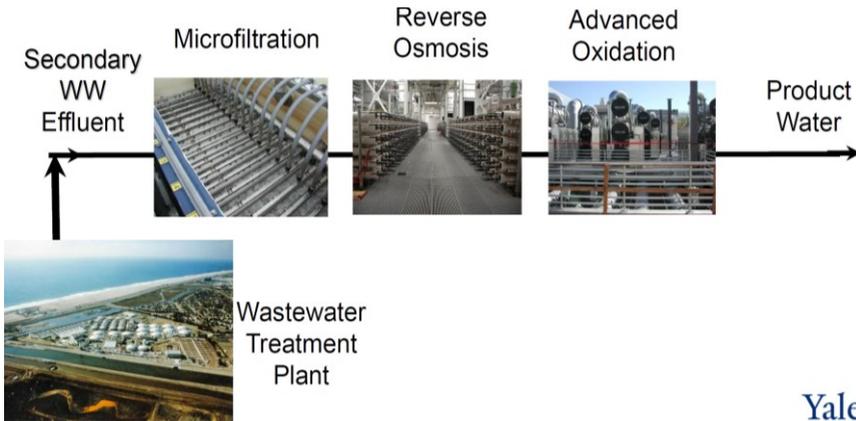


Figura 3. Enfoque de múltiple barrera para la reutilización de aguas residuales mediante tecnología avanzada de membranas.

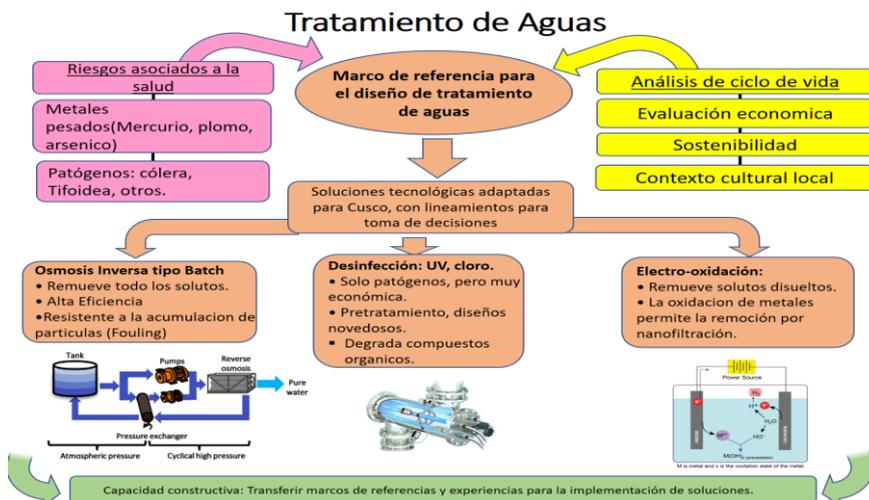


Figura 4. Evaluación de la calidad del agua, tratamiento y planificación con miras al desarrollo sostenible en Cusco

Mayor contribución:

Gradientes de temperatura a través de intercambiadores de calor (en orden de mayor a menor S_{gen} : calentadores de alimentación, etapas o efectos, calentadores superiores, condensadores, Regeneradores), pérdidas del ciclo de Rankine, desequilibrio de temperatura del producto y salmuera, compresores (MVC), cambio de fase (intermitente, etc.), módulo RO, aceleración / expansión, pérdidas de bombeo (RO), desequilibrio químico de la salmuera.

Un ejemplo concreto en Chile se encuentra algunas de las áreas más secas del mundo. Las actividades humanas en estas áreas requieren, por supuesto, grandes volúmenes de agua, resultando en escasez de agua en muchas regiones lo que conduce a la degradación ambiental, conflictos y la productividad industrial reducida. La escasez de agua ha provocado conflictos entre los diferentes consumidores del agua, daños a los ecosistemas locales y una mala reputación ambiental.

Actualmente venimos trabajando en un nexo con la Universidad San Agustín de Arequipa”.

Palabras clave: Destilación de membrana, desalinización térmica, superficie superhidrofóbica CuO.

7. Nanotecnología en el tratamiento del agua potable

Autor: Ph.D. Zhi Zhou

P.E., BCEE, ENV SP.

Civil Engineering / Environmental and Ecological Engineering / Purdue University.

Ph.D. Zhi Zhou explicó sobre los “Los compuestos fuera de sabor más comunes son geosmina y 2-metilisoborneol (2-MIB), producido por actinomicetos y cianobacterias: concentraciones umbral de olor extremadamente bajas (<15 ng / L), persistencia a la eliminación en un proceso de tratamiento de agua convencional



Figura 1. Geosmina y 2-Metilisoborneol (2-MIB)

La fuente más común de geosmina y 2-MIB en el agua son las algas (eutrofización).

Tabla 1.

Condiciones optimizadas en GC-MS

	Start (min)	Time	End (min)	Time	Acq Mode	Ch1	Ch2	Ch3
Geosmin	10.5		13		SIM	112.00	182.00	125.00
2-MIB	8		10.5		SIM	95.00	168.00	108.00

Tecnologías para eliminar compuestos sin sabor.

Adsorción física: carbón activado.

Procesos avanzados de oxidación (AOP): (UV/H₂O₂, ozonización, cloración).

Nueva tecnología: filtración electroquímica.

Filtración electroquímica de nanotubos de carbono de geosmina y 2-MIB.

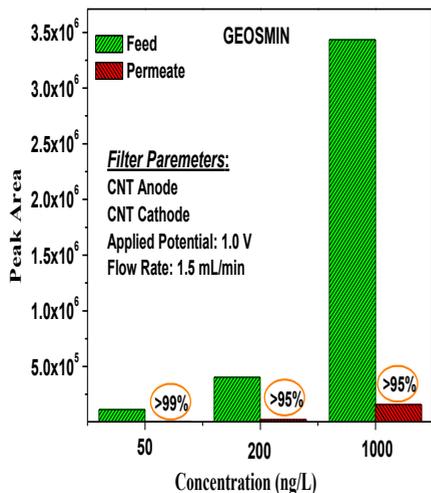


Figura 2. Eliminación eficiente de geosmina (> 90%) por el filtro CNT.

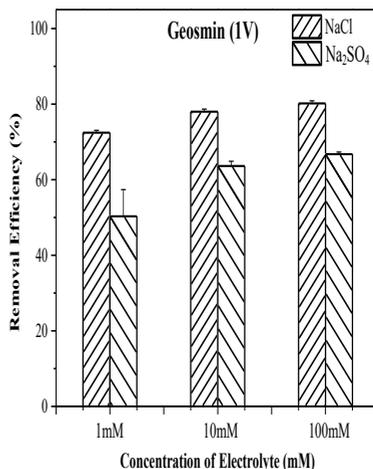


Figura 3. Mejora de las eficiencias de eliminación de geosmina con el electrolito NaCl (mM).

El aumento del ánodo de CNT de 15 mg a 30 mg eliminó efectivamente 2-MIB (> 90%).

La geosmina se eliminó eficientemente (> 90%) en agua del grifo (concentración 20,000 mg/L) mediante el filtro CNT, en un área de 6.0×10^6 .

Las eficiencias de eliminación de geosmina fueron consistentemente altas (> 99%) en el agua del yacimiento y el efluente de WRP, mientras que las eficiencias de eliminación de 2-MIB fueron relativamente bajas en el agua del yacimiento (94%) y el efluente de WRP (60%).

La materia orgánica natural redujo la eficiencia de eliminación de la geosmina y 2-MB.

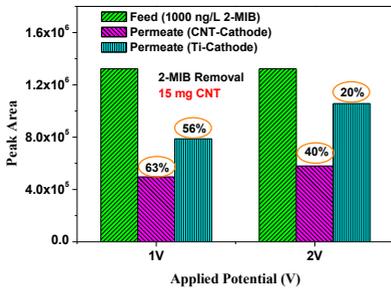


Figura 4. La eficiencia de eliminación de 2-MIB fue relativamente pobre.

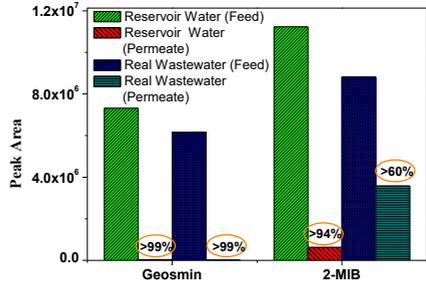


Figura 5. Eficiencia e eliminación de geosmina frente a 2-MIB

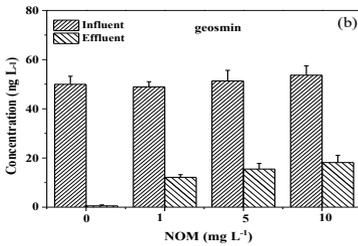


Figura 6. La materia orgánica natural redujo la eficiencia de eliminación de la geosmina

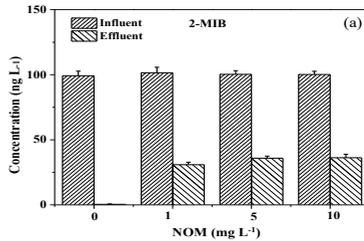


Figura 7. La materia orgánica natural redujo la eficiencia de eliminación de 2-MIB

Tiempo de retención y capacidad de tratamiento:

Tiempo De Retención = 1.2 Segundos. Espesor = 41 Mm. Radio De Membrana = 15 Mm. Área De Filtración = 706.858 Mm². Volumen = 0.02965 Ml. Velocidad De Flujo = 1.5 Ml / Min. Capacidad = 848.8 L / m² / h / bar. Presión = 15 kpa (0.15 bar). 20,000 ng/L de geosmina en el agua de reservorio, en condiciones de voltaje de 1.5 V 3.0 mA. Consumo de energía para procesos electroquímicos (kWh/m³ 0.05). Consumo energético para bombeo: 0.0042 el costo para 2-MIB es muy semejante”.

Palabras clave: Filtración electroquímica, geosmina, 2- MIB, algas, eutrofización.

8. Sistemas de filtración de agua en el punto de uso

Autor: Ph.D. Zhi Zhou

P.E., BCEE, ENV SP.

Civil Engineering / Environmental and Ecological Engineering / Purdue University.

El Ph.D. Zhi Zhou Revisó el proceso de filtración de membranas, la teoría de filtración de membranas, la configuración de membranas de los materiales de membranas, los desafíos de operación, la práctica de membranas y los criterios de diseño. También habló brevemente sobre su proyecto en curso de eliminación emergente de contaminantes en sistemas de filtración de carbón activado y ósmosis inversa en el punto de uso.

“La ósmosis inversa es el movimiento neto (difusión) del agua desde una región de mayor concentración de sal a una región de menor concentración de agua.

Filtración por membrana

Impulsado por presión: Osmosis Inversa (RO). Nanofiltración (NF). Ultrafiltración (UF). Microfiltración (MF)

Impulsado por voltaje eléctrico: Electrodialisis (DE). Inversión de electrodialisis (EDR)

Modelos de filtración por membrana.

$$R = 1 - \left(\frac{C_{permeate}}{C_{feed}} \right)$$

(R = rechazo, adimensional),

$C_{permeate}$ = concentración de permeado, mg/L or partículas/L

C_{feed} = concentración de agua de alimentación, mg/L or partículas/L

El rechazo es una función del tamaño de partícula

$$R = 1 - 2 \left(1 - \frac{d_{part}}{d_{pore}} \right)^2 + \left(1 - \frac{d_{part}}{d_{pore}} \right)^4$$

d_{part} = diámetro de partícula, m.

d_{pore} = diámetro de poro efectivo

Filtración por membrana. Impulsado por presión: Osmosis Inversa (RO) Nanofiltración (NF) Ultrafiltración (UF) Microfiltración (MF) Impulsado por voltaje eléctrico: Electrodialisis (DE) Inversión de electrodialisis (EDR)

Procesos de Membrana: material sintético semipermeable.

Componentes comunes eliminados por procesos de membrana: Bacterias, protozoos, algas, partículas $> 0.1 \mu m$, virus y pequeños coloides. Materia orgánica disuelta e iones divalentes (Ca $2+$; Mg $2+$) especies monovalentes

(Na⁺; Cl⁻). Tamaños de poro: 01 μm , 0.01 μm , 0.001 μm a nanoporoso.
Materiales de membrana: difluoruro de polivinilideno, polipropileno, polietersulfona, polisulfona, acetato de celulosa.



Figura 1. Nanotubos de pared simple



Figura 2. Nanotubos de paredes múltiples

Fuente: N.C, B.E.a.M., *Nanotubes: A Carbon-based Nanoparticle*. 2011: *Nanotechnology For Dummies, 2nd Edition*. 360

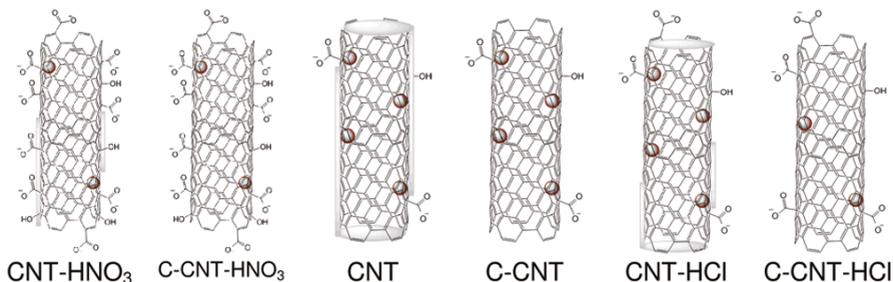
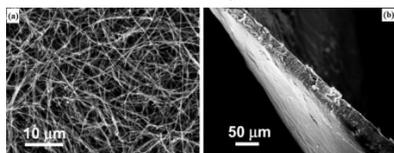


Figura 3. CNT funcionalización de superficie



Tamaño promedio de poro = 15 nm
 Altura media = 41 nm

Figura 4. Caracterización por microscopía electrónica de barrido del filtro CNT



Figura 5. Membrana CNT



Ánodo: CNT Ánodo: CNT
 Cátodo: Titanio Cátodo: CNT

Figura 6. Dos tipos de filtros de nanotubos de carbono (CNT)

Configuración de membrana: Enrollado en espiral, Fibra hueca
Biofouling o bioincrustación se conoce como el desarrollo no deseado de capas microbianas en la superficie.

Los organismos de biopelículas están incrustados en una matriz de origen microbiano, que consiste en sustancias poliméricas extracelulares (EPS).

Pre tratamiento: Coagulación, floculación y sedimentación para alta turbidez del agua cruda y / o alta materia orgánica natural (NOM).

Cuando el hierro y / o el manganeso son frecuentes, la oxidación se realiza para formar un precipitado antes de la filtración.

Prefiltración de partículas. Para eliminar la fracción de partículas grandes, se utiliza un filtro de filtro o bolsa con una capacidad de 50 a 500 mm para todas las fuentes de agua.

Limpieza: El lavado a contracorriente con aire o agua permeada a intervalos preestablecidos de 30 a 90 min. La adición de cloro al agua de retrolavado ayuda a reducir la bioincrustación. Se debe seleccionar material de membrana tolerante a oxidante para emplear esta técnica.

Periódicamente se requerirá limpieza química en su lugar (CIP) o con módulos extraídos.

Sistemas de filtración de agua en el punto de uso. (En 41 millones de americanos).

