

3 LA CALIDAD AMBIENTAL MARINA Y COSTERA EN COLOMBIA

Las huellas de las actividades humanas se encuentran en todos los océanos. Aunque las áreas oceánicas aún se encuentran relativamente limpias, en las aguas menos profundas, particularmente bahías y estuarios, se presentan graves conflictos; allí se suman la contaminación de aguas, sedimentos y organismos, los hábitats han sido destruidos y es donde ha tenido lugar el mayor agotamiento de pesquerías y recursos (Burke *et al.*, 2001). Cada vez se ha hecho más claro que las actividades realizadas en tierra son las principales fuentes de contaminación en los mares y costas. Sin embargo, también se reconoce que no solo la contaminación es responsable del deterioro de los océanos; también lo son el daño físico directo a los ecosistemas y la sobreexplotación de los recursos (GESAMP, 2001).

A nivel mundial, se puede generalizar que los mayores centros urbanos y los principales polos de desarrollo, que generan grandes cantidades de residuos, se ubican cerca de la costa o en las riberas de los grandes ríos. Sin embargo, muchas de las sustancias y residuos contaminantes son generadas a gran distancia de la costa, en las partes altas de las cuencas y son el aire y los ríos los que las reciben y transportan al mar. Siendo el mar la fuente final receptora de los vertimientos de ríos y ciudades costeras, donde convergen la presión poblacional, el turismo, la industria y el comercio, es el área donde se produce el mayor deterioro ambiental por causa de las actividades antropogénicas.

Colombia no escapa a esta generalización; aunque algunas de las ciudades más densamente pobladas se encuentran en áreas montañosas del interior, su localización aledaña a ríos afluentes del Magdalena y del Cauca hace que los contaminantes tengan un impacto considerable en la calidad ambiental costera y marina.

En las últimas décadas, se han intensificado las acciones para enfrentar la problemática generada por la contaminación en Colombia, particularmente con referencia al deterioro de sus recursos hídricos, especialmente a partir de la formulación de la Ley 99 de 1993, con la cual se formaliza el entorno institucional para emprender el reto de revertir los efectos nocivos que ocasionó el desarrollo

industrial y urbano de las pasadas décadas, con las consideraciones ambientales necesarias para que no se perjudique la sostenibilidad de la base natural.

A continuación se hará una breve descripción de la situación que se presenta en el país con respecto a la contaminación marina. En primer lugar se identificará la problemática que enfrentan las costas y mares, describiendo las fuentes de contaminación, el estado de las aguas marinas y estuarinas y los efectos que produce la contaminación sobre los ecosistemas y poblaciones costeras. En segundo lugar se hace un recuento del marco político y normativo en torno a la problemática. Tercero, se describen las capacidades institucionales con que cuenta el país para enfrentar la problemática y por último se describen los avances logrados en los diferentes campos relacionados, como investigación, educación, saneamiento ambiental y gestión ambiental sectorial.

3.1 Problemática generada por la contaminación en los mares y costas de Colombia

El grupo GESAMP resume los principales problemas por la contaminación de los océanos en el mundo como:

- Contaminación por materia orgánica y nutrientes
- Contaminación microbiana
- Residuos sólidos (basuras)
- Elementos químicos, como metales pesados, en grandes concentraciones.
- Componentes orgánicos sintéticos en los sedimentos y predadores, como COPs.
- Residuos oleosos, especialmente los provenientes de derrames de petróleo.

La contaminación por aguas servidas o residuales provee nutrientes que se convierten en un problema cuando se descargan en grandes cantidades o cuando las áreas receptoras son pequeñas o cerradas, produciendo eutroficación y explosiones algales, estimuladas además por la llegada de agroquímicos utilizados para la agricultura. La eutrofización puede causar disminuciones drásticas en los niveles de oxígeno, mortandad de especies y puede llegar a convertir a los ecosistemas en ambientes arrasados por la invasión de plantas o algas. Las explosiones de algas tóxicas han causado enfermedades y muerte de humanos y organismos marinos en varias localidades costeras alrededor del mundo (GESAMP, 2001).

La contaminación microbiana produce enfermedades gastrointestinales como cólera y hepatitis infecciosa, por efecto del baño en aguas o la ingestión de

alimentos contaminados, lo que sucede de forma común y ha costado muchas vidas. Por ejemplo, un estudio de la OMS/GESAMP estimó que cada año, en el mundo se presentan 2,5 millones de casos de hepatitis infecciosa por ingestión de mariscos contaminados por aguas servidas, y de ellos aproximadamente 25.000 mueren y otros 25.000 quedan con daños en el hígado.

Los residuos sólidos son generados tanto en tierra como en las embarcaciones. Por ejemplo, los barcos de crucero generan en promedio 4.400 kg. al día de residuos sólidos; en el Caribe, cerca de un tercio de estos residuos son arrojados al mar, dado que algunos barcos no tienen unidades de incineración, como tampoco los puertos cuentan con las facilidades para su adecuado manejo.

Según se conoce, los residuos de químicos sintéticos y los metales pesados provenientes de la industria, la agricultura, la minería y el transporte, generalmente tienen efectos que son nocivos a largo plazo o cuando se acumulan en grandes cantidades. Más de 100.000 químicos se producen industrialmente y más de 1.000 en cantidades de miles de toneladas por año. Sus efectos principales se producen en los sistemas endocrinos y genéticos, ocasionando malformaciones, fallas reproductivas, comportamientos anormales y/o muerte de los organismos.

