

Capacidades analíticas

instaladas en los Laboratorios
de Aguas Residuales CAFTA-DR y
Panamá

Este documento ha sido posible gracias al apoyo del pueblo de los Estados Unidos de América a través de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). Los puntos de vista/opiniones de esta guía son responsabilidad del CATIE y no reflejan necesariamente los de USAID o los del Gobierno de los Estados Unidos.

628.161

C236

Capacidades analíticas instaladas en los laboratorios de aguas residuales
CAFTA – DR y Panamá / Dir. Edit. Dalys M. Rovira R. ; Coord. Edit.
USEPA , USAID, CATIE. --1ra. ed. – Chiriquí, Panamá : Sistema
Integrado de Divulgación Científica, Vicerrectoría de Investigación y
Posgrado, Universidad Autónoma de Chiriquí, 2018.
142 p. : il. ; 22 cm.

ISBN: 978-9962-708-10-0

Incluye: Bibliografía al final de cada capítulo

1. Calidad del agua – Análisis y control 2. Laboratorios de calidad de
aguas – América Latina 3. Control de calidad del agua – América central y
El Caribe 4. Aguas residuales 5. Análisis del agua

I. Rovira Ríos, Dalys M., editora II. Agencia de los Estados Unidos para el
desarrollo internacional (USAID) III. Agencia para la Protección Ambiental de
los Estados Unidos (USEPA) IV. Centro Agronómico Tropical de Investigación
y Enseñanza (CATIE) V. Tratado de Libre Comercio entre Estados Unidos,
Centroamérica y República Dominicana (CAFTA - DR)

La responsabilidad de los textos publicados recae exclusivamente en los autores y su contenido no refleja necesariamente el criterio de la institución. Se autoriza la reproducción total o parcial de los artículos presentados, con la correspondiente cita de la fuente completa.



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA

CATIE
Institución for environment and agriculture
Institución para el ambiente y desarrollo



ISBN: 978-9962-708-10-0

Primera edición: 2018

Dirección editorial: Dra. Dalys M. Rovira R.

Coordinación editorial: USEPA-USAID-CATIE

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIRIQUÍ

Vicerrectoría de Investigación y Posgrado

Ciudad Universitaria, Vía Interamericana,

David, Chiriquí, República de Panamá

Tel.: (507) 730-5300 ext. 3001 - 3002

E mail: sidic@unachi.ac.pa

FICHA TÉCNICA

21,59 cm

142 páginas

200 ejemplares

Imprenta

Contra portada: Foto Sitio Rondón, David, Panamá

Diseño gráfico y diagramación: IO.07.2018

Colaboración: FadeC.08.2018

Publicación del sistema integrado de divulgación científica UNACHI. Julio 2018



Prólogo

El propósito de este documento es brindar un panorama general de las capacidades analíticas de cada país en relación con los laboratorios dedicados al control de la calidad de las aguas residuales, y evaluar sus fortalezas y oportunidades de mejoras.

En reunión celebrada en la Universidad Autónoma de Chiriquí, República de Panamá en julio de 2018, se conformó la Red de Laboratorios de Aguas Residuales de la Región Centroamericana y del Caribe, integrada por: Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá y República Dominicana.

En el escenario de este encuentro, se abordaron temas de gran relevancia para los laboratorios como la nueva versión ISO/IEC 17025 y las técnicas de muestreo, con el fin de asegurar una gestión eficiente del recurso hídrico, mediante el suministro de información confiable en los distintos análisis del agua. Se tomó en cuenta que la protección, conservación y el tratamiento de las aguas residuales es un deber de todos; ya que, es fundamental lograr que los procesos domésticos e industriales sean realizados sin peligro para la salud humana y sin daño al ambiente.

Como editora de este libro agradezco a los autores por su contribución con la información suministrada, que es un gran aporte para la gestión del conocimiento relativo a los recursos humanos, infraestructura, equipamiento y metodología utilizada en los diferentes ensayos; de esta forma, se posee una visión de la realidad de nuestros países para lograr una verdadera integración de los laboratorios en la región.

Dra. Dalys Maribel Rovira

Directora del Laboratorio de Agua
y Servicios Físicoquímicos
Universidad Autónoma de Chiriquí

Índice

Resumen Ejecutivo	7
--------------------------	---

COSTA RICA

Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA).	10
---	----

*Laboratorio Referente Regional 2018 – 2023

Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA) – Universidad de Costa Rica.	21
--	----

*Laboratorio Referente Nacional 2018 – 2023.

EL SALVADOR

Laboratorio de Control de Calidad de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA)	36
--	----

*Laboratorio Referente 2018 - 2023.

Laboratorio de Calidad de Agua del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).	45
--	----

GUATEMALA

Laboratorio Nacional de Salud para la evaluación de la calidad de aguas residuales en Guatemala.	56
--	----

HONDURAS

Centro de Estudios y Control de Contaminantes CESCO de Honduras para la evaluación de la calidad de aguas.	66
--	----

NICARAGUA

Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua - CIRA.	78
---	----

PANAMÁ

Laboratorio de Análisis Industriales y Ciencias Ambientales (LABAICA) de la Universidad Tecnológica de Panamá. 90

Laboratorio de Aguas y Servicios Fisicoquímicos de la Universidad Autónoma de Chiriquí, Panamá. 99
*Laboratorio Referente Nacional 2017-2022.

Instituto Especializado de Análisis de la Universidad de Panamá. 109

Laboratorio de Calidad Ambiental del Ministerio de Ambiente, Panamá. 118

REPÚBLICA DOMINICANA

Laboratorio Nacional de Referencia Calidad de Agua Ing. Marco Rodríguez del Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA) 127

Resumen Ejecutivo

Para limpiar los cuerpos de agua de Centroamérica y República Dominicana se necesita la innovación y dedicación de los laboratorios de aguas residuales. La región cuenta con un manantial de ambas cualidades.

La Red Regional de Laboratorios de Aguas Residuales ha sido formada a través de la cooperación de Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), con la colaboración de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) y del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

En el presente documento se sintetiza información de distintos laboratorios seleccionados por su alto compromiso institucional de entrenar a otros, su sistema de control de calidad operativo, su satisfactoria participación en pruebas entre diversos laboratorios, la competencia técnica de su personal, su adecuada infraestructura de entrenamiento y de laboratorio, y su posición jerárquica organizativa que no genera conflictos de interés.

Además, se identifican a los siguientes laboratorios como referente regional y referentes nacionales: el Laboratorio del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), el Laboratorio de Control de Calidad y Contaminantes del Agua de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados de El Salvador, el Laboratorio de Aguas y Servicios Físico Químicos de la Universidad Autónoma de Chiriquí (LASEF), el laboratorio de Calidad de Aguas del Centro de Investigación en Contaminación Ambiental de la Universidad de Costa Rica (UCR/CICA) y el Laboratorio de Microbiología de Aguas de la Universidad de Costa Rica.

Estos logros han sido posibles gracias al Proyecto de USAID Fortalecimiento de Laboratorios de Aguas Residuales para CAFTA-DR, una iniciativa que en primer lugar buscó reducir la confusión en torno a la duplicidad de leyes que se traduce en una falta de cumplimiento de las leyes ambientales. Además, a través del proyecto se descubrió que la débil capacidad de los laboratorios para determinar con precisión la calidad de los vertidos de aguas residuales presentaba un grave obstáculo en el cumplimiento de dichas leyes.

Para los países firmantes del CAFTA-DR, haber alcanzado y superado los objetivos planteados bajo este proyecto ha sido un verdadero éxito. Los beneficios son tangibles para la población: progresivamente esta podrá contar con ríos y lagos con un grado menor de contaminación lo que abonará a la sostenibilidad del recurso hídrico en Centroamérica y República Dominicana.

Nuestros reconocimientos también a la invaluable asistencia técnica brindada por Marilyn Maycock, Alberto Korgi, Freddy Ortiz, Luis Ríos y Magdalena de Aguilar que a través del tiempo han compartido sus conocimientos.

MSc. Rubén Alemán

Especialista Ambiental USAID - El Salvador



Costa Rica

LABORATORIO NACIONAL DE AGUAS, INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS (AyA). LABORATORIO REFERENTE REGIONAL 2018 – 2023

CAPACIDADES TÉCNICAS INSTALADAS PARA EL ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES

Ramírez Corrales, José Miguel; Alfaro Arrieta, Ernesto. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA).
E-mail: jmramirez@aya.go.cr

Introducción

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), ha convocado a representantes de los países centroamericanos y República Dominicana a una feria a realizarse en Panamá, en el marco de una actividad organizada por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).

En esta actividad, el Laboratorio Nacional de Aguas (LNA) expondrá como Costa Rica ha realizado, permanente y sosteniblemente, la vigilancia de las aguas residuales, amparados en sistemas de calidad debidamente acreditados con las normas INTE/ISO-IEC 17025: 2005 y 17020: 2012, pero monitoreando también el cumplimiento de la legislación nacional vigente con base al Reglamento de vertidos y reuso de aguas residuales.

Por otra parte, desde el año 1984, el LNA incursionó activamente en el campo de la investigación, realizando diversos estudios relacionadas con el agua, el ambiente y la salud.

Reseña histórica del LNA

El 20 de enero de 1964 inició funciones el Laboratorio Central de AyA. El personal del mismo realizó los primeros exámenes de agua en Tres Ríos. Para ello se acondicionó un corredor en la antigua casa del ingeniero jefe de la Planta de Tratamiento.

En 1970 se amplió a distintos acueductos urbanos administrados y operados por AyA. En la década de los 80 el rumbo del laboratorio cambió, al iniciarse varias investigaciones en el campo de la contaminación ambiental y subsecuentemente se fortalece el objetivo de brindarle más impulso a la vigilancia y la calidad del agua.

En 1997 se designa al Laboratorio Central de AyA como Laboratorio Nacional de Aguas, LNA, ampliándose el rango de acción a todo el país y a todos los entes operadores de acueductos.

En agosto del 2010 el LNA fue designado como "Referente Nacional de Costa Rica en el Análisis de Aguas Residuales", por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA), la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), y el Instituto de Metrología de la República Federal de Alemania lo que permite una independencia del laboratorio a través de la construcción de un nuevo edificio exclusivo para el análisis de aguas residuales.

Con esto, queda debidamente establecido el Laboratorio Nacional de Aguas, perteneciente al Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, cuya función principal será vigilar la calidad del agua de todos los acueductos del país, y en sus diferentes usos, y con ello coadyuvar en la conservación de la salud de todos los habitantes de Costa Rica.

Misión del Laboratorio

Contribuir con el mejoramiento de la salud y la calidad de vida de los costarricenses, mediante el desarrollo de programas de vigilancia y control de la calidad del agua en sus diferentes usos.

Visión del Laboratorio

El Laboratorio Nacional de Aguas será el centro de referencia de análisis para la vigilancia y control de la calidad del agua en todo Costa Rica, en coordinación con el Ministerio de Salud Pública.

Certificado de Acreditación

Laboratorio de ensayos de agua acreditado ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) con la Norma INTE/ISO-IEC 17025:2005, a través del certificado #LE- 049, del 08 de enero de 2008.

En agosto del 2010 el LNA fue acreditado como Laboratorio "Referente Nacional de Costa Rica en el Análisis de Aguas Residuales", por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA).

Organismo de inspección acreditado ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) con la Norma INTE/ISO-IEC 17020:2012, a través del certificado # OI - 033, del 12 de enero de 2016.

Normativa (reglamentos vigentes que rigen aguas residuales en el país)

- Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales. Decreto ejecutivo N° 33601-MINAE-S, publicado en el periódico oficial La Gaceta el 19 de marzo de 2007.

- Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficial. Decreto Ejecutivo N° 33903-MINAE-S, publicado en el periódico oficial La Gaceta el 17 de setiembre de 2007.
- Reglamento para el Manejo y Disposición Final de Lodos y Biosólidos. Decreto Ejecutivo N° 39316-S, publicado en el periódico oficial La Gaceta el 02 de diciembre de 2015.

Matrices que analiza el Laboratorio

- Agua potable
- Aguas residuales
- Agua de mar
- Aguas de piscinas
- Lodos

Cuadro 1: Ensayos analíticos que realiza el laboratorio.

Parámetro	Método	Referencia Bibliográfica
Temperatura	Termométrico	SM 2550
Oxígeno Disuelto	Modificación de azida	SM 4500-O C
Carbono Orgánico Total, COT	Combustión alta Temperatura infrarrojo.	SM 5310 B
Demanda Bioquímica de Oxígeno-DBO ₅ ^t 20. Total y Soluble	DBO 5-Días. Incubación.	SM 5210 B
Nitrógeno Amoniacal	Destilación 8038 Nessler Colorimétrico	SM4500-NH ₃ B.
Nitrógeno Orgánico y Total Kjeldahl	Macro Kjeldahl	SM 4500-N _{org} B.
Grasas y Aceites	Extracción con Hexano-Gravimétrico.	SM 5520 B.
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	Sólidos Suspendidos Totales secados a (103 - 105) °C	SM 2540 D

Sólidos Disueltos Totales (SDT)	Sólidos Disueltos Totales secados a 180 °C	SM 2540 C
Sólidos Totales Totales (STT)	Sólidos Totales secados a (103 - 105) °C	SM 2540 B
Sólidos Suspendidos Sedimentables	Sólidos Sedimentables Volumétrico	SM 2540 F
Fósforo Total y Soluble	Cloruro Estañoso	SM 4500-P D
Sustancias Activas al Azul de Metileno-(SAAM)	Surfactantes Aniónicos como MBAS. Colorimétrico	SM 5540 C
Demanda Química de Oxígeno-DQO Total y Soluble	Reflujo Cerrado, Colorimétrico	SM 5220 D
Nitrato	Espectrofotómetro Method 8039	SM 4500 - NO ₃ E Hach Company
pH	Electrométrico	SM 4500-H ⁺ B
Color Verdadero y Aparente	Espectrométrico	SM 2120 C
Conductividad	Conductancia	SM 2510 B
Turbiedad	Nefelométrico	SM 2130 B
Potasio	Espectrometría de emisión de llama	SM 3500-K B
Sodio	Espectrometría de emisión de llama.	SM 3500-Na B
Aluminio	Espectrometría de Masas con Plasma de Acoplamiento Inductivo ICP-MS	SM 3125 B
Antimonio	Espectrometría de Masas con Plasma de Acoplamiento Inductivo ICP-MS	SM 3125 B
Arsénico	Espectrometría de Masas con Plasma de Acoplamiento Inductivo ICP-MS	SM 3125 B
Cadmio	Espectrometría de Masas con Plasma de Acoplamiento Inductivo ICP-MS	SM 3125 B
Cobre	Espectrometría de Masas con Plasma de Acoplamiento Inductivo ICP-MS	SM 3125 B

Cromo	Espectrometría de Masas con Plasma de Acoplamiento Inductivo ICP-MS	SM 3125 B
Hierro	Espectrometría de Masas con Plasma de Acoplamiento Inductivo ICP-MS	SM 3125 B
Manganeso	Espectrometría de Masas con Plasma de Acoplamiento Inductivo ICP-MS	SM 3125 B
Mercurio	Espectrometría de Masas con Plasma de Acoplamiento Inductivo ICP-MS	SM 3125 B
Níquel	Espectrometría de Masas con Plasma de Acoplamiento Inductivo ICP-MS	SM 3125 B
Plomo	Espectrometría de Masas con Plasma de Acoplamiento Inductivo ICP-MS	SM 3125 B
Selenio	Espectrometría de Masas con Plasma de Acoplamiento Inductivo ICP-MS	SM 3125 B
Zinc	Espectrometría de Masas con Plasma de Acoplamiento Inductivo ICP-MS	SM 3125 B
Determinación de coliformes fecales	Técnica de tubos múltiples (NMP)	SM 9221 E
Determinación coliformes fecales y Escherichia coli	Técnica de membrana filtrante en aguas	SM 9222 D
Determinación de Salmonella	Cualitativa	SM 9260 B
Determinación de Coliformes Fecales y E. coli en Lodos	Técnica de Número más Probable (NMP)	SM 9221 E y 9221 F
Determinación Y Cuantificación de Huevecillos de Helmintos	Centrifugación y Flotación	NOM-004-SEMARNAT-2002

Determinación de Coliformes Fecales en Lodos	Técnica de Membrana Filtrante (MF)	SM 9222D
--	------------------------------------	----------

Cuadro 2: Equipos principales del Laboratorio del AyA.

EQUIPO	MARCA	SERIE
Incubadora para DBO	Fisher Scientific	----
Reactor de DQO	HACH	951200013544
Espectrofotómetro DR 3900	HACH	1519529
Analizador de COT	Dorhmann USA	96190015
Digestor Kjeldhall	Labconco	030300460 Z
Espectrofotómetro	HACH	9806000009217
Incubador para Microbiología	Precision 6LM	161130-161
Ultracongelador a -20°C	Revco VWR brand	W18G-352221-XG
Centrífuga	Fischer Scientific	1121-10-00-0001
Baños María	Precision 270	698120965
Destilador	Thomas Scientific	476441-17
Autoclaves	Consolidated Stills & Sterilizers	----
Estereoscopio	Olympus	7L01818
Microscopio Invertido	Jenco	V208220
Microscopio de Luz con cámara y monitor	Olympus	7C44935

Cuadro 3: Recursos Humanos del Laboratorio de Referencia, LNA.

Cantidad	Profesión
4	Microbiólogo
6	Químicos
1	Ingeniero Químico
2	Biólogo
2	Biólogos con Énfasis en Biotecnología
2	Ingenieros Biotecnólogos
1	Gestor Ambiental
1	Ingeniero Mecánico
2	Administrador de Empresas
1	Educador
1	Educación Preescolar
1	Ingeniero Informático
1	Técnico Informático

13	Asistente de Muestreo
11	Asistente de Laboratorio
1	Manejo de Recursos Naturales
1	Recurso Humano
5	Administrativo
1	Técnico Mantenimiento
1	Contador
58	Total

Fortalezas

- Cuenta con personal de amplia experiencia en investigación, vigilancia y control de la calidad el agua.
- La acreditación de la gestión, muestreo y 82 técnicas de laboratorio (tanto para agua potable como para agua residual), con la Norma INTE-ISO/IEC 17025:2005, y cinco modalidades de Inspecciones Sanitarias con la Norma INTE-ISO/IEC 17020:2012.
- La trayectoria y confiabilidad institucional y de la población en los resultados de análisis del LNA.
- La creación e implementación de los programas de incentivos comunitarios.
- La experiencia en la realización de estudios en agua, ambiente y salud.
- El LNA brinda imparcialidad, y lo libra de presiones que puedan influir en su juicio técnico.
- La participación en la elaboración del “Programa Nacional de Manejo Adecuado de Aguas Residuales 2017-2030”.
- Es el laboratorio de referencia, a nivel nacional, en análisis de agua potable, según el Ministerio de Salud.
- La designación como Laboratorio Nacional de Aguas mediante el Decreto Ejecutivo 26066-S.
- La designación como “Referente Nacional de Costa Rica en el Análisis de Aguas Residuales”, por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA), la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo

Internacional (USAID), y el Instituto de Metrología de la República Federal de Alemania.

- El LNA fue honrado con la entrega de un “PREMIO A LA EXCELENCIA ANALÍTICA”, por los resultados obtenidos durante las rondas interlaboratoriales realizadas con la USEPA, durante la escogencia del referente nacional de aguas residuales.
- La reciente creación e implementación de Políticas Nacionales de Agua Potable y Manejo Adecuado de Aguas Residuales.
- El LNA inició la gestión para la construcción de un nuevo edificio, que cuente con las condiciones técnicas y de comodidad de un laboratorio moderno.

Debilidades

- Gran parte del personal del LNA cuenta con muchos años de trabajar para la Institución, y su inminente salida ocasiona una pérdida valiosa para la organización.
- La infraestructura actual del laboratorio es deficiente y requiere una remodelación o bien, la concretización de la construcción de una nueva sede. Estrategia que está en trámite.

Conclusiones

El LNA de Costa Rica es un laboratorio de ensayos de parámetros microbiológicos, biológicos, físicos y químicos, cuyas técnicas están debidamente acreditadas con la Norma INTE/ISO-IEC 17025: 2005.

El LNA también realiza inspecciones sanitarias en acueductos, plantas de tratamiento, playas, emergencias químicas y emergencias microbiológicas por brotes de diarrea, cuyos procedimientos se encuentran acreditados con la Norma INTE/ISO-IEC 17020: 2012.

Su personal cuenta con un proceso de capacitación

permanente, el cual obedece a las necesidades detectadas a través del proceso de mejora continua producto de la implementación de un Sistema de Calidad debidamente afianzado y sostenible, y utilizando la información obtenida de la Revisión por la Dirección, las Auditorías Internas y Externas, la participación en Ensayos Interlaboratoriales, entre otras medidas debidamente implementadas y ejecutadas.