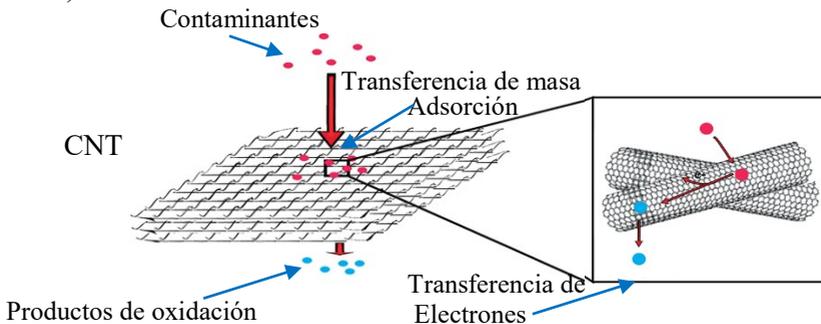


Figura 7. Los filtros CNT eliminan los contaminantes mediante adsorción y oxidación.

Contaminantes emergentes a ser atacados. Ácido perfluorobutano sulfónico (PFBS): sustancia representativa de cadena corta per y polifluoroalquilo (PFAS). Ácido perfluorohexano sulfónico (PFHxS): PFAS representativo de cadena corta. Ácido perfluorooctano sulfónico (PFOS): PFAS representativo de cadena larga. Manganeso: metal pesado representativo. Uranio: radionucleido representativo. Carbono orgánico

asimilable (AOC): indicador de químicos orgánicos fácilmente biodegradables para el desarrollo de incrustaciones / patógenos.

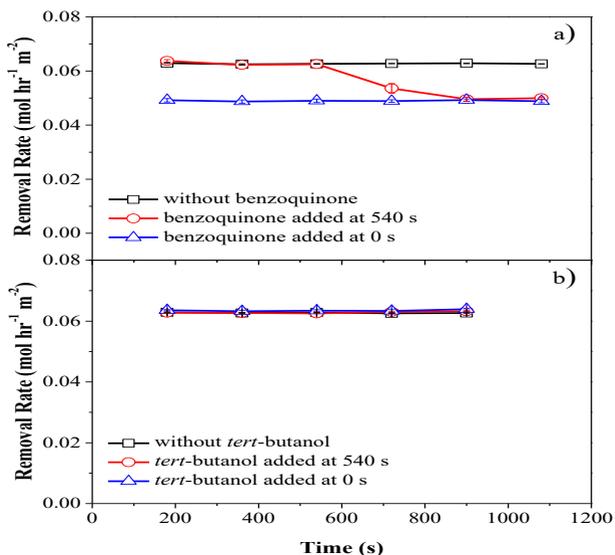


Figura 8. Efecto de la benzoquinona y el terc-butanol sobre la cinética de eliminación de fenol

Se evaluó las eficiencias de eliminación de contaminantes emergentes representativos en los sistemas de punto de uso doméstico (POU), incluidos los sistemas de ósmosis inversa y los sistemas de carbón activado.

Se determinó los efectos de los sustratos y las condiciones de operación sobre la eficiencia de remoción y el crecimiento microbiano en los sistemas POU. Se desarrolló estrategias para mejorar el rendimiento general de los sistemas POU y reducir la bioincrustación”.

Palabras clave: Sistemas de filtración, configuración de membranas, diseño, eliminación emergente de contaminantes, punto de uso.

Para evaluar la contribución de las especies reactivas de oxígeno a la oxidación de fenol, benzoquinona (radicales superóxido O_2^* scavenger) y terc-butanol (radical hidroxilo OH^* eliminador) se añadieron a una solución de fenol antes de bombear fenol al filtro electroquímico. Las pruebas de eliminación mostraron que la oxidación de fenol se debió principalmente al H_2O_2 .

Capítulo 5

BIOMEDICIÓN Y CALIDAD DEL AGUA

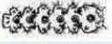
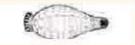
 BLEPHAROCERIDAE	 HYALELLA	 CHIRONOMIDAE VERDE	 CHIRONOMIDAE ROJO	SIN VIDA ANIMAL
 PLECOPTERA	 ELMIDAE	 SIMULIIDAE	 SYRPHIDAE	
 LEPTOCERIDAE	 SCIRTIDAE	 HIRUDINEA	 OLIGOCHAETA	
 LIMNEPHILIDAE	 HYDROBIOSIDAE	 GASTEROPODA		
 LEPTOPHLEBIDAE	 LEPTOHYPHIDAE	 BAETIDAE		
SUMA:	SUMA:	SUMA:	SUMA:	
				

Figura. Exposición de la Ph.D. Blanca Ríos. Simplificación del CERA

Fuente: Ilustraciones realizadas por maria Rieradevall, excepto Familias: Leptostyphidae y Syphidae realizadas por Carolina Arroyo

1. Estado trófico de la laguna de Piuray - Chinchero - Cusco

Autores: K. M. Villalba Balsa, M. J. Lima Condorhuaman, R. Chevarría del Pino y Y. Cano Córdova

E.P. de Biología / Facultad de Ciencias / Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Los autores explicaron que su “trabajo de Investigación se desarrolló en la laguna de Piuray del distrito de Chinchero, provincia de Urubamba, región Cusco en los meses de febrero – octubre del año 2015, con el objetivo de determinar el estado trófico de la laguna de Piuray.

Índice TSI según Carlson (1977) A nivel internacional, se usa mucho el Índice de Estado Trófico de Carlson (TSI: *Trophic State Index*) (1977). Este índice se desarrolló para lagos que tienen relativamente pocos macrofitas y donde la transparencia del agua varía con la biomasa de las algas (o sea la turbiedad está causada por las algas), donde limita P y donde las algas se desarrollen solamente en verano. Este índice permite comparar fácilmente lagos con características similares. Se calcula un mismo índice asociando al estado trófico usando los tres parámetro interrelacionados entre ellos: Disco Secchi (transparencia), clorofila a y P-Total según las siguientes formulas:

$$\begin{aligned} \text{TSI (DS)} &= 60 - 14,41 * \ln \text{DS} \\ \text{TSI (Cla a)} &= (9,81 * \ln \text{cla a}) + 30,6 \\ \text{TSI (PT)} &= 10 [6 - (\ln (48/\text{PT}) / \ln 2)] \end{aligned}$$

Dónde:

TSI = índice de Estado Trófico de Carlson (*Trophic State Index*)

DS = Profundidad Secchi en metros

Cla a = clorofila en µg/L

PT = P-Total en µg/L

Tabla 1.

Clasificación de la trofia según TSI de Carlson

TSI	Chl (µg/L)	SD (m)	TP (µg/L)	Trofia, descripción
< 30	< 0,95	>8	< 6	Oligotrofia: agua transparente, muy buena oxigenación en hipolimnion
30-40	0,95-2,6	8-4	6-12	Ologimesotrofia: aumenta la productividad primaria
40-50	2,6-7,3	4-2	12-24	Mesotrofia: Disminución de la transparencia, algas aumenta, oxigenación en hipolimnion puede disminuir durante el verano

50-60	7,3-20	2-1	24-48	Eutrofia: Algas abundantes, problemas con oxigenación en el hipolimnion
60-70	20-56	0,5-1	48-96	Algas azules, dominan muchas macrofitas.
70-80	56-155	0,25-0,5	96-192	Hipereutrofia: luz limita crecimiento de algas abundantes macrofitos, anoxia en hipolimnion

Fuente: Tesis

Cuadro 1.

Relaciones de los TSI y condiciones indicativas.

Relaciones entre variables de TSI	Condiciones
TSI(Chl) = TSI(TP) = TSI(SD)	Algas dominan luz; TN/TP ~ 33:1
TSI(Chl) > TSI(SD)	Partículas grandes, p.e. grandes algas azules o diatomeas grandes dominan
TSI(TP) = TSI(SD) > TSI(CHL)	Partículas que no son algas dominan la luz
TSI(SD) = TSI(CHL) > TSI(TP)	P limita la biomasa de algas (TN/TP >33:1)
TSI(TP) > TSI(CHL) = TSI(SD)	Algas dominan la penetración de luz, pero otro factor (p.e. nitrógeno, pastoreo de zooplancton, toxinas etc.) limitan la biomasa algal

Fuente: Tesis

Evaluación de los Índices TSI Ya que los tres índices están interrelacionados entre ellos, deberían entregar el mismo valor. Por lo tanto, teóricamente cada uno de los índices puede ser usado para la clasificación de la trofia. Sin embargo, se otorga al TSI de clorofila a prioridad, porque es el parámetro es el mejor para predecir la biomasa de las algas. Por otro lado, si los TSI de los tres parámetros no coinciden, indica según la siguiente tabla condiciones diferentes a las condiciones en las cuales están basados los índices.

La metodología utilizada fue del Estado trófico de Carlson o Trophic State Index (TSI), para lo cual se determinó 7 estaciones de muestreo, considerando los principales aspectos que influyen sobre la cubeta de agua como la agricultura, ganadería, zona de viviendas, y la zona de extracción de agua para el abastecimiento de la ciudad del Cusco.

Se realizó la evaluación de los principales parámetros físico-químicos determinando que la laguna de Piuray presenta valores promedios de:

- Temperatura 15.75 °C
- Turbidez 13.40 NTU
- pH 8.71
- Solidos totales disueltos 268.89 mg/l
- Color 29.50 u.c.
- Conductividad eléctrica 382.52 µs/cm
- Oxígeno disuelto 4.62 mg O₂/l
- Nitratos 0.12 mg/l

Que en comparación a trabajos anteriores estos parámetros se han alterado lo que posiblemente reflejan la influencia de las diferentes actividades antrópicas que inciden en el cuerpo de agua.

Confirmando que estos parámetros aún se encuentran dentro de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental, emitidos según D.S. 002-2008 – MINAM.

Se evaluaron cualitativa y cuantitativamente las comunidades planctónicas y se registraron:

6 Divisiones con 10 Órdenes

28 Familias y 47 géneros clasificadas en base a la propuesta de Prescott, (1959); del cual podemos determinar que la división que más abunda y presenta mayor número de géneros es la *Bacyllariophyta*.

Los resultados de las comunidades zoo planctónicas, están representados por:

- 3 Phylas
- 5 Ordenes
- 13 Familias y
- 17 Géneros

Clasificadas en base a la propuesta de Edmondson, (1959).

En función a la abundancia se determinó mayor presencia de:

- Rotíferos y
- 2 órdenes de Artrópodos, los Cladóceros y los Copépodos, indicadores de eutrofia.

De acuerdo a los resultados de productividad primaria la laguna de Piuray está clasificada en el rango de estatus nutricional mesotrófico con una productividad primaria promedio de 35.06 mg/m³/año.

La evaluación de los parámetros fundamentales del Índice de Estado Trófico de Carlson (TSI), nos permitió reportar que la laguna de Piuray presenta un carácter mesotrófico inicial, con un valor de 61.5; el mismo que fue corroborado con la metodología de la productividad primaria”.

Palabras clave: Índice de estado trófico, productividad primaria, parámetros físico-químicos, Piuray.

2. Biomonitorio de ríos andinos: el Índice Biótico Andino (ABI) y otras aproximaciones al monitoreo de los ríos andinos.

Autora: Ph.D. Blanca Ríos-Touma

Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas / Grupo de Investigación en Biodiversidad, Medio Ambiente y Salud (BIOMAS) / Universidad de Las Américas / Ecuador.

La Ph.D. Blanca Ríos en su conferencia destacó que “El Biomonitorio es la evaluación del estado de un ecosistema (ej. ríos), a través de diferentes técnicas sencillas usando los organismos que habitan un ecosistema.

Disponibilidad mundial de agua dulce. Del 0.265 del agua dulce disponible, el 0.01 corresponde a los ríos. Los ríos están afectados por todas las actividades humanas que se realizan en la cuenca. Los ríos reflejan el estado de salud de la cuenca.

Contaminación del agua. Cambiar las características del agua por factores externos: Directamente, vertiendo contaminantes e Indirecta con las actividades que realizamos en la cuenca o en las zonas de ribera.

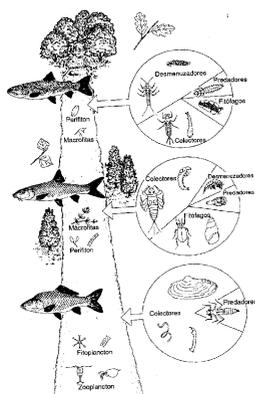


Figura 1. Organismos indicadores

Organismos indicadores: virus, bacterias, protozoa, peces, macroinvertebrados (insectos acuáticos, crustáceos, anélidos, moluscos, Trichoptera (moscas de funda), Diptera (mosquitos y moscas de agua), Megaloptera (perro del agua), Coleoptera (escarabajo de agua), Ephemeroptera (efímeras), Plecoptera (moscas de la piedra), Hemiptera (chinchas de agua), Odonata (libélulas), (mayores de 4 mm).

Los valores de tolerancia de macroinvertebrados son una de las herramientas de Biomonitorio de calidad del agua más usadas a nivel mundial. Son ubicuos y tienen ciclos de vida largos, que permiten conocer la historia reciente del río. Respuestas en zonas alejadas, a nivel de orden o familia han demostrado ser consistentes y actualmente forman parte de manuales, normativas e incluso leyes sobre evaluación de impacto ambiental de las aguas.

Macroinvertebrados (>4mm)



Figura 1. Insectos acuáticos



Figura 2. Crustáceos



Figura 3. Anélidos



Figura 4. Moluscos



Figura 5. Trichoptera (moscas de funda)



Figura 6. Diptera (mosquitos y moscas de agua)



Figura 7. Megaloptera (pero de agua)



Figura 8. Ephemeroptera (efímeras)



Figura 9. Plecoptera (moscas de la piedra)



Figura 10. Hemiptera (chinchas de agua)

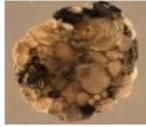


Figura 11. Odonata (libélulas)

Figura 12. Coleoptera (escarabajos de agua)

Metodología: Indicadores Biológicos.

