

ANEXO 3:

Diagnóstico de la Calidad de las Aguas Marino-Costeras del Departamento del Magdalena

CONVENIO DE ASOCIACIÓN No. 131 de 2016 CORPAMAG-INVEMAR

PRY-CAM-017-16 óITF COMPONENTE REDCAM



Santa Marta, noviembre de 2017



CUERPO DIRECTIVO

Director

Francisco A. Arias Isaza

Subdirector

Coordinación Científica (SCI)

Jesús Antonio Garay Tinoco

Subdirectora Administrativa (SRA)

Sandra Rincón Cabal

Coordinador

Programa Biodiversidad y Ecosistemas Marinos
(BEM)

David Alonso Carvajal

Coordinador

Programa Valoración y Aprovechamiento de
Recursos Marinos y Costeros (VAR)

Mario Rueda Hernández

Coordinadora

Programa Calidad Ambiental Marina (CAM)

Luisa Fernanda Espinosa

Coordinadora

Programa de Geociencias Marinas y Costeras
(GEO)

Constanza Ricaurte

Coordinadora

Coordinación de Investigación e Información
para Gestión Marina y Costera (GEZ)

Paula Cristina Sierra Correa

Coordinador

Coordinación de Servicios Científicos (CSC)

Julián Mauricio Betancourt

INVEMAR

Calle 25 No. 2-55, Playa Salguero

Santa Marta ó Colombia

Tel: (57) (5) 4328600, Fax: (57) (5) 4328682

www.invemar.org.co

PREPARADO POR:

Programa CAM

Ostin Garcés-Ordóñez

APOYO TÉCNICO:

**Unidad de Laboratorios de Calidad Ambiental
Marina - LABCAM:**

Cesar Bernal, Leydy Alarcón, Yoselin Nieto, Alex Contreras, Johan Muñoz, Tania Córdoba, Max Martínez, Diana Triana, Gustavo Lara, Josimar Barranco, Johana Castañeda y Halbin Serrano.

Bases de datos y Sistemas de Información:

Paola Sofía Obando Madera

Fanny Molina Martínez

Revisión técnica:

Mónica Rocío Bayona Arenas

Luisa Fernanda Espinosa Díaz

EQUIPO TÉCNICO CORPAMAG

Alfredo Martínez ó Subdirector de Gestión Ambiental

Eliana Álvarez Pineda ó Profesional Especializada

Imagen portada: Playa Muerto (Cristal), PNN Tayrona.
Foto: Max Martínez.

Cítese como:

Garcés-Ordóñez, O. 2017. Anexo 3: Diagnóstico de la calidad de las aguas marino-costeras del departamento del Magdalena en el marco de la REDCAM. 27 p. En: INVEMAR. 2017. Actividades de investigación para la gestión ambiental de la zona marino costera del departamento del Magdalena y Atención de las emergencias ambientales. Convenio No. 131 de 2016 CORPAMAG-INVEMAR. Código PRY-CAM-017-16. Santa Marta.



TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. METODOLOGÍA	2
2.1 FASE DE CAMPO	2
2.2 FASE DE LABORATORIO.....	3
2.3 ANÁLISIS DE DATOS.....	4
3. RESULTADOS.....	5
3.1 CALIDAD DE LAS AGUAS	5
3.1.1 <i>Resultados de la aplicación del ICAM_{ppf}</i>	19
3.2 CALIDAD DE SEDIMENTOS	21
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	23
5. BIBLIOGRAFÍA.....	24