El LNA da confianza a todos sus clientes y credibilidad de sus resultados por medio de materiales de referencia certificados y adquiridos de organismos proveedores debidamente acreditados.

Referencias

APHA, AWWA, WEF. (2017). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, 23 edition. Washington.

Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales. Decreto ejecutivo N° 33601-MINAE-S, publicado en el periódico oficial La Gaceta el 19 de marzo de 2007.

Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficial. Decreto Ejecutivo N° 33903-MINAE-S, publicado en el periódico oficial La Gaceta el 17 de setiembre de 2007.

Reglamento para el Manejo y Disposición Final de Lodos y Biosólidos. Decreto Ejecutivo N° 39316-S, publicado en el periódico oficial La Gaceta el 02 de diciembre de 2015.

Norma INTE/ISO-IEC 17025:2005

Norma INTE/ISO-IEC 17020:2012

Fotografías



Laboratorio de AR



Digestor de Nitrógeno



Área de trabajo de
Microbiología



Cámara de flujo laminar



CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CONTAMINACIÓN AMBIENTAL (CICA)- UNIVERSIDAD DE COSTA RICA LABORATORIO REFERENTE NACIONAL 2018 – 2023.

CAPACIDADES TÉCNICAS INSTALADAS PARA EL ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES

Molina Delgado, Johan; Masis Mora, Mario; Chaves Amuy, Andrés. Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA)-Universidad de Costa Rica. E-Mail: aguas.cica@ucr.ac.cr

Introducción

El Centro de Investigación en Contaminación Ambiental, es una unidad de investigación científica de carácter multidisciplinario, que participa además en actividades de docencia, acción social y de vinculación con el sector externo, relacionadas con sus líneas de investigación y desarrollo.

Reseña histórica del Laboratorio

El CICA se fundó en 1982, como un pequeño laboratorio ubicado en la Escuela de Química de la Universidad de Costa Rica. En sus inicios estaba conformado por el Laboratorio de Calidad de Aguas, seguido de la creación del Laboratorio de Análisis de Residuos de Plaguicidas.

Posteriormente, el CICA fue trasladado a una edificación con mejores condiciones de infraestructura lo que favoreció que el Centro creciera tanto en unidades de Investigación, así como en capacidad instrumental y personal calificado. Paralelo a este crecimiento, a finales de la década de los 90s el Centro comenzó a incursionar en el tema de la implementación de sistemas de gestión de calidad, logrando en junio de 2000 su primera acreditación bajo la Guía ISO 25. Luego, en el 2003 se

realizó la transición a la norma ISO/IEC 17025:2000 y en el 2008 a la norma ISO/IEC 17025:2005. Durante estos procesos de transición y re-acreditación también se han llevado a varios procesos de ampliaciones de alcance, logrando así ser uno de los laboratorios a nivel nacional con mayor cantidad de pruebas acreditadas.

El crecimiento que el CICA ha experimentado en la última década en sus unidades de investigación, equipamiento y personal, generó la necesidad de trasladar nuevamente el centro a otras instalaciones, por lo que desde el 2013 se inició con el proyecto de diseño y construcción de un nuevo edificio, que reuniera las condiciones físicas, eléctricas y mecánicas para albergar las diferentes unidades de investigación del CICA y se estima que el edificio esté en funcionamiento antes de que finalice el 2018.

Las nuevas instalaciones contarán con la planta física para seis laboratorios con diferentes líneas de investigación como lo son: el Laboratorio de Calidad de Aguas (LCA), Laboratorio de Residuos de Plaguicidas y Compuestos Orgánicos (LAPCO), Laboratorio de Aplicaciones Isotópicas y Metabolismo de Contaminantes (LAIMEC), Laboratorio de Gases de Efecto Invernadero y Captura de Carbono (LAGEIC), Laboratorio de Ecotoxicología (LET) y el Laboratorio de Biorremediación (LBR), así como las unidades de muestreo, gestión de calidad y la Unidad de Investigación Socio-ambiental (ISA). También se contará con áreas especializadas para albergar los equipos instrumentales cromatográficos, ICP-MS y de espectrometría radiológica, entre otros, así como áreas para la recepción, almacenamiento y custodia de las muestras, áreas de lavado de cristalería, sistemas de respaldo del suministro eléctrico tanto mediante sistemas UPS y planta eléctrica para garantizar la integridad de las muestras, equipos instrumentales y desarrollo de análisis, e incluso se contará con un aula con capacidad para 50 personas poder desarrollar las diferentes actividades

de formación que el centro realiza en sus proyectos.

Adicional a este mejoramiento de infraestructura, el CICA desde hace varios años ha venido trabajando en colaboración con el Laboratorio de Microbiología de Aguas (LMA) de la Facultad de Microbiología de la Universidad de Costa Rica, cuyos inicios se remontan a los primeros años de la década de los noventa donde, de la mano de la Dra. María Laura Arias Echandi.

La decisión de acreditar los ensayos del LMA surgió inicialmente como una propuesta para integrar las operaciones técnicas del laboratorio al sistema de gestión de la calidad del CICA (Centro de Investigación en Contaminación Ambiental), ya que el LMA contaba con un espacio físico dentro del CICA.

En el año 2007, se inauguraron las instalaciones del LMA dentro de la Facultad de Microbiología de la Universidad de Costa Rica. La nueva infraestructura, sumada a los esfuerzos de varios años de creación de un sistema de gestión de la calidad, con la valiosa colaboración del Programa de Cooperación para la Acreditación de Ensayos y Laboratorios de la Universidad de Costa Rica (PROCOA), culminaron con la acreditación en la norma INTE-ISO/IEC 17025: 2005, de las pruebas del NMP de coliformes totales y NMP de coliformes fecales en muestras de agua para consumo humano y animal ante el Ente Costarricense de Acreditación en el mes de abril del 2013. En 2015 se acreditó la prueba para la determinación del NMP de *Escherichia coli* y el muestreo en aguas. Para el año 2017 se amplió el alcance de acreditación con la acreditación del NMP de coliformes fecales y *Escherichia coli* en aguas residuales.

Actualmente, tanto el CICA como el LMA están en proceso de transición hacia la norma 17025:2017.

Misión del Laboratorio

Contribuimos a mejorar la calidad del ambiente del país y de Latinoamérica a través de investigaciones, actividades de acción social, capacitación, docencia y prestación de servicios analíticos en calidad de aguas, calidad de aire y residuos de plaguicidas.

Visión del Laboratorio

Seremos reconocidos a nivel latinoamericano por nuestras investigaciones y por la excelencia en la prestación de servicios analíticos en calidad de aguas, calidad de aire y residuos de plaguicidas.

Certificado de Acreditación

CICA: N° LE-007, Ente Costarricense de Acreditación

LMA: N° LE-102, Ente Costarricense de Acreditación

Normativa (Reglamento vigente que rige aguas residuales en el país).

- Decreto N° 33601-MINAE-S Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales

Matrices que analiza el Laboratorio

- Agua residual
- Agua para consumo humano
- Agua para riego
- Agua superficial y subterránea
- Suelos-sedimentos
- Muestras de origen vegetal

Cuadro 1: Ensayos analíticos que realiza el Laboratorio

Parámetro	Método	REFERENCIA BIBLIOGRAFICA*
Ensayos del CICA		
Alcalinidad	Volumetría	SM 2320 B.
Amonio	Espectrometría UV-Visible	SM 4500-NH ₃ F
Aniones por Cromatografía Iónica: Br ⁻ , Cl ⁻ , F ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ⁻³ , SO ₄ ⁻²	Cromatografía de Intercambio Iónico con Supresión Química	SM 4110 B
Calcio	Volumetría	SM 3500-Ca B.
Carbono Total, Orgánico, Inorgánico y Nitrógeno Total por analizador de carbono con tubo de combustión.	Combustión catalítica con detección de NDIR	SM 5310 B
Cloro Residual Combinado y Libre	Colorimetría	SM 4500-Cl G
Color	Colorimetría	SM 2120 B.
Conductividad	Conductimetría	SM 2510 B.
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO _{5,20})	Potenciometría	SM 5220 C
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Espectrometría UV-Visible	SM 5210 B
Determinación de Cianuro	Colorimetría	SM 4500-CN- E
Determinación de Isótopos Estables (deuterio y oxígeno-18) por espectroscopia infrarroja	Dispersión laser	OIEA Method
Determinación de pH	Potenciometría	SM 4500-H ⁺ B.
Dureza Total	Volumetría	SM 2340 C.
Fósforo Total	Espectrometría UV-Visible	SM 4500-P D

Grasas y Aceites	Gravimetría	SM 5520 B.
Metales por absorción atómica con horno de grafito (GFAAS) Al, As, Cd, Cr, Ni, Pb, Sb, Se, Sn.	Espectrometría Absorción Atómica por Horno de Grafito	SM 3113 B
Metales por Absorción Atómica con llama (FAAS): Cu, Fe, Mn, Zn	Espectrometría Absorción Atómica por llama	SM 3111 B
Metales por espectrometría de masas (ICP-Ms): Aluminio (Al), Antimonio (Sb), Arsénico (As), Cadmio (Cd), Calcio (Ca), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Estaño (Sn), Estroncio (Sr), Hierro (Fe), Litio (Li), Magnesio (Mg), Manganeso (Mn), Mercurio (Hg), Níquel (Ni), Paladio (Pd), Plata (Ag), Plomo (Pb), Rubidio (Rb), Selenio (Se), Vanadio (V) y Zinc (Zn)	Espectrometría de masas con fuente de plasma de acoplamiento inductivo	SM 3125 B.
Nitritos	Espectrometría UV-Visible	SM 4500-NO ₂ ⁻ B.
Olor	Prueba Organoléptica	SM 2150 B.
Oxígeno Disuelto	Potenciometría	SM 4500-O G
Sabor	Prueba Organoléptica	SM 2160 B.
Sílice (SiO ₂) reactiva	Espectrometría UV-Visible	SM 4500 SiO ₂ C
Sodio y Potasio	Fotometría de llama	SM 3500-Na B; SM 3500-K B.
Sólidos Disueltos	Gravimetría	SM 2540 C
Sólidos Sedimentables	Volumetría	SM 2540 F
Sólidos Suspendedos Totales	Gravimetría	SM 2540 D
Sólidos Totales	Gravimetría	SM 2540 B

Sólidos Volátiles y Fijos	Gravimetría	SM 2540 E
Sustancias activas al Azul de Metileno (SAAM)	Espectrometría UV-Visible	SM 5540 C
Temperatura	Medición directa con termómetro	SM 2550 B
Turbiedad	Nefelometría	SM 2130 B.
Residuos de Plaguicidas en Muestras de aguas: Ametrina, Bifentrina, Bromacil, Cadusafos, Lambda-Cihalotrina, Cipermetrina, Clorpirifós, Deltametrina, Diazinón; Diclorvós, Dimetoato, Diurón, Endosulfan α , Endosulfan β , Etión, Etoprofós, Fenamifós, Forato, Imazalil, Isazofós, Malatión, Metil-paration, Oxadiazón, Oxifluorfén, PCNB (Quintoceno), Permetrina, Terbufós, Terbutrina, Tetradifón, Tiabendazol, Triazofos y Triadimefón	Cromatografía líquida y gas con detector de masas	Pesticide Analytical Manual (PAM) - 302
Residuos de plaguicidas en muestras de origen vegetal: Ametrina, Bifentrina, Bromacil, Lambda-Cihalotrina, Cipermetrina, Clorpirifós, Deltametrina, Diclorvós, Dimetoato, Diurón, Endosulfan α , Endosulfan β , Etión, Etoprofós, Imazalil, Isazofós, Malatión, Metalaxil, Metil-paratión, Monocrotofós, Oxadiazón, Oxifluorfen, PCNB (Quintoceno), Permetrina, Terbutrina, Tetradifón y Tiabendazol	Cromatografía líquida y gas con detector de masas	Pesticide Analytical Manual (PAM) - 302

Residuos de plaguicidas en muestras de suelos-sedimentos: 3-cetocarbofurán, 3-hidroxicarbofurán, Aldicarb, Carbaril, Carbofurán, Metiocarb, Metomil y Oxamil	Cromatografía líquida con detector de masas	AOAC Oficial 2007.01
Ensayos del LMA		
NMP Coliformes Totales en Aguas	NMP	SM 9221 A, SM 9221 B y SM 9221 E
NMP Coliformes Totales en Aguas Cloradas	NMP	SM 9221 A, SM 9221 B y SM 9221 E
NMP Coliformes Fecales en Aguas	NMP	SM 9221 A, SM 9221 B y SM 9221 E
NMP Coliformes Fecales en Aguas Cloradas	NMP	SM 9221 A, SM 9221 B y SM 9221 E
NMP Escherichia coli en Aguas	NMP	SM 9221 G, 2.
NMP Escherichia coli en Aguas Cloradas	NMP	SM 9221 G, 2.
NMP Coliformes fecales y Escherichia coli en aguas residuales	NMP	SM 9221 E1 y SM 9221 G2.
Muestreo simple de Aguas Potables	NMP	SM 9060 A,B

*Métodos de referencia del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (edición 23, 2017), a no ser que se indique otra fuente.

Cuadro 2: Equipos principales del laboratorio

Nombre	Marca	Modelo
Analizador de Isótopos (^2H , ^{18}O)	LGR	DLT 100
Balanza analítica 5 decimales	Mettler Toledo	XP-205
Cromatógrafo de intercambio iónico	Metrohm	MIC II Módulos: 820 IC, 833 IC, 837 IC, 818 IC, 819 IC, 830 IC
Destilador, Digestor y Depurador Bucchi (para nitrógeno Kjeldahl)	Bucchi	K-355, K-439, K-415
Espectrofotómetro de Absorción Atómica	Perkin Elmer	Aanalyst 800 Automuestreador S10
Sistema de análisis de mercurio	Perkin Elmer	FIMS 400
Espectrofotómetro UV-Visible	Thermo Scientific	Evolution 600
Espectrofotómetro UV-Visible -Automuestreador	CETAC	ASX-520
Fotómetro de llama	Cole-Parmer	2655-00
Fotómetro	HANNA	HI 96714
ICP-MS	Agilent Technologies	7500 Series
ICP-MS -Automuestreador	CETAC	520
Microondas de extracción	CEM	MARS6
Analizador de carbono orgánico total (TOC)	Shimadzu	TOC-Vcsh Módulo para NT: TNM-1 Módulo para muestras sólidas: SSM-5000A
Cromatógrafo de gases con detectores de μECD , FPD	Agilent Technologies	6890N
Cromatógrafo de gases con detectores de μECD , MSD	Cromatógrafo de gases con detectores de μECD , MSD	6890N (GC) 5975B (MSD)

Cromatógrafo de gases acoplado a un espectrómetro de masas de triple cuadrupolo	Agilent Technologies	7890B (GC) 7000C (MS/MS)
Cromatógrafo de líquidos con detector de arreglo de diodos, fluorescencia y espectrometría de masas de cuadrupolo sencillo	Agilent Technologies	1200 (HPLC) 6130 (MSD)
Cromatógrafo de líquidos acoplado a un espectrómetro de masas de triple cuadrupolo	Agilent Technologies	1290 (LC) 6460 (MS/MS)

Cuadro 3: Recursos Humanos del CICA-UCR

Cantidad	Profesión
1	Químico (PhD)
3	Químicos (Master)
3	Químicos (Licenciado)
3	Químicos (Bachiller)
1	Ingeniera Agrónoma (PhD)
1	Ingeniero Agrónomo (Master)
1	Ingeniera Agrónomo (Licenciada)
2	Ingeniera Agrónomo (Bachiller)
1	Microbiólogo (PhD)
1	Microbióloga (Licenciada)
1	Médico Veterinario (Licenciado)
1	Biotecnóloga (Licenciada)
1	Socióloga (Master)
1	Relacionista Pública (Bachiller)
1	Administrador (Master)
1	Administradora (Bachiller)
1	Psicólogo (Licenciado)
3	Administrador de Salud (Técnico)
1	Microbióloga (Master)*
1	Microbiólogo (Licenciado)*
2	Diplomados en Microbiología*

25	Estudiantes
67	Total

* Personal del Laboratorio de Microbiología de Aguas (LMA) de la Facultad de Microbiología de la Universidad de Costa Rica.

Fortalezas

El CICA cuenta un grupo multidisciplinario con experiencia en diversos campos de estudio ambiental tanto en el área agronomía, microbiológica y química, lo que le ha permitido desarrollar investigación de alto impacto en estas áreas de estudio.

Adicionalmente, a nivel nacional el CICA ha desarrollado alianzas estratégicas con diversas entidades gubernamentales relacionadas con la gestión del recurso hídrico, salud, agricultura y ganadería, entre otras, lo que ha favorecido que las acciones de investigación del centro se complementen con otras áreas como la geología, biología, salud ocupacional, entre otros y esto ha beneficiado que la investigación que genera tenga un impacto en los tomadores de decisión de estas instituciones, lo que en última instancia se refleja en acciones sociales.

El Sistema de Gestión de Calidad (SGC) del CICA, es un sistema sólido con más de 20 años desde que inició su implementación lo cual ha permitido gestionar una mejora continua de las actividades que realiza el centro, garantizando así una investigación de calidad, al punto de recibir diversos reconocimientos a nivel internacional, entre ellos:

- Laboratorio de Referencia Regional para el programa de Fortalecimiento de Laboratorios de Aguas Residuales para Centroamérica y República Dominicana (CAFTA-DR) (2010-2014)
- Centro de entrenamiento para el Organismo

Internacional de Energía Atómica (2006-2010; 2011-2014; 2015-2018).

El CICA cuenta con el apoyo del LMA, el cual dispone de personal altamente capacitado en el análisis microbiológico de muestras de aguas, aguas cloradas y aguas residuales. Están comprometidos con el trabajo del laboratorio y cuenta con el respaldo de la Facultad de Microbiología y la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica. Mantiene un sistema de gestión acreditado desde hace más de cinco años y con varios años más de trabajar apegado a las buenas prácticas de laboratorio.

Tanto el CICA como LMA participan activamente en ensayos de aptitud, lo que genera la confianza del trabajo realizado día con día y reafirma el alto desempeño de ambos centros.

Debilidades

El Laboratorio de calidad de aguas aún no cuenta con un laboratorio para desarrollar los ensayos microbiológicos requeridos tanto para las aguas residuales y de consumo humano que se establecen en la reglamentación nacional.

Como es el común denominador en los laboratorios del área, la disponibilidad de fondos económicos para subsidiar las actividades de investigación y del sistema de gestión de calidad son escasos, lo que la vez limita el accionar y el crecimiento del centro.

A pesar que el CICA ha logrado adquirir equipamiento de alta tecnología, muchos de los equipos “básicos o pequeños” del centro son equipos bastante antiguos y algunos incluso ya han cumplido con su cuota de funcionamiento y se encuentran en condiciones no idóneas, lo cual dificulta de cierta manera el desempeño de las actividades del centro y es necesario hacer una fuerte inversión para lograr reemplazar todo este



equipamiento.

Dada la cantidad de información que el centro genera, es urgente la adquisición e implementación de un sistema automatizado del manejo de la información tanto del sistema de gestión de calidad, así como los resultados de las investigaciones, en donde mediante el uso de bases de datos se concentre y manipule toda la información de los diferentes proyectos de investigación.

Conclusiones

El CICA tiene las limitaciones propias de los centros de investigación de los países de la región, sin embargo, ha logrado enfocar el uso de sus recursos para convertirse en un laboratorio con un personal altamente capacitado, con una alta capacidad analítica instrumental, así como la implementación de un sistema de gestión de calidad altamente eficiente. Todo lo anterior ha permitido al CICA convertirse en un laboratorio de referencia a nivel internacional en el estudio de diversos contaminantes tanto en muestras de agua, alimentos, biota, productos industriales y suelos, entre otras matrices.

Con las instalaciones del nuevo edificio, el CICA no solo contará con mayor espacio para las diferentes áreas de investigación, sino que además reunirá todas las condiciones mecánicas y eléctricas necesarias para que cada unidad desarrolle de mejor manera su trabajo, al mismo tiempo que el centro siga creciendo y ampliando sus líneas de investigación, no obstante, esto solo será posible con el apoyo de las entidades gubernamentales y de organismos internacionales que faciliten los espacios para la formación de personal, así como canales para mejorar la capacidad instrumental que el centro necesita, herramientas necesarias para lograr que el CICA se consolide como uno de los mejores centros de investigación del área.

Bibliografía

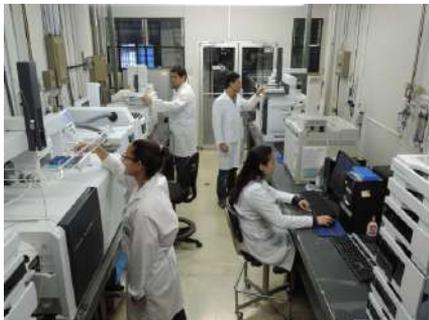
American Public Health Association (APHA) y American Water Works Association (AWWA). (2017). Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. Edition 23RD. USA.

