



UNIAGRARIA
Fundación Universitaria Agraria
de Colombia

LA U VERDE
DE COLOMBIA



RED AGUAS

Minicurso, talleres y jornada sobre
la gestión y el uso sostenible del
agua y el saneamiento

RED AGUAS

MINICURSO, TALLERES Y JORNADA SOBRE LA GESTIÓN Y EL USO SOSTENIBLE DEL AGUA Y EL SANEAMIENTO

Fundación Universitaria Agraria de Colombia

– UNIAGRARIA –

Asamblea General

Dr. Héctor Jairo Guarín Avellaneda
Presidente

Consejo Superior

Álvaro Zúñiga García
Presidente

Teresa Arévalo Ramírez
Teresa Escobar de Torres
Jorge Orlando Gaitán Arciniegas
Héctor Jairo Guarín Avellaneda
Ximena Patricia Martínez Rodríguez
Álvaro Ramírez Rubiano

Rector

Jorge Orlando Gaitán Arciniegas

Vicerrector de Investigaciones

Álvaro Mauricio Zúñiga Morales

Decana de la Facultad de Ingeniería Industrial

Gloria Stella Barrera Arias

Director del programa de Especialización en Seguridad Industrial, Higiene y Gestión Ambiental

Jaime Roldán Parra

Editores

Rubén Danilo Bourdon García
Jaime Roldán Parra

Concepto Gráfico, Diseño, Composición e Impresión

Entrelibros e-book solutions
www.entrelibros.co

Diseñadora

Laura García Tovar

Corrección de estilo

Osmar Alberto Peña

ISBN DIGITAL: 978-958-5550-15-5

ISBN IMPRESO: 978-958-5550-14-8

2022 Fundación Universitaria Agraria
de Colombia - UNIAGRARIA
Bogotá D.C – Colombia



Reconocimiento-No Comercial-Compartir igual 3.0 Unported License.

La publicación “Memorias del primer evento científico de la Red Iberoamericana para el Estudio y la Gestión Sostenible del Agua y el Saneamiento - RED AGUAS” es producto del área de investigación del Programa Especialización en Seguridad Industrial, Higiene y Gestión Ambiental de la Fundación Universitaria Agraria de Colombia -UNIAGRARIA-, publicación con registro ISBN DIGITAL 978-958-5550-15-5 - ISBN Impreso 978-958-5550-14-8 en idioma español. Es un producto editorial protegido por el Copyright © y cuenta con una política de acceso abierto para su consulta, sus condiciones de uso y distribución están definidas por el licenciamiento Creative Commons (CC).

Contenido

Minicurso. Fundamentos para la gestión del agua, saneamiento y desarrollo humano. 17

- Gestión sostenible e integral del agua, saneamiento y desarrollo humano. Rubén Danilo Bourdon García, Fundación Universitaria Agraria de Colombia (UNIAGRARIA), Colombia 18

- Riesgos e indicadores en la gestión del agua. Carmen Rosa Méndez Farro, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú 22

- Introducción al tratamiento de aguas. 26
 - Línea de aguas. Daniel Prats Rico, Universidad de Alicante, España.

- Línea de lodos. Arturo Trapote Jaume, Universidad de Alicante, España. 29

Taller 1. Aproximaciones para la gestión sostenible e integral del agua, el saneamiento y el desarrollo humano en Iberoamérica 32

- Gestión sostenible del agua. Germán Vergaray Ulffe, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú 33

- Enfoque ecosistema-cultura. Tomás Andrés Bohórquez Lara, Henry Armando González Rodríguez y Saudhy Anais Miranda Villamizar, Fundación Universitaria Agraria de Colombia (UNIAGRARIA), Colombia, y Fundación Universitaria San Mateo, Colombia 37

- Enfoque de Nexo: Seguridad Hídrica, Energética y Alimentaria. Flor Gianina Paucar Aedo, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú 41

- Enfoque Agua-Suelo-Hombre-Ambiente. Heriberto Vargas Rodríguez, Universidad Agraria de la Habana, Cuba 45

- Agua y Desarrollo Humano. Mauricio Aguirre Céspedes, Universidad Santo Tomás, Colombia 49

- Discusión y conclusiones. Rubén Danilo Bourdon García, Fundación Universitaria Agraria de Colombia (UNIAGRARIA), Colombia 52

Taller 2. Experiencias de evaluación del riesgo en la calidad del agua, contaminantes de preocupación emergente, sistemas de indicadores de sostenibilidad del agua, saneamiento y desarrollo humano para Iberoamérica 58

- Evaluación del riesgo en la calidad del agua. Macario Pino Gómez, Silvia Soto Córdoba y Liliana Gaviria Montoya, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica 59

- Contaminantes de preocupación emergente. Daniel Prats Rico, Universidad de Alicante, España 62

- Sistemas de indicadores y de gestión del conocimiento. Orandi Mina Falsarella, Universidad Católica de Campiñas, Brasil 66

- Discusión y conclusiones. Duarcides Ferreira Mariosa, Universidad Católica de Campiñas, Brasil 69

Taller 3. Economía circular en la gestión sostenible del agua y el saneamiento, relaciones internacionales y desarrollo humano	73
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Economía circular en la gestión sostenible del agua y el saneamiento. Flor Gianina Paucar Aedo, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú 	74
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Relaciones internacionales y desarrollo humano en la gestión del agua. Brígida Rocha Brito, Universidad Autónoma de Lisboa, Portugal 	77
Jornada 1. Tecnologías para el tratamiento del agua	81
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Potabilización de agua por adsorción. Luis Guillermo Romero Esquivel, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica 	82
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desalinización de aguas salobres y agua de mar. Daniel Prats Rico, Universidad de Alicante, España 	85
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Biorreactores de membrana. Arturo Trapote Jaume, Universidad de Alicante, España 	88
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Biotecnología anaerobia. Wilmar Alirio Botello Suárez, Universidad El Bosque, Colombia 	91
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Discusión y conclusiones. Wilmar Alirio Botello Suárez, Universidad El Bosque, Colombia 	94
Índice de autores	97

Presentación

Memorias del primer evento científico de la Red Iberoamericana para el Estudio y la Gestión Sostenible del Agua y el Saneamiento

En mi opinión, los problemas tecnológicos más importantes que afectan globalmente a toda la humanidad son el *abastecimiento de energía y de agua*, en las cantidades suficientes para su bienestar y desarrollo, ya que con estos elementos tenemos la base para conseguir todo lo demás.

Los recursos energéticos disponibles proceden mayoritariamente de fuentes fósiles y otras no renovables (y, por tanto, limitados en el tiempo) y su empleo provoca graves efectos ambientales: cambio climático, contaminación radioactiva, lluvia ácida, deterioro de la capa de ozono, etc. Además, los recursos fósiles están desigualmente repartidos y son claramente insuficientes para abastecer a todos los países, sobre todo, si se tiene en cuenta la demanda creciente poblacional y las economías emergentes. En consecuencia, el aumento de los conflictos y de los precios es inevitable y hay que buscar con urgencia soluciones alternativas. Por tanto, se debe hacer una apuesta inequívoca hacia los recursos energéticos renovables.

Por otra parte, para satisfacer las demandas del agua, *los recursos hídricos mayoritariamente utilizados son renovables* y provienen del ciclo natural del agua, del cual se deriva la radiación solar (evaporación-condensación-precipitación). Los principales problemas surgen de sus *desiguales distribuciones geográfica y temporal*, lo cual lleva a grandes desequilibrios entre las necesidades y los recursos disponibles en múltiples áreas geográficas de distintos países en todo el mundo.



La problemática global del agua no cesa de aumentar, como consecuencia de una serie de tendencias globales que limitan la disponibilidad y la calidad de los recursos hídricos naturales, como son: el imparable aumento de la población mundial, el abandono del campo y el agrupamiento en ciudades, la progresiva deforestación, las sequías recurrentes agravadas por el cambio climático, algo que afecta también a la distribución geográfica de las precipitaciones, y la creciente contaminación de los recursos naturales (vertidos de aguas sin depurar o aguas mal depuradas, contaminantes emergentes, etc.). Con el aumento de la escasez y la presión sobre los recursos hídricos, se registra un aumento de conflictos y de problemas para su administración.

Por todo ello, *la humanidad se enfrenta en este siglo xxi a una grave crisis del agua*, la cual tiene sus efectos más importantes sobre la vida cotidiana de las poblaciones pobres y pesa, asimismo, sobre el entorno natural que se deteriora continuamente con los residuos que se vierten a diario y por el uso indebido que de ellos se hace, con graves consecuencias para las generaciones actuales y futuras.

En este contexto, *y para aportar soluciones a la problemática*, en junio del 2020, se configura una red de grupos de investigación de diferentes países iberoamericanos denominada: *RED iberoamericana para el estudio y la gestión sostenible del AGUA y el Saneamiento*, la cual adquiere el acrónimo de RED AGUAS y que agrupa a 71 investigadores pertenecientes a 19 grupos de investigación de 17 instituciones ubicadas en 9 países iberoamericanos. La RED AGUAS tiene como objetivo general contribuir al conocimiento, la investigación, la innovación y la experimentación en *gestión sostenible de los recursos hídricos y el saneamiento en Iberoamérica* y su transferencia a la sociedad, a través de la interacción entre los miembros de la Red y de estos con la comunidad académica, científica, la administración y la sociedad civil de la región, *para mejorar las condiciones de acceso al agua segura y el saneamiento en contextos urbanos y rurales.*

En su acta fundacional se establecen una serie de objetivos específicos que se pueden expresar resumidamente como:

- Preparar a estudiantes de pregrado y posgrado para la gestión sostenible del agua y el saneamiento.
- Capacitar a los investigadores de la red y al personal de las empresas beneficiarias.
- Investigar en la gestión sostenible del agua y el saneamiento en Iberoamérica.
- Proponer mejoras y actualizaciones tecnológicas para los sistemas de tratamiento.

Así pues, *la RED AGUAS pretende implicarse de forma activa en actividades docentes e investigadoras que aporten avances positivos a la creciente problemática del agua.* Como aspecto relevante, cabe resaltar el carácter pluridisciplinar de los miembros que permite afrontar la problemática, contemplando múltiples aspectos científicos, técnicos y sociales. Los países, las instituciones y los grupos de investigación constituyentes se recogen en la tabla 1.

Tabla 1. Grupos de investigación de la RED AGUAS

País	Institución	Grupo de investigación
Argentina	Universidad Nacional del Litoral	Grupo: fisicoquímica de superficies Coordina Pablo Húmpola y cuenta con 4 investigadores
Brasil	Pontificia Universidad Católica de Campiñas	Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade Coordina Samuel Carvalho de Benedicto y cuenta con 12 investigadores
	Universidad de Sao Paulo	Programa de Pós Graduação em Hidráulica e Saneamento Coordina Daniel Luiz Antônio y cuenta con 1 investigador
	Universidad Estatal de Feira de Santana	Programa de Pós Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente, PPGM Coordina Joselisa Maria Chaves y cuenta con 6 investigadores
Colombia	Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Grupo de investigación en Ingeniería Ambiental, GIAUD, de la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales Coordina Carlos Alfonso Zafra Mejía y cuenta con 8 investigadores
	Fundación Universitaria Agraria de Colombia	Grupo de investigación: INNOVAR TECNOLÓGICO Coordina Andrés Polo Roa y cuenta con 2 investigadores Grupo de investigación en Ingeniería Civil y Fenómenos Ambientales, GIICFA Coordina Nelson Joman Vargas Ortiz y cuenta con 2 investigadores

Colombia	Fundación Universitaria San Mateo	Grupo de investigación: Desarrollos Industriales y en Seguridad y Salud para el Trabajo Coordina Ana Julia Acevedo y cuenta con 1 investigador
	Universidad Nacional de Colombia	Centro de Pensamiento Ambiental Augusto Ángel Maya Coordina Ana Patricia Noguera y cuenta con 2 investigadores Grupo de investigación Econofísica y Sociofísica Coordina Rafael Germán Hurtado y cuenta con 1 investigador
	Universidad Pontificia Bolivariana	Grupo de investigación en Calidad de Aguas y Modelación Hídrica y Ambiental, CAMHA Coordina Jorge Rafael Villadiego Lorduy y cuenta con 1 investigador
	Corporación Universitaria Minuto de Dios	Grupo de investigación Ciencias Administrativas, GICABS Coordina Mayra Daniela Maldonado Ladino y cuenta con 1 investigador
	Universidad El Bosque	Grupo de investigación Agua, Salud y Ambiente del Programa de Ingeniería Ambiental Coordina Wilmar Alirio Botello Suárez y cuenta con 2 investigadores
Costa Rica	Instituto Tecnológico de Costa Rica	Centro de Investigación en Protección Ambiental, CIPA Coordina Luis Guillermo Romero Esquivel y cuenta con 7 investigadores
Cuba	Universidad Agraria de la Habana	Grupo científico estudiantil: Gemas (manejo geoespacial del agua y suelos) Coordina Heriberto Vargas Rodríguez y cuenta con 6 investigadores

España	Universidad de Alicante	Recursos hídricos y desarrollo sostenible del Instituto Universitario del Agua y de las Ciencias Ambientales, IUACA Coordina Daniel Prats Rico y cuenta con 7 investigadores
México	Universidad Autónoma del Estado de México	Grupo de investigación en Gestión Integrada del Agua, del Instituto Interamericano de Tecnología y Ciencias del Agua, IITCA Coordina Marivel Hernández Téllez y cuenta con 5 investigadores
Perú	Universidad Nacional Mayor de San Marcos	Calidad Biológica y Físicoquímica de Alimentos, Aguas y Ambientes, CALAMB Coordina Germán Vergaray Ulffe y cuenta con 4 investigadores
Portugal	Universidad Autónoma de Lisboa	Observatório de Relações Exteriores, OBSERVARE Coordina Brigida Brito y cuenta con 2 investigadores

Fuente: elaboración propia.

Durante 2020 y 2021, la RED AGUAS ha mantenido frecuentes reuniones por videoconferencia, ha planteado propuestas de investigación y ha participado en eventos científicos. En investigación, cabe destacar el proyecto de alerta temprana de COVID-19 para las ciudades de algunos de los países implicados en la red. Como eventos científicos, se menciona la coordinación y la participación en dos mesas redondas del Workshop Internacional sobre Indicadores de Sostenibilidad "III Sustentare y VI WIPIS", celebrado del 16 al 18 de noviembre del 2021 en Brasil, y, especialmente, **el primer evento científico de la RED AGUAS**, que se celebró los días 13 y 14 de octubre del 2021 en Colombia, y al que se dedica este libro, en el que se resumen las actividades del evento.

Finalmente, y a efectos históricos, hay que indicar que el impulso inicial para la creación de la red partió de la Fundación Universitaria Agraria de Colombia, a través del profesor Rubén Danilo Bourdon García, y que actualmente se está transformando en asociación sin ánimo de lucro, con entidad jurídica propia.

