

**CPT-CAM-009-15**

**Concepto Técnico Tipo "B"**

**CONCEPTO TÉCNICO SOBRE MANCHA DESCONOCIDA  
DETECTADA EN AGUAS DE LA MARINA INTERNACIONAL  
DE SANTA MARTA**

**Solicitado por:**

**Corporación Autónoma Regional del Magdalena–  
CORPAMAG**



*Santa Marta, mayo de 2015*

### CUERPO DIRECTIVO

#### Director

Francisco A. Arias Isaza

#### Subdirector

Coordinación Científica

Jesús Antonio Garay Tinoco

#### 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

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

Paula Cristina Sierra Correa

#### Coordinadora

Programa de Geociencias Marinas y Costeras  
(GEO)

Constanza Ricaurte

#### Coordinador

Coordinación de Servicios Científicos (CSC)

Julián Mauricio Betancourt

#### Subdirectora Administrativa (SRA)

Sandra Rincón Cabal

### *Preparado por:*

#### **Subdirección de Coordinación de Investigaciones –SCI**

#### **Programa CAM**

Yadi Moreno

Karen Ibarra

#### **Apoyo LABCAM**

Yoselin Nieto

Halbin Serrano

Johan Muñoz

#### **Apoyo técnico:**

Luisa F. Espinosa

Jesús A. Garay Tinoco

**Imagen portada:** Marina Internacional de Santa Marta. Abril 29 de 2015.  
Foto tomada por: Yadi Moreno.

**INVEMAR**

*Calle 25 No. 2-55, Playa Salguero*

*Santa Marta – Colombia*

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

[www.invemar.org.co](http://www.invemar.org.co)

## CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN/ANTECEDENTES .....	1
2.	OBJETIVO.....	1
3.	METODOLOGÍA .....	2
3.1.	Fase de Campo.....	2
3.1.1	<i>Definición de estaciones para toma de muestras de agua.</i> .....	2
3.1.2	<i>Medición de parámetros fisicoquímicos in situ.</i> .....	3
3.1.3	<i>Recolección de muestras de aguas superficiales.</i> .....	4
3.2.	Fase de Laboratorio .....	4
3.3.	Análisis de la información. ....	5
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	5
5.	CONCLUSIONES .....	8
6.	RECOMENDACIONES .....	8
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	9

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Recolección de muestras de agua el 29 de abril de 2015 en: a) Bahía de Santa Marta, frente a la Marina Internacional y b) Dentro de la Marina Internacional de Santa Marta.....	1
Figura 3-1. Estaciones de muestreo para evaluar la calidad de aguas, posiblemente afectadas por la presencia de una mancha de origen desconocido en la Marina Internacional de Santa Marta, 29 de abril de 2015.....	2
Figura 3-2. Medición de parámetros fisicoquímicos in situ en muestras de agua superficial recolectadas el 29 de abril de 2015.....	3

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1. Estaciones monitoreadas para evaluar la calidad de las aguas en la Marina de Santa Marta y zonas aledañas.....	3
Tabla 3-2. Variables determinadas in situ y métodos utilizados. ....	4
Tabla 3-3. Variables y métodos utilizados para el análisis de las muestras de aguas colectadas en el área de estudio durante la inspección realizada el 29 de abril de 2015. ....	4
Tabla 4-1. Resultados de la medición de parámetros fisicoquímicos determinados “in situ” durante la salida de campo.....	6
Tabla 4-2. Resultados del análisis de HDD, AyG y PO <sub>4</sub> en las muestras de aguas. ....	7

### 1. INTRODUCCIÓN/ANTECEDENTES

El día 29 de abril de 2015 la Corporación Autónoma Regional del Magdalena–CORPAMAG, contactó al Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR para solicitar apoyo técnico y acompañamiento en inspección a realizarse en la Marina Internacional de Santa Marta y alrededores donde se detectó una mancha de origen desconocido en el agua. Por tal razón, el INVEMAR activó el Grupo de Atención a Emergencias Ambientales Marinas-GAMA, y el mismo día de la comunicación se desplazó al sitio para realizar un reconocimiento visual y tomar muestras con el fin de evaluar la afectación en la calidad del agua e identificar el probable material causante de la situación.

