

# Programa Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos de Agua Costa Rica

Ing. José Miguel Zeledón

Director de Agua

Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones



## Programa Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos de Agua

El presente documento fue elaborado por el grupo de trabajo conformado por los siguientes miembros:



Álvaro Porras Vega  
Andrea Barrantes Acuña  
Esmeralda Vargas Madrigal  
José Miguel Zeledón Calderón  
José Joaquín Chacón Solano  
Marilyn Mora Vega  
Vivian González Jiménez



Hernán Villalobos Slon  
José Miguel Ramírez Corrales



Gayner Alfaro Mora  
Johan Molina Delgado  
Karla Ruíz Hidalgo  
Monika Springer  
Roberto Villalobos Landázuri  
Yamileth Astorga Espeleta



Manuela Mata Zúñiga  
Marco Chinchilla Salazar



Marian Rojas Acosta  
Paola Sánchez Arguedas



Ana Villalobos Villalobos  
Carlos Murillo Segura  
Elizabeth González Pérez  
Marjorie Bustos Vargas



Alicia Fonseca Sánchez  
Andrea Suárez Serrano  
Helga Madrigal Solís  
Jorge Herrera Murillo  
José Félix Rojas Marín  
Luisa Castillo Martínez  
María de Jesús Arias Andrés



Virginia Montero Campos



Andrea González Quirós  
Verónica Vargas Madrigal



Alejandro Hernández Pacheco

## Índice

1.	Antecedentes.....	2
2.	Justificación.....	6
3.	Alcance.....	7
4.	Objetivo General.....	8
5.	Objetivos específicos.....	8
6.	Instituciones Participantes y funciones.....	9
6.1	Comité de Trabajo.....	9
6.2	Coordinación.....	9
7.	Productos esperados.....	10
8.	Metodología.....	11
9.	Requerimientos para la ejecución del Programa.....	12
9.1	Capacidad técnica.....	12
9.2	Costos.....	13
9.2.1	Aguas superficiales:.....	13
9.2.2	Aguas subterráneas:.....	14
9.2.3	Manejo de la información:.....	14
9.3	Contraparte.....	15
10.	Referencias bibliográficas.....	16
	ANEXO 1.....	18
	ANEXO 2.....	20

## **1. Antecedentes**

El reconocimiento a la calidad ambiental como un aspecto de interés y prioridad pública, se formaliza por medio de la aprobación del marco legal, institucional y financiero, para lograr su implementación. Costa Rica ha logrado avances desde mediados del siglo pasado en esta materia, partiendo del Artículo 50 de la Constitución Política en el que se considera que “Toda persona tiene derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado” y la Ley de Aguas de 1942.

La Ley General de Salud (1973) y la Ley Orgánica del Ambiente –LOA N° 7554 (1995), definen al Ministerio de Salud (MS) y al Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET) como las instituciones rectoras en calidad ambiental, introducen normas tendientes a evitar y sancionar la contaminación y establecen las bases para la generación de instrumentos básicos de regulación y disposiciones sobre contaminación.

La LOA incluye además, principios básicos de control de la calidad ambiental, como “Quien contamine el ambiente o le ocasione daño será responsable...”. En su Capítulo V, de “Protección y Mejoramiento del Ambiente en Asentamientos Humanos”, incluye como una acción prioritaria el “Velar por el control, la prevención y la difusión de los factores físicos, químicos, biológicos y sociales que afecten el bienestar físico, psíquico y social de la población y el equilibrio ambiental” y posteriormente el Capítulo XV aborda el tema de la Contaminación, partiendo del control y su prevención.

El control de la calidad de aquellos bienes de dominio público y patrimonio del Estado, como el recurso hídrico, declarado así desde la promulgación del Código de Minería de 1982, le corresponde a todo el Estado costarricense, partiendo del Poder Ejecutivo. De esta manera, el MINAET como rector de aguas del país, a través de su Dirección de Aguas, tiene la competencia y deber de regular el aprovechamiento del agua por cualquier persona física o jurídica, así como la gestión de la calidad de la misma, incluyendo la prevención de la contaminación de los cuerpos de aguas superficiales y subterráneos.