Diapositivas principales de la presentación

PRIMER EVENTO CIENTÍFICO DE LA RED AGUAS

Red AGUAS

Minicurso, talleres y jornada sobre la gestión y uso sostenible del agua y el saneamiento

Presentación de la Red AGUAS

Daniel Prats Rico
Catedrático de Ingeniería Química. Profesor emérito
Coordinador de Proyectos y Desarrollo del IUACA
Universidad de Alicante
Coordinador del programa de doctorado en Agua y
Desarrollo Sostenible
Coordinador de la Red AGUAS



Objetivo general de la Red AGUAS



La **RED AGUAS**, tiene como objetivo general contribuir al conocimiento, la investigación, la innovación y la experiencia en **gestión sostenible de los recursos hídricos y el saneamiento en Iberoamérica** y su transferencia a la sociedad, a través de la interacción de los miembros de la RED AGUAS y de éstos con la comunidad académica, científica, la administración y la sociedad civil de la región, **para mejorar las condiciones de acceso al agua segura y el saneamiento en contextos urbanos y rurales**

Objetivos específicos de la Red AGUAS



Preparación de estudiantes de pregrado y posgrado para la gestión sostenible del agua y el saneamiento, realización de tesis de grado y de maestría enmarcados en los Objetivos de Desarrollo Sostenible 6 y 11



Capacitación de los investigadores y personal de las empresas beneficiarias y que son miembros de la RED AGUAS, capacitación de comunidades, técnicos, profesionales, gestores, líderes, en la gestión sostenible del agua y el saneamiento en Iberoamérica.



Creación de redes sociales para la difusión de las actividades y los resultados de la Red y la interacción con toda la comunidad Iberoamericana.



Proponer mejoras y actualizaciones tecnológicas para los sistemas de tratamiento que emplean las empresas beneficiarias, con el fin de buscar su aplicación a los procesos relacionados con el acceso al agua segura y el saneamiento.



Investigación en la gestión sostenible del agua y el saneamiento en Iberoamérica, y la divulgación de los resultados obtenidos, a través de eventos, publicaciones, asesorías, consultorías y transferencia de resultados a las empresas y la industria.

Daniel Prats Rico

Catedrático emérito de Ingeniería Química de la Universidad de Alicante y coordinador de la RED AGUAS.



Presentación del primer evento científico de la RED AGUAS

Los días 13 y 14 de octubre del 2021 se celebró el *primer evento científico de la RED AGUAS*, el cual estuvo dirigido a estudiantes e investigadores de las instituciones de la red y donde se incluyó un minicurso, tres talleres y una jornada. Fue organizado por la Fundación Universitaria Agraria de Colombia (UNIAGRARIA) y fue retransmitido en *streaming* para todos los inscritos.

La *apertura y la bienvenida* al evento la realizó Álvaro Mauricio Zúñiga Morales, el vicerrector de investigación de UNIAGRARIA. En este acto, Daniel Prats Rico, coordinador de la RED AGUAS, presentó la composición y los objetivos de esta, y Andrés Polo Roa, investigador de la red, detalló la dinámica del evento.

El *minicurso* estuvo orientado a introducir los "*Fundamentos para la gestión del agua, saneamiento y desarrollo humano*" y se trataron las siguientes temáticas: *gestión sostenible e integral del agua, saneamiento y desarrollo humano* (Rubén Danilo Bourdon García, UNIAGRARIA, Colombia); *Riesgos e indicadores en la gestión del agua* (Carmen Rosa Méndez Farro, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú); *Economía circular y agua* (Mayra Daniela Maldonado Ladino, Uniminuto, Colombia) e *Introducción a las tecnologías para el tratamiento del agua* (Daniel Prats Rico y Arturo Trapote Jaume, Universidad de Alicante, España).

El *taller 1* fue: "*Aproximaciones para la gestión sostenible e integral del agua, el saneamiento y el desarrollo humano en Iberoamérica*" y contó con las temáticas: *aproximaciones para la gestión sostenible del agua y el saneamiento* (Germán Vergaray Ulffe, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú, y Tadeu Fabrício Malheiros, Universidad de Sao Paulo, Brasil); *aproximaciones para la gestión integral del agua y el saneamiento* (Tomás Andrés Bohórquez Lara y otros investigadores, UNIAGRARIA,

Colombia; Fundación Universitaria San Mateo, Colombia; Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú y Universidad Agraria de la Habana, Cuba); *agua y desarrollo humano* (Mauricio Aguirre Céspedes, Universidad Santo Tomás, Colombia) y fue moderado por Rubén Danilo Bourdon García (UNIAGRARIA, Colombia), quien también formuló las conclusiones.

El taller 2 se dedicó a *“Experiencias de evaluación del riesgo en la calidad del agua, contaminantes de preocupación emergente, sistemas de indicadores de sostenibilidad del agua, el saneamiento y el desarrollo humano para Iberoamérica”* y contó con las temáticas: *evaluación del riesgo en la calidad del agua* (Macario Pino Gómez, Silvia Soto Córdoba y Liliana Gaviria Montoya, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica); *contaminantes de preocupación emergente* (Daniel Prats Rico, Universidad de Alicante, España); *sistemas de indicadores y de gestión del conocimiento* (Orandi Mina Falsarella, Pontificia Universidad Católica de Campiñas, Brasil) y fue moderado por Duarcides Ferreira Mariosa (Pontificia Universidad Católica de Campiñas, Brasil), quien también formuló las conclusiones.

El taller 3 fue *“Economía circular en la gestión sostenible del agua y el saneamiento, relaciones internacionales y desarrollo humano”* y contó con las temáticas: *economía circular en la gestión sostenible del agua y el saneamiento* (Flor Gianina Paucar Aedo, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú); *economía circular en el agua, análisis de las implicaciones en el uso doméstico del agua* (Mayra Daniela Maldonado Ladino, Uniminuto, Colombia); *relaciones internacionales y desarrollo humano en la gestión del agua* (Brígida Rocha Brito, Universidad Autónoma de Lisboa, Portugal) y fue moderado por Marjorie Cseko Nolasco (Universidad Estatal de Feira de Santana, Brasil).

La jornada se centró en *“Tecnologías para el tratamiento del agua”* y fue moderada por Wilmar Alirio Botello Suárez e incluyó las siguientes ponencias: *Potabilización de agua por adsorción* (Luis Guillermo Romero Esquivel, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica); *Desalación de*

agua (Daniel Prats Rico, Universidad de Alicante, España); *Biorreactores de membrana* (Arturo Trapote Jaume, Universidad de Alicante, España) y *Biotecnología anaerobia* (Wilmar Alirio Botello Suárez, Universidad El Bosque, Colombia).

Finalmente, la clausura corrió a cargo de Juan Carlos Reyes, vicerrector académico de UNIAGRARIA y del coordinador de la RED AGUAS.

La participación fue numerosa y contó con la siguiente asistencia:

- 74 personas asistieron al minicurso.
- 91 personas asistieron tanto a los talleres como a la jornada.

En el presente libro de resúmenes se recogen las síntesis de cada actividad, así como de las presentaciones, y se incluyen también algunas imágenes representativas de cada presentación.

Daniel Prats Rico

*Catedrático emérito de Ingeniería Química de la
Universidad de Alicante y coordinador de la RED AGUAS.*

Minicurso.

Fundamentos para
la gestión del agua,
saneamiento y
desarrollo humano



Gestión sostenible e integral del agua, el saneamiento y desarrollo humano

Rubén Danilo Bourdon García

Fundación Universitaria Agraria de Colombia

UNIAGRARIA,

calle 170 #54A-10, Bogotá D. C., Colombia.

Correo-e: bourdon.ruben@uniagraria.edu.co

Resumen

La gestión del agua puede considerarse como todas las acciones que se ocupan de la administración, la organización y el funcionamiento de cualquier actividad económica en torno a este recurso. Por ejemplo, acciones para el abastecimiento de agua potable a las comunidades o para usos: municipal, industrial, productivo, recreativo o de transporte, entre otros.

Actualmente, por lo menos se conocen dos tipos de gestión del agua, la sostenible y la integral, y estos se diferencian por el abordaje empleado para alcanzar su propósito y que, generalmente, apuntan a la sustentabilidad de este recurso y, en último término, al desarrollo humano.

Respecto a la gestión sostenible del agua, esta aborda sus acciones desde una aproximación Botton-Up, es decir, desde las dimensiones o partes del fenómeno hídrico estudiado y su posterior integración. A pesar de que se conocen métodos para el estudio de casi todas las dimensiones socioculturales, productivas y ecosistémicas asociadas al recurso agua, y estas se pueden estudiar de forma independiente, nada garantiza que se aborden todas las dimensiones implicadas y se logre la integración del fenómeno de interés, por ejemplo, para el abastecimiento de agua potable.

Por otra parte, la gestión integral del agua emplea una aproximación Top-Down, que parte del fenómeno hídrico integrado, completo y que se desagrega en dimensiones articuladas, a las que les da el mismo peso. No obstante, con esta aproximación se corre el riesgo de no disponer de los métodos de estudio correspondientes o que se pierda información valiosa durante la desagregación en partes o dimensiones. Algunos enfoques integrales para la gestión

del agua son: relaciones ecosistema-cultura (Ángel-Maya, 2013), modelos de dinámica de sistemas (Bakhshianlamouki et al., 2020), interacciones sociedad-naturaleza, del nexo de seguridad hídrica, energética y alimentaria (Bakhshianlamouki et al., 2020) o interrelaciones agua-suelo-hombre-ambiente.

Finalmente, tanto la gestión sostenible del agua que se manifiesta en los objetivos de desarrollo sostenible y que persigue que cada persona alcance todo su potencial, libertad y acceso a la misma (Naciones Unidas, 2015), como la gestión integral del recurso, que busca satisfacer las necesidades humanas fundamentales, tienen como finalidad, encontrar trayectorias sostenibles futuras para el uso del recurso hídrico.

Palabras clave: gestión sostenible, gestión integral, agua, recurso hídrico.

Referencias

Ángel-Maya, A. (2013). *El reto de la vida. Ecosistema y cultura, una introducción al estudio del medio ambiente*. Bogotá: Ecofondo.

Bakhshianlamouki, E., Masia, S., Karimi, P., van der Zaag, P. y Sušnik, J. (2020). A system dynamics model to quantify the impacts of restoration measures on the water-energy-food nexus in the Urmia lake Basin, Iran. *Science of the Total Environment*, 708, 134874. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134874>

Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: La agenda 2030 para el desarrollo sostenible*. Recuperado de <https://sdgs.un.org/es/2030agenda>

Diapositivas principales de la presentación

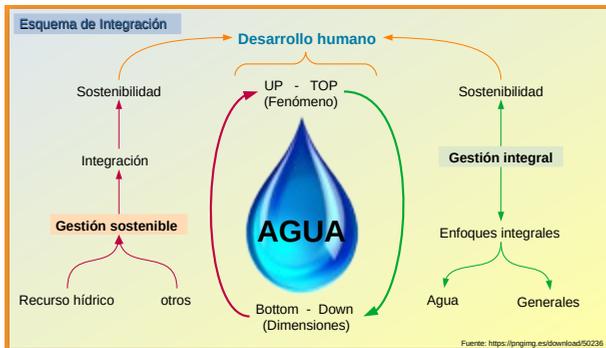

Primer evento científico de la Red AGUAS
 Minicurso, talleres y jornada sobre la gestión y uso sostenible del agua y el saneamiento

MINICURSO: Fundamentos para la gestión del agua, saneamiento y desarrollo humano

Gestión sostenible e integral del agua, saneamiento y desarrollo humano

Rubén Danilo Bourdon García M.Sc. Dr.Sc.
 Docente Asociado
 Coordinador de Investigación Especialización SIHGA
 Fundación Universitaria Agraria de Colombia
 Uniagraria







Riesgos e indicadores en la gestión del agua

Carmen Rosa Méndez Farro

Instituto de Investigación de Ciencias Biológicas
Antonio Raimondi, Universidad Nacional Mayor de San
Marcos, Lima, Perú

Correo-e: cmendezf@unmsm.edu.pe

Resumen

Los riesgos en los recursos hídricos son las probabilidades de amenaza de que ocurra un hecho que altere su calidad o cantidad, debido a que son sistemas sumamente vulnerables. Las amenazas son las probabilidades de que ocurra un fenómeno peligroso de origen natural o humano. Se caracterizan por su ubicación, intensidad, frecuencia y probabilidad (Banco Interamericano de Desarrollo, 2019).

Los sistemas de agua potable y saneamiento son susceptibles de ser afectados por deslizamientos, sismos, inundaciones, sequías, derrames químicos y otros fenómenos (Epilas y UNC, 2005). Así, la vulnerabilidad de los recursos hídricos está determinada principalmente por factores físicos, sociales y ambientales que aumentan su susceptibilidad a las amenazas, afectando su calidad y cantidad; por ello, es necesario manejar las amenazas mediante acciones de gestión del riesgo que contribuyan a reducir la vulnerabilidad acorde con el desarrollo sostenible. Esta gestión abarca desde la actividad planificadora hasta la mitigación o reparación del daño (Banco Interamericano de Desarrollo, 2019).

Los principales factores que ponen en riesgo los recursos hídricos son: contaminación, sedimentación, cambio climático, crecimiento urbano, deforestación y cambios en el paisaje (Epilas y UNC, 2005). Mientras que los indicadores de calidad del agua son los parámetros o datos que nos permiten valorar las características del agua y determinar su condición. Estos pueden ser biológicos como la pulga de agua (*Daphnia*), microbiológicos como coliformes termotolerantes, coliformes totales y fisicoquímicos como los sólidos suspendidos y el pH, en esto cada país cuenta con su normativa específica (Minsa, 2011).

La gestión del agua es un proceso que permite planificar, organizar, dirigir y controlar el abastecimiento y uso oportuno del recurso, y es un conjunto de actividades que se llevan a cabo para hacer un uso adecuado y sostenible del agua y debe tener las siguientes características: ser transparente, las empresas proveedoras deben ser independientes, la sociedad civil debe participar activamente en la gestión y se deben adoptar estándares internacionales de calidad (ANA, 2014).

Palabras clave: recurso hídrico, indicadores de calidad, riesgos, gestión del agua.

Referencias

ANA. (2014). *Marco Legal del Sistema Nacional de Gestión de Los Recursos Hídricos*. Perú: Autoridad Nacional del Agua.

Banco Interamericano de Desarrollo. (2019). *Guía para la gestión del riesgo en sistemas de agua y saneamiento ante amenazas*. Nota técnica no. IDB-TN-01766. Estados Unidos: BID.

Epilas y UNC. (2005). *Prevención de Desastres Sostenibilidad de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento frente a Desastres Naturales*. Recuperado de <https://docplayer.es/29694970-Epilas-unc-curso-prevencion-de-desastres-sostenibilidad-de-los-servicios-de-agua-potable-y-saneamiento-frente-a-desastres-naturales.html>

Minsa. (2011). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo humano-DS N° 031-2010-SA del 2011*. Lima, Perú: Digesa.