Decreto N° 33601-MINAE-S Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales.

Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficial. Decreto Ejecutivo N° 33903-MINAE-S, publicado en el periódico oficial La Gaceta el 17 de setiembre de 2007.

Fotografías

Personal del Laboratorio





Volcán Ilamatec Lago de Coatepeque

El Salvador

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS (ANDA) Laboratorio Referente 2018 - 2023.

CAPACIDADES TÉCNICAS INSTALADAS PARA EL ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES

García Sarmiento, Douglas Ernesto. Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados. E-mail: douglas.gracia@anda.gob.sv

Introducción

El Laboratorio de Calidad, es la instancia técnica especializada que genera las herramientas que permiten cumplir con la política de calidad, encaminada a garantizar la misión institucional "Proveer agua apta para el consumo humano con la calidad y cantidad que la población demanda; así como el tratamiento de las aguas residuales, manteniendo el equilibrio ecológico de los Recursos Hídricos"; para el logro de lo anterior el laboratorio desarrolla las siguientes funciones:

- Evaluar la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua para consumo humano, en las redes de distribución, fuentes de producción y plantas de tratamiento, para cumplir con los requisitos de calidad que exige la Norma Salvadoreña Obligatoria para la Calidad del Agua Potable.
- Realizar de análisis fisicoquímicos y microbiológicos, para caracterizar y evaluar la calidad de las aguas residuales que son vertidas al alcantarillado de ANDA y cuerpos receptores.
- Realizar el control de calidad a los productos químicos que son utilizados en los procesos de potabilización del agua.
- Apoyo a través del Centro de Investigaciones del Recurso Hídrico (CIRHI) en estudios e investigaciones institucionales

para la superación de problemas relacionados con el tratamiento y la calidad del agua para consumo humano.

- Proveer información y asesorar a la dirección superior para la toma de decisiones en lo referente a la calidad del agua, en sus diferentes etapas (red de distribución, fuentes, plantas de tratamiento, vertidos industriales y red de alcantarillado sanitario de ANDA).
- Promover la venta de servicios de análisis de laboratorio en aguas potables y residuales a clientes externos.

Para cumplir con estas funciones la unidad está conformada por el Laboratorio de Control de Calidad Central y los Laboratorios de Control de Calidad ubicados en las regiones occidental y oriental. De estos el Laboratorio Central, es el que cuenta con mayor capacidad por su infraestructura, equipamiento y recurso humano, el cual está acreditado ante el Organismo Salvadoreño de Acreditación (OSA), de acuerdo a la Norma ISO/IEC 17025:2005, con un alcance en determinaciones analíticas en las áreas de microbiología, fisicoquímicos y metales en agua potable, y fisicoquímico en aguas residuales.

Reseña histórica del Laboratorio

El Laboratorio de Control de Calidad, inicio sus operaciones en el año de 1962, con las áreas de microbiología y fisicoquímica, realizando los análisis básicos en agua potable y natural; lo cual significa una experiencia acumulada de 55 años en análisis de aguas. En el año de 1988 se iniciaron los análisis en aguas residuales; y es su momento se marcó un punto de inflexión importante el paso por El Salvador del Huracán Mitch, a pesar de los estragos que ocasionó este evento atmosférico en todo el país, se recibió mucha asistencia técnica para fortalecer la infraestructura de los laboratorios, fortaleciéndonos en equipamiento y capacitación al personal,

orientado a implementar un sistema de gestión de calidad con financiamiento de la US EPA/OPS/CEPIS, con esta importante ayuda caminamos en la implementación de la Norma ISO/IEC 17025. La acreditación del laboratorio se obtuvo por primera vez en septiembre del 2004 y a la fecha hemos mantenido la acreditación. El laboratorio ha experimentado un notable crecimiento en todos los ámbitos: personal, equipamiento e infraestructura, actualmente tenemos un alcance de 18 determinaciones analíticas en agua cruda, tratada y aguas residuales. Equipos con tecnología de punta y el anhelo de ser un laboratorio referente regional. Actualmente estamos en capacitación para la transición del sistema de gestión de la norma internacional ISO/IEC17025:2005 a la versión 2017.

Misión del Laboratorio

Brindar un adecuado servicio de laboratorio y de calidad en la ejecución de análisis fisicoquímicos y microbiológicos, para evaluar la calidad del agua que se distribuye a la población, vertidos residuales descargados a las redes de alcantarillados de ANDA, así como también a otras instancias nacionales e internacionales que requieran de dichos servicios; con el del sistema de aseguramiento de la calidad avalado por un ente de acreditación.

Visión del Laboratorio

Ser líderes a nivel nacional y regional en la prestación de servicios de análisis de laboratorio en muestras de agua para consumo humano y aguas residuales; así como también ser un laboratorio de referencia regional.

Certificado de acreditación

El Laboratorio de Control de calidad de ANDA cuenta con el certificado de Acreditación No. RLA13-5:04, otorgado por CONACYT de El Salvador, actualmente Organismo

Salvadoreño de Acreditación.

Normativa (Reglamentos vigentes que rigen aguas residuales en el país).

CONACYT. Norma Salvadoreña NSO 13.49.01:09. Agua. Agua residuales descargadas a un cuerpo receptor.

Matrices que analiza el Laboratorio.

- Aguas residuales y residuales tratadas
- Aguas naturales
- Aguas potables

Cuadro 1. Ensayos analíticos que realiza el Laboratorio

Parámetro	Método	Referencia
Coliformes totales	Enzyme substrate test.	SM 9223 B
Coliformes fecales	Fecals coliform procedure.	SM 9221 E
Escherichia coli	Enzyme substrate test.	SM 9223 B
Turbidez	Nephelometric	SM 2130 B
Cloro residual	DPD colorimetric method	SM 4500 - Cl G
Bacterias heterótrofas y mesófilas aerobias	Pour plate	SM 9215-B
pH	Value electrometric	SM 4500-H+B.
Olor	Tabla - organoléptica	----
Color verdadero	Visual comparison	SM 2130 B
Temperatura de análisis	Laboratory and field	SM 2550 B
Sólidos totales disueltos	Electrométrico	----
Dureza total	EDTA titrimetric	SM 2340 C
Hierro total	Method selection 3111B.	SM 3500- Fe
Manganeso total	Method selection 3111B.	SM 3500- Mn

Sulfatos	Turbidimetric	SM 4500 - SO_4^{2-} E
Flúor	Ion selective electrode	SM 4500 F-C.
Aluminio	Inductively coupled plasm (ICP)	SM 3120 B
Níquel	Sección 3112	SM 3500 -Hg B
Zinc	Method selection 3111B.	SM 3500- Zn A.
Flúor	Ion selective electrode method	SM 4500 – F- C
Nitratos	Nitrate electrode method	SM 4500 – NO_3^- D
Boro	Inductively coupled plasm (ICP)	SM 3120 B
Bario	Inductively coupled plasm (ICP)	SM 3120 B
Arsénico	Electrothermal AA spectrometric	SM 3500 - AS 3113 B
Cadmio	Inductively coupled plasm (ICP)	SM 3120 B
Cianuros	Inductively coupled plasm (ICP)	SM 3120 B
Cromo	Spectroquant 14758	14758
Níquel	Inductively coupled plasm (ICP)	SM 3120 B
Plomo	Inductively coupled plasm (ICP)	SM 3120 B
Selenio	Inductively coupled plasm (ICP)	SM 3120 B
Bicarbonatos	Alkalinity titration	SM 2320 B
Potasio	potassium. Tetraphenylborate method hach water analysis handbook	8049
Sodio	Method selective electrode	8357 Na

Cloruros	Argentometric	SM 4500 Cl
Conductividad	Conductivity	SM 2510 B
Índice de Langelier	Tendency of a water to precipitate CaCO_3 or dissolve CaCO_3	SM 2330
Magnesio	Calculation	SM 3500 Mg B
Calcio	Titrimetric	SM 3500 Ca D
Alcalinidad total	Titration	SM 2320 B.
CO_2 libre	Carbon dioxide and forms of alkalinity by calculation	SM 4500 CO_2 D
CO_2 total	Carbon dioxide and forms of alkalinity by calculation	SM 4500 CO_2 D

SM = Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23RD edition, 2017.

Cuadro 2: Lista de principales equipos de Laboratorio

NOMBRE DEL EQUIPO	MARCA	MODELO
Autoclave	Market Forge	STME
Incubadora	Yamato Scientific	305L Lab Genus
Cámara flujo laminar	Labconco	36204-00
Espectrofotómetro	HACH	DR 2000
Extractor Goldfish	Labconco	3500100
Espectrofotómetro	Perkin Elmer	LAMBDA 25
Cromatógrafo con detector FPD	Hewlett Packard	HP 6890 Series
Cromatógrafo con detector μECD /		HP 6890 Series
Detector de masas	Hewlett Packard	HP 5973
Sistema de purga y trampa		G1900-60500
Rota evaporador	B-490 BUCHI	R-200

Espectrómetro de absorción atómica	Thermo Scientific	ICE 3500
Baño de ultra sonido	BRANSON 8510	8510R-DTH
Muestreador automático	CTC Analytics	LC PAL
Equipo de digestión	FOSS	TECATOR Digestor 20
COD – reactor 30 p	HACH	DRB200
Digestor microondas	CEM	MARS 6 230/60 910900
Espectrómetro de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente (ICP-ES)	Thermo Scientific	iCAP 7600 DUO (USA)
Automuestreador	Teledyne	ASX-280

Cuadro 3: Recursos Humanos de Laboratorio ANDA

Cantidad	Profesión
13	Licenciados en Química
6	Licenciados en química y farmacia
3	Ingenieros químicos
2	Licenciados en Biología
4	Otros Profesionales de apoyo
10	Técnicos y personal administrativo
38	Total

Fortalezas:

- Sistema de gestión de calidad ha generado una cultura de calidad.
- Reconocimiento Nacional e Internacional.
- Dentro de la institución somos una unidad de referencia de gestión.
- Personal comprometido y empoderado con la institución y las buenas prácticas profesionales.

- La acreditación ha sido la base para la gestión de equipamiento, capacitación, y contratación de recurso humano.

Debilidades:

- A nivel de país se cuenta con un único oferente de servicios de calibración acreditado.
- Limitado presupuesto operativo.
- No contamos con un sistema automatizado de transmisión de información.
- Espacio físico limitado para algunas áreas de análisis.
- Separación de las áreas analíticas de las administrativas de los químicos.
- Lento proceso de transición de la versión de la norma 17025:2005 a la versión actualizada 2017.

Conclusiones:

La acreditación de los laboratorios es una calificación de confianza hacia nuestros clientes, que genera un valor cualitativo y cuantitativo para nuestros laboratorios, nuestras instituciones y para los países de la región; por lo tanto hay que luchar por mantener la acreditación, incrementar nuestros alcances y motivar a otros laboratorios para construir una mejor cultura de calidad.

Bibliografía

American Public Health Association (APHA) y American Water Works Association (AWWA). (2017). Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. Edition 23RD. USA.

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. CONACYT. Norma Salvadoreña NSO 13.49.01:09. Agua. Agua residuales descargadas a un cuerpo receptor.

Fotografías

Personal del Laboratorio



LABORATORIO DE CALIDAD DE AGUA DEL MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, EL SALVADOR

CAPACIDADES TÉCNICAS ANALÍTICAS INSTALADAS PARA EL ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES

Cortez Rodríguez, Regina del Carmen. E-mail: rcortez@marn.gob.sv

Introducción

El Laboratorio de Calidad de Agua del MARN, es la herramienta de apoyo que le permite a la institución realizar los análisis que se requieren para la investigación de las diferentes áreas de la Dirección del Observatorio Ambiental, (Calidad de Agua, Hidrogeología, Hidrometría, y Vulcanología), así como de las áreas que vigilan el cumplimiento de la legislación (cumplimiento y saneamiento ambiental).

El Laboratorio depende directamente de la Dirección General del Observatorio Ambiental; el cual es supervisado por la Coordinación del Laboratorio como responsable del procesamiento de las muestras, control de calidad analítico y de las actividades administrativas del laboratorio, las cuales son ejecutadas por cinco analistas a quienes se les ha asignado sus actividades de análisis.

En los últimos años el laboratorio se ha fortalecido en diferentes aspectos como parte de hacer cumplir los requerimientos contemplados en la Norma ISO/IEC 17025 con el fin de obtener resultados veraces. El logro de esto se ha fundamentado en el montaje de un sistema de calidad donde se formuló un manual de calidad que contempla las políticas para el aseguramiento de la calidad de sus resultados, auxiliándose de los procedimientos del sistema de calidad donde se da respuesta a los aspectos de gestión de la Norma 17025, y los procedimientos estándar de operación a los aspectos

técnicos de la misma. El mantener la acreditación lograda en junio del 2016 con el Organismo Salvadoreño de Acreditación (OSA) en las once pruebas de ensayo, es uno de los objetivos de todo el personal del laboratorio. El apoyo recibido a través del proyecto de Fortalecimiento de Laboratorios de Aguas Residuales CAFTA DR auspiciado por el USAID apoyados por la Agencia de Protección del Medioambiente de los Estados Unidos USEPA, en el marco de dicho proyecto se recibió el apoyo en: formación del personal; suministro de material: Un termómetro de columna de mercurio calibrado, un termómetro Infrarrojo, donación de la edición 21 de los métodos estándar de aguas y aguas de desecho, además de la participación en cuatro rondas de ensayos de aptitud donde se obtuvieron resultados satisfactorios.

Reseña Histórica

En 1998 el Programa Ambiental de El Salvador (PAES), retomó el manejo del Laboratorio de Medio Ambiente, en las instalaciones del Ministerio de Agricultura y Ganadería donde empezó a operar el área de fisicoquímico de aguas.

A partir del 2002 se pasa a formar parte del Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET).

En el 2007 se construyó el edificio del laboratorio y se equipó, en las instalaciones del ISTA con fondos del programa de descontaminación de áreas críticas del MARN, y fortalecido con FORGAES (Fortalecimiento de la Gestión Ambiental de El Salvador del MARN).

Desde julio de 2008 en las instalaciones del nuevo edificio se han realizado análisis fisicoquímicos de aguas sirviendo a las diferentes áreas del SNET que actualmente es el Observatorio Ambiental (DOA) y las áreas que velan por el cumplimiento de la legislación ambiental del MARN.

En el 2010 se refuerza al laboratorio con la contratación de personal técnico y para la coordinación del mismo.

En el año 2014 y 2015 a través del proyecto de “Fortalecimiento de las competencias de laboratorios nacionales para la implementación de un sistema de gestión” se logra implementar el sistema de calidad del laboratorio siendo el primer laboratorio de este proyecto que solicitó la Acreditación en once ensayos ante el Organismo Salvadoreño de Acreditación (OSA).

En el año 2017 se recibe la donación a través de proyecto con la Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA) un equipo analizador de Mercurio DM80; además en este mismo año, se fortalece el laboratorio con la compra de equipos tales como: Cámara de extracción de gases, refrigeradora, medidor de oxígeno disuelto, medidor de pH, espectrómetro óptico de plasma acoplado inductivamente OES, así como también se tiene en proyecto de ampliación de las instalaciones del laboratorio para el año 2018.

Misión del Laboratorio

El Laboratorio de Calidad de Agua, en su servicio de análisis de ensayo es un pilar fundamental que contribuye al desarrollo de investigaciones, proporcionando resultados veraces con el propósito de generar una base de datos confiables que permita evaluar las amenazas existentes en materia ambiental y de recursos naturales a los que está expuesto el país, así como para el manejo integrado de los recursos.

Visión del Laboratorio

Convertir al Laboratorio de Calidad de Agua en el apoyo técnico robusto institucional a través de la evolución de su sistema de calidad, cumpliendo las normativas vigentes, con el fin de emitir resultados altamente confiables.

Certificado de acreditación

Registro: LEA-02:16, Organismo Salvadoreño de Acreditación.

Normativa DECRETO N° 39 Reglamento especial de aguas residuales

Matrices que analiza el Laboratorio

- Aguas Subterráneas
- Aguas Superficiales
- Aguas Residuales
- Sedimentos

Cuadro 1: Ensayos analíticos que realiza el Laboratorio

Parámetro	Método	Referencia Bibliográfica
pH	Electrométrico	SM 4500-H+ B
Color Aparente	Espectrofotométrico	HACH 8025
Color Real	Espectrofotométrico	HACH 8025
Conductividad Eléctrica	Electrométrico	SM 2510
Turbidez	Nefelométrico	SM 2130 B
Salinidad	Electrométrico	SM 2510
Concentración de Sedimentos	Gravimétrico	Desarrollado por el laboratorio
Aceites y grasas	Gravimétrico	SM 5520 Modificado
Ácido Sulfhídrico	Espectrofotométrico	HACH 8131
Alcalinidad total	Volumétrico	SM 2320 B
Bicarbonatos	Volumétrico	SM 2320 B
Boro	Absorción Atómica	SM 4500-B C
Calcio	Absorción Atómica	SM 3500-Ca B
Carbonatos	Volumétrico	SM 2320 B
Cloruros	Volumétrico	SM 4500-Cl-B
Detergentes	Espectrofotométrico	HACH 8028
Demanda Química de Oxígeno	Colorimétrico, Reflujo cerrado	SM 5220 D
Dureza total	Volumétrico	SM 2340
Flúor	Espectrofotométrico	HACH 8029
Fenoles	Fotométrico	SM 5530 D
Fosfatos	Espectrofotométrico	SM 4500-P C

Fósforo total	Espectrofotométrico	SM 4500-P C
Hierro	Absorción Atómica	SM 3500-Fe
Magnesio	Absorción Atómica	SM 3500-Mg
Manganeso	Absorción Atómica	SM 3500-Mn
Nitratos	Espectrofotométrico	HACH 8039
Nitritos	Espectrofotométrico	HACH 8507
Nitrógeno amoniacal	Espectrofotométrico	HACH 8038
Nitrógeno Total Kjeldahl	Espectrofotométrico	HACH 8075
Oxígeno disuelto	Modificación de azida	SM 4500-O
Potasio	Absorción Atómica	SM 3500-K
Sílice	---	SM 4500-SiO ₂
Sólidos sedimentables	Volumétrico	SM 2540 F
Sólidos suspendidos fijos	Gravimétrico	SM 2540 E
Sólidos suspendidos totales	Gravimétrico	SM 2540 D
Sólidos suspendidos volátiles	Gravimétrico	SM 2540 E
Sólidos Totales Disueltos	Gravimétrico/ Electrométrico	SM 2540 C ó Por Conductividad
Sólidos Disueltos volátiles	Gravimétrico	SM 2540 E
Sólidos Disueltos fijos	Gravimétrico	SM 2540 E
Sólidos totales	Gravimétrico	SM 2540 B
Sólidos totales fijos	Gravimétrico	SM 2540 E
Sólidos totales volátiles	Gravimétrico	SM 2540 E
Sodio	Absorción Atómica	SM 3500-Na
Sulfatos	Espectrofotométrico	HACH 8051
Sulfuros	Espectrofotométrico	HACH 8131
Zinc	Absorción Atómica	SM 3500-Zn
Cadmio	Absorción Atómica	SM 3500-Cd
Cobre	Absorción Atómica	SM 3500-Cu
Cromo hexavalente	Absorción Atómica	SM 3500-Cr B

Cromo	Absorción Atómica	SM 3500-Cr
Mercurio	DMA, Análisis de Hg	EPA 7473
Aluminio	Absorción Atómica	SM 3500-Al
Níquel	Absorción Atómica	SM 3500-Ni
Plomo	Absorción Atómica	SM 3500-Pb
Arsénico	Absorción Atómica	SM 3500-As
Cianuros	Espectrofotométrico	HACH 8027
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO ₅	DBO al quinto día	SM 5210 B
Coliformes fecales	Fermentación de Tubos Múltiples	SM 9221E
Coliformes totales	Fermentación de Tubos Múltiples	SM 9221B
Enterococcus fecales	Fermentación de Tubos Múltiples	SM 9230 B
Clorofila a	Espectrofotométrico	SM 10200 H

Cuadro 2. Equipos. Microbiología

Nombre	Marca	Modelo
Autoclave de Alta Capacidad	Market Forge	STMEL
Cámara de Flujo Laminar	NUARIE	NU425-400
Baño de Maria	Thermo Scientific	2862
Incubador de Medios de Cultivo	PRECISION	30MR, 30M
Cámara de Flujo Laminar	Thermo Scientific	1849
Incubadora Attest 3M	3M	116

Cuadro 3. Recursos Humanos del Laboratorio de Referencia

Cantidad	Profesión
1	Ingeniería Químico
1	Licenciatura en Química y Farmacia
1	Licenciatura en Química Agrícola
3	Técnicos en Laboratorio Químico
6	Total

Fortalezas:

- Alcance de la Acreditación en junio 16 de 2016. Con un sistema recién implementado con muchas fortalezas según los auditores que evaluaron el sistema.
- Asignación de una persona adicional de limpieza para el lavado de cristalería de las diferentes áreas de análisis del Laboratorio.
- El Laboratorio cuenta con personal altamente capacitado comprometido con la excelencia de sus actividades.
- Adquisición de equipo que incrementa la eficacia en las áreas de análisis.
- Apropiación por parte de todo el personal del Laboratorio del Sistema de Calidad implementado.
- Demostración de la competencia y calidad del trabajo de los ensayos que se realizan a través de pruebas interlaboratorio con calificación de satisfactorio.