Con ayuda de mapas de la zona se establecieron 8 puntos estratégicos de la REDCAM que cubrían el presumible alcance del evento. Al llegar al área, empleados de la Marina Internacional describieron verbalmente la situación y se determinó la ubicación de la última mancha. En cada una de las estaciones, se midieron las variables fisicoquímicas *in situ*, se recolectaron muestras de agua y se realizó su geoposicionamiento y registro fotográfico. (Figura 1-1).



*Figura 1-1. Recolección de muestras de agua el 29 de abril de 2015 en: a) Bahía de Santa Marta, frente a la Marina Internacional y b) Dentro de la Marina Internacional de Santa Marta.*

### 2. OBJETIVO

Evaluar la calidad del agua e identificar el probable material causante de la mancha de origen desconocido presentada el 29 de abril de 2015 en la Marina Internacional de Santa Marta.

## 3. METODOLOGÍA

### 3.1. Fase de Campo

#### 3.1.1 Definición de estaciones para toma de muestras de agua.

El esquema de inspección se diseñó previo a la salida con la información suministrada por CORPAMAG, definiéndose inicialmente 6 puntos de muestreo. El recorrido se inició cerca de las 11:00 horas partiendo de la playa del Batallón (Punto 1) hasta el muelle de cabotaje frente a la calle 10 (punto 8) cubriendo la zona afectada y el área circundante. Dos puntos adicionales (punto 4 y 5) fueron especificados conjuntamente con el personal de la Marina durante el ingreso al sitio (Figura 3-1 y Tabla 3-1). Simultáneamente se realizó el geoposicionamiento de los puntos y su registro fotográfico.



**Figura 3-1.** Estaciones de muestreo para evaluar la calidad de aguas, posiblemente afectadas por la presencia de una mancha de origen desconocido en la Marina Internacional de Santa Marta, 29 de abril de 2015.



**Tabla 3-1 .Estaciones monitoreadas para evaluar la calidad de las aguas en la Marina de Santa Marta y zonas aledañas.**

Nombre de la estación	Coordenadas		Muestras recolectadas
	Latitud (N)	Longitud (W)	Aguas
Punto 1	11°23'32.5"	74°22'30.6"	X
Punto 2	11°23'96.1"	74°22'86.7"	X
Punto 3	11°24'25.5"	74°22'10.4"	X
Punto 4	11°24'81.9"	74°21'77.3"	X
Punto 5	11°24'28.6"	74°21'77.6"	X
Punto 6	11°24'61.7"	74°21'99.3"	X
Punto 7	11°24'73.1"	74°21'69.7"	X
Punto 8	11°24'81.1"	74°21'46.8"	X

## 3.1.2. Medición de parámetros fisicoquímicos in situ

*En todas las estaciones se evaluó la calidad del agua superficial in situ usando sondas de campo previamente calibradas con las cuales se midió la temperatura, pH, salinidad y oxígeno disuelto (Figura 3-2 y*

*Tabla 3-2).*



**Figura 3-2. Medición de parámetros fisicoquímicos in situ en muestras de agua superficial recolectadas el 29 de abril de 2015.**

**Tabla 3-2. Variables determinadas in situ y métodos utilizados.**

Variable	Métodos
Temperatura (°C)	Medición electrométrica con electrodo de sonda portátil (Standard Methods N° 4500-H; <a href="#">APHA et al., 2012</a> ).
pH	Medición potenciométrica con sonda portátil (Standard Methods N° 4500-H, <a href="#">APHA et al., 2012</a> ).
Salinidad	Medición electrométrica acoplada a sonda portátil (Standard Methods 2520-B, <a href="#">APHA et al., 2012</a> ).
Oxígeno disuelto (mg/L)	Medición en campo con electrodo de membrana (Standard Methods N° 4500-O G; <a href="#">APHA et al., 2012</a> ).

