



Plan Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos de Agua Superficiales

Costa Rica

2013



El presente documento fue elaborado y revisado por el grupo de trabajo interinstitucional, en el cual participaron los siguientes miembros, en representación de las instituciones mencionadas.



Álvaro Porras Vega
Andrea Barrantes Acuña
Esmeralda Vargas Madrigal
Jorge Bonilla Cervantes
José Joaquín Chacón Solano
Marilyn Mora Vega
Vivian González Jiménez



Karla Ruíz Hidalgo
Juan S. Chin Pampillo
Monika Springer
Roberto Villalobos Landázuri
Víctor Arias Mora
Yamileth Astorga Espeleta



Douglas Ureña Cubillo
Marco Chinchilla Salazar



Alvaro Baldioceda Garro
Andrea Suárez Serrano
Christian Golcher Benavides
Erika Herrera Delgado
José Félix Rojas Marín
María de Jesús Arias Andrés
Silvia Echeverría Sáenz



Marian Rojas Acosta



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



Virginia Montero Campos
Odette Mora Dittel
Jesús Mora Molina
Laura Robleto Villalobos



Hernán Villalobos Slon

Contenido

| | |
|---|----|
| 1. Alcance..... | 1 |
| 2. Objetivo General | 1 |
| 3. Objetivos Específicos..... | 1 |
| 4. Metas | 1 |
| 5. Metodología | 2 |
| 1. Selección de los sitios de muestreo | 2 |
| 2. Toma de muestras..... | 2 |
| 3. Frecuencia de monitoreo | 3 |
| 4. Parámetros fisicoquímicos y biológicos..... | 4 |
| 5. Reporte de Resultados..... | 5 |
| 6. Red de Monitoreo..... | 6 |
| 6.1 Fase 1: Cuencas de la Zona Pacífico Central. | 6 |
| 6.2 Fase 2: Cuencas de la Zona Caribe. | 10 |
| 6.3 Fase 3: Cuencas de la Zona Pacífico Norte..... | 14 |
| 6.4 Fase 4: Cuencas de la Zona Norte..... | 17 |
| 6.5 Fase 5: Cuencas de la Zona Pacífico Sur. | 20 |
| 8. Cronograma..... | 23 |
| 9. Costos..... | 24 |
| Anexos..... | 27 |

1. Alcance

El Plan de Monitoreo de la Calidad de las Aguas Superficiales está elaborado en el marco del Programa Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos de Agua del país y establece todo lo referente a la puesta en marcha del monitoreo de aguas superficiales a nivel de cuencas hidrográficas, con el fin de evaluar y clasificar las mismas en términos de calidad del agua.

2. Objetivo General

Elaborar e implementar un plan nacional de monitoreo permanente para determinar la clasificación de la calidad de las aguas superficiales de las cuencas hidrográficas del país.

3. Objetivos Específicos

- Establecer los lineamientos generales para el monitoreo de la calidad de los cuerpos de aguas superficiales.
- Desarrollar e implementar una red nacional de monitoreo de la calidad de los cuerpos de agua del país, a nivel de cuenca.
- Establecer el cronograma para la ejecución del plan de monitoreo de la calidad de los cuerpos de agua superficial.
- Realizar la clasificación de la calidad del agua de las cuencas según el Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales, Decreto N° 33903-MINAE-S.
- Divulgar la clasificación de los cuerpos de agua, conforme se va finalizando el estudio en cada una de las cuencas.

4. Metas

- Ejecutar el Plan de Monitoreo de Aguas Superficiales con un ciclo de 5 Fases, donde cada fase corresponda a un año de monitoreo en las cuencas de una zona hidrográfica del país.
- Obtener las líneas base sobre el estado de la calidad del agua de todas las cuencas del país, después de la ejecución de las 5 fases del Plan de Monitoreo.

- Ejecutar el Plan de Monitoreo, maximizando los recursos presupuestarios, el tiempo y la capacidad de monitoreo y análisis de los laboratorios públicos del país, garantizando el cumplimiento de los reglamentos asociados.
- Contar con información homogénea en cuanto a metodologías de muestreo, de análisis físico-químico y biológico de análisis y de índices de calidad, de tal manera que permitan su comparabilidad.
- Establecer la red de monitoreo a nivel nacional, a nivel de cuenca.
- Cumplir con el cronograma de monitoreo.
- Clasificar y divulgar la calidad de las aguas superficiales de cada cuenca según lo establecido en el Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales, Decreto N° 33903-MINAE-S, conforme se termina el ciclo de monitoreo de cada cuenca.
- Darle continuidad al monitoreo de cuencas, de manera que cuando se complete el monitoreo de todas las cuencas del país, se inicie nuevamente el ciclo.

5. Metodología

1. Selección de los sitios de muestreo

El número mínimo de sitios de muestreo por cuenca se establecerá de acuerdo al número de micro-cuencas que conformen la misma y al nivel de intervención en actividades socioproductivas y de uso de suelo. Para el primer ciclo de muestreo se definirán puntos en los cauces principales de las cuencas así como en los cauces secundarios que se consideren importantes, Para la ubicación de los sitios se tomarán en cuenta los siguientes criterios:

- Cambios importantes en el uso de suelo en la cuenca
- Ubicación de centros urbanos importantes y/o actividad económica representativa.
- Pendiente y topografía del terreno.
- Facilidades de acceso a los sitios para la toma de muestra

Antes de iniciar el segundo ciclo de muestreo se analizará la posibilidad de incluir o eliminar puntos de monitoreo en cada cuenca, según los resultados que arroje la línea base en el primer ciclo.

2. Toma de muestras

En cada punto de muestreo se deberán tomar muestras para el análisis de los parámetros físicos, químicos y biológicos en forma simultánea.

Los funcionarios de la Dirección de Agua realizarán, en la medida de sus posibilidades, visitas de acompañamiento a los funcionarios de los laboratorios participantes durante las campañas de recolección de muestras.

La toma de muestras para análisis fisicoquímicos y biológicos se debe realizar conforme a lo establecido en el Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales, Decreto N° 33903-MINAE-S que dicta: “Los métodos de referencia para la toma de muestras y para los análisis de aguas superficiales serán los contenidos en la última edición de los “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, según decreto N° 25018-MEIC, publicado en el Diario Oficial La Gaceta N° 59 del 25 de marzo de 1996”.

La metodología de muestreo que se seguirá para el monitoreo biológico es la que está establecida en el Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales, Decreto N° 33903-MINAE-S.

Además se deberá recopilar la información que dicta el apéndice IV del Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales, Decreto N° 33903-MINAE-S, del protocolo de campo.

3. Frecuencia de monitoreo

El programa de monitoreo se dividirá en 5 fases, donde cada fase corresponde a una región hidrográfica del país y a un período de un año, por tanto el ciclo de monitoreo de todas las cuencas hidrográficas del país se completará en 5 años. El orden de ejecución de las regiones hidrográficas se establece en el cuadro 1.