Debilidades:

- Superación de las capacidades instaladas en las áreas de análisis en períodos de monitoreos de las áreas de Calidad de Agua e Hidrogeología.
- Imposición de tiempos de entrega de resultados en casos legales.
- Retrasos en el trabajo programado por atención de emergencias o trabajos no planificados.
- Falta de personal de atención permanente para el ingreso, preparación de material para muestreo y apoyo en áreas de trabajo, especialmente en la de Gestión.
- Incumplimiento del Programa de Capacitación, por recursos limitados.

Conclusiones:

El apoyo recibido por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (EPA) contribuyó a la implementación de un sistema de calidad que llevó a gestionar la evaluación de este ante el Organismo Salvadoreño de Acreditación (OSA), lográndose la Acreditación del Laboratorio.

Al acreditar el laboratorio de Calidad de Agua su personal ha desarrollado un estilo de trabajo comprometidos con la mejora continua para el logro de resultados veraces.

Bibliografía

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2000. DECRETO N° 39 Reglamento especial de aguas residuales.

American Public Health Association (APHA) y American Water Works Association (AWWA). (2012). Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. Edition 22ND. USA.

Fotografías



Análisis Bacteriológico



Análisis con Espectrometría molecular



Análisis de Metales Pesados con Espectrometría



Análisis Directo de Mercurio



Acreditación



Edificio Laboratorio Calidad de Agua



Los Chorros de la Calera, El Salvador

Tomada de: <http://megaturismo.sv/index.php/postales-de-el-salvador/category/19-los-chorros-de-la-calera-el-salvador.html>



Lago Atitlán. Tomado de: <https://www.guatemala.com/fotos/201710/Fotografia-capta-en-varias-imagenes-el-amanecer-en-el-Lago-de-Atitlan-en-Solola-885x500.jpg>

Guatemala

LABORATORIO NACIONAL DE SALUD, PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUAS RESIDUALES EN GUATEMALA.

CAPACIDAD TÉCNICA INSTALADA DEL ÁREA DE CONTAMINANTES DE AMBIENTE Y SALUD y MICROBIOLOGÍA DE ALIMENTOS.

Paíz Méndez, Wendy del Milagro; Álvarez de la Cruz, Gabriela; Rodríguez Lam, Silvia. Laboratorio Nacional de Salud.
E-Mail: rodriguez.silvia@lns.gob.gt

Introducción

El Laboratorio Nacional de Salud fue creado según Acuerdo Gubernativo 115-99 "Reglamento Orgánico Interno del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social", Acuerdo Ministerial 91-2017 "Manual de Organización y Funciones de la Dirección General de Regulación, Vigilancia y Control de la Salud y Acuerdo Ministerial SPM-1,200-99, en el año 1999.

Las funciones básicas del Laboratorio Nacional de Salud son efectuar análisis fisicoquímicos y microbiológicos necesarios en la evaluación de la conformidad requerida para el registro sanitario de referencia de alimentos, medicamentos y productos afines, así como servir de apoyo en los programas de control de los mismos. Además, es el laboratorio de referencia nacional en las áreas de diagnóstico de enfermedades infecciosas en humanos y zoonóticas de importancia para salud pública. También, realiza análisis particulares y de apoyo para otros Ministerios.

El Sistema de Calidad del Laboratorio Nacional de Salud (LNS), está diseñado para cumplir con los criterios y requisitos establecidos en la norma COGUANOR NTG ISO/IEC 17025. "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración", la Norma COGUANOR NTG/ISO

15189:2012 "Laboratorios Clínicos: Requisitos // para la calidad y competencia" específicamente para la Unidad Central de Referencia para la Vigilancia Epidemiológica y las "Buenas Prácticas de la OMS para Laboratorios de Control de Calidad de Productos Farmacéuticos", Informe No. 44.

Reseña histórica del Laboratorio

El Laboratorio Nacional de Salud se conformó a partir del Laboratorio Unificado de Control de Alimentos y Medicamentos (LUCAM) y de los Laboratorios Centrales de Referencia. Fue creado según Acuerdo Gubernativo 115-99 "Reglamento Orgánico Interno del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social", Acuerdo Ministerial 91-2017 "Manual de Organización y Funciones de la Dirección General de Regulación, Vigilancia y Control de la Salud y Acuerdo Ministerial SPM-1,200-99, en el año 1999. En ese mismo año se traslada a las actuales instalaciones ubicadas en el km 22 Carretera al Pacífico Bárcena Villa Nueva, Guatemala.

A partir de la fecha en que se instituyó como Laboratorio Nacional de Salud, se fortalecieron los programas de vigilancia alimentaria y epidemiológica, se incrementó la capacidad técnico-analítico, ampliando los alcances como Laboratorio de Referencia.

En Noviembre del 2008, se recibió la acreditación de acuerdo a los criterios y requisitos establecidos en la norma COGUANOR NTG ISO/IEC 17025. "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración". Reconocimiento que se mantiene vigente hasta la presente fecha.

En el año 2010 el Laboratorio Nacional de Salud es reconocido con el referente nacional de Guatemala para el análisis de aguas residuales, por parte de USAID a través del programa CAFTA-DR, adicionalmente se recibió el premio a la

excelencia para el período 2010-2014 en reconocimiento por haber sido seleccionado como Laboratorio de Referencia para el análisis de Aguas Residuales, por parte de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA). El Laboratorio Nacional de Salud desde su conformación como LUCAM en 1999 hasta la fecha, ha participado en diversos proyectos de investigación, programas de fortalecimiento y apoyo en capacitaciones.

Misión del Laboratorio

Somos el laboratorio oficial de referencia de Guatemala, encargado de efectuar los análisis necesarios para la evaluación de la conformidad de los alimentos, medicamentos y productos afines, e identificación de enfermedades de importancia en salud pública a través de la implementación de normas nacionales e internacionales, asegurando la protección de la población, sanidad agropecuaria y medio ambiente.

Visión del Laboratorio

Ser el laboratorio regional de referencia con reconocimiento internacional, prestando servicios analíticos de calidad con personal comprometido y capacitado, utilizando tecnología de vanguardia, en beneficio de la población, sanidad agropecuaria y medio ambiente.

Certificado de Acreditación

OGA-LE-011-06, Oficina Guatemalteca de Acreditación – OGA.

Normativa (Reglamento vigente que rige aguas residuales en el país):

Acuerdo gubernativo número 236-2006. Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos.

Matrices que analiza el Laboratorio

- Agua residual
- Agua potable
- Agua envasada
- Agua con fines de certificación (para cumplimiento con Acuerdo Gubernativo 178-2009 Reglamento para la certificación de la calidad del agua para consumo humano en proyectos de abastecimiento).

Cuadro 1: Ensayos analíticos que realiza el Laboratorio

Parámetros	Método	Referencia Bibliográfica
Grasas y aceites	Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method	SM 5520 B
Sólidos suspendidos totales	Total Suspended Solids Dried at 103-105°C	SM 2540 D
DBO ₅	Respirometric Method.	SM 5210 D
Coliformes Fecales	Multiple-tube fermentation technique	SM 9221
DQO	Colorimétrico	Merck. Spectroquant Merck. COD Cell Test. 1.14541.0001
Color	Spectrophotometric-Single-Wavelength Method(Proposed)	SM 2120 C
Cobre	Direct Air-Acetylene Flame Method.	SM 3111B.
Cromo Hexavalente	Spectroquant	Merck. Chromate Cell Test. 1.14552.0001
Cianuro Total	Colorimetric Spectroquant	Merck. Cyanide Cell Test 1.14561.0001
Níquel	Direct Air-Acetylene Flame Method.	SM 3111B
Cinc	Direct Air-Acetylene Flame Method.	SM 3111B

Nitrógeno Total	Colorimetric Spectroquant	Merck. Nitrogen Cell Test. 1.14537.0001
Fósforo Total	Colorimetric Spectroquant	Merck. Phosphate Cell Test. 1.14543.0001
Plomo	Metals By Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry.	SM 3113 A
Arsénico	Metals By Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry.	SM 3113 A
Cadmio	Metals By Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry.	SM 3113 A
Mercurio	Metals By Cold-Vapor Atomic Absorption Spectrometry.	SM 3112

Cuadro 2: Lista de principales equipos del Laboratorio.

Nombre	Marca	Modelo
Espectrómetro de Absorción Atómica con Horno de Grafito	Perkin Elmer	AA800
Espectrofotómetro UV-VIS	Merck	PHARO 300
Espectrofotómetro UV	HACH	DR/6000U
Fotómetro	Merck	Spectroquant NOVA 60
Microondas de reacción acelerada	MarsSpress	907501
Potenciómetro Expandible Ión Analyzer	ORION RESEARCH	EA940
Incubadora Oxitop Box DBO (2 unidades)	WTW	OxitopBox
Control Oxitop (2 unidades)	WTW	OC100
Incubadora	WTW	14340051
Incubadora	Equatherm	C1483
Baño de María	Thermo Scientific	2841
Horno de convección	Precision	18 EG

Cuadro 3: Recursos Humanos del Laboratorio

Cantidad	Profesión
1	Licenciado Químico Farmacéutico
2	Ingeniero en Alimentos
2	Licenciado en Química
4	Licenciado Químico Biólogo
1	Lavador de cristalería
10	Total

Fortalezas:

- Personal calificado y comprometido
- Responsabilidad social
- Laboratorio Nacional de Referencia en el tema de aguas residuales
- Registro de Plaguicidas de uso doméstico y de uso en Salud Pública, análisis de aguas potables, análisis de residuos de plaguicidas en frutas y vegetales.
- El Laboratorio Nacional de Salud cuenta con la Unidad de Investigación y Docencia a través de la cual se gestionan todas las actividades de capacitación para el personal del laboratorio y entidades que lo requieran.

Debilidades:

- Poco personal bajo renglón 011 (personal permanente).
- Falta de personal destinado a la implementación y/o validación de metodologías.
- Alta rotación de personal contratado, personal que se retira del LNS por mejores oportunidades salariales.
- Actualmente no se cuenta con la infraestructura adecuada en cuanto a las áreas físicas destinadas a los laboratorios de análisis de agua potable y residual para la cual se encuentra en gestión la remodelación y adecuación de las áreas analíticas.
- Falta de equipo analítico de tecnología reciente.

- Mínimo número de pruebas analíticas acreditadas según la norma ISO 17025, debido a la falta de personal, proceso de adquisición de insumos, capacitación.
- No se cuenta con los parámetros de aguas residuales acreditados.

Conclusiones:

- Se hace necesaria la capacitación al personal involucrado en los análisis, con respecto a las Normativas Internacionales.
- El Laboratorio Nacional de Salud, mediante una gestión efectiva podrá solventar las debilidades que estén a su alcance: Adquisición de equipo, adecuación apropiada del área analítica, contratación de personal y fortalecimiento en el componente informático para mejorar la trazabilidad de la muestra e informe de resultados.
- Se cuenta con personal comprometido con la institución y la competencia técnica en cuando a las condiciones del envío de las muestras, análisis e interpretación de los resultados.

Bibliografía

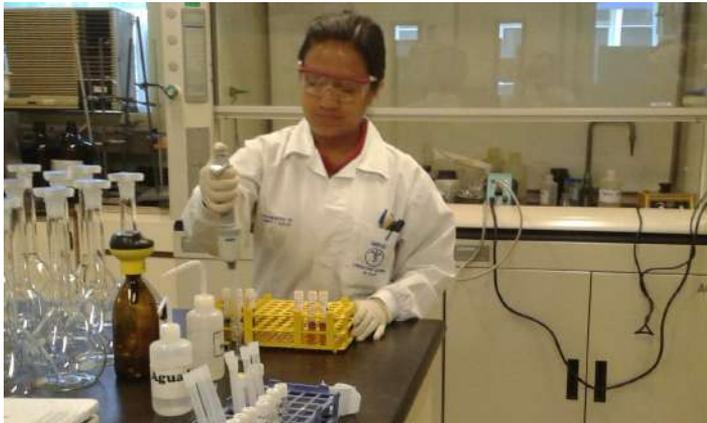
Acuerdo Gubernativo Número 236-2006 "Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos"

American Public Health Association (APHA) y American Water Works Association (AWWA). (2012). Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. Edition 22ND. USA.

Fotografías



Equipos en el Laboratorio



Personal del Laboratorio



Personal del Laboratorio



Tomado de: Muelle Callo.

Honduras

LABORATORIO DEL CENTRO DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CONTAMINANTES CESCO DE HONDURAS PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUAS RESIDUALES

CAPACIDADES TÉCNICAS INSTALADAS PARA EL ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES

Thompson, Carlos Alberto; Pineda, Víctor Manuel; Membreño, María Aracely; Castillo, Ana Carolina; Barahona, Mersy Arely. Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO). E-Mail: cescco.serna@gmail.com

Introducción

El Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO) es una Dirección de la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (MiAmbiente+), que a lo largo de su trayectoria institucional ha consolidado sus servicios en pro del ambiente en Honduras mediante su participación activa en las redes regionales de intercambio de información y conocimiento, comités de trabajo específicos y otros. Logrando así un reconocimiento a nivel nacional e internacional.

El CESCCO es dirigido por un Director General, Subdirección y un equipo multidisciplinario con alto grado de especialización.

Con el propósito de ampliar nuestros servicios en pro del desarrollo sostenible del país, se cuenta con dos oficinas Regionales ubicadas en las ciudades de San Pedro Sula y Choluteca.

Reseña histórica del Laboratorio

El CESCCO fue creado el 11 de septiembre de 1986, como un proyecto de la Secretaría de Salud Pública apoyado mediante convenio tripartito por la Cooperación Suiza para el Desarrollo (COSUDE) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS), con carácter de un organismo Técnico-Científico,

orientado a la investigación de la problemática ambiental y con un sistema de prestación de servicios analíticos para atender al sector público, privado y comunidad en general.

En 1997, en el marco del proceso de modernización del estado por Decreto Legislativo 218-96, el CESCOO pasa a ser parte de la nueva Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA) ahora Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (MiAmbiente+) y mediante Decreto Ejecutivo PCM-008-97 se define la competencia del CESCOO como una Dirección General adscrita a esta Secretaría.

A través del Centro de Estudios y Control de Contaminantes, se ha trabajado y coordinado a nivel nacional la elaboración de la "Regulación Modelo para la Descarga de Aguas Residuales en Centroamérica" y los procesos de implementación de la misma. Dicha regulación modelo es el resultado de los esfuerzos de cada uno de los países miembros, la cual se aprobó y adoptó en julio de 2005 en la XL Reunión Ordinaria del Consejo de Ministros de la CCAD, que se llevó a cabo en Granada, Nicaragua. De este proceso surge el "Programa de Fortalecimiento de Laboratorios de Aguas Residuales" bajo el auspicio del acuerdo USAID / CAFTA-DR, y la asistencia técnica de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) el cual se ha desarrollado en dos etapas llevando a cabo una revisión del cumplimiento de la normativa ISO 17025 y una auditoría a los Sistemas de Calidad de los Laboratorios en Honduras.

La primera fase de fortalecimiento incluyó la selección de un Laboratorio de Referencia Nacional, participando en la evaluación tres (3) laboratorios nacionales de aguas residuales. En dicho proceso Honduras no pudo finalizar con las actividades debido a restricciones de cooperación internacional que sufrió el país por problemas políticos internos.

En la segunda fase que inició en 2011, Honduras nuevamente

se integra al programa de fortalecimiento, realizando evaluaciones de aseguramiento de la calidad y control de la calidad (QA/QC por sus siglas en inglés) en los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos de aguas residuales, realizando una revisión de la documentación y de las capacidades de los diferentes laboratorios participantes.

En el resultado de dicho proceso el CESCOO logró ser beneficiado con:

- Asesoría técnica por personal de USEPA.
- Participación en tres ensayos de aptitud
- Fortalecimiento de documentación técnica
- Adquisición de equipos de laboratorio para análisis fisicoquímicos y microbiológicos

Misión del Laboratorio

Somos el organismo técnico-científico superior del Estado de Honduras, en materia de contaminación ambiental, realizando nuestra labor mediante la investigación, prestación de servicios laboratoriales, vigilancia ambiental y la gestión de productos químicos; con el propósito de fortalecer la gestión ambiental de Honduras basados en principios de responsabilidad, honestidad, ética e integridad.

Visión del Laboratorio

Contribuir al mejoramiento de las condiciones ambientales en el país.

Certificado de Acreditación

No se cuenta con la acreditación

Normativa (Reglamento vigente que rige aguas residuales en el país.

- Normas Técnicas de las Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores y Alcantarillado Sanitario, acuerdo n° 058 del 9 de abril de 1996, vigente desde el 13 de diciembre de 1997.

Matrices que analiza el Laboratorio

- Agua
- Suelo
- Sedimento
- Alimentos

Cuadro 1: Ensayos analíticos que realiza el Laboratorio

Parámetro	Método	REFERENCIA BIBLIOGRAFICA
MICROBIOLOGÍA DE AGUAS		
Recuento Pseudomonas aeruginosa	Membrana de Filtración	SMWW Part 9213-E, 22 th
Recuento Pseudomonas aeruginosa	Técnica Tubos Múltiples	SMWW Part 9213-F, 22 th
Recuento de Cándida albicans	Membrana de Filtración	SMWW Part 9610-H, 22 th
Recuento de Enterococos	Técnica de Tubos Múltiples	SMWW Part 9230-B, 22 th
Recuento de Streptococos fecales	Técnica de Tubos Múltiples	SMWW Part 9230-B, 22 th
Recuento de Enterococos	Membrana de Filtración	SMWW Part 9230-C, 22 th
Recuento de Streptococos Fecales	Membrana de Filtración	SMWW Part 9230-C, 22 th
Staphylococcus aureus	Membrana de Filtración	SMWW Part 9213-B, 22 th
Staphylococcus aureus	Técnica de Tubos Múltiples	SMWW Part 9213-B, 22 th
Vibrio	Método Directo	SMWW Part 9260-H, 22 th
Salmonella	Método Directo	SMWW Part 9260-B, 22 th

Recuento de E. coli	Membrana de Filtración	SMWW Part 9222-G, 22 th
Recuento de E. coli	Técnica de Tubos Múltiples	SMWW Part 9221-F, 22 th
Recuento de Coliformes Totales	Membrana de Filtración	SMWW Part 9222-B, 22 th
Recuento de Coliformes Totales	Técnica de Tubos Múltiples	SMWW Part 9221-B, 22 th
Recuento de Coliformes Termotolerantes	Membrana de Filtración	SMWW Part 9222-D, 22 th
Recuento de Coliformes Termotolerantes	Técnica de Tubos Múltiples	SMWW Part 9221-E, 22 th
Recuento en Placa de Heterótrofos	Recuento en Placa	SMWW Part 9215-B, 22 th
Huevos de Helmintos	Método de Floculación	NOM-ECOL-001-116
Bacterias Reductoras de Sulfato	Técnica Tubos Múltiples	CETESB; 1989. 30 p., Norma técnica L5.210
METALES		
Metales (cobre, cadmio, cromo, níquel, zinc, manganeso, plomo, hierro, sodio, potasio, arsénico, selenio) ¹	Espectrofotometría de absorción atómica	SMWW Part 3111B, 22 th
Mercurio total ²	Descomposición térmica	SW-846, Method 7473
Plaguicidas organoclorados ²	Extracción líquido-Líquido	SW-846, Method 8081 B
Plaguicidas organofosforados ²	Extracción líquido-Líquido	SW-846, Method 8141 B
FISICOQUÍMICO EN AGUAS		
Acidez ¹	Titrimétrico	SMWW Part 2310 B 22 th
Aceites y Grasas ¹	Partición Gravimétrica	SMWW Part 5520 B 22 th
Alcalinidad ¹	Titrimétrico	SMWW Part 2320 B 22 th
Calcio ¹	Titrimétrico EDTA	SMWW Part 3500-Ca B 22 th

