



MEMORIA **DE** LABORES 2016

"Salvar el Lago de Atitlán es tarea de todos"



www.amsclae.gob.gt

Vía Principal 3-56, Zona 2, Plaza Sn. Lorenzo
Panajachel, Solola Guatemala
PBX 79616464

PRESENTACIÓN

La AMSCLAE es una institución de carácter técnico-científico creada mediante el Decreto Legislativo 133-96 del congreso de la República de Guatemala, de fecha 27/11/1996 y su Reglamento, el Acuerdo Gubernativo Número 78-2012 de fecha 28/04/2012. La AMSCLAE es la institución rectora del manejo integrado de la cuenca del lago de Atitlán, con mandato para planificar, coordinar y ejecutar en coordinación con las instituciones que corresponda, todos los trabajos que permitan conservar, preservar y resguardar los ecosistemas de la cuenca del Lago de Atitlán y su entorno, generando los mecanismos necesarios para lograr sus objetivos, la cual actúa dependiendo directamente de la Vicepresidencia de la República de Guatemala.

El Lago de Atitlán como, todos recursos hídricos de Guatemala, es afectado por las descargas de aguas residuales y la erosión del suelo que contiene nutrientes y materia orgánica, disposición desordenada de desechos sólidos y otra serie de factores que afectan negativamente la calidad del agua y del ecosistema en general. El Lago de Atitlán en los últimos 50 años ha sufrido un proceso de deterioro acelerado por contaminación causada por el ser humano, aunada a una defectuosa planificación territorial y poca voluntad de realizar inversiones municipales en agua y saneamiento. Dicha inacción ha aumentado el número de algas y cianobacterias que disminuyen la transparencia del agua y disminuyen drásticamente la presencia de oxígeno en el fondo del lago.

La presente Memoria de Labores destaca los principales avances y logros estratégicos, prioritarios y relevantes llevados a cabo por la AMSCLAE, mediante acciones desarrolladas en función del eje “**Desarrollo Rural y Ambiente**”, en los temas de Agua, Suelo, Bosque y Biodiversidad, con acciones en conservación de suelos y buenas prácticas ambientales; educación y concientización ambiental; investigación y calidad ambiental; saneamiento ambiental; fomento económico sostenible.



MENSAJE DE DIRECTORA EJECUTIVA

Agradezco la confianza depositada en mi persona para llevar a cabo las funciones de Directora Ejecutiva de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno-AMSCLAE. Así mismo agradezco el firme compromiso y esfuerzos del personal de esta y otras instituciones, autoridades locales, y otras entidades del sector público y privado por la coordinación y cooperación para alcanzar las metas para desacelerar el deterioro de los ecosistemas y promover mejoras en las condiciones ambientales, sociales y económicas en el área.

Durante los últimos años en la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno se han experimentado una serie de eventos naturales y antropológicos que han resultado en el deterioro acelerado de sus ecosistemas, situación que hizo necesaria la creación de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno-AMSCLAE en el año de 1996 y su respectivo Reglamento en el año 2012 con el objetivo de planificar, coordinar y ejecutar todas las acciones del sector público y privado del área para conservar, preservar y resguardar la integridad de los recursos naturales del Lago de Atitlán y su Entorno para promover mejoras ambientales, económicas y sociales.

Un análisis del trabajo de la institución y su impacto sugiere que estos dos decenios desde su creación han sido testigos de la ejecución de varios proyectos y de la existencia de varias historias de éxito en varias comunidades, que han dejado una huella positiva derivada del apoyo del Gobierno central y acompañamiento del equipo técnico y profesional con que cuenta la institución, quienes día a día contribuyen con diferentes tareas. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos, inversión financiera y valioso recurso humano, aún hay mucho por hacer con las persistentes amenazas y nuevos desafíos. Es obvio que, por varias razones, a pesar del arduo trabajo, los impactos negativos superan a los positivos. Al parecer estamos frente a un futuro sombrío pero mi mensaje al lector es de ser optimistas ya hay indicios que estamos a las puertas de un futuro prometedor para nuestro entorno y una mejor calidad de vida para la población si se logra un cambio de actitud colectiva y una integración social para realizar un trabajo en conjunto.

Si bien es cierto que el año 2016 fue un año de desafíos, considero que los mismos deben ser las oportunidades para 2017. Por ejemplo, un pequeño cambio de actitud en cada uno de nosotros hacia

nuestra madre tierra, puede crear un efecto dominó hacia los demás y un impacto positivo en el ambiente y la comunidad. Así mismo, procurar la honestidad y transparencia entre las instituciones, autoridades locales y la población en general para crear un ambiente de confianza entre la ciudadanía puede promover el trabajo coordinado hacia un mismo objetivo.

La inversión se ha vuelto un tanto difícil por problemas de liquidez o protocolario que nos afecta a todo nivel, es por eso que las instituciones deben promover proyectos económicos amigables al ambiente que puedan ser autosostenibles en las comunidades sin depender de fondos ya sea del gobierno central o de cooperación internacional. Así mismo, el promover una conciencia de reducción, no solamente disminuirá la contaminación, sino que se preservarán por más tiempo los recursos no renovables.

Por último, se debe trabajar en coordinación con todas las instituciones y autoridades para generar proyectos financiados con fondos locales e internacionales para tratar los problemas más serios a nivel de la cuenca, y al mismo tiempo iniciar proyectos a nivel de las comunidades, ya que estos han demostrado ser más eficientes.



ENFOQUE INSTITUCIONAL

Misión: Ser la autoridad que norma, planifica, coordina y ejecuta las medidas y acciones del sector público y privado que sean necesarias para conservar, preservar y resguardar la cuenca del Lago de Atitlán y su entorno, mediante la ejecución de planes, programas y proyectos para el cumplimiento de sus fines y propósitos para el desarrollo integral y sustentable en beneficio del lago y el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la cuenca.

Visión: Ser la institución líder que regule y garantice el manejo integrado y apropiado de la cuenca del Lago de Atitlán y su entorno, de manera sustentable mediante la gestión de todas las intervenciones y actividades del sector público y privado que se realicen dentro de la cuenca, dictando las medidas, ordenanzas y disposiciones necesarias para la conservación, preservación y resguardo del Lago de Atitlán y su entorno natural para su uso y aprovechamiento sostenible. Establecer alianzas públicoprivadas con amplia participación ciudadana.

Propósito: Consolidar la institucionalidad de la AMSCLAE para enfocarla eficientemente para la recuperación de la cuenca del Lago de Atitlán, fortaleciendo la prestación de servicios públicos municipales en el manejo de los desechos líquidos y sólidos, así como impulsar con los agricultores la conservación y protección de los suelos de la cuenca.

Valores: Se reconoce el derecho a la vida en todas sus manifestaciones, así como la responsabilidad, la integridad, el trabajo sistemático, colaborativo e innovador bajo preceptos de excelencia y mejoramiento continuo de sus equipos de trabajo, fomentando alianzas en base al respeto a la persona humana asegurándose de incluir a las comunidades rurales e indígenas.

Principios: Bien común, uso múltiple, precautoriedad, interdependencia, equidad, toma de decisiones con base científica, pertinencia étnica y cultural, consentimiento libre, previo e informado, participación ciudadana, responsabilidad compartida pero diferenciada, transparencia, rendición de cuentas y auditoría social.

FUNCIÓN PRINCIPAL Y GESTIÓN DE LA AMSCLAE

La AMSCLAE tiene como función principal y fin específico planificar, coordinar y ejecutar las medidas y acciones del sector público y privado que sean necesarias para conservar, preservar y resguardar el ecosistema del Lago de Atitlán y sus áreas circunvecinas, gestionando los recursos necesarios y el apoyo interinstitucional para la realización y cumplimiento de los **objetivos operativos** enmarcados dentro de sus atribuciones.

1. OBJETIVOS OPERATIVOS

- a. Velar por el interés y la urgencia nacional para la conservación, preservación y resguardo del lago de Atitlán y su entorno natural;
- b. Planificar, coordinar y ejecutar las medidas y acciones del sector público y privado que sean necesarias para conservar, preservar y resguardar el ecosistema del lago de Atitlán y sus áreas circunvecinas;
- c. Planificar, coordinar y ejecutar, en coordinación con las instituciones que corresponda, todos los trabajos que permitan conservar, preservar y resguardar los ecosistemas de la cuenca del lago de Atitlán, generando los mecanismos necesarios para lograr sus objetivos;
- d. Regular la función de los distintos sectores que intervienen en el uso de los recursos de la cuenca y el lago, y mantener una eficiente coordinación interinstitucional para agilizar las acciones y la aplicación de normas y reglamentos;
- e. Establecer los compromisos de acción e inversión de las distintas instituciones y sectores que intervienen en el uso de los recursos de la cuenca; a fin de garantizar la preservación, conservación y resguardo del lago de Atitlán y los ecosistemas de la cuenca;
- f. Aceptar donaciones, gestionar y aceptar asistencia técnica y financiera nacional e internacional.
- g. Emitir y aplicar las disposiciones, ordenanzas, resoluciones y planes para el manejo integrado de la cuenca del lago de Atitlán y su entorno;
- h. Llevar a cabo todas sus acciones en la cuenca del lago de Atitlán, desde la perspectiva del manejo integrado de cuencas;
- i. Normar y regular los procesos de planificación y de investigación científica que dependencias públicas o privadas, personas individuales o jurídicas realicen dentro de la cuenca del lago de Atitlán en materia de recursos hídricos, cuencas, biodiversidad, clima, ambiente y recursos naturales; y elaborar los instrumentos necesarios para el manejo integrado de la cuenca del lago de Atitlán y su entorno;

- j. Gestionar y orientar todas las intervenciones, públicas o privadas, que se realicen dentro de la cuenca del lago de Atitlán para lograr el manejo integrado de la misma y específicamente la protección, conservación y resguardo del lago y;
- k. Promover la organización y participación permanente de la comunidad para el manejo integrado de la cuenca del lago de Atitlán.

2. ÁREAS ESTRATEGICAS DE LA AMSCLAE - 2016

5.1 Educación Ambiental: Se fomenta la educación ambiental con la población de la cuenca del Lago de Atitlán, con el fin de promover actitudes de corresponsabilidad ciudadana que permitan el rescate de la cuenca y del Lago de Atitlán.

5.2 Investigación y Calidad Ambiental: Se busca sustentar las decisiones institucionales sobre una base científica sólida, con datos confiables, actualizados y verificables. También se monitorea permanentemente el lago, los recursos hídricos de la cuenca y el clima, mediante la evaluación del impacto de las acciones humanas y sus riesgos sobre la integridad de la cuenca del Lago de Atitlán.

5.3 Saneamiento Ambiental: Se fomenta el saneamiento ambiental por medio del manejo de los desechos líquidos y sólidos, dentro de la cuenca del Lago de Atitlán, con el fin de reducir la contaminación del Lago y así reducir los peligros para la salud de la población de la cuenca.

5.4 Agrícola Forestal: Se promueven las buenas prácticas agrícolas, incluyendo la conservación de suelos, el incremento de la cobertura vegetal y forestal para la recarga hídrica en puntos clave dentro de la cuenca del Lago de Atitlán.

5.5 Fomento Económico y Desarrollo Sustentable: Se enfoca en la promoción de actividades económicas y productivas a nivel local de forma sustentable, que permitan la protección de los recursos naturales y el ecosistema de la cuenca.

COORDINACIÓN EJECUTIVA 2016

Presidente de la República de Guatemala: Lic. Jimmy Morales Cabrera

Vicepresidente de la República de Guatemala: Dr. Jafeth Ernesto Cabrera Franco

- **Vicepresidencia de la República de Guatemala**

Representante Titular: Arq. Eduardo Aguirre.

Representante Suplente: Lic. Manuel Aldana Aldana.

- **Gobernador Departamental del departamento de Sololá, quien preside la Autoridad Representante**

Titular: Lic. Alberto Chumil Julajúj.

- **Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación**

Representante Titular: Licda. Miriam Monterroso-Helwing.

Representante Suplente: Ing. Rudy Vásquez.

- **Unidad del Medio Ambiente de la Procuraduría General de la Nación**

Representante Titular: Licda. Magaly Herrera Gómez.

Representante Suplente: Lic. Gilmar Benigno Fuentes Juárez.

- **Fiscalía del Medio Ambiente del Ministerio Público**

Representante Titular: Licda. Silvia Patricia Juárez García.

Representante Suplente: Lic. Rodrigo García.

- **Dos representantes de la Asociación de Municipalidades (ANAM)**

Representante Titular: Arq. Edwin Mauricio Méndez Puac.

Representante Suplente: Sr. Antonio Chavajay.

- **Un representante de las instituciones privadas que se dediquen a la conservación y utilización sostenible que se encuentren dentro de la cuenca del Lago de Atitlán**

Representante Titular: Dr. Alberto Rivera Gutiérrez

Representante Suplente: Lic. Chesley Smith Mini

- **Cámara de Turismo Guatemala (CAMTUR)**

Representante Titular: Sr. Jaroslav Chour Lambour

Representante Suplente: Lic. Andreas Kuestermann

- **Instituto Guatemalteco de Turismo (INGUAT)**

Representante Titular: Licda. Patricia Pérez Rabanales

Representante Suplente: Lic. Marco Antonio Xicay.

Invitados permanentes:

- **Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN):**

Representante Titular: Ing. Sydney Samuels Milson.

Representante Suplente: Lic. Carlos Fernando Coronado.

- **Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP):**
Representante Titular: Arq. Edgar Sosa Dionisio
Representante Suplente: Ing. Luis Peralta Saenz
- **Contraloría General de Cuentas (CGC):**
Representante Titular: Ing. Rodrigo Sánchez
Representante Suplente: Ing. Felipe Alvizures.
- **Defensoría del Medio Ambiente de la Procuraduría de los Derechos Humanos (PDH):**
Representante Titular: Lic. Ovidio Paz Bal
Representante Suplente: Licda. María Isabel Mendoza

ORGANIGRAMA INSTITUCIONAL

Órgano Sustantivo:

- Coordinación Ejecutiva
 - Dirección Ejecutiva: Inga. Luisa Consuelo Cifuentes Aguilar de Gramajo
- Subdirección técnica: Ing. Pedro Alejandro Gómez Izara
 - Jefe del Departamento de Educación Ambiental: Ing. Cristian Gabriel Palacios Cordon.
 - Jefe del Departamento de Investigación y Calidad Ambiental: Licda. Elsa María Reyes Morales, MsC.
 - Jefe del Departamento de Saneamiento Ambiental: Arq. José Francisco Ordoñez Rodas.
 - Jefe del Departamento de Agrícola Forestal: Ing. Edgar René Coy.
 - Jefe del Departamento de Fomento Económico y Desarrollo Sustentable: Licda. Elida Cristina Quino Méndez.

Órganos Administrativos y Financieros:

- Subdirección Administrativo Financiero: Lic. Mario Rolando Morán Barrera
 - Jefe del Departamento Financiero: Licda. Lidia Elena Quic Cholutío.
 - Jefe del Departamento Administrativo: Lic. Edgar Agustín Vásquez Tuch.
 - Jefe del Departamento de Recursos Humanos: Lic. Sebastián Eliseo Rodríguez Torres.

Órganos de Apoyo:

- Jefe de Asesoría Jurídica: Licda. Iris Jacqueline Solís Reyes.
- Jefe de Comunicación Social: Bonnie Sue Fajardo Sandoval.
- Jefe de Evaluación y Seguimiento: Ing. Samuel Eduardo Valiente Leiva.
- Jefe de Informática: Lic. Paulo Saúl García Ramírez.
- Jefe de Planificación: Lic. Eliezer Abiud Gaitán.

Órgano de Control:

- Jefe de Auditoría Interna: Licda. Vicenta Chiroy Ramos

EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA 2016

		AUTORIDAD PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LA CUENCA DEL LAGO DE ATITLÁN Y SU ENTORNO AMSCLAE.					
INFORME DE EJECUCIÓN PRESUPUESTARIO POR DEPARTAMENTO							
CORRESPONDIENTE AL EJERCICIO FISCAL 2016							
No.	Departamento	Vigente		Ejecutado		Saldo presupuestario	% Ejecutado por depto.
1	Recursos Humanos (grupo de gasto 000)	Q	7,173,798.00	Q	6,857,859.70	Q 315,938.30	95.60%
2	Recursos Humanos (grupo de gasto 400)	Q	184,933.00	Q	179,163.87	Q 5,769.13	96.88%
3	Coordinación y Dirección	Q	1,175,636.00	Q	1,040,078.99	Q 135,557.01	88.47%
5	Educación Ambiental	Q	334,214.00	Q	288,195.47	Q 46,018.53	86.23%
7	Fomento Económico y Desarrollo Sustentable	Q	322,410.00	Q	237,658.24	Q 84,751.76	73.71%
6	Agrícola Forestal	Q	433,947.00	Q	363,020.30	Q 70,926.70	83.66%
4	Saneamiento Ambiental	Q	1,820,764.00	Q	1,559,226.47	Q 261,537.53	85.64%
8	Investigación y Calidad Ambiental	Q	416,499.00	Q	212,327.71	Q 204,171.29	50.98%
	TOTAL	Q	11,862,201.00	Q	10,737,530.75	Q 1,124,670.25	90.52%
	Resumen		Vigente		Ejecutado	Saldo	
	Presupuesto Institucional	Q	11,862,201.00	Q	10,737,530.75	Q 1,124,670.25	
	Porcentaje		100%		90.52%	9.48%	

ACCIONES Y GESTIONES RELEVANTES DEL AÑO 2016

Disposición de aguas residuales: El problema de las aguas residuales en la Cuenca del Lago de Atitlán se ha atendido de la siguiente manera: 1) Inventario de los sistemas existentes y la caracterización de la eficiencia de remoción de patógenos y nutrientes de las plantas de tratamiento de desechos residuales, seguido de un plan de inversión para asegurar que los sistemas construidos que estén operando funcionen adecuadamente, cumpliendo con los parámetros de operación establecidos en el diseño original. 2) Inventario de futuras obras para el tratamiento de aguas residuales con énfasis en los planes desarrollados por las mancomunidades (MANCLALAGUNA, MANKATITLÁN y MANCTZOLOJYA).

Como resultado de este análisis de inversión se pudo identificar la necesidad de desarrollar un **“Plan Maestro de Manejo Integral de Aguas Residuales y Agua Potable de los Municipios de la Cuenca del Lago de Atitlán”**, que permitirá definir la factibilidad y tecnología para el tratamiento de las aguas residuales en los próximos 30 años, con base al balance hídrico (relación input-output). El plan también permitirá contar con: A) Opciones tecnológicas apropiadas que eliminen el ingreso de contaminantes fecales y nutrientes (nitrógeno y fósforo) a los cuerpos de agua, B) Arreglos institucionales para la operación y mantenimiento de los sistemas a largo plazo

C) Cálculo del costo total de las obras de ingeniería, así como la identificación de las fuentes de financiamiento para la implementación total del plan y D) Integración de la sociedad en el proceso de elaboración del Plan.