El impacto de los derrames de hidrocarburos tiene consecuencias a corto y largo plazo. El impacto inmediato es de características graves, pues generalmente involucra la mortandad masiva de aves, peces, mamíferos e invertebrados marinos. Las poblaciones afectadas tardan un tiempo considerable en recuperarse. Un tiempo después, algunos componentes tienden a solubilizarse y otros a oxidarse, conformando bolas de alquitrán, que según reportes causan daños importantes y mortalidad de las comunidades afectadas. La fracción aromática de los hidrocarburos del petróleo es la que presenta mayor toxicidad y efectos cancerígenos; luego de su incorporación a los organismos por ingestión o a través de las membranas braquiales se acumula principalmente en los tejidos grasos (Goldberg, 1975).

Un último grupo de residuos que afecta la calidad de las aguas marinas y costeras en Colombia son los desechos sólidos. Los vertimientos de estos residuos ejercen impactos sobre la salud pública, los organismos marinos y la calidad de los ambientes marinos (Garay, 2001). Los impactos sobre la salud pública están ligados a la presencia de desechos infecciosos contaminados, a la presencia de sustancias tóxicas y a la posibilidad de que sean ingeridos por los organismos

marinos, provocando intoxicaciones, oclusión intestinal y muerte.

Las diversas formas de explotación minera constituyen una fuente de contaminación que, en ocasiones, puede llegar a niveles significativos. Según el PNUMA, el panorama de la contaminación hídrica en América latina y el Caribe está dominado por las descargas municipales de origen doméstico e industrial, seguido de las mineras. Juntas constituyen una mezcla de sustancias y compuestos que representan entre el 90 y 95% de la contaminación que llega a las zonas costeras y se estima que apenas un pequeño % de las descargas reciben tratamiento (INVEVAR, 2002).

A continuación, se presentará la situación en Colombia, agrupada por regiones biogeográficas Caribe y Pacífico, con relación a la contaminación de las zonas marinas y costeras, empezando por una descripción de las principales fuentes de contaminación y las vías de entrada de los contaminantes, siguiendo con una presentación de los efectos de los contaminantes en los ambientes marinos y costeros.

3.2 Inventario y caracterización de fuentes de contaminación

Costa Caribe

En el Caribe se facilitan los procesos de acumulación de contaminantes, por el hecho de ser un mar cerrado, de aguas localmente someras, más tranquilo y donde rara vez la marea sube más de 60 cm. En esta región, incluyendo el área insular del archipiélago de San Andrés y Providencia, a diferencia de la costa sobre el Pacífico, los procesos de poblamiento e industrialización han sido acelerados, facilitados por la cantidad y la variedad de medios de transporte y vías de comunicación, tanto con el centro del país como con el exterior. Sumado a esto, en el Caribe desemboca el río Magdalena, la principal arteria fluvial del país, que recoge desechos y sedimentos de las principales ciudades y centros de producción económica de la zona andina, donde se concentran la mayor parte de las actividades productivas. Por esta razón la carga de contaminantes que entra al Caribe es mucho mayor que la del Pacífico, así como el número de fuentes de contaminación que impactan la calidad de sus aguas.

Según Garay, et al (2001), las descargas municipales, industriales, agrícolas y los vertimientos de residuos oleosos de la actividad marítima y portuaria, así como la actividad petrolera, son las principales fuentes generales de contaminación y

deterioro de las aguas de la cuenca del Caribe, ocasionando la presencia de tóxicos orgánicos, metales pesados, sólidos suspendidos, microorganismos patógenos y nutrientes a los ambientes marino-costeros en ésta región.

Los ríos o afluentes más importantes en el Caribe, por su caudal, composición e impacto en las aguas marinas, así como sus aportes (cargas) se encuentran representadas en la Figura 3.1.

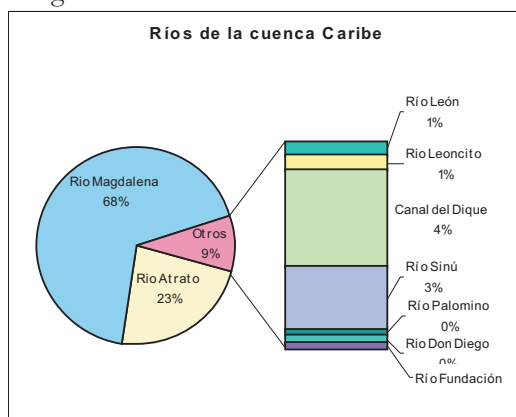


Figura 3.1. Aportes en términos de caudal de los principales ríos de la cuenca del Caribe colombiano. Se incluyen ríos con caudales mayores a $1'500.000 \text{ m}^3 \text{ día}^{-1}$.

Por su magnitud e impacto, merece especial atención la cuenca del río Magdalena, que cubre el 22% de la superficie del territorio nacional, alberga el 80% de la población y produce el 85% del total del producto interno bruto (Escobar y Barg, 1990). Esta cuenca abarca un área de 256.622 km^2 , la del río Cauca un área de 63.300 km^2 y la del río Atrato un área de 35.000 km^2 ; otros ríos como el San Jorge y Sinú drenan también el territorio Caribe, son de escasa longitud pero transcurren por zonas de alta pluviosidad que los hacen bastante caudalosos y generan ocasionalmente inundaciones en las amplias llanuras caribeñas.