La medición y evaluación de los cuerpos de aguas, plasmados en programas de monitoreo permanente y el control *in situ* de la calidad, es uno de los instrumentos de gestión necesarios y complementarios para el logro de la gestión integrada del recurso hídrico (GIRH), tal y como se menciona en el Plan Nacional de GIRH.

Para prevenir y revertir los procesos de degradación y contaminación ambiental, se requiere de la implementación conjunta de diversos instrumentos para la gestión integrada del recurso hídrico (GIRH). La medición y evaluación de la calidad de los cuerpos de aguas, a través de programas de monitoreo permanente y el control *in situ*, es uno de ellos, tal y como se menciona en el Plan Nacional de GIRH.

En Costa Rica por lo tanto, existe una institucionalidad, una normativa e instrumentos suficientes, que incorporan variables ambientales y de tipo ecosistémico en la gestión de la calidad del recurso hídrico.

No obstante y a pesar de estos avances, persisten vacíos identificados desde hace más de 25 años en la medición, evaluación, control y regulación estatal de la contaminación. Estos se relacionan con falta de planificación y asignación presupuestaria, más que con falta de reglas claras, capacidad logística y/o técnica.

Hasta el momento el MINAET ha avanzado con la aprobación de instrumentos económicos como los cánones de aprovechamiento de aguas y de vertidos y con algunos de los instrumentos de comando y control como la viabilidad ambiental, permisos de descarga de vertidos, normas de calidad de aguas superficiales, algunos otros instrumentos de prevención de la contaminación, como la Autorregulación o regulación voluntaria, certificación, entre otros. En Costa Rica por lo tanto, existe una institucionalidad, una normativa e instrumentos, que incorporan variables ambientales y de tipo ecosistémico en la gestión de la calidad del recurso hídrico.

Desde la década de los ochentas, se inicia el interés de controlar la contaminación de las aguas superficiales bajo la medición de parámetros físico-químicos, iniciando por la cuenca del Río Grande de Tárcoles (Arroyo, J. 1980) y la contaminación de las aguas subterráneas (Mora, D. 1980). Uno de los primeros estudios con más tiempo de medición y en el que se incluyen variables biológicas como indicadoras de contaminación correlacionadas con las variables físico-químicas, se realizó por 3 años consecutivos de 1993 a 1996 en las cuencas de los Ríos Grande de Tárcoles y Río Reventazón (Astorga, Y. et al., 1997).

Los resultados de esta investigación y los aportes de otros expertos del país (Springer, M. y Flowers, W.), sirvieron de insumo base para el desarrollo del Reglamento de Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Aguas Superficiales N° 33903-MINAE-S, el cual es un instrumento técnico que su puesta en ejecución, permitiría el control y el mejoramiento de la calidad de las aguas de las cuencas hidrográficas del país.

Otros estudios posteriormente han continuado la evaluación de la calidad de las aguas superficiales en distintas cuencas del país, uno de los últimos es en la subcuenca del Río Virilla, por el Laboratorio de Análisis Ambiental de la Universidad Nacional, donde se monitorea desde enero de 2006, la calidad del agua superficial en 64 sitios distribuidos en 17 microcuencas (Herrera, J. 2011). En el caso de la contaminación química se han realizado monitoreos, también de carácter no permanente, en diferentes cuencas del país que muestran la presencia de residuos de sustancias como plaguicidas, hidrocarburos? y otros en aguas superficiales y subterráneas. Estas se encuentran en un amplio rango de concentraciones y en ocasiones representan considerables riesgos a la salud ambiental. (De la Cruz, 2004)

Se han realizado estudios en la cuenca del Río San Juan, incluyendo río San Carlos y río Sarapiquí, con la participación del Centro de Investigación en Contaminación Ambiental de la UCR y el Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua (CIRA/UNAN), en el cual se incluyeron los tributarios del Río San Juan, tanto los de Costa Rica como los de Nicaragua.

