



II SIMPOSIO INTERNACIONAL  
AGUAS CONTINENTALES  
DE LAS AMÉRICAS

# Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas, Buenas Prácticas y Gobernabilidad



Fotografía: Juan Carlos Barrios Escobar

9 Y 10 DE JULIO, 2018  
PORTA HOTEL DEL LAGO  
PANAJACHEL, SOLOLÁ

MÁS INFORMACIÓN:  
[simposioatitlan.org.gt](http://simposioatitlan.org.gt)



UNIÓN EUROPEA



Africa '70

## Proyecto Somos Atitlán

Gobernanza democrática para el desarrollo sostenible  
de las comunidades indígenas en la Cuenca del Lago Atitlán



con el apoyo de:



# MEMORIA



Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas,  
Buenas Prácticas y Gobernabilidad

9 al 11 de julio, 2018

Panajachel, Sololá, Guatemala

## **COMITÉ ORGANIZADOR**

**Dra. Mónica Orozco**

CENTRO DE ESTUDIOS ATITLÁN - CEA  
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA - UVG

**Ing. Agr. Brenda Noriega**

CENTRO DE ESTUDIOS ATITLÁN - CEA  
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA - UVG

**MSc. Fátima Reyes Morales**

AUTORIDAD PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LA CUENCA DEL LAGO DE  
ATITLÁN Y SU ENTORNO  
- AMSCLAE -

**Licda. Anna D'Apolito**

ASOCIACIÓN AMIGOS DEL LAGO ATITLÁN  
- AALA -

**Arq. Iván Girón**

ASOCIACIÓN VIVAMOS MEJOR  
- AVM -

**Dr. Eduardo Secaira**

ASOCIACIÓN VIVAMOS MEJOR  
- AVM -

# PATROCINADORES Y COLABORADORES

Este simposio se hizo posible gracias al apoyo del Proyecto “Somos Atitlán” **Gobernanza democrática para el desarrollo sostenible de las comunidades indígenas en la Cuenca del Lago Atitlán CSO-LA/2017/391-366**, financiado por la Unión Europea y ejecutado por su socio principal, Movimiento Africa’70 (MA70) junto al consorcio integrado por Universidad del Valle de Guatemala (UVG), Asociación Amigos del Lago de Atitlán (AALA), Legambiente, Asociación de Desarrollo Comunitario del Cantón Panabaj (ADECCAP) y de muchas personas, instituciones, asociaciones y empresas.

Con el apoyo de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno - AMSCLAE -, Asociación Vivamos Mejor - AVM - y Porta Hotel del Lago.



Foto Portada: Juan Carlos Barrios Escobar.

Diseño, edición y diagramación del interior: Fátima Reyes - AMSCLAE.

Este documento se ha realizado con la ayuda financiera de la Unión Europea. El contenido de este documento es responsabilidad exclusiva de Movimiento Africa'70 y en modo alguno debe considerarse que refleja la posición de la Unión Europea.

# BIENVENIDA

El bello paisaje del Lago Atitlán volvió a ser escenario del Simposio de Aguas Continentales de las Américas. En esta ocasión, la atención se centró en el manejo integrado de cuencas como estrategia para la conservación de los recursos hídricos y su adecuada gestión. Durante el simposio se discutieron dos grandes módulos temáticos: 1. Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas y 2. Buenas Prácticas y Gobernabilidad. Expertos y científicos nacionales e internacionales provenientes de Guatemala, Estados Unidos, Alemania, Canadá, Suiza, Nicaragua, Costa Rica, Honduras, Chile e Italia compartieron sus experiencias y conocimientos con los participantes en un espacio abierto para el intercambio y la discusión de ideas. Dichos expertos disertaron sobre la importancia de la gestión integrada de cuencas, así como, la creciente degradación de los cuerpos hídricos y las amenazas e impacto de las actividades humanas en el recurso agua en la región. Por otro lado, se presentaron experiencias exitosas y propuestas de intervenciones a distintas escalas que permitieron a la audiencia tener información de primera mano sobre casos de gestión exitosos y sostenibles en la región. Finalmente, después de la discusión de los módulos temáticos, se realizaron tres talleres participativos en donde se brindaron herramientas técnicas que soporten las acciones para una mejor gestión de los recursos hídricos a nivel de cuencas y la gobernanza en la región.

*Esta obra fue creada con los trabajos presentados en el II Simposio Internacional de Aguas Continentales de las Américas 2018 con el propósito de difundir los avances de investigación y gestión integrada de cuencas hidrográficas. Los trabajos presentados son propiedad intelectual de sus autores. Este material no se puede reproducir total ni parcialmente sin consentimiento de los autores. La información puede ser citada.*

*Gestión integrada de cuencas hidrográficas, buenas prácticas y gobernabilidad.*

## **PROYECTO “SOMOS ATITLÁN”**

En el marco del proyecto “SOMOS ATITLÁN” Gobernanza democrática para el desarrollo sostenible de las comunidades indígenas en la Cuenca del Lago Atitlán CSO-LA/2017/391-366, el cual es ejecutado por su socio principal, el Movimiento Africa’70 (MA70) junto al consorcio integrado por la Universidad del Valle de Guatemala (UVG), Asociación de Desarrollo Comunitario del Cantón Panabaj (ADECCAP), Asociación Amigos del Lago de Atitlán (AALA) y Legambiente. Este proyecto es financiado por la Unión Europea y su objetivo general es: Contribuir al desarrollo sostenible en Guatemala, mejorando la gestión ambiental, mitigando los efectos del cambio climático, fortaleciendo la economía local y aumentando la calidad de vida mediante una acción conjunta de Autoridades Locales y Organizaciones de la Sociedad Civil, en el departamento de Sololá.

El segundo resultado del proyecto se enfoca en la implementación de un plan de educación ambiental y gestión hídrica donde se identifica la necesidad de crear un espacio de intercambio de conocimientos y buenas prácticas, desde la academia y la comunidad científica nacional e internacional dirigido a la ciudadanía y tomadores de decisiones, todo con la finalidad de establecer y fortalecer el compromiso en la gestión integrada de cuencas hidrográficas y su gobernabilidad.

# ÍNDICE



Programa detallado ponencias, talleres y posters .....	7
Biografías.....	13
Resúmenes de las presentaciones orales	
Tema: Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas.....	26
Tema: Buenas prácticas y gobernabilidad.....	34
Resúmenes de los posters.....	42
Conclusiones.....	50
Galería fotográfica del Simposio .....	51

# PROGRAMA DETALLADO

9 de julio de 2018

Tema: **Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas**

- 
- 7:00 – 8:00 Inscripción de participantes
  - 8:00 – 8:10 Inauguración por el embajador de la Unión Europea, Sr. Stefano Gatto
  - 8:10 – 8:20 Bienvenida por el Gobernador de Sololá, Lic. Rodolfo Salazar
  - 8:20 – 8:25 Palabras de bienvenida representantes consorcio “Somos Atitlán”, Movimiento Africa '70, Mario Zuppiroli, Presidente
  - 8:25 – 8:30 Palabras de bienvenida Universidad del Valle de Guatemala, PhD. Mónica Stein, Vicerrectora de Investigación y Vinculación
  - 8:30 – 9:00 **Charla Magistral: “Gestión Integrada de Cuencas en las Américas”**. Laura Benegas Negri (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica)
  - 9:00 – 9:30 **“Experiencia Proyecto Living Lakes”**. Marion Hammerl (Global Nature Fund, Alemania)
  - 9:30 – 10:00 **“Impacto de Cambio climático en cuencas de Guatemala”**. Alex Guerra (Instituto Privado de Cambio Climático, Guatemala)
  - 10:00 – 10:30 **“Contaminantes ambientales y su impacto en la salud humana”**. Frank von Hippel (Universidad de Arizona, Estados Unidos de América)
  - 10:30 – 11:00 Coffee Break
  - 11:00 – 11:30 **“Aguas subterráneas y arsénico”**. Rudy Machorro (Asociación Guatemalteca de Geociencias Ambientales, Guatemala)
  - 11:30 – 12:00 **“Watershed sedimentation dynamics”**. Matteo Saletti (Universidad de British Columbia, Canadá)
  - 12:00 – 12:30 **“Ecología trófica de metales tóxicos del lago de Atitlán, Guatemala”**. Hugo Villavicencio (Universidad de Alaska Anchorage, Estados Unidos de América)
  - 12:30 – 13:00 **“Gestión de riesgos en cuencas”**. Abdel García (Centro Humboldt, Nicaragua)
  - 13:00 – 14:00 Almuerzo libre
  - 14:00 – 14:30 **“Aguas urbanas”**. Juan Carlos Godoy (The Nature Conservancy, Guatemala)
  - 14:30 – 15:00 **“Hallazgos recientes sobre el estado del Lago Atitlán, con énfasis en su dinámica y el ingreso de nutrientes al lago”**. Ovidio García (Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala)
  - 15:00 – 15:30 Coffee break
  - 15:30 – 16:00 **Batimetría y análisis morfométrico del lago de Atitlán**. Elsa María de Fátima Reyes (AMSCLAE, Guatemala).
  - 16:00 – 16:30 **“Interacciones de los pobladores de San Marcos la Laguna con el lago de Atitlán, a partir del florecimiento de la cianobacteria: Un análisis desde la antropología cognitiva”**. Clara Inés Secaira Ziegler (Universidad del Valle de Guatemala)
  - 16:30 – 17:00 **“Contaminación de microplásticos en la superficie del Lago Atitlán, Sololá”**. Ninoshka Analí López Xalín (Universidad del Valle de Guatemala)
  - 17:00 – 18:00 Foro: **“La gestión integrada de cuencas como estrategia de resiliencia a los retos del nuevo milenio”**. Panelistas invitados. Moderadora Brenda Noriega.

# PROGRAMA DETALLADO

10 de julio de 2018

Tema: Buenas prácticas y gobernabilidad

---

- 8:00 – 8:30 Charla Magistral: **“Gobernabilidad del Recurso Hídrico en Latinoamérica”**. Elisa Colom (Consultora independiente, Guatemala)
- 8:30 – 9:00 **“Gestión adecuada de recursos hídricos en Latinoamérica”**. Andrei Jouravlev (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Chile)
- 9:00 – 9:30 **“Experiencias en gobernanza de microcuencas en el Parque Nacional Pico Bonito”**. Jehovany Cruz (Fundación Pico Bonito, Honduras)
- 9:30 – 10:00 **“Pago por servicios ambientales”**. Moisés Bermúdez (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, Costa Rica)
- 10:00 – 10:30 Coffee Break/Conferencia de prensa
- 10:30 – 11:00 **“Administración de una cuenca hidrográfica transfronteriza: El caso del Trifinio”**. Pedro Luis Avendaño (Plan Trifinio, Guatemala)
- 11:00 – 11:30 **“Buenas prácticas en manejo de cuencas en Sololá”**. Eduardo Secaira (Asociación Vivamos Mejor, Guatemala)
- 11:30 – 12:00 **“Fondo de Agua en la Sierra de las Minas”**. Oscar Nuñez (Defensores de la Naturaleza, Guatemala)
- 12:00 – 12:30 **“Organización comunitaria en microcuencas: Experiencia de la microcuenca del Río Masa”**. Cruz Ajtzalam Ixtos (Junta Coordinadora de la Microcuenca del Río Masá, Nahualá y Santa Catarina Ixtahuacán, Sololá, Guatemala)
- 12:30 – 13:00 Sesión de posters
- 13:00 – 14:00 Almuerzo libre
- 14:00 – 14:30 **“Participación social y auditoría socio-ambiental”**. Marzio Marzorati (Legambiente, Italia)
- 14:30 – 15:00 **“La gobernanza del territorio y los bienes comunales por pueblos indígenas para el buen vivir”**. Felipe Gómez (ICCA, Guatemala)
- 15:00 – 15:30 **“Lineamientos de Política Pública para la Gobernanza del Agua en Guatemala”**. Rodolfo Cardona (Observatorio Económico Sostenible Universidad del Valle de Guatemala).
- 15:30 – 16:00 Coffee Break
- 16:00 – 16:30 **“Escenarios futuros de los recursos hídricos en la región”**. Manuel Basterrechea (Asociación Guatemalteca de Limnología y Gestión de Lagos, Guatemala)
- 16:30 – 17:30 Foro: **“Los desafíos en torno a una efectiva gobernabilidad del recurso hídrico”**. Panelistas invitados. Moderadora Anna D’Apolito.
- 17:30 – 17:45 **Palabras de cierre y agradecimiento**. Mónica Orozco, Centro de Estudios Atilán. UVG

# PROGRAMA DETALLADO

11 de julio de 2018

## Taller: Introducción a la resolución de conflictos asociados al agua

---

- 
- 08:00 – 08:30 Bienvenida e Introducción al taller. *Fátima Reyes (AMSCLAE)*
- 08:30 – 10:00 Introducción a la teoría de los conflictos. a. Conflictos entre usos, usuarios, actores no usuarios, intergeneracionales, interjurisdiccionales, institucionales. b. Problemas relacionados con el agua (cobertura, cantidad, calidad, continuidad). c. Participación comunitaria y el agua d. Experiencias en el ambiente rural vs urbano. *Alex Guerra (IICC)*
- 10:00 – 10:30 Receso
- 10:30 – 12:00 Deficiencias de gobernabilidad en torno al recurso agua en la región. *Andrei Jouravlev, (CEPAL)*
- 12:00 – 13:00 Almuerzo (por cuenta de los participantes)
- 13:00 – 14:00 Posiciones vs. Intereses. Estudio de caso: Amazonía Peruana. *Laura Benegas (CATIE)*
- 14:00 – 15:00 Mapeo de Conflictos. *Laura Benegas (CATIE)*
- 15:00 – 15:30 Receso
- 15:30 – 16:30 Panel “Intervenciones para transformación de conflictos”. a. Estudio de caso: Laguna de Lachuá. b. Propuestas para prevenir, manejar y resolver conflictos. *Andrei Jouravlev (CEPAL), Laura Benegas (CATIE) y Alex Guerra (ICC)*
- 16:30 – 17:00 Conclusiones y Recomendaciones. *Fátima Reyes (AMSCLAE) y Brenda Noriega (CEA-UVG)*