En total los 27 principales ríos vierten al Caribe colombiano en promedio $10.667 \text{ m}^3 \cdot \text{seg}^{-1}$ de aguas dulces con sustancias contaminantes de diferente índole. Los más importantes por su caudal, carga de sedimentos, tóxicos químicos e impactos, son el río Magdalena, con su Brazo el Canal del Dique, los cuales tienen una basta zona de influencia en el Caribe; su participación en el aporte a ésta región es significativamente alta con relación a los otros tributarios, con una contribución del 67% del caudal total, 93% del aporte de carga en términos de DBO_5 y un 64%

de la carga total de Coliformes fecales (Garay, et al, 2001). Con una marcada diferencia le siguen en importancia los ríos del departamento de Antioquia, el Atrato, el León y Leoncito con un aporte del 24% del caudal total, 2,4% de la contribución en DBO_5 y 1,8% en aportes de Coliformes fecales (Garay, et al, 2002). Otros ríos de importancia en el Caribe, por sus aportes al mar son el Sinú en el Dpto. de Córdoba y los que nacen en la Sierra Nevada de Santa Marta que vierten sus aguas a la zona costera del Dpto. del Magdalena y a la Ciénaga Grande de Santa Marta (INVEMAR, 2002).

Ø Vertimientos Domésticos

Las aguas servidas urbanas son el mayor contaminante que afecta el medio marino y costero del Caribe colombiano (Garay, 2001). En promedio 472.653 m^3 día de vertimientos sin ningún tipo de tratamiento son arrojadas a éstas zonas, como resultado de los efluentes líquidos de aproximadamente 3'073.483 habitantes (Figura 2) de las 26 principales ciudades y asentamientos humanos costeros (DANE, 2001), siendo los más importantes: Riohacha, Santa Marta, Ciénaga, Barranquilla, Cartagena, Tolú, Coveñas, Turbo y San Andrés.

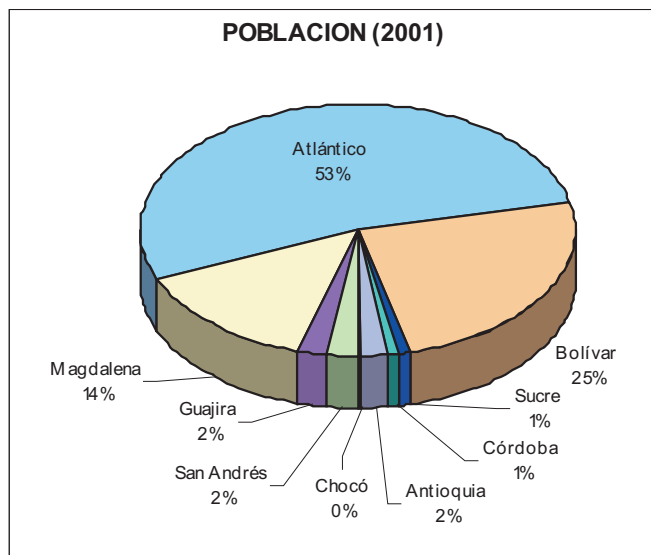


Figura 3.2. Comparación porcentual de la población en los departamentos del Caribe colombiano. Proyección del DANE al 2001

Los impactos que causan los vertimientos de aguas residuales se ven reflejados principalmente en incrementos en los valores de nutrientes, disminución de los valores de oxígeno (eutrofización) y la contaminación microbiológica de las playas y las aguas costeras; como se observa en la Figura 3, el 65% de la carga orgánica la aportan las ciudades costeras de los departamentos de Atlántico y Bolívar, especialmente Barranquilla y Cartagena, cuya población sumada representa el 77% del total de la población costera del Caribe.

Ø Vertimientos Industriales

En Colombia, el 10% de la industria nacional se concentra en el Caribe (PNUMA, 1999), especialmente en Cartagena y Barranquilla, donde se ubican estas actividades. Las industrias identificadas como las que producen mayores cargas contaminantes son: procesadoras y envasadoras de alimentos (especialmente cárnicos, licores y bebidas), fábricas de pulpa y papel, industria química, refinerías de petróleo y destilerías, entre otras (Garay, 1997).

En Cartagena, por ejemplo, existen unos 620 establecimientos comerciales, de los cuales 29 son productores de efluentes líquidos en volúmenes significativos; todos están ubicados en la costa oriental de la bahía de Cartagena, hacia la que se vuelcan los mismos, sin previo tratamiento en la mayoría de los casos. La industria aporta materia orgánica, residuos de aceites, combustibles y fertilizantes y la mayor parte de los vertimientos típicamente industriales como carbonatos, amoníaco, fenoles, aguas calientes, etc.

Estos vertimientos sin tratamiento ocasionan la presencia de contaminantes como hidrocarburos y metales pesados; entre estos últimos, se identifican el mercurio, plomo, cadmio y cromo como los que revisten mayor peligrosidad, por su baja biodegradación y alta capacidad de acumulación en los tejidos de los organismos. Al no existir sistemas de tratamiento apropiados, la concentración de estos contaminantes está directamente relacionada con la cantidad de establecimientos industriales, y en general con el tamaño de la población.

El control ejercido sobre los residuos líquidos industriales de las grandes empresas ha avanzado rápidamente en el último decenio en Cartagena y también en Barranquilla (Corredores Industriales). En los últimos años el número de empresas controladas a través del “Convenio de Producción Mas Limpia”, liderado por el MAVDT, Cardique y EPA en Cartagena y por el BAMA y la CRA en Barranquilla, cubre la totalidad de las grandes industrias. Por ejemplo en el periodo