Cuadro 1. Fases de ejecución del Plan de Monitoreo de la Calidad del Agua según región hidrográfica y cuencas hidrográficas correspondientes.

| Fase | Región | Cuencas |
|------|------------------|--|
| 1 | Pacífico Central | Tárcoles, Damas y otros, Jesús María, Tusubres, Parrita, Naranjo, Barú y Savegre |
| 2 | Caribe | Reventazón, Madre de Dios, Moín, Matina, Pacuare, Bananito, Banano, Estrella, Sixaola y Tortuguero |
| 3 | Pacífico Norte | Península Nicoya, Tempisque, Abangares, Barranca y Bebedero |
| 4 | Norte | Frío, Pocosol, San Carlos, Cureña, Sarapiquí y Chirripó |
| 5 | Pacífico Sur | Térraba, Península Osa, Esquinas |

Se deberán realizar cuatro campañas de muestreo durante cada fase, preferiblemente en época seca, lluviosa y las dos épocas de transición, para cada cuenca.

Se seguirá el plan de monitoreo hasta completar la clasificación de todas las cuencas en el primer ciclo, cuando esto ocurra se deberá iniciar el ciclo siguiente no sin antes contar con la evaluación por parte del Comité de Trabajo a quien le corresponde definir si se deben agregar o eliminar parámetros físico-químicos o puntos de muestreo.

4. Parámetros fisicoquímicos y biológicos

Los parámetros físico-químicos a ser analizados para la clasificación inicial o re-clasificación de la calidad de las aguas de las cuencas hidrográficas, son aquellos establecidos en el Artículo 4° y 5° del Capítulo II del Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales, Decreto N° 33903-MINAE-S, los cuales son porcentaje de saturación de oxígeno (%SO), demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y nitrógeno amoniacal (N-Amoniacal).

La clasificación biológica de la calidad de los cuerpos de agua superficiales deberá realizarse utilizando como indicadores a los grupos representantes de los macro invertebrados bentónicos según lo que establece el Capítulo V del Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales, Decreto N° 33903-MINAE-S.

En los casos en que proceda se realizará el análisis a los parámetros complementarios que se definen en el artículo 5 del Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales, Decreto N° 33903-MINAE-S, el cuadro 2 muestra los parámetros complementarios que se establecen en dicho reglamento. Los análisis de parámetros complementarios que se realicen deberán ser aprobados por la Dirección de Aguas del Ministerio de Ambiente y Energía, los mismos se realizarán en casos justificables, como por ejemplo que se encuentren actividades particulares o cambios importantes de uso de suelo en las zonas de muestreo, así como en otros casos que se consideren necesario para el resguardo del medio ambiente y la salud humana.

Cuadro 2. Parámetros complementarios para la determinación de la calidad de las aguas superficiales.

| Parámetros complementarios (unidades) | |
|---------------------------------------|--|
| Turbiedad (UNT) | Temperatura (°C) |
| Potencial de hidrógeno (pH) | Nitratos, NO ₃ ⁻ (mgN/L) |
| Demanda Química de Oxígeno (mg/L) | Cloruros, como Cl (mg/L) |
| Fluoruros, como F (mg/L) | Color (Pt-Co) |
| Sólidos Suspendido Totales (mg/L) | Sólidos Disueltos (mg/L) |
| Grasas y Aceites (mg/L) | Sustancias activas al azul de metileno (mg/L) |
| Arsénico (mg/L) | Boro (mg/L) |

Cuadro 2 (continuación). Parámetros complementarios para la determinación de la calidad de las aguas superficiales.

| Parámetros complementarios (unidades) | |
|---|---|
| Cadmio (mg/L) | Cianuro (mg CN ⁻ /L) |
| Cobre (mg/L) | Cromo Total (mg/L) |
| Magnesio (mg MgCO ₃ /L) | Mercurio (mg/L) |
| Níquel (mg/L) | Plomo (mg/L) |
| Selenio (mg/L) | Sulfatos, (SO ₄) ⁻² (mg/L) |
| Parámetros orgánicos (unidades) | |
| Sumatoria de los Compuestos Organoclorados (mg/L) | |
| Sumatoria de los Compuestos Organofosforados (mg/L) | |
| Biológicos (unidades) | |
| Coliformes Fecales (NMP/100 ml) | |

5. Reporte de Resultados

Cada Laboratorio participante deberá entregar los resultados en un período no mayor a 30 días hábiles después de realizado el muestreo, donde se incluya la calidad físico-química y biológica de los cuerpos de agua superficial que se muestreen y la clasificación de los mismos haciendo uso del Índice de Clasificación Holandés de Valoración y el Índice Biológico (BMWP-CR). En aquellos casos en que el valor del Índice de Clasificación Holandés y el valor del Índice Biológico presenten una diferencia de más de una clase entre ellos, el muestreo se deberá repetir por una vez, en un período no mayor a 30 días naturales. En caso de que se mantenga la diferencia de clases se clasifica en la de menor calidad. En caso que no se pueda realizar el análisis biológico y por tanto se invaliden los análisis físicoquímicos realizados, se deberá repetir el muestreo conjunto.

6. Red de Monitoreo

A continuación se presenta una propuesta de red de monitoreo para cada una de las cuencas que conforman el país, exceptuando la cuenca Changuinola que se excluyó de esta propuesta ya que la misma se encuentra en su totalidad dentro del Parque Internacional La Amistad por lo que se trata de una zona de difícil acceso y donde no hay actividades productivas o humanas que puedan afectar la calidad del agua.

Las coordenadas de los puntos seleccionados para el muestreo en cada sitio que se presentan se tomaron por medio de sistemas de información geográfica, se presentan en proyección Costa Rica Lambert Norte, por lo que se aclara que éstas coordenadas no son exactas, en el campo se deberán tomar las coordenadas exactas y en caso que se imposibilite el acceso a un determinado punto, el muestreador deberá ubicar algún punto cercano en el mismo cauce donde se presenten condiciones similares de uso de suelo de el sitio inicialmente propuesto. En todos los puntos se analizarán los parámetros físico químicos de clasificación inicial, porcentaje de saturación de Oxígeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno y Nitrógeno Amoniacal, así como el monitoreo biológico de los macro invertebrados bentónicos, además de los parámetros complementarios que se indican en cada punto.

6.1 Fase 1: Cuencas de la Zona Pacífico Central.

Cuadro 3. Red de monitoreo para la cuenca Tárcoles.

| Punto | Cuerpo de Agua | Coordenadas | | Justificación del punto | Parámetros complementarios |
|-------|----------------|-------------|----------|--|--|
| | | Latitud | Longitud | | |
| 1 | Tárcoles | 219040 | 540852 | Cuenca alta | Temperatura, pH, SST |
| 2 | Tárcoles | 218381 | 535447 | Cuenca alta, primera zona urbana | Temperatura, pH, SST, SAAM |
| 3 | Tárcoles | 217087 | 528048 | Cuenca media alta, zona urbana y beneficio de café | Temperatura, pH, SST, SAAM, grasas y aceites, DQO |
| 4 | Tárcoles | 217195 | 517358 | Cuenca media, zona urbana | Temperatura, pH, SST, SAAM |
| 5 | Tárcoles | 212979 | 507249 | Cuenca media baja, zona urbana | Temperatura, pH, SST, SAAM |
| 6 | Tárcoles | 212627 | 494770 | Cuenca baja, zona urbana y agricultura | Temperatura, pH, SST, SAAM, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 7 | Tárcoles | 214531 | 497144 | Afluente principal de la cuenca | Temperatura, pH, SST |
| 8 | Tárcoles | 207217 | 478248 | Cuenca baja | Temperatura, pH, SST |