En los últimos años el SENARA, el CICA y la Escuela Centroamericana de Geología, ha realizado un estudio del recurso hídrico en la zona del Tempisque, enfocado principalmente a establecer zonas de recarga para un manejo integral de las aguas subterráneas.

De un total de 34 cuencas hidrográficas que tiene el país, 15 de estas cuencas nunca han sido evaluadas y 18 han sido evaluadas al menos por una campaña o hasta más de cinco campañas de monitoreo, pero no de forma permanente. Las cuencas con mayor evaluación de la calidad del agua son la del Río Tempisque y las de los ríos Tárcoles y Reventazón.

No obstante, y tal como menciona el Estado de la Nación (2006), “No existe en el país un sistema de monitoreo de calidad de agua superficial establecido, organizado y coordinado. Actualmente son varias las instituciones que intentan impulsar sistemas de evaluación de calidad del agua superficial, sin coordinación ninguna y concentrados casi exclusivamente en la Cuenca del Río Grande de Tárcoles”. En resumen, las iniciativas de evaluación de la calidad de las aguas realizadas en el país, han sido esfuerzos aislados, sin articulación, con fines específicos que responden más a proyectos de investigación y que por lo tanto, se han realizado en períodos cortos de medición.

El país cuenta con las facilidades y capacidades logísticas y de conocimiento técnico para la ejecución de la evaluación físico-química y biológica de la calidad de las aguas superficiales del país. Además, con la acreditación de la mayoría de las pruebas físico-químicas rutinarias definidas por reglamento en el país. Nueve instancias de seis instituciones públicas del país, entre estas tres instituciones autónomas: el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL) y tres instituciones de educación superior: el Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), la Universidad Nacional (UNA) y la Universidad de Costa Rica (Universidad de Costa Rica), cuentan con esta capacidad, la disponibilidad y el compromiso manifiesto de contribuir al país, en la puesta en práctica de un Plan de Monitoreo de Calidad de Aguas.

## 2. Justificación

Es evidente el deterioro en la calidad de algunos cuerpos de agua del país, a raíz de la contaminación que se ha determinado en los diferentes estudios independientes que han sido realizados, principalmente por instituciones académicas. Sin embargo no se cuenta con una evaluación de la totalidad del territorio sobre el estado de contaminación del agua.

La pérdida de la calidad del recurso hídrico restringe el uso que se le puede dar en el consumo humano y actividades productivas, lo que conlleva a la limitación de actividades económicas que se pueden desarrollar en las diferentes zonas del país, creando problemas sociales al crear conflictos por el uso del agua y genera problemas de salud pública, así como al deterioro de los ecosistemas.

En el país se cuenta con un marco jurídico, donde se incluyen reglamentos para el control de los vertidos, instrumentos económicos de gestión del recurso hídrico, reglamentos de calidad de cuerpos de aguas superficiales y potable, lo que facilita la ejecución y puesta en marcha de proyectos enfocados dentro de este marco legal.

En el 2008 fue aprobado y presentado el Plan Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, que fue gestado con el fin de garantizar la cantidad y calidad hídrica para las actuales y futuras generaciones. Muchos de los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo (PND) y de los Objetivos del Milenio (ODM) dependen directamente del acceso al agua en calidad y cantidad.

Por todo lo anterior es que el país necesita contar con información verídica sobre el estado de la calidad del recurso hídrico del país, con el cual se pueda tener una evaluación concreta, que permita la toma de decisiones, la elaboración de políticas públicas, la actualización de los reglamentos respecto a aguas residuales, entre otros muchos usos que se le puede dar a la información obtenida.