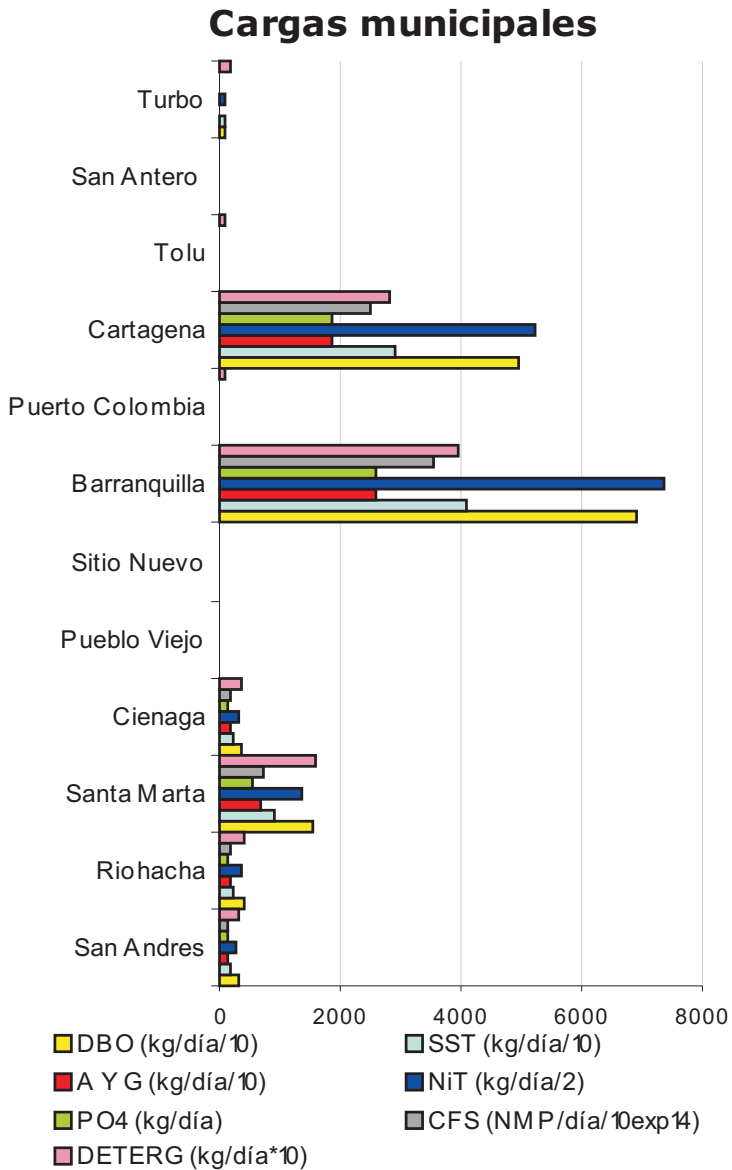


Figura 3.3. Cargas orgánicas y contaminantes aportadas por los municipios de la costa al Caribe colombiano.

1990-2000, el control ejercido y los compromisos de las empresas, hicieron que las cargas de DBO_5 disminuyeran desde 100 hasta 6 ton/día en el Corredor Industrial “Mamonal” de Cartagena (Garay, 2001).

Ø Vertimientos Agroindustriales

Las actividades agrícolas y pecuarias producen como residuos, los fertilizantes y plaguicidas que por fenómenos de escorrentía o lixiviación llegan a las aguas costeras y en ocasiones a las subterráneas y al mar. La contaminación por plaguicidas genera gran preocupación por su toxicidad, prolongada acción residual y elevado potencial de acumulación en los tejidos grasos de los organismos acuáticos y el hombre.

En el Caribe colombiano las principales fuentes que aportan plaguicidas al medio marino son los cultivos de banano, arroz, pastos, algodón, maíz y frutales, así como la manufactura de estos productos en Cartagena y Barranquilla y los residuos que son transportados por los ríos y escorrentías, tal es el caso del río Magdalena que recorre las principales regiones agrícolas del país y los ríos que cruzan la zona bananera de Urabá, Córdoba y Magdalena (Garay, 2001).

En Colombia actualmente se usan cerca de 600 plaguicidas diferentes que representan entre 15.000 y 33.000 ton/año, de organofosforados, organoclorados, carbamatos y piretrinas. Los cultivos con mayor demanda de plaguicidas son: arroz, papa, pastos, banano, caña de azúcar, café, hortalizas, algodón, flores, maíz, tomate y frutales. De estas sustancias, los organoclorados hacen parte de la lista de Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) identificados por el Programa para el Ambiente de Naciones Unidas (UNEP) como peligrosos, por sus diversos efectos en ecosistemas terrestres y acuáticos; con los consecuentes daños en la biota marina y en la vida silvestre. Por estos motivos su uso a nivel mundial se ha restringido drásticamente.

Desde hace varios años el uso de plaguicidas ha ido cambiando en Colombia, en el sentido de que hay una tendencia a reemplazar los organoclorados por insumos agrícolas menos persistentes, como organofosforados, carbamatos y piretroides, pero se dispone actualmente de escasa información sobre su comportamiento en el medio marino de las costas tropicales, concretamente sobre porcentajes de degradación, el fraccionamiento en el sistema agua-biota-sedimento y el mecanismo de transferencia al hombre mediante las cadenas tróficas.

Ø Vertimiento de residuos oleosos

Los residuos oleosos producto de las actividades marítimas y portuarias, representan un gran problema para la región del Caribe colombiano. Actividades como el transporte marítimo de cabotaje, cuyos buques no están bajo el control del Convenio MARPOL, generan una parte importante de estos residuos eliminados en las zonas costeras y marinas del Caribe, especialmente aguas de sentinas y residuos de aceites lubricantes. En el Caribe colombiano existen 105 Muelles en los 7 principales puertos y se calcula que aproximadamente unos 7.970 buques arriban anualmente a estos puertos (Garay y Bermúdez, 1997), movilizandando un promedio anual de carga de aproximadamente 26 millones de toneladas.