Con el fin de adelantar acciones y apoyar a las municipalidades en sus proyectos de drenajes de aguas residuales y pluviales se elaboró en colaboración de Amigos del Lago de Atitlán y algunos donantes nacionales la Red Geodésica Atitlán y actualización de la cartografía a nivel local, esta es una herramienta que entregará AMSCLAE y Asociación Amigos del Lago de Atitlán que servirá para diversos procesos de planificación de las municipalidades.

Disposición de desechos sólidos: La AMSCLAE ha elaborado el **“Plan 15/15 para el Tratamiento de Residuos Sólidos en la Cuenca del Lago de Atitlán”**, que buscaba equipar para el año 2015 a las 15 municipalidades de la cuenca con sistemas que transformen el material biodegradable en abono orgánico y establecer encadenamientos comerciales con la industria nacional del reciclaje para exportar fuera de la cuenca todos los residuos inorgánicos con valor comercial (PET y otros plásticos, papeles y cartones, acumuladores y baterías, vidrio, llantas, metales), por medio de un proceso de separación desde el ente generador, recolección y tratamientos previos.

A la fecha existen 12 municipios que cuentan con infraestructura, y falta construir en San Antonio Palopó, Concepción y San Andrés Semetabaj. Para Concepción la AMSCLAE tiene planificado realizar la inversión de Q 1,800,000 para construir el centro de manejo de desechos sólidos de dicho municipio para el año 2017; en cuanto a San Andrés Semetabaj, se ha tenido acercamientos con la municipalidad para encontrar un terreno para construir la infraestructura necesaria y se ha ofrecido apoyo técnico para la elaboración del estudio de factibilidad. En el municipio de San Antonio Palopó el Centro de Manejo de

Desechos Sólidos, se encuentra en fase de construcción que se tiene proyectado finalizar durante el año 2017, la AMSCLAE está dando apoyo técnico para manejo y disminución de desechos sólidos.

Varias municipalidades de la cuenca han mostrado interés en el manejo de sus desechos sólidos y se están acercando a la AMSCLAE para solicitar apoyo técnico. La Municipalidad de Santiago Atitlán ha solicitado al Departamento de Saneamiento Ambiental la elaboración del estudio de factibilidad para la construcción de un relleno sanitario. Así mismo la AMSCLAE ha firmado convenios con las municipalidades de

Panajachel y Santiago Atitlán para la reducción del riesgo a deslizamiento en el botadero de Pamuch y la basura en el centro de manejo de desechos sólidos de Cerro de Oro, los trabajos fueron ejecutados durante los meses de noviembre y diciembre 2016.

Para inducir el adecuado manejo y operación de estos sistemas se ha logrado, con contraparte de la AMSCLAE, una donación del programa BID-FOMIN que asigna el monto Q.12,179,403.60, a través del proyecto PROATITLAN, implementado por el Centro de Estudios y Cooperación Internacional –CECI– (convenio que tiene un periodo de duración del año 2014 al 2017) enfocado en los sistemas de administración, estructura tarifaria, reglamentos y sanciones que permitan la adecuada operación y mantenimiento (O&M) así como facilitar las acciones para cerrar los 634 botaderos clandestinos en 15 municipios y 3 aldeas que existen en la Cuenca del Lago de Atitlán, coordinado con la AMSCLAE y las municipalidades de la Cuenca.

El trabajo se enfoca en lograr que los sistemas instalados funcionen de acuerdo al diseño para lo cual los Departamentos de Saneamiento Ambiental y Educación Ambiental, trabajan arduamente con las municipalidades para que los residuos sólidos sean separados desde su origen. Así mismo el Departamento de Saneamiento Ambiental da apoyo técnico a las municipalidades que aún no tiene Centro de Manejo de Desechos Sólidos para la identificación de los terrenos y la elaboración de estudios de factibilidad para desarrollar rellenos sanitarios donde no existen.

En coordinación y con el apoyo de PROATITLAN se trabajó con una firma consultora para elaborar un reglamento modelo para el Departamento de Sololá, el cual se lanzó el 30 de agosto del año en curso. Se realizaron visitas a las municipalidades y se implementó un taller participativo, el cual dio muy buenos resultados, de los 8 municipios que ya contaban con reglamento les servirá para actualizarlo y los 7 municipios restantes lo adaptarán a sus necesidades, para esto la AMSCLAE apoya al proyecto PROATITLAN con asesoría jurídica.

El equipo técnico de la AMSCLAE continúa la medición sistemática de indicadores cuantitativos que permiten monitorear la línea basal, que se estableció por primera vez, en el año 2012 por la AMSCLAE, contando así con un sistema objetivo de planificación, monitoreo y evaluación.

El Departamento de Investigación y Calidad Ambiental en coordinación con el Departamento de Saneamiento Ambiental mantienen actualizado un inventario de los botaderos clandestinos.

Manejo de Desechos Especiales: El Departamento de Saneamiento Ambiental ha iniciado acciones para evitar la contaminación del Lago y su Entorno con este clase de desechos, para lo cual se cuenta con un técnico que ve cuatro líneas de acción como lo son: red de recolección de aceite quemado de automotores; red de recolección de aceites vegetales; red de recolección de desechos electrónicos. Se ha iniciado con el acopio de baterías domésticas, evitando así que materiales inflamables, corrosivos, reactivos, tóxicos y bioinfecciosos (en coordinación con el MSPAS). Durante el año 2016 se han recolectado 2,640 galones de aceite quemado de automotor, 1,750 galones de aceite vegetal usado y 42 quintales de desechos electrónicos.

Manejo de Suelos: Las acciones de la AMSCLAE se fundamentan en el “**Estudio Semi detallado de los Suelos del Departamento de Sololá**” desarrollado por el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación –MAGA– (2013) determinó que el territorio presenta un 11% de erosión severa, un 39% de erosión moderada, y un 20% de erosión leve, sumando un 70% del total del territorio, lo que indica que es necesaria una intervención inmediata en coordinación interinstitucional de municipalidades, mancomunidades, Instituciones de Gobierno y Asociaciones Comunitarias para trabajar en primera instancia las áreas críticas del territorio, con prácticas de conservación de suelos que mejor se adapten a las condiciones de la cuenca. El estudio también estipula que en los últimos 50 años se ha perdido el 50% de los suelos fértiles, debido a la expansión de la frontera agrícola, la deforestación y el uso inadecuado del suelo en relación a la vocación de este.

El uso de agroquímicos contribuye al exceso de nutrientes (fósforo y nitrógeno), en los cuerpos de agua de la cuenca, lo que a su vez potencia los afloramientos de cianobacterias potencialmente dañinas a la salud. Al mismo tiempo aumenta la polución de las fuentes de agua y del lago mismo. Con la coordinación de la AMSCLAE y el apoyo de MAGA (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación), se está llevando a cabo un estudio de algunas fórmulas de fertilizantes para verificar la eficiencia en cuanto a productividad de los suelos; el objetivo de proponer la utilización de estas fórmulas es disminuir la proliferación de las cianobacterias en el Lago de Atitlán que abastece de agua a algunas poblaciones. Los primeros resultados, se esperan tener a principios del año 2017.

El área agrícola y forestal, es parte fundamental para el desarrollo integral de los habitantes de la cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno. En cuanto al recurso suelo, la parte alta y norte de la cuenca es el área de mayor uso para cultivos hortícolas y la parte sur para cultivos perennes como el café. Cabe destacar que los productores agrícolas dentro de la cuenca han tenido la iniciativa de organizarse para tener mejores oportunidades en cuanto a su producción y comercialización, apoyados en algunas oportunidades por organizaciones gubernamentales y no gubernamentales.

La AMSCLAE como instancia gubernamental, a través del Departamento Agrícola Forestal se suma a estas entidades con la finalidad de desarrollar acciones orientadas a una producción agrícola sostenible y que pueda conservar y proteger el Lago de Atitlán y su Entorno; dicho departamento cuenta con el mandato de promover la agricultura sostenible, las buenas prácticas agrícolas, la conservación de suelos, el incremento de la cobertura forestal y la hidrología forestal y promover el uso de fertilizantes y pesticidas amigables al ambiente dentro de la cuenca.

Respondiendo a las metas trazadas en el PEI 2012-2016 y POA institucional año 2016, en los anexos del presente informe se presentan los resultados obtenidos, que contribuyen e inciden en áreas como la transferencia de conocimientos hacia productores agrícolas para que mejoren sus prácticas agrícolas; la conservación y recuperación de áreas forestales; desarrollo y establecimiento de prácticas de conservación de suelos; formulación de planes de manejo de bosques; restauración forestal; apoyo y asistencia técnica a composteras municipales y comunitarias; producción forestal de especies nativas para procesos de restauración forestal; apoyo a viveros comunitarios y municipales para la producción de plantas forestales.

Durante el año 2016 se han elaborado planes de manejo forestal en la modalidad PINPEP equivalente a un área de 82 hectáreas en los municipios de Santa Lucía Utatlán, San José Chacayá y Sololá.

Investigación y Calidad Ambiental: En el Departamento de Investigación y Calidad Ambiental –DICA-, se realizan varias tareas, de las cuales 9 son investigaciones propias que son programas permanentes para establecer la calidad ambiental de la cuenca. Entre los principales están: **I)** monitoreo limnológico (estudio de la calidad del agua del Lago de Atitlán, incluye microbiología, físico químico y fitoplancton); **II)** estudios de la vegetación acuática; **III)** evaluación de la calidad de agua de los ríos Quiscab, San Francisco y sus tributarios, **IV)** monitoreo de la calidad de agua para uso recreacional **V)** monitoreo de agua para consumo humano **VI)** monitoreo de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales **VII)** monitoreo climáticos de cinco estaciones meteorológicas propias de la AMSCLAE y una en asociación con la Manktzoloyjá **VIII)** monitoreo de caudales **IX)** monitoreo del nivel del lago y **X)** monitoreo de vegetación acuática.

Además de estos 9 programas permanentes, se elaboran propuestas de investigación que pueden estar asociadas a la calidad del agua y/o suelo, las cuales se realizan especialmente con contrapartes del sector académico o de forma independiente.

Con estos estudios, se produce información constante que permite conocer el estado ecológico de algunos recursos así como la identificación de impactos de diferentes actividades humanas en los municipios que pertenecen a la cuenca del Lago de Atitlán. Se han suscrito convenios, con la Universidad de San Carlos de Guatemala, la Universidad del Valle de Guatemala, además con DIPESCA y el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN-. El departamento, también revisa los protocolos de investigaciones para crear el registro de las mismas, que permiten tener un archivo histórico ordenado de la información que se genera.

Monitoreo limnológico del Lago de Atitlán

El Departamento de Investigación y Calidad Ambiental -DICA- realiza mensualmente muestreos y mediciones de veintidós parámetros físicos, químicos y biológicos en ocho puntos de muestreo. Las mediciones se realizan desde la superficie del lago hasta la profundidad máxima de cada sitio de muestreo. La información técnica y científica generada sirve para elaborar y establecer los procesos de gestión y manejo de los recursos hídricos dentro de la cuenca del Lago de Atitlán.

INFORME “MONITOREO LIMNOLÓGICO 2016”

INTRODUCCION

Según el artículo 13 del Reglamento de la AMSCLAE (Acuerdo Gubernativo 78-2012) el Departamento de Investigación y Calidad Ambiental, es un órgano técnico operativo de la Subdirección Técnica, responsable de la investigación científica institucional, del monitoreo permanente del lago, los recursos hídricos de la cuenca y el clima, así como de la calidad ambiental en la cuenca mediante la evaluación permanente del impacto ambiental de las diversas acciones que en ésta se desarrollan y de fomentar la gestión integrada de riesgos. De esta manera la AMSCLAE, a través del Departamento de Investigación y Calidad Ambiental, efectúa el monitoreo permanente del lago y sus cuencas tributarias con equipos de campo y de laboratorio propios con el objetivo de generar y brindar información técnica y científica necesaria para guiar los procesos de gestión del lago y su cuenca.

Desde el 2013 se realiza un monitoreo sistemático de las condiciones físicas, químicas y biológicas del lago de Atitlán. En el monitoreo se realizan varias mediciones fisicoquímicas y biológicas en ocho sitios de muestreo, con el fin de alcanzar una mejor comprensión del comportamiento del lago a lo largo de la columna de agua y a través del tiempo. Con los resultados se ha evidenciado que el ingreso de nutrientes al cuerpo de agua, provenientes de distintas fuentes, ha deteriorado la calidad del agua (Sudeep *et al.*, 2014; DICA, 2015). Esto se ha visto reflejado en la reducción de las concentraciones de oxígeno en el fondo del lago, florecimientos algales más frecuentes, reducción de la transparencia y presencia de coliformes y *E. coli* en todo el lago, sobre todo en zonas cercanas a centro urbanos.

OBJETIVOS

General

Generar información técnica y científica necesaria para guiar los procesos de gestión del lago y su cuenca

Específicos

Evaluar en forma sistemática la calidad del agua del lago de Atitlán, a través de un programa de monitoreo de algunos parámetros físicos, químicos y biológicos.

Ampliar la base de datos de calidad de agua con datos confiables que permitan analizar en el tiempo el estado del lago y sus tendencias.

Comparar el estado actual del Lago de Atitlán con estudios realizados en años anteriores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El monitoreo de la calidad del agua del Lago de Atitlán se realizó mensualmente en algunas de las estaciones definidas por el profesor Charles Weiss (1968) (Cuadro 1, Fig. 1). El monitoreo se realizó muestreando de forma superficial y a diferentes profundidades, a manera de realizar perfiles verticales

Cuadro 1 Nombre de la estación de monitoreo y su ubicación sobre el espejo de agua.

Estación	Ubicación	Coordenadas		Profundidad
WA	Frente a San Pedro y San Juan la Laguna	14°42.129	91°15.009	máxima (m)
WB	Frente a San Pablo y San Marcos la Laguna	14°43.201	91°12.828	316
WC	Frente a San Antonio y Sta. Catarina Palopó	14°41.288	91°7.950	309.4
WD	Bahía de San Lucas Tolimán	14°38.801	91°8.2330	130
WE	Entrada a Bahía de Santiago Atitlán	14°38.923	91°13.903	58.2
WG	Centro del Lago	14°41.943	91°11.076	311.1
WP	Bahía de San Buenaventura	14°44.529	91°10.038	112
W14	Centro de Bahía Atitlán	14°37.608	91°14.563	36.8

Fuente: DICA/AMSCLAE, 2015

Muestreo fisicoquímico

Las mediciones de los parámetros físicos *in situ* (Oxígeno Disuelto, Saturación de oxígeno, Temperatura, Conductividad, TDS, Salinidad, pH, Radiación fotosintéticamente activa y Clorofila *a*) se realizaron con una sonda multiparametrica Hydrolab DS5. En cada estación se midió transparencia con el disco Secchi y se recolectaron muestras de agua con la botella tipo Van Dorn a distintas profundidades (0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 150, 200, 250 m y la profundidad máxima) para realizar análisis químicos (Turbidez, Color Aparente, Color Verdadero, Fósforo Total (PT), Nitrógeno Total (NT), Fosfatos (PO₄), Nitratos (NO₃)). En la superficie se midió Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, E. Coli y Coliformes Totales.

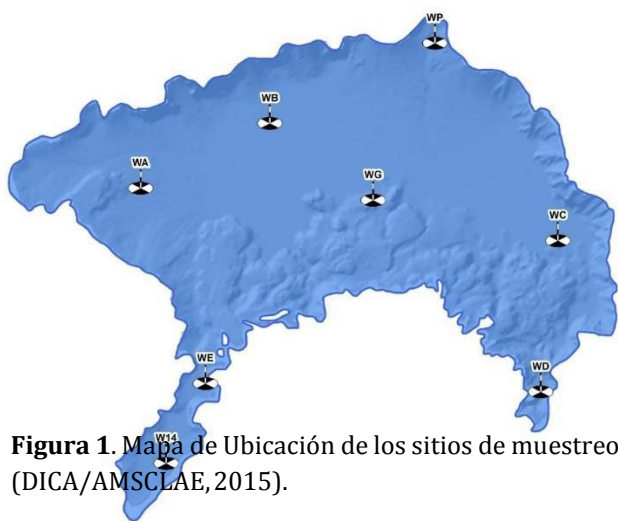


Figura 1. Mapa de Ubicación de los sitios de muestreo. (DICA/AMSCLAE, 2015).

Muestreo y análisis de laboratorio

Antes de recolectar las muestras de agua los envases fueron lavados dos o tres veces con la muestra. Según el tipo de análisis, el envase se llenó por completo (análisis orgánicos) o se dejó un espacio vacío para que la muestra se airee (análisis microbiológicos). Las muestras fueron transportadas en hieleras a 4°C aproximadamente (APHA-AWWA-WPCF, 1992; WHO, 200). Los análisis de nutrientes se realizaron a 24°C, 48 hrs después de tomada la muestra. La turbidez, color aparente y color verdadero fueron analizados al tercer día posterior a la toma de muestras. Las muestras colectadas para los análisis microbiológicos fueron procesadas inmediatamente al ingresar al laboratorio ya que no pueden ser almacenadas para su posterior análisis por más de 24 hrs.

Muestreo de Fitoplancton

Las muestras de fitoplancton recolectadas fueron integradas, es decir que se recolectaron desde la superficie hasta los 30m de profundidad. En cada sitio se tomaron dos muestras de agua (~3.2 litros) con una manguera de 30m de largo. Posteriormente la muestra de agua se filtró con una red de fitoplancton de 20 micras de luz de malla y fueron fijadas con una solución de lugol y trasladadas al laboratorio de AMSCLAE. En el laboratorio, se analizaron las muestras con ayuda de un microscopio, portaobjetos y cubreobjetos. Los conteos se realizaron hasta los 300 organismos por litro y se realizaron los respectivos cálculos de abundancia relativa y número de células por litro. La identificación de las algas se realizó hasta el máximo nivel taxonómico posible, en su mayoría a género, con ayuda de claves taxonómicas. Las muestras ya analizadas y procesadas fueron almacenadas en el laboratorio de la AMSCLAE como referencia.

RESULTADOS Y DISCUSION

Transparencia

La transparencia del Lago de Atitlán durante el año 2016 osciló entre los 5 y 7m de profundidad. El sitio W14, ubicado en la bahía de Santiago Atitlán, fue en donde se registraron los valores más bajos de transparencia (Fig. 2), esto se podría deber a la alta productividad de algas en la bahía. Durante mayo (7.97m) y agosto (7.89m) se registraron los valores más altos del disco Secchi, es decir mayor transparencia (Fig. 3), el resto de los meses los valores de Secchi estuvieron por debajo de estos valores. En la figura 3 se observa como ha disminuido la transparencia del agua a través del tiempo, según los datos del estudio realizado por Weiss en los años 1968 y 1969. La reducción de la transparencia del lago en los últimos años podría deberse al alto ingreso de sedimentos producto de las actividades antropogénicas y al aumento de la densidad y la productividad de las algas sobre la columna de agua (Löffler, 2004; Lampert & Sommer, 2007; Roldán y Ramírez, 2008; Reynolds, 2004a), estos sedimentos suspendidos en la columna de agua reducen la cantidad de luz que penetra a la columna de agua y por consiguiente la transparencia.