Andean Biotic Index (ABI)



Orden	Familia	ABI	ABE/BIOMÉTRICA	Orden	Familia	ABI	ABE/BIOMÉTRICA
Turbellaria		5		Turbellaria	Helicoplanetidae	10	
Hydrinia		3		Turbellaria	Catenocercidae	10	
Ciliophora		1		Turbellaria	Oikotrochidae	10	
Gastropoda	Ancylidae	6		Turbellaria	Leptocercidae	8	
	Physidae	3		Turbellaria	Polyceratae	8	
	Hydrobiidae	3		Turbellaria	Hydrobiidae	6	
	Limnæidae	3		Turbellaria	Xiphocercidae	8	
	Planorbidae	3		Turbellaria	Hydrobioidae	8	
Bivalvia	Sphaeriidae	3		Turbellaria	Glossocercidae	7	
Amphipoda	Hyalellidae	6		Turbellaria	Hydropsiidae	5	
Chironomida		3		Turbellaria	Armatopsiidae	10	
		4		Turbellaria	Phalacrodidae	8	
Ephemeroptera	Heuridae	4		Turbellaria	Limnæidae	7	
	Leptophlebiidae	10		Leptophlebiidae	Pyralidae	4	
	Leptophlebiidae	7		Chironomida	Phlebotriidae	5	
	Oligoneuridae	10			Lempidae	5	
Odonata	Aeschnidae	6			Phlebotriidae	5	
	Coenagrionidae	8			Stelidae (Heuridae)	5	
	Libellulidae	6			Stelidae	3	
	Coenagrionidae	6			Euridae	5	
	Coleopterygidae	8			Polytrichidae	5	
	Polytrichidae	10			Gyntrichidae	3	
Phlebotriidae	Perleidae	10			Dytrichidae	3	
	Coleopterygidae	10			Hydrotrichidae	3	
Hydrotrichidae	Velidae	5		Diptera	Hydrotrichidae	5	
	Ceridae	5			Phlebotriidae	10	
	Ceridae	5			Simuliidae	5	
	Noloreidae	5			Tabanoidea	4	
	Dolichopodidae	4			Tipulidae	5	
	Neururidae	4			Limoniidae	4	
	Neururidae	5			Ceratopogonidae	4	
					Dixidae	4	
					Psychodidae	3	
					Dolichopodidae	4	
					Simuliidae	4	
					Empididae	4	
					Chironomidae	2	
					Muscidae	2	
					Muscidae	2	
					Ephydriidae	2	
					Atherinidae	10	
					Symphidae	1	

ESTACIÓN: _____

FECHA: _____

OPERADOR: _____

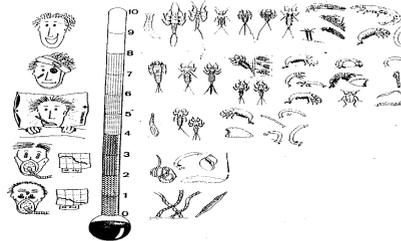
Proyecto CERA	
Nivel Calidad	ABI
Muy bueno	>988
Bueno	61-97
Moderado	36-60
Malo	16-35
Pésimo	<15

Simplificación CERA (CERA (CERA – S)

Investigación. Cuenca del Guayllabamba, Trazadores Virales. No detectamos indicadores virales en las cabeceras protegidas.

Ganado vacuno principal contribuyente a cargas virales en Pita y también en el San Pedro.

Cargas virales humanas detectadas desde Machachi a lo largo de toda la cuenca. Aguas residuales urbanas sin tratar.



El Índice Biótico Andino (ABI) o BMPW en Inglaterra.

Construcción del ABI. Pasos: Revisión de distribución, verificación de estudios de impacto para ajustar los valores de tolerancia, incorporar familias de macroinvertebrados que no se toman en cuenta en otras adaptaciones, y probar en campo y relacionarlo con variables ambientales.

Biodiversidad acuática cambia a lo largo de las cuencas andinas y también hay que protegerla”.

Palabras clave: Biomonitoring De Ríos Andinos, Índice Biótico Andino, Calidad del agua, Macroinvertebrados.

3. Estructura temporal y espacial de las comunidades planctónicas de la laguna de Piuray – Chinchero – Cusco

Autor: J. Rosas Zevallos y G. J. Miranda Núñez

Los autores desarrollaron el tema de la siguiente forma "La laguna de Piuray está ubicada en el distrito de Chinchero, provincia de Urubamba departamento de Cusco, a una altitud de 3750 m.

Se estudió las comunidades planctónicas de la laguna de Piuray y sus afluentes, para evaluar su composición, variabilidad espacial y temporal, densidad poblacional, índice de valor de importancia así como la diversidad alfa y beta, mediante un muestreo estratificado en la laguna (0 m, 5 m, 10 m, 15 m, 20 m, 25 m, 30 m y 35 m).

En sus afluentes, de manera mensual colectándose 156 muestras desde agosto 2013 a julio 2014, mediante una red de fitoplancton y zooplancton de 75 micras, se concentró la muestra a 10 ml, para realizar las observaciones microscópicas y determinación cualitativa, para la posterior cuantificación con la cámara de Sedgwick Rafter, y finalmente se procesaron los datos con los software *Past* v. 2.10 y Microsoft Excel 2010.

La composición fitoplanctónica en la laguna de Piuray, está conformada por 52 géneros distribuidos en 6 divisiones y el zooplancton por 17 géneros distribuidos en 5 Phylas.

En los afluentes el fitoplancton presenta 62 géneros distribuidos en 6 divisiones y el zooplancton 20 géneros en 6 Phylas.

La distribución espacial de fitoplancton en la laguna y afluentes está representada por los géneros *Closterium*, *Mougeotia*, *Scenedesmus*, *Ankistrodesmus*, *Chlorella*, *Microspora*, *Chlorococum*, *Golenkinia*, *Achnanthes*, *Stauroneis*, *Navicula*, *Pinnularia*, *Surirella*, *Fragilaria*, *Tabellaria*, *Synedra*, *Cymbella*, *Gomphonema*, *Rhoicosphenia*, *Amphora*, *Epitemia*, *Bacillaria*, *Nitzschia*, *Cyclotella*, *Euglena*, *Peridinium*, *Anabaena*, *Anabaenopsis*, *Anacystis* y *Chroococcus*, presentes durante todo el período de estudio.

Con respecto al tiempo los géneros *Scenedesmus*, *Tetraedron*, *Oocystis*, *Lagerhemia*, *Ankistrodesmus*, *Chlorella*, *Chlorococum*, *Golenkinia*, *Coconeis*, *Navicula*, *Pinnularia*, *Fragilaria*, *Synedra*, *Cymbella*, *Gomphonema*, *Amphora*, *Epitemia*, *Nitzschia*, *Peridinium*, *Anabaena*,

Anacystis y *Westella*. En los afluentes el fitoplancton presente en el tiempo son los géneros *Ankistrodesmus*, *Microspora*, *Coconeis*, *Stauroneis*, *Navicula*, *Surirella*, *Fragilaria*, *Synedra*, *Cymbella*, *Gomphonema*, *Rhoicosphenia*, *Bacillaria* y *Nitzschia*”.

Palabras clave: Afluentes, composición, comunidades planctónicas, estacionalidad, Piuray.

4. **Biomedición de la calidad de agua en la laguna de Cocha Uma, distrito de Pitumarca, Canchis, Cusco**

Autor: Y. Huallpa Nina y P. Yanque Yucra

E.P. de Biología / Facultad de Ciencias / Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Los autores explicaron que su "Trabajo fue realizado en la laguna de Cocha Uma, distrito de Pitumarca, provincia de Canchis - Cusco, entre mayo a setiembre de 2018, durante la época de secas.

Se estableció seis estaciones de muestreo, tomando en cuenta la presencia de factores bióticos y abióticos asociados al entorno del cuerpo de agua.

El objetivo fue evaluar la calidad de agua de la laguna de Cocha Uma mediante el uso de índice ICA (índice de calidad de Agua) y ABI (Índice Biótico Andino). Se consideró tres tipos de indicadores dentro, de ellos los físicos, químicos y bacteriológicos para el caso del ICA.

Para las biomediciones se utilizó el ABI mediante la determinación de las diferentes taxas de macroinvertebrados bentónico.

El ICA se evaluó mediante el método gráfico (Brown, 1970), versión modificada del WQI que considera nueve parámetros.

El ICA general para Cocha Uma corresponde a "excelente"; donde, las estaciones una, dos y cinco, presentan una calidad "excelente" y las estaciones tres, cuatro y seis una calidad "buena"; los parámetros del ICA fueron comparados con los Estándares de Calidad de Agua (ECA) emitidos por el D.S. N°015_2015-MINAM, ubicándose en la categoría 4 (Conservación del ambiente acuático).

El Índice Biótico Andino alcanza un puntaje de 56.83, que categoriza a este cuerpo de agua como "buena", considerando la totalidad de estaciones de muestreo.

Se determinaron 10 familias y

10 órdenes de macroinvertebrados, que pertenecen a dos Clases, que comprenden los órdenes:

Amphipoda, Trombidiformes, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Diptera, Hirudinea, Heteroptera, Turbellaria y Vivalvia.

En general, la laguna de Cocha Uma presenta condiciones adecuadas para la conservación de este ambiente acuático; además, se encuentra en buenas condiciones bióticas de acuerdo a las biomediciones".

Palabras clave: laguna de Cocha Uma, ABI, biomediciones, calidad de agua, ICA y macroinvertebrados.

5. Comunidad bentónica como bioindicadora en la laguna de Piuray, distrito de Chinchero, provincia de Urubamba, departamento de Cusco

Autor: Katherine Cruz Fernández y Luciano Cruz Miranda

E.P. de Biología / Facultad de Ciencias / Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Los autores explicaron que los “Organismos bentónicos son de gran importancia en los ecosistemas acuáticos debido a:

- Su participación en la transferencia de energía dentro de la cadena trófica.
- A su vez actúan como bioindicadores en la perturbación ambiental, por lo que pueden ayudar a evaluar el grado de perturbación en las diferentes épocas, así como en los diferentes espacios (métricas) de la cubeta de la laguna.

Razón por la que se evaluó:

- La composición
- Abundancia y
- Diversidad de la comunidad bentónica de la laguna de Piuray

Con la **finalidad** de evaluar su variabilidad espacio-temporal.

Muestreando con una draga Eckman con un área de cobertura de 0.04m² y un volumen de 0.0033m³, a profundidades preestablecidas de 1 m., 1.5 m. y 2 m. de profundidad, en tres zonas de la laguna de Piuray:



Figura 1. Lugar del muestreo

Se registraron 7508 individuos, distribuidos en 9 familias
5 órdenes:

- Gasterópoda
- Veneroida
- Oligochaeta
- Díptera e
- Hirudinea.

El orden Gasterópoda presenta el mayor número de familias 5, a diferencia de lo otros órdenes como Díptera representado por 2 familias, mientras que Hirudinea y Oligochaeta, ambas con 1 familia.

Porcentajes:

- El 44.40 % de familias corresponden al Orden Gasterópoda
- 22.22 % al Orden Díptera y
- 11.11% a los órdenes Veneroida, Oligochaeta e Hirudinea.

La mayor densidad:

Se registra en los puntos cercanos a la orilla, descendiendo con la profundidad.

Las familias más abundantes en el mes de mayo:

- Tubificidae y
- Planorbidae

En junio:

Tubificidae y Physidae.

Densidad en julio se registraron en las familias:

- Tubificidae: 374 848 organismos/m³ y
- Planorbidae con 284 546 organismos/m³

La diversidad alfa para las zonas de muestreo mediante:

- 1) El **Índice de Shannon** es de 0 – 1.45
- 2) Índice de Simpson de 0 – 0.7

Lo que significa una baja diversidad.

La diversidad beta mediante:

- 1) El **Índice de Jaccard** registra una similaridad entre 15 y 100%

- 2) Con el **Índice de Morisita** registra una homogeneidad entre 8 y 100%,

Lo que indica que existe variación en el espacio y el tiempo de la comunidad bentónica de la laguna de Piuray en los meses evaluados.

La zona bentónica de la laguna de Piuray, de acuerdo a las familias que conforman la comunidad bentónica:

- A) Para el periodo de estudio de otoño, un índice de Shannon menor a 1,5; así como un valor menor a 35.
- B) **De acuerdo al índice de BMWP** está clasificada como aguas contaminadas".

Palabras clave: Bioindicador, organismos bentónicos, espacio, tiempo, diversidad, Piuray.

6. Presencia de helmintos y protozoarios en sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano de la comunidad de Cusibamba y centro poblado de Ccorca, Cusco

Autor: L. Campo, Elsa G. Aguilar-Ancori, Rosa L. Pacheco-Venero, E. Visciarelli y Ricardo Guerrero.

E.P. de Biología / Facultad de Ciencias / Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco / Instituto Universitario de Enfermedades Tropicales y Biomedicina de Cusco – UNSAAC / Laboratorio Luis Pasteur SRL / Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional del Sur – Argentina / Instituto de Zoología y Ecología Tropical (IZET), Universidad Central de Venezuela

Los autores explicaron que “el agua es un elemento indispensable para el ser humano. El Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (D.S. N° 031- 2010-SA.) y los estándares de calidad ambiental (ECA) indican que: Toda agua destinada para el consumo humano de estar exenta de protozoarios y helmintos.

Por tal motivo, esta investigación se hizo en 4 sistemas de abastecimiento de agua distribuidos en la Comunidad de Cusibamba y Centro Poblado de Ccorca, durante los meses de marzo a agosto 2018.



Figura 1. Comunidad de Cusibamba y Centro Poblado de Ccorca

Para lo cual se tomaron muestras de agua en bidones de 20 litros de la:

- 1) Captación
- 2) Reservorio y
- 3) Pileta.

Se aplicó la metodología:

Detección de protozoos y helmintos en muestras de agua de bebida, validado y utilizado por la DIGESA MINSA.

También se midió el cloro residual de los reservorios.

Resultados:

Se observó la presencia de protozoarios en el 86 % de las muestras

7 géneros de vida libre:

- Arcella
- Cyphoderia
- Euglypha
- Peranema
- Petalomonas
- Trinema
- Paramecium y
- 1 género comensal: Entamoeba indicador de contaminación fecal.

Los helmintos se observaron en un 14%

Se determinó 7 géneros de vida libre o fitopatógenos:

- Detylenchus
- Belonalaimus
- Cryconema
- Heterodera
- Patrylenchus
- Rotylenchus

Dos órdenes:

- Enoplida y
- Rhabditida.

No se evidenció la presencia de cloro residual en ningún sistema de abastecimiento de agua.

Estos resultados indican:

- 1) La necesidad de mantener los niveles óptimos de cloro y
- 2) Realizar un adecuado manejo de estos sistemas de abastecimiento

Para evitar algún perjuicio en la salud de la población que la consume”.

Palabras clave: Agua para consumo humano, Sistemas de abastecimiento, protozoarios, helmintos, cloro residual, comunidad de Cusibamba, Ccorca.

7. Evaluación de fitoplancton y zooplancton en sistemas de abastecimiento de agua para el consumo humano en la comunidad de Cusibamba y el centro poblado de Ccorca – Cusco

Autor: R. Cartagena, B. Luque, Elsa G. Aguilar-Ancori, Rosa L. Pacheco-Venero.
E.P. de Biología / Facultad de Ciencias / Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco / Instituto Universitario de Enfermedades Tropicales y Biomedicina de Cusco – UNSAAC / Laboratorio Luis Pasteur SRL

Los autores explicaron que “El reglamento de la calidad de agua para consumo humano DS. N° 031-2010-SA menciona que dentro de los parámetros microbiológicos en cuanto a algas (fitoplancton), copépodos y rotíferos (zooplancton) no debe existir presencia alguna de estos organismos de vida libre en las aguas destinadas para el consumo humano, para ser consideradas como aptas para el consumo humano.

El trabajo de investigación se realizó en el distrito de Ccorca. Está ubicada en la provincia de Cusco, donde se tomó muestra de agua de cada uno de los sistemas de abastecimiento de agua:

- 1) Captación
- 2) Reservorio y
- 3) Pileta

De la comunidad de Cusibamba y Centro poblado en Ccorca para la determinación de la presencia de fitoplancton y/o zooplancton (copépodos y rotíferos).

La metodología usada en el muestreo de agua se realizó de acuerdo al Protocolo de procedimientos para la toma de muestra de agua, preservación, conservación y transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano propuesto por la DIGESA.

El análisis en laboratorio se realizó de acuerdo a los Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales (APHA, AWW, WPCF, 2017).