### 3.1.3. Recolección de muestras de aguas superficiales.

Con el propósito de caracterizar el tipo de material causante del evento, se tomaron muestras de agua para análisis de ortofosfatos que permitiera inferir la presencia de detergentes; grasas y aceites (GyA); e hidrocarburos (HDD). Las muestras para ortofosfatos se almacenaron en recipientes plásticos; y las muestras los análisis de GyA y HDD, fueron tomadas en botellas de vidrio ámbar. Los envases fueron previamente tratados y rotulados con fecha, número de identificación y modo de preservación. En el caso de las muestras de hidrocarburos, estas se tomaron 25 cm por debajo de la superficie para garantizar la medición de los compuestos solubilizados en la columna de agua.

## 3.2. Fase de Laboratorio

Las muestras de agua fueron procesadas por el personal del LABCAM, siguiendo los estándares internacionales y requisitos legales de monitoreo de este tipo de matriz (Tabla 3-3.3), tal como se describen en el Standard Methods (APHA et al., 2012, UNESCO/COI, 1984), el Practical Handbook of Sea Water Analysis ([Strickland y Parsons, 1976](#)) y el manual de técnicas analíticas del INVEMAR (Garay et al., 2003).

**Tabla 3-3. Variables y métodos utilizados para el análisis de las muestras de aguas colectadas en el área de estudio durante la inspección realizada el 29 de abril de 2015.**

Matriz	Variable	Método
Agua	Ortofosfatos (PO <sub>4</sub> )	Método colorimétrico del ácido ascórbico. ( <a href="#">Strickland y Parsons, 1976</a> )
	Hidrocarburos Disueltos y Dispersos (HDD)	Extracción líquido-líquido con diclorometano y determinación Fluorométrica ( <a href="#">UNESCO, 1984</a> ; <a href="#">Garay et al., 2003</a> ).
	Grasas y Aceites (AyG)	Extracción líquido-líquido con hexano y cuantificación por método gravimétrico ( <a href="#">Standard Methods N° 5520-B, 2012</a> )