Cloro Libre ³	Comparación Visual	DPD Kit Orbeco
Cloro Total ³	Comparación Visual	DPD Kit Orbeco
Cloruros ¹	Titrimétrico ¹ con nitrato de mercurio	SMWW Part 4500-Cl- C 22 th
Color Aparente ¹	Visual	SMWW Part 2120 B 22 th
Color Verdadero ¹	Visual	SMWW Part 2120 B 22 th
Conductividad ¹	Método de Laboratorio	SMWW Part 2510 B 22 th
Demanda Bioquímica de Oxígeno ¹	5 días incubación, modificación de azida o electrometría	SMWW Part 5210 B 22 th
Demanda Química de Oxígeno ¹	Reflujo cerrado por titulación con sulfato ferroso amoniacal	SMWW Part 5220 C 22 th
Dureza ¹	Titrimétrico EDTA	SMWW Part 2340 C 22 th
Fluoruros ¹	Espectrofotométrico Spands	SMWW Part 4500- F- D 22 th
Fósforo Total ¹	Digestión con Persulfato y cloruro de estaño	SMWW Part 4500-P B-5; D, 22 th
Magnesio ¹	Método de Cálculo	SMWW Part 3500-Mg B 22 th
Nitratos ¹	Espectrofotometría ultravioleta	SMWW Part 4500-NO ₃ - B 22 th
Nitritos ¹	Colorimétrico Diazotización	SMWW Part 4500-NO ₂ - B 22 th
Nitrógeno Total Kjeldahl ¹	Semi-micro Kjeldahl-Titrimétrico	SMWW Part 4500-N _{org} - C, NH ₃ B y C 22 th
Nitrógeno Amoniacal ¹	Semi-micro-Kjeldahl-Titrimétrico	SMWW Part 4500-NH ₃ B y C 22 th
Amonio ¹	Semi-micro-Kjeldahl-Titrimétrico	SMWW Part 4500-NH ₃ B y C 22 th
Nitrógeno Orgánico ¹	Semi-micro Kjeldahl-Titrimétrico	SMWW Part 4500-N _{org} - C, NH ₃ B y C 22 th

Ortofosfatos ¹	Espectrometría Cloruro de Estaño	SMWW Part 4500-P D 22 th
Oxígeno Disuelto ¹	Yodometrico, Modificación de Azida	SMWW Part 4500-O C 22 th
Potencial de Hidrógeno (pH) ¹	Potenciométrico	SMWW Part 4500-H+ B 22 th
Salinidad ¹	Conductividad eléctrica	SMWW Part 2520 B 22 th
Sólidos Disueltos Totales ¹	Gravimétrico- secado a 180°C	SMWW Part 2540 C 22 th
Sólidos Sedimentables ¹	Sedimentación volumétrico	SMWW Part 2540 F 22 th
Sólidos Suspendidos Totales ¹	Gravimétrico- secado a 103- 105°C	SMWW Part 2540 D 22 th
Sólidos Totales ¹	Gravimétrico- secado a 103-105°C	SMWW Part 2540 B 22 th
Sulfatos ¹	Turbidimétrico	SMWW Part 4500-SO ₄ ⁻² E 22 th
Turbidez ¹	Nefelométrico	SMWW Part 2130 B 22 th
Temperatura ¹	campo y laboratorio	SMWW Part 2550 B 22 th
ECOTOXICOLOGIA		
Bioensayo de Toxicidad aguda con Daphnia magna (EC-24h)	Determination of the mobility of Daphnia magna.	ISO-6341-1982
Bioensayo de Toxicidad Crónica con Selenastrum capricornutum (IC -72h)	Qualité de l'eau - Essai d'inhibition de la croissance des algues d'eau douce avec Scenedesmus subspicatus et Selenastrum capricornutum. (Método no normalizado) ²	International Standardization Organization. 1989. ISO 8692

1 Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 22th, 2012

2 Test Methods for Evaluating Solid Waste, Physical/Chemical Methods (SW-846)

3 Instruction Manual Aqua Comparator, Orbeco Hellige

4 Manual de Análisis Bacteriológicos Edición 8°

Cuadro 2: Lista de principales equipos

Nombre	Marca	Modelo
Espectrofotómetro de Absorción Atómica	VARIAN	Spectra220
Cromatografía de Gases	VARIAN	450-GC
Analizador de Mercurio Directo	MILESTONE	DMA-80
Espectrofotómetro UV/VIS	Thermo Scientific	Aquamate Plus
Analizador de Nitrógeno Kjeldahl	LABCONCO	RAPIDSTILL II

Cuadro 3: Recursos Humanos del Laboratorio

Cantidad	Profesión
2	Microbiólogos
4	Químicos Farmacéuticos
1	Biólogo
8	Técnicos de Laboratorio
2	Auxiliares de Laboratorio
17	Total

Fortalezas

Adquiridas a través del Proyecto USAID/USEPA

- La asistencia técnica y las evaluaciones realizadas por los profesionales de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) nos ayudó a identificar las debilidades de nuestro sistema de gestión de calidad. Así mismo la orientación y seguimiento hacia la mejora.
- Se adquirió equipo especializado para los análisis microbiológicos y fisicoquímicos para la evaluación de la calidad de las aguas residuales.
- Capacitación del personal en metodología analítica específica en la matriz agua residual.
- Oportunidad de participación a nivel a regional e internacional en diferentes ensayos de aptitud,

demostrando competencia técnica.

- Adquisición de material bibliográfico

Fortalezas institucionales

- Se cuenta con instalaciones propias.
- Excelente trayectoria institucional en materia de gestión ambiental
- Personal Profesional multidisciplinario con alta experiencia en su área
- Definida capacidad instalada laboratorial
- Se cuenta con un Sistema de Gestión de Calidad implementado bajo la norma OHN-ISO/IEC17025:2005
- Existencia de tecnología base para realización de análisis
- Se cuenta con un órgano de divulgación la revista CAS (Contaminación Ambiente y Salud).

Debilidades

- Infraestructura inadecuada en materia de seguridad y para ampliación de futuras tecnologías.
- Recurso humano no es exclusivo para análisis de laboratorio.
- Presupuesto insuficiente para gastos de operación
- Falta de recursos financieros para adquisición de última tecnología.
- No se cuenta con líneas específicas de presupuesto para la calibración y caracterización de equipo, ensayo de aptitud, para la acreditación y sostenibilidad.

Conclusiones

- Incidencia a nivel superior en la importancia de la implementación y mantenimiento de un Sistema de Gestión de Calidad para demostrar competencia técnica.
- Se logró el fortalecimiento y la competencia técnica necesaria para la acreditación en los análisis microbiológicos y fisicoquímicos en aguas residuales.
- Se logró fortalecimiento de los nexos entre los profesionales de la región con el intercambio de las experiencias e información.

Bibliografía

Normas Técnicas de las Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores y Alcantarillado Sanitario, acuerdo n° 058 del 9 de abril de 1996, vigente desde el 13 de diciembre de 1997.

American Public Health Association (APHA) y American Water Works Association (AWWA). (2012). Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. Edition 22ND. USA.

Fotografías

Personal en el laboratorio



Personal en el laboratorio





Lago Managua.

Nicaragua

LABORATORIO DE REFERENCIA DEL CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA/CIRA,

CAPACIDADES TÉCNICAS INSTALADAS PARA EL ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES

Zelaya Noguera, Argentina, López Zambrana, Ivette, Fuentes Huelva, Silvia. Universidad Nacional de Managua. Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos. E-Mail: argentina.zelaya@cira.unan.edu.ni

Introducción

El Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua (CIRA/UNAN-Managua) es una institución académica y de investigación dedicada a contribuir al aprovechamiento y a la protección de los recursos hídricos de Nicaragua y Centroamérica, la cual desde su fundación en 1980, forma parte de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. El centro tiene implantado un Sistema de Gestión de la Calidad, basado en la Norma Técnica Nicaragüense NTN 04-001-05 o su equivalente internacional ISO/IEC 17025:2005.

Reseña histórica del Laboratorio

En el año 2008 el CIRA/UNAN-Managua participó con dos integrantes de los laboratorios de Aguas Residuales y Microbiología en el curso "Métodos Analíticos y de Muestreo Aceptables" en la Ciudad de Guatemala del 6 al 9 de mayo.

En el año 2009 se recibió la visita de dos representantes de Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). Se detectaron a través de la auditoría diferentes hallazgos, lo que permitió identificar debilidades y fortalecer el sistema de gestión, implementando en cada caso una acción para la mejora.

En el año 2010 se recibió la donación del Standard Methods for

the Examination of Water and Wastewater (2005). 21st. Edition, y un termómetro (pistola radar) para medir temperatura a las muestras de DBO_5 .

Se realizaron recomendaciones para la mejora continua al laboratorio de microbiología entre las que se destacaron: La medición de la temperatura en las muestras cuando ingresa al laboratorio y otra disponer de un equipo adecuado que cumpliera con los requisitos para la incubación de los coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* en aguas residuales. En base a sus recomendaciones el laboratorio fue fortalecido por parte de USAID con una pistola infra-rojo y un baño maría.

En el año 2010 el centro obtuvo el reconocimiento por parte de la EPA como laboratorio de referencia para el análisis de aguas residuales durante el período comprendido de agosto 2010 a agosto del 2014.

Del 14 al 16 de noviembre del año 2016 tres integrantes del Centro participaron en la Ronda Regional de Intercomparación realizada en San Salvador en la cual recibimos una muestra para participar en el ejercicio de intercomparación con la Empresa ERA obteniendo Certificado de Excelencia.

La adquisición de equipos y material bibliográfico así como también la participación del personal de laboratorio en cursos en los años 2008 y 2016 nos ha permitido mejorar, fortalecer y asegurar nuestro Sistema de Gestión de la Calidad.

Misión del Laboratorio

Generar y diseminar información científica, formar profesionales y brindar servicios científico-técnicos en el ámbito de los recursos hídricos, en función del desarrollo social y económico ambientalmente sostenible.

Visión del Laboratorio

Ser un Centro de excelencia, acreditado y de alto reconocimiento en la región por el aporte a la docencia superior, investigación, innovación y proyección social en el ámbito de los recursos hídricos, que contribuya y promueva la gestión integrada y sostenida de los mismos.

Certificado de acreditación

El Laboratorio de Microbiología ha estado acreditado en dos ocasiones en los años 2009 al 2011 y del 2012 al 2016. CALE-007-12 por la Oficina Nacional de Acreditación (ONA). Managua, Nicaragua. En cambio, el Laboratorio de Aguas Residuales no ha obtenido ninguna acreditación.

Normativa (Reglamentos vigentes que rigen aguas residuales en el país).

Decreto No. 21-2017: Reglamento en el que se establecen las Disposiciones para el Vertido de Aguas Residuales. La Gaceta Diario Oficial No. 229. Managua, Noviembre 2017.

Matrices que analiza el Laboratorio.

Laboratorio de Microbiología

- Agua potable
- Agua natural
- Agua residual
- Sedimentos
- Lodos

Laboratorio de Aguas Residuales:

- Aguas Residuales
- Industriales
- Domésticas

Cuadro 1: Ensayos analíticos que realiza el Laboratorio de Microbiología

Parámetros	Métodos	Referencia Bibliográfica
Coliformes Totales en Agua Potable, Natural y Residual	Tubos Múltiples	9221 B ¹
Coliformes Termotolerantes en Agua Potable, Natural y Residual	Tubos Múltiples	9221 E ¹
Escherichia coli en Agua Potable, Natural y Residual	Tubos Múltiples	9221 F ¹
Coliformes Totales en Agua Potable y Natural	Filtración por Membrana	9222 B ¹
Coliformes Termotolerantes en Agua Potable y Natural	Filtración por Membrana	9222 D ¹
Escherichia coli en Agua Potable y Natural	Filtración por Membrana	9222 G ¹
Enterococos / Streptococos fecales en Agua	Filtración por Membrana	9230 C ¹
Enterococos /Streptococos fecales en Agua Potable, Natural y Residual	Tubos Múltiples	9230 B ¹
Identificación de Huevos de helmintos en Aguas Residuales y Residuales Tratadas	Observación Microscópica Método de Prueba	NMX-AA-113-SCFI-2012.
Bacterias Totales en Aguas Naturales	Epifluorescencia	9216 B ¹
Coliformes Termotolerantes en Biosólidos y Sedimentos	Fecal Coliforms in Sewage Sludge (Biosolids) by Multiple	Method 1680 EPA ²
Determinación y Enumeración de Huevos de Helmintos en Biosólidos y Lodos	Observación Microscópica	NOM-004 ³ .
Referencias: ¹ American Public Health Association (APHA). (2012). Standard Methods for the examination of water and wastewater TM 22nd edition. Washington. ² United States Environmental Protection Agency (USEPA), 2010 ³ Norma Oficial Mexicana NOM-004- SEMARNAT 2002. Método Modificado.		

Cuadro 2: Ensayos analíticos que realiza el Laboratorio de Aguas Residuales

Parámetros	Método	Referencia Bibliográfica
Valor de pH (unidades de pH)	Electrométrico	4500-H*B ¹
Conductividad (µS/cm)	Método de laboratorio	2510-B ¹
Sólidos Totales (mg/L)	Secados a 103 -105 °C	2540-B ¹
Sólidos Totales Disueltos (mg/L)	Secados a 180 °C	2540-C ¹
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	Secados a 103 -105°C	2540-D ¹
Sólidos Sedimentables (mL/L)	Cono Imhoff	2540-F ¹
Sólidos Fijos Totales (mg/L)	Incinerados a 550°C	2540-B.E ¹
Sólidos Volátiles Totales (mg/L)	Incinerados a 550°C	2540-B.E ¹
Sólidos Fijos Suspendidos (mg/L)	Incinerados a 550°C	2540-D.E ¹
Sólidos Volátiles Suspendidos (mg/L)	Incinerados a 550°C	2540-D.E ¹
Aceites y Grasas (mg/L)	Extracción	5520-D ¹
Aceites y Grasas (mg/L)	Líquido-Líquido, Partición-Gravimétrica	5520-B ¹
Oxígeno Disuelto (mg/L)	Modificación de la Azida	4500-O.C ¹
DBO ₅ (mg/L)	-	5210-B ¹
DQO (mg/L)	Titrimétrico, reflujo cerrado	5220-C ¹
Fósforo Total (mg/L)	Ácido Ascórbico	4500-P.B.E ¹
Fósforo Total (mg/L)	Vanadomolibdofosfórico	4500-P.B.C ¹
Compuestos Fenólicos (mg/L)	Directo	5530-D ¹
Surfactantes (mg/L)	SAAM	5540-C ¹
Sulfuro Total (mg/L)	Iodométrico	4500-S ² -F ¹
Sulfuro Total (mg/L)	Azul de Metileno	4500-S ² -D ¹
Sulfito (mg/L)	Iodométrico	4500-SO ₃ ²⁻ -B ¹
Cianuro Total (mg/L)	Ión Selectivo	4500-CN .F ¹
Referencia: ¹ American Public Health Association. (2012). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater TM, 22ND Edition.		

Cuadro 3: Equipos del Laboratorio de Microbiología

Nombre	Marca	Modelo
Incubador Imperial III (1)	Lab Line	310 - 1
Incubador	Ambi-Lo Chamber	3554 - 25
Equipo de Filtración por membrana	Schleicher & Schuell	Feldbach
Unidad de Filtración	Sartorius	SM 16220
Incubador Imperial III	Lab - Line	No. 305 M
Incubador para coliformes	Precision	2862
Autoclave	Yamato	SE 300
Cabina de Seguridad Biológica	Labconco	-
Autoclave Tuttnauer	Tuttnauer 5075 ELV	5075 ELV
Horno	Isotemp	6905
Microscopio I	Olympus	BH -2, S/N Tz-05152
Microscopio II	Olympus	BH -2, S/N Tz-1009453130
Sonificador ultrasónico	Misonix, Inc.	S-4000

Cuadro 4: Equipos del Laboratorio de Aguas Residuales

Nombre	Marca	Modelo
Espectrofotómetro	Perkin Elmer Lambda XLS	L 7110190
Reactor de DQO	Bioscience Inc. Thermo Scientific	COD B0123 Orion COD 165
pH-Metro digital	Accumet	XLS-25
Destilador de Nitrógeno Kjeldhal	Gerhardt Bonn	Vapodest 20s
Digestor de Nitrógeno Kjeldhal	Gerhardt Bonn	KT20
Medidor Avanzado Ion Selectivo de Cianuro	Thomas Scientific	Orion 4 – Star ISE/pH
Horno de Gravedad	Blue M Lindberg/Blue M	OV18SC GO1350A-RS
Mufla	Thermolyne	556-126

Cuadro 5: Recursos Humanos del Laboratorio de Referencia de Microbiología

Cantidad	Profesión
1	Master en Ciencias Ambientales
1	Licenciado en Bio-Análisis
1	Licenciada en Ecología
1	Licenciado en Biología
1	Licenciado en Química
1	Licenciado en Leyes
1	Estudiante de Microbiología
7	Total

Cuadro 6: Recursos Humanos del Laboratorio de Referencia de Aguas Residuales

Cantidad	Profesión
1	Ingeniero Químico con grado de Maestría en Ecohidrología.
3	Licenciados en Química
1	Ingeniero Químico
1	Estudiante de Ingeniería Química
1	Estudiante de Biología
7	Total

Fortalezas del Laboratorio de Microbiología

- Recurso humano todos profesionales con experiencia.
- Infraestructura y equipos instalados
- Entrega en tiempo y forma de resultados de ensayos a nuestros usuarios.
- Sistema de gestión de la calidad del laboratorio implementado
- Ensayos en proceso de acreditación
- Buena percepción por parte de nuestros usuarios en

la calidad de los resultados

- Trabajo en equipo

Fortalezas del Laboratorio de Aguas Residuales

- Reconocimiento de Excelencia como Laboratorio de Referencia para el análisis de aguas residuales otorgado por la USEPA (United States Environmental Protection Agency), correspondiente al período de agosto 2010 a agosto 2014.
- Participación anual en pruebas de intercomparación ERA. Ejercicio WP-241. Analito: Fenoles Totales. Calificación excelente. Fecha: 07 de abril de 2015.
- Ejercicio WP-261. Analitos: pH, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Sólidos Totales y Sólidos Suspendedos Totales. Calificación: Excelente. Fecha: 01 de diciembre de 2016.
- Personal capacitado y con amplia experiencia en análisis de aguas residuales y domésticas así como también, en toma de muestras compuestas con medición de caudal por los métodos de Manning, volumétrico y molinete.
- Capacidad técnica para realizar diagnóstico y evaluación de sistemas de tratamiento tanto de aguas residuales, así como de efluentes industriales.
- Sistema de gestión de la calidad del laboratorio implementado.

Debilidades del Laboratorio de Microbiología

- Falta de recursos económicos para el mantenimiento y buen funcionamiento de las áreas (aires acondicionados, pantry, puertas de madera y vidrio que separan las áreas).

- Adquisición de nuevos y modernos equipos.
- Ensayos implantados en el laboratorio que no tienen mucha demanda.
- Poca producción de artículos científicos.
- Falta de espacio en el laboratorio.

Debilidades del Laboratorio de Aguas Residuales.

- No estar acreditados por el Organismo Nacional de Acreditación de Nicaragua (ONA).
- Espacios físicos insuficientes para la cantidad de personal que labora dentro de las instalaciones, lo que limita la capacidad de orden en el laboratorio de residuales.

Conclusiones:

Durante los 30 años de existencia el CIRA/UNAN-Managua ha adquirido equipos sofisticados para satisfacer la demanda de análisis que garanticen la calidad de los resultados generados, lo que le ha permitido mantener la credibilidad del laboratorio y por ende aumentar el número de parámetros a analizar, tomando en cuenta la demanda de parte de las industrias para darle cumplimiento al Decreto 21-2017.

Todo el personal del centro ha recibido capacitación constante por medio de talleres y cursos relacionados sobre la Norma ISO-IEC-17025, tratamiento de aguas y lodos residuales y su reuso, aplicaciones de los sistemas de información geográfica y sensores remotos entre otros, así como también se ha participado en congresos nacionales e internacionales.

Los resultados obtenidos en los ejercicios de intercomparación en los que han participado los laboratorios de microbiología y residuales, han permitido demostrar las capacidades analíticas instaladas, así como la experiencia obtenida por el personal a través de los años.

BIBLIOGRAFÍA

Decreto No. 21-2017: Reglamento en el que se establecen las Disposiciones para el Vertido de Aguas Residuales. La Gaceta Diario Oficial No. 229. Managua, Noviembre 2017.

American Public Health Association (APHA) y American Water Works Association (AWWA). (2012). Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. Edition 22ND. USA.