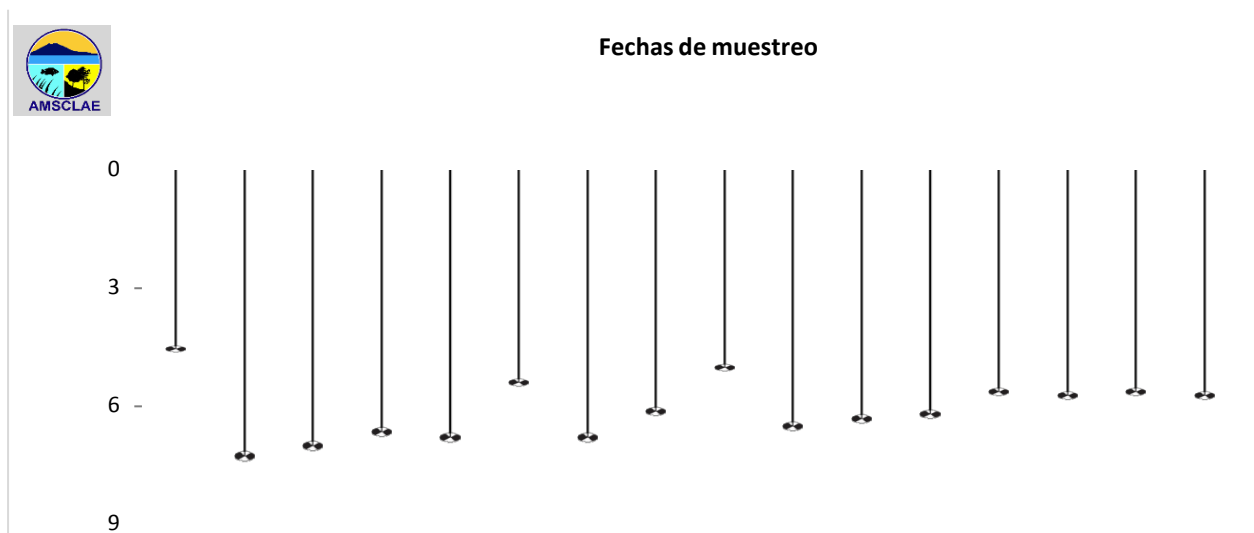


Figura 2 Valores promedio de transparencia por sitio durante enero a octubre del 2016 (DICA/AMSCLAE, 2016).

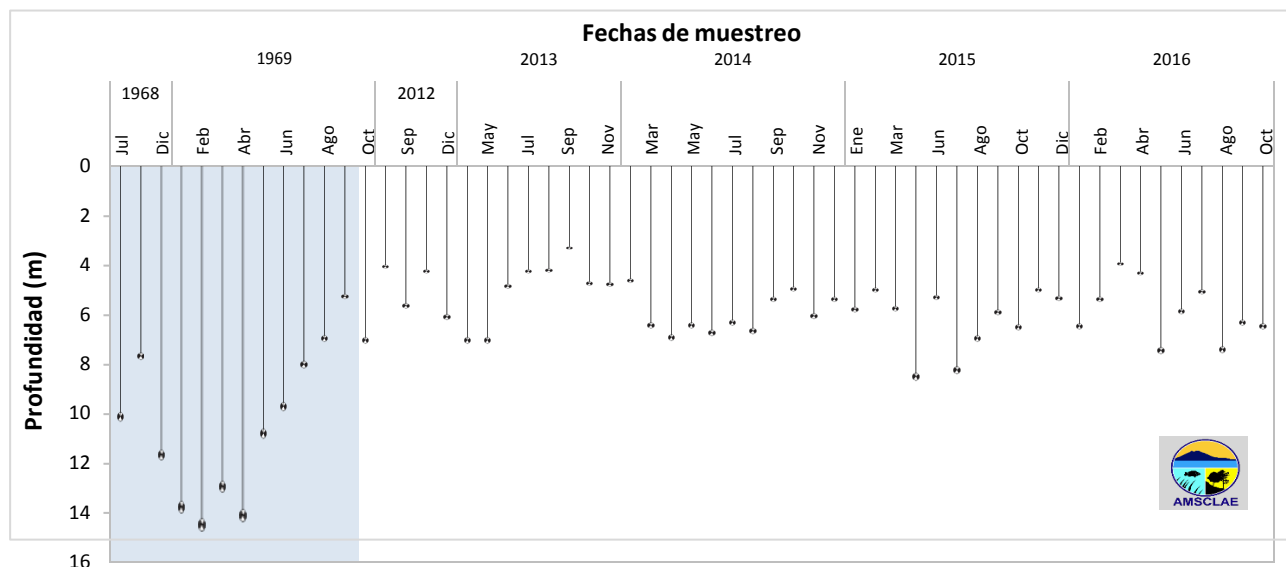


Figura 3. Registro histórico de transparencia en (m) del agua (DICA/AMSCLAE, 2016).

Temperatura

La temperatura en el lago nos permite comprender la estratificación térmica de la columna de agua, la cual se refiere al fenómeno cuando las aguas de la superficie se calientan y forman una capa que flota encima de las aguas más profundas y frías. Cuando la temperatura se iguala en ambas zonas desaparece con ella la estratificación, este fenómeno puede ser ocasionado por los vientos que enfrían la capa superficial (Roldán, 2008). En la figura 4 se observa la variación espacial (profundidad) y temporal (meses) de los valores de la temperatura durante el 2013, 2014, 2015 y 2016 en el centro del lago.

Durante los meses de frío (nov – feb) se observa una reducción de la temperatura superficial, en comparación a los meses calurosos. La temperatura del epilimnion (capa superficial) (0 - 50m) en todos los sitios de muestreo oscilo entre los 20 y 24°C. Entre los 35 y 40m de profundidad se observa la termoclina y por debajo de esa profundidad el hipolimnion (capa profunda) (Fig. 4 y 5).

La baja variación de la temperatura en aguas superficiales y profundas ($\pm 2^{\circ}\text{C}$) podría indicar que el calor logra distribuirse hacia las capas profundas del lago. Es probable que la acción del viento y otras fuerzas generadoras de turbulencia distribuyan el calor de la superficie a las capas profundas durante el día y la noche (Löffler, 2004; Reynolds, 2004b; Lampert & Sommer, 2007; Roldán y Ramírez, 2008).

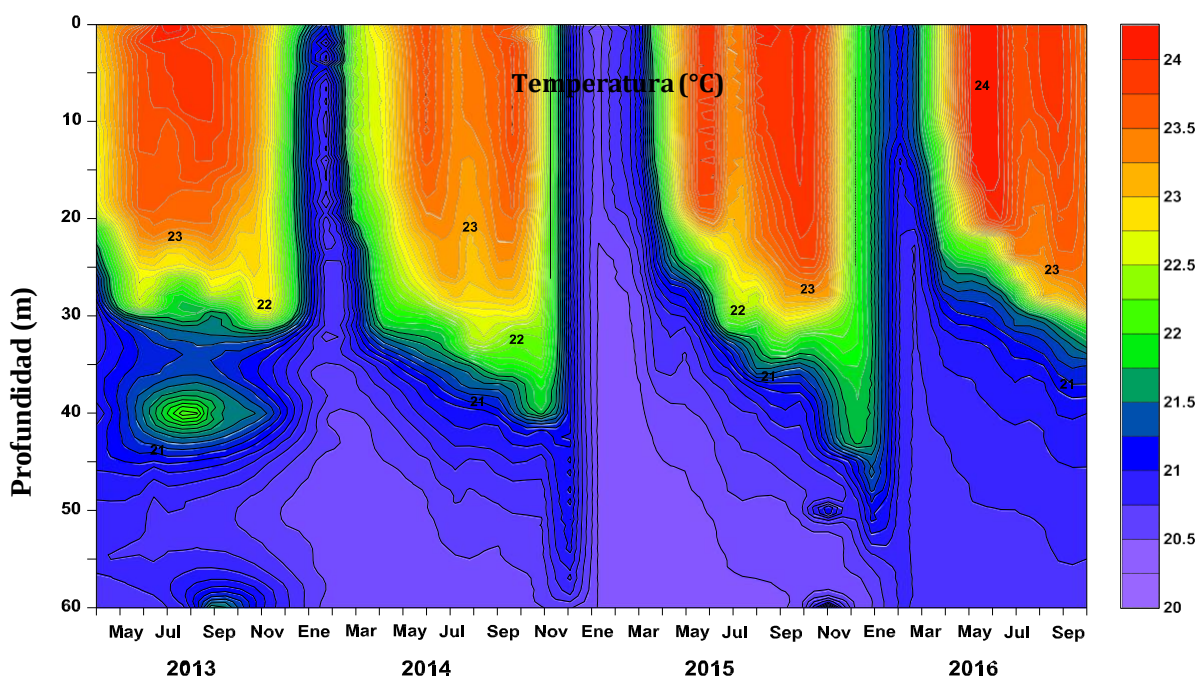


Figura 4. Variación espacial y temporal de la Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) en el sitio de muestreo WG (centro) del lago Atitlán desde abril del 2013 a octubre del 2016 (DICA/AMSCLAE, 2016).

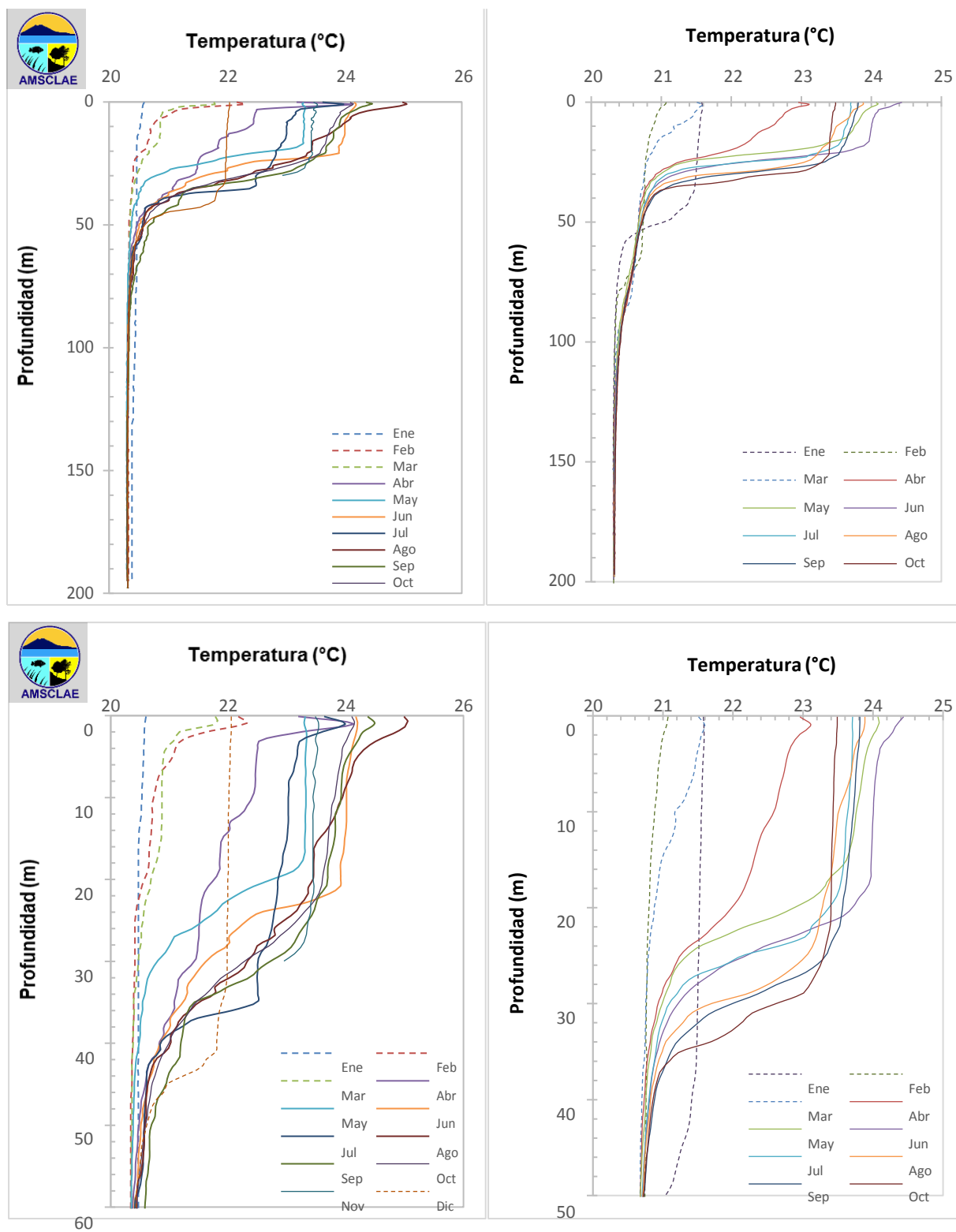


Figura 5. Perfiles de valores promedio de temperatura en la columna de agua (Arriba) y superficial (Abajo) durante el 2015 (Izq.) y 2016 (Der.) (DICA/AMSCLAE, 2016).

Oxígeno Disuelto (O_2)

Después de la temperatura, el oxígeno es uno de los factores más importantes que debe ser medido en el agua. En la figura 6 se observa la variación espacial (profundidad) y temporal (meses) de los valores del oxígeno disuelto desde el 2013 al 2016. La concentración del oxígeno en la capa superficial (0 - 30m) osciló entre los 6 y 8.5 mg/L. En todos los sitios de muestreo se registraron descensos de las concentraciones de oxígeno después de los 40m de profundidad (Fig. 6 y 7), esto se debe a que las capas profundas no están en contacto directo con la atmosfera, por lo tanto, no hay un intercambio directo de oxígeno (Lampert & Sommer, 2007; Roldán y Ramírez, 2008).

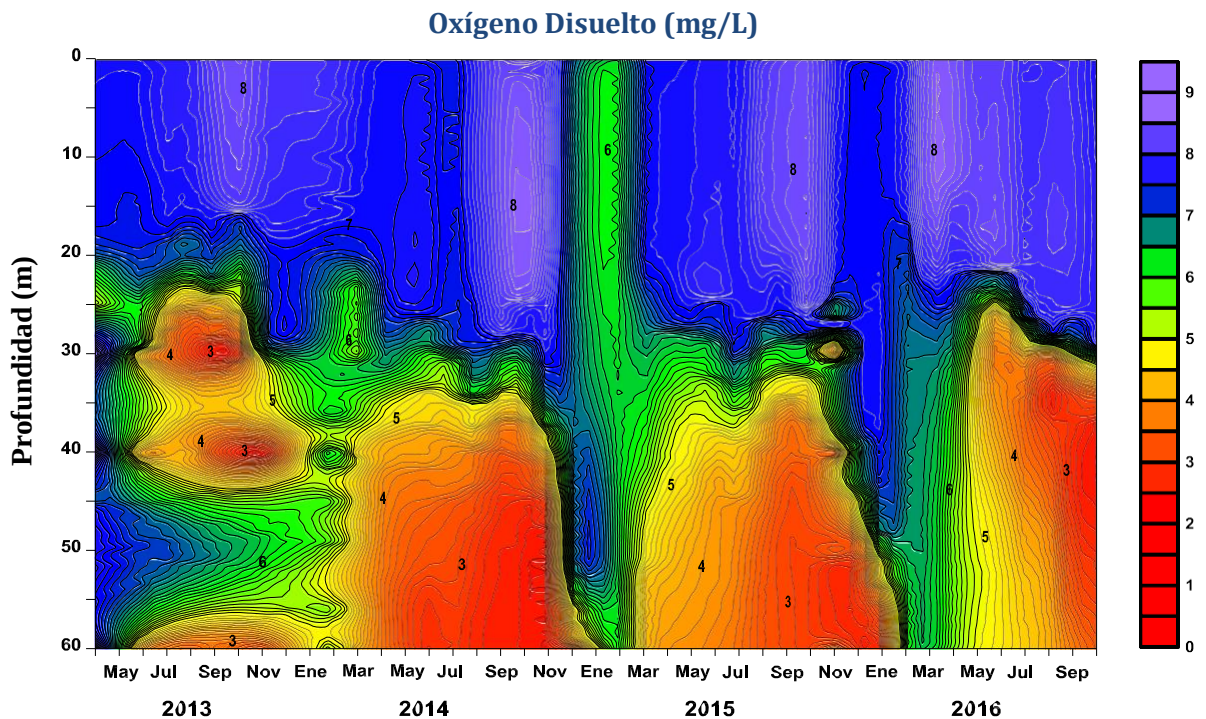


Figura 6. Variación espacial y temporal del Oxígeno disuelto (mg/L) en el sitio de muestreo WG (centro) del lago Atitlán desde abril del 2013 a octubre del 2016 (DICA/AMSCLAE, 2016).

En el mes de febrero las concentraciones de oxígeno disminuyeron ligeramente en la capa superficial de la columna de agua, esto pudo deberse a que haya habido una mezcla de la capa superficial con la capa profunda, la cual tiene menor concentración de oxígeno. Al igual que la temperatura existe una estratificación del oxígeno disuelto en los primeros 40m de profundidad (Fig. 7). Por arriba de los 40m la concentración de oxígeno oscila entre los 8 y 7 mg/L, luego de los 40m estuvo entre los 4 y 2mg/L, cuatro y cinco unidades menos que en la zona superficial. En los perfiles del oxígeno disuelto (Fig. 7) se observa que las concentraciones de oxígeno disuelto durante el 2015 fueron mayores en las capas profundas en comparación al 2016, los valores en el 2016 estuvieron por debajo de los 2mg/L, mientras que en el 2015 los valores fueron mayores a 2mg/L.