Diapositivas principales de la presentación



Primer evento científico de la Red AGUAS

Minicurso, talleres y jornada sobre la gestión y uso sostenible del agua y el saneamiento

MINICURSO: Fundamentos para la Gestión del Agua, Saneamiento y Desarrollo humano

Ponencia: Riesgos e Indicadores en la Gestión del Agua

Mg. Carmen Rosa Méndez Farro
Docente Principal
Biólogo- Microbiólogo
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



FACTORES QUE PONEN EN RIESGO LOS RECURSOS HIDRICOS

CONTAMINACIÓN

- Microbiológica por virus, bacterias, protozoarios y helmintos
- Físico-químicos por arsénico, trihalometanos y contaminantes de preocupación emergente (plaguicidas, productos farmacéuticos, etc.)

SEDIMENTACIÓN

- Introducción de sustancias químicas tóxicas en el medio acuático, incorporación de sedimentos y contaminantes en las corrientes de agua.
- Disminución de la profundidad del agua, dificultando la navegación.
- Perjuicios en la alimentación de peces
- Repercusiones en la entrega del agua.
- Disminución de la capacidad de embalse.



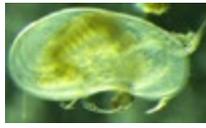
INDICADORES DE CALIDAD DEL AGUA

INDICADOR BIOLÓGICO

- Organismos cuya presencia informa del estado del agua en el cual se desarrolla su ciclo biológico. Pulga de agua: *Daphnia*

INDICADORES MICROBIOLÓGICOS

- Grupo o especie de microorganismos cuya presencia en número superior a un límite establecido evidencia posible presencia del patógeno.
- Evaluar el grado de contaminación fecal de un cuerpo de agua (posibilidad de transmitir enfermedad).





Introducción al tratamiento de aguas: línea de aguas

Daniel Prats Rico

Universidad de Alicante, carretera de San Vicente del
Raspeig, s/n, 03690, San Vicente del Raspeig, Alicante,
España

Correo-e: prats@ua.es

Resumen

La depuración o el tratamiento de aguas contaminadas se realiza mediante una serie de operaciones físicas, químicas y biológicas que conducen a la separación o la transformación de las sustancias indeseables hasta alcanzar un agua tratada, con la calidad suficiente para ser vertida a un medio receptor o para ser reutilizada. Los procesos de tratamiento generan a su vez unos lodos o fangos, los cuales contienen gran parte de los contaminantes eliminados del agua y que precisan a su vez someterse a operaciones físicas, químicas y biológicas para poder ser aprovechados como abonos o enmiendas agrícolas, ser incinerados para recuperar su energía o ser evacuados en vertederos de forma segura.

Esta ponencia describe las operaciones que se realizan con el agua bruta, agua contaminada, para obtener un agua tratada o agua depurada, o un agua regenerada en el caso de que vaya a ser reutilizada. Inicialmente se detallan los múltiples contaminantes que pueden contener las aguas residuales y se describe que la depuración incluye varias fases consecutivas. Se detallan las operaciones de pretratamiento (cribado, desarenado y desengrasado), de tratamiento primario (decantación, aireación y fisicoquímico), de tratamiento secundario (degradación de la materia orgánica, normalmente por lodos activados), y tratamientos terciarios que pueden incluir desinfección, neutralización, precipitación, oxidación-reducción, oxidación avanzada, tratamientos electroquímicos, procesos de membranas o procesos de adsorción y absorción.

Palabras clave: tratamiento de aguas, procesos físicos, químicos y biológicos, tratamientos terciarios.

Diapositivas principales de la presentación



Primer evento científico de la Red AGUAS

Minicurso, talleres y jornada sobre la gestión y uso sostenible del agua y el saneamiento

MINICURSO

Introducción al tratamiento de aguas

Línea de aguas

Daniel Prats Rico
Catedrático de Ingeniería Química. Profesor emérito
Coordinador de Proyectos y Desarrollo del IUACA
Universidad de Alicante
Coordinador del programa de doctorado en Agua y Desarrollo Sostenible
Coordinador de la Red AGUAS



Potabilizadora de Colmenar, 1,38 hm³/día (16 m³/s)





Introducción al tratamiento de aguas: línea de lodos

Arturo Trapote Jaume

Instituto Universitario del Agua y de las Ciencias
Ambientales, Universidad de Alicante, Alicante, España
Correo-e: atj@ua.es

Resumen

En las Depuradoras de Aguas Residuales (edar) se generan unos subproductos denominados lodos, en los que se concentra la contaminación eliminada en distintas fases de la línea de agua y cuyo tratamiento y evacuación puede ser, en ocasiones, problemático.

La característica común de todos estos lodos es que constituyen un residuo líquido, de nulo o escaso valor. Algunos de ellos son químicamente inertes, pero los que proceden de tratamientos biológicos son fermentables (putrescibles), tanto para su aprovechamiento como para su eliminación, todos los lodos necesitan de un tratamiento para reducir su facultad de fermentación y su volumen, así como para dotarles de una textura adecuada que permita su manipulación. Este tratamiento estará integrado por uno o varios procesos combinados que conforman la denominada línea de lodos de la edar, concretamente: espesamiento, digestión, acondicionamiento, deshidratación y disposición final.

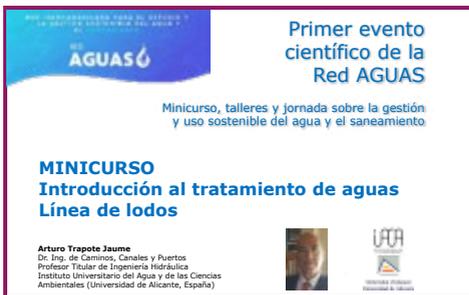
El objetivo del espesamiento es concentrar el lodo, separándolo del agua y reduciendo así el volumen ocupado por el mismo, lo que permite una mejora de los procesos posteriores. Se utilizan sistemas de gravedad o de flotación. Con la digestión se persigue la eliminación de gran parte de la materia orgánica que, dada su característica de putrescibilidad, podría entrar en descomposición rápidamente, ocasionar olores desagradables y provocar problemas sanitarios; luego, para la digestión se aplican procesos aerobios y anaerobios.

El acondicionamiento es una fase previa a la deshidratación, cuyo único objetivo es preparar el lodo para que tenga

mejores características de secado mediante procedimientos químicos o térmicamente; y la deshidratación tiene por objeto eliminar, por medios físicos, todo el agua posible del lodo, con la finalidad de hacerlo fácilmente manejable y transportable. Los sistemas más empleados son el filtro banda, el filtro prensa y las centrifugas. Por último, está la disposición final, es decir, la evacuación de los lodos producidos en la edar y ya tratados y para ello los procedimientos empleados suelen ser muy diversos: incineración, aplicación al terreno (cultivos, jardinería, recuperación de terrenos, rehabilitación de canteras, etc.), compostaje, vertedero controlado, entre otros.

Palabras clave: Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales, edar, línea de lodos, espesamiento, digestión, acondicionamiento, deshidratación, disposición final.

Diapositivas principales de la presentación

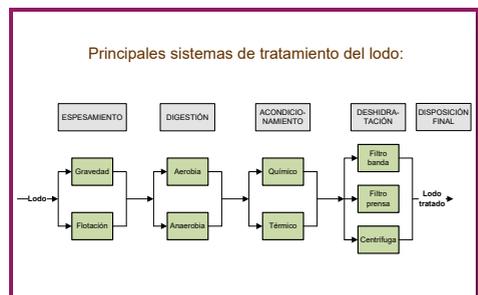


Primer evento científico de la Red AGUAS

Minicurso, talleres y jornada sobre la gestión y uso sostenible del agua y el saneamiento

MINICURSO
Introducción al tratamiento de aguas
Línea de lodos

Arturo Trapote Jaume
Dr. Ing. de Caminos, Canales y Puertos
Profesor Titular de Ingeniería Hidráulica
Instituto Universitario del Agua y de las Ciencias Ambientales (Universidad de Alicante, España)



Comparación entre digestión aerobia y anaerobia

➤ Desde el punto de vista económico, un estudio comparativo entre las dos soluciones (gastos de primera instalación + gastos de mantenimiento y explotación) permite establecer las siguientes conclusiones generales:

- ✓ Para poblaciones > 25.000 h-e, el proceso anaerobio es más económico.
- ✓ Para poblaciones < 15.000 h-e, es más económica la digestión aerobia.
- ✓ Entre los 15.000 y 25.000 h-e, la elección entre una y otra solución no vendrá determinada por condiciones económicas.

Taller 1. Aproximaciones para la gestión sostenible e integral del agua, el saneamiento y el desarrollo humano en Iberoamérica

- Gestión sostenible del agua. Germán Vergaray Ulffe, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú.
- Enfoque ecosistema-cultura. Tomás Andrés Bohórquez Lara, Henry Armando González Rodríguez y Saudhy Anais Miranda Villamizar, Fundación Universitaria Agraria de Colombia (UNIAGRARIA) y Fundación Universitaria San Mateo, Colombia.
- Enfoque de Nexo: seguridad hídrica, energética y alimentaria. Flor Gianina Paucar Aedo, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú.
- Enfoque agua-suelo-hombre-ambiente. Heriberto Vargas Rodríguez, Universidad Agraria de la Habana, Cuba.
- Agua y Desarrollo Humano. Mauricio Aguirre Céspedes, Universidad Santo Tomás, Colombia.
- Discusión y conclusiones. Rubén Danilo Bourdon García, Fundación Universitaria Agraria de Colombia (UNIAGRARIA), Colombia.



Gestión sostenible del agua

Germán Vergaray Ulffe

Instituto de Investigación en Ciencias Biológicas Antonio
Raimondi, Universidad Nacional Mayor de San Marcos,
Lima, Perú

Correo-e: gvergarayu@unmsm.edu.pe

Resumen

El agua dio origen a la vida y es indispensable para la existencia de todos los seres vivos. Su escasez para el consumo humano se manifiesta gradualmente a medida que aumenta la demanda y el uso indebido, su degradación es creciente y su calidad se altera fácilmente debido a las contaminaciones biológica, física y química, pudiendo generar enfermedades infecciosas e intoxicaciones (OMS, 2018). Además, debemos considerar que el cambio climático va a influir negativamente en su calidad y cantidad, afectando su disponibilidad a nivel mundial (Unesco, 2020). Actualmente en el mundo 3 de cada 10 personas carecen de agua potable; en América Latina y el Caribe la cifra es del 26%.

Se calcula que su contaminación provoca más de 502 000 muertes por diarrea al año, de ellos, aproximadamente 297 000 son niños menores de cinco años. Esto afecta principalmente a grupos vulnerables, de bajos ingresos y a poblaciones marginales y rurales.

La protección y el consumo sostenible del agua es uno de los objetivos principales del desarrollo sostenible de las Naciones Unidas (Naciones Unidas y Cepal, 2018). Sus principales indicadores son: lograr el acceso universal al agua potable, mejorar su calidad, lograr su uso eficaz y ampliar la cooperación internacional en beneficio de los países en desarrollo. Para conseguirlo, se debe fomentar la "Gestión Integrada de los Recursos Hídricos" (ONU Medio Ambiente, 2018), que básicamente es la participación activa de todos los sectores del gobierno involucrados y las comunidades interesadas. Esta política promueve el desarrollo y el manejo coordinado del agua y su objetivo principal es maximizar el bienestar económico y social en forma equitativa, sin comprometer la sostenibilidad

de los ecosistemas que son vitales para los seres humanos. Se sustenta en el criterio de que los recursos hídricos son un componente esencial de los ecosistemas, un recurso natural y un bien social y económico. Su planificación y estrategias deben estar dentro de los objetivos sociales, económicos y ambientales de todas las poblaciones.

Palabras clave: agua potable, abastecimiento sostenible, contaminación, gestión integrada.

Referencias

Naciones Unidas y Cepal. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: Cepal.

OMS. (2018). *Guías para la Calidad del Agua de consumo humano*. Ginebra, Suiza: Organización Mundial de la Salud.

ONU Medio Ambiente. (2018). *Progreso sobre gestión integrada de los Recursos hídricos. Referencia Global para el Indicador ODSG. 6.5.1. Grado de Aplicación de la Ordenación integrada de los Recursos hídricos*. Estados Unidos: Unesco.

Unesco. (2020). *ONU-AGUA. Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los Recursos hídricos 2020: Agua y Cambio Climático*. Paris, Francia: Unesco.

Diapositivas principales de la presentación

RED AGUAS

Primer evento científico de la Red AGUAS

Minicurso, talleres y jornada sobre la gestión y uso sostenible del agua y el saneamiento

TALLER 1. APROXIMACIONES PARA LA GESTION SOSTENIBLE DEL AGUA y EL SANEAMIENTO

PONENCIA: GESTION SOSTENIBLE DEL AGUA

Dr. Germán Vergaray Uiffe
Docente Extraordinario Experto
Biólogo- Microbiólogo
Universidad Nacional Mayor de San Marcos





Enfoque ecosistema- cultura

**Tomás Andrés Bohórquez Lara¹,
Henry Armando González Rodríguez¹,
Saudhy Anais Miranda Villamizar²**

¹Fundación Universitaria Agraria de Colombia
(UNIAGRARIA), calle 170 #54A-10, Bogotá D. C.,
Colombia

²Fundación Universitaria San Mateo, transversal 17 #25-
25, Bogotá D. C., Colombia

Correos-e: bohorquez.tomas@uniagraria.edu.co,
gonzalez.henry@uniagraria.edu.co
sanais@sanmateo.edu.co

Resumen

Uno de los enfoques aplicados en la investigación de la gestión integral del agua es el modelo ecosistema-cultura. Desde esta interpretación, el autor define a la cultura como una creación exclusivamente humana que, a partir de tres ámbitos interrelacionados: paradigma tecnológico, organización social y mundo simbólico, le sirve como estrategia de adaptación frente al medio ecosistémico. Así, se concibe pues a los seres humanos no por fuera o encima o como una especie más de la naturaleza, sino como un actor dentro de esta que, para subsistir o sobrevivir, tiene que modificar las leyes de los ecosistemas.

Este enfoque fue puesto en práctica por un equipo de investigadores de la RED AGUAS en el municipio de Sesquilé, Colombia, donde se definieron tres dimensiones: los ecosistemas, los sistemas socioculturales y las actividades productivas, en este caso para el suministro de agua potable en el municipio de Sesquilé en Colombia. Las dimensiones se caracterizan por sus estados (E) y se conectan a través de relaciones (r) e interacciones (I). Este modelo es una representación coherente de las implicaciones de la cultura como emergencia evolutiva y su articulación con los ecosistemas.

En la dimensión sociocultural sobresalen los "hitos normativos", los cuales corresponden a resoluciones expedidas por la Corporación Autónoma Regional (CAR), relacionadas con la declaración de zonas protectoras de la cuenca alta del río Bogotá (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014) y resoluciones municipales que reflejan las modificaciones concernientes con los cambios del suelo en el municipio, especialmente en la transformación de suelos dedicados a la producción agropecuaria hacia un desarrollo agroindustrial, industrial y residencial que a largo plazo causará más presión sobre la oferta hídrica.