# PROGRAMA DETALLADO

11 de julio de 2018

## Taller: Introducción al uso de Sistemas de Información Geográfica en la Gestión Integrada de Cuencas

---

- 08:00 – 08:15 Apertura del taller y presentación de los facilitadores. *Iván Girón (VMG)*
- 08:15 – 09:00 Teoría SIG: ¿Qué son los Sistemas de Información Geográficas? *Cecilia García (ALAA)*
- 09:00 – 09:30 Teoría cuencas: Qué es una Cuenca, división de una cuenca hidrográfica, bienes y servicios de una cuenca hidrológica, zonificación de una cuenca hidrológica. *Iván Girón (VMG)*
- 09:30 – 10:00 Receso
- 10:30 – 12:00 Herramientas e instrumentos para SIG para la gestión de cuencas, uso de drones para monitoreo y análisis de cuencas hidrográficas, software, equipos, softwares comerciales SIG, softwares libres SIG, imágenes satelitales, Landsat, Sentinel. *Cecilia García Villeda (ALAA) e Iván Girón (VMG)*
- 12:00 – 13:00 Almuerzo (por cuenta de los participantes)
- 13:00 – 14:30 Construcción de modelos digitales de terreno y su utilización, qué es un modelo de elevación digital y un modelo digital del terreno, diferentes formas y escalas de adquisición de modelos de elevación digital. *Iván Girón (VMG)*
- 14:30 – 16:00 Utilización de software para modelación de cuencas hidrográficas, utilización de extensión ArcSwat para ArcGis y QSwat para QGis (software libre). *Cecilia García Villeda (ALAA) e Iván Girón (VMG)*
- 16:00 – 17:00 Diferentes capas para análisis y gestión de cuencas, teledetección, suelos, usos del suelo, hidrogeología, red hídrica, cobertura, pendientes, orientación de pendientes, temperatura, precipitación. *Cecilia García Villeda (ALAA) e Iván Girón (VMG)*
- 17:00 – 17:30 Cierre del evento y entrega de diplomas. *Cecilia García Villeda (ALAA) e Iván Girón (VMG)*

# PROGRAMA DETALLADO

11 de julio de 2018

**Taller: Gestión Integrada de los recursos pesqueros:  
El caso del Lago Atitlán**

- 
- 08:00 – 08:30 Bienvenida e introducción al taller. *Mónica Orozco (UVG) e Ingo Wehrtmann (UCR)*
- 08:30 – 09:00 Introducción a las características del Lago Atitlán. *Ingo Wehrtmann (UCR)*
- 09:00 – 09:40 Introducción a la biología y ecología de los recursos pesqueros del Lago Atitlán. *Ingo Wehrtmann y Gustavo Arias (UCR)*
- 09:40 – 10:10 Ordenamiento de la pesca artesanal en el Lago de Atitlán. *Julio Lemus (DIPESCA)*
- 10:10 – 10:30 Toma de datos y elaboración de bases de datos pesqueros. *Gustavo Arias (UCR)*
- 10:30 – 10:50 Toma de datos de DIPESCA. *Julio Lemus (DIPESCA)*
- 10:50 – 11:20 Herramientas estadísticas para el análisis de datos pesqueros. *Gustavo Arias (UCR)*
- 11:20 – 12:00 Investigaciones pendientes sobre los recursos pesqueros del Lago Atitlán. *Ingo Wehrtmann (UCR), Julio Lemus (DIPESCA) y Gustavo Arias (UCR)*
- 12:00 – 13:00 Parte práctica en el laboratorio. *Ingo Wehrtmann (UCR), Julio Lemus (DIPESCA) y Gustavo Arias (UCR)*

# PROGRAMA DETALLADO

## Sesión de Posters

---

**Destilador solar para la purificación de aguas ambientales.** Wolfgang Christian Buescher, James Edward Humberstone Morales, Ángel Alberto Hernández Vásquez, Romero Alexander Muñoz, Jonathan Stanley Ventura Luna y Rainer Christoph. Universidad Francisco Gavidia, El Salvador.

**Incinerador de alta temperatura para combustión de desechos de plástico que se encuentran en las cuencas de El Salvador.** Wolfgang Christian Buescher, Ángel Alberto Hernández Vásquez, James Edward Humberstone Morales, Romero Alexander Muñoz, Jonathan Stanley Ventura Luna y Rainer Christoph. Universidad Francisco Gavidia, El Salvador.

**Metales en Lodos Residuales de Planta de tratamiento Los Cebollales, Panajachel, Sololá.** Jorge Iván Cifuentes y Jennifer Paiz. Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala

**Manejo de cuencas y gestión del riesgo en la microcuenca Chemealón, Coatlán, Guatemala.** Gabriela Enríquez. Universidad Autónoma de Querétaro, México.

**Validación de datos satelitales para uso en modelos hidrológicos en la Cuenca del lago Atitlán, Guatemala.** Ovidio Fernando García Oliva, Natanaél Xaminez y Fátima Reyes. Centro de Estudios Atitlán, Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala.

**Atenuación de la luz en el ecosistema acuático del lago de Atitlán.** Joaquín Emilio Arango Aragón. Universidad Rafael Landívar, Guatemala

**Relación del fitoplancton y el zooplancton en los sitios de Santiago Atitlán y Centro Weiss G del Lago de Atitlán durante los años 2013 y 2014.** Mónica María Martínez Fausto, Margaret Dix y Ovidio García. Centro de Estudios Atitlán, Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala.

**¿Cómo se ve afectada la calidad del agua para consumo humano debido al ingreso de aguas con altas cargas de coliformes y *E. coli*?** Elsa Reyes y Ana Cristina Martínez. Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago Atitlán y su Entorno, Guatemala.

**Análisis de riesgo a incendios forestales en el municipio de Santa María Chiquimula, Totonicapán.** Nelson Salomón Vásquez Elías y Julio Alberto López Valdez. Centro Universitario de Occidente, Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala.

**Modelos estocásticos para el pronóstico de la transparencia del agua del Lago de Atitlán, Sololá Guatemala.** Gaspar Yatáz. Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala.

## BIOGRAFÍAS

### **Cruz Ajtzalam Ixtos (Junta Coordinadora de la Microcuenca del Río Masá, Guatemala)**

Líder comunitario, facilitador comunitario de Salud para el Ministerio de Salud y Asistencia Social en el programa de extensión de cobertura por más de 5 años, presidente del Consejo Educativo de la comunidad de Sacasiguan, Nahualá, COEDUCA, presidente de COCODE de la comunidad Sacasiguan, Nahualá, miembro y líder del comité pro-camino de km 170 a Xejuyup, coordinador de la Coordinadora Local para la Reducción de Riegos a Desastres y miembro del Equipo Comunitario de Reducción de Riesgos a Desastres COLRED/ECORED, de la comunidad de Sacasiguan, Nahuala, Actualmente coordinador de la Junta Coordinadora de microcuenca del río Maza Alto y representante legal de la asociación de desarrollo integral de la microcuenca maza alto ADIMA.



### **Gustavo Arias Godínez (Universidad de Costa Rica, Costa Rica)**

Costarricense, analista de datos ecológicos en el Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR) de la Universidad de Costa Rica (UCR). Egresado del Sistema de Estudios de Posgrado de la UCR, donde obtuvo una Maestría Académica en Biología. Participó como consultor en el I Informe Estado del Ambiente, Costa Rica 2017, donde desarrolló la temática Estado de los Ecosistemas. Ha colaborado con la revista Ciencias Marinas y Costeras de la Universidad Nacional de Costa Rica en la revisión de manuscritos científicos. Tiene experiencia en monitoreo de ecosistemas acuáticos (marinos y dulceacuícolas) y destrezas en análisis de datos ecológicos mediante el uso de técnicas estadísticas multivariadas. Actualmente participa en el proyecto Evaluación del Estado de las Pesquerías de Lago Atitlán, desarrollado de manera conjunta por la Unidad de Investigación Pesquera (UNIP-CIMAR-UCR) y el Centro de Estudios Atitlán (CEA) de la Universidad del Valle de Guatemala (UVG).



**Pedro Luis Avendaño (Plan Trifinio, Guatemala)**

Guatemalteco, Ingeniero Agroindustrial de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Con Maestría en Administración de Empresas de la Universidad Rafael Landívar. Director Ejecutivo de la Comisión Trinacional del Plan Trifinio. Miembro fundador de la Asociación Guatemala en Acción, la cual promueve y desarrolla actividades que fortalecen la dignidad de la persona humana, el mantenimiento del medio ambiente y la promoción del bien común conforme los principios de la justicia social.



**Manuel Basterrechea (AGUALIMNO, Guatemala)**

Ingeniero Civil, con Maestría en Recursos Hidráulicos, ambos en la Universidad de San Carlos de Guatemala y doctorado en Ingeniería Civil y Ambiental en la Universidad de Iowa, Estados Unidos de América. Presidente de empresa de consultoría en recursos naturales, con énfasis en los hídricos, y ambiente desde 1990 a la fecha. Entre las principales consultorías relacionadas con la gestión de los recursos hídricos se listan: Coordinador del Plan Centroamericano para el manejo integrado y la conservación de los recursos del agua en el 2000, para la CCAD, CRRH y DANIDA, Consultor para la elaboración de términos de referencia para la formulación del Plan de Manejo Integrado de los Recursos Hídricos de Costa Rica en 2003, para el MINAE – BID, Consultor para la formulación del Plan de Operaciones de la Estrategia para la Gestión Integrado de los Recursos Hídricos de Bolivia en el 2005, para el BID. Coordinador del Diagnóstico, Política Nacional y Estrategia Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en Guatemala en el 2006-2007, para SEGEPLAN y BID. Autor principal del informe sobre la Situación de los Recursos Hídricos en Centroamérica: Hacia una gestión Integrada en el 2011, para GWP, Unión Europea, ZONAF y BCIE.



**Laura Andrea Benegas Negri (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica)**

Paraguaya, Ingeniera Agrónoma de la Universidad Nacional de Asunción, mejor egresada; *Magister Scientiae* en Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas, del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), egresada con honores. Doctorado en Ciencias del Suelo, Universidad de Ciencias Agrícolas de Suecia (SLU). Funcionaria del CATIE desde 2007. Actualmente coordina las Maestrías de Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas del CATIE (académica y profesional). Ha venido desarrollando metodologías de manejo de cuencas, sistematización de experiencias y aprendizajes de proyectos e iniciativas clave a través de varios proyectos de investigación y desarrollo para entidades como Europe-Aid, ASDI, PNUD, Fundación Natura-Panamá; UICN, KPMG, Empresas de Electricidad, Ministerios de Ambiente y Agricultura de varios países de América Latina y El Caribe.



**Elisa Colom (Guatemala)**

Profesional altamente comprometida y con experiencia en procesos de dirección estratégica para la seguridad hídrica, la gestión integrada de los recursos hídricos y la gobernanza del agua a nivel local, nacional, regional e internacional. Ha trabajado para entidades de gobierno, agencias intergubernamentales, no gubernamentales, empresas consultoras, sector privado y redes sociales, nacionales e internacionales. En posición de brindar asesoría Sénior en materia de políticas públicas, legislación, institucionalidad y planificación de las aguas continentales e internacionales, considerando la relación con el estado de derecho y otros regímenes legales. Actualmente es asesora de la Unidad de Soberanía y Dominio del Ministerio de Relaciones Exteriores, en materia de aguas internacionales.



**Moisés Bermúdez (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, Costa Rica)**

Costarricense, ingeniero agrónomo, especialista en Gestión Integrada de Recursos Hídricos y Manejo de Cuencas Hidrográficas, docente e Investigador en el Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias Bayamo, Cuba. Funcionario Gubernamental del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Docente e investigador en la Universidad de Costa Rica, con una maestría académica en Gestión Ambiental con énfasis en Recursos Hídricos en la Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica. Director Nacional de Cuencas Hidrográficas, Subgerencia de Ambiente Investigación y Desarrollo del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.



**Jehovany René Cruz Paz (Fundación Pico Bonito, Honduras)**

Hondureño, Ingeniero en Ciencias Forestales del Centro Universitario Regional Atlántico (CURLA-UNAH). Ha realizado estudios de especialización en Ordenamiento Territorial, en la Universidad Nacional Autónoma de Honduras UNAH. Su experiencia de trabajo la ha desarrollado en diferentes proyectos y organizaciones de la Sociedad Civil, relacionadas con la temática ambiental y social. Cuenta con una experiencia de 15 años en los temas de Manejo forestal, Áreas Protegidas, Manejo comunitario del Agua y Gestión territorial con enfoque basado en derechos. Desde el 2010 trabaja como Director Ejecutivo de la Fundación Parque Nacional Pico Bonito (FUPNAPIB).



**Abdel García González (Centro Humboldt, Nicaragua)**

Nicaragüense, arquitecto con una Licenciatura en Relaciones Internacional, Especialista en Ordenamiento Territorial. Actualmente me desempeño como Coordinador del Equipo de Cambio Climático para Centro Humboldt y soy Gerente de Proyecto Regional sobre Gestión del Conocimiento y Cambio Climático en el CA4 (Guatemala, Honduras, El Salvador y Nicaragua). Ha venido trabajando en el Desarrollo de Capacidades y Resiliencia Comunitaria ante el Cambio Climático, Fortalecimiento de la Resiliencia del Sector Cafetalero ante el Cambio Climático, a través de varios proyectos de desarrollo para entidades como Christian AID y AECID.