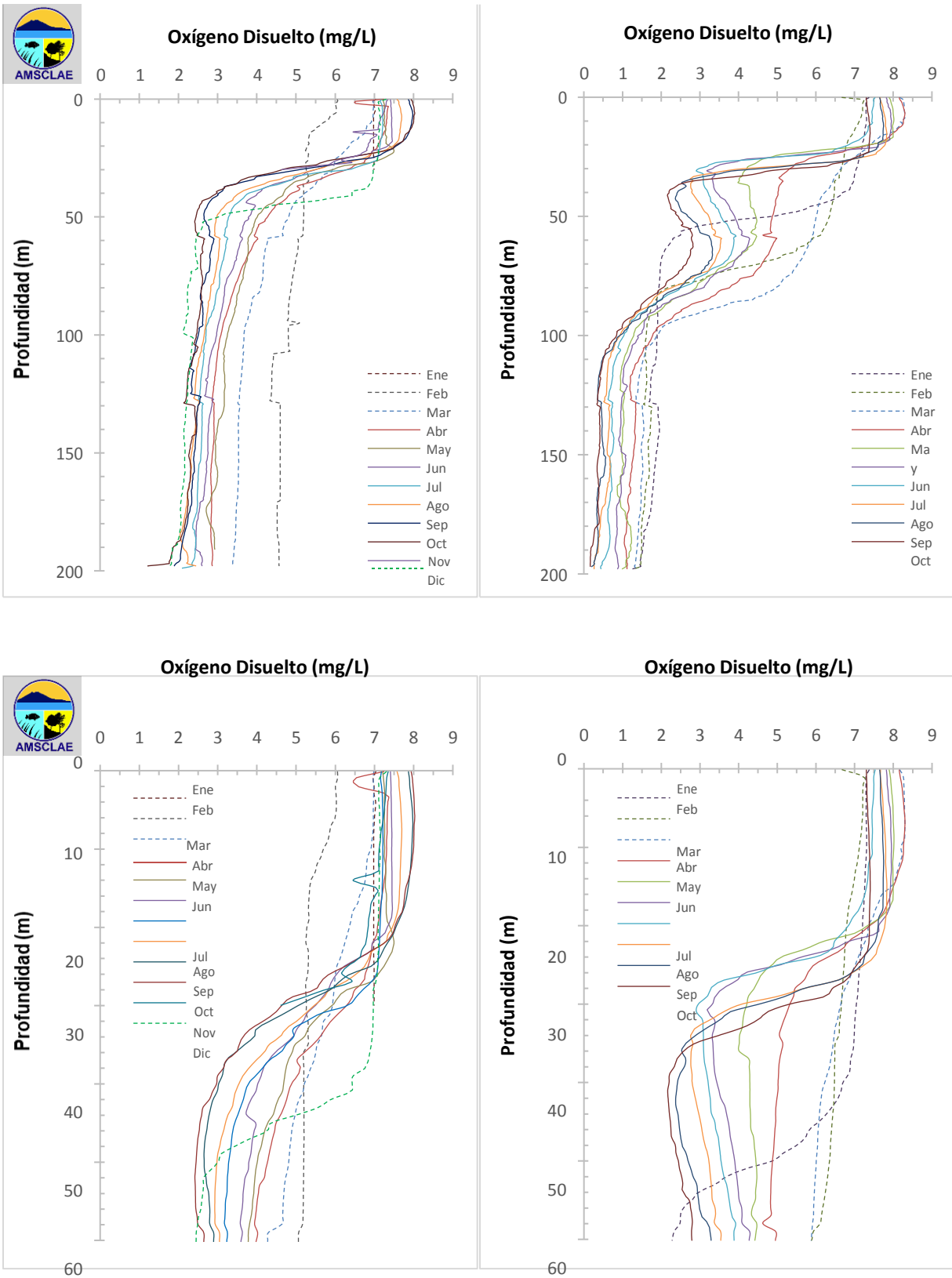


Figura 7. Perfiles de valores promedio de Oxígeno disuelto en la columna de agua (Arriba) y superficial (Abajo) durante el 2015 (Izq.) y 2016 (Der.) (DICA/AMSCLEAE, 2016).

En las capas profundas hay un mayor consumo del oxígeno disuelto por bacterias, debido a la degradación de la materia orgánica que ingresa al lago por la acción del viento o por las descargas de aguas residuales y los afluentes. Adicionalmente, la capa superficial puede presentar concentraciones mayores de oxígeno debido a la acción del viento y otras fuerzas generadoras de turbulencia (Lampert & Sommer, 2007).

Potencial de Hidrógeno (Ph)

El potencial de hidrógeno, pH, es el término que nos indica la concentración de iones hidrógeno en una disolución. Se trata de una medida de la acidez de la disolución. El agua pura tiene un pH de 7, aguas con valores por arriba de siete son aguas básicas y por debajo son aguas ácidas.

En la figura 8 se puede observar los valores promedios, máximos y mínimos de pH durante el 2014, 2015 y 2016. Los valores de pH durante el 2016 oscilaron entre 7.5 y 10. Las diferencias de pH podría deberse a la actividad biológica (fotosíntesis y respiración) en la columna de agua. El pH del agua disminuye cuando el dióxido de carbono (CO_2) atmosférico se une con la capa superficial de agua (H_2O) forma una molécula ácida (ácido carbónico, H_2CO_3). No obstante, los organismos fotosintéticos (e.g. algas) durante el proceso de fotosíntesis, absorben el CO_2 disuelto, disminuyendo así las concentraciones de CO_2 en el lago y provocando un aumento del pH. El pH del agua de lago tiende a ser mayor en el verano y en las aguas superficiales, ya que más algas y plantas acuáticas están presentes en la zona superficial (Horne & Goldman, 1994; Pokorný & Květ, 2004; Lampert & Sommer, 2007; Roldán y Ramírez, 2008).

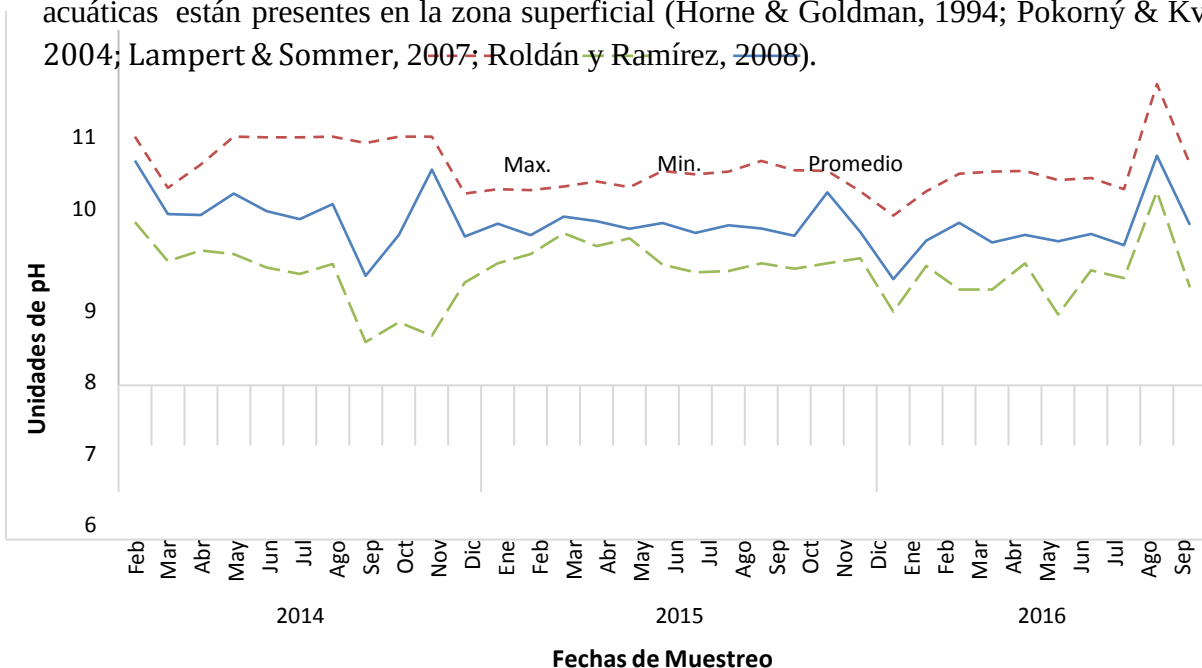


Figura 8. Valores promedio de pH durante el 2014, 2015 y 2016 (DICA/AMSCLAE, 2016).

Conductividad eléctrica (K)

La conductividad (K) de una solución es una medida de su capacidad para conducir la electricidad, en muchos casos, está directamente vinculada a la cantidad de sólidos totales disueltos (TDS). La K en lagos de zonas tropicales está relacionada principalmente con el tipo del lago (oligo o eutrófico), la profundidad, la naturaleza geoquímica del terreno y las variaciones climáticas (época de lluvia y sequías) (Roldán y Ramírez, 2008). En la figura 9 se pueden observar los valores máximos y mínimos de K durante el 2014, 2015 y 2016.

A lo largo del año 2016 los valores de conductividad se mantuvieron similares, solo hubo un ligero ascenso en los meses de junio y julio (Fig. 9). El aumento de la cantidad de elementos o iones presentes en la columna de agua durante estos meses podría deberse al arrastre de partículas por acción del viento o por la escorrentía. La variación de la K proporciona información sobre la productividad primaria, descomposición de la materia orgánica, la detección de fuentes de contaminación y la naturaleza geoquímica del terreno. Algunos sitios, sobre todo en aquellos que están ubicados cerca de las desembocaduras de los ríos (WP) pueden presentar valores más altos debido a las descargas de las aguas que provienen del Río San Francisco y Quiscab.

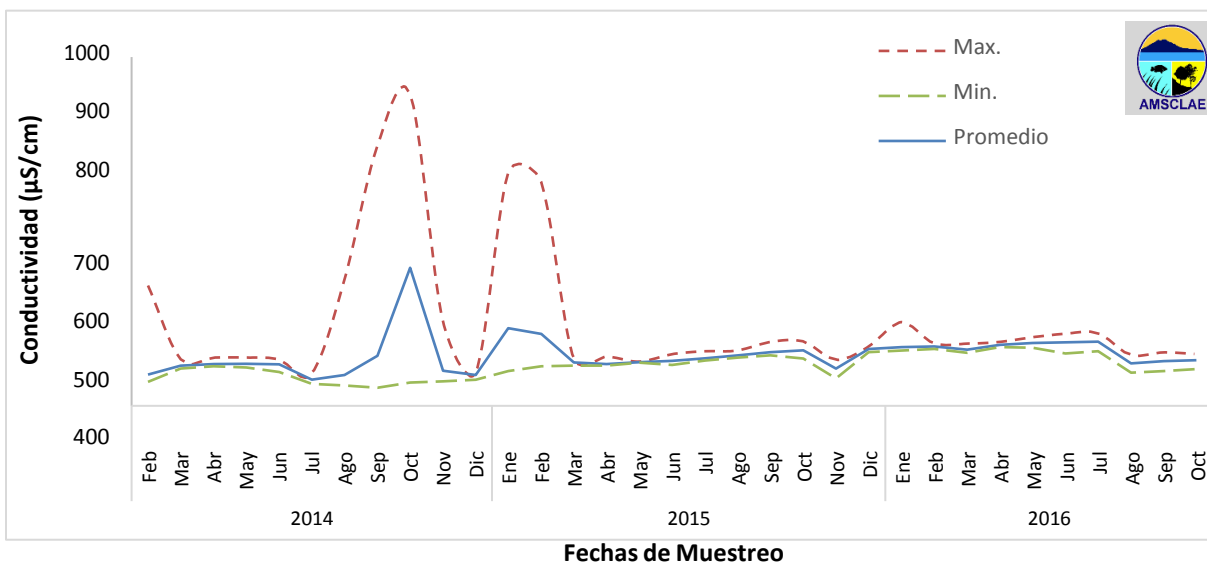
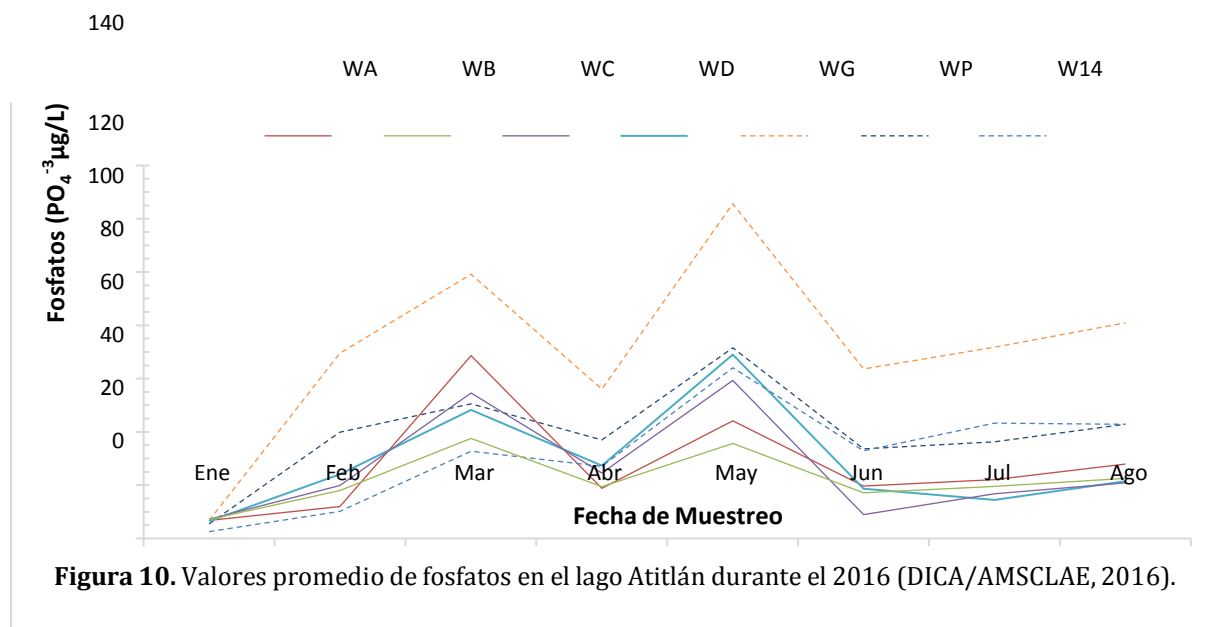


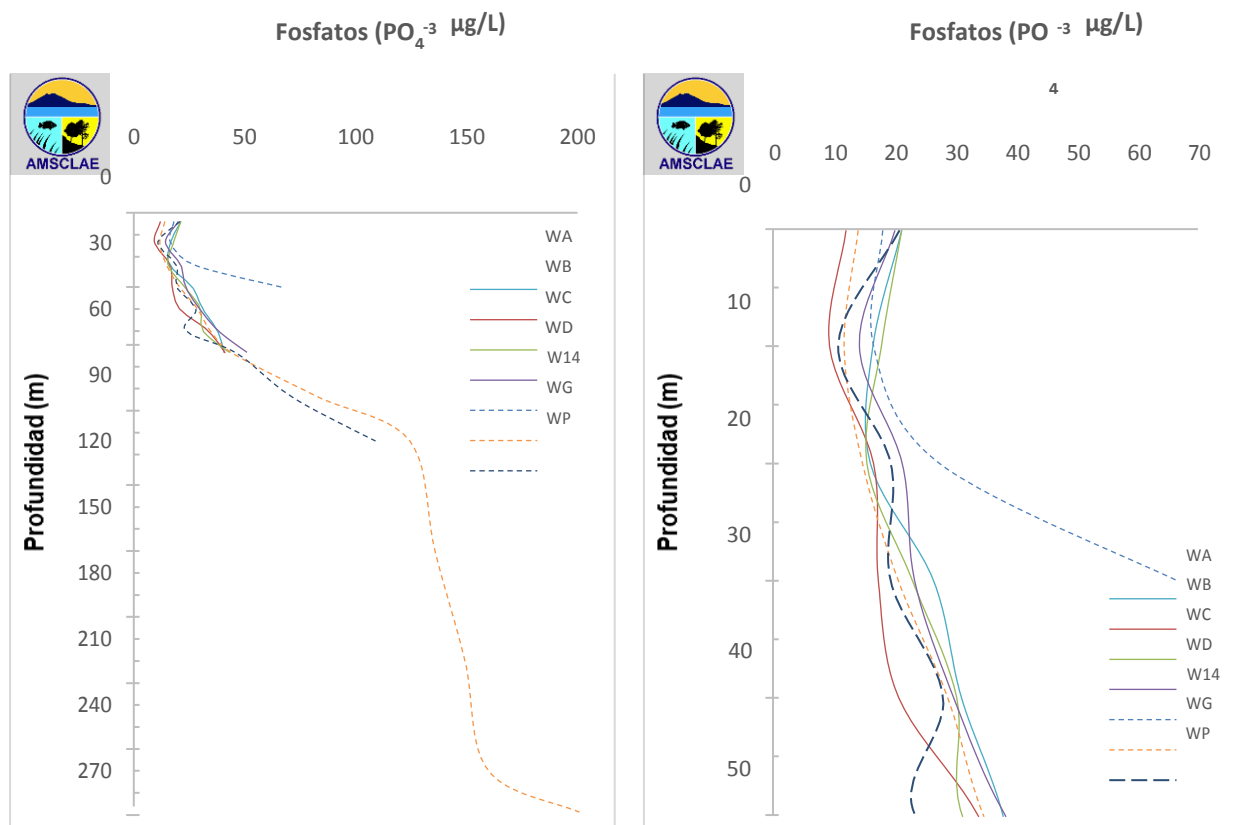
Figura 9. Valores promedio de Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) durante el 2014, 2015 y 2016 (DICA/AMSCLAE, 2016).

Fosfatos (PO_4^{3-})

El fósforo se encuentra en el agua dos formas principales, ortofosfatos y polifosfatos, los cuales puede ser absorbido por las plantas acuáticas y el fitoplancton. Los fosfatos son muy reactivos e interactúan con muchos cationes para formar compuestos insolubles que precipitan (*e.g.* hierro). En la figura 10 se observa el comportamiento de los fosfatos durante el 2016, en abril y junio las concentraciones fueron menores en relación a los otros meses. Esto podría deberse a que en esas fechas la temperatura del agua aumenta y hay poca turbulencia en la superficie del lago, incrementando la productividad primaria de las algas y por lo tanto la absorción de fosfatos es mayor (Ochaeta, 2014).



Las concentraciones de fosfatos en el 2016 en los primeros 30m oscilaron entre los 10 y 30µg/L (Fig. 11). La baja concentración de fosfatos en la capa superficial podría deberse a que en esta zona hay una mayor absorción de fósforo, debido a la productividad primaria de las algas.



Los ortofosfatos son menos móviles que otros nutrientes y precipitan más rápido cuando se combina con otros cationes (Ca^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+}), formando productos altamente insolubles (Lampller & Sommer, 2007) y más pesados. Por lo tanto, a partir de los 60m de profundidad las concentraciones de fosfatos incrementan debido a que a esas profundidades no hay productividad primaria y los fosfatos se acumulan en el fondo.

Los datos del año 2016 no se pueden comparar con los años anteriores, pues en el 2016 se cambió la metodología en el laboratorio y se utilizó un espectrofotómetro diferente al utilizado en el 2014 y 2015.