Cuadro 4. Red de monitoreo para la cuenca Damas y otros.

| Punto | Cuerpo de Agua | Coordenadas | | Justificación del punto | Parámetros complementarios |
|-------|----------------|-------------|----------|-------------------------------------|--|
| | | Latitud | Longitud | | |
| 1 | Damas | 168480 | 515853 | Cuenca alta, vegetación natural | Temperatura, pH, SST |
| 2 | Damas | 167021 | 510835 | Cuenca baja, cultivo palma africana | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 3 | Paquita | 165850 | 525890 | Cuenca alta, vegetación natural | Temperatura, pH, SST |
| 4 | Paquita | 160324 | 516688 | Cuenca baja, cultivo palma africana | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |

Cuadro 5. Red de monitoreo para la cuenca Jesús María.

| Punto | Cuerpo de Agua | Coordenadas | | Justificación del punto | Parámetros complementarios |
|-------|----------------|-------------|----------|--|--|
| | | Latitud | Longitud | | |
| 1 | Jesús María | 215909 | 469811 | Cuenca media, zona urbana y turística | Temperatura, pH, SST, SAAM |
| 2 | Jesús María | 215909 | 469811 | Cuenca baja, zona urbana y turística | Temperatura, pH, SST, SAAM |
| 3 | Jesús María | 211420 | 463300 | Accesibilidad | Temperatura, pH, SST, |
| 4 | Jesús María | 210597 | 462680 | Cuenca baja, zona agrícola, recoge aguas de los ríos de la cuenca. | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 5 | Machuca | 212513 | 479228 | Cercanía a centro urbano | Temperatura, pH, SST, SAAM |
| 6 | Machuca | 209232 | 469761 | Cuenca baja, zona agrícola | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 7 | Machuca | 207609 | 461544 | Cuenca baja, zona protegida Reserva Tivives | Temperatura, pH, SST, SAAM |

Cuadro 6. Red de monitoreo para la cuenca Barú.

| Punto | Cuerpo de Agua | Coordenadas | | Justificación del punto | Parámetros complementarios |
|-------|----------------|-------------|----------|---|----------------------------|
| | | Latitud | Longitud | | |
| 1 | Diamante | 138988 | 560026 | Cuenca alta, afluente más importante | Temperatura, pH, SST |
| 2 | Barú | 139424 | 557338 | Cuenca media, accesibilidad zona urbana | Temperatura, pH, SST, SAAM |
| 3 | Barú | 139804 | 551980 | Cuenca baja, zona urbana | Temperatura, pH, SST, SAAM |

Cuadro 7. Red de monitoreo para la cuenca Parrita.

| Punto | Cuerpo de Agua | Coordenadas | | Justificación del punto | Parámetros complementarios |
|-------|----------------|-------------|----------|--|--|
| | | Latitud | Longitud | | |
| 1 | Pirris | 181370 | 545189 | Cuenca alta antes de zona agrícola | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 2 | Pirris | 182503 | 531171 | Cuenca alta después de zona agrícola y antes de PH Pirris del ICE | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 3 | Pirris | 181921 | 508797 | Cuenca media, antes de unión al Río Parrita y después de PH Pirris | Temperatura, pH, SST |
| 4 | Candelaria | 195846 | 515646 | Cuenca alta | Temperatura, pH, SST |
| 5 | Candelaria | 194689 | 500479 | Cuenca Alta, antes de unión al Río Parrita | Temperatura, pH, SST |
| 6 | Parrita | 176337 | 502489 | Antes de agricultura y zona urbana | Temperatura, pH, SST |
| 7 | Parrita | 166483 | 500646 | Después de agricultura y zona urbana | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM |

Cuadro 8. Red de monitoreo para la cuenca Tusubres.

| Punto | Cuerpo de Agua | Coordenadas | | Justificación del punto | Parámetros complementarios |
|-------|----------------|-------------|----------|--|--|
| | | Latitud | Longitud | | |
| 1 | Agujas | 189001 | 466907 | Cuenca baja, centro urbano y turístico | Temperatura, pH, SST, SAAM |
| 2 | Copey | 177921 | 467216 | Cuenca baja, centro urbano y turístico | Temperatura, pH, SST, SAAM |
| 3 | Turrubaritos | 179326 | 479128 | Cuenca baja | Temperatura, pH, SST |
| 4 | Tusubres | 182705 | 484321 | Cuenca media | Temperatura, pH, SST |
| 5 | Tusubres | 173108 | 481451 | Cuenca baja | Temperatura, pH, SST |
| 6 | Tusubres | 172955 | 477982 | Cuenca baja, zona agrícola | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 7 | Tulin | 174191 | 491188 | Cuenca baja | Temperatura, pH, SST |
| 8 | Chires | 182038 | 493709 | Cuenca media | Temperatura, pH, SST |

Cuadro 9. Red de monitoreo para la cuenca Naranjo.

| Punto | Cuerpo de Agua | Coordenadas | | Justificación del punto | Parámetros complementarios |
|-------|----------------|-------------|----------|--|--|
| | | Latitud | Longitud | | |
| 1 | Naranjo | 167123 | 532875 | Cuenca media alta | Temperatura, pH, SST |
| 2 | Naranjo | 160949 | 528732 | Cuenca baja, antes de agricultura | Temperatura, pH, SST |
| 3 | Naranjo | 153255 | 522934 | Cuenca baja, zona agrícola, drena hacia Parque Nacional Manuel Antonio | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 4 | Escandalosa | 153040 | 529457 | Cuenca baja, zona agrícola, drena hacia Parque Nacional Manuel Antonio | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |

Cuadro 10. Red de monitoreo para la cuenca Savegre.

| Punto | Cuerpo de Agua | Coordenadas | | Justificación del punto | Parámetros complementarios |
|-------|----------------|-------------|----------|--|--|
| | | Latitud | Longitud | | |
| 1 | Savegre | 171336 | 557943 | Cuenca alta con accesibilidad | Temperatura, pH, SST |
| 2 | Savegre | 170351 | 557253 | Cuenca alta, zona turística y urbana | Temperatura, pH, SST, SAAM |
| 3 | Savegre | 159268 | 534995 | Cuenca media, zona urbana aguas arriba del afluente del Río División | Temperatura, pH, SST, SAAM |
| 4 | Savegre | 150161 | 533870 | Cuenca baja, siembra de palma africana y zona urbana | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM |
| 5 | División | 164153 | 562880 | Cuenca alta del afluente más importante | Temperatura, pH, SST |
| 6 | División | 156967 | 551943 | Punto aguas arriba de la unión con el Río Savegre, zona urbana | Temperatura, pH, SST, SAAM |

6.2 Fase 2: Cuencas de la Zona Caribe.

Cuadro 11. Red de monitoreo para la cuenca Reventazón.