Se calcula, según la metodología OMI (MARPOL, 1995), que los buques “no petroleros” generan cerca de 4.127 Ton/mes de residuos oleosos entre las aguas de sentinas, residuos de combustibles y los slops, los cuales son botados, en algunas ocasiones, a las zonas costeras, por no disponer los puertos colombianos de infraestructura para recepción, manejo y disposición final de estos, incluyendo lo generado por las embarcaciones de cabotaje y algunos buques de tránsito internacional antiguos que no disponen de equipos MARPOL abordado (Garay y Bermúdez, 1997). Los puertos marítimos con mayor movimiento de buques son Buenaventura, Cartagena, Santa Marta, Barranquilla, Puerto Bolívar y Coveñas, y en menor escala Tumaco, Turbo y San Andrés.

Otra de las causas que generan vertimientos en éste sector y que agudizan la problemática se presenta por los atentados a la infraestructura de transporte de hidrocarburos que perturban la calidad de los ríos y costas, así como los organismos y ecosistemas asociados. En el período comprendido entre 1986 y 2002 en el Oleoducto Caño Limón-Coveñas se produjeron 960 atentados, que ocasionaron el derrame de aproximadamente 2.900 kB, que generaron costos en descontaminación y atención de las emergencias (activación de los planes de contingencia) aproximadamente por US \$ 70 millones (ECOPETROL, 2000).

Ø Actividades Mineras

La actividad minera en el país representa alrededor de un 5% del PIB. Dentro de la economía nacional se destacan: carbón, oro, plata, metales del grupo del platino, esmeraldas, calizas, arcillas, agregados pétreos, níquel y hierro (DNP, 2000). La minería del oro es uno de los procesos extractivos que genera mayor cantidad de problemas ambientales, en parte por la utilización de mercurio y cianuro

(PNUMA, 1999). Se calcula que por cada Kg. de oro, se descartan 5 Kg. de mercurio al medio ambiente (Garay, 2001), y gran parte llega a las fuentes de agua. Los principales productores de oro en el Caribe son los departamentos de Antioquia, Bolívar, Córdoba y Chocó.

De otra parte, la extracción y la comercialización de petróleo y sus derivados son procesos que generan descargas de hidrocarburos a los cuerpos de agua. Por un lado, la actividad petrolera se caracteriza por manejar grandes cantidades de aguas residuales aceitosas, producto de las actividades de exploración, producción, transporte, almacenamiento y refinación. Las aguas asociadas a hidrocarburos pueden contener sales disueltas, metales pesados y fenoles. Estos vertimientos por lo general son sometidos a diferentes tipos de tratamientos para disminuir su grado de contaminación (ECOPETROL ICP, 1991).

Por otro lado, el transporte de hidrocarburos es una actividad que eventualmente genera problemas de contaminación en los puertos y zonas marinas adyacentes. Los registros de ECOPETROL indican que en 1999 se exportaron 348,81 kB día⁻¹ de petróleo y derivados, gran parte de los cuales fueron transportados por vía marítima; a esto se suma el volumen de hidrocarburos transportados por cabotaje, que en 1998 sumaron 5.876,5 kB.

Ø Residuos Sólidos

En el Caribe colombiano solamente el 60% de la población esta cubierta por un sistema de recolección de basuras, pero además los residuos son dispuestos en rellenos sanitarios (o simplemente botaderos) que no son manejados de manera apropiada y la filtración de contaminantes (lixiviación) ha sido detectada en los sitios de disposición de Barranquilla y Cartagena (UNOPS, 1997), estimó que la población regional genera cerca de 1.203 ton día⁻¹ de residuos sólidos (PNUMA, 1999). En muchas ciudades costeras del país, como Cartagena, Santa Marta y San Andrés, el manejo de los residuos sólidos se ha convertido en un problema de grandes proporciones. Actualmente los sitios de disposición han colmado su capacidad, acarreando esto la acumulación de residuos en zonas no aptas, así como la generación de lixiviados que llegan a las corrientes de agua y al mar. Las basuras de Cartagena, y de manera similar en las principales ciudades del país, se componen principalmente de materia orgánica, papeles y plásticos (Figura 3.4).

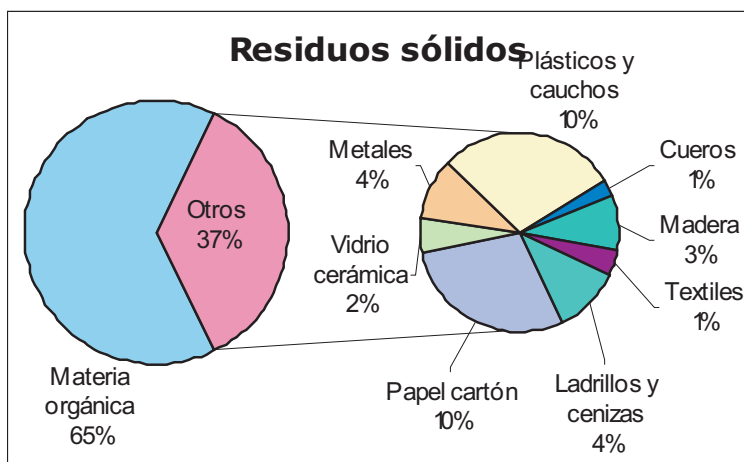


Figura 3.4. Composición física de los residuos sólidos de Cartagena.

Un problema que se ha incrementado dramáticamente en los últimos años es la acumulación de desechos flotantes en playas y otros ecosistemas costeros que favorecen su asentamiento, como los manglares. Más del 50% está constituido por residuos plásticos (Garay, 1993 en Garzón-Ferreira, 1998), los cuales son de muy lenta degradación y por ende permanecen largo tiempo, dañando la estética de las zonas costeras y constituyéndose en un peligro para los organismos marinos; por ejemplo, las tortugas presentan un alto porcentaje de muertes por obstrucción intestinal, debida al consumo de bolsas plásticas.