### **3. Alcance**

Se pretende que el Programa Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos de Agua se convierta en un “Proyecto País”, de modo que se considere de vital importancia realizar la identificación de la calidad del recurso hídrico de las fuentes superficiales y subterráneas en todo el país, tanto a nivel fisicoquímico como biológico.

En el caso de los cuerpos de agua superficiales se propone evaluar los mismos a nivel de cuenca, de acuerdo con las políticas de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos y para el caso de los cuerpos de agua subterráneos, valorar los mismos a nivel de acuífero, en todo el país.

Es de vital importancia recalcar la necesidad de desarrollar este programa de manera Interinstitucional, de modo que participen y colaboren todas las Instituciones Autónomas, Académicas y del Gobierno Central que estén ligados al sector ambiental y de gestión del agua.

La implementación y puesta en marcha de este programa debe hacerse tomando en cuenta lo que dictan tanto el Reglamento de Evaluación y Clasificación de Cuerpos de Agua Superficial y en Reglamento de Agua Potable para el caso de acuíferos, así como otros protocolos para la calidad del agua que se determinen necesarios en la ejecución de este plan.

## 4. Objetivo General

Integrar un Programa Nacional de Monitoreo de la calidad del agua superficial y subterránea a nivel país, que incluya la obtención, el manejo y la modelación de la información.

## 5. Objetivos específicos

- Generar información veraz, confiable, sistemática y oportuna sobre el estado de la calidad de los cuerpos de agua de Costa Rica, con el fin de orientar las políticas públicas requeridas para el mejoramiento sostenido y la conservación de dichos ecosistemas acuáticos.
- Articular el trabajo interinstitucional del Comité de Trabajo y otras Instituciones participantes, en sus capacidades técnicas, científicas y logísticas para la puesta en marcha del Programa Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos de Agua del país.
- Determinar la calidad del agua superficial y subterránea del país, utilizando como guía lo que establece el Decreto 33903-MINAE Reglamento de Evaluación y Clasificación de la Calidad de los Cuerpos de Agua Superficiales y otros protocolos que se definan.
- Evaluar la idoneidad y pertinencia de los parámetros y metodologías establecidas en el decreto 33903-MINAE para la clasificación de los cuerpos de agua superficiales, de acuerdo con los resultados obtenidos de su aplicación sistemática en las cuencas hidrográficas del país, y generar recomendaciones para el Comité Técnico.
- Estudiar la evolución temporal de la calidad de los cuerpos de agua del país, con el fin de evaluar el grado en que los programas de gestión del recurso hídrico logran repercutir en el mejoramiento de la calidad del agua de dichos ecosistemas.
- Identificar a partir de los resultados obtenidos, las cuencas hidrográficas y acuíferos que requieren en forma prioritaria, de la formulación de planes de gestión del recurso hídrico como mecanismo para revertir el estado de degradación de dichos ecosistemas.

## **6. Instituciones Participantes y funciones**

### **6.1 Comité de Trabajo**

El comité de trabajo será el encargado de:

- La elaboración del Programa Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos de Agua del país, evaluación y la actualización del mismo cuando proceda.
- La elaboración de los planes estratégicos necesarios para la puesta en marcha del Programa Nacional de Monitoreo de la Calidad de Cuerpos de Agua del país.
- Emitir las recomendaciones técnicas requeridas en los temas relacionados.
- Monitorear la implementación y puesta en marcha del Programa Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos de Agua.

Este comité de trabajo estará formado por las Instituciones involucradas en el control y monitoreo de la calidad de los cuerpos de agua del país, entre ellas: Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones, Ministerio de Salud, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, Instituto Costarricense de Electricidad, Universidad Nacional de Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Compañía Nacional de Fuerza y Luz, Junta Administradora de Servicios Eléctricos de Cartago, así como otros actores claves que se identifiquen en la marcha.

### **6.2 Coordinación**

La Coordinación del grupo de trabajo y de la implementación de este programa estará a cargo de la Dirección de Agua del Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones.