| Punto | Cuerpo de Agua | Coordenadas | | Justificación del punto | Parámetros complementarios |
|-------|-----------------|-------------|----------|--|--|
| | | Latitud | Longitud | | |
| 1 | Taras | 543020 | 207350 | Cuenca alta, extremo noroeste, recibe mucha carga orgánica e inorgánica | Temperatura, pH, SST, SAAM, grasas y aceites, DQO |
| 2 | Purires | 535672 | 201667 | Cuenca alta, extremo noroeste, zona rural | Temperatura, pH, SST |
| 3 | Purires | 541200 | 204780 | Cuenca baja, extremo noroeste, zona rural, agrícola intensiva, urbana e industrial | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, grasas y aceites, DQO, SAAM |
| 4 | Agua Caliente | 550522 | 199168 | Cuenca baja, recibe aguas de todo Cartago, zona rural, urbana e industrial | Temperatura, pH, SST, SAAM, grasas y aceites, DQO |
| 5 | Grande de Orosí | 553163 | 196888 | Cuenca baja, zona rural | Temperatura, pH, SST |
| 6 | Pejibaye | 571332 | 202258 | Cuenca baja, zona rural | Temperatura, pH, SST |
| 7 | Atirro | 574442 | 201773 | Cuenca baja, zona rural | Temperatura, pH, SST |
| 8 | Tuis | 577489 | 204390 | Cuenca baja, zona rural | Temperatura, pH, SST |
| 9 | Turrialba | 570020 | 210830 | Cuenca baja, centro ciudad Turrialba, zona urbana | Temperatura, pH, SST, SAAM, grasas y aceites, DQO |
| 10 | Paez | 552079 | 203057 | Río bastante limpio, puede servir de referencia, zona rural | Temperatura, pH, SST |
| 11 | Reventazón | 573651 | 208525 | Cuenca media, zona rural y agrícola intensiva | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, grasas y aceites, DQO, SAAM |
| 12 | Reventazón | 587724 | 232192 | Cuenca alta, zona rural y agrícola intensiva | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, grasas y aceites, DQO, SAAM |
| 13 | Reventazón | 591524 | 241490 | Cuenca alta, zona rural y agrícola intensiva | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, grasas y aceites, DQO, SAAM |

Cuadro 12. Red de monitoreo para la cuenca Madre de Dios.

| Punto | Cuerpo de Agua | Coordenadas | | Justificación del punto | Parámetros complementarios |
|-------|----------------|-------------|----------|---|--|
| | | Latitud | Longitud | | |
| 1 | Madre de Dios | 229054 | 600797 | Cuenca alta, bosque | Temperatura, pH, SST |
| 2 | Caño Azul | 229785 | 622400 | Cuenca baja, afluente importante, importancia toxicológica cultivos agrícolas | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 3 | Madre de Dios | 229785 | 622400 | Cuenca baja, cultivos agrícolas | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |

Cuadro 13. Red de monitoreo para la cuenca Moín.

| Punto | Cuerpo de Agua | Coordenadas | | Justificación del punto | Parámetros complementarios |
|-------|----------------|-------------|----------|--|---|
| | | Latitud | Longitud | | |
| 1 | Victoria | 213746 | 627869 | Cuenca alta, bosque | Temperatura, pH, SST |
| 2 | Moín | 219715 | 632266 | Cuenca baja, zona industrial y comercial | Temperatura, pH, SST, grasas y aceites, DQO |
| 3 | Limoncito | 215248 | 638999 | Cuenca baja, parches de bosque y potrero, antes de zona urbana | Temperatura, pH, SST |
| 4 | Limoncito | 218910 | 641266 | Cuenca baja, luego de zona urbana industrial y comercia | Temperatura, pH, SST, grasas y aceites, DQO, SAAM |

Cuadro 14. Red de monitoreo para la cuenca Bananito.

| Punto | Cuerpo de Agua | Coordenadas | | Justificación del punto | Parámetros complementarios |
|-------|----------------|-------------|----------|---|--|
| | | Latitud | Longitud | | |
| 1 | Vizcaya | 209898 | 642905 | Cercano a parcelas con riego, zona urbana y agrícola | Temperatura, pH, SST, SAAM, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 2 | Bananito | 207033 | 645184 | Cercano a parcelas con riego, zona urbana y turística | Temperatura, pH, SST, SAAM |
| 3 | Bananito | 208975 | 647359 | Posterior a parcelas cultivadas, zona agrícola | Temperatura, pH, SST, SAAM nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 4 | San Andrés | 204230 | 651669 | | Temperatura, pH, SST |

Cuadro 15. Red de monitoreo para la cuenca Matina.

| Punto | Cuerpo de Agua | Coordenadas | | Justificación del punto | Parámetros complementarios |
|-------|----------------|-------------|----------|---|---|
| | | Latitud | Longitud | | |
| 1 | Matina | 234323 | 620681 | Cuenca baja, zona agrícola y urbana | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforado, DQO, SAAM |
| 2 | Matina | 233758 | 623978 | Cuenca baja, zona agrícola y urbana | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforado, DQO, SAAM |
| 3 | Matina | 228842 | 615768 | Cuenca baja media, zona agrícola y urbana | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforado, DQO, SAAM |
| 4 | Barbilla | 227590 | 605276 | Cuenca media alta | Temperatura, pH, SST |
| 5 | Chirripó | 221538 | 613655 | Cuenca alta | Temperatura, pH, SST |
| 6 | Chirripó | 211855 | 607676 | Cuenca alta | Temperatura, pH, SST |
| 7 | Chirripó | 195623 | 604814 | Cuenca alta | Temperatura, pH, SST |
| 8 | Chirripó | 181892 | 596576 | Cuenca alta | Temperatura, pH, SST |

Cuadro 16. Red de monitoreo para la cuenca Pacuare.

| Punto | Cuerpo de Agua | Coordenadas | | Justificación del punto | Parámetros complementarios |
|-------|----------------|-------------|----------|---|--|
| | | Latitud | Longitud | | |
| 1 | Pacuare | 201295 | 590313 | Cuenca alta, línea base | Temperatura, pH, SST |
| 2 | Pacuare | 218897 | 585902 | Punto antes de los poblados | Temperatura, pH, SST |
| 3 | Siquirres | 237125 | 597744 | Se acumula mucha contaminación de aguas residuales ordinarias. | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM |
| 4 | Pacuare | 230681 | 592708 | Contaminación de poblados | Temperatura, pH, SST, SAAM |
| 5 | Pacuare | 237351 | 598207 | Contaminación por bananeras, contaminación de origen ordinario. | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM |
| 6 | Pacuare | 242710 | 609227 | Antes de desembocar a canales del Tortuguero | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM |

Cuadro 17. Red de monitoreo para la cuenca Banano.

| Punto | Cuerpo de Agua | Coordenadas | | Justificación del punto | Parámetros complementarios |
|-------|----------------|-------------|----------|--|--|
| | | Latitud | Longitud | | |
| 1 | Banano | 211095 | 636777 | Cercano a zona urbana | Temperatura, pH, SST, SAAM |
| 2 | Banano | 211265 | 643998 | Recibe influencia urbana, con alguna influencia de agricultura | Temperatura, pH, SST, SAAM, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |

Cuadro 18. Red de monitoreo para la cuenca Estrella.