Costa Pacífica

Al igual que en el Caribe, los ríos son las principales vías de entrada de residuos orgánicos tóxicos, metales pesados, sedimentos, microorganismos y nutrientes a los ambientes marino-costeros de la región del Pacífico colombiano (Figura 3.5). Las cuencas de los ríos San Juan y Patía cubren respectivamente áreas de 24,000 km² y 14,605 km². Esta cuenca se caracteriza por tener tributarios caudalosos de corta longitud, debido a las altas precipitaciones en su hoya hidrográfica (9.000 mm año⁻¹).

En total los 9 principales ríos vierten al Pacífico colombiano en promedio 5.047 m³/seg de aguas con cargas significativas de sedimentos y otros contaminantes, siendo los mas importantes por su caudal, cargas e impactos, el río San Juan

(Chocó-Valle del Cauca), el cual inunda una gran cuenca hidrográfica que incluye parte de los departamentos del Chocó y Valle del Cauca y tiene una vasta zona de influencia en el Pacífico (Garay, 2001). Su contribución al aporte en el Pacífico es muy significativa, llegando a ser el 40,7% del caudal total, el 1,9 % del aporte de carga en términos de DBO_5 y un 18,7% en carga de Coliformes fecales. Le siguen en importancia los ríos del departamento de Nariño, el Iscuandé y el Mira, los cuales aportan el 29,3% del caudal total, el 95,9% de la carga de DBO_5 y el 37,9% de Coliformes fecales que entran al Pacífico colombiano.

Ø Vertimientos Domésticos

Al igual que en el Caribe, las aguas servidas urbanas han sido identificadas como uno de los mayores contaminantes que afectan el medio costero del Pacífico colombiano (Garay, 2001).

Aproximadamente $87.211 \text{ m}^3/\text{día}$ de éstas aguas sin ningún tipo de tratamiento son arrojadas a las zonas costeras, representadas en residuos líquidos de cerca 374.631 habitantes (Figura 3.6) de las principales ciudades y asentamientos humanos costeros. El 91,5% de la carga orgánica y bacteriana lo aportan las ciudades costeras de los departamentos de Valle del Cauca y Nariño, especialmente las ciudades de Buenaventura y Tumaco (Figura 3.7), cuya población sumada representa el 86,6% del total de la población costera del Pacífico colombiano. Los principales efectos se manifiestan en el deterioro de la calidad de las aguas desde el punto de vista sanitario, convirtiéndose en un problema de salud pública, con un impacto mayor en zonas turísticas como Juanchaco y Ladrilleros en el Valle del Cauca y Tumaco en Nariño.

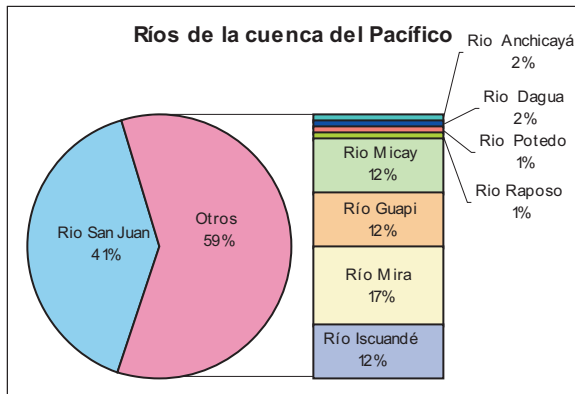


Figura 3.5. Aportes en términos de caudal de los principales ríos de la cuenca del Pacífico colombiano.

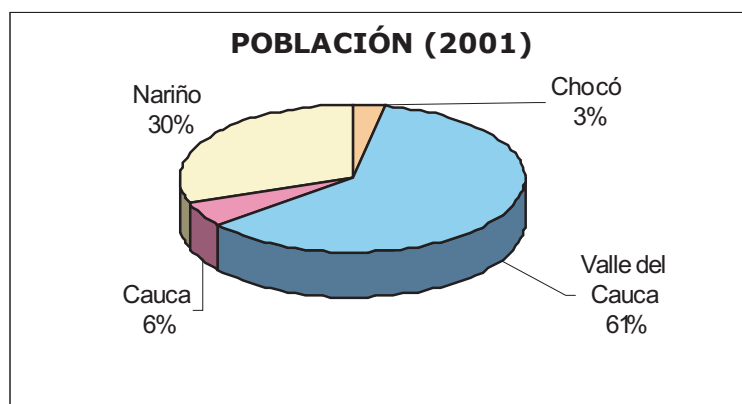


Figura 3.6. Comparación porcentual de la población en los departamentos del Pacífico colombiano.

Ø Vertimientos Industriales

Las descargas de residuos líquidos de las actividades industriales en esta región se concentran especialmente en Buenaventura y Tumaco. Actividades como el procesamiento de alimentos (pescado y mariscos) y la explotación y tratamiento de madera, representan los mayores problemas de contaminación de este sector. Por sus características específicas, la actividad industrial en la región genera principalmente residuos de tipo orgánico que provocan fenómenos de enriquecimiento excesivo de nutrientes que pueden producir fenómenos como eutrofización y explosiones algales.

Ø Vertimientos Agroindustriales

La mayor fuente de compuestos agroquímicos la constituyen las escorrentías de los ríos que atraviesan zonas de cultivo o poblaciones, especialmente los ríos que desembocan en la ensenada de Tumaco (Rosario y Mexicano), y los ríos Patía, Mira y San Juan. Además, del aporte indirecto de los cultivos de papa y la zona agrícola del altiplano Nariñense que desaguan las escorrentías a través de varios afluentes hacia el río Mira y el Patía. Las campañas contra el mosquito transmisor de la malaria, la fumigación de cultivos ilícitos y actividades para el tratamiento de la madera se constituyen en otras fuentes importantes de plaguicidas al medio marino del Pacífico (INVEMAR-PNUD, 2001).