Como resultados se encontró:

30 géneros de Fitoplancton:

Achnantheidium, Amphora, Anabaena, Bacillaria, Characium, Chlorococcum, Coconeis, Coelastrum, Cosmarium, Cymbella, Cystodinium, Denticola, Dictyococcus, Diploneis, Encyonema, Ephitemia, Fragilaria,

Gomphonema, Hantzschia, Muellieria, Navicula, Nitzschia, Oocystis, Phacus, Pinnularia, Planktosphaeria, Rhopalodia, Sphaerocystis, Spirulina y *Synedra*; y 3 géneros: *Colurella, Lecane* y *Nauplio* y

02 familias: Bdelloidea y Camptocamptida de Zooplancton

Llegando a la conclusión de que los Sistemas de abastecimiento de la comunidad de Cusibamba y el Centro poblado de Ccorca no son aptas para el consumo humano”.

Palabras claves: Fitoplancton, zooplancton, sistema de abastecimiento, agua potable, comunidad de Cusibamba. Ccorca.

8. Protocolo para la determinación del estado ecológico de los ríos andinos

Autora: Ph.D. Blanca Ríos-Touma

Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas / Grupo de Investigación en Biodiversidad, Medio Ambiente y Salud (BIOMAS) / Universidad de Las Américas / Ecuador.

La Ph.D. Blanca Ríos-Touma en su conferencia desarrollo la pregunta "¿Por qué un protocolo de calidad ecológica de ríos?"

El Estado ecológico. Es una expresión de la calidad, la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a las aguas superficiales, basada en la condición de los elementos biológicos del sistema, en comparación con un sistema de referencia.

Para el análisis del estado ecológico se consideran los elementos de los **Indicadores hidromorfológicos:** Régimen hidrológico-cumplimiento caudales ambientales; continuidad del río: **Índice de criticidad-pasos y condiciones morfológicas: Índice morfotométrico** (métricas: **Índice QBR** (Evaluación de la calidad del Bosque de Ribera), **Índice IHF** (Evaluación del hábitat) y *Andean Biotic Index* (ABI).

Determinación de la calidad ecológica de los ríos andinos.

El *ECOSTRIAND* (*Ecological Status River Andean*) es un **índice que pretende valorar de forma global la calidad del ecosistema fluvial**, incluyendo la ribera además de la calidad de las aguas y de la comunidad de macroinvertebrados. **Pertenece a la familia de los índices de evaluación rápida de la calidad del agua**, ya que requiere una infraestructura mínima y un tiempo corto de muestreo. Su cálculo: 1. Valorar el índice de hábitat (IHF). Si es superior a 40 puntos podemos asegurar que los valores del índice no van a ser influenciados por la falta de heterogeneidad del hábitat, la cual puede ser tan limitante como la calidad fisicoquímica del agua. 2. Un índice de calidad biológica del río basado en los macroinvertebrados (A.B.I.). 3. El índice de valoración del estado de conservación del sistema de ribera (Índice QBR-And).

Evaluación de La Calidad Del Bosque De Ribera - Metodología QBR.

Cuatro bloques independientes, Cobertura general por parte de la vegetación. Estructura de esta cobertura (árboles-arbustos). Naturalidad y biodiversidad de la comunidad comparada con referencia. Alteración del canal fluvial. Cada bloque puntúa igual (25 puntos). Cuatro entradas iniciales (25, 15, 5 0

puntos). Modificaciones positivas o negativas según diversos atributos. No puede haber valores superiores a 25 ni negativos. Puntuación final entre 0 y 100

Índice de la calidad de la vegetación de ribera Andina (QBR-And) El índice QBR ha sido utilizado eficazmente para evaluar la calidad del bosque de ribera en las cuencas mediterráneas (Suarez-Alonso & Vidal- Abarca, 2000; Suarez-Alonso et al., 2002).

La evaluación de la vegetación de ribera andina, se realiza mediante una observación de como máximo 100 metros lineales del río. **En dicho transecto** se aplicará una adaptación del índice de calidad de vegetación de ribera, QBR (Munne et al., 1998b y b; Munne et al., 2003) al que llamaremos QBR-And que en su forma más completa incluye cuatro apartados: Grado de Cubierta de la Ribera, Estructura de la Cubierta, Calidad de la Cubierta y Grado de Naturalidad del Canal Fluvial.

En términos generales, considerando las principales formaciones vegetales andinas y sus tipos de riberas podemos definir 3 tipos: Tipo 1: Ribera de tipo rocoso, que no permite el desarrollo de una comunidad vegetal. Tipo 2: Ribera típica de paramos y punas, conformada por pajonal de gramíneas, en algunos casos con matorrales bajos, almohadillas y turberas de altura (bofedales). Tipo 3: Ribera conformada por una comunidad arbórea y/o arbustiva muy diversa. Este tipo de ribera es la más frecuente entre los 2000 y 4000 msnm y en algunos de los bosques relictos sobre los 4000 msnm en los páramos y punas.

Evaluación del Hábitat - Índice IHF. Una hoja de campo estructurada en 7 bloques que evalúa las características morfológicas del mismo utilizando los elementos claves. Fluctúa entre 11 y 100. Valores altos indican un hábitat diverso y heterogéneo y por lo tanto que es adecuado tanto para la recolección de macroinvertebrados como de peces. Si el IHF es < 40 los valores bajos de los índices de macroinvertebrados pueden deberse a la falta de un hábitat adecuado y no a la contaminación.

En la evaluación de la calidad del hábitat fluvial (IHF) (Pardo et al., 2002). **Porcentaje de sombra en el cauce.** Es importante señalar que generalmente sobre los 4000 metros, tienen mucha de la vegetación de ribera. En los ríos altoandinos está representada únicamente por pajonal de gramíneas o matorrales de bajo porte, por lo que es común que estas áreas estén totalmente expuestas a la radiación solar. Esta misma característica determina también la **valoración de heterogeneidad**. En general se ha establecido que los valores del IHF por debajo de 40 indican serias

limitaciones de calidad de hábitat para el desarrollo de una comunidad bentónica diversa, siendo el óptimo superior a 75 (Pardo et al., 2002).

El Proyecto Calidad Ecológica de los Ríos Andinos (CERA) La mayoría de estudios y normativas del agua en América Latina se enfocan en las características fisicoquímicas, las comunidades biológicas y han demostrado ser útiles para predecir el estado del agua. Pero la integridad del ecosistema nos permite identificar problemas que no son evidentes con mediciones de rutina. La Directiva Marco del Agua de la Unión Europea, establece los criterios del buen estado ecológico.

Metodología – Proyecto CERA: Zona andina, desde el altiplano de Venezuela, altitudes superiores a 2000 msnm. Sistema basado en las condiciones del medio, validación con las comunidades. Usar características a 4 niveles de escala espacial, la cuenca, la hidrología, el tramo de la estación de estudio y el lugar de estudio, el lecho del río.

El valor máximo del índice es de 120 (110 pajonal), el mínimo de 24. Se considera que valores superiores a 100 son necesarios para poder considerar un punto como de referencia (atención valores 90-100). De todas formas un en cada apartado. El significado de Poco, Medio o Mucho en cada caso se explica en hoja aparte. Hay que tener en cuenta algunas restricciones que se aplican algunos apartados que pueden ser por si solos motivo de no poder considerar de forma estricta un punto como de referencia

El protocolo CERA utiliza macroinvertebrados, el bosque de ribera y el hábitat fluvial. Se ha utilizado el concepto de lugar de referencia para la calificación del estado ecológico lo que sirve de base para futuros proyectos de restauración. Hay que adecuar el protocolo en función de los tipos de ríos. Los ríos de más de 4000 metros parecen tener una diversidad menor, por ello los límites del índice deberán ser diferentes.

Muestreo multihabitat de macroinvertebrados y cálculo del *Andean Biotic Index* (ABI). Es aconsejable muestrear tanto en la estación seca como la de lluvias; Jacobsen (1998). **El muestreo de macroinvertebrados debe ser el primero en realizarse**, usando una red de mano de 250 μ y en todos los tipos de hábitats presentes en el río (muestreo multihabitat), que es lo que requiere el ABI. No se debe aplicar métodos que usen datos de un solo tipo de hábitat, Después de haber obtenido la muestra, se puede hacer una primera identificación de los organismos en campo y registrar sus rangos de abundancia en la hoja de campo donde se listan las familias de macroinvertebrados que es posible encontrar en los Andes por encima de los 2000 msnm. El muestreo se repetirá hasta que no aparezcan nuevas familias

de macroinvertebrados en la identificación en campo; las claves taxonómicas y dibujos aunque facilitan el reconocimiento de los macroinvertebrados requieren de un cierto conocimiento previo para su correcta utilización. Para las estaciones de referencia, se recomienda llevar las muestras al laboratorio, previo etiquetado y conservación con formol al 10 % (o alcohol al 90 %) y hacer una separación e identificación de los individuos, para evaluar el grado de concordancia entre la identificación en campo y la de laboratorio y los correspondientes valores del ABI (Ríos et al.) y su cálculo es similar al del IBMWP (Alba-Tercedor & Sanchez Ortega, 1988; Alba-Tercedor et al., 2002), el cual constituye una suma de las puntuaciones de todas las familias presentes en el sitio.

Los niveles de tolerancia/sensibilidad de cada familia. Para una determinación más detallada de los organismos se aconseja recurrir a bibliografía especializada para la región neotropical (Roldan, 1988; Fernandez & Dominguez 2001) y también revisar los recursos propuestos en www.ecostrimed.net.

Indicadores fisicoquímicos- Características físico químicas se mide in situ: Generales y contaminantes específicos (Incumplimiento de umbrales de calidad). **Indicadores biológicos: Flora** acuática (Índice IPS (diatomeas), fauna bentónica (Índice IBMWP) y fauna ictiológica (Índice IBICAT (métricas). **Metodología físico química. En campo:** Temperatura, Conductividad, pH, Oxígeno.

Laboratorio: Sólidos suspensión, nitratos, nitritos, amonio, fosfatos, cloruros, sulfatos, alcalinidad, turbidez, Coliformes fecales, DBO5”.

Palabras claves: Estado-ecológico, CERA, Indicadores-hidromorfológicos, Indicadores QBR, Indicadores IHF, ABI.

9. Macroinvertebrados bentónicos y calidad de agua del río Kayra, distrito de San Jerónimo, Cusco

Autor: M. Trujillo Palomino y P. Yanque Yucra

E.P. de Biología / Facultad de Ciencias / Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Los autores detallaron que "el estudio fue realizado entre abril y diciembre del 2015 en el río Kayra, distrito San Jerónimo, Cusco, y tiene por objetivo el evaluar la calidad de agua del río, mediante el uso de macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores.

Para la evaluación biótica se utilizó el índice BMWP modificado e Índice Biótico de Familia (IBF); además, se incluyó el análisis de parámetros físicos y químicos.

Las estaciones de muestreo se ubicaron a diferentes altitudes; además, se aplicaron índices no paramétricos para determinar la diversidad alfa y beta que permitió comparar las condiciones bióticas de las diferentes estaciones de muestreo.

Los parámetros físicos y químicos de las aguas como pH, temperatura, conductividad eléctrica y Oxígeno Disuelto se encuentran dentro de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental correspondiente a la categoría 3.

Los fosfatos y nitratos presentes en la parte baja del cauce, superan los valores establecidos.

La **composición de las comunidades de macroinvertebrados** del cuerpo de agua, en general, está conformado por:

32 familias distribuidas en 11 órdenes

Predominio de órdenes: Coleóptera, Plecóptera y Ephemeroptera, con un total de 4342 individuos recolectados en ambos muestreos.

La diversidad de Shannon muestra que existe mediana diversidad, mientras que de acuerdo a **Simpson** se reporta alta diversidad por consiguiente una menor dominancia.

Según el **índice de Jaccard**, la similitud entre estaciones disminuye respecto a la primera (cabecera de cuenca) conforme se va descendiendo.

El **índice BMWP modificado** establece que la calidad de agua va de "excelente" a "regular" y el IBF considera una calidad de "muy buena" a "regular" para ambos muestreos.

En síntesis, se puede considerar que **los índices bióticos** aplicados reportan resultados similares respecto a la calidad del agua”.

Palabras clave: Bioindicadores, calidad de agua, macroinvertebrados bentónicos, río Kayra. San Jerónimo.

10. Determinación de los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua filtrada en la planta de tratamiento de agua potable de Santa Ana EPS SEDACUSCO S. A.

Autores: Nicole A. Luque Callo; Yanet Mendoza Muñoz, Hermes Huamán Huamán y Carlos Ricardo Ormachea Gamero.

E.P. de Biología / E.P. de Medicina Humana / UNSAAC / **Proyecto:** Implementación de un Sistema de Múltiples Barreras para Eliminar Quistes de Protozoarios Patógenos del Agua Potable de la Fuente Piuray.

Los autores explicaron que “El objetivo fue determinar el estado de los filtros horizontales. Para determina el estado de conservación de la infraestructura, se entrevistó al Ing. responsable (PTAP de Santa Ana EPS SEDACUSCO S. A.), utilizando tablas adaptadas del formulario PVICA-3 DIGESA, así 1) **la Inspección en la planta de tratamiento** para evaluar el estado de conservación de la infraestructura y operatividad de los filtros horizontales, que permitió la evaluación del estado sanitario. 2) **La inspección a los filtros.** Para los **análisis físicos y químicos del agua y determinación de Organismos de Vida Libre (OVL-Algas)**, las muestras se tomaron de los filtros: 3, 7, 9 y 9B (del agua pre filtrada y post filtrada, agua para consumo humano), de la PTAP de Santa Ana EPS SEDACUSCO S. A. del distrito del Cusco en el mes de junio 2019. El muestreo se realizó junto con la Empresa de Certificaciones del Perú S.A. (CERPER). Para los análisis físicos y químicos del agua las muestras fueron transportadas inmediatamente al laboratorio de Química a cargo del Ing. Mario Cumpa. La determinación de Organismos de Vida Libre (OVL-Algas), se realizó en el laboratorio de ensayo CERPER y Microbiología Médica de la E.P. de Medicina Humana – UNSAAC. Se estudiaron por los métodos de sedimentación y flotación.

Cuadro 1.

Resultado de la evaluación del estado sanitario de la infraestructura de abastecimiento de agua Piuray EPS SEDACUSCO, según formulario

Sistema de Agua potable			
Año de instalación	1970	Ente Ejecutor	SEDACUSCO S.A.
Periodo de rehabilitación		Entre seis a siete años	
Funcionamiento		Continuo	
Tipo de sistema de abastecimiento y fuentes			

Tipo de sistema de abastecimiento		Gravedad con tratamiento	
Tipo de fuente captada	Agua superficial con tratamiento	Número de fuentes	5
Nombre de la Fuente		Tipo de Fuente	
Piuray		Laguna (Fuente principal)	
Ñawipujio		Manantial	
Chaullamarca		Manantial	
Cuncunya		Superficial	
Fortaleza Nueva		Manantial	
Todas estas fuentes se mezclan en una cámara de carga			
Agua superficial con tratamiento (Planta de Tratamiento)			
Ubicación geográfica		Sector de Santa Ana, Cusco, Cusco, Cusco	
Coordenadas	Este	0176460	Norte 8504469
UTM			Altura 3553 (msnm)
Suministro	Gravedad	Proceso de tratamiento	Filtración Rápida
¿Existe cerco de Protección?			Si
¿Las estructuras de tratamiento están libres de inundaciones accidentales?			Si
¿La estructura está en buen estado y libre de rajaduras y fugas de agua?			Si
¿El interior de la estructura está limpio y libre de material extraño?			Si
¿Presencia de excremento y charcos de agua en un radio de 25 metros?			No
¿Presencia de actividad agrícola o minera en las inmediaciones?			No
¿Presencia de residuos sólidos (basura) en las inmediaciones?			No

En el cuadro 1 se evidencia que el sistema de agua posee una antigüedad de casi 50 años, lo cual lo hace algo obsoleto, no obstante, el constante mantenimiento y cuidado, hacen que este aún pueda mantener un cierto rango de eficacia.