Nitratos ($\mu\text{g/L}$)

El nitrógeno puede ser utilizado por algas y plantas en tres formas: nitratos (NO_3), ion amonio (NH_4) y nitrógeno molecular (N_2). Las dos primeras es la forma como la toman la mayoría de las plantas y algas; la tercera es propia de los procariontes (bacterias y cianobacterias) (Roldán y Ramírez, 2008). En los primeros 60m las concentraciones de nitratos oscilaron entre los 0 y $60\mu\text{g/L}$ (Fig. 12). Las concentraciones de nitratos son mayores en la capa superficial debido a la fijación de nitrógeno por algunas algas. No obstante, debido al peso de las moléculas, están tienden a sedimentar en las zonas profundas, incrementando su concentración.

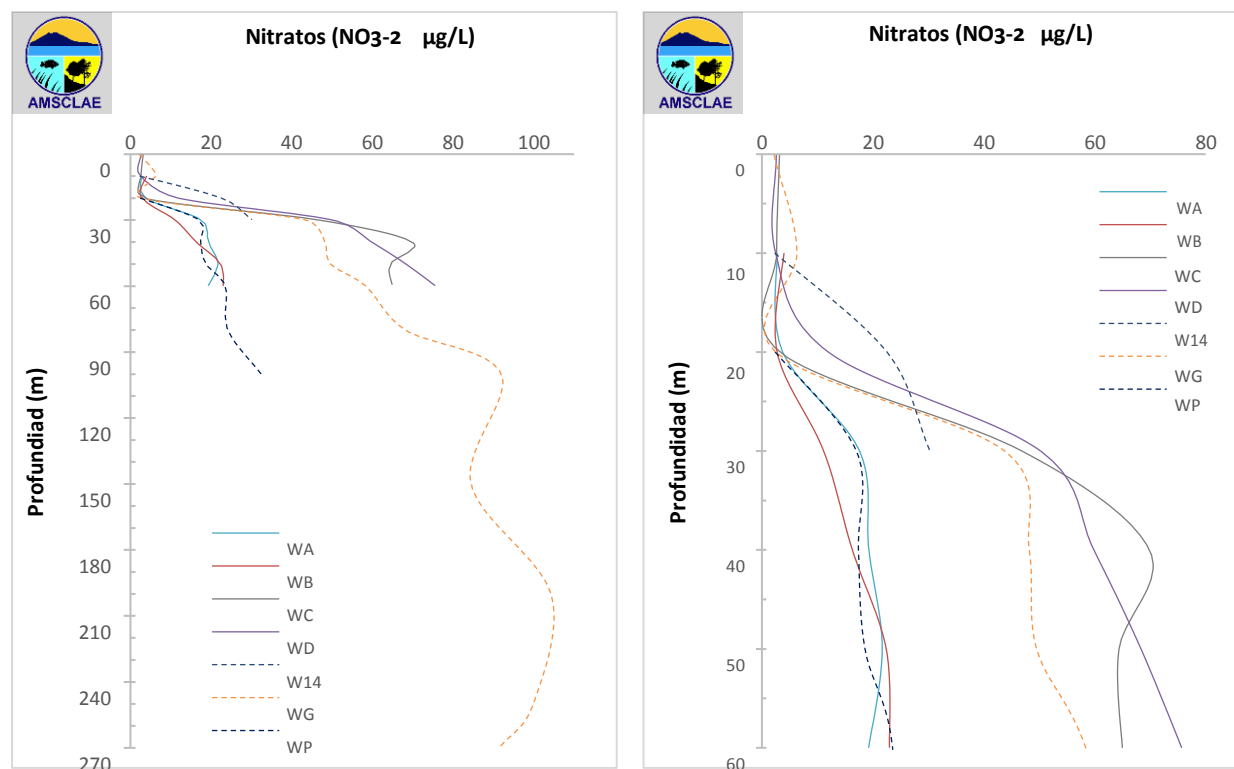


Figura 12. Perfiles de valores promedio de nitratos a lo largo de la columna de agua (Izq.) y superficial (Der.) durante enero a agosto del 2016 (DICA/AMSLAE, 2016).

Demanda Bioquímica Oxígeno (DBO) (mg/L)

La DBO es una forma de medir la cantidad de materia orgánica presente en el agua y que mientras se degrada consume una considerada cantidad de oxígeno, mientras mayor sea la cantidad de materia orgánica mayor será el consumo de oxígeno disuelto. En la figura 13 se observa que en la mayoría de los puntos de muestreo las concentraciones de DBO fueron similares. En los meses de la temporada seca la DBO fue menor en relación a los meses con lluvias. En el mes de junio se registraron los valores más altos de DBO. Después de las primeras lluvias (mayo) hay un fuerte arrastre de materia orgánica hacia los ríos y finalmente al lago, la degradación de toda la materia orgánica que ingreso al lago hizo que aumentara la DBO en el mes de junio, lo mismo sucedió en los meses de abril y mayo (Informe Clima 2016). Los valores de DBO del 2016 fueron ligeramente mayores a los registrados en el año 2015 (Fig 13).

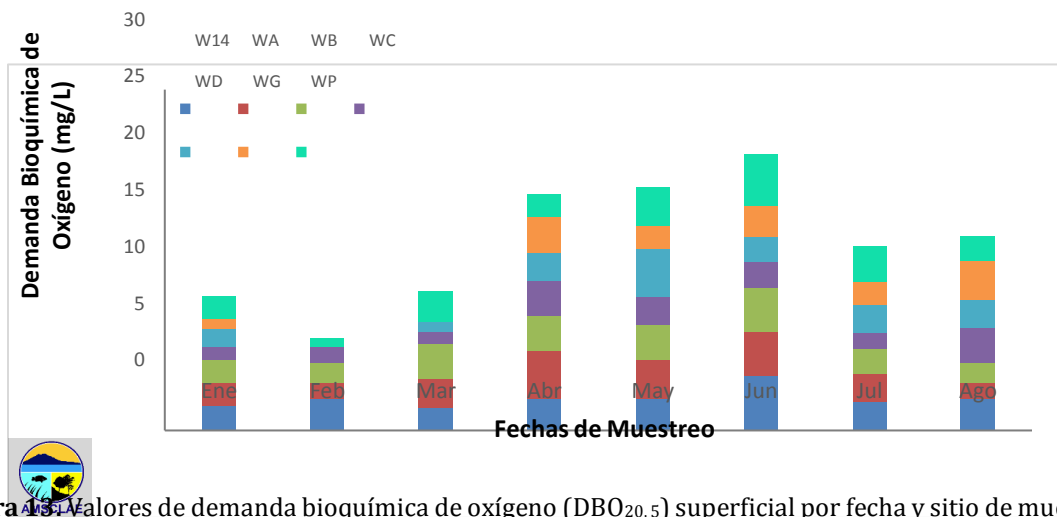
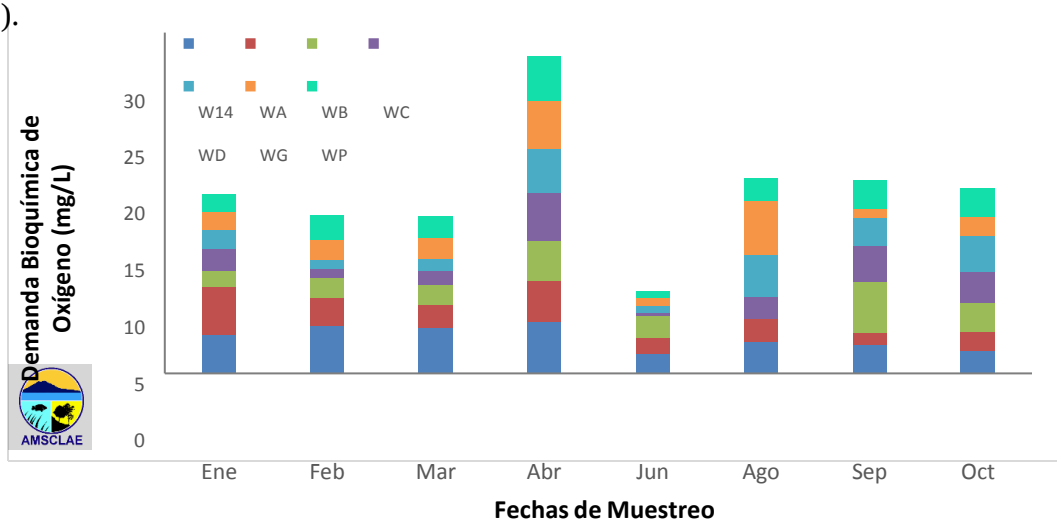


Figura 13. Valores de demanda bioquímica de oxígeno ($DBO_{20,5}$) superficial por fecha y sitio de muestreo durante el 2015 (arriba) y 2016 (abajo). (DICA/AMSCLAE, 2015).

Clorofila a ($\mu\text{g/L}$)

En la figura 14 se puede observar que, durante los primeros meses del año 2014, las concentraciones de clorofila fueron bajas, en marzo del 2015 y 2016 hubo un alto registro de clorofila. Esto puede indicar que luego de la temporada lluviosa hay mayor disponibilidad de nutrientes en la columna de agua los cuales fueron absorbidos por las algas, incrementando la densidad de fitoplancton en la capa superficial. Otro factor que pudo favorecer el crecimiento de algas en esos meses fue la radicación solar, la cual es mayor en los meses secos. A partir de mayo, en ambos años, se observa que las concentraciones de clorofila disminuyen, esto podría ser debido a que la mayoría de nutrientes han sido absorbidos los meses anteriores y a que no hay ingresos significativos de nutrientes desde los ríos. (Fig. 14).

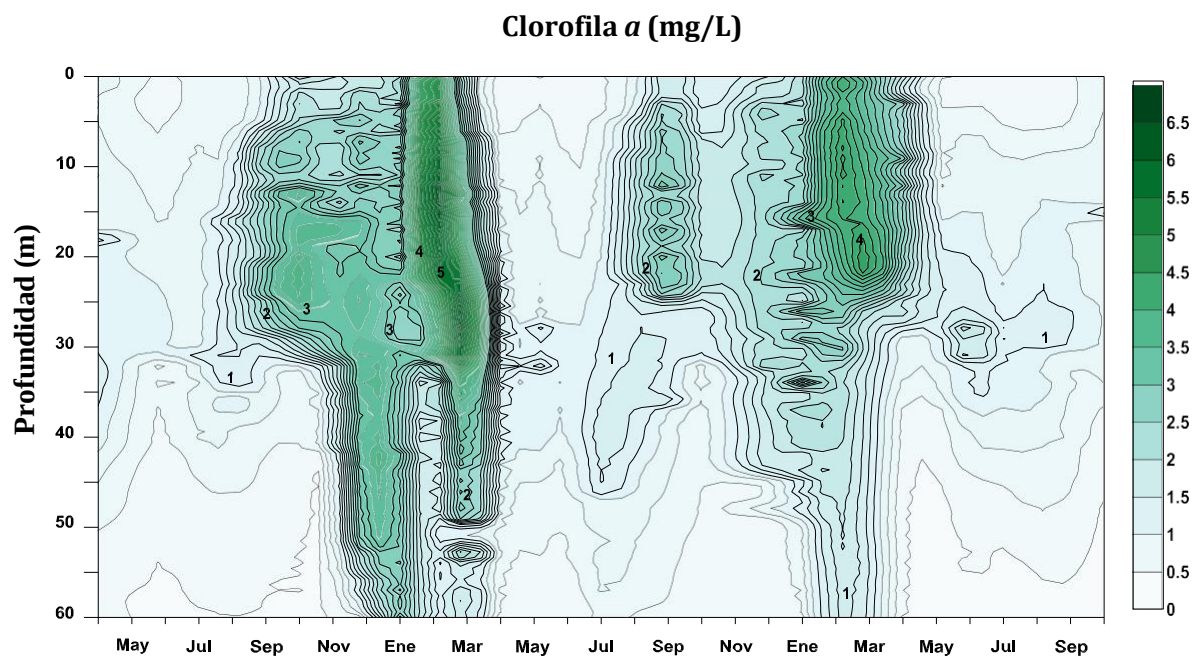


Figura 14. Variación espacial y temporal de Clorofila (α) en el sitio de muestreo WG (centro) del lago Atitlán desde el 2014 al 2016 (DICA/AMSCLAE, 2016).

En los sitios WP y W14 las concentraciones de clorofila fueron relativamente mayores a los otros sitios (Fig. 15), esto podría deberse a que el W14 es un área somera y muy productiva; y WP está entre la desembocadura del río Quiscab y el río San Francisco, por lo que hay un continuo ingreso de nutrientes. Al haber mayor disponibilidad y condiciones ambientales favorables la productividad primaria en estos sitios es más alta.

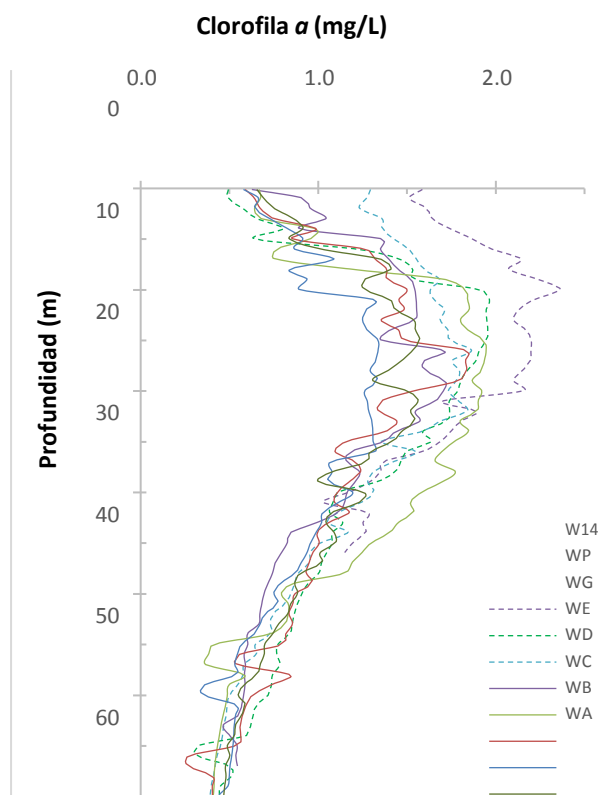


Figura 15. Perfiles de valores promedio de clorofila *a* superficial durante enero a octubre del 2016 (DICA/AMSCLAE, 2016).

Radiación Fotosintéticamente Activa ($\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

La distribución de la radiación en la columna de agua tiene un efecto en la distribución de las comunidades de plancton. Desde el punto de vista limnológico, la luz que penetra en el agua es afectada por la latitud, la altitud, la época del año, la hora del día y las condiciones climáticas. En la figura 16 se puede observar que en los primeros metros de profundidad (0 - 2m) la intensidad de la luz es mayor e inicia a atenuarse a partir de los 3m. Este efecto se puede ver reflejado en el desarrollo del fitoplancton en la superficie.

En la superficie (0 - 5m) la densidad de algas y las concentraciones de clorofila son menores (Fig. 15). A una determinada intensidad luminosa, el fitoplancton deja de fotosintetizar debido a que se degradan los pigmentos. Entre los 10 y 30m hay mayor disponibilidad de nutrientes y la intensidad lumínica puede que sea más adecuada para las algas, lo que podría incrementar la eficiencia fotosintética (Fig. 15) (Pinilla, 2005). Finalmente, cabe mencionar que en el año 2015 hubo mayor radiación solar en comparación con el año 2014 y 2016 (Fig. 15), esto pudo favorecer el bloom del mes de agosto (Informe Clima 2015).

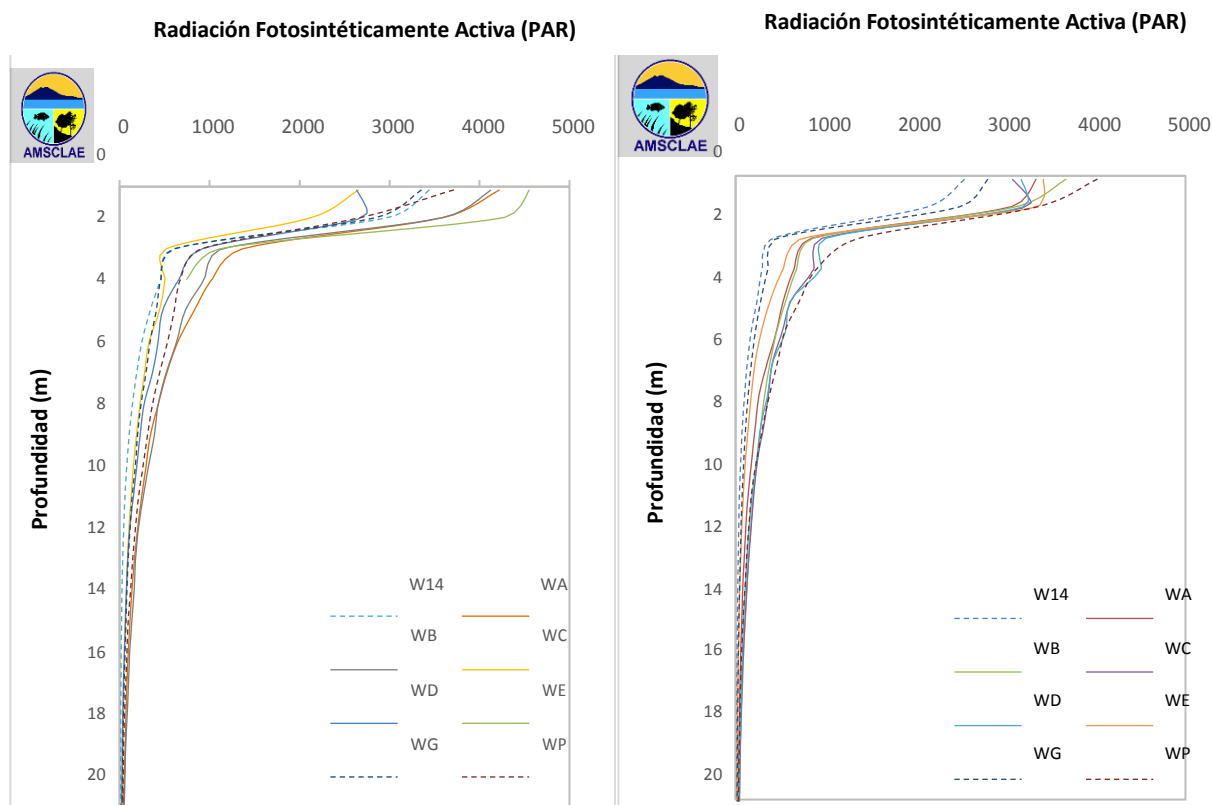


Figura 16. Perfiles de valores promedio de Radiación fotosintéticamente activa ($\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$) durante el 2015 (Izq.) y 2016 (Der.) (DICA/AMSCLAE, 2016).