Ø Puertos y Transporte Marítimo

Los residuos oleosos producto de las actividades marítimas y portuarias, representan también un gran problema para la región del Pacífico colombiano. Dadas la escasez de vías de acceso terrestres, gran parte del transporte en esta costa se realiza por vía marítima, utilizando embarcaciones de poco tamaño que parten desde Buenaventura o Tumaco hacia todas las poblaciones costeras y ribereñas de la región. El transporte marítimo de cabotaje genera una parte importante de los residuos oleosos eliminados en las zonas costeras y marinas del Pacífico, especialmente aguas de sentinas y residuos de aceites lubricantes.

El mar y las costas del Pacífico colombiano han sido afectados por derrames del petróleo como consecuencia de varios siniestros marítimos. En 1975 de forma accidental se vertieron 2404 barriles de petróleo a la bahía de Buenaventura como consecuencia de un derrame que no fue publicado (Lozada, 1997; en CCCP, 2003). De la misma forma, en Tumaco han ocurrido varios derrames de proporciones importantes que han impactado significativamente el medio marino y costero; entre los más importantes tenemos: En 1976 el naufragio del Buque-tanque Saint Peter; en 1998 la ruptura del Oleoducto Transecuatoriano donde se derramaron 15000 barriles de crudo afectando la zona de Cabo Manglares hasta Sanquianga; entre otros.

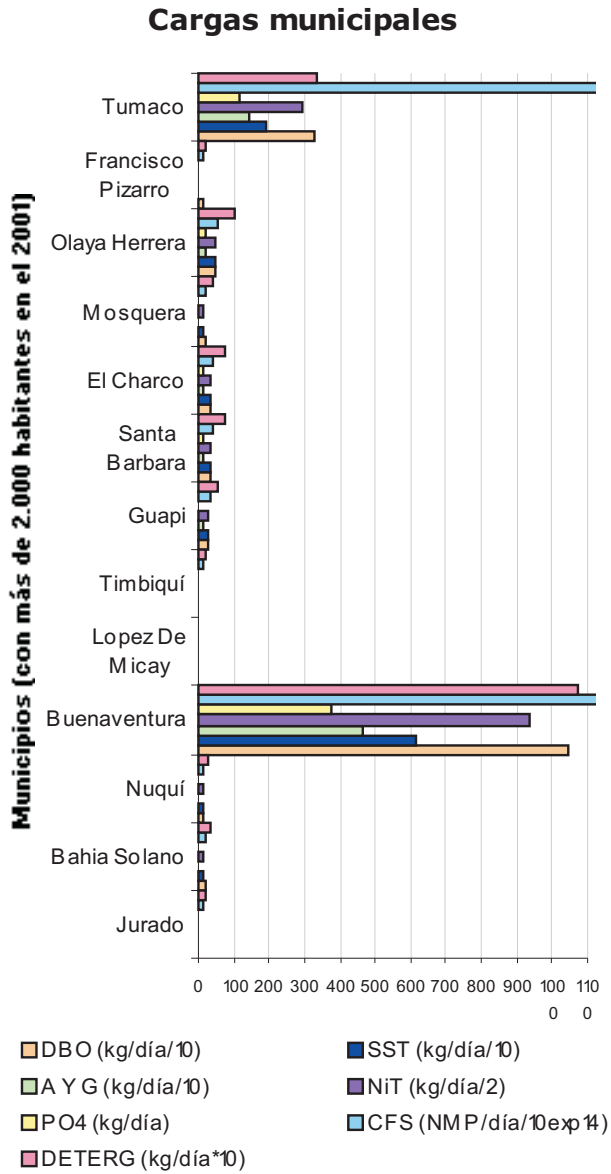


Figura 3.7. Cargas orgánicas y contaminantes aportadas por los municipios de la costa del Pacífico colombiano

De otra parte, en Buenaventura se ubica unos de los principales puertos internacionales del país, que mueve el 60% de la carga de exportación a nivel nacional. Se calcula que esta zona recibe aproximadamente unas 3.000 toneladas mensuales de aguas de sentinas, incluyendo lo generado por las embarcaciones de cabotaje y algunos buques de tránsito internacional antiguos que no disponen de equipos MARPOL abordo.

Ø Actividades Mineras

En los departamentos de Chocó, Cauca, Valle del Cauca y Nariño se desarrolla minería del oro de aluvión a tajo abierto, en donde extraen oro como producto principal y plata, platino, zinc y plomo, como subproductos en los diferentes tipos de minas. En esta región, las minas se explotan de forma artesanal, para subsistencia e incluso de forma ilegal. El principal problema de contaminación lo genera la utilización de mercurio y cianuro que son liberados directamente a los cuerpos de agua (CERI Colombia, 1999).

En el sector petrolero la mayor problemática se presenta por los atentados a la infraestructura de transporte de hidrocarburos que perturban la calidad de los ríos y costas, así como los organismos y ecosistemas asociados, principalmente sobre el oleoducto Transandino.