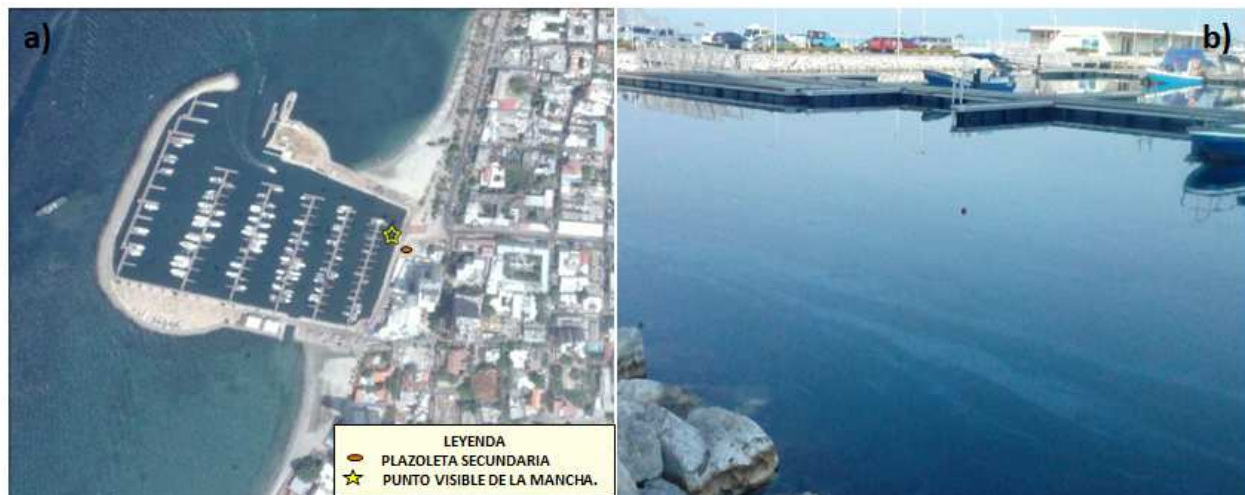


### 3.3. Análisis de la información.

Los resultados de calidad del agua se evaluaron con base en los lineamientos del decreto 1594 de 1984 (Minsalud, 1984), para aquellas variables que tienen límites permisibles. Para las demás, se tuvieron en cuenta referencias internacionales. Adicionalmente, los resultados se compararon con los datos históricos de las épocas secas para los años 2001 a 2014 de las estaciones: playa batallón, frente a río Manzanares, puente de la calle 22, playa municipal, boya 2 y muelle de cabotaje (ceranas a la zona del incidente) que se vienen monitoreando semestralmente en la "Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia – REDCAM" y cuya información es custodiada en la base de datos de la misma (INVEMAR, 2015).

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante la inspección visual realizada el día de la salida de campo, se estableció que la mancha se encontraba ubicada dentro de la Marina Internacional de Santa Marta, específicamente en la zona de atraque frente al espolón de la plazoleta secundaria (Figura 4-1). Según declaraciones suministradas por personal de la Marina, el material desconocido comenzó a ser detectado a primeras horas de la mañana y no era la primera vez que se presentaba dicha situación.



**Figura 4-1 a) Ubicación de la mancha dentro de la Marina Internacional de Santa Marta, b) Mancha observada a primeras horas de la mañana del 29 de abril de 2015 (Foto tomada por: Eliana Álvarez, CORPAMAG).**

Los valores registrados a partir de la medición de variables fisicoquímicas en los puntos de muestreo definidos, así como, los criterios de evaluación a tener en cuenta para aguas marinas se presentan en la Tabla 4-1. El pH y oxígeno disuelto presentaron valores considerados normales para aguas marinas

([Cabrer et al., 1993](#)) y adecuados para propósitos de preservación de fauna y flora según los rangos permisibles establecidos por la legislación colombiana (Decreto 1594 de 1984, [MinSalud, 1984](#)). Así mismo, se ubicaron dentro de los rangos históricos para esta zona, tomando como referencia los valores reportados para las estaciones REDCAM cercanas al sitio del evento ([INVEMAR, 2015](#)). De igual forma, la salinidad y temperatura registradas se encontraron dentro de los rangos históricos para el área y que son característicos de aguas marinas superficiales, no obstante, los puntos 7 y 8 superaron levemente los máximos históricos de temperatura, esto puede deberse a la elevada radiación solar presentada a la hora de la medición (Tabla 4-1). Lo anterior indica que para el momento de la inspección, el material extraño en el agua no había generado variaciones significativas en los parámetros evaluados *in situ*.

**Tabla 4-1. Resultados de parámetros físicoquímicos determinados *in situ* durante la salida de campo.**

Fecha de muestro	Estación	Hora	Temperatura (°C)	Salinidad	pH	OD (mg/L)
29-04-2015	Punto 1	10:50	27,8	34,7	8,14	9,27
	Punto 2	11:00	27,6	34,9	8,17	7,00
	Punto 3	11:15	27,7	34,9	8,16	6,62
	Punto 4	11:40	27,6	34,0	8,12	5,85
	Punto 5	12:00	28,3	34,8	8,14	6,15
	Punto 6	12:15	28,8	34,8	8,12	6,06
	Punto 7	12:25	28,9	34,6	8,14	6,62
	Punto 8	12:35	29,2	34,4	8,08	5,82
Valores permitidos			ND <sup>2</sup>	ND <sup>2</sup>	6,5-8,5 <sup>1</sup>	>4,0 <sup>1</sup>
Valores históricos playa batallón ( <a href="#">INVEMAR, 2015</a> ). (cercana al punto 1)			24,2-28,2	27,3-37,7	7,35-8,29	5,72-7,90
Valores históricos frente a río Manzanares ( <a href="#">INVEMAR, 2015</a> ). (cercana al punto 2)			24,3-27,7	33,0-37,7	8,02-8,27	5,28-8,0
Valores históricos Puente de la calle 22 ( <a href="#">INVEMAR, 2015</a> ). (cercana al punto 3)			25,1-28,7	35,4-37,6	8,00-8,30	5,29-8,10
Valores históricos playa municipal ( <a href="#">INVEMAR, 2015</a> ) (cercana al punto 6)			24,3-28,9	33,1-37,8	8,01-8,25	5,43-8,30
Valores históricos boya 2 ( <a href="#">INVEMAR, 2015</a> ) (cercana al punto 7)			24,4-27,4	35,5-37,7	8,01-8,40	5,17-7,70
Valores históricos muelle de cabotaje ( <a href="#">INVEMAR, 2015</a> ) (cercana al punto 8)			24,7-28,4	34,1-37,7	7,93-8,25	4,64-8,30