Coliformes totales y *E. coli*

Los coliformes son indicadores de polución de origen fecal, como resultado de una contaminación frecuente humana o animal. En la figura 17 se pueden observar los valores de coliformes totales y *E. coli* por fecha de muestreo, los coliformes totales fueron más altos durante el mes de marzo y *E. coli* durante julio y agosto. El valor alto de marzo de coliformes totales podría deberse a algún evento de lluvia que ocurrió días previos al muestreo, que arrastro por escorrentía material de origen fecal presente en la cuenca (DICA/Clima, 2016a). Los valores altos en los meses de julio y agosto, tanto para coliformes totales como *E. coli*, pudo deberse al efecto de la temporada lluviosa, que arrastra por escorrentía material de origen fecal hacia los ríos y finalmente entran al lago.

Los sitios con mayor número coliformes totales y *E. coli* fueron el W14 y WP (Fig. 18). Esto podría deberse a que los sitios, excepto el WG, se encuentran fuertemente influenciados por descargas de aguas residuales. El sitio WP se encuentra muy cercano al delta del Río San Francisco, el cual está muy alterado desde la parte media de la cuenca por descargas de aguas grises y negras sin tratar, por lo tanto, tienen un alto número de microorganismos y patógenos.

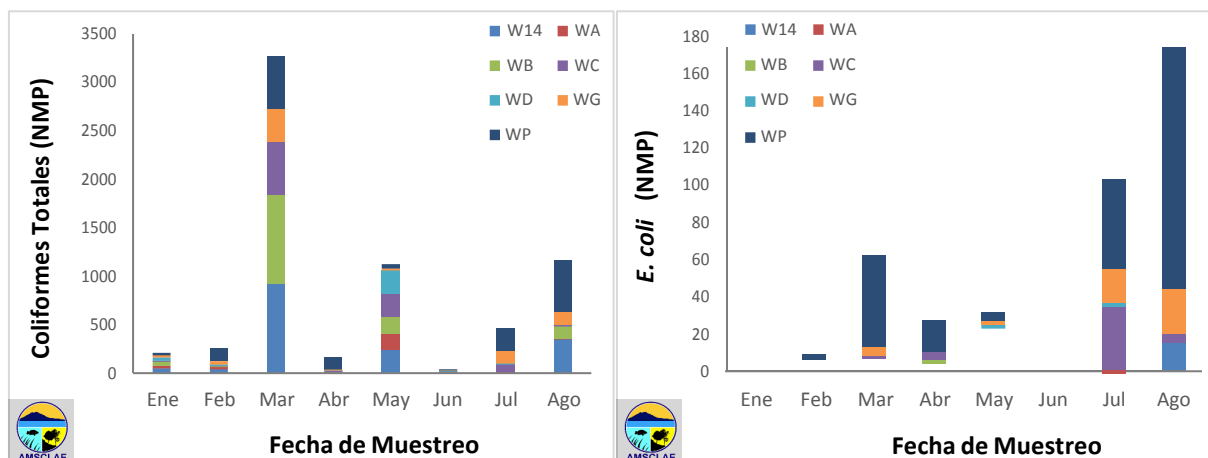


Figura 17. Valores de coliformes totales y *E. coli* superficial por mes durante el 2016 (DICA/AMSCLAE, 2016).

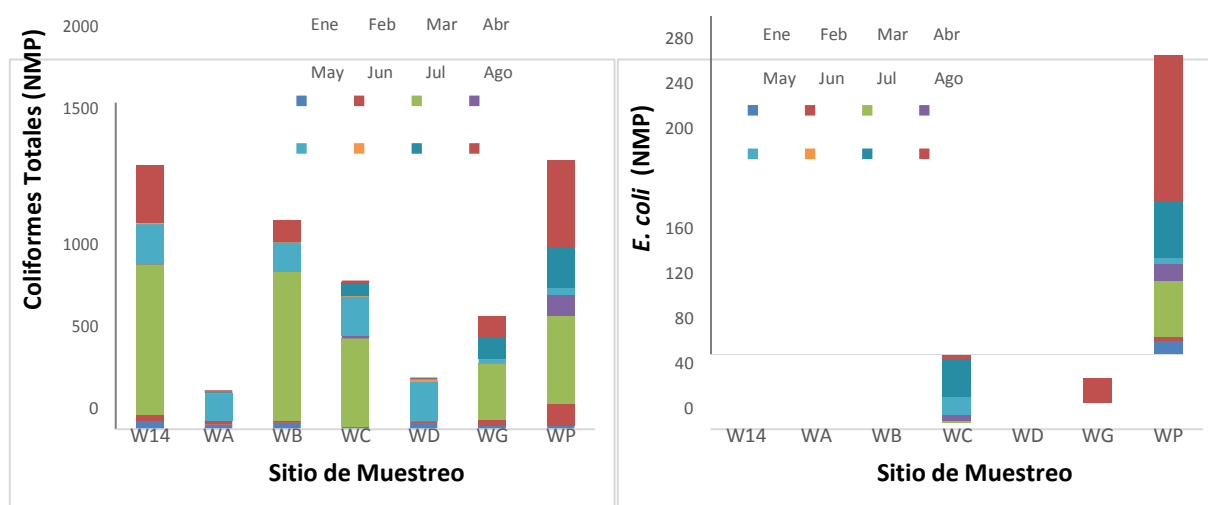


Figura 18. Valores de coliformes totales y *E. coli* superficial por sitio durante el 2016 (DICA/AMSCLAE, 2016).

Fitoplancton

Durante el 2016, se registraron un total de 21 géneros de fitoplancton ([Tabla x](#)) distribuidos en cinco clases: Bacillariophyta (diatomeas), Charophyta (algas quebradizas), Chlorophyta (algas verdes), Cyanophyta (cianobacterias) y Dinophyta (dinoflagelados). Se identificaron dos géneros que no se habían registrado con anterioridad: la diatomea *Rhopalodia* y la cianobacteria *Aphanocapsa*.

Como se observa en la figura 19, el ensamble de fitoplancton en todos los sitios de muestreo, está dominado por diatomeas. Durante el 2016 las diatomeas más abundantes fueron las del género *Fragilaria* y *Aulacoseira*. El alga quebradiza del género *Mougeotia* y la clorofita *Staurastrum* se registraron con abundancias considerablemente altas, mientras que la cianobacteria *Limnoria* se reportó de forma constante en todos los sitios de muestreo.

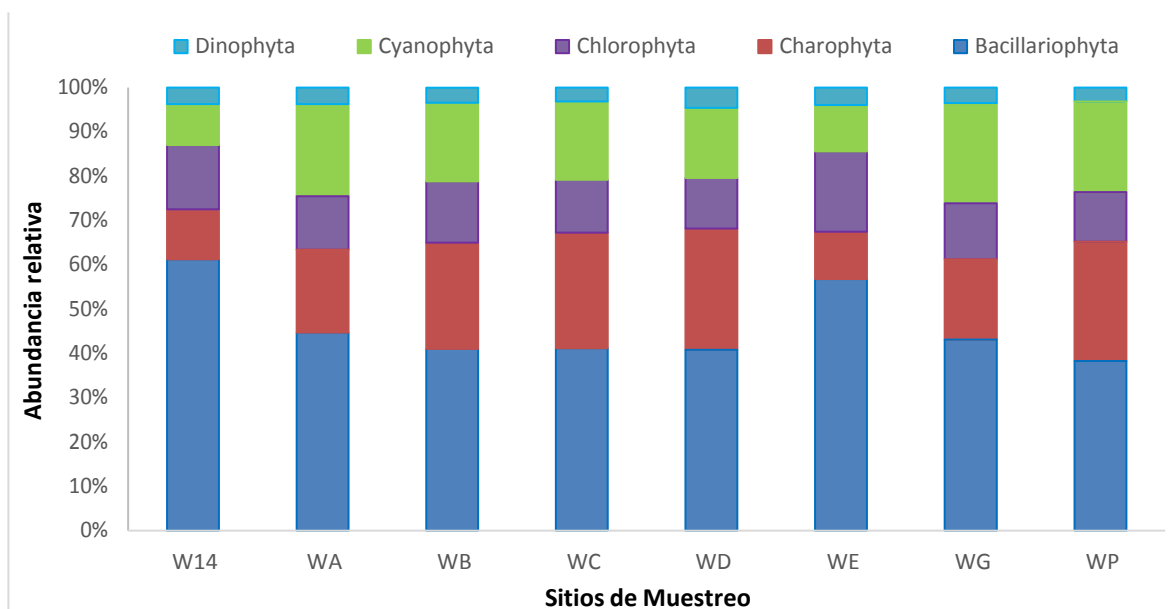


Figura 19. Abundancia relativa del ensamble de fitoplancton (DICA, 2016).

En la figura 20, se muestra el comportamiento del fitoplancton en el tiempo (2015-2016). En febrero el alga verde del género *Staurastrum* reportó la mayor abundancia relativa. En abril, el alga quebradiza *Mougeotia* dominó el ensamble de fitoplancton mientras que en los meses de junio y agosto fue la diatomea *Fragilaria*. En cuanto a cianobacterias, el género *Limnographis* es el que está presente en el lago durante todo el año, aumentando su abundancia en octubre, sin embargo, durante el 2016 no se registró ningún afloramiento de cianobacterias.

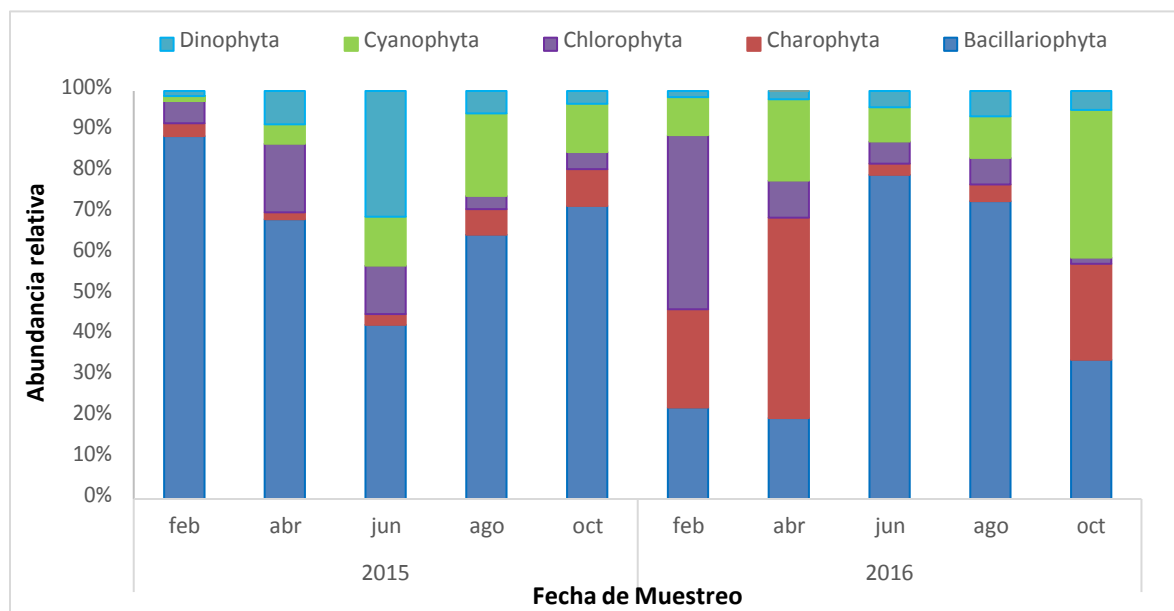


Figura 20. Dinámica del fitoplancton durante los años 2015 y 2016 (DICA, 2016).

En febrero, las densidades promedio de algas quebradizas y verdes, fueron similares. En abril, disminuyó la presencia de algas verdes y fueron las algas quebradizas las que aumentaron su densidad hasta cuatro veces la densidad de diatomeas, algas verdes y cianobacterias. En junio y en agosto se puede observar una mayor densidad de diatomeas; y un aumento en las densidades de dinoflagelados y cianobacterias. En octubre, siguieron dominando las diatomeas, sin embargo, hubo un aumento significativo en la densidad de cianobacterias (Fig. 21).

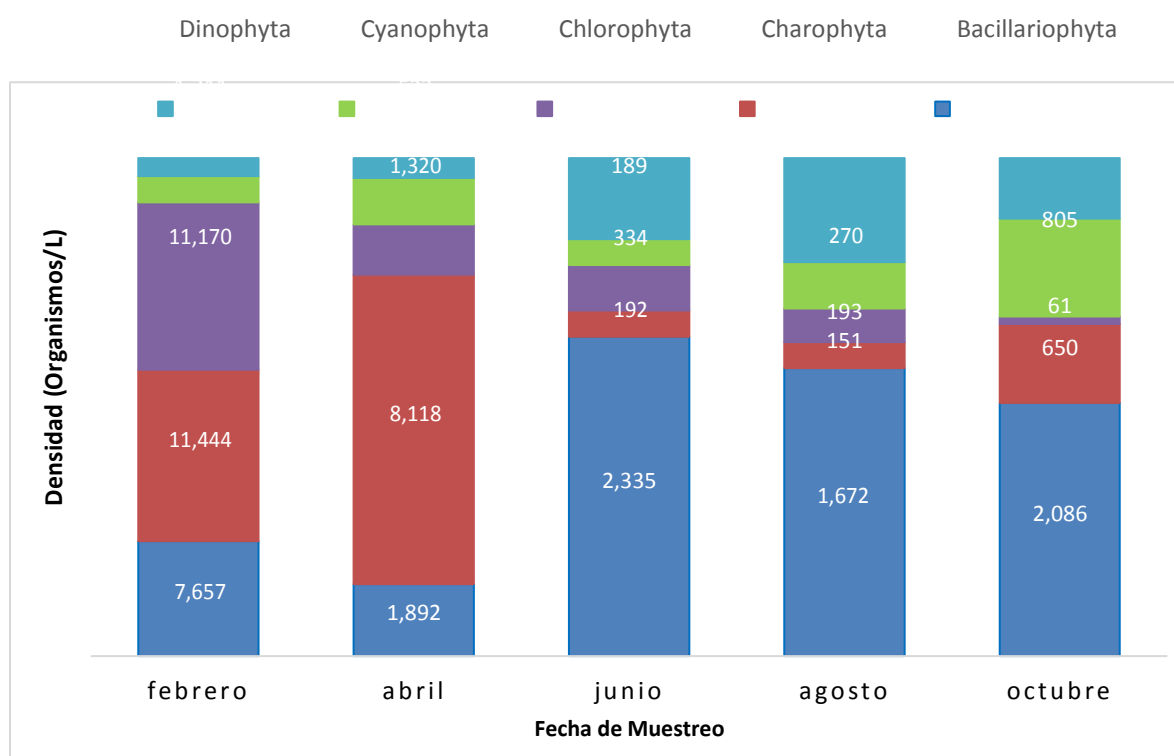


Figura 21. Densidades promedio del fitoplancton a lo largo del año (DICA, 2016).

En los sitios de muestreo, en general las mayores densidades promedio se reportaron de diatomeas y algas quebradizas. En menor proporción algas verdes, cianobacterias y dinoflagelados. La alta presencia de diatomeas puede estar asociada a que estos organismos prefieren aguas frías y con presencia de viento (Ochaeta, 2014); el lago Atitlán presenta una temperatura promedio de 20.9 °C y está fuertemente influenciado por viento tanto norte como sur. Las algas verdes están asociadas a altas concentraciones de nutrientes y aguas más cálidas (Ochaeta, 2014); mientras que las cianobacterias además de estas dos condiciones, se ve favorecida por un aumento de la radiación solar (Ochaeta, 2014; Bellinger & Sigee, 2010) (Fig. 22). En la época lluviosa, hay un aumento en el ingreso de nutrientes al lago, lo que podría verse reflejado en el aumento de algas verdes y cianobacterias.

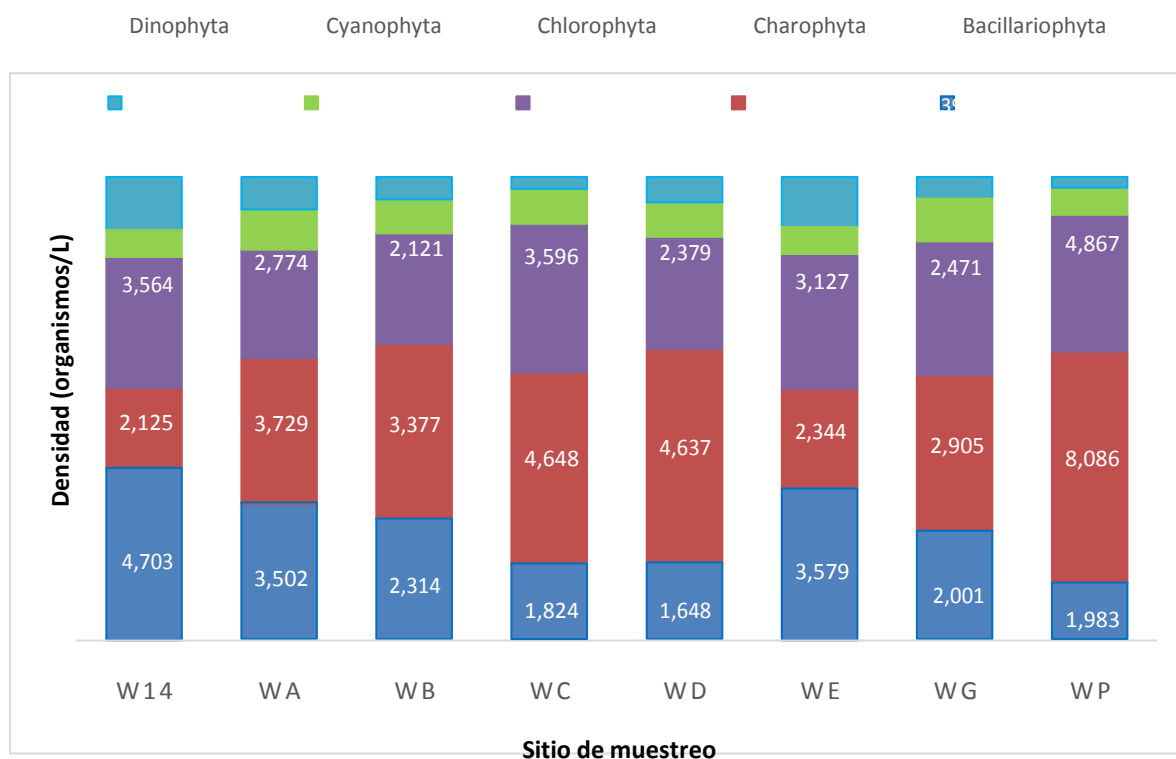


Figura 22. Densidades promedio del fitoplancton por sitio de muestreo (DICA, 2016).