| Punto | Cuerpo de Agua | Coordenadas | | Justificación del punto | Parámetros complementarios |
|-------|----------------|-------------|----------|--|--|
| | | Latitud | Longitud | | |
| 1 | Estrella | 190630 | 628903 | Finalización del punto alto de la cuenca | Temperatura, pH, SST, |
| 2 | Estrella | 190421 | 634312 | Punto antes del inicio de los cultivos agrícolas de banano | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 3 | Estrella | 192821 | 651523 | Punto después de los cultivos agrícolas de banano | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 4 | Estrella | 197233 | 655526 | Punto Final de la Cuenca, antes de la desembocadura | Temperatura, pH, SST, SAAM |

Cuadro 19. Red de monitoreo para la cuenca Sixaola.

| Punto | Cuerpo de Agua | Coordenadas | | Justificación del punto | Parámetros complementarios |
|-------|----------------|-------------|----------|--|--|
| | | Latitud | Longitud | | |
| 1 | Sixaola | 177162 | 661368 | Cuenca media, después de zona indígena | Temperatura, pH, SST |
| 2 | Sixaola | 175134 | 661368 | Cuenca baja, zona agrícola | Temperatura, pH, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 3 | Sixaola | 165433 | 688635 | Cuenca baja, zona agrícola | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |

Cuadro 20. Red de monitoreo para la cuenca Tortuguero.

| Punto | Cuerpo de Agua | Coordenadas | | Justificación del punto | Parámetros complementarios |
|-------|----------------|-------------|----------|--|---|
| | | Latitud | Longitud | | |
| 1 | Tortuguero | 245085 | 557135 | Es en la zona donde empieza el río, zona agropecuarias y rural | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 2 | Tortuguero | 243428 | 557567 | Interseca la Quebrada Flores, zona agrícola y rural | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM |
| 3 | Tortuguero | 252474 | 560300 | Interseca el Río San Rafael y este puede afectar los parámetros del río Tortuguero, es de fácil acceso | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM, |
| 4 | Tortuguero | 261922 | 570725 | Zona piñera y en este punto desemboca el río Guápiles | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM |
| 5 | Tortuguero | 263958 | 572354 | Último punto antes de Parque Nacional Tortuguero | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM |

6.3 Fase 3: Cuencas de la Zona Pacífico Norte.

Cuadro 21. Red de monitoreo para la cuenca Península Nicoya.

| Punto | Cuerpo de Agua | Coordenadas | | Justificación del punto | Parámetros complementarios |
|-------|----------------|-------------|----------|---|--|
| | | Latitud | Longitud | | |
| 1 | Morote | 232.000 | 386421 | Cuenca alta | Temperatura, pH, SST |
| 2 | Morote | 228792 | 392000 | Cuenca media, presencia de minería y cultivo de melón | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 3 | Morote | 227321 | 401871 | Cuenca baja | Temperatura, pH, SST |
| 4 | Nosara | 217913 | 353860 | Cuenca baja | Temperatura, pH, SST |
| 5 | Nosara | 222351 | 367821 | Cuenca alta | Temperatura, pH, SST |
| 6 | Bongo | 192237 | 403517 | Cuenca baja | Temperatura, pH, SST |
| 7 | Blanco | 202122 | 406000 | Cuenca alta | Temperatura, pH, SST |
| 8 | Ario | 190214 | 404453 | Cuenca baja | Temperatura, pH, SST |
| 9 | Ario | 192036 | 414433 | Cuenca alta | Temperatura, pH, SST |

Cuadro 22. Red de monitoreo para la cuenca Tempisque.

| Punto | Cuerpo de Agua | Coordenadas | | Justificación del punto | Parámetros complementarios |
|-------|----------------|-------------|----------|---|--|
| | | Latitud | Longitud | | |
| 1 | Tempisquito | 310834 | 367410 | Cuenca alta | Temperatura, pH, SST |
| 2 | Los Ahogados | 302955 | 370257 | Cuenca alta | Temperatura, pH, SST |
| 3 | Colorado | 290936 | 365379 | Cuenca alta, con zona agrícola | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 4 | Liberia | 291396 | 380596 | Cuenca alta, poco alterada | Temperatura, pH, SST |
| 5 | Tempisque | 274635 | 364929 | Zona agrícola, zona urbana | Temperatura, pH, SST, SAAM, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 6 | Tempisque | 269600 | 367525 | Zona agrícola, zona urbana | Temperatura, pH, SST, SAAM, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 7 | Tempisque | 262357 | 379006 | Zona agrícola, zona urbana | Temperatura, pH, SST, SAAM, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 8 | Bolsón | 267082 | 381683 | Zona agrícola | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 9 | Diría | 248705 | 363273 | Zona agrícola, zona urbana | Temperatura, pH, SST, SAAM, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 10 | Nimboyores | 255132 | 354386 | Forestal alterada con producción agrícola | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 11 | Nimboyores | 257453 | 360279 | Zona agrícola | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |

Cuadro 23. Red de monitoreo para la cuenca Abangares.

| Punto | Cuerpo de Agua | Coordenadas | | Justificación del punto | Parámetros complementarios |
|-------|----------------|-------------|----------|--|--|
| | | Latitud | Longitud | | |
| 1 | Gongolona | 253480 | 436580 | Cuenca alta, después de unión de afluentes importantes | Temperatura, pH, SST, mercurio |
| 2 | Abangares | 251820 | 434715 | Cuenca alta, donde nace Río Abangares | Temperatura, pH, SST, mercurio |
| 3 | Abangares | 251555 | 430750 | Cuenca media, zona urbana | Temperatura, pH, SST, SAAM |
| 4 | Abangares | 250270 | 426475 | Cuenca media, actividad agrícola | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 5 | Abangares | 245205 | 423240 | Cuenca baja, actividad agrícola | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 6 | Abangares | 241395 | 422440 | Cuenca baja, actividad agrícola | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 7 | Abangares | 238160 | 422400 | Cuenca baja, actividad agrícola | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |

Cuadro 24. Red de monitoreo para la cuenca Barranca.

| Punto | Cuerpo de Agua | Coordenadas | | Justificación del punto | Parámetros complementarios |
|-------|----------------|-------------|----------|--|---|
| | | Latitud | Longitud | | |
| 1 | La Cabra | 233575 | 471195 | Aguas arriba de mina Chassoul | Temperatura, pH, SST, DQO |
| 2 | La Cabra | 231972 | 469762 | Aguas abajo de mina Chassoul, para evaluar impacto | Temperatura, pH, SST, DQO, metales |
| 3 | Jabonal | 228875 | 466534 | Cuenca alta, afluente importante | Temperatura, pH, SST |
| 4 | Barranca | 241193 | 498432 | Zona urbana, Zarcero | Temperatura, pH, SST, SAAM |
| 5 | Barranca | 227427 | 478141 | Zona urbana, San Ramón | Temperatura, pH, SST, SAAM, grasas y aceites, DQO |
| 6 | Barranca | 222431 | 466595 | Zona urbana y rural agrícola, San Jerónimo | Temperatura, pH, SST, SAAM, grasas y aceites, DQO |
| 7 | Barranca | 219875 | 460254 | Zona urbana, Esparza | Temperatura, pH, SST, SAAM, grasas y aceites, DQO |
| 8 | Barranca | 219033 | 458634 | Barranca y actividad industrial | Temperatura, pH, SST, SAAM, grasas y aceites, DQO |