Cuadro 2.

Resultado de la inspección a los filtros - Estado de conservación de la infraestructura

Tipo de filtros	Rápido, horizontal	
Número de filtros:	10	
Material de la Infraestructura	Hierro dúctil	
Dimensiones de cada filtro	7.20m * 2.60 m	
Volumen de los filtros	35 lt/s	
Diámetro mayor de los tubos de conexión a los filtros	14 pulgadas	
¿La estructura está protegida?		Si
¿Las estructuras están en buen estado?		Si
¿Las estructuras están libres de rajaduras?		Si
¿Existen fugas de agua?		No
¿La limpieza se realiza de manera periódica?		Si
¿La limpieza está cronogramada?		Si
¿Presencia de residuos en un radio de 10 metros?		No
Determinación del estado de los filtros		
Estructura interna	Espacio vacío con lecho filtrante y toberas	
Número de toberas	980	
Tipo de limpieza	Usando aire y agua	
Frecuencia de limpieza profunda	Dos veces al mes	
Frecuencia de limpieza somera	Semanal	
Periodo de renovación de toberas y lecho filtrante	Cada seis a siete años	

Ultima renovación del lecho filtrante	2015	
¿El interior de la estructura está limpio y libre de material extraño?		Si
¿Cuenta con registro de limpieza y mantenimiento de los filtros?		Si
¿Ha realizado cambio y/o reposición del lecho filtrante en los últimos dos años?		No

Por el cuadro 2 podemos decir que existe un constante mantenimiento y limpieza de la batería de filtros horizontales de parte del personal encargado, adicionalmente se pudo comprobar la existencia de equipos de bioseguridad cuando se realiza las tareas de limpieza.

Resultados – de la determinación de (OVL-Algas). Presentaron Organismos de vida Libre como: microalgas: **diatomeas del *Phyllum Bacillariophyta***: *Nitzschia acicularis* en número de 166712, 85398, 39738 y 87767 algas/L, *Fragilaria* sp con 4208, 2874, 2182 y 2944 algas/L; **algas verdes del *Phyllum Chlorophyta***: *Coelastrum microporum* 7360, 4982, 3598 y 4944 algas/L y *Oocystis* sp 146047, 7230, 11660 y 29916 algas/L. **Fitoflagelados del *Phyllum Cryptophyta***: *Cryptomonas* sp con 10659, 5122, 4582 y 71186 algas/L.

Conclusiones. Los filtros horizontales evaluados en cuanto:

Al estado de conservación de la infraestructura, operatividad y estado sanitario están en constante mantenimiento y limpieza, tienen un cierto grado de eficacia, por su antigüedad de 50 años.

A los parámetros físicos y químicos evaluados Cumplen con el LMP según los ECAs para agua, aprobados por el D. S. N° 004-2017-MINAM y D. S. N° 031-2010-SA/ MINSAs- DIGESA.

Pero por la presencia de OVL-Algas, No Cumplen el Límite Máximo Permisible (LMP) del Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano (D. S. N° 031-2010-SA/ MINSAs- DIGESA).

Se considera que los filtros necesitan ser renovados, siendo que el estado de conservación de la infraestructura de los filtros posee una antigüedad de casi 50 años”.

Palabras clave: Filtros horizontales, PTAP - Santa Ana, EPS SEDACUSCO S.A., microalgas, parámetros físicos-químicos.

11. Escarabajos acuáticos y su uso como indicadores de calidad de agua.

Autor: Abdiel A. Bustamante-Navarrete

E.P. de Biología / Facultad de Ciencias / Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco / Colección Entomológica UNSAAC.

El autor, explicó que “Oscoz et al 2009 dicen que los sistemas fluviales, como indicadores elementales del estado de conservación del medio natural, proporcionan información sobre la situación y calidad del ecosistema.

Roldan 2001 menciona que dentro de las comunidades presentes en estos sistemas están los macroinvertebrados acuáticos, y que con frecuencia son el principal componente animal de los sistemas lóticos, y cuya actividad biológica permite entender la dinámica del sistema que habitan, y los estudios de su taxonomía y distribución, brindan información para comprender la ecología y el papel que desempeñan en el medio.

Lawrence y Newton 1995, Beutel y Leschen 2005, Zhang 2011 refieren que El orden Coleóptera es el grupo más diverso de la clase Insecta (387000 especies en casi 170 familias.

La mayor parte de ellos son terrestres, existen más de 12600 especies que presentan al menos alguno de sus estadios de desarrollo en el agua. Los coleópteros acuáticos son organismos que están en todo tipo de aguas continentales, donde pese a no alcanzar grandes densidades, son importantes en las cadenas tróficas como alimento, como depredadores y como consumidores de algas y detrito orgánico.

La importancia de algunas especies radica también en su potencial uso como bioindicadores para evaluar ambientes acuáticos, actividad donde los coleópteros están ganando reconocimiento por ser muy abundantes y diversos en la mayoría de los ecosistemas acuáticos, destacando la familia *Elmidae*.

La fauna de coleópteros acuáticos en el Perú ha sido poco estudiada, sin embargo, existen registros de estos organismos en el territorio, principalmente dentro de las familias *Dryopidae*, *Limnichidae*, *Psephenidae*, *Gyrinidae*, *Dytiscidae*, *Elmidae*, *Hydrochidae* e *Hydrophilidae*; que en conjunto arrojan cerca de 216 especies en 77 géneros y 11 familias, siendo *Elmidae* la familia más rica en especies. Esto es consecuente con estudios realizados en diferentes ambientes lóticos de Perú, donde los *Elmidae* fueron los coleópteros con mayor riqueza; esta familia incluye cerca de 315 especies

y es la tercera familia de coleópteros acuáticos de mayor diversidad en Sudamérica.

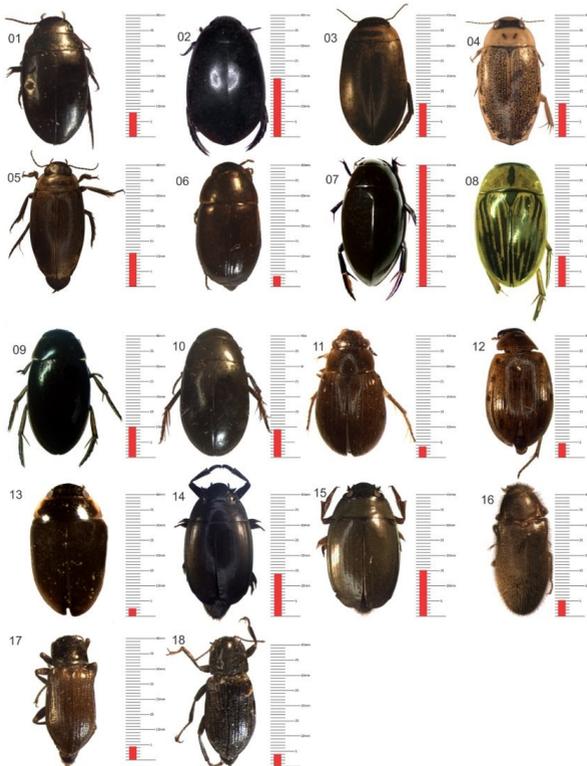


Figura 1. Coleópteros acuáticos del Cusco

Fuente: Reporte de Abdiel Arnaldo Bustamante Navarrete

Nota: Elmidae se halló exclusivamente en la zona altoandina (3300 y 3600 m.)

A nivel mundial, los elmidos destacan por su gran riqueza específica (1330 especies). Esta riqueza se debe probablemente a que estos insectos son organismos verdaderamente acuáticos y muy comunes en ambientes lóticos; por otro lado, son capaces de colonizar diferentes hábitats (grava, rocas, raíces de árboles, hojas en descomposición, vegetación y musgos acuáticos) y se les encuentra en un amplio rango de distribución espacial y altitudinal. A excepción de los *Elmidae*, *Dryopidae*, larvas de *Psephenidae*, algunos *Hydrophilidae* como *Berosus*, etc., no todos los coleópteros acuáticos

podrían ser usados como indicadores de calidad de aguas debido a que la mayoría de los grupos respiran aire atmosférico y no el oxígeno disuelto en el agua, sin embargo, podrían ser útiles para medir otros parámetros de contaminación dentro de los ecosistemas acuáticos, complementando a las lecturas hechas con los órdenes *Plecoptera* y *Trichoptera*, los grupos más usados en este tipo de evaluaciones”.

Palabras claves: *Coleoptera*, diversidad - acuática, Oxígeno - Disuelto, Bioindicador - ambientes - acuáticos.

12. Calidad del agua frente al cambio climático en la cuenca de Pitumarca

Autora: Mg. Rocío Venero Mellado

Autoridad Nacional del Agua – ANA.

La autora explico que “La Autoridad Nacional del Agua (ANA), adscrita al Ministerio de Agricultura y Riego (Minagri), en el marco de sus competencias realiza el monitoreo participativo de la calidad del agua superficial en la cuenca Pitumarca que recibe diversas fuentes contaminantes asociados a la actividad antropogénica.

El objetivo de la presente actividad es implementar estrategias orientadas a la recuperación y protección de la calidad de los recursos hídricos.

El Ing Leonardo Abad Centeno Vilca en el Estudio de Diagnóstico y Plan de Gestión de Recursos Hídricos en la Cuenca Vilcanota Urubamba – Fase I / ANA-DCPRH-ALA CUSCO, informa que: En marzo de 2 009, se promulgó la Ley N° 29 338 Ley de Recursos Hídricos, vigente a la fecha mencionado a una sola Autoridad en la gestión del agua, siendo la Autoridad Nacional del Agua, el ente rector del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos que tiene por finalidad el aprovechamiento sostenible, la conservación y el incremento de los recursos hídricos, así como el cumplimiento de la política y estrategia nacional de los recursos hídricos y el plan nacional de recursos hídricos en todos los niveles de gobierno y con la participación de los distintos usuarios.

Los Concejos de Recursos hídricos de Cuenca son órganos de naturaleza permanente integrantes de la Autoridad Nacional, con el objeto de participar en la planificación, coordinación y concertación del aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos.

Autoridad Nacional del Agua (ANA). Es el ente rector y la máxima autoridad técnico - normativa del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos. Esta autoridad tiene como funciones entre otras la de elaborar la política y estrategia nacional de los recursos hídricos y el plan nacional de gestión de los recursos hídricos; establecer los lineamientos para la formulación y actualización de los planes de gestión de los recursos hídricos de las cuencas; proponer normas legales en materia de su competencia, así como dictar normas y establecer procedimientos para asegurar la gestión integral y sostenible de los recursos hídricos, según Ley N° 29 338-Ley de Recursos Hídricos.

En cuanto a la **Contaminación del agua** se define como la acción y el efecto en introducir materias o formas de energía, o modificar sus condiciones perjudicando la calidad del recurso en relación con usos o funciones ecológicas específicas.

La contaminación de las aguas se produce de dos formas:

- 1) Natural: circulación de las aguas superficiales y subterráneas que oxidan y diluyen los minerales de las rocas, yacimientos minerales y fuentes hidrotermales; incorporando a las aguas, sustancias químicas tóxicas como los metales, sales, radioactivas, etc.
- 2) Antrópicas: Vertimientos de insumos y residuos de los procesos productivos: en la agricultura, minería, agroindustria, residuos de las poblaciones-sustancias microbiológicas, compuestos químicos y sólidos no biodegradables.

Parámetros Determinantes de la Calidad del Agua Físicos.

Turbidez, color, temperatura, conductividad eléctrica, pH, olor y sabor.

Parámetros Químicos: grasas y aceites, oxígeno disuelto (OD), alcalinidad, dureza, Nitrógeno, Fosfato, Arsénico (As), Boro, Bromo (Br), Cadmio, Cromo Hexavalente (Cr+6), Cobre (Cu), Cianuro (CN), Hierro (Fe), Mercurio (Hg), Plata (Ag), Plomo (Pb).

Parámetros bacteriológicos. Las bacterias patógenas producen enfermedades, las no patógenas son inocuas. Las bacterias aeróbicas requieren de oxígeno para existir, las anaeróbicas no necesitan de oxígeno. El agua contaminada con aguas negras contiene *Escherichia coli*. Este tipo de bacterias es fácilmente controlado cuando se potabiliza el agua empleando cloro libre.

Vertimientos de Aguas Residuales Domésticas. Son vertimientos de aguas utilizadas en las actividades domésticas.

Esta agua al ser descargadas sin tratar a los cauces naturales contaminan las aguas donde descargan.

Los principales contaminantes de las aguas residuales están relacionados con materia orgánica biodegradable, cuyo alto contenido de DBO en el entorno acuático puede llevar al agotamiento de los recursos naturales que requieren de oxígeno y al desarrollo de condiciones sépticas; con presencia de organismos patógenos que traen como consecuencia infecciones gastrointestinales y cutáneas en el hombre al hacer uso de las aguas para la preparación de sus alimentos y riego debido a hongos.

De la investigación realizada.

En el río Pitumarca aguas abajo del centro poblado del mismo nombre se registra la presencia de bacterias Coliformes termotolerantes que superan el estándar de calidad ambiental para la categoría 3 agua de riego y bebida de animales (1000 NMP/100 ml).

Sin embargo; no se ha registrado metales totales entre otros que superen en ECA Agua.

Evaluar la calidad del agua en la cuenca Pitumarca es indispensable como fuente de:

- 1) Agua para las actividades para el uso poblacional y
- 2) Vida en los ecosistemas de montaña.

La calidad del Agua registrada en el río Pitumarca, supera el ECA agua, por la presencia de aguas residuales sin tratamiento provenientes de la población de Pitumarca y Checacupe.

En la parte alta de la cuenca los análisis demuestran que se considera agua de buena calidad, información importante para los servicios Ecosistémicos. Esta información de estudios de línea de base son los que servirán para evaluar tendencias de ecosistemas por lo tanto la ANA seguirá evaluando la calidad del agua".

Palabras claves: Cambio climático, ECA Agua, agua para consumo, contaminación del agua, Cuenca de Pitumarca.

Capítulo 6

SOSTENIBILIDAD DEL AGUA - CONSERVACIÓN



Figura. Cusco 28 de octubre 2019 - inauguración del CCI

1. Cosecha de agua en la provincia de Quispicanchi – Cusco

Autor: Mg. Aristides Díaz

Asociación "Jesús Obrero" – CCAIJO

El expositor desarrollo el tema sobre "los conflictos sociales por el acceso, control y uso del agua fueron evidentes a partir de la década del 90. Ante esta situación, se realizó la propuesta de la cosecha de agua de lluvia mediante la construcción de "micropresas" en las partes altas de las montañas.

El objetivo de la propuesta es incrementar la oferta hídrica, que está reduciéndose producto del cambio climático, para impulsar el crecimiento de la actividad agropecuaria

El logro de este objetivo descansa en la construcción de presas, atajados, reservorios que permitan almacenar agua de lluvia, evitando que se pierdan a través de los ríos.

Estrategia para implementar la propuesta. Sensibilización. Viajes de intercambio. Capacitación. Organización. Concertación.