Fotografías



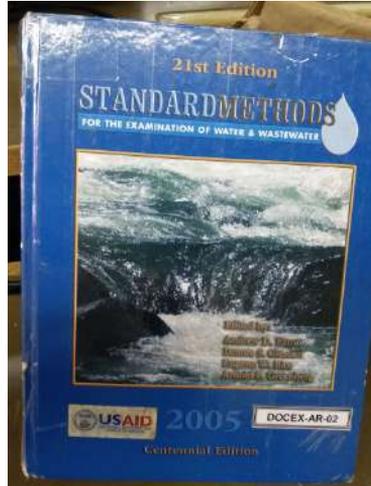
Baño María



Pistola



Pistola Temperatura





Canal de Panamá. Tomado de: <http://noticiaslogisticaytransporte.com/wp-content/uploads/2018/05/canal.jpg>

Panamá

LABORATORIO DE ANÁLISIS INDUSTRIALES Y CIENCIAS AMBIENTALES (LABAICA) DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ

LABORATORIO REFERENTE NACIONAL 2017-2022.

CAPACIDADES TÉCNICAS ANALÍTICAS INSTALADAS PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUAS RESIDUALES

Hernández Bethancourt, Cecilio; González V., Ana Cristina; Graell, Milka. Centro Experimental de Ingeniería, (CEI). Universidad Tecnológica de Panamá (UTP). E-Mail: cecilio.hernandez@utp.ac.pa

Introducción

El manejo correcto de los efluentes residuales domésticos e industriales, que contaminan hoy día nuestros ríos, lagos, mares y las aguas subterráneas, constituyen un reto y una exigencia, pues afectan al recurso de mayor valor para nuestra existencia, y la del resto de los seres, algunos de los cuales, nos brindan los alimentos para nuestra vida, y por ende la existencia del planeta.

Por ello es necesario que desde donde estemos, y en cualquier nivel, se pueda contribuir en la mejora del manejo de los efluentes en nuestros países, ya sea, como en nuestra experiencia, efectuando los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de los mismos, para verificar el cumplimiento con las regulaciones nacionales en materia ambiental, o coadyuvando en alternativas tecnológicas para su tratamiento óptimo, a través de investigaciones u otras actividades científicas.

Pero para ello, evidente se requiere recursos tecnológicos fundamentales sobre todo para la labor técnica de los laboratorios, que lamentablemente pese a los indicadores económicos de Panamá, son limitados a nivel de nuestras

Instituciones gubernamentales. Pese a esta realidad, se trata de hacer una contribución, en algunos de los casos en colaboración con otras entidades y organizaciones afines.

En este sentido, un esfuerzo notable es el “Proyecto de Fortalecimiento de Laboratorios para Aguas Residuales”, auspiciado por USAID y la United States Environmental Protection Agency, USEPA, que han representado tanto para LABAICA, como para el país, una de las mejores oportunidades de fortalecer tanto los aspectos de equipamiento, como la capacidad técnica de los analistas. El proyecto nos ha dado la oportunidad de fortalecer la vinculación nacional y de estrechar los lazos con los colegas de la región, y en particular con los expertos de la USEPA, que ha ayudado a mejorar el desempeño de los laboratorios del país.

El proyecto también ha contribuido a sustentar la mejora de la infraestructura existente, en particular la necesidad de mayor espacio físico, que ha sido nuestro mayor requerimiento. Actualmente LABAICA se encuentra en pleno proceso de expansión y mejora de su infraestructura, para completar la operatividad óptima de los equipos existentes y los donados a través del “Proyecto de Fortalecimiento de Laboratorios para Aguas Residuales”.

Reseña histórica del Laboratorio

El Laboratorio de Análisis Industriales y Ciencias Ambientales (LABAICA), forma parte del Centro Experimental de Ingeniería.

La Ley 17 del 9 de octubre de 1984 (Capítulo V, artículos 52, 54, Capítulo XI artículo 90) que organiza la Universidad Tecnológica de Panamá y su modificación mediante Ley 57 del 26 de julio de 1996, establece el Centro Experimental de Ingeniería, constituido como un Centro de Investigación adscrito a la Vicerrectoría de Investigación, Postgrado y

Extensión y por ende los laboratorios que lo conforman.

En el acta resumida de la Reunión Ordinaria No.01-2009 del Consejo de Investigación, Postgrado y Extensión, realizada el 4 de febrero de 2009 y en la Resolución CIPE-R-01-2012, queda establecido el nombre de Laboratorio de Análisis Industriales y Ciencias Ambientales (LABAICA).

LABAICA se encuentra Acreditado con la norma ISO/IEC 17025, desde el año 2010, otorgado por el Consejo Nacional de Acreditación de Panamá, y renovó y amplió su acreditación en octubre del año 2017.

Misión del Laboratorio

Contribuir al desarrollo científico, tecnológico, ambiental y económico del país a través de proyectos de investigación, servicios de extensión, apoyo a la docencia y asesoría técnica en el área ambiental, industrial y de los materiales, a través de ensayos fisicoquímicos de aguas, agregados, cerámicos, cementos, suelos, metales y materiales de baja resistencia mecánica.

Visión del Laboratorio

Constituirse en un laboratorio con credibilidad y competencia técnica reconocida, para enfrentar los desafíos que exigen los constantes avances de la ciencia y la tecnología.

Certificado de acreditación

LABAICA cuenta con el certificado de acreditación No. LE-031, otorgado por el Consejo Nacional de Acreditación de Panamá

Normativa (Reglamentos vigentes que rigen aguas residuales en el país).

- Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 24-99. Agua. Calidad de Agua. Reutilización de las Aguas Residuales Tratadas.

- Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2000. Agua. Descarga de Efluentes Líquidos Directamente a Cuerpos y Masas de Agua Superficiales y Subterráneas.
- Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 39-2000. Agua. Descarga de Efluentes Líquidos Directamente a Sistemas de Recolección de Aguas Residuales.

Matrices que analiza el Laboratorio

- Aguas residuales y residuales tratadas
- Aguas naturales
- Aguas potables
- Agua superficial (ríos, lagos)
- Aguas subterráneas
- Agua de mar
- Industrial (uso en concreto, sistemas de refrigeración, de riego, etc.).
- Suelos, sedimentos, aire, materiales diversos, etc.

Cuadro 1: Ensayos analíticos que realiza el Laboratorio

Parámetro	Método	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA*
pH	Electrométrico	SM 4500-H ⁺
Conductividad	Electrométrico	SM 2510 B
Sulfatos	Espectrofotometría UV-Visible	SM 4500-SO ₄ ²⁻ E
Nitrógeno amoniacal	Electrométrico	SM 4500-NH ₃ D
Temperatura	Termómetro convencional	SM 2550 B
Fósforo total	Espectrofotometría UV-Visible	SM 4500-P D
Fosfatos	Espectrofotometría UV-Visible	SM 4500-P D
Cobre	Espectrofotometría de Absorción Atómica	SM 3111 B
DQO	Espectrofotometría UV-Visible	SM 5220 D

DBO ₅		Electrométrico	SM 5210 B
Coliformes totales		Sustrato definido	SM 9223 B
Coliformes E. Coli		Sustrato definido	SM 9223 B
Surfactantes		Espectrofotetría UV-Visible	SM 5540 C
Nitratos		Espectrofotetría UV-Visible	SM 4500-NO ₃ B
Turbiedad		Nefelométrico	SM 2130 B
Salinidad		Electrométrico	SM 2520 B
Cloro residual		Volumétrico	SM 4500-Cl-, B-C
Oxígeno disuelto		Electrométrico	SM 4500-O-G
Nitratos para agua residual		Espectrofotetría UV-Visible	SM 4500-NO ₃ -B
Cromo hexavalente		Espectrofotetría UV-Visible	SM 3500 B-Cr6+
Sulfuro		Volumétrico	SM 4500-S ₂ -, F
Poder espumante		Lectura directa	ASTM D 1173
Sólidos totales		Gravimétrico	SM 2540-B
Sólidos disueltos totales		Gravimétrico	2540-C
Sólidos suspendidos		Gravimétrico	2540-D
Sólidos sedimentables		Volumétrico	2540-F
Alcalinidad		Volumétrico	2320-B
Bicarbonato		Volumétrico	2320-B
Acidez		Volumétrico	2310-B
Cloruros		Volumétrico	4500-Cl- B
Aceites y grasas		Gravimétrico	5520-B
Hidrocarburos totales		Gravimétrico	5520-F
Dureza total, de calcio y magnesio		Volumétrico	2340-C
Metales: cromo, cadmio, calcio, sodio, zinc, plomo, magnesio, manganeso, hierro, potasio, níquel, aluminio.		Espectrofotetría de Absorción Atómica	SM 3111 B

* Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22ND Edition 2012

Cuadro 2: Lista de principales equipos de LABAICA

Nombre	Marca	Modelo
Conductímetro	Thermo Electron Corporation	Thermo
Medidor de Oxígeno	WTW Wissenschaftlich- Technische Werkstätten GMBH	INOLAB
Cromatógrafo de gases	Hewlett Packard	Hewlett Packard
Espectrofotómetro de Absorción Atómica	Shimadzu Scientific Instruments	Shimadzu
Espectrofotómetro UV	Shimadzu Scientific Instruments	Shimadzu
Conductímetro	WTW Weilheim	WTW
Turbidímetro	HACH Company	HACH
Potenciómetro	HANNA INSTRUMENST	HANNA
Cámara de Extracción de gases	ESCO Technologies Inc.	ESCO Technologies Inc.
Cámara de extracción	Crumair Corp.	Crumair
Horno mufla	Barnstead Thermolyne Corp.	Barnstead Thermolyne
Autoclave	YOUNGFENG	LDZM-80L-III
Multiparámetro	HANNA	HI991301
Donación de USAID al laboratorio		
Potenciómetro	Thermo scientific	Orion versa
Data Logger para autoclave	ACCHITEMP 135FC	NC0721362 HITEMP135
Oxímetro	HACH	HQ440D
Termómetro de Platino de alta precisión para incubadoras y neveras	FISHER SCIENTIFIC	15-081-107, 13567070
Electrodo stirrer to fet 960	Orion	96019
Electrodo pH triode ROSS ULTRA	Orion	8157BNUMD
Electrodo conductividad	Orion	013005MD
Electrodo de OD Polarográfico DUAL	Orion	083005MD
Incubadora (DBO ₅)	Thermo Scientific	PRECISION, MOD. PR505755R

Refrigerador (almacenar muestras)	Thermo Scientific	REVCO, REL2304A
Incubadora (microbiología)	Thermo Scientific	51028067
Cámara Biológica de Seguridad, Clase II	ThermoFisher Scientific	ThermoFisher Scientific
Termómetro Termocupla, digital, certificado	SPER Scientific	800004C, serial No. 076370 (certificado de cal),
Termómetro de Platino de alta precisión para incubadoras y neveras	FISHER SCIENTIFIC	15-081-107, 13567070

Cuadro 3: Recursos Humanos del Laboratorio

Cantidad	Profesión
10	Químicos
1	Biólogos
1	Ambientalista
4	Técnicos
3	Otros profesionales
3	Administrativos
22	Total

Fortalezas

El Laboratorio está acreditado en 15 parámetros para las matrices de: agua residual, superficial, potable y subterránea. Se cuenta con el equipamiento adecuado a los ensayos realizados. El personal que desempeña las labores es idóneo y está capacitado. El laboratorio está vinculado con entidades nacionales e internacionales para desarrollar proyectos de interés mutuo. Tiene participación activa en proyectos de investigación ambiental a nivel nacional, obteniendo fondos de la Secretaría Nacional de Ciencias y Tecnología (SENACYT). Ofrece servicios de calidad a sus clientes.

Debilidades

Se requiere fortalecer la infraestructura en materia de bioseguridad para alcanzar ser laboratorio de primer nivel, ampliar la infraestructura y los espacios para crecer en

servicios especializados. Elevar el nivel de capacitaciones a la vanguardia de nuevas metodologías y de las normas. Los recursos informáticos deben ser mejorados. Una gran limitante en el país es el servicio de los proveedores para mantenimientos de los equipos y sus calibraciones.

Conclusiones

La participación dentro del “Proyecto de Fortalecimiento de Laboratorios para Aguas Residuales”, es una oportunidad notable de poder compartir experiencias con especialistas de la región y de la USEPA, que han permitido mejorar el desempeño de nuestros laboratorios y así como servir de soporte en la sustentación para la adquisición de nuevas instalaciones.

Los equipos recibidos, las visitas y capacitaciones, son un aporte substancial para nuestra institución.

Agradecemos eternamente por esta oportunidad a la cual desde un principio estuvimos anuentes a asumirla con responsabilidad, y sobre todo para abrir nuestro sistema a fin de ser sujeto a revisiones y auditorías.

Esperamos que como esta, surjan otras oportunidades de compartir en todos los niveles con amigos y compañeros, y además, de poder continuar en este proceso de fortalecimiento y mejora de nuestros laboratorios.

BIBLIOGRAFÍA

American Public Health Association (APHA) y American Water Works Association (AWWA). (2012). Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. Edition 22nd. USA.

Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 24-99. Agua. Calidad de Agua. Reutilización de las Aguas Residuales Tratadas.

Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2000. Agua.

Descarga de Efluentes Líquidos Directamente a Cuerpos y Masas de Agua Superficiales y Subterráneas.

Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 39-2000. Agua. Descarga de Efluentes Líquidos Directamente a Sistemas de Recolección de Aguas Residuales.

Fotografías

Personal del Laboratorio



LABORATORIO DE AGUAS Y SERVICIOS FISICOQUÍMICOS (LASEF)

CAPACIDADES TÉCNICAS INSTALADAS PARA EL ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES

Rovira Ríos, Dalys M.; Branda Ríos, Guillermo; Valdés Rodríguez, Benedicto. Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI), Laboratorio de Aguas y Servicios Fisicoquímicos (LASEF). dalys.rovira@unachi.ac.pa

Introducción

El Laboratorio de Aguas y Servicios Fisicoquímicos (LASEF) de la Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI), República de Panamá, fue fundado con el objetivo de contribuir a los esfuerzos para el control de la contaminación y la conservación del ambiente. Desde su creación se ha caracterizado por el alto grado de compromiso hacia los problemas socio-ambientales, y la exigente demanda de empresas y ciudadanos que buscan un laboratorio de análisis de agua confiable. Esta necesidad motivó a la formación de recurso humano y a la adquisición de equipos especializados para el análisis de aguas. El Laboratorio está integrado por profesionales de Química y Biología, con competencia reconocida y confiable, con mística de servicio. Además, nuestro personal se caracteriza por su alto sentido de compromiso y pertenencia en el cumplimiento del Sistema de Gestión. Contamos con instalaciones adecuadas para que el personal desempeñe sus labores con la mayor eficiencia y profesionalismo. Los equipos y materiales cumplen con los estándares de calidad exigidos para un laboratorio acreditado con la Norma ISO/IEC 17025. La metodología de trabajo se basa en el cumplimiento de los reglamentos técnicos vigentes, basados en métodos normalizados como el Estándar Método última versión, y se cuenta con la experiencia para garantizar la máxima calidad y resultados

óptimos en nuestros servicios buscando siempre cumplir con las expectativas de los clientes. Actualmente, LASEF se encuentra acreditado para realizar análisis de aguas potables, aguas naturales y aguas residuales. En su alcance de acreditación cuenta con 29 parámetros.

Reseña histórica del Laboratorio

Año 1995: LASEF fue fundado por la Dra. Dalys M. Rovira R., aportando al país una herramienta indispensable para análisis de agua con diferentes fines. Se realizan los primeros análisis de agua en un laboratorio de docencia de la Escuela de Química.

Año 2003: Obtiene sus propias instalaciones, lo que le permite dar un paso de calidad al adecuarse a los requisitos de infraestructura y espacios acorde con lo establecido en la Norma ISO/IEC 17025.

Año 2004: La Autoridad Nacional del Ambiente de Panamá (ANAM), actualmente Ministerio de Ambiente; publica en Gaceta Oficial N° 25 059, la autorización de LASEF para realizar análisis de aguas residuales en la República de Panamá, convirtiéndose para ese entonces en uno de los primeros laboratorios autorizados a presentar informes de la calidad del agua residuales en nuestro país.

Año 2009: El Consejo Nacional de Acreditación (CNA), otorga la acreditación a LASEF, erigiéndose como el primer laboratorio del sector público acreditado en Panamá, según los lineamientos de la norma DGNTI-COPANIT ISO/IEC 17025:2006.

Año 2011: Se inauguraron las nuevas instalaciones del Laboratorio; con nuevas áreas enfocadas a una proyección de futuro y mejores facilidades para el personal y nuestros usuarios.

Año 2012: Luego de la auditoría de seguimiento el Consejo Nacional de Acreditación (CNA) otorga la renovación y ampliación de la acreditación.

Año 2013: La Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos, por sus siglas en inglés (USEPA) y La Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional por sus siglas en inglés (USAID) invita a LASEF a participar en una ronda de competencias y capacitaciones para seleccionar al laboratorio de referencia nacional para análisis de aguas residuales.

Año 2017: En el marco de la implementación del Programa Regional de Cambio Climático de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), en colaboración con la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) y el CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza), se otorga a LASEF el reconocimiento como el Laboratorio de Aguas Residuales Referente a Nivel Nacional de la República de Panamá. Además, se realizó la auditoría del CNA para la ampliación y renovación del alcance de acreditación, por primera vez se incluyeron los parámetros bacteriológicos.

Año 2018: Se emite resolución de renovación y ampliación del alcance de acreditación por parte del CNA.

Misión del Laboratorio

Contribuir a mejorar la calidad de vida de la población, satisfaciendo sus necesidades de servicios de análisis de aguas, proporcionando información confiable y oportuna considerando los recientes avances científicos y tecnológicos. Las actividades de este laboratorio están basadas en el cumplimiento de la Norma DGNTI-COPANIT ISO/IEC 17025 vigente, los reglamentos técnicos aplicables y las disposiciones del Consejo Nacional de Acreditación, buscando siempre el

mejoramiento continuo y la eficacia del Sistema de Gestión.

Visión del Laboratorio

Mantenemos como el Laboratorio de Referencia en Análisis de Aguas Residuales de la República de Panamá, acreditado con la norma vigente, comprometidos con la calidad, la excelencia y la competitividad del personal enalteciendo la imagen de la Universidad Autónoma de Chiriquí.

Certificado de acreditación

LASEF cuenta con el certificado de Acreditación No. LE-023, otorgado por el Consejo Nacional de Acreditación de la República de Panamá.

Normativa (Reglamentos vigentes que rigen aguas residuales en el país).

- a. Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 24-99. Agua. Calidad de Agua. Reutilización de las Aguas Residuales Tratadas.
- b. Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2000. Agua. Descarga de Efluentes Líquidos Directamente a Cuerpos y Masas de Agua Superficiales y Subterráneas.
- c. Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 39-2000. Agua. Descarga de Efluentes Líquidos Directamente a Sistemas de Recolección de Aguas Residuales.

Matrices que analiza el Laboratorio.

- Aguas residuales y residuales tratadas
- Aguas naturales
- Aguas potables

Cuadro 1: Ensayos analíticos que realiza el Laboratorio

Parámetro	Método	Referencia
Aceites y Grasas	Gravimétrico	SM 5520 B
Alcalinidad Total	Volumétrico	SM 2320 B
Calcio	Absorción Atómica	SM 3111 B
Cloruros	Volumétrico	SM 4500-Cl B
Cobre	Absorción Atómica	SM 3111 B
Coliformes Fecales	Filtración por Membrana	SM 9222 D
	Fermentación de tubos múltiples	SM 9221 E
Coliformes Totales	Filtración por Membrana	SM 9222 B
	Fermentación de tubos múltiples	SM 9221 B
Conductividad Electrolítica	Electrométrico	SM 2510 B
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	Incubación y electrométrico	SM 5210 B
Demanda Química de Oxígeno	Digestión/Espectrofotométrico	SM 5220 D
Dureza Total	Volumétrico	SM 2340 C
Fosfato	Espectrofotométrico	SM 4500-P E
Fósforo Total	Espectrofotométrico	SM 4500-P E
Hierro	Absorción Atómica	SM 3111 B
Magnesio	Absorción Atómica	SM 3111 B
Manganeso	Absorción Atómica	SM 3111 B
Nitratos	Espectrofotométrico	SM 4500-NO ₃ B
Nitritos	Espectrofotométrico	SM 4500 NO ₂ - B
Oxígeno Disuelto	Volumétrico/ Electrométrico	SM 4500 - O C
pH	Electrométrico	SM 4500 - H ⁺ B
Potasio	Absorción Atómica	SM 3111B
Sodio	Absorción Atómica	SM 3111 B

Sólidos Sedimentables	Volumétrico	SM 2540 F
Sólidos Suspendedos	Gravimétrico	SM 2540 D
Sólidos Totales	Gravimétrico	SM 2540 B
Sulfato	Espectrofotométrico	EPA Method 375.4
Temperatura	Termométrico	SM 2550 B
Turbiedad	Nefelométrico	SM 2130 B
Zinc	Absorción Atómica	SM 3111 B

SM = Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23RD Edition 2017.