**Cecilia García (Asociación Amigos del Lago de Atitlán, Guatemala)**

Arquitecta de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Asistente técnica del área de saneamiento ambiental para la cuenca del Lago de Atitlán y técnica de laboratorio SIG de la Asociación Amigos del Lago Atitlán. Tiene conocimientos en temas como sistemas de información geográfica (SIG) y planificación territorial, desechos sólidos, rutas de tren de aseo/cobertura recolección de basura, Paisajes Productivos Resilientes al Cambio Climático y Redes Socio-Económicas Fortalecidas en Guatemala Conservación. Tiene experiencia en modelación de cuencas hidrográficas con la herramienta del HYDROBID, Manejo de Cuencas Hidrográficas, Sostenibilidad de los Sistemas de Aguas Residuales.



**Ovidio García (Centro de Estudios Atitlán, Guatemala)**

Guatemalteco, licenciado en Física Aplicada de la Universidad de San Carlos y actualmente trabaja su investigación de maestría en Recursos Hídricos generando un modelo de predicción de florecimientos de cianobacteria en el lago Atitlán. Se involucró en el tema del agua por medio de una investigación sobre calidad de agua subterránea en la región oriente de Guatemala y a partir de ese momento su trabajo se ha centrado en el estudio de este recurso. Actualmente labora en el Centro de Estudios Atitlán de la Universidad del Valle de Guatemala, bajo las líneas de investigación de ecología y dinámica de nutrientes del lago Atitlán, disponibilidad y calidad de agua en la cuenca del mismo lago, con un énfasis especial en los efectos que el cambio climático puedan tener en estos aspectos. Con su trabajo espera contribuir a la generación de información importante para la conservación de la calidad del lago Atitlán y su cuenca.



**Iván Girón (Asociación Vivamos Mejor, Guatemala)**

Arquitecto de la Universidad de San Carlos de Guatemala, con un posgrado en Planificación Territorial y Gestión de Riesgos de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Gerente del Área de Gestión Ambiental y de Riesgos de la Asociación Vivamos Mejor, en donde realiza tareas tales como coordinación de actividades en proyectos agrícolas, conservación y recuperación de ecosistemas, Gestión de Riesgos, ecoturismo, así como la coordinación de la unidad de investigación y laboratorio SIG. Integrante del Equipo de Emergencia Local de la Cooperación Suiza al Desarrollo - COSUDE.



**Juan Carlos Godoy (The Nature Conservancy, Guatemala)**

Guatemalteco, licenciado en Biología y Master Scientiae en Manejo de Recursos Naturales por la Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Sirvió 20 años a la Universidad de San Carlos de Guatemala. Fue profesor y planificador de áreas protegidas para el programa regional del CATIE y en paralelo sirvió por 6 años como vicepresidente para Centroamérica, de la Comisión Mundial de Áreas Protegidas de la Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza, UICN. Incursionó en la esfera gubernamental donde sirvió como Coordinador General de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, CONAMA y, posteriormente en otro corto periodo, como Vice-Ministro del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales en Guatemala (MARN). Tiene 16 años de laborar para The Nature Conservancy (TNC). Presidente del Comité de Supervisión del Fondo para la Conservación de los Bosques Tropicales de Guatemala, (FCA).

**Felipe Gómez (ICCA/TICCA, Guatemala)**

Miembro del Consejo con responsabilidad especial en Mesoamérica y el Caribe, con sede en Guatemala. Felipe pertenece al pueblo maya k'iche', es guía espiritual renombrado y coordinador de Oxluj Ajpop (Conferencia Nacional de Ministros de Espiritualidad Maya en Guatemala), organización con la que ha estado involucrado por más de veinte años y que es actualmente miembro del Consorcio TICCA. Consejero de la Comisión de Guatemala para los Sitios Sagrados —establecida después del final de la guerra civil que devastó al país entre 1960 y 1996— y la Iniciativa Sitios Naturales Sagrados, también miembro del Consorcio. Autor y editor de la Agenda Socio-ambiental “Desde el pensamiento de los Indígenas Maya, Garífuna y Xinkas de Guatemala por los derechos de la Madre Tierra” y un documento sobre gobernanza, gestión y uso del agua en Guatemala. Por algunos años ya ha sido Convocador y Coordinador del Comité Nacional Gobernanza Del Territorio Y Bienes Comunes (ICCAs Guatemala), que reúne organizaciones genuinamente de base que luchan por la gobernanza autónoma de sus territorios ancestrales.



**Alex Guerra (Instituto Privado de Cambio Climático, Guatemala)**

Director general del Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, ICC, desde su fundación en 2010. Coordina acciones y esfuerzos del ICC en adaptación y mitigación al cambio climático, guiando al equipo de profesionales que conforman y desarrollan las acciones del ICC. Antes de unirse al ICC, colaboró con Defensores de la Naturaleza, el Centro de Estudios Ambientales de la Universidad del Valle de Guatemala, la Asociación Amigos del río Ixtacapa – ADRI-, fue consultor para el PNUD y el INSIVUMEH, y asistente de la Asociación Becaria Guatemalteca, ABG. Recibió su doctorado en Geografía y Medio Ambiente en la Universidad de Oxford, Inglaterra. Posee una maestría en Ciencia, Políticas Públicas y Manejo del Agua de la Universidad de Oxford y una licenciatura en Ingeniería Forestal de la Universidad del Valle de Guatemala.



**Marion Hammerl (Global Nature Fund, Alemania)**

Economist, co-founder of various Spanish environmental organizations, one of them the Fundación Global Nature España. From 1997 to 2015 she was President of Fundación Global Nature and currently she is member of the board. From 1998 up to now she is the Managing Director of Lake Constance Foundation and coordinator of numerous EU-supported projects. Within others, Marion Hammerl is specialized and is author of numerous guidelines and reports in themes as sustainability management for local authorities, environmental management systems, management of lake areas and water resources, biodiversity topics, management of water resources and the integration of biodiversity into labels and standards for the economic sector. Marion Hammerl was awarded with prestigious awards because of her engagement towards protection of nature, e.g. the International Tropheé de Femmes Award (2011), Goldene Bild der Frau Award (2010) and Bruno H. Schubert Award (2012).



**Andrei Jouravlev (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Chile)**

Ruso, economista con especialidad en relaciones económicas internacionales, de la Universidad de Finanzas de Moscú. Desde diciembre de 1984 trabaja como Oficial para Asuntos Económicos, en temas relacionados con políticas públicas de gestión del agua y regulación y prestación de servicios públicos a ella vinculados, en la División de Recursos Naturales e Infraestructura de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), comisión regional de las Naciones Unidas localizada en Santiago de Chile. Ha participado en numerosos estudios sobre temas relacionados con políticas públicas para la gestión integrada de los recursos hídricos, regulación económica de servicios públicos, prestación de los servicios de agua potable y saneamiento, asignación del agua, participación del sector privado, mercados de agua, gestión del agua a nivel de cuencas y organismos de cuenca, instrumentos económicos para el control de la contaminación hídrica y tratados internacionales de protección a la inversión, entre otros.



**Julio Lemus (Dirección de Normatividad de Pesca y Acuicultura, Guatemala)**

Guatemalteco, Licenciado en Acuicultura, egresado del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA- de la Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC-; con estudios iniciales de Maestría en Manejo Marino-Costero. Ha desarrollado su experiencia en el sector público; en la Dirección de Normatividad de Pesca y Acuicultura –DIPESCA- del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación –MAGA- en donde ha formado capacidades en el ordenamiento de la pesca artesanal de cuerpos de agua continental en ámbitos de aplicación de normativas, manejo de pesquerías, establecimiento de medidas precautorias, así como iniciativas para aplicar ordenamientos especiales (co-manejo) de las pesquerías en el Lago de Atitlán. Se ha capacitado en conocimientos en gobernanza de las pesquerías y fortalecer el reconocimiento y derecho de los pueblos indígenas en las políticas pesqueras nacionales.



**Rudy Machorro (Asociación Guatemalteca de Geociencias Ambientales, Guatemala)**

Guatemalteco, ingeniero Geólogo Minero de la Universidad de Guanajuato, México. Doctor en Hidrogeología de la Universidad de Texas, El Paso, Estados Unidos de América, con 17 años de experiencia en el estudio de aguas subterráneas incluyendo la perforación, diseño, construcción, y evaluación de pozos de agua. Diseño e implementación de monitoreos de calidad de aguas subterráneas, así como pruebas de bombeo, recuperación, y rendimiento sostenible de pozos de agua. Miembro de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos - IAH -, Asociación Internacional de Ciencias Hidrológicas - IAHS - y de la Asociación Guatemalteca de Geociencias Ambientales - ASGA -.



**Marzio Marzorati (Legambiente, Italia)**

Italiano, trabaja en Legambiente, Lombardía desde 1990, hoy vicepresidente y responsable de parques y áreas protegidas. Presidente de la Agencia Innova21 en la provincia de Milán, miembro del Consejo del Parque Nord Milán y asesor de cooperación con COSPE y AFRICA 70. Concejal de Medio Ambiente, Servicios Sociales del Municipio Seveso desde 1998 a 2008, cooperador y consultor en cooperación internacional desde 1983 a 1996 en Nicaragua, Chile, Bolivia, Guatemala, Níger y Mozambique. Consultor de proyectos de cooperación para el desarrollo sustentable y la economía circular. Colaborador en iniciativas de participación, gestión de residuos, educación ambiental y agricultura sostenible. Consultor en relaciones públicas y comunicación para asociaciones sin fines de lucro y administraciones públicas.



**Oscar Manuel Núñez Saravia (Defensores de la Naturaleza, Guatemala)**

Guatemalteco, Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables de la Universidad San Carlos de Guatemala, obtuvo una Maestría en Manejo y Planificación Forestal, en la Universidad Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Se ha especializado en conservación y desarrollo sostenible, recursos naturales renovables, manejo y planificación forestal. Desarrolló el Fondo del Agua de La Reserva de Biosfera Sierra de las Minas en cual contempla temas tales como servicios ambientales hídricos, estudios de valoración económica, voluntad de pago, capacidad de pago, estructuración de comités de cuenca, fortalecimiento legal, investigación y educación en temas hídricos. Director ejecutivo de la Fundación Defensores de la Naturaleza. Ha trabajado en la creación del Fondo del Agua del Sistema Motagua-Polochic, así como del Instituto de Incidencia Ambiental.



**Matteo Salletti (Universidad de British, Canadá)**

Obtuve mi Licenciatura y Maestría en Italia (Universidad de Trento) en Ingeniería Ambiental y de Tierras, con un enfoque en transporte de sedimentos y transporte masivo en ríos. Después de eso me mudé a Suiza, donde completé mi doctorado en la Cátedra de Hidrología y Gestión de Recursos Hídricos en ETH Zurich, trabajando en un proyecto sobre el modelado del transporte de sedimentos y la morfología del canal en arroyos empinados. Durante mi doctorado, pasé un semestre como estudiante graduado visitante en el Departamento de Geografía de la Universidad de Columbia Británica. Defendí mi doctorado en septiembre de 2016 y me otorgaron el Premio Culmann por Disertación Doctoral sobresaliente del Departamento de Ingeniería Civil, Ambiental y Geomática en ETH. Después de recibir una beca posdoctoral de la Swiss National Science Foundation, estoy realizando mi investigación en la Universidad de British Columbia en Vancouver y el St. Anthony Falls Lab en Minneapolis (EE. UU.).



**Eduardo Secaira (Asociación Vivamos Mejor, Guatemala)**

MD. Eduardo Secaira; médico y cirujano egresado de la Universidad San Carlos de Guatemala. Fundador de la Asociación Vivamos Mejor Guatemala y director de la misma desde sus inicios en 1989. Ha diseñado, dirigido e implementado programas y proyectos de carácter socioambiental, particularmente en comunidades rurales del altiplano de Guatemala y especialmente en el departamento de Sololá.



**Frank Von Hippel (Universidad de Arizona, Estados Unidos)**

Tiene un doctorado en Biología Integrativa. Sus trabajos de investigación incorporan enfoques moleculares, organismales y ecológicos para resolver problemas en ecotoxicología. Un componente importante los proyectos de investigación que ha desarrollado comprende la participación de comunidades y pueblos indígenas. Los más relevantes son en Alaska, Arizona, Guatemala, Ecuador, Israel y Australia, con subvenciones de los Institutos Nacionales de Salud, la Fundación Flinn, el Consejo Australiano de Investigación y el Consejo de Tierras de Anindilyakwa. La investigación de Frank ha sido ampliamente tratada en la prensa, incluyendo The New York Times, National Public Radio, The Economist, The British Broadcasting Corporation y muchos otros medios de comunicación. Frank es editor asociado de la revista ambiental Elsevier Environmental Pollution, donde es responsable de 200 manuscritos por año.



**Ingo Wehrtmann (Universidad de Costa Rica, Costa Rica)**

Costarricense, con un doctorado en Zoología de la Universidad de Hamburgo, Alemania, y ha trabajado en varios países (como Alemania, Chile, EE.UU. y Filipinas). Desde de 2001 labora en la Universidad de Costa Rica, es fundador y coordinador de la Unidad de Investigación Pesquera y Acuicultura (UNIP), curador de la colección de crustáceos del Museo de Zoología, y es Profesor Catedrático en la Escuela de Biología. Actualmente es el director del Centro de Investigación en Ciencias Marinas y Limnología (CIMAR). Su área principal de investigación es la ecología de invertebrados acuáticos, especialmente los crustáceos decápodos.



La mayoría de sus proyectos están relacionados con la reproducción de decápodos (camarones, langostas, cangrejos etc.) que habitan aguas estuarinas, marinas, y durante los últimos años ha incluido también estudios sobre decápodos de agua dulce. Recientemente abrió una línea de investigación sobre el estudio de las especies invasoras. Es editor de la serie de libros “Crustacean Issues”, editor asociado de varias revistas y autor de aproximadamente 125 artículos en revistas internacionales.