## 7. Productos esperados

- Red Nacional de Monitoreo de la calidad de los cuerpos de agua.
- Datos fisicoquímicos y biológicos sobre la calidad del recurso hídrico del país, que sirvan como insumo para el SINIGIRH, para los Comités Técnicos y Consejos Directivos creados por los Reglamentos relacionados con la calidad de agua y aguas residuales y para el establecimiento de las políticas públicas relacionadas con el tema.
- Clasificación de los cuerpos de agua superficiales del país, según Reglamento Evaluación y Clasificación de la Calidad de los cuerpos de agua superficial y contar con un análisis de la variación espacial y temporal de la calidad del agua de Costa Rica.
- Información sobre la calidad del recurso hídrico del país disponible, para toma de decisiones por parte de gestores locales de todo el país, para la divulgación y el acceso público.

## 8. Metodología

Se deberán definir planes estratégicos para la implementación de este Programa, con el fin de abarcar los tres grandes ejes asociados al tema: aguas superficiales, aguas subterráneas y manejo de la información. En cada caso se requiere elaborar planes específicos donde se detallen los requisitos para el monitoreo de cada cuerpo de agua, así como las redes de monitoreo necesarias para obtener datos confiables, la distribución del trabajo entre las diferentes Instituciones participantes, así como los requerimientos técnicos y de recursos específicos y áreas del país donde se considera prioridad en el tema monitoreo, para empezar el trabajo.

El grupo de trabajo será el encargado de elaborar e implementar al menos tres planes estratégicos para la ejecución de este plan, a saber:

- Plan Nacional de Monitoreo de la Calidad de los cuerpos de agua superficiales del país.
- Plan Nacional de Monitoreo de la Calidad de los cuerpos de agua subterráneos del país.
- Plan Nacional de Manejo de la información de la calidad de los cuerpos de agua del país.

## **9. Requerimientos para la ejecución del Programa.**

### **9.1 Capacidad técnica**

Para la puesta en marcha del Programa Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos de Agua del País es necesario contar con laboratorios que tengan la capacidad analítica y de muestreo, según los parámetros que se requieren de acuerdo a los reglamentos y protocolos que se utilicen.

Afortunadamente el país cuenta con laboratorios, principalmente instalados en las Instituciones de Educación Superior e Instituciones Autónomas, que están dispuestos a participar en el desarrollo de este Programa y que han venido colaborando desde que se arrancó con esta iniciativa.

Estos laboratorios de la Universidad Nacional, Universidad de Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, Instituto Costarricense de Electricidad, cuentan con pruebas acreditadas, capacidad de muestreo y análisis, poseen equipos de última tecnología para la determinación de los parámetros necesarios, así como con las instalaciones físicas y el personal capacitado para apoyar al Gobierno Central en la puesta en marcha de este proyecto.

Se requiere de profesionales capacitados en el manejo de la información y la interpretación de los datos que se obtengan, como también de equipo y paquetes informáticos para el manejo y almacenamiento de los datos.

## 9.2 Costos

### 9.2.1 Aguas superficiales:

En el caso de la estimación de costos para el monitoreo de aguas superficiales, se realizó tomando en cuenta los costos analíticos y de muestreo.

El costo de realizar un análisis completo (el detalle se muestra en el anexo 1) a una muestra de agua, incluyendo parámetros físicos, químicos, biológicos y microbiológicos, se presentan en el cuadro 1.

**Cuadro 1.** Costo de un análisis completo de calidad de agua para una muestra de aguas superficial.

<b>Detalle</b>	<b>Costo</b>
Análisis fisicoquímico en aguas	¢ 351 520,00
Análisis de plaguicidas en aguas	¢ 465 500,00
Análisis de macroinvertebrados bentónicos	¢ 120 000,00
<b>Costo Total</b>	<b>¢ 937 020,00</b>

Para determinar los costos de muestreo, se usó la tabla de viáticos oficial del Gobierno, así como un costo promedio de kilometraje, para esto se tomó como base una gira de muestreo de tres días, donde participan tres personas y se recolectan las muestras en 10 puntos, el costo de una gira de muestreo incluye pago de viáticos y kilometraje se muestra en el cuadro 2.