1. CONCLUSIONES

En los últimos diez años la transparencia del agua, la cantidad de oxígeno disuelto en la superficie y en las zonas profundas y la calidad del agua fisicoquímica y microbiológica ha ido disminuyendo. Esto está altamente relacionado con el ingreso continuo de sedimentos y aguas residuales al lago. Estas actividades ponen en alto riesgo la calidad del agua tanto para la población humana como para las comunidades acuáticas, ya que hay muchas actividades económicas, sociales, culturales entre otras, que dependen directamente del recurso acuático.

Es importante continuar con los proyectos de saneamiento ambiental y agroforestales para poder reducir el impacto que tienen estas actividades sobre el lago de Atitlán. Asimismo, es importante continuar con el programa de monitoreo de forma constante en tiempo y espacio, para tener datos que nos permita comprender el comportamiento del ecosistema del lago de Atitlán en el futuro, con el fin de poder tomar o establecer mejores criterios en la toma de decisiones sobre la conservación y manejo de los recursos acuáticos en Guatemala.

2. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA-AWWA-WPCF (1992) Métodos Normalizados, para el análisis de aguas potables y residuales. , Ediciones Díaz de Santos, S.A. España
- Bellinger, E. y Sigee, D. (2010). Freshwater algae: identification and use as bioindicators. Ltd. Chippenham, Wilts: Gran Bretaña. 285 p.
- Chandra, S., E. Rejmánková, M. Dix, N. Girón, V. Mosquera *et al.* 2014. Estado del Lago Atitlán Informe 2014. Unidos por el Lago Atitlán – Universidad del Valle de Guatemala, Campus Altiplano, Centro de Estudios Atitlán. Sololá, Guatemala. 33 pp.
- Confederación Hidrográfica del Ebro, URS, Vicente, E., de Hoyos, C., Sánchez, P., Cambra, J. (2005). Protocolos de muestreo y análisis para fitoplancton [en línea]. Recuperado 02 de diciembre, 2013. http://195.55.247.234/webcalidad/estudios/indicadoresbiologicos/Manual_fitoplancton.pdf
- DICA/Clima. 2016. Informe Monitoreo Climático 2016. Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno. Panajachel, Sololá. 10 pp.
- Horne, A. & C. Goldman. 1994. Limnology. McGraw-Hill, Inc., EEUU. 575 pp.
- Lamper, W. & U. Sommer. 2007. Limnoecology. Oxford University Press, Oxford, Great Britain. 335pp.
- Ley de Creación de la AMSCLAE y su reglamento. Decreto número 133-96 del congreso de la República y Acuerdo Gubernativo No. 78-2012. 45 pp.
- Löffler, H. 2004. The origin of lake basins, p. 8- 60. In P.E. O'Sullivan & C. S. Reynolds (Eds.). The lakes handbook. Blackwell Science Ltd., Cornwall, United Kingdom.
- Ochaeta Constanza, G. (2014). Análisis temporal y espacial de la comunidad de fitoplancton en los puntos Panajachel, Centro Weiss G y Santiago en el Lago Atitlán, Sololá, Guatemala, durante el año 2013. Tesis Biol. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia: Universidad de San Carlos de Guatemala. 78p.
- Pinilla Agudelo, G.A. 2005. Ecología del fitoplancton en un lago amazónico de aguas claras (Lago Boa, Caquetá, Media República de Colombia). Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, Colombia.
- Pokorný, J. & J. Květ. Aquatic plants and lake ecosystems, p. 309 – 340. In P.E. O'Sullivan & C. S. Reynolds (Eds.). The lakes handbook. Blackwell Science Ltd., Cornwall, United Kingdom.
- Roldán, G. y Ramírez J. (2008). Fundamentos de limnología neotropical. Editorial universidad de Antioquía. 2da. Edición. Colombia. 440 pp.
- Reynolds, C. 2004a. Lakes, limnology and limnetic ecology: towards a new synthesis, p. 1 – 7. In P.E. O'Sullivan & C. S. Reynolds (Eds.). The lakes handbook. Blackwell Science Ltd., Cornwall, United Kingdom
- Reynolds, C. 2004b. Physical properties of water relevant to limnology and limnetic ecology, p. 107 - 114. In P.E. O'Sullivan & C. S. Reynolds (Eds.). The lakes handbook. Blackwell Science Ltd., Cornwall, United Kingdom
- Weiss, C.M., (1971). Water quality investigations in Guatemala. Lake Atitlán 1968-1970. University of North Carolina. 175pp.
- WHO. World Health Organization. (2000). Monitoring Bating Waters – A Practical Guide to the Design and Implementation of Assessments and Monitoring Programmes. London: F & FN Spon.

ANEXOS

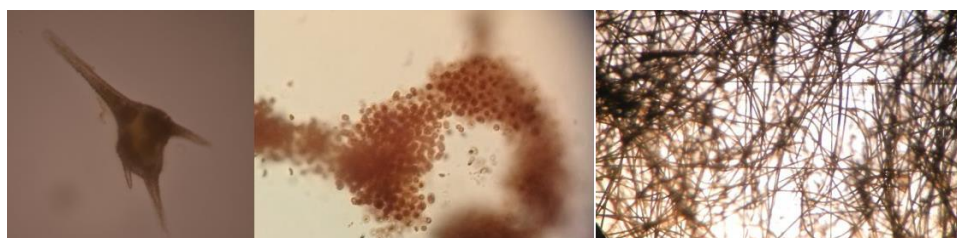
Anexo 1 Composición de la comunidad de fitoplancton durante el 2016 (DICA, 2016).

Clase/Género	W14	WA	WB	WC	WD	WE	WG	WP
Bacillariophyta								
<i>Aulacoseira espiral</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Aulacoseira recta</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Cymbella</i>	X				X	X		
<i>Diatoma</i>	X		X	X	X	X	X	X
<i>Fragilaria</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Navicula</i>	X				X	X	X	X
<i>Nitzschia</i>	X	X	X	X	X	X		X
<i>Rhopalodia</i>	X					X		X
<i>Synedra</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
Charophyta								
<i>Closterium</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Mougeotia</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
Chlorophyta								
<i>Botryococcus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Coelastrum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Oocystis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pediastrum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Sphaerocystis</i>		X	X		X	X		X
<i>Staurastrum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Volvox</i>		X	X	X	X		X	X
Cyanophyta								
<i>Aphanizomenon</i>	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Aphanocapsa</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Limnorphis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Microcystis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
Dinophyta								
<i>Ceratium</i>	X	X	X	X	X	X	X	X

6.1.1. Fitoplancton

Durante el 2016 se realizaron seis muestreos de fitoplancton en ocho sitios del Lago de Atitlán. En cada sitio de muestreo, se tomaron muestras integradas, utilizando una manguera de 30 m de largo. Se registraron un total de veintidós géneros distintos; cuatro géneros de cianobacterias, siete de diatomeas, siete de algas verdes, uno de dinoflagelados y dos de algas quebradizas.

Durante el mes de marzo, se registró una alerta por posible florecimiento de cianobacterias en el Lago de Atitlán, para el cual se realizaron periódicamente muestreos para realizar conteos y conocer la dinámica del evento, sin embargo se determinó que no sobrepasaba la cantidad establecida para definirlo como un florecimiento de cianobacterias.



Ceratium, Microcystis y Limnoraphis, Lago de Atitlán (DICA/2016).

6.1.2. Vegetación Acuática

Durante el 2016, se continuó monitoreando la diversidad y abundancia relativa de la vegetación acuática en el Lago de Atitlán. Se realizaron dos muestreos de la vegetación acuática en seis sitios distintos: Desembocadura del río Quiscab, Sololá; San Pablo La Laguna; San Juan La Laguna; San Lucas Tolimán; Santiago Atitlán y San Antonio Palopó. Durante el año se registraron 24 especies, siendo las más abundantes *Hydrilla verticillata*, *Schoenoplectus californicus* y *Typha domingensis*. El sitio con mayor diversidad fue la Isla de los Gatos, Santiago Atitlán con un total de 15 especies.



Monitoreo de la vegetación acuática, San Juan La Laguna (DICA, 2016).

6.1.3. Propuesta de Plan de Manejo del Tul

Se realizó la propuesta con los comités de tuleros, pescadores, ADECAP UVG, CONAP y área técnica de la AMSCLAE con base en el diagnóstico realizado

durante el año 2015 del tul *Schoenoplectus californicus* y *Typha domingensis* en seis municipios y dos aldeas del Lago de Atitlán. Durante el diagnóstico, se georreferenciaron las masas tulares y se registró el número de plantas (tallos o macollas), % de cobertura, altura, profundidad y área. En total se registró un área de cobertura de 43,239 m² de tul.



Medición de cuadrantes en las masas tulares, Lago de Atitlán (DICA, 2015).

6.1.4. Ríos

Durante el 2016, se continuó el monitoreo de la calidad de agua de las subcuencas Quiscab, San Francisco, Tzununá y La Catarata. En total se realizaron tres muestreos en ocho sitios, donde se toman parámetros in situ, muestras de agua y de macroinvertebrados acuáticos, se realizó una valoración de la calidad de hábitat.



Toma de parámetros in situ y de macroinvertebrados acuáticos (DICA, 2016).

6.1.5. Monitoreo de Caudales

Se realizó la medición de caudales de los principales ríos tributarios (Quiscab, San Francisco, Tzununá, La Catarata y San Buena Ventura) de la Cuenca del Lago de Atitlán. Se determinó que los ríos Quiscab y San Francisco son los que aportan el mayor volumen de agua dentro de la cuenca.

6.1.6. Monitoreo de Salubridad

- 6.1.6.1. Durante el 2016 se efectuó el monitoreo salubridad de aguas recreacionales y de fuentes de agua para consumo humano. Para el primero se realizaron muestreos de agua para análisis microbiológico: en las playas de Panajachel (playa pública y playa Jucanyá), se realizaron cuatro grupos de muestreo: dos durante época seca y dos durante época lluviosa. En los demás puntos recreacionales del lago situados en San Pablo La Laguna; San Lucas Tolimán; San Marcos La Laguna; San Pedro La Laguna; Sololá; Santa Catarina Palopó y San Antonio Palopó, se realizaron tres muestreos.
- 6.1.6.2. En el monitoreo de fuentes de agua para consumo humano, se muestrearon las tomas de agua del lago para potabilización de San Juan La Laguna, Panajachel, Santiago Atitlán, San Pedro La Laguna y San Lucas Tolimán; adicionalmente, se muestrearon nacimientos, pozos y sistemas de distribución de agua potable en el resto de municipios de la Cuenca del Lago de Atitlán.



Tanque central de distribución, Santiago Atitlán.

6.1.7. Monitoreo de plantas de tratamiento de aguas residuales

Durante el 2016, se realizó el muestreo de calidad de aguas en once plantas de tratamiento de aguas residuales. Este muestreo se realiza con el fin de evaluar el funcionamiento y eficiencia de dichas plantas de tratamiento. En coordinación con del Departamento de Saneamiento Ambiental se tomaron dos muestras compuestas, con 3 horas de muestreo continuo. Los muestreos incluyeron la medición de siete variables físico químicas, las cuales se encuentran dentro del Reglamento de Descargas de Aguas Residuales en la Cuenca del Lago de Atitlán (Acuerdo Gubernativo 12-2011).



Santa Cruz La Laguna



San Andrés Semetabaj

6.1.8. Monitoreo Climático

Las condiciones climáticas de la cuenca son registradas a través de la red de estaciones climáticas de la AMSCLAE, las cuales registran diariamente datos de: precipitación; temperatura; humedad relativa; radiación; velocidad del viento entre otros; mensualmente se descarga la información, se ingresan a la base de datos y se publican en la página institucional.

6.1.9. Oscilación del nivel del Lago de Atitlán

La oscilación del nivel del lago se mide mensualmente mediante una escala limnimétrica. Los registros han reflejado una disminución en el nivel del agua del lago desde el año pasado.

Educación Ambiental: El objetivo del Departamento de Educación Ambiental es promover la educación ambiental a través de un cambio de actitud en la población, mediante la formación de una cultura de conservación identificada con el manejo adecuado y sostenible de la Cuenca del Lago de Atitlán.

El Departamento de Educación Ambiental inició la campaña de reducción de uso de plásticos y desechables durante el mes de mayo; el 30 de agosto 2016 durante la presentación del “Reglamento modelo para el manejo integrado de residuos y desechos sólidos para municipios de la Cuenca del Lago de Atitlán” la AMSCLAE lanzó la campaña publicitaria denominada “Salvar el Recurso Último del Planeta (EL HUMANO)”, con las siguientes estrategias: 1) “no uso pajillas”, “no uso bolsas plásticas”, “no uso duroport” 2) “la otra cara del Lago” 3) “sensibilizar a los habitantes de la Cuenca del Lago de Atitlán para que se unan al reto de reducción de plástico”. Con la colaboración de la Escuela de Ciencias de la Comunicación de la Universidad de San Carlos de Guatemala, campaña que ha tenido éxito no solamente a nivel cuenca, sino que

a nivel nacional y ha generado interés de parte de varias municipalidades a unirse al reto y recibir el apoyo de la AMSCLAE.

Entre las actividades más relevantes están las jornadas de sensibilización que se han desarrollado a lo largo del año, en los 15 municipios de la Cuenca del Lago, con énfasis en San Pedro La Laguna y Santa Cruz La Laguna donde se han formado grupos de mujeres replicadoras.

San Pedro la Laguna ha mostrado voluntad para implementar medidas drásticas para la reducción de los desechos sólidos al haber implementado el Acuerdo Municipal Número 111-2016 para la prohibición del uso, venta y distribución de bolsas plásticas, duroport, pajillas y derivados en el municipio de San Pedro La Laguna; Santa Cruz La Laguna ha iniciado la operación del centro de manejo de desechos sólidos en el municipio, lo cual requiere de un seguimiento intenso a la población para lograr una adecuada separación desde el punto de generación.

Adicionalmente la Municipalidad de San Lucas Tolimán ha iniciado la construcción de la infraestructura para el manejo de desechos sólidos, por lo cual ha solicitado a la AMSCLAE el apoyo en sensibilización para hacer eficiente el manejo de los desechos sólidos.

Fomento Económico y Desarrollo Sustentable: El objetivo de este departamento es promover el desarrollo sostenible, para lo cual ha desarrollado estudios para explorar fuentes de energía limpia, cómo alternativa para mejorar las condiciones de vida de los pobladores de la cuenca, específicamente la implementación de micro-hidroeléctricas a filo de agua, el resultado del estudio se ha socializado con las autoridades municipales y ha tenido una buena aceptación, actualmente se están buscando fondos para la fase de ejecución de la obra.

Por otra parte con el apoyo de UNITERRA se inició un estudio sobre la valorización de los recursos naturales en Santiago Atitlán.

De igual forma se está desarrollando un estudio para identificar externalidades del sector empresarial en el Municipio de Panajachel, con el objeto de determinar el impacto negativo que ocasionan los desechos sólidos y líquidos al Lago de Atitlán, e identificar estrategias para establecer una política, con la finalidad de implementar el pago por servicios ambientales (Lago de Atitlán).

Se está asesorando y acompañando el desarrollo de un plan turístico en el municipio de San Antonio Palopó en coordinación con el INGUAT, Municipalidad y actores económicos del municipio.

Se están desarrollando capacitaciones para concientizar sobre el tema de servicios públicos municipales a las autoridades y técnicos municipales con la finalidad de reducir el subsidio municipal.

Se asesora a las municipalidades de la cuenca para el establecimiento de tarifas de los servicios de saneamiento ambiental.

RESUMEN DE PROYECTOS Y ACTIVIDADES AÑO 2016

PROYECTOS Y ACTIVIDADES AÑOS 2016.					
AÑO	MUNICIPIO	COMUNIDAD	DEPARTAMENTO AMSCLAE.	ACTIVIDAD	APORTE AMSCLAE
2016	Lago de Atitlan.	Lago de Atitlan.	DICA	Funcionamiento de laboratorio y compra de equipos.	187565.00
2016	Lago de Atitlan.	Lago de Atitlan.	Agricola forestal	Productos, (masilla, nylon, cal agricola, bolsas, deposito de agua, semillas, fertilizante organico y quimico, accesorios en pvc, motobomba, analisis de nutrientes)	62522.00
2016	Lago de Atitlan.	Lago de Atitlan.	Agricola forestal	Adquisicion de macollas de zacaton y setaria para barreras vivas con agricultores.	82920.00
2016	Lago de Atitlan.	Lago de Atitlan.	Agricola forestal	Adquisicion de madera para composteras en la Aldea San Jorge la laguna y Santa Lucia Utatlan.	28569.00
2016	Lago de Atitlan.	Lago de Atitlan.	Agricola forestal	Adquisicion de herramientas menores (machetes, cobas y pichos).	64475.00

2016	Lago de Atitlan.	Lago de Atitlan.	Saneamiento	Adquisicion de materiales para techado de compostera del centro de manejo del municipio de Santa Catarina Palopo	20851.00
2016	Lago de Atitlan.	Lago de Atitlan.	Saneamiento	Adquisicion de bomba sumergible en bombeo de lixiviados de las plantas de tratamiento de desechos solidos.	3682.00
2016	Lago de Atitlan.	Lago de Atitlan.	Saneamiento	Adquisicion de guantes de hule usados y overoles para la proteccion a los operarios de las plantas.	27050.00
2016	Lago de Atitlan.	Lago de Atitlan.	Educacion	Adquisicion de costal de fibra sintetica para jornadas de limpieza subacuatica.	16087.00
2016	Lago de Atitlan.	Lago de Atitlan.	Educacion	impresión de material educativo EDUCANDO PARA CONSERVAR.	24105.00
2016	Lago de Atitlan.	Lago de Atitlan.	Educacion	Adquisicion de bolsas de manta y bolsas deportivas.	19500.00
2016	Lago de Atitlan.	Lago de Atitlan.	Educacion	Adquisicion de botes para separar los desechos solidos.	57677.00
2016	Lago de Atitlan.	Lago de Atitlan.	Educacion	Adquisicion de servilleta para	9920.00

				actividades de sensibilizacion	
2016	Lago de Atitlan.	Lago de Atitlan.	Educacion	Adquisicion de guantes para jornadas de limpiezas	Q. 12,600.00
2016	Lago de Atitlan.	Lago de Atitlan.	Educacion	impresión de juegos de mesa educativos para sensibilizacion y afiches.	Q. 4,598.00
2016	Lago de Atitlan.	Lago de Atitlan.	Educacion	Impresión de stickers para sensibilizacion en manejo de desechos solidos.	Q. 7,998.00
2016	Lago de Atitlan.	Lago de Atitlan.	Educacion	Adquisicion de saco de malla para jornadas de limpieza subacuatica.	Q. 8,498.00
2016	Lago de Atitlan.	Lago de Atitlan.	Educacion	Impresión de rotafolios educativos y bolsas de papel kraft en sensibilizacion manejo de desechos solidos.	Q. 16,560.00
2016	Lago de Atitlan.	Lago de Atitlan.	Fomento economico	Guia para la educacion en servicios publicos municipales.	Q. 3,496.00
2016	Lago de Atitlan.	Lago de Atitlan.	Fomento economico	Impresión de guia para la educacion en servicios publicos municipales.	Q. 5,356.00
2016	Lago de Atitlan.	Lago de Atitlan.	Fomento economico	Estufas mejoradas prefabricadas para el Caserio Panca, Solola	Q. 83,600.00