# RESÚMENES DE LAS PRESENTACIONES

## TEMA: Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas

### **Gestión Integrada de Cuencas en las Américas**

Laura Benegas Negri<sup>1</sup>

1. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica; laura.benegas@catie.ac.cr

La seguridad hídrica es uno de los problemas ecológicos y sociopolíticos más importantes de este siglo, cuya solución requiere un enfoque holístico con una mejor comprensión de las dinámicas complejas entre las sociedades y sus ecosistemas. Aquí, el enfoque de gestión integrada de cuencas hidrográficas es crucial para la sostenibilidad del recurso hídrico en las Américas y en el mundo. El CATIE, desde hace más de 50 años ha venido trabajando en el enfoque de gestión integral de cuencas hidrográficas, evolucionado hacia la promoción de modelos de cogestión adaptativa de cuencas hidrográficas. La contribución del CATIE en investigación y desarrollo en los últimos 55 años, con más de 300 tesis de posgrado conducidas en América Latina y El Caribe, se ha centrado en la gestión integrada de cuencas, donde el 24% aportó al conocimiento en manejo, priorización y áreas críticas en cuencas, el 13% en recursos hídricos y 10% en usos, cambio de usos y evaluación de tierras, y, en los últimos 10 años, los temas como cogestión de cuencas, cambio climático y resiliencia han cobrado fuerza, documentando la evolución y avances que se han dado en esta región en la implementación del manejo y gestión de cuencas hidrográficas. Del análisis se concluye que en la actualidad se debe trabajar con la meta de lograr cuencas hidrográficas robustas y resilientes para enfrentar eventos hidrometeorológicos extremos y el cambio climático, utilizando mejor los recursos disponibles. Para ello es fundamental la investigación y generación de evidencias para sustentar el trabajo en cuencas y cumplir los objetivos de la legislación de los países. Se reafirma la premisa de que el manejo de cuencas es un enfoque efectivo ante los retos globales de la provisión de agua, la restauración de tierras, la adaptación al cambio climático, la gestión de riesgo de desastres y la lucha contra el hambre, donde la próxima generación de programas y proyectos de manejo de cuencas debe ser implementada en horizontes temporales más largos, con inversiones sostenibles y coordinadas desde los sectores públicos, privados y de cooperación internacional, aprovechando entre otros el contexto del financiamiento de la acción climática.

## Experiencia Proyecto Living Lakes

Marion Hammerl<sup>1</sup>

1. Global Nature Fund, Alemania; marion.hammerl@bondensee-stiftung.org

Global Nature Fund creó la Red Internacional de Living Lakes en 1999 para apoyar a las organizaciones ONGs que trabajan para la protección de lagos y humedales, y para facilitar el intercambio sobre metodologías y tecnologías de recuperación de lagos y para poner los graves problemas que sufren estos valiosos ecosistemas en el centro de la atención internacional. Hoy, más de 100 lagos y humedales en todo el mundo están representados en la red. El objetivo de proteger lagos y humedales no se puede lograr sin atender las cuencas hidrográficas y aportar modelos de uso sostenible de los recursos naturales. Eso se dice fácil, pero realizarlo es muy difícil y complejo. ¿Cómo se puede conseguir un *modus vivendi* para más de 20 millones de habitantes que viven alrededor del lago Poyang, el lago más grande de China? Dentro de Living Lakes tenemos ejemplos positivos de gestión de cuencas hidrográficas hacia la sostenibilidad y tenemos ejemplos muy negativos, desgraciadamente la mayoría de los casos. A través del ejemplo del lago de Constanza (Alemania, Austria, Suiza), se presentarán algunos aspectos claves que contribuyen a una buena gestión de una cuenca. También se indicarán los aspectos que requieren una revisión y mejora. Basada en los 20 años de Living Lakes, se aportará también una reflexión y lecciones aprendidas sobre el papel de las ONGs en la gestión de cuencas hidrográficas.

## Contaminantes ambientales y su impacto en la salud humana

Frank von Hippel<sup>1</sup>, Sudeep Chandra<sup>2</sup>, Eliška Rejmánková<sup>3</sup>, Birgit Hagedorn<sup>4</sup> y Hugo Villavicencio<sup>5</sup>

1. Universidad de Arizona, Estados Unidos de América; frank.vonhippel@nau.edu; 2. Global Water Center and Biology Department, University of Nevada; 3. Department of Environmental Science and Policy, University of California Davis; 4. Department of Chemistry, University of Alaska Anchorage; 5. Department of Biological Sciences, University of Alaska Anchorage

Lake Atitlán, the deepest lake in Central America, is home to a diverse group of Mayan cultures. More than 250,000 people live within the Lake Atitlán watershed and a large proportion of the population depends upon fish, invertebrates, and agricultural production from it. Cultural eutrophication of the lake has accelerated in recent decades. The majority of wastewater produced by the basin's population is discharged into the lake, mostly untreated. Wastewater nutrients combined with fertilizer runoff are resulting in the formation of cyanobacterial blooms, while fecal pathogens in the lake are a direct threat to public health. We examined the related problem of chemical contaminants associated with agriculture. We examined concentrations of neurotoxic metals in important subsistence foods (fish, crabs, snails), and found higher concentrations of arsenic, copper and manganese (all used in fungicides) in crabs and snails than in fish. We deployed a Polar Organic Chemical Integrative Sampler (POCIS) to monitor hydrophilic pesticides (10 herbicides and 20 carbamate insecticides) and a Semi - Permeable Membrane

Device (SPMD) to monitor 76 lipophilic pesticides in the lake. Concentrations of hydrophilic pesticides were not notably elevated above lab blanks. However, concentrations of 65 of the 76 (86%) measured lipophilic pesticides were notably elevated above lab blanks. Pesticides with especially high concentrations in the SPMD membrane were organochlorines: the fungicides hexachlorobenzene and chlorothalonil, HCH alpha (a byproduct of the insecticide lindane), members of the cyclodiene family of insecticides (heptachlor epoxide, chlordane gamma (trans), chlordane alpha (cis), nonachlor (cis), dieldrin, endrin), endosulphan insecticides (alpha-endosulphan, endosulphan sulphate), the insecticides permethrin and cypermethrin, and DDT and its metabolites. Concentration of the organophosphate insecticide chlorpyrifos was also elevated. We also analyzed for neonicotinoids and fipronils in sewage inflow and outflow at the Santa Catarina sewage treatment plant and found that concentrations were below the method detection limit. Overall, our results indicate that intensive use of agrochemicals in the watershed has resulted in elevated concentrations of certain endocrine-disrupting pesticides that have a high capacity for bioaccumulation and biomagnification in wildlife and humans (particularly organochlorine pesticides), as well as elevated concentrations of certain neurotoxic metals.

### **Aguas subterráneas y arsénico**

Rudy Machorro<sup>1</sup>

1. Asociación Guatemalteca de Geociencias Ambientales, Guatemala; rudy.machorro@yahoo.com

El arsénico es un metaloide que puede representar una amenaza seria a la salud humana cuando las concentraciones en el agua exceden el límite establecido por la OMS (0.010 mg/l). Las primeras denuncias de contaminación de aguas subterráneas con arsénico en Guatemala se registraron en junio de 2007 en los municipios de Mixco y Chinautla, departamento de Guatemala. Se ha evaluado la contaminación de aguas subterráneas con arsénico en varias regiones de Guatemala mediante revisión de fuentes secundarias, monitoreo hidrogeoquímico, y trabajo geológico de campo habiendo discriminado tres ambientes hidrogeológicos en que ocurre el arsénico: a) zonas geotermales en rocas volcánicas Cuaternarias; b) acuíferos volcánicos Terciarios que consisten en andesitas fracturadas que han sido expuestas a alteraciones hidrotermales; y c) acuíferos de margas y calizas. Las zonas contaminadas con arsénico ocurren en un ambiente tectónico extensional. La caracterización precisa y el dimensionamiento adecuado de las zonas contaminadas con arsénico enfrenta debilidades institucionales, carencia de un código de diseño y construcción de pozos de agua, y barreras de acceso a la información por lo que es necesario asignar recursos para abordar el problema con un enfoque integrado.

### **Watershed sedimentation dynamics**

Matteo Saletti<sup>1</sup>

1. Universidad de British Columbia, Canadá; matteo.saletti@ubc.ca

In my talk, I will highlight the main processes influencing sediment production, transport and delivery in fluvial catchments. I will start by focusing on hillslopes and headwaters, where most of the sediment is produced, explaining how this important contribution can be estimated and by which factors it is influenced. Second, I will describe the main theories and approaches used nowadays to evaluate sediment transport in rivers, focusing on their range of applicability and limitations. Finally, I will focus on the interaction between fluvial channels and their floodplains and the crucial role played by those processes in sediment dynamics.

### **Gestión de riesgos en cuencas**

Abdel García<sup>1</sup>

1. Centro Humboldt, Nicaragua; cambioclimatico@humboldt.org.ni

El clima puede constituir una oferta potencial o limitante para el desarrollo de la cuenca. En un sentido positivo, representa un conjunto de condiciones que favorecen la producción de energía, las posibilidades de riego, las cosechas agropecuarias y la estabilidad o aumento de la cobertura de bosque. En un sentido negativo, un cambio paulatino en los acumulados, frecuencia e intensidad determina las condiciones de elementos vitales como el agua, suelo, vegetación, biodiversidad y los ecosistemas en general. Recordemos que la única fuente de retroalimentación de las aguas subterráneas y superficiales en nuestra región es el agua de lluvia. La gestión integral de riesgos en cualquier espacio (físico o político administrativo) es un desafío permanente que se basa fundamentalmente en controlar los tensores ambientales que absorben o exacerban la intensidad de los daños que pueden provocar las amenazas que se ciernen sobre el territorio. Es una gestión que debe partir del entendimiento de los distintos fenómenos naturales que enfrentamos. El monitoreo climático basado en la comunidad, es un ejercicio orientado a este cometido, que inicio en el 2012 como una investigación experimental en 10 sitios de monitoreo en la cuenca transfronteriza del Estero Real en el Golfo de Fonseca - Nicaragua, que ocho años después cuenta con al menos 50 sitios de monitoreo que han producido unos 30,000 datos de lluvia. Complementario, se realiza un monitoreo permanente en los niveles de aguas para encontrar relaciones entre el agua de lluvia que cae y la disponibilidad del recurso para el consumo humano, las actividades productivas y los ecosistemas. El propósito es orientar la gestión ambiental, productiva y de riesgos, tomando en consideración la demanda hídrica en la cuenca. La gestión de riesgos en el territorio, se soporta en las iniciativas familiares de afrontamiento. Muchas de las consecuencias que traen consigo los desastres requieren de medidas en el ámbito del suministro de agua, la salud y la alimentación familiar, tareas nada fáciles de gestionar y que son competencia femenina. Finalmente, habrá que reconocer que todo ha de

hacerse con el propósito de gestionar adecuadamente el conocimiento local, facilitar el entendimiento de las comunidades sobre los distintos fenómenos climáticos que intervienen en su vida cotidiana y lograr que actúen consecuentemente ante sus riesgos, principalmente para evitar los efectos negativos que pudieran provocarles en sus medios de subsistencia.

### **Aguas urbanas**

Juan Carlos Godoy<sup>1</sup>

1. The Nature Conservancy, Guatemala; jcgodoy@tnc.org

Según los datos proyectados de SEGEPLAN, en la próxima década, más del 70% de los guatemaltecos viviremos en zonas urbanas; es decir... quizá más de 15 millones viviremos en la Región Metropolitana de Guatemala y en 7 ciudades intermedias, catalogadas desde ya como los nueve cluster de desarrollo económico. Esta transformación demográfica y económica generará una gran demanda por servicios ambientales tales como el Agua Dulce. Dicha demanda será acompañada, según los modelos de cambio climático, de un contexto-país donde muy probablemente la lluvia se reducirá entre un 15 y un 20% menos. La disponibilidad hídrica per cápita será menor y las zonas de stress hídrico aumentarán, con las consecuencias de competitividad y paz social que ello pudiera acarrear. The Nature Conservancy ha venido contribuyendo a la agenda de seguridad hídrica en varias ciudades del continente, y ahora se pone como reto, no solo acompañar el diseño y la operación del Fondo del Agua de la Región Metropolitana de Guatemala, sino a partir de un análisis desarrollado para los siete países de Centroamérica, promover y acelerar intervenciones que de alguna manera enfrenten los retos de la seguridad hídrica de la región.