Cuadro 2: Lista de principales equipos de LASEF

Nombre de Equipo	Marca	Modelo
Baño de agua	Thermo scientific	TSCOL35
Cámara de extracción de gases	Fisher Hamilton	70864
Cámara de flujo laminar	Labconco	3740001
Congelador de -70 ° C	Thermo Scientific	708
Desionizador	PALL	CASCADE RO
Espectrofotómetro UV-VIS	HACH	DR6000
Espectrofotómetro de absorción atómica	Shimadzu	AA 7000
Espectrofotómetro UV-Vis	Shimadzu	UV-1800
Microscopio	Nikon	E 200
Multiparámetro de Campo	HACH	HQ40d
Reactor de DQO	HACH	DRB200
Rota vapor	BÜCHI	R-100
Turbidímetro	HACH	2100 N
Donados USAID-USEPA		
Reactor de DQO	HACH	DRB 200
Horno	Thermo Scientific	6957

Incubadora	NorLake	LR1061WWW/0
Espectrofotómetro UV-VIS	HACH	DR 6000
Bomba de vacío	PALL	DOA - P712 - AA
Plato caliente	Thermo Scientific	SP88850100
Cámara de bioseguridad	Nuare	NU543400

Cuadro 3: Recursos Humanos de LASEF

Cantidad	Profesión
3	Licenciados en Química
1	Estudiante de Licenciatura en Biología
2	Estudiantes de Licenciatura en Química
1	Licenciado en Química y Estudiante de Master of Science en Química (Inocuidad Alimentaria)
1	Licenciado en Biología y Master of Science en Microbiología Ambiental
1	Master of Science en Química Analítica y Doctor en Investigación
1	Secretaria ejecutiva
10	Total

Fortalezas

Dentro de las fortalezas de LASEF podemos resaltar:

- Cuenta con la acreditación ante el Consejo Nacional de Acreditación de Panamá de la Norma DGNTI-COPANIT ISO/IEC 17025:2006 y 29 parámetros incluidos dentro de su alcance de acreditación.
- Amplias y modernas instalaciones adecuadas para el desempeño de las actividades analíticas y un auditorio con capacidad para 30 personas.
- Actualmente tenemos el reconocimiento de USEPA-USAID-

CATIE como el Laboratorio Nacional de Referencia para análisis de aguas residuales en la República de Panamá.

- Personal altamente comprometido con su trabajo y el cumplimiento del Sistema de Gestión.

Debilidades:

- A pesar de contar con modernas instalaciones y personal comprometido se hace importante la adquisición de nuevas tecnologías y técnicas analíticas para ampliar las capacidades de nuestro Laboratorio.
- Al encontrarnos en la región occidental (interior) del país se dificulta nuestra interacción con proveedores. Lo que incide en los costos de operación y facilidades para realizar la calibración y mantenimiento de equipos especializados.

Conclusiones:

- Las capacidades técnicas se han fortalecido a partir de los equipos donados por USAID, la participación en pruebas de intercomparación, las visitas y capacitaciones recibidas.
- Es importante que las autoridades al más alto nivel estén comprometidas para que suministren el apoyo administrativo y logístico para lograr resultados más trascendentes que conduzcan a cuidar nuestro más valioso recurso: El Agua.
- El "Proyecto de Fortalecimiento de Laboratorios para Aguas Residuales", ha sido una experiencia enriquecedora que ha permitido el intercambio con especialistas de la región y de la EPA, situación que ha consolidado el desempeño del personal del Laboratorio, fomentando la competitividad y homologación de criterios técnicos.

Bibliografía

- American Public Health Association (APHA) y American Water Works Association (AWWA). (2017). Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. Edition 23RD. USA.
- Dirección General de Normas y Tecnología Industrial – Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas. (2000). Reglamentos Técnicos DGNTI-COPANIT 24-99. Agua. Calidad de Agua. Reutilización de las Aguas Residuales Tratadas, Ministerio de Salud de Panamá.
- Dirección General de Normas y Tecnología Industrial – Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas. (2000). Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2000. AGUA. Descarga de efluentes líquidos directamente a sistemas de recolección de aguas residuales, Ministerio de Salud de Panamá.
- Dirección General de Normas y Tecnología Industrial – Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas. (2000). Reglamentos Técnicos DGNTI-COPANIT 39-2000. AGUA. Descarga de efluentes líquidos directamente a sistemas de recolección de aguas residuales, Ministerio de Salud de Panamá.
- Dirección General de Normas y Tecnología Industrial – Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas. Organización Internacional de Estandarización - Comisión Electrotécnica Internacional. (2006). Norma Técnica DGNTI-COPANIT ISO / IEC 17025:2006 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración.

Fotografías



Figura 1. Instalaciones del Laboratorio de Aguas y Servicios Físicoquímicos



Figura 2. Personal de LASEF



Figura 3. Analista utilizando equipo donado por USAID-EPA



Figura 4. Reconocimiento como laboratorio referente para análisis de aguas residuales de la República de Panamá.

LABORATORIO DE EVALUACIONES AMBIENTALES DE LA UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

CAPACIDADES TÉCNICAS INSTALADAS PARA EL ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES

De León, Leticia; Urriola G., Wilfredo; Jones, Jaqueline. IEA/ wilfredo.urriola@up.ac.pa

Introducción

El Proyecto de Fortalecimiento de Laboratorios de Aguas Residuales del Programa Regional de Cambio Climático de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional USAID/CAFTA-DR en la región Centroamericana y el Caribe ha sido de gran importancia en la región para la selección de laboratorios de referencia y el fortalecimiento de las capacidades técnicas de la región en el tema de análisis de aguas residuales.

La colaboración y la experiencia brindada por los expertos de USEPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos) han impulsado el interés de los laboratorios participantes en mejorar o implementar un sistema de calidad y evaluar los métodos de análisis y otras actividades del laboratorio con la finalidad de mantener y ampliar los alcances de acreditación bajo la norma ISO/IEC 17025.

Reseña histórica del Laboratorio

El Instituto Especializado de Análisis (IEA) de la Universidad de Panamá está ubicado en la Ciudad Universitaria "Octavio Méndez Pereira", las actividades de análisis que realiza el IEA, se iniciaron desde el 17 de octubre de 1961, con la creación del Laboratorio Especializado de Análisis (L.E.A.), como Laboratorio Nacional de Referencia para el análisis de medicamentos, alimentos, cosméticos y otros productos que afectan la salud. La Resolución del Consejo Académico N° 4-85 del 27 de febrero de 1985 convierte oficialmente al Instituto Especializado de Análisis en un organismo de Investigación Superior de la Universidad de Panamá, con independencia

científica y académica que desarrolla actividades de análisis especializado, formación y capacitación de recursos humanos, investigación y extensión en el área de la salud. El Instituto cuenta con un Reglamento Interno aprobado el 06 de abril de 1994 en Consejo Académico N° 1-94.

La Institución ha enfrentado en estos años grandes retos, principalmente en un esfuerzo continuo para alcanzar metas que le permitan cumplir con las expectativas, que han ido en aumento, en lo referente al papel que debe jugar como Laboratorio Nacional de Referencia para emisión de resultados de análisis de pruebas realizadas a una gran cantidad de productos que cubren necesidades básicas de la población panameña, como la alimentación, el consumo de medicamentos, la calidad de los cosméticos, la efectividad de desinfectantes y plaguicidas, las mediciones de la calidad del aire y el agua que se consume o que forman parte del ambiente en el que vivimos.

Atendiendo a esta necesidad, se crea en 2012 el Laboratorio de Evaluaciones Ambientales "Juan A. Palacios D." (EA) con el objeto de desarrollar actividades de investigación y servicio, a través de acuerdos, contratos o convenios, con diferentes instituciones y organizaciones nacionales e internacionales. El laboratorio ha jugado un papel relevante en el muestreo, análisis y aporte de peritos especialistas para casos de impacto, tales como el Incendio en Vertedero de Cerro Patacón (2013) y la Contaminación del Río La Villa con Atrazina (2014), por mencionar algunos específicamente. Opera dentro de las instalaciones del Sitio del Instituto Especializado de Análisis en Corozal Este y Gamboa (SIEAC) y depende directamente del IEA.

En abril de 2013, el laboratorio adquiere su acreditación bajo la norma ISO/IEC 17025:2005, LE-044 para el análisis de aguas residuales y que fue otorgada por el Consejo Nacional de Acreditación de Panamá y con vigencia por tres años. Los parámetros analíticos en los cuales recibió la acreditación para el análisis de aguas residuales fueron: pH, temperatura, conductividad, sólidos totales, sólidos suspendidos, turbiedad,

aceites y grasas, nitrato, nitrógeno total, fósforo, hidrocarburos, demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno. En este momento el certificado de acreditación se encuentra suspendido, sin embargo, se está ejecutando un plan de acción para lograr hacer las adecuaciones requeridas por la nueva versión de la Norma ISO/IEC 17025:2017 y luego presentar nuevamente alcance ante el Consejo Nacional de Acreditación.

Ofrece ensayos analíticos con métodos referenciados al Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, última edición, el cual es una recopilación de publicaciones de American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), and the Water Environment Federation (WEF) para análisis de agua.

Con miras a ampliar nuestro alcance de acreditación, se está realizando el acondicionamiento y equipamiento de un área específica para el análisis microbiológico de aguas residuales en las instalaciones del Instituto Especializado de Análisis en Corozal Este y Gamboa (SIEAC), ya que actualmente las pruebas microbiológicas se realizan en el Campus Universitario "Dr. Octavio Méndez Pereira".

El 20 de septiembre de 2013, el Sr. Rubén Alemán (USAID) envía un cuestionario a los laboratorios de aguas residuales en Panamá e indicando que el laboratorio es un potencial candidato para participar en el proyecto. Posteriormente, el 19 de noviembre se recibe una invitación de parte del Sr. Al Korgi (USEPA) indicando que en los próximos días se estará realizando una auditoría al laboratorio de parte de experto técnicos de USEPA. En este mismo año, el 22 de noviembre, el laboratorio recibe la visita de auditores de la USEPA quienes encontraron una serie de hallazgos, levantados en un informe de auditoría, los cuales deberían ser subsanados por el laboratorio. Posteriormente, a partir del mes de diciembre, el laboratorio hace una revisión de su sistema de calidad y realiza una serie de actividades para la reestructuración de su sistema de calidad, adecuándolo a las recomendaciones

expresadas por los auditores de la USEPA. A partir de dicha visita se realizan diferentes talleres a nivel local e internacional auspiciados por USAID/USEPA para la capacitación del personal técnico y dar seguimiento a las acciones correctivas tomadas por el laboratorio.

Como parte del proyecto y bajo el auspicio de sus patrocinadores, el laboratorio participa en tres rondas de ensayos de aptitud durante los años 2014 y 2016, obteniendo resultados satisfactorios en los parámetros: pH, sólidos totales suspendidos, sólidos totales a 105°C, sólidos totales disueltos a 180°C, demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, Coliformes totales, Coliformes fecales y E. coli. Durante el año 2016 de igual manera, el laboratorio realiza por su parte ensayos de aptitud, obteniendo resultados satisfactorios en los siguientes parámetros; demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, cloruro, nitrito, nitrato, fosfato, sulfato, turbiedad, pH, nitrógeno total, sólidos totales, sólidos totales disueltos a 180°C, sólidos totales suspendidos y material extraíble con n-hexano.

El laboratorio sigue trabajando en la revisión y mejora de su sistema de calidad con la finalidad de solicitar nuevamente la acreditación ante el Consejo Nacional de Acreditación de Panamá, bajo la norma ISO/IEC 17025:2017.

Misión del Laboratorio

Instituto que brinda servicios de análisis químicos, físico-químicos y microbiológicos de medicamentos, alimentos, medio ambiente, productos cosméticos y productos diversos e investigaciones pertinentes con calidad, utilizando metodología y tecnología innovadora para exceder las expectativas de nuestros clientes y mejorar la calidad de vida de los panameños.

Visión del Laboratorio

Ser el Instituto líder regional, certificado y acreditado, con el más alto nivel técnico y científico que brinda servicios de calidad y excelencia en todas las áreas de su competencia a la comunidad nacional e internacional.

Certificado de acreditación

Actualmente, no se encuentran acreditados.

Normativa (Reglamentos vigentes que rigen aguas residuales en el país).

- Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 24-99. Agua. Calidad de Agua. Reutilización de las Aguas Residuales Tratadas.
- Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2000. Agua. Descarga de Efluentes Líquidos Directamente a Cuerpos y Masas de Agua Superficiales y Subterráneas.
- Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 39-2000. Agua. Descarga de Efluentes Líquidos Directamente a Sistemas de Recolección de Aguas Residuales.

Matrices que analiza el Laboratorio.

- Aguas residuales y residuales tratadas.
- Aguas naturales (superficiales y subterráneas).

Cuadro 1: Principales equipos del Laboratorio

Nombre	Marca	Modelo
Absorción atómica	Shimadzu	AA-6800
Espectrofotómetro	Shimadzu	UV-1800
Turbidímetro	HACH	2100 N
Autoclave	Ritter	M11

Cuadro 2: Recursos Humanos del Laboratorio

Cantidad	Profesión
3	Licenciados en Química
1	Licenciado en Biología con Orientación en Biología Ambiental
1	Licenciado en Biología con Orientación en Microbiología y Parasitología
2	Ayudantes de laboratorio
7	Total

Fortalezas:

- La administración central tiene el compromiso de hacer los esfuerzos necesarios para garantizar los recursos requeridos para mantener el Sistema de Gestión de Calidad y lograr su re acreditación, incluso aumentando el alcance obtenido anteriormente.
- Se cuenta con recurso humano con experiencia en el análisis de aguas residuales, comprometido con la Misión y Visión del laboratorio.
- Personal capacitado que permite la transferencia de conocimientos a nivel académico a estudiantes de diferentes ámbitos de las carreras que ofrece la Universidad de Panamá.
- Proyecto de mejoramiento del Instituto Especializado de Análisis que contempla un programa de contratación de personal a largo plazo para aumentar la capacidad de los laboratorios incluido el Laboratorio de Evaluaciones Ambientales.
- Implementación del método de Enzima-Sustrato (Colilert) lo que nos ha permitido dar respuesta a clientes específicos, de acuerdo a su necesidad de obtener resultados en corto tiempo.
- Bibliografía actualizada (en proceso de compra la última versión del SM).

Debilidades

- El país no cuenta aún con un Sistema Nacional de Infraestructura de la Calidad fortalecido y que coadyuve al desarrollo de las otras actividades relacionadas.
- Deficiencia nacional en la cantidad de laboratorios de calibración con suficiente cantidad de magnitudes acreditadas.
- Nuestra condición de pertenecer a una entidad del Estado, que está supeditada a los presupuestos que otorga el gobierno nacional y que ha sido recortado para todas las instituciones en los últimos años, generando retrasos en las contrataciones de personal y servicios; y en la adquisición de insumos y equipos. Además, las compras deben realizarse a través del sistema de contratación pública y aun cuando se cuenta con el presupuesto, la burocracia de los procesos entorpece la ejecución de los presupuestos con resultados que perjudican directamente el funcionamiento del laboratorio.
- A pesar de contar con personal competente, el mismo no es suficiente para mantener el servicio de muestreo y aumentar la capacidad del laboratorio ofreciendo mayor cantidad de servicios a nuestros usuarios.
- El no haber podido contratar personal de manera oportuna deja un vacío en el tiempo requerido para la transferencia de conocimientos a nuevo personal poniendo en riesgo el relevo técnico generacional.

Conclusiones

La participación en el proyecto llevado a cabo por USAID/CAFTA-DR ha sido de gran relevancia para el fortalecimiento de las capacidades técnicas del laboratorio y el mejoramiento de nuestro sistema de calidad.

A través de las capacitaciones dictadas se reforzaron conocimientos y manejo de la normativa que permitió hacer revisión del sistema de gestión de calidad para tomar acciones correctivas.

Impulsó los esfuerzos para la culminación del laboratorio de microbiología de manera que todos los análisis para aguas residuales queden localizados en áreas físicas adyacentes y los equipos donados por el proyecto contribuyen a la adecuación de estos espacios y los análisis que se realizan.

Entre los equipos que fueron donados por USEPA/USAID se encuentran: plato caliente con agitador magnético, electrodo robusto para pH, horno de convección, incubadora, autoclave y digestor para DQO. De igual manera fueron recibidos estándares de turbiedad.

La oportunidad de participar en los ensayos de intercomparación contribuyeron a cumplir con el requisito, 5.9 de la norma ISO/IEC 17025:2005 para la demostración de la competencia técnica, pues a pesar de haber contado con recurso económico ha sido difícil encontrar un organismo reconocido que prepare muestras de intercomparación en esta matriz (aguas residuales).

Finalmente, el invaluable beneficio del intercambio personal y técnico con los expertos de la USEPA y de los laboratorios de los países de la región y el establecimiento de relaciones permanentes que permitan un trabajo colaborativo en beneficio de nuestras instituciones.

Bibliografía

Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 24-99. Agua. Calidad de Agua. Reutilización de las Aguas Residuales Tratadas.

Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2000. Agua. Descarga de Efluentes Líquidos Directamente a Cuerpos y Masas de Agua Superficiales y Subterráneas.

Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 39-2000. Agua. Descarga de Efluentes Líquidos Directamente a Sistemas de Recolección de Aguas Residuales.

Dirección General de Normas y Tecnología Industrial – Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas. Organización Internacional de Estandarización - Comisión Electrotécnica Internacional. (2006). Norma Técnica DGNTI-COPANIT ISO / IEC 17025:2006 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración.

Fotografías

Personal en el laboratorio



LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL-MINISTERIO DE AMBIENTE, PANAMÁ

CAPACIDADES TÉCNICAS INSTALADAS PARA EL ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES

Tuñón Rivas, Ana; Pineda Montenegro, Julia; Magué Cerceño, Janell
MiAMBIENTE - Panamá. E-mail: atunon@miambiente.gob.pa

Introducción

En el año 1998 se promulgó de la Ley N° 41 de 1 de julio que establece la Ley General de Ambiente de la República de Panamá y se crea la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM). Luego, a partir de la Ley N° 8 del 25 de marzo de 2015 se creó el Ministerio de Ambiente y se modificaron disposiciones de la Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá, como la entidad rectora del estado en materia de recursos naturales y del ambiente, para asegurar el cumplimiento y aplicación de las leyes, los reglamentos y la política nacional del ambiente.

Para cumplir con estos objetivos del Ministerio de Ambiente se requiere la utilización de instrumentos de gestión que permitan mejorar la calidad del ambiente, prevenir su deterioro, fomentar la protección del patrimonio ambiental y el uso sustentable de los recursos naturales.

Es aquí que el Laboratorio de Calidad Ambiental, parte integral de la Dirección de Verificación del Desempeño Ambiental, conocida anteriormente como Dirección de Protección de la Calidad Ambiental, es el brazo ejecutor de la fiscalización en el cumplimiento de las normas técnicas y reglamentos nacionales ambientales en temas de calidad de aguas.

Siendo así el laboratorio una fuente que suministra información que permite al Ministerio de Ambiente elaborar planes y

estrategias para la conservación del Recurso Hídrico.

Dentro de los objetivos del laboratorio podemos mencionar:

- Ofrecer servicios analíticos especializados de alta confiabilidad que ayuden a los usuarios internos y externos en la toma de decisiones encaminadas hacia la protección de la calidad ambiental.
- Fiscalizar el cumplimiento de las leyes, reglamentos y decretos que regulan la calidad de los recursos de agua, aire y suelo de la República de Panamá.
- Mantener los vínculos establecidos con las universidades públicas y privadas para realizar proyectos conjuntos de investigaciones ambientales.
- Colaborar de forma directa con las otras Instituciones dedicadas a preservar el ambiente.

Reseña histórica del Laboratorio

En el 2001, ANAM inicia conversaciones con la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) y la Embajada de Japón, para aunar esfuerzos y dotar a la ANAM de un laboratorio que le permita verificar el cumplimiento de las normas de calidad ambiental, específicamente la norma para aguas residuales vigentes. En octubre de 2003 se firma el convenio ANAM - JICA para dar inicio al "Proyecto Técnicas de Monitoreo de Calidad de Agua I (PROTEMOCA I)". Se capacita al personal técnico, además; de suministrar al Laboratorio de Calidad Ambiental con equipos de alta tecnología y se amplía la cobertura de monitoreo y verificación de descarga de aguas residuales a nivel nacional. De 2008-2012 se desarrolla el convenio "Proyecto Técnicas de Monitoreo de Calidad de Agua II (PROTEMOCA II).

A partir del 2013, a través del Programa Fortalecimiento de Laboratorios de Aguas Residuales CAFTA-DR, con la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos

(USEPA), se inicia una serie de actividades en las cuales el Laboratorio de Calidad Ambiental, en conjunto con otras instituciones públicas nacionales y de Centroamérica, participan arduamente en las capacitaciones y pruebas de intercomparación, fortaleciendo las capacidades tanto en la Norma ISO 17025, como en la competencia técnica.