2016	Lago de Atitlan.	Lago de Atitlan.	Fomento economico	Rotulos de metal para los lugares sagrados en la Aldea San Jorge la Laguna, en manejo de desechos solidos.	Q. 6,160.00
------	------------------	------------------	-------------------	--	-------------

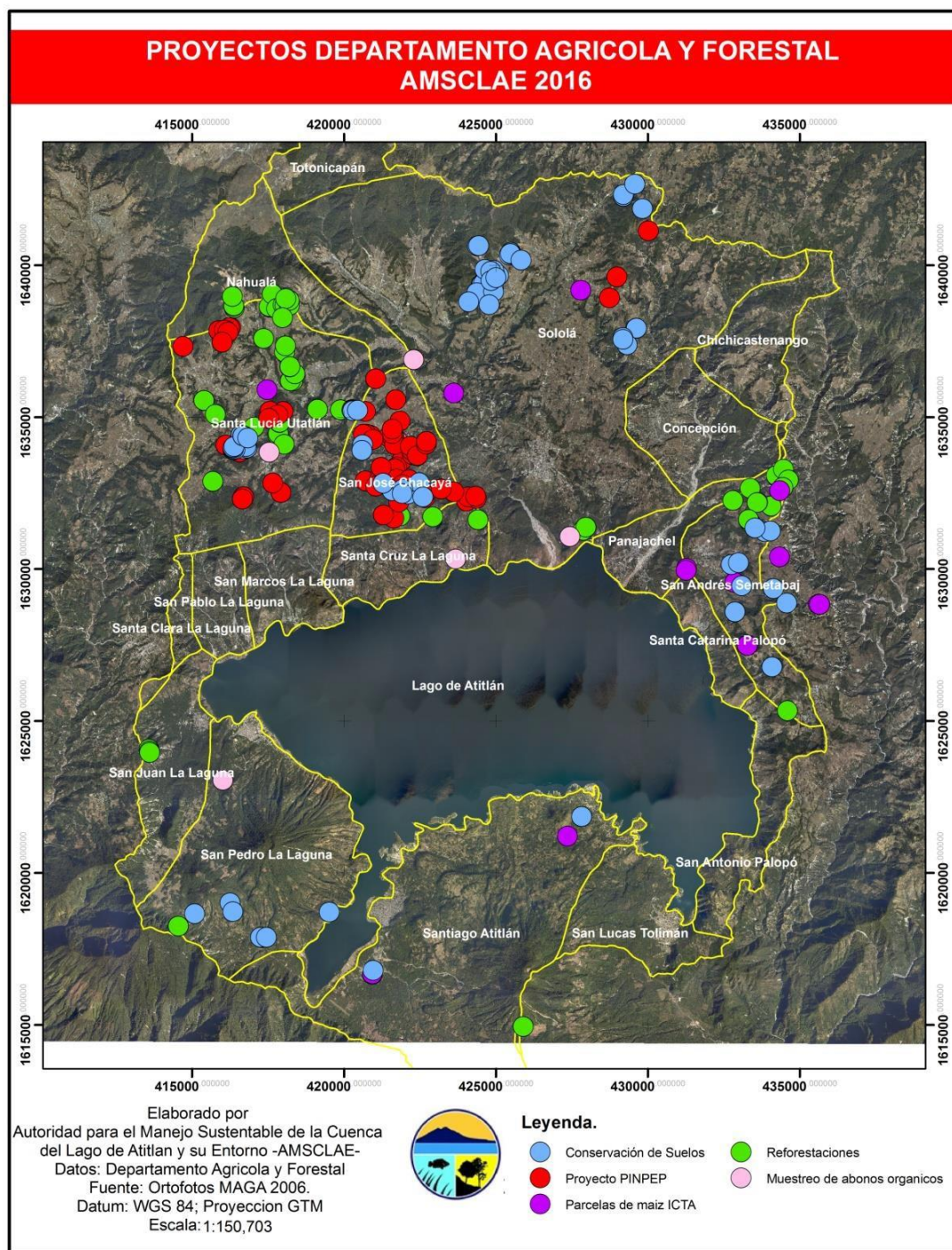
	de Atitlán	Atitlán	Ambiental	bolsas de manta y bolsas deportivas.	
2016	Cuenca Lago de Atitlán	Cuenca Lago de Atitlán	Educación	Adquisición de botes para separar los desechos sólidos.	Q 57,677.00
2016	Cuenca Lago de Atitlán	Cuenca Lago de Atitlán	Educación	Adquisición de servilleta para actividades de sensibilización	Q 9,920.00
2016	Cuenca Lago de Atitlán	Cuenca Lago de Atitlán	Educación	Adquisición de guantes para jornadas de limpiezas	Q 12,600.00
2016	Cuenca Lago de Atitlán	Cuenca Lago de Atitlán.	Educación	Impresión de juegos de mesa educativos para sensibilización y afiches.	Q 4,598.00
2016	Cuenca Lago de Atitlán	Cuenca Lago de Atitlán	Educación	Impresión de stickers para sensibilización en manejo de desechos sólidos.	Q 7,998.00
2016	Cuenca Lago de Atitlán	Cuenca Lago de Atitlán	Educación	Adquisición de saco de malla para jornadas de limpieza subacuática.	Q 8,498.00
2016	Cuenca Lago de Atitlán	Cuenca Lago de Atitlán	Educación	Impresión de rota folios educativos y bolsas de papel kraft en sensibilización manejo de desechos sólidos.	Q 16,560.00
2016	San Pedro La Laguna	San Pedro La Laguna	Fomento económico	Guía para la educación en servicios	Q 3,496.00

				públicos municipales.	
2016	San Pedro La Laguna	San Pedro La Laguna	Fomento económico	Estufas mejoradas prefabricadas para el Caserío Panca, Sololá	Q 83,600.00
2016	San Juan La Laguna	San Juan La Laguna	Fomento económico	Rótulos de metal para los lugares sagrados en la Aldea San Jorge la Laguna, en manejo de desechos sólidos.	Q 6,160.00

Fuente: SICOIN/AMSCLAE al 12 de
diciembre 2016

DESAFÍOS

1. Establecer y desarrollar con los pobladores de la Cuenca del Lago de Atitlán un cambio de actitud y compromiso particularmente en la disposición de los desechos sólidos y aguas residuales; para disminuir la contaminación del Lago de Atitlán y poder generar un sentimiento positivo para la conservación de los recursos naturales de la misma.
2. Generar un cambio social con acciones que beneficien a los recursos naturales.
3. Gestionar contrapartidas en temas de educación ambiental y saneamiento ambiental para fortalecer los compromisos institucionales.
4. Establecer una adecuada coordinación interinstitucional a nivel cuenca para evitar duplicidad de esfuerzos y hacer más eficiente el uso de los recursos económicos y humanos.
5. Influir en los alcaldes para que tomen conciencia del deterioro ambiental y el impacto negativo sobre el ambiente y principalmente sobre el ser humano para que puedan destinar recursos del presupuesto municipal y del CODEDE de Sololá para Agua, Saneamiento y Salud.
6. Ampliar el presupuesto institucional para poder realizar nuevos proyectos de inversión para reducir la contaminación a través del manejo adecuado de las aguas residuales, desechos sólidos y suelos.
7. Atraer inversión nacional e internacional para conservar, preservar y resguardar el Lago de Atitlán y su Entorno.
8. Implementar políticas públicas para reducir la generación de desechos sólidos.
9. Incidir fuertemente en la comisión de ambiente del CODEDE de Sololá.



Fuente: Departamento Agrícola y Forestal – AMSCLAE 2016

SEPARACION DESECHOS ORGANICOS E INORGANICOS EN LA CUENCA ATITLAN 2016

No.	Municipio	Ubicación de la planta.	Tipo de planta	PPC kg/hab/día(4)	Personas Aprox. 2016 (INE)(1)	Total de basura generado por año (TM)(5)	% hab. servidos con el proyecto de CMDS(2)	Personas servida con el proyecto de los CMDS(3)	DESECHOS TRATADOS			DESECHOS NO TRATADOS		
									Total de basura tratada por año en los CMDS (TM)(5)	Total de desechos organicos 60%(TM)(5)	Total de desechos inorganicos 40%(TM)(5)	Total de basura faltantes de tratar (TM)(5)	Total de desechos organicos 60%(TM)(5)	Total de desechos inorganicos 40%(TM)(5)
1	Sololá	Coxom, Argueta.	Centro de transferencia de residuos solidos	0.36	46,050	6,050.97	43	45,500	5,978.70	3,587.22	2,391.48	72.27	43.36	28.91
2	Sololá	San Jorge La Laguna	Centro de transferencia de residuos solidos	0.19	4,825	334.61	80	3,900	270.47	162.28	108.19	64.15	38.49	25.66
3	San José Chacayá	Los Arenales	Planta de tratamiento de residuos solidos	0.3	5,467.00	528.34	85	4,101	449.09	269.45	179.63	79.25	47.55	31.70
4	Santa Lucía Utatlán	Santa Lucía Utatlán	Planta de tratamiento de residuos solidos	0.29	25,998.00	578.68	90	4,920	520.81	312.49	208.33	57.87	34.72	23.15
5	Panajachel	Pamuch	Centro de acopio de residuos solidos	0.33	18,925.00	3,131.46	45	11,699	1,409.16	845.49	563.66	1,722.30	1,033.38	688.92
6	San Lucas Tolimán	La Cumbre	Planta de tratamiento de residuos solidos	0.29	31,796.00	2,003.21	40	7,570	801.28	480.77	320.51	1,201.93	721.16	480.77
7	San Pablo La Laguna	Xetajuyu	Centro de transferencia de residuos solidos	0.23	7,825.00	2,669.27	60	19,078	1,601.56	960.94	640.63	1,067.71	640.63	427.08

8	San Marcos La Laguna	Pasacap	Centro de transferencia de residuos solidos	0.24	4,855.00	685.47	90	7,043	616.92	370.15	246.77	68.55	41.13	27.42
9	San Juan La Laguna	Pacorial	Centro de transferencia de residuos solidos	0.25	6,291.00	443.02	65	3,156	287.96	172.78	115.18	155.06	93.03	62.02
10	San Pedro La Laguna	Xequistel	Planta de tratamiento de residuos solidos	0.26	19,645.00	597.02	55	3,460	328.36	197.02	131.34	268.66	161.19	107.46
11	Santiago Atitlan	Tzanchaj	Centro de transferencia de residuos solidos	0.33	47,745.00	2,366.24	85	16,698	2,011.30	1,206.78	804.52	354.94	212.96	141.97
12	Aldea Cerro de Oro	Patzilin Abaj	Centro de acopio de residuos solidos	0.2	2,725.00	3,485.39	80	38,196	2,788.31	1,672.98	1,115.32	697.08	418.25	278.83
13	Santa Cruz La Laguna	Sector Panpatin	Planta de tratamiento de residuos solidos	0.22	8008	218.82	60	1,635	131.29	78.77	52.52	87.53	52.52	35.01
			TOTAL		176,097.00	16,822.71	775.00	119,820.80	11,085.23	6,651.14	4,434.09	5,737.48	3,442.49	2,294.99

Fuente: Base de datos INE.
(www.ine.gob.gt)

- 1 Fuente: Recopilacion de informacion en municipalidades en base al recorrido del tren de aseo
- 2 Estimacion realizada por el departamento de Desechos Solidos con la aprobacion de las municipalidades.
- 3 Fuente: Caracterizacion realiza por el departamento de Desechos Solidos de AMSCLAE bajo el metodo de Dr. Kunitoshi Sakurai
- 4 Fuente: Calculo realizado por el departamento de Desechos Solidos de AMSCLAE
- 5 Centro de Manejo de Desechos Solidos (CMDS)

N o.	MUNICIPIO	No. Habitantes (1)	Cuentan con planta de tratamiento de aguas residuales		Poblado	Cantidad de personas servidas	Tecnologías para el tratamiento de agua residual	Entidad Constructora	Coordenadas ubicación de la planta. (GTM)(2)		Porcentaje de cobertura	Caudal/diseño (lts/seg) (2)	Caudal promedio/actual (lts/seg) (2)	% de remoción en DQO	% de remoción DBO	Aporte de AMSCLAE	Apoyo Interinstitucional
			SI	NO					x	y							
1	Sololá	136,884	x														
			x		Barrio San Bartolo.	12,010	Anaerobio: UASB + Aerobio: Filtro	Proyecto ALA 88/22	426830	1632721	8.77%	24	10.70	64.626	89.900 %	Análisis de calidad de agua	Municipalidad
			x		Barrio San Antonio	7,010	Percolador Anaerobia: UASB + Aerobia: Filtro	Proyecto ALA 88/22	425544	1633573	5.12%	11	5.37	84.955	78.840 %	Análisis de calidad de agua	Municipalidad
			x		Aldea San Jorge La Laguna.	2,070	Percolador Anaerobio: UASB + Aerobio: Filtro	AMSCLAE	427416	1631228	1.51%	4	3.33	60.479	71.498 %	Análisis de calidad de agua	COCODE
							Percolador Anaerobio:	Fondo de								Análisis	
2	Panajachel	19,182	x		Colonia Maria Tecun	1,510	UASB + Aerobio: Filtro Percolador	Inversion Social	423484	1637912	1.10%	5	3.56	77.435	52.663 %	de calidad de agua	COCODE
					Cebollales(cobertura 42.5% de la poblacion)	8,152	Lodos activados (Convencional)	INFOM	429383	1629583	42%	37	20.8	56.822	76.127 %	Dotacion de materiales de construccion para el techado de patio de secado	de lodos cebollales I Q76,572.

Municipalida
d

66 y a n a l																	
3	Sta. Lucia	25,948															
			x		Aldea Novillero	3,400	Anaerobio : Fosa Septica + Sistema natural	AMSCLAE	417498	1635899	40.00%	2	1.49	39.614	73.050%	Analisis de calidad de agua	COCODE
4	Sn. Andres Semetabaj	14,054	x		San Andres Semetabaj	1,010	Anaerobio : Imhoff + Aerobio: Filtro Percolador	AMSCLAE	431458	1630426	7.2%	8	11.23	55.970	61.736%	Analisis de calidad de agua	Municipalidad
5	Sta. Catarina Paleno	6,673	x		Sta Catarina Paleno	2,560	Lodos activados (aireación extendida)	Amigos del Lago	431614	1627963	38.4%	3	5.75	92.775	98.790%	Analisis de calidad de agua	Municipalidad
6	Sn. Lucas Tolimán	32,505		X	Bahia, relleno	520	Lodos activados (aireación extendida)	0	0	0	1.60%	0	0.80	21.030	7.477	Analisis de calidad de agua	Municipalidad
7	Santiago Atitlan	49,656	X		Aldea Chukumuk	3,145	Anaerobio : Imhoff + Aerobio : Filtro Percolador + Sistema natural	Cooperación Andaluza	422711	1620966	6.3%	19	11.55	57.355	87.319%	Analisis de calidad de agua	COCODE
8	Santa Cruz La Laguna	8,347	x		Santa Cruz La Laguna	1,210	Anaerobio : Imhoff + Aerobio: Filtro Percolador	Municipalidad	423859	1630274	14.5%	6	5.85	15.426	3.226%	Analisis de calidad de agua	Municipalidad

TOTAL 293,249 42,597

FUENTES DE INFORMACION.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA (INE)

1 <http://www.ine.gob.gt/np/poblacion/>

Datos de estudios elaborados por AMSCLAE, Depto Saneamiento Ambiental Y Depto

2 **Investigacion y Calidad Ambiental.**

Aceite quemado de automotor

Total recolectado desde julio de 2016 a la fecha: 48 toneles equivalentes a 2,640 galones

Enviados a: Transportes Montecristo

Talleres con cobertura

Municipio	Nombre del Inmueble
Panajachel	Taller Velcky
Panajachel	Taller El Sur
Panajachel	Taller Melvin
Panajachel	Taller Emilio
Panajachel	Taller Maco
Panajachel	Centro de Acopio AMSCLAE
Panajachel	Taller Adulam
Panajachel	Taller Auto mecánica Minchos
Panajachel	Taller Multiservicios Guayo
Panajachel	Servicio Automotriz Tobar
Panajachel	Taller Mecánico Sergio
Sololá	Transportistas Sololá-Panajachel
Sololá	Aceitera y Transportes Mendoza
Sololá	Taller Mario Cabrera
Sololá	Autodiagnóstico Fortaleza
Santa Catarina Palopó	Taller de lanchas Sajvin

Aceite usado vegetal

Total recolectado desde enero a la fecha: 350 canecas, equivalentes a 1,750 galones

Enviados a: Ecoenergía s.a.

Restaurantes con cobertura

Municipio	Nombre del Inmueble
Sololá	El Encanto de Atitlán
Sololá	Café Rebek
Sololá	Santa Ana
Sololá	Cackchiquel Atitlán
Sololá	Chinito
Sololá	El Cafetín
Santa Lucía Utatlán	Santa Rita
Santa Lucía Utatlán	Rapicomidas Santa Rita
Santa Lucía Utatlán	Ocean Tay
Santa Lucía Utatlán	Pollo Frito Chris
San Juan La Laguna	Elenita
San Juan La Laguna	Rosario
San Juan La Laguna	Fiesta en la Boca

Santa Catarina Palopó	Hotel Casa Palopó
San Pedro La Laguna	Tacomex
San Pedro La Laguna	Manuel
San Pedro La Laguna	K'owaii
Santiago Atitlán	Hotel Posas Santiaguito
Santiago Atitlán	Hotel y Restaurante EL Bambú
Santiago Atitlán	Restaurante Las Lagartijas
Santiago Atitlán	Restaurante El Paisaje
Santiago Atitlán	Restaurante El Pescador
Santiago Atitlán	Restaurante Brisas del Lago
Santiago Atitlán	Hotel y Restaurante Tiosh Abaj
Panajachel	Restaurante 27A
Panajachel	Hotel y Restaurante Cacique Inn
Panajachel	Restaurante Atitlán
Panajachel	Reciclando por ti
Panajachel	Porta Hotel del Lago
Panajachel	Restaurante Riccasolli
Panajachel	Restaurante Lazzaronis Pizza

Recolección de electrónicos

Reciclatón en Panajachel y Santa Lucía Utatlán:

Se recolectaron: 42 quintales

Enviados a: RECOLECA S.A

.

Santa Lucía Utatlán	6.3qq
Panajachel	35.7qq
TOTAL	42qq



"Salvar el Lago de Atitlán es tarea de todos"