### **Hallazgos recientes sobre el estado del Lago Atitlán, con énfasis en su dinámica y el ingreso de nutrientes al lago**

Ovidio García<sup>1</sup>, M.A. Dix<sup>1</sup>, J.E. Bocel<sup>1</sup>, S. Gómez<sup>1</sup> y M.W. Dix<sup>1</sup>

1. Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala; ofgarciao@uvg.edu.gt

El estado ecológico del lago Atitlán ha sufrido cambios en el último siglo, evidenciando un proceso de eutrofización que avanza. En los últimos 50 años la transparencia ha disminuido desde un promedio de 12.8 m, en 1968-69, hasta 6.8 m en 2017-18. Pese a este avance, entre el 2015 y 2018 no se han registrado cambios significativos en temperatura, pH, oxígeno, fitoplancton y comportamiento en general del lago. El monitoreo constante brinda la oportunidad de estudiar fenómenos que ayudan a entender la dinámica a largo plazo. En agosto de 2017 hubo un florecimiento de cianobacteria (*Microcystis spp.* y *Limnoraphis robusta*) de corta duración que no generó una cantidad

mensurable de microcistina (< 0.1 ug/L). Aunque se tuvieron indicios de mezcla en años anteriores (i.e. 2015), en febrero del 2018 se registró por primera vez una mezcla completa, la cual afectó la distribución vertical de oxígeno disuelto, materia orgánica en descomposición y nutrientes. Se cree que la mezcla es un factor importante en la dinámica de los florecimientos de cianobacteria. El estudio de otros fenómenos a nivel de cuenca, como la deposición atmosférica de nutrientes, brinda una visión más amplia sobre los efectos que las actividades humanas tienen sobre el lago. El aporte de nutrientes provenientes por esta vía es comparable con la entrada por medio de los ríos y mayor que por aguas residuales en el caso del nitrógeno. El estudio continuado del lago y su cuenca provee información científica para la toma de decisiones basadas en evidencia

### **Batimetría y análisis morfométrico del lago de Atitlán (Guatemala)**

Elsa María Reyes Morales<sup>1</sup> y Domingo Ujpan<sup>1</sup>

1. Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago Atitlán y su Entorno, Guatemala; fatimarys3@gmail.com

La cuenca del lago de Atitlán es de tipo endorreica y cuenta con el cuerpo de agua más profundo de Centroamérica, sin embargo, desde el año 1975 no se tiene información actualizada de su batimetría ni de su morfometría. La importancia del estudio de la batimetría y morfometría en lagos reside principalmente en la influencia que puedan tener los factores climatológicos, geológicos y antropogénicos en los procesos físicos, químicos y biológicos. Estimar los principales rasgos morfométricos y batimétricos del lago Atitlán, con el fin de utilizarlos para una futura planificación de las actividades que se realizan en el lago e implementar una estrategia de manejo integral de la cuenca. Para el levantamiento batimétrico del lago de Atitlán, durante 2014 se tomaron datos de profundidad a lo largo y ancho de todo el espejo de agua con una ecosonda de multi-frecuencia Hydrotrac y se georreferenciaron los sitios con un sistema de posicionamiento global (GPS) DGPS Hemisphere. Se realizaron 270 líneas principales de navegación con una separación entre líneas de 100 m, navegando con una orientación 140° de ida y 320° de retorno; y 13 líneas secundarias de navegación, con una separación de 1000 m entre cada una, navegando con una orientación 247° de ida y 67° de retorno. Posteriormente la información fue procesada y se obtuvieron 16 parámetros morfométricos, tales como volumen, área, perímetro, profundidad máxima, fetch efectivo, longitud y ancho máximo, entre otros. Los valores morfométricos del lago de Atitlán se encuentran dentro de los rangos típicos de lagos con origen volcánico; profundos, con una cubeta en forma de U, con fondos de pendientes muy altas y una cierta irregularidad de la línea de costa. La profundidad relativa es baja en comparación a otros lagos de origen volcánicos y profundos, sin embargo, todas estas características le confieren al lago la formación evidente de un gradiente vertical físico y químico que determina la dinámica vertical y temporal de las comunidades biológicas.

### **Contaminación de microplásticos en la superficie del Lago Atitlán, Sololá**

Ninoshka López-Xalín<sup>1</sup>, Margaret Dix<sup>2</sup>, Ovidio García<sup>2</sup> y Gabriela Alfaro<sup>1</sup>

1. Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala; lop13051@uvg.edu.gt; 2. Centro de Estudios de Atitlán, Guatemala.

La contaminación de microplástico tiene alto impacto a nivel mundial. Los lagos, aun poco estudiados, tienen micro plásticos en ellos y en su biota. En Guatemala, se desconoce su impacto. Se consideró necesario determinar el estado del contaminante en el lago Atitlán, mayor reservorio de agua del país e importante atractivo turístico. Se buscaba evaluar la presencia de microplástico superficial en el lago Atitlán, Sololá; estimar su abundancia y distribución; así como su composición en tipo y tamaño de partícula. Se tomaron en épocas seca y lluviosa, ocho muestras superficiales de microplástico con una red de arrastre de 333um, durante una hora a velocidad de dos nudos. Las muestras se separaron por tamaño (0.300 – 0.999 mm, 1.00 – 4.749 mm y mayor a 4.75 mm) a través de tamices y se les realizó una digestión química orgánica. Se categorizó por tipo de microplástico (fragmento, espuma, línea/fibra, micro-esfera o film) y se calculó la abundancia de microplástico por transecto, tamaño, tipo y época. El efecto de la época de muestreo en la abundancia de microplástico por transecto, tamaño y tipo fue evaluado estadísticamente, así como el impacto de la dirección y velocidad del viento. La abundancia promedio de microplástico fue de 128, 763 partículas/km<sup>2</sup>, con mayor incidencia de partículas de 0.300 – 0.999 mm y de tipo fragmento. No hubo diferencia significativa entre épocas. La distribución se pudo explicar por el viento solo para época lluviosa. El lago Atitlán tiene un alto nivel de contaminación por microplástico; segundo de los lagos estudiados en el mundo.

### **Interacciones de los pobladores de San Marcos la Laguna con el lago de Atitlán, a partir del florecimiento de la cianobacteria: un análisis desde la antropología cognitiva**

Clara Secaira<sup>1</sup>

1. Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala; secaira.z@gmail.com

La investigación analiza las percepciones de diferentes actores sobre la cianobacteria y sus efectos en la salud humana. Para esto, se tomaron en cuenta a pobladores del municipio de San Marcos la Laguna, miembros y ex-miembros de entidades gubernamentales, Organizaciones No-Gubernamentales e instituciones privadas. El estudio también aborda cómo las interacciones de las personas - recreacionales, culturales y económicas - cambiaron luego de los afloramientos. Los objetivos de la investigación fueron identificar los conocimientos compartidos entre los diferentes actores del municipio de San Marcos la Laguna sobre la cianobacteria y sus efectos en la salud humana, reconstruir el o los modelos culturales de los diferentes actores, a partir de la información recabada, establecer las diferencias que existen entre los modelos culturales de los distintos actores e identificar cómo han cambiado las interacciones (culturales,

económicas y recreacionales) de las personas con el lago de Atitlán, a partir del florecimiento de la cianobacteria. El estudio hace uso de la metodología de los modelos culturales, propuesta por las autoras Naomi Quinn y Dorothy Holland, los cuales surgen desde la antropología cognitiva. Para ello, se llevaron a cabo entrevistas semi-estructuradas con los diferentes participantes. Además, se realizó observación participante en el municipio de San Marcos la Laguna durante un mes para observar las dinámicas y el comportamiento de las personas con el lago de Atitlán. Las y los actores del municipio de San Marcos la Laguna comparten un modelo cultural más homogéneo que las personas que laboran en las distintas instituciones tomadas en cuenta para la presente investigación. Por otro lado, las personas de San Marcos la Laguna han cambiado muchas de sus dinámicas con el lago de Atitlán a partir del florecimiento, principalmente por las percepciones que tienen sobre los efectos que la cianobacteria puede generar en la salud humana. los albores del tercer milenio, la gobernabilidad de los recursos hídricos en Latinoamérica se transforma y reinventa para responder



# RESÚMENES DE LAS PRESENTACIONES

## TEMA: Buenas prácticas y gobernabilidad

### **Gobernabilidad del Recurso Hídrico en Latinoamérica**

Elisa Colom<sup>1</sup>

1. Consultora independiente, Guatemala; elisa.colom@gmail.com

En los albores del tercer milenio, la gobernabilidad de los recursos hídricos en Latinoamérica se transforma y reinventa para responder a retos comunes: incertidumbre en cuanto al comportamiento del ciclo del agua, mayor población, demanda creciente, contaminación, escasez o sobreabundancia y conflictos, entre otros. Para responder a los signos de estos tiempos, en Latinoamérica también se aceptan y proponen nuevos y renovados paradigmas, entre éstos los siguientes: seguridad hídrica; gestión integrada del agua, gestión integrada de riesgos, gestión integrada de aguas urbanas, gestión de cuencas; y acceso a la participación, la información y la justicia. Particularmente, destaca la declaratoria del acceso al agua potable y el saneamiento como un derecho humano y la reivindicación de los pueblos originarios sobre los recursos naturales del territorio, entre éstos el agua. Las respuestas de política pública, legislación y administración, que forman parte de la gobernabilidad del agua, tienden a manifestarse principalmente en dos subsistemas: el del agua recurso y el de la prestación de los servicios públicos de agua y saneamiento, con exigencias comunes: información y generación de conocimiento; planificación; inversión pública estratégica, con participación público - privada; y descentralización y participación de usuarios y del público. Como principios rectores de la gobernabilidad del agua destacan los siguientes: unidad del ciclo del hidrológico, equidad social y participación ciudadana, eficiencia económica y sostenibilidad ambiental.

### **Gestión adecuada de recursos hídricos en Latinoamérica**

Andrei Jouravlev<sup>1</sup>

1. Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Chile; andrei.jouravlev@cepal.org

Varios países de América Latina adoptaron nuevas leyes de aguas durante la última década (algunas provincias de Argentina, Cuba, Ecuador, Honduras, Nicaragua, Paraguay, Perú y Venezuela), mientras que algunos otros (como Chile y México) reformaron sus legislaciones. Las diferencias son muy notables entre las leyes de diferentes países al punto que no parecen responder a un patrón común. Sin embargo, se puede observar algunas tendencias comunes y nuevas características de la actual corriente de reformas legales, como por ejemplo: 1) Constitucionalización de principios del derecho de aguas; 2) creciente impacto del derecho internacional; 3) mantenimiento

de la dimensión económica e incorporación progresiva de las consideraciones social y ambiental; 4) publicidad de todas las aguas e incremento de la intervención estatal; 5) ausencia de mecanismos de reasignación descentralizada; 6) autoridades únicas de aguas; 7) la cuenca como unidad de gestión; 8) reconocimiento del derecho humano al agua; 9) especificación de derechos de comunidades indígenas o campesinas; 10) participación de ciudadanos y usuarios en la gestión del agua; 11) ausencia de planteamientos sobre cambio climático y poca atención a la gestión de aguas transfronterizas; y 12) la falta de eficacia o inoperancia de muchos preceptos legales. También se nota una generalizada confusión de órdenes de regulación entre los recursos hídricos y los servicios públicos de agua potable y alcantarillado.

### **Experiencias en gobernanza de microcuencas en el Parque Nacional Pico Bonito**

Jhovany Cruz <sup>1</sup>

1. Fundación Pico Bonito, Honduras; fupnapib@gmail.com

La migración de pobladores a colonizar el área, cambio de uso del suelo para destinarlas a la agricultura y ganadería, acaparamiento de tierras de vocación forestal nacional para desarrollar proyectos de “desarrollo” y la inseguridad en la tenencia de la tierra, constituyen algunos de los obstáculos a la gobernanza de los bienes naturales en el PNPB, especialmente al recurso Agua. Estos temas han sido objeto de análisis y recomendaciones en diversos foros nacionales e internacionales, relacionados con temas como el desarrollo sostenible, Áreas Protegidas y el Agua y saneamiento básico. Conservar la diversidad biológica y al mismo tiempo aprovechar los recursos naturales que impulsen el desarrollo social constituye el principal paradigma que domina actualmente a la disciplina del manejo y administración de áreas naturales protegidas, en ese contexto; FUPNAPIB en colaboración con organizaciones Comunitarias, gobiernos locales, la sociedad civil, y organizaciones internacionales, han desarrollado experiencias para la Gobernanza de Microcuencas que aprovechan las oportunidades que brindan los marcos legales nacionales e internacionales, vinculados a la conservación de la biodiversidad, el Agua y los derechos fundamentales de la población. Se trata de un proceso con las siguientes características: (1) es una gestión incluyente para el manejo de los recursos naturales que incorpora diferentes enfoques y técnicas, generalmente para alcanzar los objetivos finales de conservación del entorno natural, el uso y aprovechamiento sostenible del agua (2) es un proceso que requiere de condiciones básicas, como acceso a la información en los asuntos y opciones relevantes, libertad y capacidad para organizarse, voluntad de negociación de las partes y confianza en el cumplimiento de los acuerdos; (3) es un proceso de construcción social y político, que procura la búsqueda permanente de la democracia y justicia social en el manejo de los recursos naturales; (4) es un proceso generalmente largo y complejo, que se enfrenta constantemente a situaciones inesperadas y eventualmente puede requerir volver a comenzar y aprender de lo vivido. Con todo, esta experiencia permite demostrar la validez del enfoque que incorpora a las comunidades locales en la gestión de estas áreas que

contribuyen a la conservación de flora y fauna protegida al mismo tiempo que garantiza el abastecimiento del agua para consumo humano y su desarrollo.

### **Administración de una cuenca hidrográfica transfronteriza: El caso del Trifinio**

Pedro Luis Avendaño <sup>1</sup>

1. Plan Trifinio, Guatemala; pedroluisaa@yahoo.com

Se relata la experiencia de la Región Trifinio, territorio donde coinciden tres cuencas: la parte alta del río Lempa (compartida por Guatemala, Honduras, El Salvador, es decir trinacional), la del río Motagua, que es compartida por Guatemala y Honduras (binacional) y la del río Ulúa (nacional, hondureña). Se enfoca en la cuenca alta del río Lempa (extensión de 4,343 km<sup>2</sup>, 33 municipios, de los cuales 24 forman parte de la Región Trifinio). En la Región Trifinio se ha creado, de manera participativa, una propuesta de agenda hídrica trinacional, concebida como mecanismo para regular la gobernabilidad del agua en esta región que comparten El Salvador, Guatemala y Honduras. Es un proceso dinámico y a la vez un espacio de diálogo, concertación y creación de mecanismos de diálogo de alcance nacional, que luego se integran en el ámbito regional para la gestión del recurso agua. Establece un espacio de diálogo, consenso y definición de acciones conjuntas entre diferentes actores locales y nacionales, tales como: gobiernos municipales, mancomunidades, instituciones de los gobiernos centrales, ONG, sector privado, universidades, entre otros. Se involucran directores y usuarios de agua (Juntas y Comités administradores de agua potable, regantes, productores agropecuarios). La agenda promueve la gestión integrada de los recursos hídricos en la cuenca alta del río Lempa y define ordenanzas municipales, orientadas a su protección. La construcción de la agenda trinacional se originó en tres procesos independientes, conducidos en el área nacional de cada país. Se determinaron las prioridades temáticas para cada país, en función del beneficio de la población que habita en esa parte de la cuenca. Los intereses priorizados por los actores clave de cada país, permitieron construir una plataforma de cooperación trinacional, que se orienta a la protección y conservación de los recursos hídricos de la cuenca, pero que a la vez refleja los intereses enfocados al uso de dichos recursos por cada país. Así se constituye una hoja de ruta, que permitirá a los diferentes actores ubicados en la cuenca y a las instituciones nacionales de los tres países, colocar en su agenda y priorizar temas de interés local y regional, que deben ser abordados por los responsables de cada área nacional y en el contexto trinacional. Esta Agenda Hídrica Trinacional es un instrumento de planificación, que ha llevado de la teoría a la práctica un proceso de planificación conjunta y consensuada, mediante un diálogo participativo con todos los involucrados.