Cuadro 25. Red de monitoreo para la cuenca Bebedero.

| Punto | Cuerpo de Agua | Coordenadas | | Justificación del punto | Parámetros complementarios |
|-------|----------------|-------------|----------|--|--|
| | | Latitud | Longitud | | |
| 1 | Cañas | 267035 | 417058 | Cuenca baja, después de zona urbana | Temperatura, pH, SST, SAAM |
| 2 | Bagaces | 264249 | 403626 | Cuenca baja, después de zona urbana y agrícola | Temperatura, pH, SST |
| 3 | Bebedero | 260221 | 405279 | Cuenca baja después de zona agrícola, antes de desembocadura | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 4 | Santa Rosa | 273620 | 430061 | Cuenca alta, zona urbana | Temperatura, pH, SST, SAAM |
| 5 | Blanco | 296300 | 403904 | Cuenca alta | Temperatura, pH, SST |

6.4 Fase 4: Cuencas de la Zona Norte.

Cuadro 26. Red de monitoreo para la cuenca Pocosal.

| Punto | Cuerpo de Agua | Coordenadas | | Justificación del punto | Parámetros complementarios |
|-------|----------------|-------------|----------|---|--|
| | | Latitud | Longitud | | |
| 1 | Infiernillo | 319506 | 499801 | Para evaluar la afectación por actividades agrícolas y ganaderas | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 2 | Pocosal | 295737 | 476240 | Línea Base puede verse afectación por zona agrícola | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 3 | Pocosal | 315187 | 476605 | Evaluar afectaciones por actividades agrícolas | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 4 | Pocosal | 323108 | 484519 | Evaluar actividades agrícolas y conocer con que calidad las aguas ingresan a territorio nicaragüense. | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 5 | Medio Queso | 335124 | 462551 | Evaluar actividades agrícolas y conocer con que calidad las aguas ingresan a territorio nicaragüense. | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 6 | Medio Quesito | 333688 | 473430 | Evaluar actividades agrícolas y conocer con que calidad las aguas ingresan a territorio nicaragüense. | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM |

Cuadro 27. Red de monitoreo para la cuenca Frío.

| Punto | Cuerpo de Agua | Coordenadas | | Justificación del punto | Parámetros complementarios |
|-------|----------------|-------------|----------|--|--|
| | | Latitud | Longitud | | |
| 1 | Samen | 297336 | 432255 | Cuenca alta, sector este | Temperatura, pH, SST |
| 2 | Celeste | 301206 | 439138 | Cuenca alta, sector este, recoge aguas de Volcán Tenorio, zona turística | Temperatura, pH, SST, SAAM |
| 3 | Mónico | 309853 | 442719 | Cuenca baja, sector este, drena directo a humedal Refugio Nacional de Vida Silvestre Caño Negro, zona agrícola | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 4 | Frio | 316364 | 449244 | Cuenca baja, Refugio Nacional de Vida Silvestre | Temperatura, pH, SST |
| 5 | Sabogal | 315134 | 458621 | Cuenca baja, sector oeste, zona agrícola | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |

Cuadro 28. Red de monitoreo para la cuenca San Carlos.

| Punto | Cuerpo de Agua | Coordenadas | | Justificación del punto | Parámetros complementarios |
|-------|----------------|-------------|----------|--------------------------------------|--|
| | | Latitud | Longitud | | |
| 1 | San Carlos | 264556 | 481877 | Cuenca media, zona agrícola y urbana | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM |
| 2 | San Carlos | 268610 | 484825 | Cuenca media, zona agrícola y urbana | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM |
| 3 | San Carlos | 278622 | 483785 | Cuenca media, zona agrícola y urbana | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM |
| 4 | San Carlos | 280608 | 482535 | Cuenca media, zona agrícola y urbana | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM |
| 5 | San Carlos | 292788 | 507541 | Cuenca baja, zona agrícola y urbana | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM |
| 6 | San Carlos | 306600 | 514716 | Cuenca baja, zona agrícola y urbana | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM |

Cuadro 29. Red de monitoreo para la cuenca Sarapiquí.

| Punto | Cuerpo de Agua | Coordenadas | | Justificación del punto | Parámetros complementarios |
|-------|----------------|-------------|----------|-------------------------------------|--|
| | | Latitud | Longitud | | |
| 1 | La Paz | 243085 | 518652 | Zona ganadera | Temperatura, pH, SST |
| 2 | Cariblanco | 249843 | 516726 | Zona agrícola | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 3 | Puerto Viejo | 268770 | 535336 | Zona agrícola bananera | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 4 | Sarapiquí | 270213 | 536195 | Zona urbana y muelle | Temperatura, pH, SST, SAAM grasas y aceites |
| 5 | Sarapiquí | 288827 | 535553 | Aporte del Río Sucio y zona urbana | Temperatura, pH, SST, SAAM |
| 6 | Toro | 288822 | 531212 | Aporte del Río Toro y zona agrícola | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |

Cuadro 30. Red de monitoreo para la cuenca Cureña.

| Punto | Cuerpo de Agua | Coordenadas | | Justificación del punto | Parámetros complementarios |
|-------|----------------|-------------|----------|-------------------------|----------------------------|
| | | Latitud | Longitud | | |
| 1 | Cureña | 290998 | 519237 | Cuenca alta, zona rural | Temperatura, pH, SST |
| 2 | Cureña | 299807 | 521430 | Cuenca baja, zona rural | Temperatura, pH, SST |

Cuadro 31. Red de monitoreo para la cuenca Chirripó.

| Punto | Cuerpo de Agua | Coordenadas | | Justificación del punto | Parámetros complementarios |
|-------|----------------|-------------|----------|---|--|
| | | Latitud | Longitud | | |
| 1 | Sucio | 236650 | 542166 | Cuenca alta, Parque Nacional Braulio Carrillo | Temperatura, pH, SST |
| 2 | Toro Amarillo | 238424 | 557730 | Cuenca alta, límite Parque Nacional Braulio Carrillo, porcinas y tilapias | Temperatura, pH, SST, SAAM, DQO, grasas y aceites |
| 3 | Sucio | 271548 | 538781 | Cuenca baja, zona agrícola y rural | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM |
| 4 | Chirripó | 262229 | 551654 | Cuenca baja, zona agrícola y rural | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM |
| 5 | Sucio | 261661 | 547504 | Cuenca baja, zona agrícola y rural | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM |

6.5 Fase 5: Cuencas de la Zona Pacífico Sur.

Cuadro 32. Red de monitoreo para la cuenca Grande de Térraba.