Misión del Laboratorio

Generar las condiciones para la formulación, aplicación y ejecución de una adecuada política nacional del ambiente, leyes, reglamentos y proyectos que:

Promueven efectivamente la valoración protección, conservación, recuperación del ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales;

Aseguren el ordenamiento de la gestión ambiental del sector público y privado y su integración en objetivos sociales y económicos que promuevan el desarrollo humano sostenible.

Visión del Laboratorio

Somos líderes de la gestión ambiental, institucionalmente moderna, equilibrada y dinámica.

Estamos comprometidos con el desarrollo humano sostenible y la calidad de nuestros servicios; armonizamos intereses respetando los principios de protección y uso racional de los recursos naturales y el ambiente; propiciamos el fortalecimiento de la conciencia, la cultura ambiental y la activa participación de todos los sectores de la sociedad panameña.

Certificado de acreditación

Actualmente, no se cuenta con la acreditación de parámetros; sin embargo, el Laboratorio de Calidad Ambiental del Ministerio de Ambiente, trabaja con un sistema de gestión según los lineamientos de la Norma ISO 17025 y las exigencias que indica el Consejo Nacional de Acreditación

(CNA) de Panamá.

Normativa (Reglamento vigente que rige aguas residuales en el país).

- Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 24-99. Agua. Calidad de Agua. Reutilización de las Aguas Residuales Tratadas.
- Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2000. Agua. Descarga de Efluentes Líquidos Directamente a Cuerpos y Masas de Agua Superficiales y Subterráneas.
- Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 39-2000. Agua. Descarga de Efluentes Líquidos Directamente a Sistemas de Recolección de Aguas Residuales.

Matrices que analiza el Laboratorio:

- Aguas residuales
- Aguas superficiales

Cuadro 1: Ensayos analíticos que realiza el Laboratorio

Parámetro	Método	Referencia bibliográfica
pH	Electrométrico	SM 4500 H ⁺ B
Temperatura	Termométrico	SM 2550 B
Oxígeno Disuelto	Electrométrico	SM 4500 O G
Turbiedad	Nefelométrico	SM 2130 B
Conductividad	Electrométrico	SM 2510 B
Sólidos Totales	Gravimétrico	SM 2540 B
Sólidos Suspendidos	Gravimétrico	SM 2540 D
Sólidos Disueltos	Gravimétrico	SM 2540 C
Demanda Bioquímica de Oxígeno	Incubación y electrométrico	SM 5210 B
Demanda Química de Oxígeno	Digestión/ Espectrofotométrico	SM 5220 D
Coliformes Totales	Fermentación de tubos múltiples	SM 9221 B
Coliformes Fecales	Fermentación de tubos múltiples	SM 9221 E

Nitratos	Espectrofotométrico	SM 4500 NO ₃ -B
Fosfatos	Espectrofotométrico	SM 4500 PE
Aceites y Grasas	Gravimétrico	SM 5520 B
Cloruros	Volumétrico	SM 4500 Cl-B
Detergentes	Espectrofotométrico	SM 5540 C
Fósforo Total	Espectrofotométrico	SM 4500 P E

Cuadro 2: Principales equipos del Laboratorio

Equipos. Microbiología		
Nombre	Marca	Modelo
Autoclave	YAMATO	SM510
Autoclave	SANYO	MLS-3751L
Cámara de Flujo Laminar	LABCONCO	ISO Class 5
Equipos. Química		
Espectrofotómetro UV	SHIMADZU	2401
Analizador de Mercurio	Ohio LUMEX	IES
Cromatógrafo de Gases, Gases-Masas	Agilent	6890
Cromatógrafo Líquido	Agilent	2100

Cuadro: Recursos Humanos del Laboratorio

Cantidad	Profesión
1	Licenciada en Biología
1	Diseño Grafico
1	Licenciada en Química
2	Licenciadas en Química
2	Licenciadas en Biología con orientación en Microbiología
1	Bachiller
1	Trabajadora Manual
1	Conductor
10	Total

Fortalezas

- Personal Idóneo y comprometido.
- Dominio de las técnicas de muestreo.
- Amplia instrumentación (equipos).
- Normativas Ambientales (DGNTI-COPANIT 35-2000).
- Capacitaciones con entidades nacionales e internacionales.

Debilidades:

- Falta de Personal.
- Personal de administración limitado.
- Falta de implementación de la Norma ISO 17020 e ISO 17025.
- Mantenimiento preventivo de equipos no programado.
- Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos sin acreditar.
- Sobrecarga de trabajo y funciones diversificadas.
- Alteración del cronograma de actividades del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Conclusiones:

La República de Panamá cuenta con el primer Plan Nacional de Seguridad Hídrica 2015-2050 “Agua para todos” el cual vislumbra como la hoja de ruta solidaria que como país debemos seguir para que el agua mejore nuestra calidad de vida, respalde nuestro crecimiento socioeconómico inclusivo y asegure la integridad de nuestro ambiente.

Dentro de las metas establecidas, se incluye el Programa de Fortalecimiento del monitoreo de la calidad del agua, en cuyas acciones implica el fortalecimiento de la vigilancia de descargas de efluentes líquidos, monitoreo de la calidad del recurso hídrico a nivel nacional, las mejoras requeridas al Laboratorio de Calidad Ambiental existente en Panamá y

la construcción de un nuevo laboratorio en la región central del país, así como el fortalecimiento de las capacidades nacionales, públicas y privadas, en análisis de aguas residuales y naturales.

Se ha demostrado el alto rendimiento del desempeño de las funciones del LCA; fomentando la cooperación nacional e internacional; brindando capacitaciones al personal de todas las direcciones regionales, trabajando en la implementación del monitoreo participativo, actualización de las normas de calidad a nivel nacional, publicaciones de los resultados de análisis, convenios, proyectos Interinstitucionales; aun así faltan tareas por desarrollar, como la mejora del presupuesto, para llevar a cabo manera efectiva los programas de entrenamiento, mantenimiento de equipo y el nombramiento de más personal; para poder ejecutar las acciones establecidas en el plan y cumplir a cabalidad las asignaciones del Ministerio; lo cual va de la mano con la implementación del Sistema de Gestión de Calidad y la acreditación de los ensayos de los laboratorios del Ministerio de Ambiente.

Bibliografía

American Public Health Association (APHA) y American Water Works Association (AWWA). (2012). Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. Edition 22nd. USA.

Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 24-99. Agua. Calidad de Agua. Reutilización de las Aguas Residuales Tratadas.

Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2000. Agua. Descarga de Efluentes Líquidos Directamente a Cuerpos y Masas de Agua Superficiales y Subterráneas.

Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 39-2000. Agua. Descarga de Efluentes Líquidos Directamente a Sistemas de Recolección de Aguas Residuales.

Fotografías

Desarrollo de Actividades en Campo y en las instalaciones del Laboratorio de Calidad Ambiental



Desarrollo y Participación en Capacitaciones





Punta Cana, Tomado de: https://www.abcviajes.com/fotos_de_viajes/foto_32_701_marina_de_cap_cana_republica_dominicana.php

República Dominicana

LABORATORIO NACIONAL DE REFERENCIA CALIDAD DE AGUA “INGENIERO MARCO RODRÍGUEZ”

CAPACIDADES TÉCNICAS INSTALADAS PARA EL ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES

Espejo Peña, Milagro. Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA). E-mail: milagro.espejo@inapa.gob.do

Introducción

El Laboratorio Nacional de Referencia Calidad de Agua Ing. Marco Rodriguez está dedicado a la realización de ensayos microbiológicos y fisicoquímicos para agua: potable, envasada, superficial, subterránea y residual, con el propósito de determinar la calidad de las fuentes de abastecimiento, plantas de tratamiento de agua potable y plantas de tratamiento de aguas residuales perteneciente al Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA) y abierto al público en general.

Éste cuenta con un área de 800 m² debidamente separado para la realización de los ensayos y parte administrativa, entre ellas:

- Para análisis microbiológicos: conformada por el área de siembra, preparación de medios de cultivo, lavado de materiales y esterilización.
- Para análisis fisicoquímicos: conformada por espacios para la realización de ensayos granulométricos, de aguas residuales y demás matrices (agua superficial, subterránea, envasada y potable).
- Áreas exclusivas para destilación, balanza, y otras como recepción de muestras, conservación de muestras y almacén.
- Administrativa: conformada por las oficinas y la recepción principal.

El laboratorio cuenta con un total de 24 personas capacitadas según las competencias requeridas para mejorar su desempeño.

Actualmente, el laboratorio realiza un total de 24 ensayos acorde a los métodos estándares de aguas potables y residuales y otros por el método de la HACH con adaptación a los métodos estándar.

Reseña Histórica del Laboratorio

El Laboratorio de Control de Calidad del INAPA fue creado en el año 1963, un año después de haberse creado el Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA) en Santo Domingo; con el objetivo de determinar la calidad del agua de las fuentes de abastecimiento, plantas de tratamiento de aguas potables y aguas residuales de la institución.

En el año 2009, se inauguró una nueva infraestructura con el nombre de “Laboratorio Nacional de Referencia Calidad de Agua Ing. Marco Rodríguez” el cual cuenta con equipos nuevos, donados en su mayoría por la Cooperación Española AECID.

Actualmente, el INAPA tiene a lo largo de todo el país cinco laboratorios de ensayos de aguas ubicados estratégicamente.

En el año 2011 con el auspicio del tratado USAID/CAFTA-DR, personal de la Agencia de Protección de los Estados Unidos (USEPA), llevaron a cabo una revisión de la Norma ISO 17025 y una auditoría de sistemas de calidad a cuatro laboratorios de nuestro país en parámetros microbiológicos y fisicoquímicos en aguas residuales, con la finalidad de seleccionar un laboratorio de referencia de aguas residuales, siempre y cuando el laboratorio pase exitosamente las pruebas interlaboratoriales, además de contar con la infraestructura adecuada, el mejor programa de calidad funcionando según la Norma ISO y con referencia a los estándares de calidad de la USEPA.

Este Laboratorio fue seleccionado por cumplir con la mejor infraestructura y el personal técnico más capacitado. Desde entonces se ha venido trabajando arduamente para cumplir con las exigencias anteriormente expuestas.

Misión del Laboratorio

El Laboratorio Nacional de Referencia Calidad de Agua "Ingeniero Marco Rodríguez", busca que el INAPA cumpla con el objetivo de monitorear en forma continua la calidad de las fuentes de abastecimiento de agua, la calidad del agua potable producida y distribuida, así como, la calidad del agua residual, prestando especial atención al cumplimiento de las Normas y Criterios de Calidad a través de la realización de análisis fisicoquímicos y microbiológicos.

Cuenta con un personal humano calificado y capacitado, que tiene por objetivo estandarizar los procedimientos internos del Laboratorio, apoyándose en tecnologías accesibles y en equipos que cumplen con las debidas normas técnicas, con el fin de garantizar la satisfacción de los clientes y habitantes del pueblo dominicano en general.

Visión del Laboratorio

El Laboratorio Nacional de Referencia Calidad de Agua "Ingeniero Marco Rodríguez" pretende convertirse a corto plazo en un Laboratorio de Referencia a nivel Nacional por el reconocimiento de nuestra competencia fundamentada en una cultura de calidad y eficiencia en la prestación de servicios.

Ser un Laboratorio capaz de ofrecer resultados fiables en los diferentes análisis de agua que realiza, garantizando competencia por medio de la mejora continua de cada una de las partes involucradas en el proceso y conseguir así el reconocimiento de nuestros clientes por la alta satisfacción recibida.

Certificado de Acreditación

En agosto del año 2016 toda la información fue remitida bajo la Norma ISO 17025 : 2005, y en estos momentos se encuentra en el proceso de transición a la 17025:2017 y los procedimientos de operación estándar en revisión para ser adaptado a la última edición 23 de los métodos estándar.

En diciembre del 2017, se recibió la primera visita preliminar por parte del Organismo de Acreditación Dominicana (ODAC). Se realizó la evaluación documental al sistema de gestión de calidad, en el que emitió un informe con los siguientes hallazgos:

1. Plano de la distribución del laboratorio y la ubicación de los equipos.
2. Procedimiento y muestra de cálculos de estimación de incertidumbre de los métodos de ensayos.
3. Falta de validación de métodos de ensayos.
4. Falta de auditoría interna.
5. Falta de revisión por la dirección.

Actualmente, los puntos 1 y 2 han sido subsanados y solo falta concluir con el proceso de verificación de los métodos dentro del alcance de acreditación, el cual ya inició con ensayos de repetibilidad y reproducibilidad (r & R) en los diferentes ensayos.

Normativa (reglamento vigente que rige aguas residuales en el país)

Norma Ambiental sobre Control de Descargas a Aguas Superficiales, a Alcantarillados y Aguas Costeras, año 2012.

Matrices que analiza el Laboratorio.

- Agua potable
- Agua envasada
- Agua superficial
- Agua subterránea
- Agua residual

Cuadro 1. Ensayos analíticos que realiza el Laboratorio

Parámetro	Método	Referencia Bibliográfica
Turbidez	2130 B	Standar Methods For The Examination Of The Water And Wastewater (Edición 22)
Color	2120 B	Standar Methods For The Examination Of The Water And Wastewater (Edición 22)
pH	4500-H+B	Standar Methods For The Examination Of The Water And Wastewater (Edición 22)
Conductividad	2510 B	Standar Methods For The Examination Of The Water And Wastewater (Edición 22)
Alcalinidad	2320 B	Standar Methods For The Examination Of The Water And Wastewater (Edición 22)
Dureza Total	2340 C	Standar Methods For The Examination Of The Water And Wastewater (Edición 22)
Calcio	3500-Ca B	Standar Methods For The Examination Of The Water And Wastewater (Edición 22)
Cloruros	4500-Cl-B	Standar Methods For The Examination Of The Water And Wastewater (Edición 22)

Sulfatos	HACH 8051	Manual Espectrofotómetro DR5000 (Hach con adaptación de Los Métodos Estándares)
Nitritos	HACH	Manual Espectrofotómetro DR5000 (Hach con adaptación de Los Métodos Estándares)
Nitratos	HACH 8507	Manual Espectrofotómetro DR5000 (Hach con adaptación de Los Métodos Estándares)
Fosfato	HACH 8039	Manual Espectrofotómetro DR5000 (Hach con adaptación de Los Métodos Estándares)
Amonio	HACH 8038	Manual Espectrofotómetro DR5000 (Hach con adaptación de Los Métodos Estándares)
Cloro Residual	HACH 8021	Manual Espectrofotómetro DR5000 (Hach con adaptación de Los Métodos Estándares)
Fluoruros	HACH 8029	Manual Espectrofotómetro DR5000 (Hach con adaptación de Los Métodos Estándares)
Hierro Total	HACH 8008	Manual Espectrofotómetro DR5000 (Hach con adaptación de Los Métodos Estándares)
Sulfuro	4500-S-2 D	Standar Methods For The Examination Of The Water And Wastewater (Edición 22)
Coliformes Totales	9221 B	Standar Methods For The Examination Of The Water And Wastewater (Edición 22)
Coliformes Fecales	9221 E	Standar Methods For The Examination Of The Water And Wastewater (Edición 22)
Recuento Heterótrofos en Placas	9215 B	Standar Methods For The Examination Of The Water And Wastewater (Edición 22)

Sólidos Totales	2540 B	Standar Methods For The Examination Of The Water And Wastewater (Edición 22)
Sólidos Suspendidos Totales	2510 B	Standar Methods For The Examination Of The Water And Wastewater (Edición 22)
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	5220 D	Standar Methods For The Examination Of The Water And Wastewater (Edición 22)
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	5210 B	Standar Methods For The Examination Of The Water And Wastewater (Edición 22)

Cuadro 2. Equipos principales del laboratorio

Nombre	Marca	Modelo
Espectrofotómetro	Thermo Scientific	DR5000
Medidor de Oxígeno	Hach	HQ40d
Reactor	Hach	DR200
Titulador	Radiometer Analytical	TIM845
Absorción Atómica	Shimadzu	AA-6800

Cuadro 3. Recursos Humanos del Laboratorio

Cantidad	Profesión
5	Químicos
3	Bioanalistas
1	Ing. de Alimentos
2	Estudiantes de Química
1	Estudiante de Microbiología
3	Secretarias
2	Recepcionistas
2	Administrativas
5	Ayudantes de laboratorio
24	Total

Fortalezas

- Compromiso de la alta dirección
- Institución bien posicionada

- Personal capacitado
- Equipos de tecnología de punta
- Infraestructura adecuada
- Relación fuerte con los clientes
- Tiempo en el mercado

Debilidades

- Dependencia económica
- Resistencia al cambio
- Alta posibilidad de cambios en la alta dirección de la institución
- Ausencia de análisis de riesgos operacionales
- Pobre empoderamiento del personal con los trabajos realizados
- Dilación en los procesos de adquisición de los materiales, medios, reactivos, equipos y otros, en virtud del cumplimiento de los requerimientos establecidos en la ley No. 340-06 de compras y contrataciones vigentes en el país.

Conclusiones

Desde el año en que inició el Programa para el Fortalecimiento de los Laboratorios de Aguas Residuales CAFTA-DR, se tomaron acciones que dieron como resultado, un mayor nivel de competencia técnica del personal (comprobado mediante la aprobación de las Pruebas Interlaboratoriales), adquisición de nuevos equipos, calibración periódica de los mismos, mejora de la infraestructura y verificación de los métodos.

Nuestra meta a corto plazo es:

1. Determinación de grasas y aceites.
2. Acreditarnos bajo la Norma ISO/IEC 17025:2017 en los siguientes parámetros:
 - Coliformes Totales y Fecales en aguas potable, superficial y residual.
 - Demanda Química de Oxígeno (DQO) en aguas residuales.
 - Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) en aguas residuales.
 - Sólidos Totales en aguas residuales.
 - Sólidos Totales Suspendidos en aguas residuales.
 - pH en aguas residuales.

Bibliografía

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2012) Norma Ambiental sobre Control de Descargas a Aguas Superficiales, a Alcantarillados y Aguas Costeras. Santo Domingo, República Dominicana.

American Public Health Association (APHA) y American Water Works Association (AWWA). (2012). Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. Edition 22ND. USA.

Fotografías



Área de Microbiología



Área de Residuos Líquidos





Capacidades analíticas instaladas de los Laboratorios de Aguas Residuales de la Región Centroamericana y el Caribe

Editora: Dra. Dalys M. Rovira R.

Autores:

Costa Rica	
José Miguel Ramírez Corrales Ernesto Alfaro Arrieta	Laboratorio Nacional de Aguas. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA)
Andrés Chaves Amuy Johan Molina Delgado Mario Masis Mora	Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA)-Universidad de Costa Rica.
El Salvador	
Douglas Ernesto García Sarmiento	Laboratorio de Control de Calidad de ANDA.
Regina del Carmen Cortez Rodríguez	Laboratorio de calidad de agua del Ministerios de Ambiente y Recursos Naturales
Guatemala	
Wendy del Milagro Paíz Méndez Gabriela Álvarez de la Cruz Silvia Rodríguez Lam	Laboratorio Nacional de Salud. (LNS)
Honduras	
Carlos Alberto Thompson Víctor Manuel Pineda María Aracely Membreño Ana Carolina Castillo Mersy Arely Barahona	Centro de Estudios y Control de Contaminantes CESCCO de Honduras para la evaluación de la calidad de las aguas.
Nicaragua	
Argentina Zelaya Noguera Ivette López Zambrana Silvia Fuentes Huelva.	Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua.

Panamá	
Cecilio Hernández Bethancourt Ana González Milka Grael	Laboratorio de Análisis Industriales y Ciencias Ambientales (LABAICA) de la Universidad Tecnológica de Panamá.
Dalys Maribel Rovira Ríos Guillermo Branda Ríos Benedicto Valdés Rodríguez,	Laboratorio de Aguas y Servicios Físicoquímicos de la Universidad Autónoma de Chiriquí, Panamá. (LASEF)
Wilfredo Urriola G Fanny Quintero de Rivera Leticia De León	Instituto Especializado de Análisis de la Universidad de Panamá. (IEA)
Ana Raquel Tuñón Julia Pineda Janell Magué	Laboratorio de Calidad Ambiental del Ministerio de Ambiente, Panamá.
República Dominicana	
Milagro Espejo Peña	Laboratorio Nacional de Referencia Calidad de Agua Ing. Marco Rodríguez. (INAPA)
USAID	
Rubén Alemán	USAID El Salvador
USEPA	
Alberto Korgi	USEPA Región 4
Marilyn Maycock	USEPA Región 4
Freddy Ortiz	USEPA-FDA
CATIE	
Magdalena Solano de Aguilar	CATIE-PRCC
Enriqueta Ramírez	CATIE-PRCC



Asistentes al Encuentro Internacional de Laboratorios de Aguas Residuales. UNACHI 2018