## **Buenas prácticas en manejo de cuencas en Sololá**

Eduardo Secaira <sup>1</sup>

1. Asociación Vivamos Mejor, Guatemala; chiosecaira@hotmail.com

La asociación vivamos mejor es una organización no gubernamental con sede en el departamento de Sololá. Su misión es promover el desarrollo sostenible a través de la autogestión comunitaria. Para ello, ha implementado programas y proyectos de carácter socio/ ambientales desde la década de los noventa. La topografía y geomorfología de la región de la cadena volcánica de Guatemala -incluyendo Nahualate y Atitlán-, define con mucha precisión las cuencas, sub-cuencas y microcuencas hidrográficas de este territorio, convirtiéndolo en un escenario idóneo para la planificación territorial basada en cuencas. Desde hace diez años, Vivamos Mejor incorpora en su planificación el enfoque territorial basado en cuencas, especialmente en microcuencas localizadas en la cuenca del río Nahualate y en la cuenca del lago de Atitlán, en el departamento de Sololá. La presentación de Vivamos Mejor en el II Simposio Internacional Aguas Continentales de las Américas, pretende compartir estas experiencias dentro del marco de las buenas prácticas en el manejo integrado de cuencas. Las prácticas y experiencias que se compartirán se encuentran vinculadas a la planificación y organización comunitaria basada en microcuencas y a la gestión de los recursos naturales, como lo son: la conservación de los bosques, el manejo integrado del fuego, la reforestación con especies nativas, la conservación de suelos, entre otras. Asimismo, se hará énfasis en las metodologías de capacitación utilizadas en el Centro de Educación para el Desarrollo Rural y la Adaptación al Cambio Climático (CEDRACC) de Vivamos Mejor. Desde hace varios años, Vivamos Mejor ha utilizado diferentes plataformas de los sistemas de información geográficas para analizar y generar datos útiles para la gestión planificada del territorio. Durante la presentación también se darán a conocer algunos de los productos o resultados más interesantes obtenidos con el uso de estas herramientas. Por último, se hará una pequeña reflexión sobre la importancia de promover el manejo integrado de la cuenca del lago de Atitlán como una vía para lograr que la misma sea un ejemplo de un territorio que impulse un desarrollo basado en la sostenibilidad de los sistemas socio-ecológicos.

### **Organización comunitaria en microcuencas: Experiencia de la microcuenca del Río Masa**

Cruz Ajtzalam Ixtos <sup>1</sup>

1. Junta Coordinadora de la Microcuenca del Río Masá, Nahualá y Santa Catarina Ixtahuacán, Sololá, Guatemala.

La microcuenca del río Masa se encuentra ubicada en los municipios de Nahualá y Santa Catarina Ixtahuacán del departamento de Sololá y en la parte baja en el municipio de Santo Tomás la Unión del departamento de Suchitepéquez. La microcuenca del río Masa tiene una extensión territorial de 50.71km y sus aguas drenan directamente al río

Nahualate. En este territorio habitan 37 comunidades indígenas de la etnia Quiche, de las cuales 16 están en la parte alta y 21 en la parte baja de la microcuenca. Los eventos hidrometeorológicos extremos de los últimos años, particularmente la Tormenta Tropical Stan en el 2005 y la Tormenta Agatha en el 2010 desnudaron la vulnerabilidad del territorio, obligando en muchos casos a las comunidades a migrar hacia otros sitios más seguros y en otros casos a organizarse y prepararse para reducir el impacto de riesgos futuros. Es así como en el año 2011 y con el apoyo de la Asociación Vivamos Mejor se organizan las primeras Coordinadoras Locales para la Reducción de Riesgos a Desastres. El análisis territorial conjunto por parte de las comunidades que habitan esta región y la búsqueda de soluciones comunes para la prevención de desastres provocados principalmente por deslizamientos y movimientos de ladera, promueven la necesidad de crear una organización de segundo nivel y la elaboración de un plan con enfoque territorial basado en el manejo integrado de la micro cuenca. Es así como se conforma la primera Junta Coordinadora de Microcuenca, la cual está organizada una en la parte alta y otra en la parte baja. Los integrantes son líderes de COCODES de cada comunidad, Principales y Alcaldes Auxiliares y se eligen cada dos años según sus estatutos. A partir del año 2011 y con un reconocimiento oficial por parte de las municipalidades y contando ya con un plan de manejo que guie las acciones en la micro cuenca, la Junta Coordinadora inicia sus gestiones para conseguir apoyo interinstitucional en la implementación del plan de manejo. En los últimos tres años ha logrado gestionar e implementar proyectos con otras instituciones y organismos internacionales. De estos se puede mencionar: la creación de ocho viveros forestales con más de 678,000 plantas de diversos tipos, capacitación y equipamiento de guardabosques de nueve comunidades, el manejo de bosques y sus respectivos incentivos forestales de 112 has. Construcción de 4 km de brechas cortafuegos y la reforestación de más de 120 has. Se han realizado más de 20 has de conservación de suelos en cultivos de maíz, arveja, haba y trigo, implementación de 4,500 frutales para sistemas agroforestales, un proyecto de agua para riego entre otros.

### **Participación social y auditoría socio-ambiental**

Marzio Marzorati <sup>1</sup>

1. Legambiente, Italia; marzio.marzorati@gmail.com

Mi participación en nombre de Legambiente en el Simposio Internacional de Aguas Continentales de las Américas es una gran oportunidad para confirmar el apoyo de Legambiente a las comunidades del Lago de Atitlán. El trabajo de Legambiente está enfocado en el medio ambiente, el desarrollo sostenible, la atención a los procesos de participación popular, la democracia y el acceso a los recursos naturales y el agua. También sus esfuerzos están dirigidos al apoyo de las fuentes renovables, la lucha en contra de la contaminación, especialmente la producida por plástico y la promoción del cuidado de la tierra a nivel comunitario. El informe de Legambiente se basará en cuatro contenidos sustanciales: modalidades de trabajo de Legambiente para el cuidado del agua de lagos, ríos y mares, con enfoque científico y popular, acciones de presión y co-

planificación con las instituciones locales, animación de los procesos de participación comunitaria; presentación de la campaña Goletta de los mares y Goletta de los lagos, una aproximación a la ciencia, el desarrollo de las actividades de citizen science, la participación se convierte en investigación y también en conciencia difundida, un instrumento de acción e innovación social; enfoque integral al cuidado del área social de los lagos y los hábitats frágiles a través de la creación de los Planes de Acción Territorial que identifica, dibuja, analiza y propone el lago como un espacio único de vida, una zona hidrográfica de captación, un espacio social y cultural, un entorno natural que una a la biodiversidad y las relaciones entre los hábitats, finalmente el lago como territorio productor de alimentos y oxígeno donde los caminos están diseñados para usar el suelo y los recursos naturales. Cuáles acciones de intercambio son posibles entre la experiencia italiana y la de los lagos de América Central: poner en marcha una acción de interrelación capaz de crear sinergias y poner en común experiencias.

### **La gobernanza del territorio y los bienes comunales por pueblos indígenas para el buen vivir**

Felipe Gómez <sup>1</sup>

1. ICCA/TICCA, Guatemala; mayavisiongt@gmail.com, ticcagt@gmail.com

En una estructura social el pueblo o la comunidad es el actor principal en la toma e implementación de decisiones respecto a la gobernanza de su territorio, bosques, biodiversidad, agua...por medio de sus normas e instituciones propias del manejo del territorio, sitio y/o de las especies, lo que implica que una institución local tiene la capacidad de desarrollar y hacer cumplir las decisiones. Otras personas interesadas pueden colaborar como socios. Las decisiones y los esfuerzos de gobernanza del pueblo o de la comunidad DAN COMO RESULTADO la conservación de territorios, hábitats, especies, diversidad genética, funciones/beneficios ecológicos y valores culturales asociados, incluso cuando el objetivo consciente de manejo no es la conservación (por ej., los objetivos pueden ser el sustento, la seguridad, la salvaguarda de lugares culturales y sagrados, etc.). Es por esto que es importante dar a conocer los conceptos de Gobernanza en este contexto en donde es un proceso e interacción entre estructuras tradicionales que determinan los poderes y las responsabilidades. Para esto es importante mencionar diferentes tipos de gobernanza las cuales van desde la gobernanza por los gobiernos, la gobernanza compartida por titulares de derechos e interesados, gobernanza institucionales y gobernanza de los pueblos indígenas y/o Comunidades Locales ICCA/TICCA que ICCA es una definición para territorios y áreas conservadas por pueblos indígenas y los TICCAS son igualmente ecosistemas, bienes culturales y servicios ambientales que han sido conservados o modificados por pueblos indígenas. Los anteriormente descritos se rigen por principios desde la cosmovisión maya y en resumen se describe la relación de los problemas con relación al efecto-impacto con el sistema estatal, además se abordan los beneficios que aportan los TICCAs a diferentes estratos y por ultimo podemos describir algunos ejemplos de TICCAs en Guatemala, tales como Bosques Comunales de Momostenango, Totonicapán; El Bosque Comunal de 48

Cantones de Totonicapán; El Territorio y bienes Comunes de Santa Catarina Ixtahuacán; Tierras y Bosques Comunes de San José Poaquil, Chimaltenango; Comunidad Las Lomas del Pueblo Xinka; Comunidad Manos Unidas de Sayajché, Peten; Santiago Atitlán, entre otros.

### **Lineamientos de Política Pública para la Gobernanza del Agua en Guatemala**

Rodolfo Cardona<sup>1</sup>, Sigfrido Lee<sup>1</sup> y Andrea Nájera<sup>1</sup>

1. Observatorio Económico Sostenible Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala; manajera@uvg.edu.gt

Guatemala enfrenta grandes desafíos en múltiples ámbitos, incluyendo los aspectos económicos, sociales y ambientales. En este contexto, el Observatorio Económico Sostenible –OES–, implementa el proyecto “Lineamientos de Política Pública para la Gobernanza del Agua en Guatemala”, el cual busca analizar los principales aspectos de gobernabilidad del agua, y apoyar la revisión y construcción de políticas y normativas para el agua, que permitan asegurar la continuidad y sostenibilidad de este vital recurso en el país y así aportar en el proceso de una adecuada gestión del recurso hídrico, en pro de avanzar hacia el desarrollo sostenible en Guatemala, en sus ámbitos social, económico y ambiental. Además de apoyar la revisión y construcción de lineamientos de política pública para la gobernanza del Agua, que permitan asegurar la continuidad y sostenibilidad de este vital recurso en el país y proponer un Modelo de Gobernanza del Agua, con lineamientos de política y principios de gobernanza claros y priorizados, que sea validado por diversos sectores y actores de la sociedad en Guatemala. Como parte del Proyecto “Lineamientos de Política Pública para la Gobernanza del Agua en Guatemala”, se hizo una extensa revisión de literatura, y un análisis comparativo con países líderes en la Gobernanza del Agua. Asimismo, se hizo una revisión de actores relacionados a la gestión del Agua, analizando sus niveles de influencia, participación, etc. Así, se generó una propuesta de Modelo de Gobernanza del Agua para Guatemala, que incluye un esquema básico para la organización en cuencas hidrográficas, una propuesta de lineamientos de política y principios de gobernanza. Se está trabajando en la validación del modelo, a través de entrevistas estructuradas individuales y grupales para actores clave, talleres de validación dirigidos a gobierno, iniciativa privada, ONGs y grupos indígenas. Por último, se realizarán grupos focales, en donde participarán actores nacionales e internacionales, para validar el modelo. Se han identificado alrededor de 15 principios rectores para la gobernanza del agua en Guatemala, los cuales sustentan que la gestión del recurso hídrico debe maximizar el bienestar social y económico, sin comprometer jamás la sostenibilidad de los ecosistemas, pues de éstos proviene el agua. En su conjunto, estos principios también refuerzan el concepto de que el agua es un recurso escaso, un bien económico con un valor y que todos los usuarios deben participar en su gestión.

## **Escenarios futuros de los recursos hídricos en la región**

Manuel Basterrechea<sup>1</sup>

1. AGUALIMNO, Guatemala; asebaste@gmail.com

Los países de las Américas tienen las regiones más urbanizadas del mundo (82%) y poseen una abundancia alta de recursos hídricos renovables que representan 33% del agua del mundo. Sin embargo, existen grandes disparidades en la disponibilidad del agua: 25 millones de personas aún no tienen acceso a fuentes de agua potable y 106 millones de personas carecen de saneamiento (la mayoría viven en zonas periurbanas, barrios marginales y áreas rurales). El Programa de Aguas de la Red Interamericana de las Academias de Ciencias (IANAS) han identificado en veinte países de Las Américas los problemas relacionados con la gestión del agua urbana y los aspectos que deben analizarse para resolverlos. Este singular análisis de los países de las Américas, cada uno con sus diversas particularidades en cuanto a recursos hídricos, diferentes niveles de desarrollo económico y social, variados problemas relacionados con la calidad y cantidad del agua, así como sus muy diversas experiencias con la gestión del agua, revela la existencia de varios temas centrales que se relacionan de forma general, a pesar de la diversidad social, económica, física e hidrológica del hemisferio. Estos temas son básicamente tres, los cuales son considerados los desafíos a futuro: Si la gestión del agua ha de ser eficaz, debe llevarse a cabo más allá de los límites urbanos e incluir las cuencas que abastecen o tienen el potencial de abastecer las zonas urbanas. El agua subterránea es tan importante como el agua superficial y esto significa que la interacción entre ambas fuentes y las conexiones hidrológicas debe atenderse de forma concreta en los planes de gestión del agua. Las zonas urbanas se encuentran especialmente vulnerables a los acontecimientos climáticos extremos. Los proyectos de gestión de agua deben tomar en cuenta los problemas que ocasiona el cambio climático y sus consecuencias, y las intervenciones de respuesta que se han previsto deben ser flexibles y adaptables. Guatemala enfrenta grandes desafíos en múltiples ámbitos, incluyendo los aspectos económicos,

# RESÚMENES DE LAS PRESENTACIONES

## POSTERS

### **Destilador solar para la purificación de aguas ambientales**

Wolfgang Christian Buescher<sup>1</sup>, James Edward Humberstone Morales<sup>1</sup>, Angel Alberto Hernández Vásquez<sup>1</sup>, Romero Alexander Muñoz<sup>1</sup>, Jonathan Stanley Ventura Luna<sup>1</sup> y Rainer Christoph<sup>1</sup>.