<sup>1</sup>Decreto 1594 de 1984. ([Minsalud, 1984](#))

<sup>2</sup>ND = No Determinado.

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra los resultados de los análisis físicoquímicos (ortofosfatos, P-PO<sub>4</sub>), y de las determinaciones de grasas y aceites (AyG) e hidrocarburos disueltos y dispersos (HDD). Cabe destacar que en aguas de las 6 estaciones alrededor de la Marina, así como en la entrada de la misma (punto 5), las concentraciones de los compuestos evaluados se encontraron dentro de los rangos históricos determinados para la zona. Así mismo, en estos puntos no se encontraron concentraciones de HDD que superaran el valor de referencia (10,0 µg/L) para aguas no contaminadas ([UNESCO, 1984](#)). Sin embargo, en el punto 4, sitio donde se observó la mancha dentro de la Marina, se determinó una concentración de HDD 153% más alta que el valor de referencia y teniendo en cuenta su ubicación, la presencia de dichos compuestos podría deberse al manejo inadecuado de algunos derivados de petróleo, aceites y gasolina usados en las embarcaciones ubicadas en este lugar.

Igualmente, la supuesta presencia de AyG que tienden a acumularse en la superficie de la columna de agua, donde forman una capa flotante de natas ([Mendiola et al., 1995](#)), como la observada el día del evento, se confirmó con los análisis de laboratorio. Además, la comparación con los resultados obtenidos en los demás puntos evaluados, así como con los valores históricos de la REDCAM determinados para el área, permiten deducir la introducción inusual de dichos compuestos al medio.

**Tabla 4-2. Resultados del análisis de HDD, AyG y PO<sub>4</sub> en las muestras de aguas.**

Nombre Estación	HDD (µg/L)	AyG (mg/L)	PO <sub>4</sub> (µg/L)
Punto 1	0,59	<LD	2,6
Punto 2	0,88	<LD	<LD
Punto 3	0,99	<LD	<LD
Punto 4	25,30	1,77	25,5
Punto 5	1,18	<LD	<LD
Punto 6	0,16	<LD	<LD
Punto 7	0,28	<LD	2,8
Punto 8	1,07	0,7	62,6
Valores permitidos	≤10 <sup>1</sup>	ND <sup>2</sup>	ND <sup>2</sup>
Valores históricos playa batallón ( <a href="#">INVEMAR, 2015</a> ). (cercana al punto 1)	<LD – 0,95	ND	<LD – 29,63
Valores históricos frente a río Manzanares ( <a href="#">INVEMAR 2015</a> ). (cercana al punto 2)	<LD – 1,49	<LD	<LD – 35,44
Valores históricos Puente de la calle 22 ( <a href="#">INVEMAR 2015</a> ). (cercana al punto 3)	<LD – 2,41	<LD	<LD – 36,90
Valores históricos playa municipal ( <a href="#">INVEMAR, 2015</a> ) (cercana al punto 6)	ND	ND	3,38 – 51,85
Valores históricos boya 2 ( <a href="#">INVEMAR 2015</a> ) (cercana al punto 7)	<LD – 5,92	ND	<LD – 82,15
Valores históricos muelle de cabotaje ( <a href="#">INVEMAR 2015</a> ) (cercana al punto 8)	<LD – 1,88	ND	4,26– 640,15

<sup>1</sup>Valor para aguas no ([UNESCO 1984](#))

<sup>2</sup>ND = No Determinado.