Palabras clave: gestión integral del agua, estrategia de adaptación, cultura, hitos normativos, ecosistema-cultura, cambios de uso del suelo.

Agradecimientos

A la oficina de investigación de la Fundación Universitaria San Mateo y al equipo investigador de Sesquilé.

Referencias

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). *Resolución 138 de 2014 por el cual se realindera la Reserva Forestal Protectora de la Cuenca alta del río Bogotá*. Recuperado de <https://www.car.gov.co/vercontenido/1118>

Diapositivas principales de la presentación

FOR LA INVESTIGACIÓN PARA EL FUTURO Y LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA DEL AGUA Y EL SANEAMIENTO

RED AGUAS

Primer evento científico de la Red AGUAS

Taller: Aproximaciones para la gestión integral del agua y el saneamiento

Enfoque Ecosistema - Cultura

Tomás Andrés Bohórquez Lara
Licenciado en Química
Docente
Fundación Agraria de Colombia LINAGRAMA

INGENIERÍA



CON INSTITUCIONES COMO EL SENA Y LA SECRETARÍA DE AGUAS

Red AGUAS

Primer evento científico de la Red AGUAS

TALLER 1: Aproximaciones para la gestión sostenible e integral del agua y desarrollo humano en Iberoamérica.

Caracterización hídrica de los sistemas de suministro de agua potable y saneamiento en Sesquí Cundinamarca Colombia – Enfoque Ecosistema – Cultura.

Henry Armando González Rodríguez
Ingeniero en Ingeniería Civil, Especialista en Seguridad Industrial, Ingeniería y Gestión Ambiental, Especialista en Saneamiento Básico, MSc en Ingeniería con énfasis en Recursos Hídricos y Medio Ambiente, Docente Técnico Competente, Fundación Universitaria Agraria de Colombia.



CON INSTITUCIONES COMO EL SENA Y LA SECRETARÍA DE AGUAS

Red AGUAS

Primer evento científico de la Red AGUAS

TALLER: Aproximaciones para la gestión sostenible e integral del agua y desarrollo humano en Iberoamérica.

Caracterización de la Dimensión Sociocultural en las veredas de Espigas, Gobernador, Boitá y Cabecera Urbana del Municipio de Sesquí desde el enfoque ecosistema cultura.

Saethy Anala Miranda Villanar
Ingeniera Ambiental – Especialista en Gestión Ambiental Docente – Área Virtual Ingenierías en Salud y Seguridad en el Trabajo Fundación Universitaria San Mateo



Recomendaciones

- Aplicar herramientas de participación comunitaria con un mayor número de habitantes por ejemplo JAC, Coagrolec, usuarios de acueductos (Gobernador y Cabecera), Instituciones educativas etc.
- Dar prioridad al manejo ambiental de la Vereda Espigas y rescate de símbolos relacionados con la protección del agua.
- Recuperación de rondas hídricas de las quebradas que nacen en Espigas.
- Construcción de bocatoma en Quebrada Murciélagos.



Enfoque de Nexos: seguridad hídrica, energética y alimentaria

Flor Gianina Paucar Aedo

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Avenida
Venezuela cuadra 34, distrito El Cercado, Lima, Perú
Correo-e: florgianina19@gmail.com

Resumen

Ante la creciente demanda de los recursos, surge a la vista la competencia entre los sectores del agua, energía y agricultura. Cabe precisar que existe una relación de interdependencia entre estos sectores, por consiguiente, la toma de decisiones debe basarse en la negociación de los objetivos propios de cada sector (Alianza Clima y Desarrollo, 2021). Pues, el diseño y la implementación de políticas aisladas generarían conflictos entre diversos sectores.

Por tal razón, desde el enfoque de Nexo se buscan conocer las dinámicas y complejas relaciones entre agua, energía y alimentos, a fin de administrar de forma sostenible dichos recursos. La adopción de estrategias que involucran la integración de los tres sectores puede brindar soluciones para garantizar la seguridad hídrica, energética y alimentaria.

El enfoque de Nexo, que surge en la Conferencia de Bonn (Alemania) sobre "El nexo entre el agua, la energía y la seguridad alimentaria: soluciones para la economía verde", en el año 2011, constituye un intento de equilibrar los diferentes usos de recursos del ecosistema, toda vez que existen ciertas interacciones entre ellos que pueden dar lugar a sinergias o compensaciones entre los diferentes sectores o grupos de interés (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2014). Considerando que el agua, la energía y los alimentos son pilares fundamentales para el bienestar de la población y un anhelado desarrollo sostenible, es esencial una gestión integradora entre estos tres sectores. En tal contexto, este modelo coadyuva a que las políticas sectoriales sean más efectivas y eficientes; asimismo, su adopción permite alinear financiamientos, logrando optimizar el uso de unos recursos limitados. Por tanto,

representa una oportunidad para avanzar en el cumplimiento de la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible - ODS (Willaarts, Blanco, Llavona y Martínez, 2021).

Palabras clave: enfoque, agua, energía, alimentos, políticas sectoriales, objetivos de desarrollo sostenible.

Referencias

Alianza Clima y Desarrollo. (2021). *Introducción al enfoque de nexo entre agua, energía y alimentos*. Recuperado de <https://cdkn.org/sites/default/files/files/02-%E2%80%93-Introuccio%CC%81n-al-enfoque-de-Nexo.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2014). *El nexo agua-energía-alimentos. Un nuevo enfoque en respaldo de la seguridad alimentaria y de una agricultura sostenible*. Recuperado de <https://www.bivica.org/files/agua-energia-alimentos-nexo.pdf>

Willaarts, B. A., Blanco, E., Llavona, A. y Martínez, D. (2021). *Análisis comparativo de acciones con enfoque de Nexo: Agua-Energía-Alimentación: lecciones aprendidas para los países de América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.

Diapositivas principales de la presentación

PRO. PLAN NACIONAL PARA EL AGUA Y LA SANEAMIENTO SOSTENIBLE DEL AGUA Y LA RED AGUAS

Primer evento científico de la Red AGUAS

TALLER 1:
Aproximaciones para la gestión sostenible e integral del agua, el saneamiento y desarrollo humano en Iberoamérica

Enfoque Nexo – Seguridad hídrica, energética y alimentaria.

Dra. Flor Gianina Paucar Aedo
Abogada
Investigadora Externa
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Asociada a la Comisión de Derecho Ambiental de la Sociedad Peruana de Derecho.
Consultora en agua y saneamiento



Enfoque de NEXO - Seguridad hídrica, energética y alimentaria

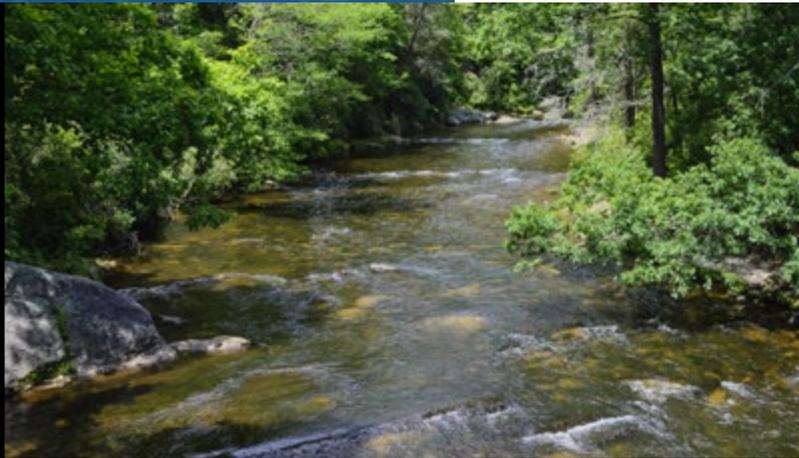
- Este modelo surge en la Conferencia de Bonn sobre "El nexo entre el agua, la energía y la seguridad alimentaria. Soluciones para la economía verde", en el año 2011.
- Constituye un intento de equilibrar los diferentes usos de recursos del ecosistema, toda vez que existen ciertas interacciones entre ellos que pueden dar lugar a sinergias o compensaciones entre los diferentes sectores o grupos de interés (FAO, 2014).



Desarrollo de casos, bajo la perspectiva Nexo - Perú

- El caso del Valle de Ica (Zegarra, 2018): Gran escasez hídrica en un ecosistema desértico en el que se ha producido un alto crecimiento económico agroexportador, pero con una tasa insostenible de extracción de agua del acuífero local, así como una mayor demanda de energía.
- El caso de la Sub Cuenca del río Santa Eulalia (GIZ, 2018): Por la importancia estratégica que posee para la ciudad de Lima, el rol de los actores clave con relación al agua se hace más complejo y a veces más difuso; asimismo, tanto para fines consuntivos y energéticos.
- El caso de Tarapoto y la microcuenca del río Cumbaza (Sabogal; Carlos; Willem; Del Castillo; Bleeke; Meza; Belfield; Bengilo; Peñarrea, 2018): Cuyo objetivo es evidenciar las interdependencias entre sectores económicos y actores urbano-rurales de la microcuenca, bajo diferentes escenarios.





Enfoque agua-suelo- hombre-ambiente

Heriberto Vargas Rodríguez¹
Fabienne Torres Menendez²
Caridad Sánchez Veranes¹

¹Facultad de Agronomía, Universidad Agraria de la Habana, Autopista Nacional km 231/2 y Carretera a Tapaste, San José de Las Lajas, Mayabeque, Cuba.

²Facultad de Ciencias Técnicas, Universidad Agraria de la Habana, Autopista Nacional km 231/2 y Carretera Tapaste, San José de Las Lajas, Mayabeque, Cuba.

Correos-e: vargas@unah.edu.cu
fabienne@unah.edu.cu
caridad@unah.edu.cu

Resumen

El manejo sostenible de los recursos naturales exige la aplicación de tecnologías que se correspondan con las capacidades potenciales de los territorios para un uso específico, así como de las acciones orientadas a su conservación y mejoramiento; ello constituye un elemento de vital importancia para garantizar la producción de alimentos con la calidad y cantidad requerida.

En la actualidad, el manejo de estos recursos en función a la producción agropecuaria es una de las interrogantes más apremiantes, dado al impacto negativo a que están siendo sometidos los recursos. En este sentido, en el trabajo se exponen los fundamentos científicos metodológicos en los que se sustenta la investigación con el enfoque agua-suelo-hombre-ambiente en el sector agropecuario. Además, se presentan varios casos de estudio sustentados en este enfoque, con el fin de obtener producciones sostenibles en escenarios agropecuarios disímiles. Tal es el caso de la evaluación de la calidad del riego para el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en la CPA "Amistad Cubano-Búlgara", donde se comprueba que se aplicó un exceso de agua superior a los 100 000 m³ en una máquina de pivote central, lo que trae consigo serias afectaciones socioeconómicas y al medioambiente. De igual forma, se evaluó la influencia de la intrusión marina en la calidad de las aguas subterráneas utilizadas para el riego en la llanura sur occidental de Pinar del Río. En este caso, se puso de manifiesto la influencia de la calidad de las aguas sobre el adecuado desarrollo del cultivo y su impacto sobre los suelos, además, se proponen sistemas de riego y manejo para atenuar el impacto de la presencia de diferentes iones tóxicos para el adecuado desarrollo del cultivo y se ratifica

como conclusión que los enfoques integrales con relación al manejo del agua-ambiente-suelo-hombre requieren un cambio de paradigma, orientado a atenuar los conflictos de uso de las tierras, utilizar normas de riego adecuadas, favorecer la rotación de cultivos, cultivos intercalados y sistemas de riego contextualizados a los escenarios agrícolas, entre otras acciones que conlleven a garantizar la salud del suelo y el agua.

Palabras clave: manejo sustentable de recursos naturales, conflictos de uso de las tierras, recurso agua.

Referencias

- Falcón, M. C., Vargas, H., Torres, F. y Herrera, L. (2014). Evaluación del conflicto de uso agrícola de las tierras a partir de su aptitud física como contribución a la explotación sostenible. *Cultivos Tropicales*, 35(4), 13-18.
- Montaño, N. M. y García Sánchez, R. (2016). Redescubriendo el suelo: su importancia ecológica y agrícola. *Terra Latinoamericana*, 34, 467-469.
- Vargas, R. H. (2021). Evaluación geoespacial de principales factores limitantes agroproductivos de los suelos de la granja "Guayabal". *Revista Roca*, 17, 3-45.
- Zayas, S., Boeckx, P. y Vargas, H. (2019). Comportamiento productivo en agroecosistemas de intercalamiento yuca frijol en el municipio Calixto García, provincia Holguín. *Revista Cultivos Tropicales*, 1(40), a03-e03.

Diapositivas principales de la presentación


Primer evento científico de la Red AGUAS
 Minicurso, talleres y jornada sobre la gestión y uso sostenible del agua y el saneamiento

TALLER 1
Enfoque Agua – Suelo – Hombre – Ambiente

Dr.C. Heriberto Vargas Rodríguez
 Profesor Titular
 Jefe del Departamento de Suelo y Agua
 Facultad de Agronomía
 Universidad Agraria de la Habana





Influencia de la intrusión marina en la calidad de las aguas subterráneas utilizadas para el riego en la llanura sur occidental de Pinar del Río

Municipio: Sandino
 consejo popular: Martín
 Manuel Lazo

50 fuentes de abasto de agua

Determinación fisico-químicas realizadas a las aguas de riego

Determinación	Método	Referencias	
		Internacionales	Normas cubanas
pH	Potenciométrico	Estos (1995)	
Conductividad eléctrica	Conductimétrico	Richard (1975)	Determinación de la salinidad en muestras de agua (Pérez y Moreno, 1982)
Calcio y magnesio	Titración	Richard (1975)	
Sodio y potasio	Fluorimetría	Greenberg (1992)	
Cloro	Titración	Estos (1995)	
Sulfatos	Turbidimetría	Estos (1995)	
Carbonatos y bicarbonatos	Titración	Richard (1975)	



Agua y desarrollo humano

Mauricio Aguirre Céspedes

Universidad Santo Tomás, carrera 22 con calle 1a, vía
Puerto López, Villavicencio, Colombia.
Correo-e: mauricioaguirre@usantotomas.edu.co

Resumen

El mito como sistema simbólico genera una primera configuración del hombre sobre la tierra y su interpretación imaginaria con el mundo. Esto implica que la relación estructural de sentido que se construye a través del rito, fundado en relación con el ecosistema y al concepto naturalista, sea un panteísmo religioso. Dicho naturalismo se ve estructurado en la conformación del hombre y su representación en la tierra. Dios agua, hombre agua, descritos como esferas interconectadas por lugares sagrados; *axis-mundi* o *topoi*, sacros, montañas, cascadas o cuerpos de agua. El acceso a los cuerpos de agua permite el desarrollo agrícola, como utensilio, técnico y, por lo tanto, existe un desarrollo de la cultura asociado en formas económicas colectivas.

Las estéticas asociadas al rito generan un vehículo de sentido de contemplación, valga la redundancia: "estética", con el ambiente. La occidentalización del concepto historia niega las epistemologías locales, es decir, la validez de los postulados metodológicos que dan noción de certeza respecto al agua como objeto de estudio, esto se supera al abordar el agua desde distintas realidades. La mirada superada debe ser desde lo orgánico, lo rizomático y lo fractal, es decir, desde la conjunción de realidades válidas según el método y el objeto de estudio.