ÍNDICE DE FIGURA

- Figura 1.1. Mapa donde se presentan las zonas (polígonos demarcados con líneas punteadas) y las estaciones de muestreo de la REDCAM (puntos rojos) en el departamento del Magdalena. 2
- Figura 2.1. Salida de campo REDCAM. Medición de parámetros *in situ* (a) y recolección de muestras de sedimentos (b) y de agua (c y d), fotos: INVEMAR. 3
- Figura 3.1. Salinidad del agua superficial de las estaciones REDCAM del departamento del Magdalena, en diciembre de 2016 y febrero de 2017. Las líneas negras horizontales indican los rangos de clasificación de las aguas por salinidad propuestos por Knox (2001): agua dulce (<0,5), agua salobre (>0,5-17), agua marina (>17-38) y salmuera (>38). Los cuadros de color azul corresponden a aguas marinas y la roja a agua dulce. 7
- Figura 3.2. Oxígeno disuelto (OD) en el agua superficial de las estaciones REDCAM del departamento del Magdalena, en los muestreos de diciembre de 2016 y febrero de 2017. La línea punteada indica el criterio de calidad (>4,0 mg de O₂/L) para la preservación de flora y fauna establecido en el Decreto 1594 de 1984 (MinSalud, 1984). Los cuadros de color azul corresponden a aguas marinas y la roja a agua dulce..... 7
- Figura 3.3. Registros históricos de valores mínimos de oxígeno disuelto en el agua superficial en las zonas de muestreo de la REDCAM en el departamento del Magdalena, en el primer semestre y segundo semestre de los años entre 2001 y 2016. La línea negra punteada en 4,0 mg de O₂/L indica el criterio de calidad para la preservación de flora y fauna establecido en el Decreto 1594 de 1984 (MinSalud, 1984). 8
- Figura 3.4. pH del agua superficial de las estaciones REDCAM del departamento del Magdalena, en los muestreos de diciembre de 2016 y febrero de 2017. Las líneas negras continuas señalan el rango permisible para preservación de flora y fauna en aguas cálidas dulce y las líneas negras punteadas el rango permisible en aguas cálidas marinas y estuarinas (MinSalud, 1984). Los cuadros de color azul corresponden a aguas marinas y la roja a agua dulce. 10
- Figura 3.5. Sólidos suspendidos totales (SST) en el agua superficial en las estaciones REDCAM del departamento de Magdalena, en los muestreos de diciembre de 2016 y febrero de 2017. Las líneas de color indican los rangos de clasificación de la calidad de las aguas de acuerdo a los SST propuesto por CONAGUA (2015). Los cuadros de color azul corresponden a aguas marinas y la roja a agua dulce. 10
- Figura 3.6. Concentraciones de nutrientes inorgánicos disueltos: a) amonio (N-NH₄⁺), b) nitritos (N-NO₂⁻), c) nitratos (N-NO₃⁻) y d) ortofosfatos (P-PO₄⁻³), en el agua superficial de las estaciones de muestreo REDCAM del departamento de Magdalena, en los muestreos de diciembre de 2016 y febrero de 2017. Los cuadros de color azul corresponden a aguas marinas y la roja a agua dulce. 12
- Figura 3.7. Hidrocarburos del petróleo disueltos y dispersos equivalentes de criseno (HPDD) medidos en el agua superficial en las estaciones REDCAM del departamento de Magdalena, en los muestreos de diciembre de 2016 y febrero de 2017. Los cuadros de color azul corresponden a aguas marinas y la roja a agua dulce. 17



Figura 3.8. Promedio de las concentraciones de Hidrocarburos del Petróleo Disueltos y Dispersos equivalentes de crisenol (HPDD) registradas entre los años 2001 y 2016 en las zonas de muestreo de la TGFECO "gp" gn "fg r c t v c o g p v q" fgn "O c i f c n g p c 0" X c n q t g contaminadas, $>5 <10 \mu\text{g/L}$ pa t c " c i w c u " e q u v g t c u " e q p " e q p v c o k p c e k » p " contaminación no significativa (UNESCO, 1984; Zanardi et al., 1999; Acuña-González et al., 2004). 17

Figura 3.9. Calidad de las aguas marino-costeras en las estaciones marinos y estuarinas de la REDCAM en el departamento de Magdalena en el muestreo de diciembre de 2016, evaluadas con el del ICAM_{PPF}. 20

Figura 3.10. Calidad de las aguas marino costeras en las estaciones marinos y estuarinas de la REDCAM en el departamento de Magdalena en los muestreos de noviembre de 2015 (a) y junio de 2015 (b), evaluadas con el del ICAM_{PPF}. 20