<LD= Menores al límite de detección del método aplicado.

de referencia contaminadas

Los fosfatos indican la presencia de detergentes en los cuerpos de agua, y comúnmente se encuentra en el mar como ión fosfato, concretamente bajo la forma de ortofosfato, ([Paerl, 2006](#)). Aunque las concentraciones de los ortofosfatos se encontraron dentro de los valores históricos determinados en el área de evaluación y no se evidenciaron riesgos por procesos de eutrofización ([Holtan et. al; 1988](#)), es importante tener en cuenta que en comparación con los valores determinados para los demás puntos evaluados el mismo día, la concentración de dichos compuestos en el punto 4 sugiere una situación de inserción anormal, similar a la descrita anteriormente para la presencia de AyG.

Es sabido que las embarcaciones al atracar en los muelles o terminales marítimos descargan aguas de sentina a dichos terminales, los cuales deben recibir estas aguas, y tratarlas antes de verterlas para cumplir reglamentaciones internacionales (MARPOL) y nacionales. Las aguas de sentina provienen de dos fuentes: agua de lavado de máquinas, con un altísimo contenido de grasa y aceites no biodegradables e hidrocarburos, detergentes y metales, y agua de recolección de los servicios sanitarios del barco ([OMI, 2009](#)). Teniendo en cuenta lo anterior y resultados obtenidos en estudios similares, como el caso de la reserva Marina de gran Canaria, España en 2014, donde la presencia de una mancha de 800 m de largo fue atribuida a la descarga de las aguas de sentina de una embarcación en tránsito por la zona ([Pintado, 2014](#)), se infiere a partir de la información evaluada en el presente estudio, que la presencia de la mancha observada el 29 de abril posiblemente se debió al descargue de residuos de esta clase en el cuerpo de agua evaluado.

## 5. CONCLUSIONES

- Los parámetros evaluados *in situ* para determinar la calidad del agua, oxígeno disuelto, salinidad, pH y temperatura, se encontraron dentro de los límites permisibles establecidos por la legislación nacional para preservación de flora y fauna y dentro de los valores históricos registrados en el área por la Red de Monitoreo Nacional de la Calidad de las Aguas Marinas y Costeras, REDCAM. Por lo anterior, se establece que las condiciones fisicoquímicas del agua no evidencian afectación relacionada con la mancha observada en aguas de la Marina Internacional de Santa Marta.
- Las concentraciones de hidrocarburos disueltos y dispersos en aguas fuera de la Marina Internacional de Santa Marta, fueron inferiores a los valores de referencia internacionales para aguas no contaminadas y se encontraron dentro de los valores históricos registrados por la REDCAM para el área evaluada. Por tanto, no es posible atribuir su presencia al evento registrado el 29 de abril de 2015.
- La presencia de Grasas y aceites, y de ortofosfatos en las muestras de agua tomadas dentro de la Marina Internacional de Santa Marta, permiten concluir que el material causante de la mancha observada tenía su origen en aguas de sentina, ya que son característicos de ellas.

## 6. RECOMENDACIONES

- Si bien el sistema de REDCAM ha estado evaluando regularmente el área desde hace varios años, es necesario incluir dentro de la red al menos un punto de monitoreo específico en aguas de la Marina que permita evaluar cambios en las condiciones ambientales del ecosistema frente a este tipo de eventos.