La propuesta se implementó en la provincia de Quispicanchis. Definición de una micropresa. Es un dique construido en base a arcillas, piedras y arena (material de zona), en la parte más angosta de una depresión natural del suelo, que capta y almacena agua proveniente de las lluvias (enero – marzo). Luego es utilizado para regar en los meses de estiaje, ampliando la frontera agrícola, intensificando el uso del suelo. Para la construcción de la micropresa se consideran las etapas: identificación de la probable localización, prospección geológica preliminar, estudios, geológicos definitivos, expediente técnico y ejecución de obra.

Componentes de la micropresa. Vaso de almacenamiento



Figura 1. Canales de recolección de agua.



Figura 2. Salida de agua o desagüe

Resultados alcanzados. En Quispicanchi están operativas 16 micropresas almacenando 1.5 millones de m³ de agua de lluvia, regando 300 ha de tierras agrícolas. En promedio cada micropresa tiene una capacidad de 85,000 m³. El costo promedio de una micropresa es de US\$ 100,000.00 a todo costo, de esto un 15 - 20 % es valorización del aporte de mano de obra comunal. El financiamiento inicialmente la asumió CCAIJO en un 100 %, con el apoyo de agencias de cooperación internacional. En un segundo momento se cofinanciaron entre CCAIJO y las Municipalidades locales. Finalmente son las municipalidades quienes han asumido el costo total de las obras. Convirtiéndose en una de las propuestas más exitosas y transferidas al sector público. En el distrito de Ccatcca ha significado el tránsito de la actividad agrícola a la ganadería: producción de cuyes y ganado lechero.

Las familias campesinas, vía presupuesto participativo solicitan la construcción de más micropresas, en otros casos complementan las existentes con sistemas de riego presurizado.

Impactos alcanzados. Se ha validado una propuesta de desarrollo a partir de un modelo de intervención cuyas etapas son: diseño de proyectos innovadores, implementación de proyectos, validación de la propuesta, réplica de las experiencias validadas, (difusión, incidencia).

Es posible hacer cambios en el sistema productivo, a partir de contar con una propuesta dialogada con la población y sus autoridades. A nivel poblacional: el incremento de la disponibilidad hídrica ha desencadenado procesos de reacomodo y redefinición de las actividades productivas. En el caso del distrito de Ccatcca donde se concentró la mayor cantidad de minipresas, ha significado el tránsito de la actividad agrícola a la actividad ganadera. El trabajo con las organizaciones ha permitido movilizar a comunidades aun siendo de diferentes distritos.

Contribuciones. La cosecha de agua, permite la recarga de los acuíferos aguas abajo. La evaporación atenúa la fuerte radiación solar que se presenta en los últimos años. Es una solución al déficit de agua. Disminuye los conflictos sociales. A la recuperación de los ecosistemas de cabecera. A la seguridad hídrica de la población (agua potable)”.

Palabras clave: Cosecha de agua, déficit de agua, micropresas, participación comunal, cambio de actividades agrícolas, producción anual.

2. Propuesta de recarga de acuíferos con la reforestación de áreas degradadas

Autor: Blgo. Carlos Alfaro Jiménez

Municipalidad Provincial del Cusco, Gerencia de Medio Ambiente.

El expositor realizó el “**Análisis: punto de partida.** Evaluación de efectos de las actividades antrópicas son cambio de uso de suelo, construcciones, incendios forestales. La resiliencia al cambio climático.

Los beneficios de la reforestación.

Los bosques andinos generan dos factores.

- 1) Las precipitaciones relativamente altas y bien distribuidas a lo largo del año, y
- 2) La evapotranspiración.

A estos procesos se suma la precipitación horizontal, ya que tanto el dosel de los árboles como las epifitas (musgos y líquenes) absorben y retienen la humedad para luego liberarla por goteo.

En las épocas secas, la precipitación secundaria por captura de niebla resulta primordial porque viene a ser el único suministro de agua al sistema hidrológico.

La cobertura vegetal

- Protege las capas (orgánicas y mineralización) del suelo y
- Contribuye a regular los flujos hídricos

Por lo tanto resguarda el suelo de la acción de las precipitaciones pluviales y la escorrentía:

- Reduciendo la erosión en las pendientes
- Moderando las cargas de sedimento en suspensión en las quebradas
- Recargando los acuíferos subterráneos.

De esa manera, la cobertura vegetal mantiene la capa fértil en los niveles superiores del suelo, donde es accesible a las plantas.

En este sentido el Proyecto está en etapa de pre-inversión Recuperación de los Servicios Ambientales de Ecosistemas Forestales para la Adaptación al Cambio Climático en las Comunidades Campesinas de los distritos de Poroy y Ccorca de la Provincia del Cusco.

*Cuadro 1.
Sistemas ecológicos de los distritos de Ccorca y Poroy*

Distrito	metros altitud	de	Sistema ecológico	Área (Ha)	%
Ccorca	3 635		a	89.29	0.43
			h	37.23	0.18
Poroy	3 490		a	1245.55	6.15
			h	615.41	3.04

Fuente: Equipo técnico de la sub gerencia de ordenamiento territorial, MPC. 2013. GRC-FOT-2012.

Donde:

a= Áreas con actividad humana.

h= pajonales y matorrales altimontanos de la puna húmeda

El distrito de Ccorca poseen una diversidad biológica relativamente media a alta, debido principalmente a la escasa actividad humana existente en estas zonas.

Se ha identificado el problema central: Pérdida de los servicios ambientales de ecosistemas forestales en el proceso de adaptación al cambio climático en las comunidades de los distritos de Poroy y Ccorca de la Provincia de Cusco.

Objetivo: Recuperar los servicios ambientales de ecosistemas forestales para la adaptación al cambio climático en las comunidades campesinas de los distritos de Poroy y Ccorca de la provincia del cusco.

Identificación de las causas:

- Crecimiento urbano desordenado.
- Deforestación acelerada.
- Establecimientos de plantaciones en sistemas y áreas no adecuadas.
- Escasa Capacitación y Asistencia Técnica a los pobladores.
- Escaso control y vigilancia de zonas de protección.
- Tala indiscriminada de especies forestales nativas.
- Débil intervención de instituciones relacionadas al tema ambiental.
- Poca conciencia y sensibilización en cambio climática a los pobladores.
- Ocupación desordenada del territorio.
- Débil o poca organización
- Vacíos legales y/o debilidad en la legislación para sancionar penalmente a los infractores.

Se consideraron dos componentes para el proyecto:

- 1) Adecuada infraestructura productiva y logística de plántones para la forestación y reforestación (la construcción de un vivero forestal tecnificado implementado con túneles con estructura metálica y malla Rashell, riego por Microaspersión y nebulizadores para la producción de plántones (área de 4187 m², producción por año: 1'566,623 plántones).
- 2) Fortalecimiento de las organizaciones sociales para la instalación, manejo de plantaciones forestales y adaptación al cambio climático (cursos talleres en manejo forestal, cursos de capacitación a líderes y técnicos en manejo forestal, intercambio de experiencias a nivel nacional (selva central), campañas de sensibilización forestal y asistencia técnica forestal)".

Palabras clave: Recuperación Servicios Ambientales, Ecosistemas Forestales, Adaptación al Cambio Climático, Poroy-Ccorca, Organizaciones sociales.

3. Sistema de riego Sambor Huaypo

Autor: Ing. Eulogio Huamán M

Unidad Formuladora del Proyecto Especial Plan MERISS. Gobierno Regional del Cusco.

El expositor informó acerca del “Proyecto del Sistema de Riego Sambor Huaypo, se ubica entre los distritos de Huaroscondo y Zurite – Anta, Provincia el Cusco. Datos Técnicos: Área de riego de 2496 Ha. Usuarios de riego: 4313 familias. Inicio de ejecución y operación: 2006 y 2010. Inversión ejecutada: S/.38,503,689.

Plan de afianzamiento hídrico mediante represamiento para riego - incremento de agua disponible para uso regulado en riego: 10, 200,000.

Recurso hídrico principal considerado para el Proyecto.

Tabla 1.

Calidad de agua para riego

Fuente de agua	CE Mmhos/cm	pH	RAS	Clasificación
Rio Turpay	0,46	7,8	0,62	C1S1
Rio Cheche	0,36	7,6	0,64	C1S1

Nota: Para abastecimiento anual de la presa Huaypo se requiere el trasvase de 350 l/s durante 5.5 meses en época de lluvias.

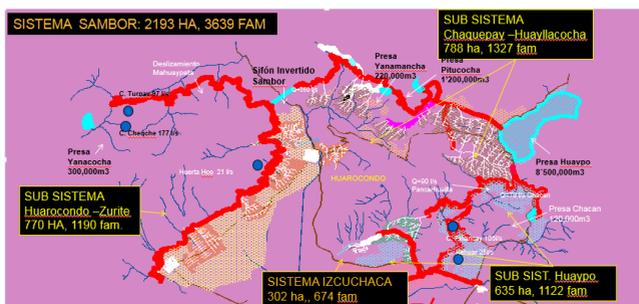


Figura 1. Planteamiento hidráulico del sistema de riego Sambor Huaypo

Área total del sistema riego Sambor Huaypo: 2 485 Ha.
Familia de usuarios: 4 313

Área de riego mejorada: 447Ha.
Área incorporada a riego: 2 948 Ha.
Ha. Total 2 495 Ha.

Riego por gravedad: 1 390 Ha.
Riego por aspersión: 1 105 Ha.
TOTAL: 2 495 Ha.

Los principales logros de la puesta en funcionamiento del sistema son: Se construyeron 4 presas para incremento neto de agua para agricultura, 3 operan según lo previsto 1 está en consolidación (9 años).

La redistribución de agua entre sectores con privilegios ancestrales y sectores carentes de ésta. La aplicación de tecnología de riego por aspersión y riego por gravedad que está en proceso de masificación. Incremento del valor de producción agropecuaria bajo riego.

Incidencia en la dinamización de mercados locales y regionales por incremento de la producción agropecuaria. La recuperación del nivel de agua de la laguna de Huaypo generó el incremento (recuperación) de flujo de agua de manantes existentes.

El flujo de agua de trasvase de alta calidad para riego a la laguna de Huaypo generó el repoblamiento de especies de fauna y flora acuática. Mejora del paisaje con incidencia en la actividad turística nacional e internacional.

Resultados logrados con la ejecución del proyecto.

Previstos: Se construyeron 4 presas para incremento neto de agua para agricultura, 3 operan según lo previsto 1 está en consolidación (9 años), La redistribución de agua entre sectores con privilegios ancestrales y sectores que carecían de agua fue un proceso. La ejecución del proyecto desestabilizó temporalmente los derechos ancestrales de acceso al agua, actualmente se llegó a un nuevo equilibrio de derechos. El incremento del valor de producción agropecuaria bajo riego es evidente.

No previstos: La recuperación del nivel de agua de la laguna de Huaypo, generó el incremento (recuperación) de flujo de agua de manantes existentes en la zona de influencia del proyecto. El flujo de agua de trasvase de alta calidad para riego a la laguna de Huaypo generó el repoblamiento de especies de fauna y flora acuática. En caso de que el proyecto no se ejecutaba, la laguna de Huaypo, estaría en una situación más crítica, la población estaba ganando terreno para siembras mediante el motobombeo. La recuperación de la Laguna de Huaypo ha generado la mejora del paisaje y tiene incidencia en la actividad turística nacional e internacional”.

Palabras clave: Proyecto de riego Sambor - Huaypo, Afianzamiento Hídrico, represamiento para riego, resolución de conflictos.

4. Forestación y restauración del ciclo hídrico

Autor: **Mg. Juan F. Costa**

Dirección de Gestión de la Investigación, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco – UNSAAC.

El expositor remarcó lo siguiente: “El MINAGRI indica que la Ley N° 30160 declara de interés nacional, necesidad y utilidad pública, la ejecución de proyectos de inversión pública en la sierra para la siembra y cosecha de agua. El concepto de “servicios Ecosistémicos” no debe entenderse sólo como un aporte a las soluciones hídricas para las partes media/baja de la cuenca, sino particularmente como aporte a la seguridad hídrica de los propios grupos gestores de las medidas de siembra y cosecha de agua en sus espacios locales.

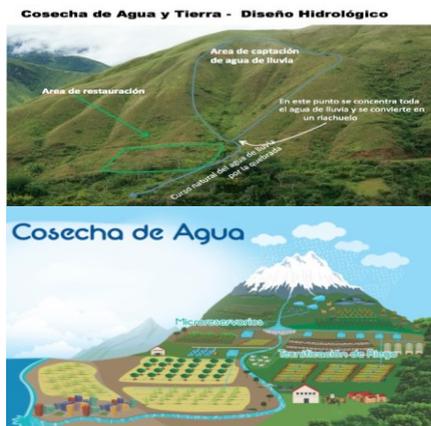


Figura 1. Cosecha de agua

Siembra de agua.

Se centra en la recarga hídrica del suelo, subsuelo y/o acuíferos.

Cosecha de agua.

“Se refiere a las intervenciones intencionales para retener, infiltrar, almacenar y regular aguas provenientes directamente de la lluvia, para su aprovechamiento en determinado lugar y tiempo” (MINAGRI, 2015).

El concepto se relaciona con el almacenamiento local del agua, previamente interceptada o captada en cuerpos superficiales o subterráneos, así como la regulación de sus momentos y caudales de descarga

El MINAGRI refiere que el cambio de paradigma desde una gestión de caudales hacia una visión más amplia que incorpore la gestión de las aguas de lluvia, abre enormes perspectivas de desarrollo hídrico-productivo.

Ciclo Hídrico / Ciclo Hidrológico. El movimiento a través del suelo y la vegetación representa el 62% del agua dulce que se renueva cada año a nivel global (UNESCO, 2007). En un clima templado, el 33% de la precipitación total vuelve a la atmósfera por evaporación o evapotranspiración, el 33 % se convierte en agua superficial a través de la escorrentía y el 33% recarga las aguas subterráneas (UNESCO, 2007). En un clima semiárido, los valores son

de 50% de evaporación, 30% de aguas superficiales y 20% agua subterránea. En un clima árido, los valores son de 70% evaporación, 29% aguas superficiales y 1% de agua subterránea (UNESCO, 2007).

Balance Hídrico. Excedente de lluvia. Agua de escorrentía. Condición hidrológica del suelo.



FIGURA 2 Los variados patrones radiculares permiten la coexistencia de diversas poblaciones en una comunidad, lo cual se ejemplifica en tres grupos sobresalientes: a) las cactáceas que básicamente presentan un sistema de raíces muy amplio y superficial, b) las anuales que desarrollan raíces efímeras y c) los arbustos con raíces profundas.

Figura 2. Las plantas y la captación e interceptación del agua.

Fuente: Granados-Sánchez et al., 1997

En las ciudades y las fajas marginales de los cuerpos de agua, el ciclo hídrico se ve interrumpido debido a la eliminación de la cobertura vegetal o la modificación de la superficie del suelo impidiendo el desarrollo de las distintas etapas del ciclo.

La cobertura vegetal produce la interceptación del agua de precipitación, permitiendo la evaporación de esta agua, devolviéndola a la atmósfera.

La vegetación cumple funciones reguladoras durante el ciclo hídrico, pero se deben considerar diversos beneficios desde el punto de vista económico, social y ambiental de su utilización como parte de los ecosistemas naturales y antrópicos”.

Palabras clave: Forestación, restauración del ciclo hídrico.