**Cuadro 2.** Costo de muestreo para una gira de 3 días en que participan 3 personas y se muestrean 10 puntos.

<b>Detalle</b>	<b>Costo</b>
Viáticos	¢ 225 000,00
Kilometraje	¢ 90 000,00
<b>Costo Total</b>	<b>¢ 315 000,00</b>

Considerando que se realice una campaña de muestreo en todas las cuencas del país, donde en cada cuenca se muestreen 10 puntos, el costo por campaña ascendería a ¢350 000 000,00.

### 9.2.2 Aguas subterráneas:

En el caso de la estimación de costos para el monitoreo de aguas subterráneas, se realizó tomando en cuenta los costos analíticos y de muestreo.

El costo de realizar un análisis completo (el detalle se muestra en el anexo 2) a una muestra de agua, incluyendo parámetros físicos, químicos y microbiológicos, se presentan en el cuadro 3.

**Cuadro 3.** Costo de un análisis completo de calidad de agua para una muestra de aguas subterráneas.

<b>Detalle</b>	<b>Costo</b>
Análisis fisicoquímico en aguas	¢ 200 905,00
Análisis de plaguicidas en aguas	¢ 465 500,00
<b>Costo Total</b>	<b>¢ 666 405,00</b>

Para determinar los costos de muestreo, se usó la tabla de viáticos oficial del Gobierno, así como un costo promedio de kilometraje, para esto se tomó como base una gira de muestreo de cuatro días, donde participan cuatro personas y se recolectan las muestras en 20 pozos, en el cuadro 4 se observa el costo de una gira de muestreo incluye pago de viáticos y kilometraje.

**Cuadro 4.** Costo de muestreo para una gira de 4 días en que participan 4 personas y toman muestras en 20 pozos.

<b>Detalle</b>	<b>Costo</b>
Viáticos	¢ 532 400,00
Kilometraje	¢ 141 120,00
<b>Costo Total</b>	<b>¢ 673 520,00</b>

### 9.2.3 Manejo de la información:

El dato de un posible costo de manejo de la información se presentará según lo que tenga presupuestado la Dirección de Agua para el SINIGRH.



### **9.3 Contraparte**

La contraparte en el caso de la implementación de éste Programa estará a cargo de los laboratorios participantes, quienes aportarán los recursos para cubrir los costos profesionales, costo de infraestructura y equipo y el costo administrativo.

## **10. Referencias bibliográficas.**

Arroyo, J. 1980. El control de la contaminación de aguas en la cuenca del Río Grande de Tárcoles. En: Simposio Nacional sobre Contaminación Ambiental. San José. Editorial Tecnológica de Costa Rica.

Astorga, Y.; De Pauw, N. y Persoone, G. 1997. Development and application of cost-effective methods for biological monitoring of rivers in Costa Rica. European Community. International Scientific Cooperation Initiative between the University of Gent, Belgium and the Universidad Nacional, Costa Rica. Contract N° CII\*-CT92-0094

De la Cruz, Leiva et. al., Los plaguicidas de uso agropecuario en Costa Rica. Impacto en la salud y ambiente, IRET-UNA: Heredia, 2004.

Mora, D. 1980. Contaminación de aguas subterráneas en acuíferos de Costa Rica. En: Simposio Nacional sobre Contaminación Ambiental. San José. Editorial Tecnológica de Costa Rica.