1. Universidad Francisco Gavidia, El Salvador; wbuscher@ufg.edu.sv, jhumberstone@ufg.edu.sv

La capacidad de destilar aguas para generar agua potable representa una solución tecnológica de relevancia vital para El Salvador, cuyas aguas territoriales abarcan un múltiple de su extensión de tierra firme y donde muchas fuentes de agua ubicadas en las costas se ven afectadas por altos grados de contaminación. Es importante familiarizar a presentes y futuras generaciones con las diferentes metodologías de desalinización existentes, impulsados por el aporte de las nanotecnologías, que contribuyen a una mayor eficiencia energética. En base a experimentos anteriores realizamos un prototipo destilador de agua de aproximadamente de 1 m<sup>2</sup> proyectando la producción de agua potable para una familia de cuatro personas. En trabajos anteriores hemos investigado un modelo de desalinizador de agua marina por medio de evaporación del líquido utilizando la luz solar, y se logró aumentar la tasa de evaporación de agua en un factor hasta 3 a través del uso de una película gráfica en la superficie del agua. En base a estos experimentos anteriores realizamos un prototipo destilador de agua de aproximadamente de 1 m<sup>2</sup> proyectando la producción de agua potable para una familia de 4 personas. Construido con materiales locales y llenado con sensores de humedad y temperatura y actuadores como sistema de refrigeración para la superficie de condensación, ventiladores y elemento Peltiér, tenemos un prototipo en disposición para siguientes experimentos. La tasa de evaporación de agua puede aumentar considerablemente, hasta por un factor de 3, mediante la presencia de un material bidimensional con amplio espectro de absorción de luz visible como el grafeno en la superficie expuesta a la irradiación.

### **Incinerador de alta temperatura para combustión de desechos de plástico que se encuentran en las cuencas de El Salvador**

Wolfgang Christian Buescher<sup>1</sup>, Angel Alberto Hernández Vásquez<sup>1</sup>, James Edward Humberstone Morales<sup>1</sup>, Romero Alexander Muñoz<sup>1</sup>, Jonathan Stanley Ventura Luna<sup>1</sup> y Rainer Christoph<sup>1</sup>

1. Universidad Francisco Gavidia, El Salvador; wbuscher@ufg.edu.sv, jhumberstone@ufg.edu.sv

La contaminación provocada por desechos plásticos en las cuencas termina en las playas donde por efecto de la fricción se fragmentan en trozos más pequeños hasta llegar a

escalas muy pequeñas. Actualmente los desechos se queman a bajas temperaturas, lo cual no permite su combustión completa y genera gases tóxicos incluyendo monóxido de carbono, óxidos nitrosos, dioxinas, y otros. A altas temperaturas la combustión de plástico puede ser completa liberando esencialmente CO<sub>2</sub> y agua. Aprovechar los desechos de plásticos transportados por las cuencas para generar agua potable utilizando energía térmica por medio de la incineración de plásticos de manera limpia a altas temperaturas (>800 °C). La cámara de combustión fue elaborada con materiales locales: yeso, arena y agua en proporciones de 40%, 40% y 20% respectivamente. Dentro de la cámara de combustión se utilizaron tubos PVC como molde para el sistema de ventilación forzada. Al horno se le adiciona una chimenea, fabricada de lámina galvanizada, para dar salida a las emanaciones resultantes. La cámara de combustión cuenta con un sistema de aire inyectada el cual incrementa el flujo de oxígeno y permite una mejor combustión, los orificios transportan aire proveniente de una fuente externa y sale por 7 puntos en la parte inferior de la cámara de combustión. Esta posee una entrada de combustible, para depositar los desechos plásticos para ser incinerados a altas temperaturas (>650 °C). Se fabricó un filtro de algodón para ser colocado en la salida de la chimenea y recolectar muestras de humo para el análisis de los materiales residuales formados durante la incineración. Se comprobó la factibilidad del prototipo, ya que se superó el límite del medidor de temperatura disponible al momento de la puesta en marcha. Como resultado se propone el diseño y la construcción de un prototipo diferente al proceso usado con las siguientes consideraciones: En vez de quemar el plástico directamente, realizar el proceso de pirólisis, generando 3 productos: Gas, aceite, escoria. Este proceso puede ser alimentado por un espejo cilindro parabólico solar.

### **Metales en Lodos Residuales de Planta de tratamiento Los Cebollales, Panajachel, Sololá**

Jorge Ivan Cifuentes<sup>1</sup> y Jennifer Paiz<sup>1</sup>

1. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala; jorgeivan41@yahoo.com

Como parte del proyecto de investigación SludgeTec de La Universidad de San Carlos de Guatemala, UNU Flores (flujo de recursos) de Dresden Alemania, TUD de Dresden Alemania se efectuó caracterización y análisis de aguas y lodos residuales de la planta de tratamiento Los Cebollales de Panajachel Sololá. En el año 2016 y continua con financiamiento de CONCYT en el año 2017. Se presentan los resultados de esta caracterización y análisis en laboratorio UVIGER de FAUSAC, en el ICP-EOS (Espectroscopia de emisión óptica inductiva con plasma) del Ministerio de Energía y Minas. MEM. Obtener resultados de los contaminantes orgánicos e inorgánicos de los lodos para analizar los efectos en el medio ambiente, suelos, procedencia de tintes, agricultura, aguas domiciliarias y ver la posibilidad de un manejo sostenible de los lodos residuales como un recurso útil en la agricultura como fertilizantes, y otras aplicaciones; convirtiendo los desechos en recursos como parte de la economía circular. Toma de muestras en la Planta los Cebollales con guantes, botas de hule, pala desinfectada, mascarilla protectora - para análisis microbiológicos se preservaron las muestras de

lodos en bolsas tipo ziploc, con hielo a menos de 4 grados centígrados - Para el muestreo de metales pesados e inorgánicos se tomaron muestras de lodo que tuvieran menos de 2 semanas de estar en el sitio de reposición de lodos. Se colocaron en bolsas selladas herméticamente y se trasladaron a la ciudad de Guatemala para los laboratorios. Se entregaron las muestras de aproximadamente 0.5 kilogramos en los laboratorios UVIGER de la facultad de Agronomía y Química de la USAC.

### **Manejo de cuencas y gestión del riesgo en la microcuenca Chemealon, Coatan, Guatemala.**

Gabriela Enríquez<sup>1</sup>

1. Universidad Autónoma de Querétaro, México; gaby.domino@gmail.com

En el manejo de cuencas y gestión de riesgo en Guatemala, es importante conocer la situación actual socio-política, ambiental, cultural y población del país que se torna compleja. Los desastres son el resultado de la combinación de condiciones de riesgo, vulnerabilidad social y limitadas condiciones de recuperación, es interesante resaltar la ausencia institucional y socio-económica adecuada, los niveles de susceptibilidad del grupo social serán mayores, siendo este el caso tipo de los países en vías de desarrollo. siendo los sectores marginados y rurales más vulnerables en pérdidas y daños. Los objetivos del estudio fueron analizar el manejo de cuencas en la construcción de escenarios de riesgo, tanto institucional y local, posteriores a la Tormenta Tropical Stan para la población de las localidades de 12 de mayo, Tuichapze y Cunlaj, en la microcuenca Chemealon, Guatemala. Describir las características de la microcuenca de acuerdo a la estructura de las zonas funcionales y el impacto de la Tormenta Tropical Stan en ellas. Analizar las acciones institucionales de adaptación, prevención y alerta temprana ante los desastres socio-naturales a la luz del enfoque de cuencas. Conocer las estrategias de los habitantes de las localidades tres localidades para adaptarse a escenarios de riesgo. Construir una propuesta de GRD en Z. Vuln. Por la multidisciplinariedad de la investigación se propone trabajar con la combinación tres metodológicas: Método de Información Geográfico Participativo (SIGP) de Michel K. McCall 2008. Metodología de Diagnóstico participativo con cartografía social, de Hernández R. Balderrama, 2006. Metodología de la intervención comunitaria de María Pilar Morí Sánchez en el 2008. Las técnicas a emplear abarcan los aspectos cuantitativos, cualitativos y participativos en la zona de estudio. involucrar a actores locales, población, institucionales, gobierno de turno, religioso, consejos de microcuenca, universidad etc. resaltando que los instrumentos estarán diseñados para cada actor bajo la base de información de la Guía PROMUDEL como referente en tema de gestión de riesgo para Guatemala. Esta propuesta tiene como finalidad identificar zonas vulnerables y de mayor riesgo a desastres socio-naturales en las microcuencas Chemealon, resaltando que esta es tomada como un espacio físico integrador de recursos naturales, y que a la vez es perturbado por el comportamiento de adaptación sector social para satisfacer necesidades básicas, como vivienda y alimentación; esta investigación a su vez propone construir una propuesta, para la gestión del manejo de la Cuenca Chemealon, haciendo

énfasis en principalmente a las zonas de alta vulnerabilidad a desastres y reducir los índices de vulnerabilidad local.

### **Validación de datos satelitales para uso en modelos hidrológicos en la Cuenca del lago Atitlán, Guatemala**

Ovidio Fernando García Oliva<sup>1</sup>, Natanaél Xaminez<sup>2</sup> y Fátima Reyes<sup>2</sup>

1. Centro de Estudios Atitlán, Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala, ofgarciao@uvg.edu.gt; 2. Autoridad para el manejo sustentable de la cuenca del lago Atitlán y su entorno, Guatemala.

La aplicación de modelos hidrológicos requiere información de largo plazo, detallada y confiable sobre los aspectos hidrometeorológicos de la región a modelar. La ineficacia de los programas de monitoreo meteorológico en Guatemala, hacen que estos datos no siempre estén disponibles y obliguen a buscar otras fuentes de información. Explorar el uso de bases de datos satelitales como una fuente alternativa de datos de precipitación y temperatura para el modelaje hidrológico en la cuenca del lago Atitlán, con un área de 520 km<sup>2</sup> y de gran interés económico, ambiental y social. Utilizando correlaciones, se compararon series de datos diarios y mensuales de temperatura y precipitación, durante el período de 2014 a 2017. Los datos locales utilizados fueron los de las estaciones ubicadas en Barrenehé, San Andrés y Panajachel, las cuales están a cargo de la Autoridad para el manejo sustentable de la Cuenca del Lago Atitlán y su Entorno (AMSCLAE), versus los provistos en la base de datos satelitales "Prediction of Worldwide Energy Resource (POWER)" de la National Aeronautics and Space Administration (NASA). La base de datos POWER puede utilizarse como origen de datos para modelación hidrológica de carácter mensual o anual en la cuenca del lago Atitlán, tras aplicar una corrección lineal en la temperatura y un re-escalado de datos de precipitación. Por el contrario, en el caso de modelos hidrológicos con frecuencia sub-mensual o diaria deberá considerarse como una alternativa poco confiable.

### **Atenuación de la luz en el ecosistema acuático del lago de Atitlán**

Joaquín Emilio Arango Aragón<sup>1</sup>

1. Universidad Rafael Landívar, Guatemala; joaquinemilio\_arango@hotmail.com

Se estudió y se analizó el comportamiento de la atenuación de la radiación fotosintética activa (PAR), delimitando la zona fótica en ocho sitios de muestreo analizados mensualmente en el lago de Atitlán entre mayo de 2014 y abril de 2015, concluyendo que la luz solar decayó hasta llegar al 1. Los objetivos del estudio fueron estudiar y analizar el comportamiento de la luz solar en el ecosistema acuático del lago de Atitlán y caracterizar la atenuación de la luz fotosintéticamente activa -PAR- (Photosynthetically Active Radiation) en el lago de Atitlán. Delimitar la zona fótica del lago de Atitlán y estudiar el comportamiento de la luz solar en las diferentes estaciones del año. Establecer la relación entre la profundidad Secchi y la profundidad PAR para analizar la información de las anteriores medidas Secchi. Proponer un modelo matemático para simular el comportamiento de la atenuación difusa en el pasado y futuro del lago de Atitlán. Se

eligieron 8 sitios de muestreo en base a los criterios de la Autoridad para el Manejo Sustentable del Lago de Atitlán y su Entorno -AMSCLAE-, los puntos de muestreo se eligieron estratégicamente para abarcar la mayor superficie del lago, y se utilizaron criterios en base a población, la desembocadura de los principales ríos, el punto medio del lago, y otros. Los sitios donde se realizaron los monitoreos fueron georeferenciados por medio de un receptor de Sistema Global de posicionamiento (GPS). Los monitoreos fueron realizados de manera mensual durante un año, iniciando las mediciones a las 7:00 a.m. En cada punto de muestreo se tomaron medidas de intensidad PAR introduciendo la sonda multiparamétrica en el agua desde la superficie hasta la profundidad que el sitio de muestreo permitiera, no mayor a 200 metros. Los resultados obtenidos se analizaron utilizando el software matemático para modelación y simulación MAPLEsoft™. Se determinó el comportamiento de la luz solar y su relación con el ecosistema acuático del lago de Atitlán, obteniendo la metodología para la elaboración de los modelos de predicción, delimitando la zona fótica, la comparación de las medidas de la profundidad Secchi y profundidad PAR, así como los factores de decaimiento Kd en ocho sitios muestreados durante un año, de mayo de 2014 a abril de 2015. Se obtuvieron los valores de decaimiento Kd que es una característica de la atenuación de la luz. Se delimitó la zona fótica en ocho sitios de muestreo del lago de Atitlán.