5. **Identidad ambiental, actitud y comportamiento de conservación de agua en la comunidad campesina de Chillca-Pitumarca-Canchis-Cusco, 2018**

Autor: Daniel Carbajal Huancahuire

E.P. de Biología / Facultad de Ciencias / Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

El autor explica que “Estudió la relación entre identidad ambiental, actitud y comportamiento de **conservación de agua**, y las dimensiones de la identidad ambiental en los pobladores de la Comunidad Campesina de Chillca.

Esta comunidad se encuentra situada en un ecosistema de alta montaña de la región Cusco, y es afectada por la escasez de agua debido al retroceso glaciar que ocasiona el cambio climático.

Perspectivas psicológicas sobre:

En base a Swim y cols 2009:

Impulsores del proceso climático: Conductas humanas, consumo económico y ambiental.

Impactos en los individuos y sociedades: percepción de riesgo, estrés y salud mental, tensiones intergrupales y conflictos, activar la acción pro-ambiental.

Respuestas del cambio climático antropogénica.

Contexto Institucional, Social y Cultural: Representaciones públicas del cambio climático.

Normas patrones de consumo y población: recursos comunitarios.

Factores individuales, móviles demográficos, móviles psicológicos, resistencia al cambio, recursos individuales.

Mitigación: cambio conductual para reducir GEI

Adaptación: afrontamiento individual y comunitario.

Para el estudio se aplicó:

- La Escala de Identidad Ambiental de Susan Clayton y
- El Cuestionario de Actitudes y Comportamientos de Conservación de Agua desarrollado por Sara Dolnicar y Anna Hurliman.

Muestra: n=211

Los resultados muestran:

Tabla 1.
Correlación entre comportamiento de conservación de agua y relevancia de la identidad

		Relevancia de la identidad
Comportamiento de conservación de agua	r	.34**
	p	0.000
	n	211

El valor $r = .34$ representa una correlación directa media entre la relevancia de la identidad y el comportamiento de conservación de agua en los pobladores de la Comunidad de Chillca. El valor P es de $P=0.000$.

Tabla 2.
Resumen de correlaciones de identidad ambiental, actitud y comportamiento de conservación de agua

VARIABLES	Identidad ambiental	Actitud	Comportamiento
Identidad ambiental	r =1	r=19	r=46
	r=19	r=1	r=21
Actitud	r=46	r=21	r=1

Se aprecia una correlación directa mayor en relación a las variables de identidad ambiental y comportamiento, seguido de actitud y comportamiento y finalmente identidad ambiental y actitud.

Conclusiones:

Una relación directa entre identidad ambiental, actitud y comportamiento de conservación de agua. La correlación más significativa se da entre identidad y comportamiento. Mientras que las correlaciones entre identidad y actitud, actitud y comportamiento, son débiles. Por otro lado, las dimensiones de la identidad ambiental muestran correlaciones positivas débiles con la actitud. En tanto el comportamiento presenta correlaciones medias con la autoidentificación, las emociones positivas y la relevancia de la identidad. Una correlación significativa con la ideología. El estudio confirma: La Teoría de la Identidad Ambiental y La Teoría de la Conducta Planificada sobre el rol influyente de la identidad. La actitud en el comportamiento proambiental de la conservación del agua”.

Palabras clave: Identidad ambiental, actitud y comportamiento de conservación de agua, Chilca- Pitumarca.

6. Aves de la laguna de Piuray, importancia para el turismo

Autor: Edut Flores-Huamán y Juan F. Costa

E.P. de Turismo / Facultad de Ciencias / Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco / Dirección de Gestión de la Investigación, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco – UNSAAC.

Los autores explicaron que “En el mundo, se tiene un registro de 9993 especies de aves contenidas en 16 órdenes, 187 familias y 2030 géneros (Chatterjee, 2006).

El número total ha variado debido a las constantes revisiones y descripción de nuevas especies.

En Perú, el número de especies registradas es tema de discusión. Lepage (2016) reporta hasta 1818 especies para Perú, superado por Brasil y Colombia con 1828 especies y 1910 especies, respectivamente. Otra fuente (<http://www.peru.org.pe/birds.asp>, 2011) provee una lista de 1831 especies para Perú.

Dentro del turismo ecológico, la observación de aves es una actividad que dinamiza la economía de las localidades donde se practica, en la que se encuentran asociados la prestación de servicios turísticos, agentes involucrados y recursos turísticos.

Dionisio V. Moreno Berriochoa y José Cruz Bojorges Baños (2009) explican que el ecoturismo es una actividad que promueve una relación consciente entre hombre y naturaleza, sin alterar el estado del medio ambiente que se visita, generando beneficios económicos y culturales para la población.

El éxito en el tiempo del ecoturismo radica en saber preservar los recursos naturales existentes manteniendo un beneficio para las poblaciones actuales que les haga partícipes de la conservación.

Además estos autores presentan un análisis del estado situacional y las perspectivas de implementación de servicios turísticos asociados a la observación de aves.

En este estudio, se elaboró la lista de especies de aves asociadas a la laguna de Piuray (incluida la faja marginal) y se distinguen aspectos para la planificación de actividades de ecoturismo respecto de la observación de aves.

Se registraron 18 especies de aves como especies residentes y migratorias. Asimismo, estas especies han sido reportadas con diversos usos por los pobladores locales en otras lagunas altoandinas".

Palabras clave: Observación de aves, lagunas altoandinas, ecoturismo.

7. Diagnóstico de brechas de género y los recursos hídricos

Autora: Sara Mielgo Martín

Centro Guamán Poma de Ayala.

La expositora explicó que “Las brechas de género son notorias en el aspecto económico y educativo.

Estas diferencias son mucho más notorias en la zona andina rural (15% de analfabetismo: 34.3% mujeres y 9.5% varones).

El diagnóstico de brechas permite identificar y visibilizar las desigualdades que sufren las mujeres en el acceso, uso y control del recurso hídrico.

Para elaborar el diagnóstico se utilizaron métodos cualitativos y cuantitativos.

Se realizó una encuesta con 92 ítems. Se realizaron encuestas a 376 personas (190 mujeres y 186 varones) de las comunidades de los distritos de San Jerónimo, Oropesa, Saylla y Lucre.

Se identificaron 5 aspectos principales que se analizaron de acuerdo a los resultados:

- 1) Actividades reproductivas y saneamiento (el 85% de las personas que realizan las tareas del hogar son mujeres, 2% es realizado por las hijas frente al 3% de los padres)
- 2) Agua potable, desagüe y servicios higiénicos (EL 47% de las mujeres y el 47% de los hombres tienen acceso a agua potable, 3% de las mujeres y el 2% de hombres que no tienen acceso a este recurso)
- 3) Hábitos de higiene (76,75% de los hombres se duchan diariamente, frente al 53,92% de las mujeres.)
- 4) Organización y participación en los espacios públicos (53,7% de varones participa en las JASS y 38,6% de mujeres participan en las AMAPAFAS), y
- 5) Violencia de género e intrafamiliar (Un 29,25% afirma su existencia, 69,94% niega su existencia).

Existen desigualdades en el uso y control del agua, pero no en el acceso. Asimismo, existe la vulneración de los DDHH, principalmente, de las mujeres.

Los varones mantienen una posición de superioridad frente a las mujeres. Existe la interiorización y normalización de las desigualdades de género.

El trabajo de la mujer está invisibilizado produciendo una percepción de "feminización de la pobreza".

Palabras clave: Desigualdad, acceso al agua, usos del agua, valle sur, Cusco.

Capítulo 7

ACTAS Y ACUERDOS



Figura. Mesa redonda - Participación ciudadana -Faja marginal - preservación de la laguna de Piuray, durante el CCI.

**Acta de acuerdo del *Workshop*
Técnicas de tratamiento del agua
Dirigido por Profesionales de la Gerencia Ambiental
de la Municipalidad Provincial del Cusco**

ACTA DEL CONGRESO CIENTIFICO INTENACIONAL

“SISTEMA DE MULTIPLES BARRERAS PARA LA PRESERVACION DEL AGUA SEGURA Y SALUDABLE”

Siendo las 06:00 pm del día 28 de octubre del 2019, en la Sala Ollataytambo del Centro de Convenciones de la Municipalidad Provincial del Cusco, se lleva a cabo el CONGRESO CIENTIFICO INTENACIONAL “SISTEMA DE MULTIPLES BARRERAS PARA LA PRESERVACION DEL AGUA SEGURA Y SALUDABLE”.

Durante este primer día del Congreso se tuvo las siguientes conferencias a cargo de diferentes especialistas:

PhD Zhi Zhu, de la Universidad de Purdue, Indiana EE.UU. con los temas:

- “Eliminación de Contaminaste emergentes”
- “Control de nutrientes con técnicas de tratamiento de aguas residuales, que incluyen fosforo biológico mejorado y eliminación electroquímica de amoniaco”
- “Filtración electroquímica de antibióticos, Filtración electroquímica de genes de resistencia a antibióticos”

PhD David Martin Warsinger, con los temas:

- “Necesidad de agua en Cusco”
- “Nanotecnología en el tratamiento del agua potable en Cusco”

PhD Blanca Ríos Touma, de la Universidad de Las Américas, Ecuador, con el tema:

- “Restauración del hábitat en el contexto de la priorización de cuencas hidrográficas”
- “Protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA)”

Mgt. Sara Mielgo Martín, del Centro Guamán Poma de Ayala, con el tema:

- “Brechas de género en el Saneamiento básico”

Blgo. Carlos Alfaro Jiménez de la Gerencia de Medio Ambiente de la Municipalidad Provincial del Cusco con el tema:

- “Propuesta de recarga de acuíferos con la reforestación de áreas degradadas”

CAIJO con el tema de “Cosecha de agua”

DMW

BPP

ZZ

ACCIONES TENTATIVAS:

- Plan de Manejo de Cuencas
- Recobrar los ciclos ecológicos saludables
- Mejores hábitos en consumo del agua
- Bio alcantarillado, techos verdes
- Monitoreo ecológico
- Evitar que las aguas contaminadas vayan a los ríos.
- Parte social es importante para que en los trabajos o proyectos que existan en cuanto al manejo de aguas residuales este comprometida la comunidad para asegurar la sostenibilidad del proyecto.
- Actividades que sean ecológicamente eficientes

CONCLUSIONES

- Recomendar a las empresas prestadoras y administradoras de los servicios de agua y saneamiento considerar un Plan de Mejoramiento de Calidad de Agua, en el cual incluyan la protección de las fuentes de agua, la detección y tratamiento de agentes emergentes y la evaluación de fuentes de riesgo con un contexto social y técnico, que permita un adecuado tratamiento, planteamiento y capacidad, así como la implementación de políticas para otorgar agua segura y de calidad.
- Se recomienda el uso de energías renovables para bajar costos de tratamiento de aguas más sofisticados. En Cusco se utiliza cloro y las plantas de tratamiento que no controlan metales pesados y contaminantes emergentes. Por lo cual se plantea evaluar el uso de nuevas tecnologías en el tratamiento de agua segura como: la microfiltración (osmosis inversas); UV, Ozonización, Nitrificación y desnitrificación para la eliminación de amonio y nitratos, tratamientos electroquímicos para remoción de fósforo y el intercambio de iones, que permitan controlar las sales y metales pesados.
- Se propone restaurar y proteger las áreas de bosques de ribera de acuerdo a la realidad del Cusco, protegiendo las cabeceras de cuencas asegurando la cantidad y calidad de agua. Se sugiere elaborar un Plan de Manejo de Cuencas con infraestructura verde de aguas de escorrentía
- Se recomienda fortalecer los roles de la mujer en las organizaciones comunales de saneamiento básico para implementar un enfoque de género para el cierre de brechas
- Se recomienda aplicar técnicas sencillas y de bajo presupuesto para el manejo de cuencas que ayude a la planificación y el ordenamiento

DMW

BPT

ZZJ

territorial. Una opción de herramientas a bajo costo es el protocolo CERA, para la evaluación y control de la cuenca, que permitan tomar acciones de protección.

- Se propone evaluar el uso de la nanotecnología multifuncional que permita la absorción selectiva de metales como el cloro y el mercurio, así como la cristalización de ciertas sales y el control de bacterias y otros patógenos.
- Es posible también aplicar desnitrificación para la recuperación de humedales en proceso de Eutrofización. Así como el tratamiento de agua para el consumo humano y aguas residuales.
- Se propone como política de Gobierno Local desarrollar la recarga de acuíferos a través de Proyectos de Recuperación de Áreas Degradadas mediante la reforestación.

En ese sentido, habiendo dado a conocer las conclusiones del día, los expositores proceden a la firma del **CONGRESO CIENTIFICO INTERNACIONAL "SISTEMA DE MULTIPLES BARRERAS PARA LA PRESERVACION DEL AGUA SEGURA Y SALUDABLE"**.

Cusco, 28 de octubre del 2019

Bruno Postura
José Luis
M



Acta de acuerdo de la mesa redonda
Participación ciudadana
Faja marginal - preservación de la laguna de Piuray
Dirigido por los Profesionales de la SUNASS.

ACTA DEL CONGRESO CIENTIFICO INTERNACIONAL

"SISTEMA DE MULTIPLES BARRERAS PARA LA PRESERVACION DEL AGUA SEGURA Y SALUDABLE"

Siendo las 06:00 pm del día 29 de octubre del 2019, en la Sala Ollataytambo del Centro de Convenciones de la Municipalidad Provincial del Cusco, se lleva a cabo el "CONGRESO CIENTIFICO INTERNACIONAL "SISTEMA DE MÚLTIPLES BARRERAS PARA LA PRESERVACIÓN DEL AGUA SEGURA Y SALUDABLE". Durante este segundo día del congreso se tuvo diferentes exposiciones de los especialistas, conferencias a cargo de:

PhD Zhi Zhu, de la Universidad de Purdue, Indiana EE.UU, con el tema:

"Eutrofización y control del crecimiento microbiano".

Ing. Emiliano Sifuentes Minaya - Director de la Autoridad Administrativa del Agua-Urubamba-Vilcanota-ANA, con el tema:

"Ley de Recursos Hídricos y Delimitación de Faja Marginal (Marco Normativo y Procedimiento)".

Ing. Yhobet Suma Tairo – Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), con el tema:

"Alcances en la Normativa en el Sector Saneamiento".

PhD David Martin Warsinger- Instituto de Tecnología de Massachusetts, Cambridge-EEUU, con el tema:

DEMw

"Desalinización por osmosis inversa: procesos por lotes para mejorar el rendimiento".

PhD Blanca Ríos Touma-Universidad de las Américas-Ecuador, con el tema:

"El Desarrollo del Índice Biótico Andino".

Biol. Dimas Olaya Rivera-Especialista en RRHH de la Dirección del Ámbito de la prestación de SUNASS, con el tema:

"Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistemicos en el sector saneamiento" (MRSE).

Plan MERISS Cusco, con el tema:

"Experiencias en la Laguna de Huaypo".

JZ.

Arg. Eliana Ricalde Ríos –Centro Guamán Poma de Ayala, con el tema:

"Recuperación de la Faja Marginal del Rio Huatanay".

Biol. Juan Francisco Costa – Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC), con el tema:

"Forestación y Restauración del Ciclo Hídrico".