# ANEXOS

ANEXO 1

**Cuadro 1.** Costo de análisis fisicoquímico completo para una muestra de agua superficial.

No. Muestras	Análisis / Código CICA	Costo total
1	Alcalinidad Total y Parcial / MAQA-6	¢ 4 190,00
1	Aluminio / MAQA-19	¢ 7 840,00
1	Amonio / MAQA-38	¢ 6 280,00
1	Antimonio / MAQA-19	¢ 7 840,00
1	Arsénico / MAQA-19	¢ 8 370,00
1	Bromuro / MAQA-20	¢ 9 415,00
1	Cadmio / MAQA-19	¢ 7 840,00
1	Calcio / MAQA-9	¢ 4 190,00
1	Carbono Orgánico Total / MAQA-40	¢ 17 190,00
1	Caudal / MAQA-33	¢ 5 290,00
1	Cloro residual libre / MAQA-36	¢ 2 610,00
1	Cloruros / MAQA-20	¢ 9 415,00
1	Cobre / MAQA-23	¢ 6 280,00
1	Color / MAQA-34	¢ 3 140,00
1	Conductividad / MAQA-29	¢ 2 100,00
1	Cromo / MAQA-19	¢ 7 840,00
1	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) / MAQA-10	¢ 10 455,00
1	Demanda Química de Oxígeno (DQO) / MAQA-12	¢ 10 500,00
1	Dureza Total / MAQA-13	¢ 4 710,00
1	Estaño / MAQA-19	¢ 7 840,00
1	Fluoruros / MAQA-20	¢ 10 455,00
1	Fosfato / MAQA-20	¢ 9 935,00
1	Fósforo Total / MAQA-1	¢ 6 280,00
1	Grasas y Aceites / MAQA-2	¢ 6 280,00
1	Hierro / MAQA-23	¢ 6 280,00
1	Magnesio / MAQA-9 & 13	¢ 4 710,00
1	Manganeso / MAQA-23	¢ 6 280,00
1	Níquel / MAQA-19	¢ 7 840,00
1	Nitratos / MAQA-20	¢ 9 935,00
1	Nitritos / MAQA-3	¢ 5 225,00
1	Nitrógeno Total / MAQA-40	¢ 17 190,00
1	Olor / MAQA-21	¢ 3 540,00
1	Oxígeno Disuelto / MAQA-30	¢ 6 805,00
1	pH / MAQA-24	¢ 3 665,00
1	Plomo / MAQA-19	¢ 7 840,00
1	Potasio / MAQA-31	¢ 5 225,00
1	Sabor / MAQA-22	¢ 3 540,00
1	Salinidad / MAQA-29	¢ 2 100,00
1	Selenio / MAQA-19	¢ 8 895,00
1	Silicio / MAQA-14	¢ 5 755,00

**Cuadro 1 (continuación).** Costo de análisis fisicoquímico completo para una muestra de agua superficial.

No. Muestras	Análisis / Código CICA	Costo total
1	Sodio / MAQA-31	¢ 5 225,00
1	Sólidos Disueltos / MAQA-16	¢ 4 190,00
1	Sólidos Sedimentables / MAQA-15	¢ 1 050,00
1	Sólidos Suspendedos Totales / MAQA-17	¢ 4 710,00
1	Sólidos Totales / MAQA-27	¢ 4 710,00
1	Sólidos Volátiles / MAQA-18	¢ 5 225,00
1	Sulfatos / MAQA-20	¢ 9 935,00
1	Sustancias Activas al Azul de Metileno / MAQA-26	¢ 6 810,00
1	Temperatura / MAQA-32	¢ 1 050,00
1	Turbiedad / MAQA-28	¢ 5 225,00
1	Zinc / MAQA-23	¢ 6 280,00
	<b>TOTAL</b>	<b>¢ 335 520,00</b>

**Cuadro 2.** Costo de análisis de plaguicidas para una muestra de agua superficial.

No. Muestras	Análisis / Código CICA	Costo total
1	MAR-1 completo	¢ 143 000,00
1	MAR-7 completo	¢ 95 500,00
1	MAR-9 completo	¢ 61 000,00
1	MAR-12 completo	¢ 61 000,00
1	MAR-27 completo	¢ 105 000,00
	<b>TOTAL</b>	<b>¢ 465 500,00</b>