- Teniendo en cuenta las actividades que se desarrollan en la Marina Internacional, es recomendable realizar un monitoreo con una frecuencia superior al de la REDCAM.
- Hasta el momento, el monitoreo en la bahía de Santa Marta se ha financiado con recursos del INVEMAR y CORPAMAG, pero teniendo en cuenta el incremento de la actividad marítima debido a la Marina Internacional de Santa Marta, se sugiere que este monitoreo sea financiado en parte por este tipo de organizaciones responsables de las actividades que pueden ocasionar riesgos ambientales.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water Works Association) y WEF (Water Environment Federation). 2012. Standard methods for the examination of water and wastewater, 22 edición. Washington. 1463 p.
- Botello, A.V., J. Rendón von Osten, G. Gold-Bouchot y C. Agraz-Hernández, 2005. Golfo de México, Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias. 2da Edición. Univ. Autón. de Campeche, Univ. Nal. Autón. de México, Instituto Nacional de Ecología. 696 p.
- Cabrera, E. y Donoso, M. 1993. Estudio de las características oceanográficas del Caribe colombiano, Región III, Zona 1, PDCTM. Bol. Cient. CIOH, 13: 19-32.
- Douglas, G. S., A. E. Bence, R. C. Prince, S. J. McMillen, and E. L. Butler. 1996. Environmental stability of selected petroleum hydrocarbon source and weathering ratios. Environ. Sci. Technol. 30: 2332-2339.
- Garay, J., G. Ramírez, J. Betancourt., B. Marín, B. Cadavid, L. Panizzo, L. Ilesmes, J. E. Sánchez S. H. Lozano y A. Franco, 2003. Manual de Técnicas Analíticas para la Determinación de Parámetros Físicoquímicos y Contaminantes Marinos: Aguas, Sedimentos y Organismos. INVEMAR: Santa Marta, 177p. (Serie Documentos generales; No. 13).
- Holtan, H. L. Kamp-Nielsen, and A. O. Stuanes. 1988. Phosphorus in soil, water and sediment: An overview. Hydrobiologia 170: 19-34.
- INVEMAR. 2015. Sistema de Información Ambiental Marina de Colombia – SIAM. Base de datos de la Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia – REDCAM. <http://www.invemar.org.co/siam/redcam.14/05/2015>.
- INVEMAR. Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacífico colombiano. Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia. Diagnóstico nacional y regional. Santa Marta; 2014.
- Márquez, G. 1982. Los sistemas ecológicos marinos del sector adyacente a Santa Marta, Caribe colombiano I: generalidades. Ecología Tropical, 2 (1): 5-18.

- Mendiola, S. Achútegui, J. J. Trueba, A., Sánchez, R J., y Díaz, A. 1995. Marine Pollution caused by accidents of oil tankers. Proceeding of the VIIIth Congress, IMAM'95, Dubronik, Croatia 434-439.
- Minsalud (Ministerio de Salud). 1984. Decreto No. 1594 del 26 de junio. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III -Libro I- del Decreto – Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. 61 p.
- NOAA, 1990. A Special NOAA 20th Anniversary Report. Coastal Environmental Quality in the United States. Chemical contamination in Sediment and Tissues. Coastal and Estuarine Assesment Branch. Ocean Assesment Division. National Oceanic and Atmospheric Administration. Washington. 22 p.
- OMI, 2009. Guía para el diagnóstico de contaminantes presentes en las aguas de sentina oleosas a efectos del mantenimiento, funcionamiento y solución de problemas de los sistemas de tratamiento de las aguas de sentina. Organización Marítima Internacional. Londres. 45p.
- Paerl, H. 2006. Assessing and managing nutrient-enhaced eutrophication in estuarine and coastal waters: Interactive effects of human and climatic perturbations. Ecol Eng. (26):40-54.
- Pintado, C. 2014. Plan de vigilancia y control ambiental de Incidentes contaminantes en el océano Atlántico con influencia en la zona marítima Canaria con uso de simulación numérica y métodos de optimización. Instituto Canario de Ciencias Marinas (ICCM). Grán Canaria. 7p.
- Strickland, J.D.H. and T.R. Parsons 1976. A Practical Hand Book of Sea Water Analysis, 2 edición.
- Stout, A. S., A. D. Uhler, and K. J. McCarthy. 2001. A Strategy and methodology for defensibly correlating spilled oil to source candidates. Environ. Forensics 2: 87-98.
- UNESCO, 1984. Manuales y guías No. 13 de la COI. Manual para la vigilancia del aceite y de los hidrocarburos del petróleo disueltos/dispersos en el agua de mar y en las playas. 87 p.
- UNEP/IAEA/IOC, 1992. Reference methods and materials: A programme of comprehensive support for regional and global marine pollution assessments. 75p.