La diversidad cultural se cruza aquí desde una concepción clásica y de nuevas formas poscoloniales de estar en el mundo, el ambiente y los sistemas reproductivos, por lo tanto, no se debe separar el concepto naturaleza del concepto de cultura y los sistemas de producción.

Palabras clave: agua, fractal, cuerpo, sistemas, redes.

Referencias

Estrada, W. F. (2004). *Geometría fractal. Conceptos y procedimientos de fractales*. Bogotá: Magisterio.

Solano, P. A. (2019). *Historia Ilustrada de Sesquilé. El Pueblo de los Matados*. Colombia: Sello Editorial Municipio de Sesquilé.

Diapositivas principales de la presentación

Primer evento científico de la Red AGUAS

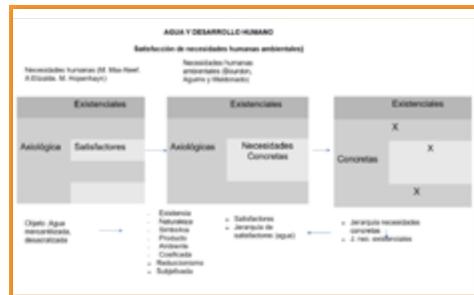
Minicurso, talleres y jornada sobre la gestión y uso sostenible del agua y el saneamiento

Taller 1.

Título de la ponencia: Agua y desarrollo humano

Nombre de ponente: Ricardo Aguero Cepeda
Pg. profesor de tiempo completo
Universidad Santo Tomás de Aquino

SANTOTOMAS



AGUA y DESARROLLO HUMANO

		Existenciales		
		SER-HACER	TENER-ESTAR	TRASCENDER
GRO EPISTEMOLOGICO		Hiper estimulación. Experiencias, Drogodependencias, negación de los valores ecológicos,		
GRO AXIOLÓGICO		Educativos democráticos, Inutilización de categorías epistemológicas del agua: verdad, rigor, generalidad , verosimilitud, precisión, coherencia, cohesión, fertilidad, adecuación, empirio, contrastabilidad, trazabilidad.		
			X	X



Taller 1. Discusión y conclusiones aproximaciones para la gestión sostenible e integral del agua, el saneamiento y el desarrollo humano en Iberoamérica

Rubén Danilo Bourdon García

Fundación Universitaria Agraria de Colombia
(UNIAGRARIA), calle 170 #54A-10, Bogotá D. C., Colombia.
Correo-e: bourdon.ruben@uniagraria.edu.co

Balance, discusión y conclusiones del taller

En este taller se abordó el tema de los estudios del agua en la RED AGUAS desde dos aproximaciones: la gestión sostenible y la gestión integral, en búsqueda de la sostenibilidad del recurso y el desarrollo humano.

Se inició el taller con una explicación del abordaje de la gestión sostenible del agua en Perú, realizada por el profesor Germán Vergaray Ulffe de la Universidad Mayor de San Marcos en Lima. El profesor Vergaray, primero, presentó algunos de los objetivos de investigación logrados por su grupo de investigación. Entre estos se destacan: "crear e implementar un método para mejorar la calidad del agua potable en edificios", "demostrar que Escherichia Coli y Enterococcus permiten detectar descargas de aguas servidas ocultas en playas y son los mejores indicadores de contaminación local" y "crear e implementar un programa de control higiénico-sanitario de alimentos, aguas y medioambiente, y de educación sanitaria en Lima, Perú". Todos los proyectos que desarrollaron los objetivos de investigación logrados involucraron a las comunidades correspondientes, tanto de edificios como de comunidades marginales de Lima y de la ciudad, con la aprobación de las autoridades correspondientes.

Luego, Vergaray abordó la problemática ambiental global del agua, su desarrollo histórico y su importancia actual, las carencias mundiales del agua, los grupos vulnerables, en particular, en América Latina, y para esto se basó en los datos de la OMS, la Cepal y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Vergaray también presentó el circuito o la ruta del agua que se emplea en América Latina y el Caribe para agua de consumo y las posibles interrupciones del circuito. Por último, presentó los fundamentos de la gestión sostenible del agua, desde los ods, en particular del objetivo 6: "Agua limpia y saneamiento", la huella hídrica y sus implicaciones a nivel regional.

Respecto al enfoque ecosistema-cultura, presentado por Tomás Andrés Bohórquez Lara y Henry Armando González Rodríguez de la Fundación Universitaria Agraria de Colombia (UNIAGRARIA) y Saudhy Anais Miranda Villamizar de la Fundación Universitaria San Mateo, primero presentaron los fundamentos de dicho enfoque desarrollado por Carlos Augusto Ángel Maya, filósofo, pensador e investigador colombiano. En seguida, se mostraron los resultados parciales de la investigación desarrollada en el municipio de Sesquilé en Cundinamarca, para el abastecimiento de agua potable y el tratamiento de aguas residuales, desde el enfoque de relaciones e interacciones entre el ecosistema y el sistema sociocultural.

Las poblaciones del estudio fueron aquellas asentadas en la cabecera municipal del municipio y las veredas Gobernador, Espigas y Boitá. También fueron presentados los resultados de la caracterización de las cuencas de las quebradas el Olvido, Murciélagos y Santaferaña y el efluente del embalse Tominé o canal Achury. Además, se presentaron los resultados de caracterización de las plantas de tratamiento de agua potable Santaferaña y de aguas residuales para 1. Usando dicho enfoque se establecieron las relaciones e interacciones en y entre las plantas de tratamiento y las quebradas (ecosistemas) y algunas de las relaciones socioculturales. La caracterización se realizó a partir de la información disponible del municipio, visitas a las plantas de tratamiento, salidas de campo, entrevistas semiestructuradas a líderes sociales y funcionarios del municipio y encuestas de caracterización de los municipios de Colombia.

El enfoque agua-suelo-hombre-ambiente fue presentado por el profesor Heriberto Vargas Rodríguez de la Universidad Agraria de la Habana, Cuba. Durante su presentación, él hace un recuento de los requerimientos del agua para diferentes productos comerciales, lo que justifica emplear un enfoque holístico con el fin de mejorar la gestión del agua. Entonces, Vargas hace un recuento de las demandas del agua en Cuba, en particular, para riego de cultivos, además de presentar los resultados sobre la degradación de los suelos de la isla. En ese momento él introduce el enfoque en cuestión, sus requerimientos y componentes,

los cuales se aplicaron al estudio de la calidad agronómica del agua y, finalmente, presenta los resultados de la aplicación de este enfoque a cultivos de papa de la provincia de Mayabeque y de tabaco en Pinar del Río, con el fin de revisar su aplicabilidad desde la práctica y determinar las necesidades para mejorar las condiciones del uso del agua a nivel agronómico, en la que por lo menos se realiza un análisis detallado de la cantidad utilizada de agua en los cultivos, la calidad de la misma y sus costos asociados.

En cuanto al enfoque de Nexo: seguridad hídrica, energética y alimentaria, investigación presentada por la profesora Flor Gianina Paucar Aedo de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos de Perú, la autora comienza con una explicación de por qué ha sido adoptado este enfoque en Perú y que en definitiva buscar complementar la gestión integrada del recurso hídrico. Este enfoque surge en la conferencia internacional de Bonn: "El nexo entre el agua, la energía y la seguridad alimentaria. Soluciones para la economía verde" del 2011. En ese momento, ella presenta la dinámica de estudio desde este enfoque, su objetivo, adopción y relación con los ods 2, 6 y 7, y la agenda 2030.

El enfoque de Nexo fue aplicado en Perú, en el valle de Ica, donde se determinó que es insostenible la tasa de extracción del agua del acuífero local, así como una mayor demanda de energía para la producción agrícola de este valle, a medida que aumenta su nivel de explotación agrícola. También, este enfoque se aplicó al estudio de la subcuenca del río Santa Eulalia, en Tarapoto y en la microcuenca del río Cumbaza, con el objetivo de evidenciar las interdependencias entre algunos sectores económicos y actores urbanos y rurales de las microcuencas para diferentes escenarios.

Los hallazgos en la investigación sobre agua y desarrollo humano los presentó el profesor Mauricio Aguirre Céspedes de la Universidad Santo Tomás, Colombia. Primero él contextualiza sobre el significado del agua y su relación con el desarrollo humano y las necesidades fundamentales planteadas por Max-Neef, Elizalde y Hopenhayn. Entonces, Aguirre

menciona que en su investigación se ha realizado un giro tanto epistemológico como axiológico, se ha replanteado la relación sujeto-objeto, materialista-reduccionista, en torno al agua y se ha llevado a un nivel superior desde el naturalismo orgánico. Además, el giro axiológico permitió introducir una categoría existencial adicional al ser, tener, hacer y estar, que fue trascender.

A partir de la matriz de necesidades humanas fundamentales de Max-neef, Elizalde y Hopenhayn, que involucran al agua desde una visión mercantilizada y desacralizada, se estableció otra matriz de necesidades humanas pero ambientales por Bourdon, Aguirre y Maldonado, que establecen unas necesidades concretas, con referencia específica a la existencia, la naturaleza y lo simbólico, el agua como elemento funcional no reducido y con crecimiento hacia lo estético y que introduce una relación orgánica entre ciencia y estética. A partir de este aporte al desarrollo humano, se lograron jerarquizar las necesidades concretas con elementos específicos, ser, tener, hacer y estar.

Con relación a la categoría existencial de trascender, se debe tener en cuenta que, desde este estudio, el agua tiene un valor simbólico (que se ha perdido) y una resignificación funcional, estructural y estética. Se mencionan entonces algunos de los elementos estructurales como lo mitológico, lo simbólico y lo existencial, producto del ecosistema y sus subdivisiones biológico-ambiental, de necesidades elementales, de la construcción del concepto de cultura y las relaciones sinérgicas. Finalmente, se mencionan los elementos de las subdivisiones, por ejemplo, para la mitología, subdivisión biológico-ambiental, donde se tienen la mitogonía y la mito-*poiesis* o capacidad de crear mitos.

Como se puede observar, todas las aproximaciones anteriores buscaron desarrollar investigaciones interdisciplinarias que, a través de la gestión sostenible o integral, incluyeran todas las partes o dimensiones de los fenómenos estudiados o sistemas estudiados en torno al agua y el saneamiento, ya fuese desde una aproximación que iniciara en las dimensiones o partes, las integrara y finalizara con el sistema completo

(*Bottom-Up*) o desde la integralidad del fenómeno y el acercamiento a sus dimensiones (*Top-Down*). Todas las aproximaciones presentadas buscan, en último término, mejorar las condiciones sociales y ambientales de las comunidades, es decir, el desarrollo humano.

Desde los enfoques de gestión sostenible e integral de la RED AGUAS se observa que no se tienen estructuras rígidas de abordaje de las investigaciones en torno al agua, sino flexibles y variadas, que se pueden alimentar con nuevos componentes o elementos novedosos, con el fin de enriquecer la representación y la gestión del recurso hídrico y ajustarlas en el mayor grado posible a la realidad. Por ejemplo, la representación de las relaciones e interacciones entre ecosistemas y sistemas socioculturales, para el abastecimiento de agua y el tratamiento de aguas residuales en Sesquilé, Colombia. En consecuencia y para terminar, los enfoques de gestión del agua de la RED AGUAS no exigen que los fenómenos estudiados o los sistemas asociados al agua se ajusten, *a priori*, a un modelo o una representación, sino que se formulan y complementan a medida que se avanza en la investigación.

Taller 2.

Experiencias de evaluación del riesgo en la calidad del agua, contaminantes de preocupación emergente, sistemas de indicadores de sostenibilidad del agua, saneamiento y desarrollo humano para Iberoamérica

- Evaluación del riesgo en la calidad del agua. Macario Pino Gómez, Silvia Soto Córdoba y Liliana Gaviria Montoya, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica
- Contaminantes de preocupación emergente. Daniel Prats Rico, Universidad de Alicante, España
- Sistemas de indicadores y de gestión del conocimiento. Orandi Mina Falsarella, Universidad Católica de Campiñas, Brasil
- Discusión y conclusiones. Duarcides Ferreira Mariosa, Universidad Católica de Campiñas, Brasil



Evaluación del riesgo en la calidad del agua

Silvia M. Soto-Córdoba¹
Liliana Gaviria-Montoya¹
Macario Pino-Gómez²

¹Environmental Protection Research Center (CIPA),
School of Chemistry, Instituto Tecnológico de Costa
Rica, apartado 159-7050, Cartago, Costa Rica

²Environmental Protection Research Center (CIPA),
School of Environmental Engineering,
Instituto Tecnológico de Costa Rica, apartado 159-7050,
Cartago, Costa Rica

Correos-e: ssoto@itcr.ac.cr, lgaviria@itcr.ac.cr
mpino@itcr.ac.cr

Resumen

Las amenazas del recurso hídrico son multifactoriales e incluyen la degradación y la contaminación de acuíferos y suelos, la gestión de los acueductos, los aspectos financieros y educativos y las características propias del territorio.

La presión de uso del agua y la variabilidad en su oferta debido al cambio de clima justifican la urgente necesidad de contar con herramientas predictivas del riesgo. Costa Rica carece de un índice que prediga el riesgo en la prestación sostenible de los servicios de agua potable y saneamiento, por dichas razones se desarrolló una investigación de varios años para conceptualizar un índice de riesgo al cual se le denominó Irssas (o índice de riesgo en la sostenibilidad de la prestación del servicio de agua potable y saneamiento) y se construyó considerando los siguientes componentes:

- Gestión del recurso hídrico (grh)
- Saneamiento ambiental (sa)
- Educación ambiental (ea)
- Índice de desarrollo socioeconómico (ids)
- Impacto de los eventos naturales (en)

En total, se diseñaron, validaron y calcularon 30 indicadores que componen el índice. Los indicadores se evaluaron considerando su aporte a la vulnerabilidad, la mitigación, la pertinencia, la funcionalidad, la disponibilidad, la confiabilidad y la utilidad. El índice se aplicó en una muestra de 97 acueductos rurales ubicados en las provincias de Puntarenas, Guanacaste y Cartago y los resultados de la evaluación del riesgo mostraron que el 81% de esos acueductos presentaban niveles de riesgo superiores al intermedio, lo que evidencia la poca sustentabilidad en la prestación del servicio de agua

y saneamiento por parte de dichos entes operadores. Este índice podría ser utilizado para evaluar el riesgo y tomar acciones correctivas y preventivas, aportando así al desarrollo sostenible del país.

Palabras clave: agua potable, cambio climático, gobernanza del agua, índice riesgo, acueductos rurales.

Diapositivas principales de la presentación

Primer evento científico de la Red AGUAS

Minicurso, talleres y jornada sobre la gestión y uso sostenible del agua y el saneamiento

Taller 2.
13 Octubre 2021
Evaluación del riesgo en la calidad del agua

Nombre del Ponente:
Dra. Silvia Soto Córdoba
Equipo de trabajo :
Ing. Lilliana Gaviria M, Ing. Macario Pino G.