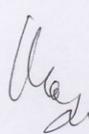
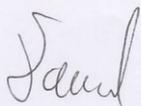
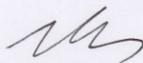
CONCLUSIONES:

- Es posible aplicar desnitrificación para la recuperación de humedales en el proceso de eutrofización. Así como, el tratamiento de agua para el consumo humano y aguas residuales.
- Se propone como política de Gobierno Local desarrollar la recarga de acuíferos a través de Proyectos de Recuperación de Áreas Degradadas mediante la reforestación.
- En la laguna de Huaypo, es posible la construcción de represas, con la finalidad de mejorar la disponibilidad del recurso hídrico (calidad y cantidad) y su uso en riego, además mejorar el paisaje y protección de la biodiversidad.
- Intervención en la faja marginal del Río Huatanay con la finalidad de recuperar y proteger el cauce del Río Huatanay.
- Valoración de los servicios de saneamiento, el acceso a los servicios de saneamiento, permiten:
 - ✓ Mejorar la calidad de vida de las personas
 - ✓ Inclusión en la sociedad
 - ✓ Mejora las condiciones de competitividad
 - ✓ Genera mayores posibilidades de actividades de ingreso
 - ✓ Disminuye incidencia de enfermedades de origen hídrico
- Recomendar la utilización de instrumentos para desalinizar agua, los cuales son comparativamente más baratos que los procesos para desalinizar agua del mar, esta agua puede ser usada para riego, para ganadería y agricultura.
- Los nanomateriales ultra permeables tienen mayor potencial para mejorar la eficiencia en la desalinización del agua. *DEML*
- El biomonitoreo de macroinvertebrados, permite obtener valores de tolerancia a la contaminación a nivel mundial, permite conocer la historia a lo largo del trayecto de los ríos y conocer como los organismos bióticos van cambiando.
- Encontrar soluciones rápidas a los problemas, no nos preocupamos con lo que sucede río abajo, con lo que pasa con la población debajo de las cuencas, no estamos mitigando los daños que hacemos a los ríos.
- Incrementar infraestructura verde, tratar el agua residual, techos verdes, bioalcantarillas, humedales, para mejorar la salud de los niños y de toda la ciudadanía. *JF*
- Solicitar a las EPS canalizar inversiones para conservar y retribuir la conservación de las fuentes de agua de las que hacen uso, priorizar la mejora de las captaciones a través de proyectos.
- En la Mesa Redonda se trató el tema "Faja marginal como barrera de protección de las fuentes de agua", entre las principales ideas planteadas tenemos:
 - ✓ Vincular las relaciones entre los pobladores de la costa y los pobladores de montañas, reconociendo a ambos como parte de un solo ecosistema.

- ✓ El abastecimiento del agua es un problema que involucra soluciones costosas por ello, es necesario la protección y conservación de las cabeceras de cuenca.
- ✓ La falta de información y cultura de cuidado del agua en la población es uno de los factores que afecta en la conservación de las fuentes de agua. Se debe buscar información y tomar posición ante esta problemática como ciudadanía.
- ✓ El 40% de la población de Cusco está expuesta a riesgos climáticos como inundaciones. Lo cual no se está priorizando en los planes de intervención ni proyectos elaborados.
- ✓ Se debe aprovechar en las zonas altoandinas el uso de agua en épocas de lluvia, mediante el uso de presas. Invertir en este tipo de tecnología genera agua de calidad.
- ✓ En las fajas marginales se realizan variedad de actividades económicas beneficiosos para las poblaciones, sin embargo, problema está en que estas no están delimitadas mediante los lineamientos normativos existentes. Es importante vincular la participación ciudadana, así como la concientización al poblador.
- ✓ Con la delimitación de la faja marginal se evita conflictos sociales.
- ✓ Se propone delimitar la franja marginal de la laguna de Piuray, corresponde a los organismos como el ALA, ANA, Municipalidades Locales, de esa manera minimizar conflictos con las EPS.
- ✓ Es necesario trabajar el tema de saneamiento alrededor de la laguna de Piuray y lograr que todas las comunidades cuenten con un adecuado servicio de agua potable y alcantarillado.

En ese sentido, habiendo dado a conocer las conclusiones del día, los expositores proceden a la firma de dicha acta del CONGRESO CIENTIFICO INTERNACIONAL "SISTEMA DE MULTIPLES BARRERAS PARA LA PRESERVACION DEL AGUA SEGURA Y SALUDABLE".

ZZ.



**Acta de acuerdo del Foro Agua y salud - agua como
medio de propagación de enfermedades
Dirigido por los profesionales de la Gerencia Ambiental
de la Municipalidad Distrital de Wanchaq.**

ACTA DEL CONGRESO CIENTÍFICO INTERNACIONAL

“SISTEMA DE MÚLTIPLES BARRERAS PARA LA PRESERVACIÓN PARA LA PRESERVACION DEL AGUA SEGURA Y SALUDABLE”

Siendo las 5:40 pm del día 30 de octubre de 2019, en la sala Ollantaytambo del Centro de Convenciones de la Municipalidad Provincial del Cusco, se lleva acabo el **CONGRESO CIENTIFICO INTERNACIONAL “SISTEMA DE MULTIPLES BARRERAS PARA LA PRESERVACION DEL AGUA SEGUROA Y SALUDABLE”**.

Durante el tercer día de congreso se tuvo las siguientes conferencias a cargo de diferentes especialistas:

Dr. Víctor Bejar Bravo- Asociación de Vigilancia de la calidad de Agua Potable y Alcantarillado del Cusco tema:

- Giardias y Coocidios Intestinales como Enfermedad Reemergentes en niños Escolares.
- Casos de Cálculos Vesiculares y Renales-Hospital Regional del Cusco.

Blgo. Wilbert Ataco Zúñiga Jefe de la División de Gestión Ambiental de la Municipalidad de Wanchaq tema:

- Recurso Hídrico en un medio Urbano Sostenible.

Dra. Yanet Mendoza Muñoz – Asociación de Vigilancia de la calidad de Agua Potable y Alcantarillado del Cusco tema:

- Propuesta de Gestión Estratégica de Vigilancia de la Calidad de Agua Potable en la Ciudad del Cusco.

Ing. Clorinda Callahui Ríos- Coordinadora Regional del Producto: Comunidad accede al agua para consumo humano-DIRESA, tema:

- Vigilancia de la calidad en la región Cusco.

PHD. Zhi Zhou – Universidad Purdue, Indiana EE.UU. tema:

- Como eliminar del agua los Protozoos patógenos como Giardias y Cryptosporidium: Tecnologías de desinfección como los rayos UV y la ozonización, filtración electroquímica de bacterias. Sesión de demostración práctica en el taller. Mostrar la electrólisis-sistema de filtración de bajo flujo.

CONCLUSIONES:

- Realizar acciones conjuntas para reducir la prevalencia de *Cryptosporidium* y *Giardia* en niños que se encuentran en etapa escolar.
- Tomar en cuenta las investigaciones realizadas por parte de las universidades y otras entidades para mejorar la Gestión del agua de consumo Humano.
- Articular acciones entre las entidades públicas, privadas y la sociedad para la mejor gestión de los recursos hídricos por ser una responsabilidad compartida.
- Fomentar la aplicación de nuevas tecnologías en el tratamiento de agua potable en toda la región.

Paul Weber

Wes
Star

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE WANCHAO
UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL
Bigo, Luis Alberto Flores Pucallpa
REFE DEL DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE
C.M. 11527

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUANCAYO
DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE
ING. C. Efraín Ríos Alvarez
SUPERVISOR AMBIENTAL

**Acta de acuerdo del simposio - eutrofización de la
laguna de Piuray - optimización del proceso de
tratamiento.**

**Dirigido por los profesionales del Consejo Regional
XIV Apurímac-Cusco del Colegio de Biólogos del Perú.**

CONGRESO CIENTÍFICO INTERNACIONAL "SISTEMA DE MÚLTIPLES BARRERAS
PARA LA PRESERVACIÓN DEL AGUA SEGURA Y SALUDABLE"
LEMA: *UNUNCHIS KACHUN WIÑAYPAQ*

ACTA DE ACUERDOS

Siendo las 02:00 pm del día 31 de octubre del 2019, en la Sala Tipón del Centro de Convenciones de la Municipalidad Provincial de Cusco, se llevó a cabo el Congreso Científico Internacional: "SISTEMA DE MÚLTIPLES BARRERAS PARA LA PRESERVACION DEL AGUA SEGURA Y SALUDABLE".

Durante éste último día del Congreso, se tuvo las siguientes conferencias, a cargo de diferentes especialistas:

PhD David Martin Warsinger - Instituto de Tecnología de Massachusetts, Cambridge, EE.UU, con los temas:

- "Nanomateriales de membrana: Uso de estructura jerárquica para nuevas capacidades." DEMw

Blgo. Miluska Guzmán Cáceres – Dirección Regional de Salud – Gobierno Regional del Cusco, con el tema:

- "Análisis Microbiológicos y Parasitológicos en agua para consumo humano" ZZ.

PhD Zhi Zhu - Universidad de Purdue, Indiana EE.UU., con los temas:

- "Sistemas de filtración de agua en el punto de uso, incluidos los sistemas de carbón activado y los sistemas de ósmosis inversa".
- Demostración de la Filtración Electrolítica del agua.
- "Nanotecnología en el tratamiento del agua potable en Cusco, Nanotubos electroquímicos electroquímicos de carbono y filtros de grafeno para eliminar la geosmina y el 2-MIB, que son dos compuestos comunes de sabor y olor que generalmente producen las algas".

Alumnos del IV y V Semestre de Medicina – Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, con los temas:

- Correcto Lavado de Manos.
- El agua y la Salud (Artículo de Revisión).

Blgo. Karen Melissa Villalva Balsa - Consejo regional XIV Apurímac – Cusco del Colegio de Biólogos del Perú, con el tema:

- "Estado Trófico de la laguna de Piuray" – Chinchero – Cusco.

CONSIDERACIONES:

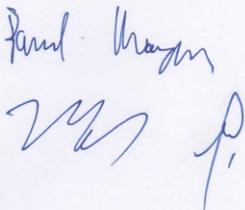
- Adopción de Sistemas y Tecnologías de Filtración de Aguas.
- Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano.
- Proceso natural de Eutrofización de la Laguna de Piuray.
- Técnicas para controlar la Eutrofización.
- Nanotecnología en el Tratamiento de Agua Potable.

**CONGRESO CIENTÍFICO INTERNACIONAL “SISTEMA DE MÚLTIPLES BARRERAS
PARA LA PRESERVACIÓN DEL AGUA SEGURA Y SALUDABLE”**
LEMA: UNUNCHIS KACHUN WIÑAYPAQ

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

- Se recomienda que los Gobiernos Locales, Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento, Juntas Administradoras de los Servicios de Saneamiento, población en general, cumplan con la implementación de las políticas públicas que rigen la calidad de agua para consumo humano, de acuerdo a sus roles y competencias.
- Se propone que desde el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, los proyectos aprobados, consideren la caracterización de las fuentes de agua, ya que agua segura para consumo humano, no solamente implica en su tratamiento la desinfección, cloración y hervido.
- Desde una articulación horizontal, en la perspectiva de contribuir a la gestión pública, en cuanto a la Cooperación Interinstitucional, se debe trabajar con enfoque intersectorial e interdisciplinario, a través de Mesas Técnicas que permitan analizar la problemática y adoptar posibles medidas correctivas.
- Es necesario precisar que las Universidades juegan un rol importante en cuanto a promover la investigación principalmente de cuerpos de Agua para consumo humano, en un contexto de cambio climático y su disponibilidad en nuestra región se propone realizar inventarios de fuentes hídricas subterráneas y otras similares, aptas para consumo, así como investigaciones periódicas que nos permitan tener datos actualizados y éstos sean informados a la población.
- Se recomienda a las autoridades regionales competentes, que la DIRESA CUSCO, cuente con un Laboratorio Regional implementado en el marco de sus competencias para una mejor vigilancia de la calidad de agua para consumo humano.

En ese sentido, habiendo dado a conocer las conclusiones del día, los expositores proceden a la firma, en el desarrollo del CONGRESO CIENTÍFICO INTERNACIONAL “SISTEMA DE MÚLTIPLES BARRERAS PARA LA PRESERVACIÓN DEL AGUA SEGURA Y SALUDABLE”.

The image shows two handwritten signatures in blue ink. The top signature is written in a cursive style and appears to be 'Fernando Mayan'. The bottom signature is more stylized and less legible, possibly 'V. S. P.' or similar initials.

Conclusiones del Congreso Científico Internacional “Sistema de Múltiples Barreras para la Preservación del Agua Segura y Saludable” efectuado del 28 al 31 de octubre 2019:

Se cumplió el objetivo del Congreso Científico Internacional (CCI), el cual fue: coordinar para que en el sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad del cusco, exista un trabajo articulado cooperativo entre las diferentes Entidades Ambientales, Empresas, Municipios, Dirección Regional De Salud Y Comunidad. Este objetivo estuvo basado en la evaluación y gestión del riesgo, los principios de barreras múltiples y el sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control (APPCC; WHO, 2011 Y OMS/OPS/Etras 2016),

1. El CCI fue el nexo para la UNSAAC e Instituciones Co-organizadoras y Aliadas Estratégicas.
2. Se evidenció el cumplimiento del objetivo del CCI, con actas firmadas, fotos presentadas en este libro de resúmenes.
3. Se contó con:
Expositores Internacionales dos de la Universidad Purdue –EEUU y una de la Universidad de las Américas - Ecuador.
Expositores Nacionales (de la SUNASS y ANA)
Locales: SUNASS, ALA, ANA, Municipalidad del Cusco, Consejo regional XIV Apurímac-Cusco del Colegio de Biólogos del Perú, UNSAAC, ONG Guamán Poma de Ayala, Asociación de Vigilancia de la Calidad del Agua Potable y Alcantarillado del Cusco, OEFA, Gobierno Regional Plan MERISS INKA, DGI-VRIN-UNSAAC, Asociación Jesús Obrero - CAIJO, Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento Cusco, y del Instituto Nacional de Investigación de Glaciares y Ecosistemas de Montaña –Cusco.
4. Se tuvo la participación de estudiantes de la UNSAAC:
E.P. de Medicina Humana, (IV y V semestres), en artículos de revisión presentados en la modalidad de pósteres, también realizaron la demostración del correcto lavado de manos.
E.P de Enfermería con un artículo de prevención presentado en la modalidad de poster.
Algunos estudiantes de E.P. de Biología colaboraron durante el CCI.
5. Se presentaron 20 investigaciones en la modalidad de pósteres.
6. Durante la ceremonia de inauguración del CCI el Presidente de la Asociación de Vigilancia de la Calidad del Agua Potable y Alcantarillado del Cusco “Unuchista Q’awarirun” inscrita en la

SUNARP con título 2010-00005944, expresó las “Palabras de Reconocimiento, respeto y gratitud a los Maestros Médicos fundadores.

7. Se utilizaron cuatro diferentes formas de comunicación grupal: fórum, simposio, *workshop*-taller, y mesa redonda.
8. Dichas formas de comunicación estuvieron dirigidas por cuatro Instituciones diferentes: SUNASS, Municipio del Cusco, Municipio de Wanchaq y Consejo regional XIV Apurímac-Cusco del Colegio de Biólogos del Perú. Cada una de las cuales entregó un acta firmada y conclusiones.



UNSAAC
UNIVERSIDAD NACIONAL
SAN ANTONIO ABAAD DEL CUSCO



GOBIERNO REGIONAL
CUSCO
Integridad



Municipalidad Provincial
del Cusco

Sunass
El regulador del agua potable

ANA
Autoridad Nacional del Agua





**Libro de Resúmenes del Congreso Científico Internacional “Sistema de Múltiples Barreras para la Preservación del Agua Segura y Saludable”
28 al 31 de octubre 2019**