| Punto | Cuerpo de Agua | Coordenadas | | Justificación del punto | Parámetros complementarios |
|-------|----------------|-------------|----------|---|--|
| | | Latitud | Longitud | | |
| 1 | Quebradas | 156285 | 569405 | Cuenca alta, línea base en toma agua AyA | Temperatura, pH, SST |
| 2 | Pedregoso | 148780 | 566865 | Cuenca media, después de San Isidro del General, recoge todas aguas domesticas, beneficios y lagunas aguas residuales AyA | Temperatura, pH, SST, SAAM, grasas y aceites, DQO |
| 3 | Pacuar | 146300 | 566775 | Cuenca media, recoge aguas de todos afluentes importantes que pasan por zonas urbanas | Temperatura, pH, SST, SAAM, grasas y aceites, DQO |
| 4 | General | 139220 | 576880 | Cuenca media, zona agrícola y urbana | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM |
| 5 | Volcán | 132845 | 596845 | Cuenca alta, limpia | Temperatura, pH, SST |
| 6 | Volcán | 129500 | 599500 | Cuenca media, zona agrícola, cultivos piña | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 7 | Cotro Brus | 99360 | 642830 | Cuenca alta, zona urbana San Vito y zona agrícola | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM |
| 8 | Cotro Brus | 109830 | 625910 | Cuenca media, zona agrícola y urbana | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM |

Cuadro 33. Red de monitoreo para la cuenca Esquinas.

| Punto | Cuerpo de Agua | Coordenadas | | Justificación del punto | Parámetros complementarios |
|-------|-----------------|-------------|----------|--|--|
| | | Latitud | Longitud | | |
| 1 | Piedras Blancas | 86770 | 621735 | Cerca de la naciente, zona boscosa y montañosa | Temperatura, pH, SST |
| 2 | Piedras Blancas | 85504 | 619766 | Zona agrícola y urbana | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM |
| 3 | Claro | 73065 | 640455 | Zona agrícola | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |

Cuadro 33 (continuación). Red de monitoreo para la cuenca Esquinas.

| Punto | Cuerpo de Agua | Coordenadas | | Justificación del punto | Parámetros complementarios |
|-------|----------------|-------------|----------|--------------------------|--|
| | | Latitud | Longitud | | |
| 4 | Coto Colorado | 70863 | 638594 | Zona agrícola y ganadera | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 5 | Corredores | 70528 | 652991 | Zona agrícola y urbana | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM |
| 6 | Coloradillo | 66308 | 657429 | Zona agrícola y urbana | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM |

Cuadro 34. Red de monitoreo para la cuenca Península Osa.

| Punto | Cuerpo de Agua | Coordenadas | | Justificación del punto | Parámetros complementarios |
|-------|----------------|-------------|----------|---|--|
| | | Latitud | Longitud | | |
| 1 | Sierpe | 91096 | 598861 | Norte de la Península, zona agrícola | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 2 | Sierpe | 88207 | 610962 | Norte de la Península, zona agrícola | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 3 | Drake | 78039 | 577286 | Zona agrícola y ganadera | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 4 | Drake | 78785 | 575475 | Zona agrícola y ganadera | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO |
| 5 | El Carmen | 75598 | 573654 | Zona agrícola y urbana | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM |
| 6 | Rincón | 67327 | 593019 | Afluente importante de la cuenca Bosque | Temperatura, pH, SST |
| 7 | Rincón | 75483 | 594188 | Zona agrícola, urbana y ganadera | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM |

Cuadro 34 (continuación). Red de monitoreo para la cuenca Península Osa.

| Punto | Cuerpo de Agua | Coordenadas | | Justificación del punto | Parámetros complementarios |
|-------|----------------|-------------|----------|----------------------------------|--|
| | | Latitud | Longitud | | |
| 8 | Tigre | 57130 | 602492 | Zona agrícola y urbana | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM |
| 9 | Tigre | 59749 | 609839 | Zona agrícola, urbana y ganadera | Temperatura, pH, SST, nitratos, sumatoria de compuestos organoclorados y organofosforados, DQO, SAAM |
| 10 | Cacao | 58582 | 613255 | Zona urbana | Temperatura, pH, SST, SAAM |

8. Cronograma

Cada año deben realizarse cuatro campañas de muestreo y análisis, durante las épocas seca (febrero), lluviosa (agosto) y las dos épocas de transición (mayo y noviembre), las campañas deben realizarse cada 3 meses, por tanto el cronograma de ejecución va a depender de cuando se inicien los análisis y la contratación que se realice con los laboratorios. Una vez definidos los contratos con los laboratorios se elaborará un cronograma detallado, con fechas exactas y sitios a muestrear por cada gira que se realizará, este cronograma será aprobado por la Dirección de Agua en el marco de la ejecución del Plan Nacional de Monitoreo y se presentará como un anexo a este documento.

Cuadro 35. Cronograma preliminar.

| Año | Campaña | Mes | Actividad | Cuencas a monitorear |
|-----|---------|-----------|---------------------|--|
| 1 | 1 | Febrero | Muestreo y análisis | Tárcoles, Damas y otros, Jesús María, Tusubres, Parrita, Naranjo, Barú y Savegre |
| | 2 | Mayo | Muestreo y análisis | Tárcoles, Damas y otros, Jesús María, Tusubres, Parrita, Naranjo, Barú y Savegre |
| | 3 | Agosto | Muestreo y análisis | Tárcoles, Damas y otros, Jesús María, Tusubres, Parrita, Naranjo, Barú y Savegre |
| | 4 | Noviembre | Muestreo y análisis | Tárcoles, Damas y otros, Jesús María, Tusubres, Parrita, Naranjo, Barú y Savegre |
| 2 | 1 | Febrero | Muestreo y análisis | Reventazón, Madre de Dios, Moín, Matina, Pacuare, Bananito, Banano, Estrella, Sixaola y Tortuguero |
| | 2 | Mayo | Muestreo y análisis | Reventazón, Madre de Dios, Moín, Matina, Pacuare, Bananito, Banano, Estrella, Sixaola y Tortuguero |
| | 3 | Agosto | Muestreo y análisis | Reventazón, Madre de Dios, Moín, Matina, Pacuare, Bananito, Banano, Estrella, Sixaola y Tortuguero |
| | 4 | Noviembre | Muestreo y análisis | Reventazón, Madre de Dios, Moín, Matina, Pacuare, Bananito, Banano, Estrella, Sixaola y Tortuguero |
| 3 | 1 | Febrero | Muestreo y análisis | Península Nicoya, Tempisque, Abangares, Barranca y Bebedero |
| | 2 | Mayo | Muestreo y análisis | Península Nicoya, Tempisque, Abangares, Barranca y Bebedero |
| | 3 | Agosto | Muestreo y análisis | Península Nicoya, Tempisque, Abangares, Barranca y Bebedero |
| | 4 | Noviembre | Muestreo y análisis | Península Nicoya, Tempisque, Abangares, Barranca y Bebedero |

Cuadro 35 (continuación). Cronograma preliminar.

| Año | Campaña | Mes | Actividad | Cuencas a monitorear |
|-----|---------|-----------|---------------------|---|
| 4 | 1 | Febrero | Muestreo y análisis | Frío, Pocosol, San Carlos, Cureña, Sarapiquí y Chirripó |
| | 2 | Mayo | Muestreo y análisis | Frío, Pocosol, San Carlos, Cureña, Sarapiquí y Chirripó |
| | 3 | Agosto | Muestreo y análisis | Frío, Pocosol, San Carlos, Cureña, Sarapiquí y Chirripó |
| | 4 | Noviembre | Muestreo y análisis | Frío, Pocosol, San Carlos, Cureña, Sarapiquí y Chirripó |
| 5 | 1 | Febrero | Muestreo y análisis | Térraba, Península Osa, Esquinas |
| | 2 | Mayo | Muestreo y análisis | Térraba, Península Osa, Esquinas |
| | 3 | Agosto | Muestreo y análisis | Térraba, Península Osa, Esquinas |
| | 4 | Noviembre | Muestreo y análisis | Térraba, Península Osa, Esquinas |

9. Costos

Para calcular los costos tanto de los análisis fisicoquímicos como biológicos se utilizaron como referencia los precios indicados por los laboratorios de las Universidades públicas que se dedican a realizar estos análisis, se realizó un cálculo del costo analítico de cada punto, según los parámetros que se van a monitorear y al final se sumaron los costos de cada punto por cuenca y en total por cada fase a ejecutar. En los cuadros del 36 al 40 se indican las estimaciones de costos analíticos para cada fase.