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Parámetros y metodologías para mediciones de variables in situ.	3
Tabla 2.2. Parámetros y metodologías utilizadas en la Unidad de Laboratorios de Calidad Ambiental Marina (LABCAM) del INVEMAR para las muestras de la REDCAM.	4
Tabla 2.3. Escalas de valoración del índice de calidad de aguas marinas y costeras (ICAM _{PPF}), y opciones de medidas que se pueden optar según la valoración del indicador ICAM _{PPF} (Modificado de Marín, 2001).	5
Tabla 3.1. Temperatura del agua superficial registrada de las estaciones REDCAM del departamento del Magdalena, en diciembre de 2016 y febrero de 2017.	6
Tabla 3.2. Concentraciones de coliformes totales (CTT) y termotolerantes (CTE) medidas en el agua superficial de las estaciones REDCAM del departamento de Magdalena, en los muestreos de diciembre de 2016 y febrero de 2017. Los límites permisibles para el uso recreativo del agua por contacto primario y por contacto secundario se tomaron de MinSalud (1984).	13
Tabla 3.3. Registro histórico de las concentraciones de coliformes termotolerantes expresados en NMP/100 mL, de las estaciones emisario 8, cabotaje (calle 10) y puente de la calle 22. El porcentaje de mediciones por encima del límite permisible de 200 NMP/100 mL para contacto primario (% >LP CP) del Decreto 1594 de 1984 (MinSalud, 1984). Sin datos (-).	15
Tabla 3.4. Enterococos fecales (EFE) medidos en las estaciones de playa de REDCAM Magdalena en los muestreos de diciembre de 2016 y febrero de 2017, y el registro histórico 2001-2016. *valor de referencia de la OMS (2003) para el riesgo de contraer enfermedades Gastrointestinales (EGI) y Respiratoria Febril Aguda (ERFA) respectivamente. No medido (-).	16
Tabla 3.5. Plaguicidas organoclorados (POC) medidos en el agua superficial en las estaciones REDCAM del departamento de Magdalena, en los muestreos de diciembre de 2016 y febrero de 2017. Los valores de referencia se tomaron de *Buchman (2008) y de **EPA (2016). Sin referencia (-).	18



Tabla 3.6. Distribución porcentual (%) de las condiciones de las aguas marino-costeras evaluadas con el ICAM_{PF} en el las zonas del departamento del Magdalena en el periodo desde el 2013 al 2015. 21

Tabla 3.7. Contenido de materia orgánica expresado en mg/g en peso seco, en los sedimentos marinos superficiales de las estaciones REDCAM del Magdalena, determinados en los muestreos realizados en diciembre de 2016 y febrero de 2017. No medidos (NM). 22

Tabla 3.8. Concentraciones de metales pesados totales (en peso seco) medidos en sedimentos superficiales del departamento del Magdalena en diciembre de 2016 y febrero de 2017. Valores con el símbolo (<) indica el límite de cuantificación del método analítico utilizado en el LABCAM del INVEMAR. Las referencia de efectos umbral (ERL) y probables (PEL) para sedimentos marinos fueron tomados de la NOAA (Buchman, 2008). Sin valor de referencia (-)..... 23

1. INTRODUCCIÓN

La Red de Vigilancia para la Conservación y Protección de las Aguas Marinas y Costeras de Colombia (REDCAM), es un programa nacional de monitoreo de la calidad ambiental marina, coordinada por el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR), en el que participan las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible (CAR) con jurisdicción costera e insular y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). La REDCAM tiene como objetivo principal contribuir con las bases científicas sobre la calidad ambiental marino costera de Colombia, para la formulación de planes y programas de ordenamiento de los ecosistemas, de manera que posibilite el manejo integrado y el aprovechamiento sostenible de las aguas y sus recursos naturales asociados.