### **Relación del fitoplancton y el zooplancton en los sitios de Santiago Atitlán y Centro Weiss G del Lago de Atitlán durante los años 2013 y 2014**

Mónica María Martínez Fausto<sup>1</sup>, Margaret Dix<sup>1</sup> y Ovidio García<sup>1</sup>

1. Centro de estudios Atitlán, Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala; mmmf.89@gmail.com

El zooplancton es un grupo importante a nivel ecológico por la función que cumple como consumidor primario en la red trófica. Se alimenta del fitoplancton y el forrajeo selectivo causa un cambio en la estructura de la comunidad fitoplanctónica. Por lo que alteraciones en la abundancia y distribución del fitoplancton, principales productores primarios del lago, afectan otros componentes tales como zooplancton y peces. El objetivo del estudio fue caracterizar la relación del fitoplancton y el zooplancton en los sitios: Santiago Atitlán, y Centro Weiss G del Lago de Atitlán durante los años 2013 y 2014, así mismo, medir el biovolumen y las abundancias relativas de los taxones del zooplancton y fitoplancton. Comparar la composición, abundancia, y biovolumen del zooplancton con la abundancia, composición y biovolumen del fitoplancton para determinar la asociación entre ambos. Se realizaron conteos de fito- y zooplancton de las muestras de la columna de agua (0 a 20 m de profundidad). Las muestras fueron colectadas mensualmente con la red de plancton para describir la composición y el biovolumen. Se realizó un análisis de componentes principales de las abundancias y biovolúmenes de los taxones del fitoplancton y del zooplancton. Se realizó un análisis de correspondencia canónica para evaluar la relación entre las abundancias de los taxones del fitoplancton y las del zooplancton. Así como entre los biovolúmenes de los taxones del fitoplancton y del zooplancton. Se correlacionó las abundancias del fitoplancton y zooplancton, utilizando el coeficiente de Spearman así también los biovolúmenes. Por primera vez se describen los patrones estacionales del zooplancton en el lago y sus relaciones con el fitoplancton. El análisis estadístico indica

que las estructuras de las comunidades del fitoplancton y zooplancton no se explican entre sí. Se observaron asociaciones entre *Limnographis robusta* con un ciliado y con *Vorticella*, *Aulacoseira granulata* (espiral y recta) con *Vaginicola*. Se resalta la importancia de agregar más variables al análisis para explicar el comportamiento.

### **¿Cómo se ve afectada la calidad del agua para consumo humano debido al ingreso de aguas con altas cargas de coliformes y *E. coli*?**

Elsa Reyes<sup>1</sup> y Ana Cristina Martínez<sup>1</sup>

1. Autoridad para el manejo sustentable de la cuenca del lago Atitlán y su entorno, Guatemala; fatimarys3@gmail.com

La falta de un manejo adecuado de las aguas residuales en las zonas urbanas y rurales, ocasiona un gran impacto en el medio ambiente. La mayoría de las aguas residuales son descargadas en los ríos, lagos, suelos a cielo abierto o en el subsuelo, a través de los llamados pozos sépticos y rellenos sanitarios. Las fuentes de agua han sido incapaces por sí mismas de absorber y neutralizar esta carga contaminante, por ello el lago Atitlán y sus ríos tributarios han perdido sus condiciones naturales, y por ende su calidad de agua para consumo humano. La AMSCLAE monitorea mes a mes las condiciones físicas, químicas y microbiológicas del lago Atitlán, con el fin de caracterizar el estado actual del lago Atitlán. Se toman muestras de agua en la bahía de Santiago, centro del lago y cerca de Panajachel cada 10 m desde la superficie hasta los 30 m y 100 m de profundidad, dependiendo el sitio de muestreo. Desde el año 2014 hasta la fecha, las condiciones microbiológicas del lago se han ido deteriorando, sobre todo en las zonas aledañas a los ríos San Francisco y Quiscab, donde las concentraciones de *E. coli* y coliformes totales oscilan entre los 100 y 1000 (NMP). La situación se agrava en los meses de invierno, y en aquellos, donde hay una alta afluencia de turismo. La presencia de coliformes y *E. coli* hace que estas aguas sean consideradas como extremadamente peligrosas, pues las altas densidades microbianas se encuentran en los primeros 30 m de profundidad, y es alrededor de esta profundidad donde las municipalidades de Santiago Atitlán, San Lucas Tolimán y San Pedro La Laguna toman el agua del lago para abastecer de agua para consumo humano a los habitantes, poniendo en riesgo la salud de la población.

### **Análisis de riesgo a incendios forestales en el municipio de Santa María Chiquimula, Totonicapán.**

Nelson Salomón Vásquez Elías<sup>1</sup> y Julio Alberto López Valdez<sup>1</sup>

1. Centro Universitario de Occidente, Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala; nel7vas@gmail.com

Los incendios forestales en el municipio de Santa María Chiquimula son una problemática recurrente, ya que en la época de verano es normal para los pobladores observar daños en los bosques, pero se desconoce en donde se inicia el fuego y los lugares con más probabilidad de impacto, dadas estas razones se buscó desarrollar un modelo con la aplicación de software SIG para determinar zonas de riesgo a ser incendiadas y guiar acciones preventivas. El objetivo del proyecto fue proporcionar información actualizada, que facilite la planificación, de las diferentes instituciones, para la prevención y el control de los incendios forestales en el municipio de Santa María Chiquimula, Totonicapán. Así como determinar, para la amenaza, cuál es el factor condicionante de mayor importancia en surgimiento de incendios forestales dentro del municipio de Santa María Chiquimula e identificar el factor de vulnerabilidad que más contribuye a la determinación de los niveles de riesgo de incendios y establecer el nivel de riesgo a los incendios forestales y su distribución geoespacial. Es una investigación mixta, aplicada, de tipo descriptiva y diseño no experimental, de carácter exploratorio, en donde se usaron dos metodologías diferentes, una es para encontrar el nivel de amenaza y la otra para la vulnerabilidad del territorio; el primero es derivado del protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgo a incendios de la cobertura forestal, del IDEAM Colombia y el segundo fue mediante la metodología para el análisis y estimación de riesgo del SEGEPLAN. Dentro de los pasos se realizó un mapa para las amenazas por medio de factores que fueron procesados en SIG. La vulnerabilidad se calculó por medio de la matriz a nivel de lugar poblado GR-4 modificada para los incendios; ambos resultados se multiplicaron por valores que ponderaron expertos en el tema para luego calcular el nivel de riesgo en el municipio y encontrar las zonas en donde hay probabilidad de mayor impacto socioeconómico y ecológico. El municipio de Santa María Chiquimula presenta al 62.07.

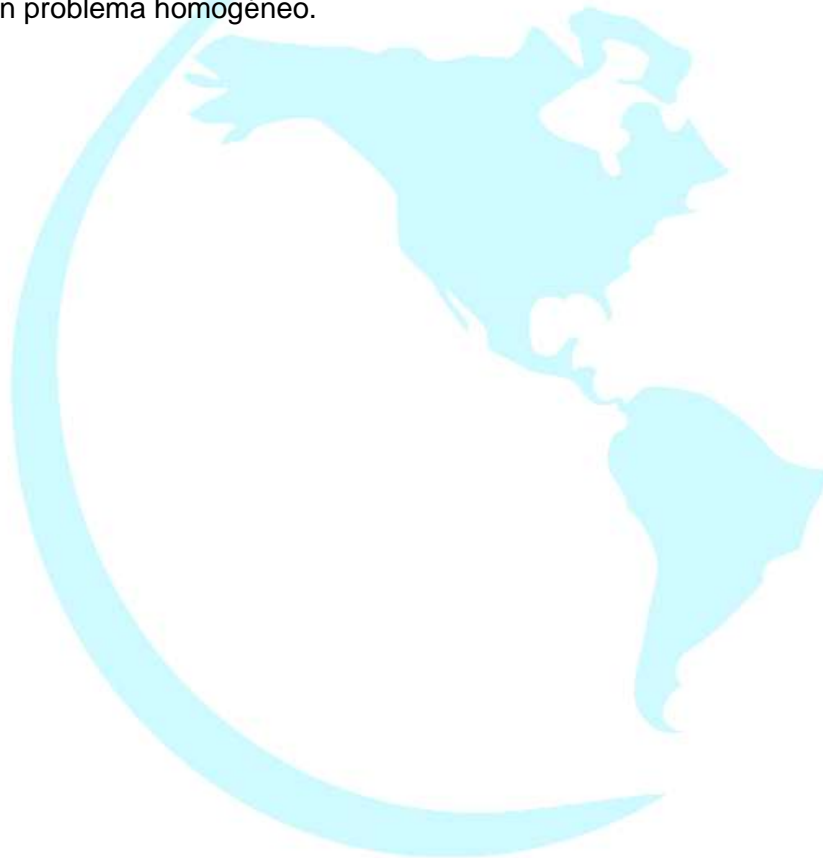
### **Modelos estocásticos para el pronóstico de la transparencia del agua del Lago de Atitlán, Sololá Guatemala**

Gaspar Yatáz<sup>1</sup>

1. Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala; gyataz@uvg.edu.gt

Se presenta un estudio de los parámetros fisicoquímicos del agua del Lago de Atitlán, se analizaron cinco sitios de muestreo con información histórica recolectada por la AMSCLAE desde 2014 hasta 2017, con la cual se simularon y modelaron los parámetros más importantes. Se estudia la interacción de los factores fisicoquímicos con la transparencia; luego se explica cómo estas actúan a partir de su constante de elasticidad, determinadas por el modelo de Cobb-Douglas, desde dos enfoques, y por último se deducen modelos ARIMA de la transparencia del agua del Lago de Atitlán. El propósito del estudio es describir la interacción de los factores fisicoquímicos con la transparencia

del agua del Lago de Atitlán en cinco sitios de muestreo seleccionados, clasificar las relaciones más importantes de los factores fisicoquímicos con la transparencia hasta explicar su influencia y pronosticar la transparencia para el año 2018. Con la data proporcionada por la AMSCLAE se estudiaron los sitios Bahía Santiago (W14), Bahía San Lucas (WD), Panajachel (WP), Centro WG (WG) y San Pedro (WA). Se realizaron simulaciones con la data recolectada, luego se analizaron desde el punto de vista de regresión lineal múltiple para cada sitio; se establecieron algunas relaciones entre los parámetros de estudio a partir las correlaciones existentes, se obtuvieron las elasticidades de los factores fisicoquímicos con el modelo de Cobb-Douglas, en dos enfoques y por último se realizó el pronóstico de la transparencia del agua del Lago de Atitlán con las series de tiempo para el año 2018. Todos estos con algoritmos desarrollados y programados con el software R. En los sitios Centro WG y San Pedro todos los factores fisicoquímicos poseen una interacción mayor para el modelado de la transparencia, los parámetros temperatura, clorofila, salinidad y oxígeno disuelto están fuertemente relacionados con la transparencia en la mayoría de sitios y el sitio Bahía Santiago tendrá la transparencia media más baja con 4.98 metros, mientras que San Pedro tendrá la media más alta con 6.78 metros para el año 2018. El estado ecológico del Lago de Atitlán no es un problema homogéneo.



## CONCLUSIONES

1. La presión sobre los recursos hídricos en Guatemala y la región se ha visto incrementada de forma vertiginosa en las últimas décadas tanto por el crecimiento poblacional, así como por las actividades antropogénicas. Sin embargo, posiblemente la mayor amenaza provenga de los futuros escenarios de cambio climático que afectarán profundamente los patrones de precipitación y temperatura en la región. Se tiene contemplado que estos cambios desencadenen sequías más prolongadas y precipitaciones más copiosas las cuales tendrán impactos considerables en las poblaciones humanas y el medio ambiente.
2. Dichos escenarios resaltan la necesidad de crear planes y estrategias de mitigación y resiliencia ante los potenciales cambios que se avecinan. La planificación técnica, fundamentada en información científica pertinente, en conjunto con la creación de un marco regulatorio es fundamental para lograr una gestión adecuada de las cuencas y los recursos hídricos regionales.
3. La participación ciudadana es un pilar esencial de la gestión integrada de cuencas hidrográficas, lo que requiere el involucramiento de las poblaciones, vinculada con la participación y compromiso de los tomadores de decisiones. El papel de la ciudadanía debe transformarse para pasar a ser la de un mero espectador a un partícipe activo en la recopilación de información técnica y la toma de decisiones. Existen ya modelos exitosos de participación ciudadana en la región, en la cual los ciudadanos recopilan información que permite fortalecer los sistemas de monitoreo hidrológico y climático nacionales. Con la colaboración interinstitucional y la concientización de la población, estos modelos podrían ser replicados en otros países de la región.

# GALERÍA FOTOGRÁFICA DEL SIMPOSIO

9 y 10 de julio de 2018





*Gestión integrada de cuencas hidrográficas, buenas prácticas y gobernabilidad.*

## Galería Fotográfica Talleres Post-Simposio 11 de julio de 2018



Taller Introducción a la resolución de conflictos asociados al agua.



Taller Introducción al uso sistemas de información geográfica (SIG) para la gestión de cuencas



Taller Gestión Integrada de los recursos pesqueros: El caso del Lago Atitlán





Fotografía: Juan Carlos Barrios Escobar

## Comité Científico



*Gestión integrada de cuencas hidrográficas, buenas prácticas y gobernabilidad.*