Cuadro 36. Costos de análisis fisicoquímicos y biológicos para la Fase 1.

| Detalles | Costo (colones) |
|---|-------------------|
| Costo análisis físicos y químicos | 4 371 470 |
| Costo análisis macro invertebrados bentónicos | 9 165 000 |
| Total 1 campaña | 13 536 470 |
| TOTAL FASE 1 (4 campañas) | 54 145 880 |

Cuadro 37. Costos de análisis fisicoquímicos y biológicos para la Fase 2.

| Detalles | Costo (colones) |
|---|-------------------|
| Costo análisis físicos y químicos | 7 334 155 |
| Costo análisis macro invertebrados bentónicos | 10 335 000 |
| Total 1 campaña | 17 669 155 |
| TOTAL FASE 2 (4 campañas) | 70 676 620 |

Cuadro 38. Costos de análisis fisicoquímicos y biológicos para la Fase 3.

| Detalles | Costo (colones) |
|---|-------------------|
| Costo análisis físicos y químicos | 3 600 230 |
| Costo análisis macro invertebrados bentónicos | 7 020 000 |
| Total 1 campaña | 10 620 230 |
| TOTAL FASE 3 (4 campañas) | 42 480 920 |

Cuadro 39. Costos de análisis fisicoquímicos y biológicos para la Fase 4.

| Detalles | Costo (colones) |
|---|-------------------|
| Costo análisis físicos y químicos | 5 576 365 |
| Costo análisis macro invertebrados bentónicos | 5 850 000 |
| Total 1 campaña | 11 426 365 |
| TOTAL FASE 4 (4 campañas) | 45 705 460 |

Cuadro 40. Costos de análisis fisicoquímicos y biológicos para la Fase 5.

| Detalles | Costo (colones) |
|---|-------------------|
| Costo análisis físicos y químicos | 4 692 110 |
| Costo análisis macro invertebrados bentónicos | 4 680 000 |
| Total 1 campaña | 9 372 110 |
| TOTAL FASE 5 (4 campañas) | 37 488 440 |

Para estimar los costos de muestreo, se tomó en cuenta los datos presentados en el Programa Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos de Agua del País, donde se habían estimado los costos de muestreo por cada gira tomando en cuenta los viáticos de las personas participantes y un promedio de kilometraje, el cual se presenta en el cuadro 41.

Cuadro 41. Costo estimado de muestreo para una gira de 3 días en que participan 3 personas y se muestrean 10 puntos aproximadamente.

| Detalle | Costo (colones) |
|--------------------|-----------------|
| Viáticos | 225 000 |
| Kilometraje | 90 000 |
| Costo Total | 315 000 |

Tomando en cuenta esos valores, se realizó una estimación de cuantas giras se necesitarían para cubrir cada campaña de muestreo y por tanto las 4 campañas por fase, según el número de puntos que se deben monitorear, las estimaciones de estos costos se presentan en el cuadro 42.

En el cuadro 43 se presenta el resumen donde se incluyen los costos de los análisis, los costos de muestreo y se incluye un 10% sobre la suma de los dos anteriores como costos por imprevistos.

Cuadro 42. Costos estimados de muestreo para cada fase.

| Fase | # puntos | # giras por campaña | # giras por fase | Costo por gira (colones) | Costo por fase (colones) |
|------------------------------|----------|---------------------|------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 47 | 6 | 24 | 315 000 | 7 560 000 |
| 2 | 53 | 6 | 24 | 315 000 | 7 560 000 |
| 3 | 36 | 5 | 20 | 315 000 | 6 300 000 |
| 4 | 30 | 4 | 16 | 315 000 | 5 040 000 |
| 5 | 24 | 4 | 16 | 315 000 | 5 040 000 |
| Costo total del ciclo | | | | | 31 500 000 |

Los costos por imprevistos cubrirán los casos en los que se requieran más giras de las planteadas inicialmente por razones de dificultad en el acceso a algunas zonas, la necesidad de repetir muestreos por la invalidación de alguna muestra o resultado de análisis, los posibles requerimientos de muestrear y analizar parámetros no contemplados inicialmente según las condiciones que se definan en el campo, así como que se requiera agregar más puntos de muestreos según requerimientos de cada cuenca en particular. Todas las posibles modificaciones que se requieran y consideren dentro de los imprevistos deberán ser solicitadas por los laboratorios a la Dirección de Agua del Ministerio de Ambiente, quien dispondrá de una boleta como la que se adjunta en anexos, deberá estar firmada por el responsable del laboratorio, la Dirección de Agua será el encargado de aprobar las modificaciones que procedan como imprevistos, dando el visto bueno respectivo a la boleta de solicitud.

Cuadro 43. Cuadro resumen de costos de análisis, muestreo, imprevistos y totales para cada fase y el ciclo total de 5 años.

| Fase | Costo analítico (colones) | Costo muestreo (colones) | Costos imprevistos (colones) | Costo total (colones) |
|------------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------------|-----------------------|
| 1 | 54 145 880 | 7 560 000 | 6 170 588 | 67 876 468 |
| 2 | 70 676 620 | 7 560 000 | 7 823 662 | 86 060 282 |
| 3 | 42 480 920 | 6 300 000 | 4 878 092 | 53 659 012 |
| 4 | 45 705 460 | 5 040 000 | 5 074 546 | 55 820 006 |
| 5 | 37 488 440 | 5 040 000 | 4 252 844 | 46 781 284 |
| Costo total del ciclo | | | | 310 197 052 |

Los costos que aquí se presentan son calculados según el precio del dólar y las tablas de viáticos vigentes actualmente, sin embargo cada año deberán revisarse y ajustarse según las modificaciones que sufran los montos de viáticos aprobados por la Contraloría General de la República, por las variaciones del dólar y por la inflación.

Anexos

PLAN NACIONAL DE MONITOREO DE LA CALIDAD DE LOS CUERPOS DE
AGUA SUPERFICIALES

SOLICITUD DE APROBACIÓN DE IMPREVISTOS

| | |
|--|-----------------------------------|
| Fecha: | |
| Nombre del Solicitante: | |
| Laboratorio: | |
| | |
| Fecha del imprevisto: | |
| Detalle del imprevisto ocurrido: | |
| | |
| Detalle de lo que se solicita: | |
| | |
| Firma del responsable y sello del laboratorio: | |
| V°B° Dirección de Agua MINAE | Nombre: _____ Firma: _____ |