La Corporación Autónoma Regional del Magdalena (CORPAMAG) es el nodo departamental de la REDCAM y en convenio con el INVEMAR ha aunado esfuerzos técnicos y financieros para realizar el monitoreo de la calidad de las aguas marinas y costeras del departamento del Magdalena, desde el 2001 hasta la actualidad, levantando la información ambiental necesaria para soportar la gestión de CORPAMAG dentro de su misión institucional como máxima autoridad ambiental en el departamento, para el manejo sostenible del medio ambiente marino.

En la zona costera del Magdalena se encuentran diferentes asentamientos humanos, los cuales cuentan con precarios servicios de saneamiento básico, adicionalmente en la zona costera del Departamento se realizan múltiples actividades socioeconómicas como agricultura, ganadería, operaciones portuarias, minería, comercio y turismo, entre otros que generan residuos contaminantes, los cuales en algunos casos llegan directa o indirectamente a lagunas costeras, ríos y al mar Caribe, deteriorando la calidad de las aguas marino-costeras y restringiendo sus usos ([Vivas-Aguas et al., 2014](#)).

Para evaluar la calidad de las aguas marinas y costeras del departamento del Magdalena, la REDCAM cuenta con una red de 45 estaciones de muestreo, distribuidas en cinco zonas (Figura 1.1), las cuales se describen a continuación:

La **zona de Buritaca** comprende la cuenca baja de ríos que descienden de la Sierra Nevada de Santa Marta, Don Diego, Buritaca, Guachaca y Mendihuaca, los cuales circulan por extensas áreas agrícolas, principalmente de banano y café.

La **zona de Parque Tayrona** incluye estaciones como el río Piedras, las playas Cristal y Neguanje y las bahías Chengue y Concha. Esta zona se caracteriza por ser parque natural protegido, en donde se encuentran arrecifes coralinos, praderas de pastos marinos y manglares.

La **zona de Santa Marta** donde se llevan a cabo actividades portuarias importantes para la economía de la región, turismo de sol y playa, y comercio. En esta zona se realizan vertimientos de aguas residuales a través del emisario submarino, del río Manzanares y el rebosamiento de las alcantarillas. Cabe resultar que una porción importante de la población de Santa Marta, Taganga y el Rodadero, no están conectados al sistema de alcantarillado y realizan los vertimientos de aguas residuales directamente en cuerpos de agua o sobre el terreno ([INVEMAR y MADS, 2011](#)).

La **zona Costa Sur** cubre el área comprendida entre Pozos Colorados y Costa Verde, donde operan tres puertos carboníferos y se realizan actividades turísticas de sol y playa.

La **zona Marina** con la estación frente a la Boca de La Barra que tiene influencia de la Ciénaga Grande de Santa Marta.

Figura 1.1. Mapa donde se presentan las zonas (polígonos demarcados con líneas punteadas) y las estaciones de muestreo de la REDCAM (puntos rojos) en el departamento del Magdalena.

2. METODOLOGÍA

2.1 FASE DE CAMPO

Los muestreos fueron realizados por el INVEMAR, entre los días 12 y 13 de diciembre de 2016 (en adelante, diciembre de 2016) y en los días 20 y 21 de febrero de 2017 (en adelante, febrero de 2017). En noviembre de 2016, se registraron precipitaciones entre 100 y 300 mm, en diciembre de 2016, entre 0 y 150 mm y en enero y febrero de 2017 entre 0 y 50 mm ([IDEAM, 2017](#)).

En todas las estaciones de muestreo, se midieron en el agua superficial los parámetros *in situ* temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, porcentaje de saturación del oxígeno y pH, usando equipos portátiles previamente calibrados (Figura 2.1a; Tabla 2.1) y se recolectaron muestras de agua superficial (Figura 2.1c y d) para analizar en el laboratorio variables fisicoquímicas, microbiológicas, contaminantes orgánicos (hidrocarburos del petróleo disueltos y dispersos equivalentes de criseno, plaguicidas organoclorados y organofosforados) e inorgánicos (metales pesados disueltos), de acuerdo con el plan de muestreo preestablecido.