**Cuadro 3.** Costo de análisis microbiológico para una muestra de agua superficial.

No. Muestras	Análisis / Código CICA	Costo total
1	Coliformes Fecales (Nota 9)	¢ 6 500,00
1	Escherichia coli (Nota 9)	¢ 9 500,00
	<b>TOTAL</b>	<b>¢ 16 000,00</b>

**Cuadro 4.** Costo de análisis biológico para una muestra de agua superficial.

No. Muestras	Análisis / Código CICA	Costo total
1	Análisis de macroinvertebrados bentónicos	¢ 120 000,00
	<b>TOTAL</b>	<b>¢ 120 000,00</b>

ANEXO 2

**Cuadro 1.** Costo de análisis fisicoquímico completo para una muestra de agua subterránea.

No. Muestras	Análisis / Código CICA	Costo total
1	Alcalinidad Total y Parcial / MAQA-6	¢ 4 115,00
1	Aluminio / MAQA-19	¢ 7 700,00
1	Amonio / MAQA-38	¢ 6 165,00
1	Antimonio / MAQA-19	¢ 7 700,00
1	Arsénico / MAQA-19	¢ 8 220,00
1	Bromuro / MAQA-20	¢ 9 245,00
1	Cadmio / MAQA-19	¢ 7 700,00
1	Calcio / MAQA-9	¢ 4 115,00
1	Cloruros / MAQA-20	¢ 9 245,00
1	Cobre / MAQA-23	¢ 6 165,00
1	Color / MAQA-34	¢ 3 085,00
1	Conductividad / MAQA-29	¢ 2 060,00
1	Cromo / MAQA-19	¢ 7 700,00
1	Dureza Total / MAQA-13	¢ 4 625,00
1	Estaño / MAQA-19	¢ 7 700,00
1	Hierro / MAQA-23	¢ 6 165,00
1	Magnesio / MAQA-9 & 13	¢ 4 625,00
1	Manganeso / MAQA-23	¢ 6 165,00
1	Níquel / MAQA-19	¢ 7 700,00
1	Nitratos / MAQA-20	¢ 9 755,00
1	Oxígeno Disuelto / MAQA-30	¢ 6 680,00
1	pH / MAQA-24	¢ 3 600,00
1	Plomo / MAQA-19	¢ 7 700,00
1	Potasio / MAQA-31	¢ 5 130,00
1	Silicio / MAQA-14	¢ 5 650,00
1	Sodio / MAQA-31	¢ 5 130,00
1	Sólidos Disueltos / MAQA-16	¢ 4 115,00
1	Sulfatos / MAQA-20	¢ 9 755,00
1	Temperatura / MAQA-32	¢ 1 030,00
1	Zinc / MAQA-23	¢ 6 165,00
	<b>TOTAL</b>	<b>¢ 184 905,00</b>

**Cuadro 2.** Costo de análisis de plaguicidas para una muestra de agua subterránea.

No. Muestras	Análisis / Código CICA	Costo total
1	MAR-1 completo	¢ 143 000,00
1	MAR-7 completo	¢ 95 500,00
1	MAR-9 completo	¢ 61 000,00
1	MAR-12 completo	¢ 61 000,00
1	MAR-27 completo	¢ 105 000,00
	<b>TOTAL</b>	<b>¢ 465 500,00</b>

**Cuadro 3.** Costo de análisis microbiológico para una muestra de agua subterránea.

<b>No. Muestras</b>	<b>Análisis / Código CICA</b>	<b>Costo total</b>
1	Coliformes Fecales (Nota 9)	¢ 6 500,00
1	Escherichia coli (Nota 9)	¢ 9 500,00
	<b>TOTAL</b>	<b>¢ 16 000,00</b>