DEFINICIÓN IRSSA

- Índice de Riesgo para determinar la Sostenibilidad del Servicio de Agua y Saneamiento para zonas rurales de Costa Rica atendidas por Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunales



Conclusiones

- El modelo actual de administración de ASADAs en CR es insostenible en el tiempo
- La contaminación derivada del mal manejo de aguas residuales.
- Falta de capacidad técnica en las ASADAs
- Tamaño de las ASADAs
- Necesidad de invertir en educación ambiental
- Ante los eventos naturales no hay planes



Contaminantes de preocupación emergente

Daniel Prats Rico

Universidad de Alicante, carretera de San Vicente del
Raspeig, s/n, 03690, San Vicente del Raspeig, Alicante,
España

Correo-e: prats@ua.es

El desarrollo y el crecimiento a escala mundial de la población lleva inevitablemente al uso creciente de productos químicos, habiéndose identificado más de 350 000 productos y mezclas de productos en el mercado (Wang, Walker, Muir y Nagatani-Yoshida, 2020). Entre 30 000 y 50 000 sustancias químicas industriales se encuentran contenidas en los productos de uso diario (Dulio et al., 2018). Muchas de estas terminan en las aguas continentales o marinas y pueden representar un riesgo potencial para el medioambiente y los seres vivos, incluso a pequeñas concentraciones.

En la Unión Europea, la Directiva 2013/39/UE, en su artículo 26, define los contaminantes de preocupación emergente, cec, como:

Contaminantes que en la actualidad no están incluidos en los programas de seguimiento sistemático de la Unión, pero que suponen un importante riesgo, lo cual exige su regulación, dependiendo de los efectos eco toxicológicos y toxicológicos, y de sus niveles en el medio acuático (UE, 2013).

La presente ponencia revisa el origen de los cec, sus vías de acceso a aguas potables, riesgos potenciales, evaluación del riesgo ambiental (Verlicchi, Al Aukidy y Zambello, 2012), clasificación y la progresiva incorporación de microcontaminantes a la normativa, poniendo como ejemplo la historia del ddt (Barnes y Reeve, 1994). También se describen aspectos relacionados con la caracterización analítica y los posibles tratamientos para su reducción o eliminación de las aguas residuales.

Palabras clave: contaminantes emergentes, origen y clasificación, normativa, tratamiento.

Referencias

- Dulio, V., van Bavel, B., Brorström-Lundén, E., Harmsen, J., Hollender, J., Schlabach, M., et al. (2018). Emerging pollutants in the EU: 10 years of NORMAN in support of environmental policies and regulations. *Environmental Sciences Europe*, 301, 1-13. <https://doi.org/10.1186/s12302-018-0135-3>
- Barnes, J. D. y Reeve, R. N. (1994). *Environmental analysis: analytical chemistry by open learning*. Nueva York: John Wiley.
- Unión Europea. (2013). Directiva 2013/39/UE. Recuperado de <https://www.boe.es/doue/2013/226/L00001-00017.pdf>
- Verlicchi, P., Al Aukidy, M. y Zambello, E. (2012). Occurrence of pharmaceutical compounds in urban wastewater: removal, mass load and environmental risk after a secondary treatment - a review. *Science of the total environment*, 429, 123-155. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.04.028>
- Wang, Z., Walker, G. W., Muir, D. C. y Nagatani-Yoshida, K. (2020). Toward a global understanding of chemical pollution: a first comprehensive analysis of national and regional chemical inventories. *Environmental Science & Technology*, 54(5), 2575-2584. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b06379>

Diapositivas principales de la presentación



RED AGUAS

Primer evento científico de la Red AGUAS

Minicurso, talleres y jornada sobre la gestión y uso sostenible del agua y el saneamiento

TALLER 2

Contaminantes de preocupación emergente

Daniel Prats Rico
Catedrático de Ingeniería Química, Profesor emérito
Coordinador de Proyectos y Desarrollo del IUACA
Universidad de Alicante
Coordinador del programa de doctorado en Agua y Desarrollo Sostenible
Coordinador de la Red AGUAS





El origen y tipo de CECs son muy variados



Medicamentos
(anticonceptivos, antibióticos, analgésicos, de uso psiquiátrico, antisépticos, drogas...) y sus metabolitos



Productos de cuidado personal
(perfumes, desodorantes, protectores de piel, ...)



Tensioactivos y sus metabolitos



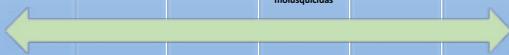
Plaguicidas y biocidas:
insecticidas, herbicidas, fungicidas, nematocidas, acaricidas, alguicidas, rodenticidas, molusquicidas



Productos industriales como
plastificantes, agentes quelantes, aditivos de gasolina, retardadores de llama



Subproductos de desinfección
como trihalometanos, derivados bromados



Posibles tratamientos para reducir contaminantes emergentes

La enorme variedad de contaminantes emergentes, su heterogeneidad y su distinto comportamiento y propiedades, condiciona que sean muy diversas las técnicas apropiadas para su reducción o eliminación.

En general, para contaminantes orgánicos se debe procurar su biodegradación u oxidación química hasta compuestos no tóxicos, y para contaminantes inorgánicos y metales pesados su transformación a no tóxicos y su separación del medio acuoso.



```

graph TD
    Root[Transformación via Biológica + química] --> Biodegradación
    Root --> Procesos fisicoquímicos de oxidación avanzada
    Biodegradación --> Aerobias
    Biodegradación --> Anaerobias
    Biodegradación --> No biológicas
    Biodegradación --> Fotolíticas
    Procesos fisicoquímicos de oxidación avanzada --> Procesos de membranas
    Procesos fisicoquímicos de oxidación avanzada --> Procesos de adsorción
    Procesos fisicoquímicos de oxidación avanzada --> Procesos de intercambio iónico
    
```



Sistemas de indicadores y de gestión del conocimiento

Orandi Mina Falsarella

Pontificia Universidad Católica de Campiñas,
Pq. Rural Fazenda Santa Cândida, Campiñas,

Sao Paulo, Brasil

Correo-e: Orandi.falsarella@gmail.com

Resumen

La sustentabilidad es un tema recurrente y actual, discutido por personas e instituciones públicas y privadas, principalmente en sus tres dimensiones principales, económica, social y ambiental. En este tema, uno de los factores más importantes para la supervivencia de la humanidad es la existencia de agua, que trae a la discusión la gestión sostenible de los recursos hídricos en las cuencas hidrográficas.

Así, considerando la cantidad de actores involucrados y la información existente y producida por diversos medios, la complejidad del proceso de gestión, la necesidad de crear, organizar y difundir conocimiento en esta área, parece ser la propuesta de un Sistema de Gestión del Conocimiento (sgc), utilizando las Tecnologías de la Información y la Comunicación (tic), una interesante solución para ayudar en la gestión de los recursos hídricos. Conocer un plan de cuenca hidrográfica, evaluar sus acciones a través de indicadores de impacto, recolectar información y analizarla a través de las tic, principalmente con el uso del internet de las cosas (IoT) y *big data*, puede ayudar a la decisión.

Así, este trabajo tiene como objetivo proponer un sgc para ayudar a los Comités de Gestión de Cuenca en el proceso de toma de decisiones para la gestión de los recursos hídricos. El presente estudio se caracteriza por ser una investigación exploratoria de carácter cualitativo y cuantitativo y la construcción del modelo adopta un enfoque prescriptivo, ya que busca observar diferentes formas de evaluar cómo los conceptos se integran y complementan entre sí. Como resultado, los elementos del sgc se presentan en cuatro etapas: obtención de información, transformación de información en conocimiento, difusión de información e integración con el plan de cuenca.

Palabras clave: sistemas de gestión del conocimiento, gestión de recursos hídricos, tecnologías de la información y la comunicación, indicadores de impacto.

Diapositivas principales de la presentación


Primer evento científico de la Red AGUAS
 Minicurso, talleres y jornada sobre la gestión y uso sostenible del agua y el saneamiento

Sistemas de Indicadores y de gestión del conocimiento

Orandi Mina Falsarella
 Professor e Pesquisador
 Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade



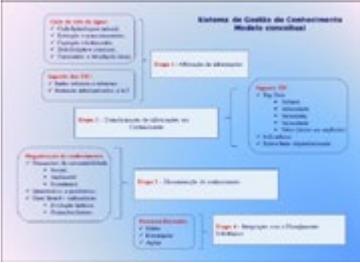
Planejamento Estratégico, BSC e Sustentabilidade – Grau de contribuição



Fonte: adaptado de Caetano et al (2012)

- ✓ Melhorar o processo de tratamento da água
- ✓ Diminuir perdas de água tratada na distribuição
- ✓ Capacitar os consumidores para evitar desperdício

Sistema de Gestão de Conhecimento
Módulo estratégico



Fonte: Falsarella et al (2021)



Discusión y conclusiones

Duarcides Ferreira Mariosa

Pontificia Universidad Católica de Campiñas,
Rua Professor Doutor Euryclides de Jesus Zerbini, 1516,
Pq. Rural Fazenda Santa Cândida, Campinas
Sao Paulo, Brasil.

Correo-e: duarcidesmariosa@puc-campinas.edu.br

Balance, discusión y conclusiones del taller

En el taller 2 contamos con la participación de ponentes de tres realidades diferentes, con distintos enfoques y temas relacionados con el agua y su saneamiento.

La realidad de Costa Rica, un país situado en América Central, con unos 5094 millones de habitantes en 2020 y un pib de aproximadamente 61 520 millones de dólares, nos fue presentada por Silvia Soto Córdoba y colegas, quienes trataron el tema de "Evaluación de riesgos en la calidad del agua".

Según Soto y sus colegas de Costa Rica, los indicadores de salud derivados de la gestión del agua en las zonas urbanas son favorables, similares a los de los países desarrollados. En las zonas rurales, la gestión del agua es responsabilidad de las asociaciones de vecinos, llamadas Asadas (Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunales). Las Asadas se caracterizan por la gestión de las infraestructuras con instrumentos de control y seguimiento y la preocupación por el impacto del cambio climático. Para ello, desarrollarán como indicadores el Irssas (Índice de Riesgo para determinar la Sostenibilidad del Servicio de Agua y Saneamiento), específicamente para las zonas rurales de Costa Rica que son atendidas por las Asadas.

Las conclusiones alcanzadas sugieren que el actual modelo de gestión de Asadas en Costa Rica es insostenible en el tiempo, que la contaminación existente proviene de una mala gestión de las aguas residuales y las Asadas carecen de capacidad técnica y se ven afectadas por su tamaño, por lo que es necesario invertir más en educación ambiental y que, ante los acontecimientos naturales, no hay planes.

Desde España, país situado en Europa, con unos 47 350 000 habitantes en 2020 y un pib de aproximadamente 1281 billones de dólares, Daniel Prats Rico presentó el tema "Contaminantes de interés emergente".

Tal y como expone Prats, existe un gran número de sustancias químicas que, aunque no tienen un efecto toxicológico demostrado, si se tienen en cuenta su composición química, sus propiedades fisicoquímicas y los estudios toxicológicos parciales ya realizados, se puede deducir que su presencia en el medioambiente puede representar un riesgo potencial. Estas sustancias se conocen como contaminantes de interés emergente (cec). Son una preocupación emergente porque su presencia y consecuencias en el medioambiente han pasado desapercibidas hasta hace relativamente poco, en gran parte debido a que su concentración en el medio natural es generalmente muy baja y, por tanto, indetectable hasta que las técnicas analíticas se desarrollaron suficientemente.

Para el análisis de los contaminantes emergentes y para evaluar el riesgo ambiental de los contaminantes, un parámetro utilizado es el llamado *ratio de riesgo, rq (Risk Quotient)*, el cual se define como la relación entre la concentración ambiental prevista o medida para el contaminante (pec) y la concentración prevista del mismo contaminante que no produce efectos (penc). La identificación y cuantificación de los cca no es sencilla porque *su concentración ambiental puede ser muy baja y porque están presentes en mezclas muy complejas*, en las que puede haber docenas o cientos de sustancias que hay que identificar y cuantificar. El dispositivo analítico suele ser una combinación de técnicas gc-ms o lc-ms. La cromatografía de gases (gc) se utiliza para la separación de compuestos volátiles, no polares y térmicamente estables, y la cromatografía líquida (lc) separa los compuestos polares y es adecuada para compuestos poco volátiles o térmicamente inestables. En ambos casos, la identificación y la cuantificación de los compuestos se realiza por espectrometría de masas (em), ya que tiene una alta sensibilidad y permite la identificación de sustancias a través de la gran biblioteca de espectros disponibles para múltiples sustancias.

La tercera exposición se centra en Brasil, país situado en América del Sur, con unos 212 mil habitantes en 2020 y un pib de unos 1445 millones de dólares. Orandi Mina Falsarella presentó el tema "Indicadores y sistemas de gestión del conocimiento".

Los indicadores de impacto económico, social y ambiental en las acciones de un plan de cuenca corresponden a una planeación

estratégica que se desarrolla con objetivos que son situaciones que se quieren lograr en un periodo de tiempo, relacionados con su misión y visión y que buscan aprovechar las oportunidades, combatir las amenazas, eliminar las debilidades y mantener o mejorar las fortalezas; metas que cuantifican los objetivos (cuánto se quiere lograr y en cuánto tiempo); indicadores o variables que permiten evaluar si las metas se están logrando o no. Con estos parámetros se definen las estrategias, las acciones que se llevarán a cabo para alcanzar los objetivos y, en consecuencia, las metas.

Falsarella propone la herramienta "Balance Score Card" como complemento a los retos de la gestión del conocimiento y la construcción de indicadores. Se trata de un conjunto completo de *medidas de rendimiento* que contemplan, principalmente, las estrategias y las acciones, de modo que puedan evaluarse y supervisarse en el contexto de cuatro perspectivas diferentes y complementarias: la *perspectiva financiera*, donde se evalúan las estrategias utilizadas por la empresa para contribuir a la mejora de los resultados financieros, centrándose en la rentabilidad; la *perspectiva del cliente*, que permite a los gestores identificar los segmentos de clientes y los mercados en los que opera la unidad de negocio, evaluando si las estrategias se refieren al grado de captación, retención y satisfacción de los clientes; la *perspectiva de los procesos internos*, que permite a los directivos identificar los procesos organizativos críticos en los que la empresa debe alcanzar la excelencia para que se cumplan las expectativas de los clientes y los accionistas; y, por último, la *perspectiva del aprendizaje y el crecimiento*, que se ocupa de la competencia y la motivación de las personas, la capacidad de mejorar los procesos y procedimientos operativos y el apoyo de los sistemas de información.

En cuanto a si es posible afirmar que un plan de negocio con todos los objetivos, metas y estrategias o acciones es sostenible y garantiza el desarrollo sostenible, o integrar la planificación estratégica, el cmi y las dimensiones de sostenibilidad, Falsarella concluye que sí, que el impacto de las acciones en las dimensiones de la sostenibilidad se logra, en general, si se adoptan los principios Gibson, la gestión del conocimiento y las tic: IoT y *big data*.

Taller 3. Economía circular en la gestión sostenible del agua y el saneamiento, las relaciones internacionales y el desarrollo humano

- Economía circular en la gestión sostenible del agua y el saneamiento. Flor Gianina Paucar Aedo, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú.
- Relaciones internacionales y desarrollo humano en la gestión del agua. Brígida Rocha Brito, Universidad Autónoma de Lisboa, Portugal.



Economía circular en la gestión sostenible del agua y el saneamiento

Flor Gianina Paucar Aedo

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, avenida
Venezuela, cuadra 34, distrito El Cercado, Lima, Perú
Correo-e: florgianina19@gmail.com

Resumen

La economía circular, como un modelo de negocio respetuoso del ambiente, tiene como objetivo optimizar el aprovechamiento de los recursos, a través del reciclaje y la reutilización. Desde el punto de vista económico, social y ambiental, este modelo pretende modificar, progresivamente, el tradicional sistema lineal de producción y consumo, generando nuevas oportunidades de negocio, en las cuales se reduzcan al máximo los residuos.

Bajo esta perspectiva se imponen los términos reducir, reutilizar y reciclar, más aún, cuando se trata de alcanzar el desarrollo sostenible, pues el presupuesto para ello es la protección de los recursos naturales. De acuerdo con las tendencias de crecimiento actuales, la extracción de recursos naturales podría aumentar hasta cien mil millones de toneladas en el año 2030, por tanto, la economía circular sugiere un cambio radical en los lineamientos de producción de recursos, sin comprometer las funciones ecosistémicas (Arroyo, 2018).

En el sector del agua, el concepto de economía circular se materializa en volver a utilizar el agua una y otra vez, tal como sucede en el ciclo natural (Melgarejo, 2019). Así, el agua sigue un camino circular desde que es captada en la naturaleza hasta que se pretenda devolver, atravesando por las siguientes fases: captación, desalación, potabilización, abastecimiento, distribución, evacuación, depuración, reutilización y vertido (Albaladejo, 2019). Como se sabe, la tecnología para promover el uso del agua juega un papel preponderante en la economía circular, en esa línea, se deben crear los instrumentos normativos y financieros necesarios, a fin de disponer de mayores volúmenes de agua reutilizada y garantizar la seguridad hídrica.

Palabras clave: economía circular, desarrollo sostenible, residuos, recursos naturales y ambiente.

Referencias

- Albaladejo, A. (2019). *La economía circular del agua, IAGUA*. Recuperado de <https://www.iagua.es/blogs/arturo-albaladejo-ruiz/economia-circular-agua>
- Arroyo, F. R. (2018). La Economía Circular Como Factor De Desarrollo Sustentable Del Sector Productivo. *INNOVA Research Journal*, 3(12), 78-98. <https://doi.org/10.33890/innova.v3.n12.2018.786>
- Melgarejo, J. (2019). Agua y Economía Circular. *Congreso Nacional del Agua Orihuela Innovación y Sostenibilidad*. Recuperado de https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/88467/1/Congreso_Nacional_Agua_2019_27-52.pdf

Diapositivas principales de la presentación

RED AGUAS
TALLER 3

Primer evento científico de la Red AGUAS

Economía circular en la gestión sostenible del agua y el saneamiento, variabilidad climática y aprovechamiento del agua, relaciones internacionales y desarrollo humano

9:00 – 9:35
Economía circular en la gestión sostenible del agua y el saneamiento

Dra. Flor Gianina Paucar Aedo
Abogada
Investigadora Externa
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Asociada a la Comisión de Derecho Ambiental de la Sociedad Peruana de Derecho.
Consultora en agua y saneamiento



Economía Circular



En sentido amplio, la economía circular pretende que los productos y recursos en general conserven su utilidad y valor durante todo el tiempo posible y se reduzca al mínimo la generación de residuos. (Melgarejo, 2019).

Consiste en un ciclo continuo de desarrollo positivo que conserva y mejora el capital natural, optimiza el uso de los recursos y minimiza los riesgos del sistema al gestionar una cantidad finita de existencias y flujos renovables. (Iurregui, 2019).

Fuente: (2019) Parlamento Europeo, "Economía circular: definición, importancia y beneficios".

Tratamiento y Reutilización de las aguas residuales tratadas en el Perú

Sector Saneamiento:
Sector Residuos – Decreto Legislativo N° 1278 "Reglamento para la Gestión Integral de Residuos Sólidos" Reglamento para el reaprovechamiento de Lodos – DL 1278.

Economía Circular
La creación de valor no se limita al consumo definitivo de recursos, considera todo el ciclo de vida de los bienes. Recuperación y regeneración de los recursos.

Valorización de Residuos
La valorización de los residuos sólidos consiste en la operación cuyo objetivo es que el residuo, uno o varios de los materiales que lo componen, sean reaprovechados y sirven a una finalidad que al sustituir a otros materiales o recursos en los procesos productivos. La valorización puede ser material o energética.



Fuente: (2017) Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.



Relaciones internacionales y desarrollo humano en la gestión del agua

Brígida Rocha Brito

Universidade Autónoma de Lisboa, Palácio dos Condes
do Redondo, R. de Santa Marta 56, Lisboa, Portugal
Correo-e: bbrito@autonoma.pt

Resumen

A nivel internacional, la gestión de los recursos hídricos y su uso ha adquirido una importancia creciente con el paso del tiempo. Como recurso vital, el agua se entiende como un vector de desarrollo socioeconómico, cultural y medioambiental que contribuye a la promoción de las oportunidades presentes y a la reducción de los riesgos futuros; sin embargo, en muchas latitudes y como consecuencia de la escasez de recursos hídricos o de los límites evidenciados en las oportunidades de acceso y uso, además representa un instrumento para el ejercicio del poder político, tanto a nivel nacional (interno) como en la(s) relación(es) externa(s) que se establece(n), a veces cooperativa(s) y colaborativa(s), a veces conflictiva(s).

En el contexto mundial, la disponibilidad y la accesibilidad a las fuentes del agua se definen y caracterizan por la desigualdad, la irregularidad y la incertidumbre, lo que exige más que un compromiso a nivel local, nacional, regional e internacional, la celebración de convenios y la firma de acuerdos y protocolos. Gran parte de los recursos hídricos del mundo son compartidos porque son transfronterizos, lo que requiere un enfoque holístico centrado en el desarrollo mutuo desde una perspectiva de sostenibilidad. El análisis está guiado por dos cuestiones centrales para una mejor comprensión de la relevancia de los recursos hídricos para la promoción del desarrollo humano en el marco de las relaciones internacionales. Por un lado, el marco global de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ods), concretamente a través de la relación directa entre el ods 6 (agua potable y saneamiento), los ods 2 y 1 (erradicar el hambre y la pobreza) y reforzado por el ods 17 (asociaciones y alianzas). Por otro lado, se presentarán algunos ejemplos en la región luso-española,

específicamente sobre el impacto del Convenio de Albufeira en el territorio portugués.

Palabras clave: Convenio de Albufeira, desarrollo humano, gestión del agua, relaciones internacionales.

Referencias

APA. (2019). *Plano de gestão da Região Hidrográfica do Tejo e Ribeyras*. Lisboa: Agência Portuguesa do Ambiente.

CADC. (2014). *Convenção de Albufeira. Comissão para a Aplicação e o Desenvolvimento da Convenção sobre a Cooperação para a Protecção e o Aproveitamento Sustentável das Águas das Bacias Hidrográficas Luso-Espanholas*. Recuperado de <http://www.cadc-albufeira.eu/pt/cuencas-hidrograficas/cuenca-tajo/>

Ferreira, C. (2017). Os hidroconflitos e a hidrodiploinacia na gestão das bacias hidrográficas internacionais. O caso Ibérico. *XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*. Brasil: Instituto de Geociências Unicamp.

Sereno, A. (2011). *Rios que nos separam, águas que nos unem. Análise jurídica dos Convénios Luso-Espanhóis sobre águas internacionais*. España. Editorial Fundación Lex Nova.

Diapositivas principais de la presentación

RED AGUAS

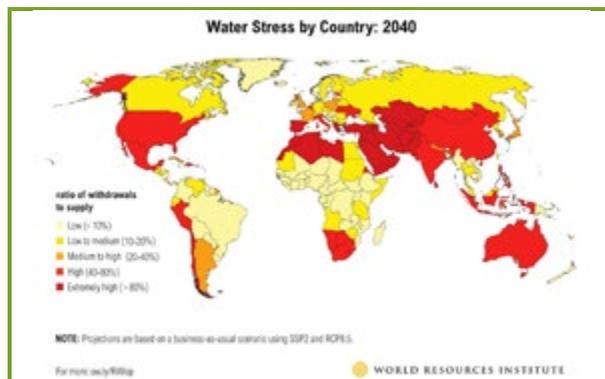
Primer evento científico de la Red AGUAS

TALLER 3

Economía circular en la gestión sostenible del agua y el saneamiento, variabilidad climática y aprovechamiento del agua, relaciones internacionales y desarrollo humano

Relaciones internacionales y desarrollo humano en la gestión del agua

Dra. Brígida Rocha Brito
Socióloga
Professora Associada, Subdirectora de OBSERVARE-UAL
Universidade Autónoma de Lisboa
Editora de JANUS.NET, e-journal of international relations



PLANO DE GESTÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TEJO

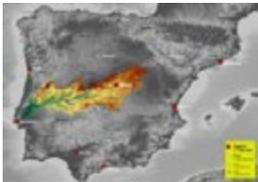
- BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TEJO
- BACIAS HIDROGRÁFICAS DAS RIBEIRAS DE COSTA
- RESPECTIVAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS
- ÁGUAS COSTEIRAS ADJACENTES

94 concelhos, dos quais 39 parcialmente abrangidos pela região hidrográfica (28% do território nacional)

Total - 81.310 Km²

PT - 25.666 Km² (31,6%)

ES - 55644 Km² (68,4%)



Jornada 1. Tecnologías para el tratamiento del agua

- Potabilización de agua por adsorción. Luis Guillermo Romero Esquivel, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica.
- Desalinización de aguas salobres y agua de mar. Daniel Prats Rico, Universidad de Alicante, España.
- Biorreactores de membrana. Arturo Trapote Jaume, Universidad de Alicante, España.
- Biotecnología anaerobia. Wilmar Alirio Botello Suárez, Universidad El Bosque, Colombia.
- Discusión y conclusiones. Wilmar Alirio Botello Suárez, Universidad El Bosque, Colombia.
- Tecnologías para el tratamiento del agua . Wilmar Alirio Botello Suárez, Universidad El Bosque, Colombia.



Potabilización de agua por adsorción

Luis G. Romero Esquivel

Environmental Protection Research Center (CIPA),
Escuela de Química, Instituto Tecnológico de Costa Rica
(ITCR), Cartago, Costa Rica
Correo-e: lromero@itcr.ac.cr

Resumen

El agua para consumo humano puede contaminarse por una gran cantidad de sustancias, algunas de origen antrópico como pesticidas, productos farmacéuticos, derivados del petróleo, etc., pero también con otras de origen natural como arsénico, fluoruro y cianotoxinas. Comúnmente, ambos tipos de contaminantes se pueden remover mediante el uso de adsorbentes, donde los que son de origen natural o modificados son atractivos principalmente por su bajo costo. Entre ellos, están el uso de piedra pómez recubierta con óxidos de hierro o aluminio para la remoción de arsénico.

Otro adsorbente interesante es el uso de perlas de quitosano-hierro, también para el tratamiento de agua contaminada con arsénico. En ambos casos, mediante la aplicación de isothermas de adsorción, usando disoluciones de 1000 $\mu\text{g/L}$ de arsénico (V), se determinó su capacidad y su interpretación con los modelos de Langmuir y Freundlich. En el primer caso, para el recubrimiento con hierro y aluminio, la capacidad máxima fue de 1,16 mg/g y en el segundo de 16,22 mg/L. También, en este último material, perlas de quitosano-hierro, la capacidad se redujo hasta en un 40% al aumentar el pH de 6,0 a 8,0 y al aumentar la concentración de silicato de 25 mg/L a 150 mg/L, respectivamente. Es necesario, utilizando el agua de interés, realizar ensayos en columna y posteriormente a nivel piloto para considerar la aplicación futura de los adsorbentes a escala real. Además, estos adsorbentes podrían ser apropiados para otro tipo de contaminante, tanto de origen natural como artificial.

Palabras clave: tratamiento de agua, adsorción, piedra pómez recubierta, perlas de quitosano-hierro, arsénico.

Diapositivas principales de la presentación

Red AGUAS
AGUAS

Primer evento científico de la Red AGUAS

Minicurso, talleres y jornada sobre la gestión y uso sostenible del agua y el saneamiento

JORNADA 1

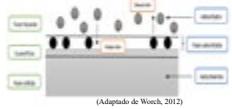
Potabilización de agua por adsorción

Luis Guillermo Romero Esquivel
Químico, Dr. en Ingeniería Ambiental
Coordinador CIPA



TEC | Tecnológico de Costa Rica
CIPA

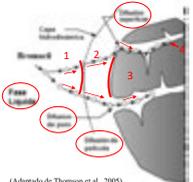
Adsorción



(Adaptado de Worth, 2012)

Etapas:

1. Transporte de la fase líquida a la capa hidrodinámica
2. Difusión de película
3. Difusión intra-partícula (de poro, de superficie o ambas)
4. Adsorción

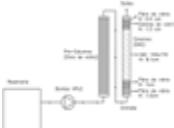


(Adaptado de Thomson et al., 2005)

Ensayos de adsorción



Ensayo por lotes



Ensayo en columna

Consideraciones finales

- Materiales naturales, residuos industriales, modificar y/o sintetizar
- Caracterización adsorbente (área superficial, granulado, punto de carga cero)
- Ensayos de isotermas, columnas, piloto y planta
- No olvidar los interferentes
- Otros contaminantes: atenolol, fluoruro, nitratos.



Desalinización de aguas salobres y agua de mar

Daniel Prats Rico

Universidad de Alicante, carretera de San Vicente
del Raspeig, s/n, 03690, San Vicente del Raspeig,
Alicante, España
Correo-e: prats@ua.es

La desalinización del agua se define como *“Quitar la sal del agua del mar o de las aguas salobres para hacerlas potables o útiles para otros fines”*. Mediante la desalinización se puede, siempre que exista agua de mar accesible, o incluso agua salobre si se resuelve apropiadamente la evacuación de los rechazos, complementar con caudales de agua dulce de excelente calidad a aquellas regiones que precisan más agua de la que tienen en sus recursos naturales para satisfacer todas sus demandas urbanas, agrícolas industriales o ambientales. También se puede mejorar la situación en aquellas regiones que sufren estrés hídrico en situaciones de baja pluviometría.

Esta ponencia describe inicialmente el concepto y las tecnologías empleadas para llevar a cabo la desalinización, que se basan en evaporación y condensación del agua salina o en el uso de membranas. Se revisa el concepto de ósmosis inversa y se detallan las operaciones que se realizan en las plantas desalinizadoras, que se pueden agrupar en las siguientes etapas: captación de agua salada, pretratamiento, presurización, etapa de ósmosis inversa, recuperación de energía de los rechazos y postratamiento. Finalmente, se describen los inconvenientes y las ventajas de este recurso no convencional y se muestra el progresivo crecimiento de caudales de agua desalada en el mundo, de la que se producen actualmente más de 100 millones de m³ al día (Jones et al., 2019) y cuyo origen es fundamentalmente agua de mar (International Desalination Association, 2017).

Palabras clave: desalinización, ósmosis inversa, ventajas e inconvenientes de la desalinización, producción de agua desalinizada.

Referencias

International Desalination Association. (2017). *IDA Desalination Yearbook 2016-2017*. Estados Unidos: International Desalination Association.

Jones, E., Qadir, M., van Vliet, M. T., Smakhtin, V. y Kang, S. M. (2019). The state of desalination and brine production: A global outlook. *Science of the Total Environment*, 657, 1343-1356. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.076>

Diapositivas principales de la presentación

Primer evento científico de la Red AGUAS

Minicurso, talleres y jornada sobre la gestión y uso sostenible del agua y el saneamiento

JORNADA 1

Desalinización de aguas salobres y agua de mar

Daniel Prats Rico
Catedrático de Ingeniería Química. Profesor emérito
Coordinador de Proyectos y Desarrollo del IUACA
Universidad de Alicante
Coordinador del programa de doctorado en Agua y Desarrollo Sostenible
Coordinador de la Red AGUAS

Tecnologías para realizar la desalación

1. Procedimientos basados en la evaporación y condensación del agua (ciclo del agua en la naturaleza):

Agua salada líquida → Evaporación → Vapor de agua sin sales → Condensación → Agua dulce líquida

2. Procedimientos basados en membranas:

a) Ósmosis inversa. Membranas semipermeables donde permea agua y se retienen sales disueltas.

Agua salada → Agua dulce / Salmuera

b) Electrodialísis. Membranas selectivas que permiten el paso de ciertos iones según su carga.

Agua salada → Agua dulce / Salmuera





Biorreactores de membrana

Arturo Trapote Jaime

Instituto Universitario del Agua y de las Ciencias
Ambientales, Universidad de Alicante, España.
Correo-e: atj@ua.es

Resumen

El Biorreactor de Membrana (mbr, según sus siglas en inglés) es una modificación del sistema convencional de lodos activados, en el que se sustituye el decantador secundario por unidades de membrana de ultrafiltración para producir un efluente libre de sólidos en suspensión y de microorganismos. Se trata de sistemas en los que se integra la degradación biológica de los afluentes (biodegradación) con la filtración de membrana (separación sólido-líquido). Los mbr pueden configurarse de tres formas: sistemas sumergidos integrados, sistemas sumergidos no integrados y sistemas externos, siendo los dos primeros los más empleados.

En los mbr se utilizan, principalmente, membranas de placa plana (generalmente en los sistemas sumergidos integrados) y membranas de fibra hueca (en los sistemas sumergidos no integrados). Los principales parámetros de diseño de los mbr son la presión transmembrana (ptm), el flujo (Flux) o carga hidráulica (j), la concentración de sólidos en suspensión en el licor mezcla (sslm), la edad del lodo o el tiempo de retención celular (trc) y la relación alimento/microorganismos (f/m).

Los sistemas mbr tienen importantes ventajas, como son la elevada calidad del efluente, las altas tasas de degradación de los contaminantes, los altos niveles de desinfección del agua tratada, las instalaciones compactas y de diseño modular y una menor producción de lodos que el sistema convencional de lodos activados. Tienen, sin embargo, algunos inconvenientes, tales como el ensuciamiento de las membranas (*fouling*), un mayor coste de implantación respecto a la opción convencional, la necesidad de limpiezas de mantenimiento periódicas, un coste de sustitución de la

membrana y un elevado consumo energético por m³ de agua tratada.

Palabras clave: biorreactor de membrana, mbr, ultrafiltración, membrana de placa plana, membrana de fibra hueca, efluente de alta calidad, fouling.

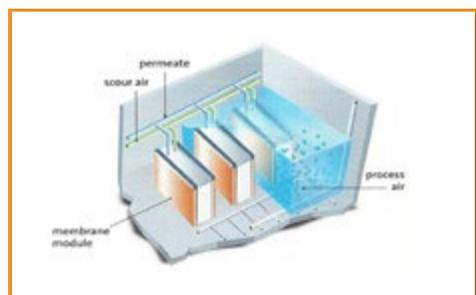
Diapositivas principales de la presentación

PRIMER EVENTO CIENTÍFICO DE LA RED AGUAS

Minicurso, talleres y jornada sobre la gestión y uso sostenible del agua y el saneamiento

JORNADA 1: TECNOLOGÍAS PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA
Biorreactores de membrana

Arturo Trapote Jaume
Dr. Ing. de Caminos, Canales y Puertos
Profesor Titular de Ingeniería Hidráulica
Instituto Universitario del Agua y de las Ciencias Ambientales (Universidad de Alicante, España)



b) Membranas de fibra hueca: las membranas están reunidas en un haz de varios miles de unidades



The diagram illustrates a hollow fiber membrane bundle. It includes a perspective view of a bundle of fibers, a cross-sectional view of a single fiber, and a close-up of the fiber's surface. The cross-section shows a central bore with a diameter of 40 µm and an outer diameter of 200 µm. The text indicates that the bundle consists of thousands of such fibers.



Biotecnología anaerobia

Wilmar Alirio Botello Suárez

Universidad El Bosque, avenida carrera 9 #131A-02,
Bogotá D. C., Colombia
Correo-e: wbotello@unbosque.edu.co

Resumen

Actualmente, alrededor del 80% de las aguas residuales generadas a nivel mundial no es sometido a ningún proceso de tratamiento. Este panorama es más crítico en países en vías de desarrollo, donde los esfuerzos dirigidos a mitigar su impacto en sistemas hídricos receptores distan de ser suficientes. Por tanto, el desarrollo y la optimización de procesos de estabilización apropiados es urgentemente necesario, para esto, la biotecnología anaerobia (ba) constituye uno de los mecanismos más prometedores para el tratamiento de aguas residuales generadas en actividades agropecuarias, industriales y domésticas.

Además de obtener un efluente tratado, la ba posibilita la recuperación de subproductos de alto valor agregado tales como: energía renovable (por ejemplo: biometano y biohidrógeno), biocombustibles (etanol, metanol y biosiesel), bioproductos (ácido acético) y bioelectricidad.

Generalmente, la ba se utiliza para convertir la materia orgánica biodegradable en biogás, el cual contiene metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2). Este proceso involucra la actividad sinérgica de una comunidad microbiana compleja en sistemas libres de oxígeno disuelto y comprende cuatro pasos secuenciales: (i) hidrólisis de materia orgánica; (ii) producción de ácidos grasos volátiles (agv), H_2 y CO_2 (acidogénesis); (iii) conversión de agv en ácido acético (acetogénesis) y (iv) producción de CH_4 a partir de ácido acético y CO_2 (metanogénesis). Este proceso se logra mediante el uso de reactores anaeróbicos de alta tasa, los cuales garantizan diferencias sustanciales entre el tiempo de retención de lodos y el tiempo de retención hidráulica. No obstante, la ba plantea varios desafíos en términos de estabilidad y operatividad,

incluyendo la necesidad de evitar sobrecargas orgánicas y ácidas, y conocimiento de las comunidades microbianas asociadas. La aplicación generalizada de esta estrategia podría aliviar la creciente inseguridad energética, limitando la emisión de contaminantes atmosféricos tóxicos, incluidos los gases de efecto invernadero.

Palabras clave: aguas residuales, biogás, energía renovable, metanogénesis, reactor anaerobio de alta tasa.

Diapositivas principales de la presentación



Primer evento científico de la Red AGUAS

Minicurso, talleres y jornada sobre la gestión y uso sostenible del agua y el saneamiento

Jornada 1: Tecnologías para el tratamiento del agua

Biotecnología anaerobia

Dr. Wilmar Alirio Botello Suárez
 Profesor asociado
 Grupo de investigación: Agua, Salud y Ambiente
 Universidad El Bosque, Colombia




Biotecnología anaerobia (BA)

Respiración anaerobia Fermentación oscura Foto-fermentación

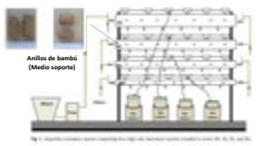


Proceso de descomposición de la materia orgánica por un consorcio microbiano en un ambiente libre de oxígeno (Pain & Heppner, 1985).

La BA es un enfoque sostenible que combina el tratamiento de residuos con la recuperación de subproductos útiles y combustibles renovables.

Ejemplos y experiencias de investigación:

Biorreactor anaerobio horizontal de alta tasa: Industria porcícola



Anillos de bambú (Medio soporte)



Materia orgánica
Nutrientes (N,P,K)
Digestión anaerobia

Objetivo: Evaluar DA de aguas porcícolas en una nueva configuración de reactor

Duda, R.M., Varela, J.D.S., Martín, L.S., Vivas, A.D.M., López, M.V., Ferris, M.E., Ojeda, R.A. De. 2016. A balanced microbiota efficiently produces methane in a novel high-rate horizontal anaerobic reactor for the treatment of swine wastewater. *Bioresour. Technol.* 197, 122-130.



Tecnologías para el tratamiento del agua

Wilmar Alirio Botello Suárez

Universidad El Bosque, avenida carrera 9 #131A-02,
Bogotá D. C., Colombia
Correo-e: wbotello@unbosque.edu.co

Balance, discusión y conclusiones del taller

En el taller “Tecnologías para el tratamiento del agua” fueron abordadas cuatro temáticas:

- i) Potabilización de agua por adsorción, a cargo de Luis Guillermo Rivero Esquivel del Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- ii) Desalinización de aguas salobres y agua de mar, presentado por Daniel Prats de la Universidad de Alicante, España.
- iii) Biorreactores de membrana, a cargo de Arturo Trapote de la Universidad de Alicante, España.
- iv) Biotecnología anaerobia, presentado por Wilmar Botello de la Universidad El Bosque, Colombia.

Inicialmente, Esquivel socializó las experiencias más significativas asociadas al desarrollo de materiales potencialmente aplicables para la remoción de contaminantes para la potabilización del agua. Dentro de los mismos se hizo énfasis en la piedra pómez recubierta y en las perlas de quitosano-hierro para la remoción de arsénico. En esta ponencia se resalta la necesidad de seguir investigando adsorbentes derivados de materiales naturales y residuos industriales, que pueden ser modificados o sintetizados para optimizar el proceso de adsorción de diversos contaminantes. También se indica que se ha investigado la eficiencia de los materiales en escala cercana a la real, aunque los principales inconvenientes presentados se relacionan con la presencia de interferentes. Finalmente, se discute la posibilidad de regeneración de los materiales, lo cual posibilita que sean empleados en varios ciclos de tratamiento y su disposición final, la cual puede realizarse una mezcla con cemento para el desarrollo de bloques.

En la intervención de Prats se expusieron tecnologías enfocadas en la desalación del agua. Aquí se discute sobre los principales conceptos asociados a dichas tecnologías, su mecanismo y las posibilidades de aplicación en diversas condiciones. En el espacio de discusión se plantea el interrogante del tiempo de vida útil de la tecnología de membranas, donde se resalta que, considerando las características del

efluente y el desarrollo de procesos óptimos de mantenimiento, estas unidades pueden durar muchos años. Por otra parte, su costo ha venido decreciendo, con lo cual es una tecnología especialmente interesante para desalación, posibilitando realizar tratamiento conducente a potabilización, reúso o disposición final. Así mismo, Prats menciona algunas experiencias de investigación desarrolladas por su grupo, en el cual resalta los trabajos asociados a la separación de contaminantes y su depuración, así como la forma de eliminar el boro presente en el agua de regadío. En este caso, particularmente, la tecnología propuesta se está aplicando a escala industrial.

En la intervención de Trapote se discuten los fundamentos de la tecnología de biorreactores de membrana (mbr), donde se indica su configuración y sus componentes, además de las variables operacionales relacionadas con flujo, temperatura, sólidos en suspensión en el licor de mezcla, tipos de membrana, viscosidad y *foiling*, tiempo de retención celular, entre otros. En la sección de discusión se habla sobre la eficiencia de esta tecnología, indicando que la remoción de carga orgánica, representada como DBO₅ alcanza valores mínimos hasta de 10 mg/L. En conclusión, se resalta que la tecnología mbr constituye un proceso promisorio, versátil y potencialmente aplicable a diversos tipos de efluentes.

Finalmente, en la intervención de Botello se presentaron algunas generalidades del proceso de biotecnología anaerobia, discutiendo la necesidad de estudiar alternativas para la estabilización de aguas residuales, con simultánea generación de subproductos de interés industrial y energético. Fueron presentadas, adicionalmente, algunas experiencias de investigación, particularmente asociadas al tratamiento de efluentes porcícolas y de derivados del procesamiento del café para la obtención de metano (CH₄). Como consideraciones finales se resalta la necesidad de orientar investigaciones conducentes a optimizar estas tecnologías, buscando mitigar el potencial impacto de efluentes con alta concentración de materia orgánica, aprovechando las aguas residuales como un valioso recurso, no solo para la generación de energía renovable, sino también para la obtención de un efluente tratado que pueda ser potencialmente aprovechado en procesos de reúso, como por ejemplo en fertiirrigación de cultivos, entre otros, conforme a las disposiciones normativas aplicables.

Índice de autores

Aguirre Céspedes, Mauricio	49
Bohórquez Lara, Tomás Andrés	37
Botello Suárez, Wilmar Alirio	91, 94
Bourdon García, Rubén Danilo	18, 52
Ferreira Mariosa, Duarcides	69
Gaviria Montoya, Liliana	59
González Rodríguez, Henry Armando	37
Méndez Farro, Carmen Rosa	22
Mina Falsarella, Orandi	66
Miranda Villamizar, Saudhy Anais	37
Paucar Aedo, Flor Gianina	41, 74
Pino Gómez, Macario	59
Prats Rico, Daniel	12, 15, 26, 62, 85
Rocha Brito, Brígida	77
Romero Esquivel, Luis Guillermo	82
Sánchez Veranes, Caridad	45
Soto Córdoba, Silvia	58
Torres Menéndez, Fabienne	45
Trapote Jaume, Arturo	29, 88
Vargas Rodríguez, Heriberto	45
Vergaray Ulffe, Germán	33

La producción editorial de esta obra, fué realizada por
Entrelibros E-book solutions
www.entrelibros.co
Bogotá - Colombia
2022



UNIAGRARIA
Fundación Universitaria Agraria de Colombia

LA U VERDE
DE COLOMBIA

ISBN: 978-958-5550-14-8



9 789585 550148

Sede Principal: Calle 170 No. 54A-10
Bogotá – Colombia
PBX: 6671515
informes@UNIAGRARIA.edu.co