3.3 Estado de la calidad química y sanitaria de las aguas marinas y costeras

Caribe

Ø Eutrofización y Fertilización

Según los resultados de los últimos 3 años de monitoreo de la REDCAM (Invemar, 2002 y 2003), en el comportamiento de las variables fisicoquímicas y nutrientes en el Caribe se han encontrado valores que superan los límites permisibles en San Andrés (Bahía Hooker, Johnny Cay, Zona adyacente al alcantarillado municipal y El Cove), Riohacha, Santa Marta (zona adyacente al Emisario Submarino), frente a la Ciénaga Grande de Santa Marta, en Barranquilla (Bocas de Ceniza), en Cartagena (bahía de Cartagena y ciénaga de Tesca), los caños Guainí y Zaragocilla en el Golfo de Morrosquillo que reciben aguas residuales de Tolú y San Onofre y, en la zona adyacente a la desembocadura del río León (golfo de Urabá). Estos valores, significativamente altos comparados con el resto del país,

deben su origen a los vertimientos de aguas servidas urbanas de los asentamientos humanos localizados en las costas y riveras de los ríos, y a las actividades agropecuarias en las cuencas y zonas costeras con elevado desarrollo agrícola, las cuales reciben importantes cantidades de nutrientes provenientes del uso de fertilizantes, como en las zonas bananeras del Magdalena y Urabá.

Ø Hidrocarburos del petróleo

La problemática de los residuos de hidrocarburos en las zonas costeras colombianas tiene su origen en actividades portuarias y marítimas; y en el transporte, refinación y usos del petróleo y sus derivados (Garay, 2001). Tanto en el Caribe como en el Pacífico, existen problemas locales por derrames crónicos en los puertos, debido al tráfico de buques y lanchas, por los buques de cabotaje o accidentales por los buques de tráfico internacional, y ocasionalmente por las actividades de transporte, refinación y usos del petróleo.

Se han reportado concentraciones de hidrocarburos aromáticos y alifáticos en aguas, sedimentos y organismos marinos en todo el Caribe colombiano, desde Castilletes hasta Urabá (Garay, 2000 en Garay, 1992). Presentándose las mayores concentraciones en la zona de Cartagena, donde el nivel en aguas supera ampliamente la norma internacional para aguas no contaminadas que es de 10 ug/l (UNESCO, 1974; en Garay, 1992 y 2002). Valores promedio de hasta 50 ug/l han sido reportados en estaciones cercanas a los vertimientos industriales, refinería y fondeaderos de buques en la Bahía. Valores entre 5 y 10 ug/l han sido encontrados para aguas del Golfo de Morrosquillo, Barranquilla, Santa Marta y San Andrés (Garay, 1992 y 2002). Mientras que la zona de la Guajira presenta las menores concentraciones con valores promedio entre 0.5 y 5 ug/l.

En sedimentos, los mayores valores encontrados para hidrocarburos totales han sido en promedio de 500 ug/g en la Bahía de Cartagena y Bahía Hooker en San Andrés, mientras que los menores se reportan en la Guajira. Los organismos (Bivalvos) con mayores concentraciones de hidrocarburos totales se reportan en la zona de Cartagena con valores promedio de 30 ug/g, mientras que los más bajos resultan ser los organismos colectados en Bahía Cispatá y la Ciénaga Grande de Santa Marta con valores promedio de 5 ug/l (Garay, 1992 y 2002).

El monitoreo realizado por la REDCAM (2001-2003) comprueba la información histórica, detectándose valores que superan este nivel en San Andrés, Santa Marta,

Barranquilla, bahía de Cartagena, Tinajones (desembocadura del río Sinú) y el golfo de Urabá, donde se muestra la influencia que ejercen las actividades marítimas y portuarias, así como las descargas de los ríos de mayor caudal.

Ø Plaguicidas

Históricamente se han reportado niveles relativamente altos de concentraciones de plaguicidas organoclorados en aguas, sedimentos y organismos de varias zonas del Caribe colombiano, especialmente las influenciadas por las actividades agrícolas y los ríos. Por ejemplo, en la Ciénaga Grande de Santa Marta, se han reportado concentraciones de Aldrín entre 0.36 a 1.07 ppb, Lindano 0.40 a 44.2 ppb, Dieldrín 0.13 a 1.91 ppb y DDT total 0.01 a 0.08 ppb, especialmente en zonas cercanas a las desembocaduras de los ríos provenientes de las zonas bananeras de la Sierra Nevada de Santa Marta, el Sevilla, Aracataca y Fundación (Ramirez, 1988-2000).

En las zonas costeras de Bolívar, principalmente la Bahía de Cartagena y la Ciénaga de Tesca o de la Virgen, también han sido reportadas concentraciones de organoclorados en aguas, sedimentos y organismos; niveles de Aldrín, DDT, Heptacloro, Dieldrín y HCHs, se reportan en niveles de 0.01 a 0.34 ppb en la Bahía (Garay, 1985 y 1993; y Castro, 1998). De la misma forma, en estos sitios se han encontrado concentraciones de Aldrín, Lindano, Heptacloro, DDT y sus metabolitos DDE y DDD y PCBs, con valores entre 0.030 y 3.8 ng/g en sedimentos, entre 0.079 a 59.5 ng/l en aguas y entre 0.09 a 0.78 ng/g en peces de importancia comercial (Garay, 1993; Castro, 1998). En el Golfo de Morrosquillo se encontraron concentraciones de Aldrín, DDT, Lindano y Heptacloro en aguas en concentraciones muy bajas, que van de 0.001 a 0.01 ng/l (Garay, 1992 y 1998).

Sin embargo, los registros actuales muestran valores ubicados en el rango menor al nivel de referencia de 30 ng/l, en la mayor parte del Caribe, lo cual puede significar que se esté presentado un incremento en el uso de otro tipo de plaguicidas, los cuales no han sido monitoreados.

Ø Metales Pesados

La contaminación por metales pesados se ha constituido en una de las formas más tóxicas para los ecosistemas acuáticos. Dado que son elementos poco o nada biodegradables, tienden a acumularse en los tejidos de animales y vegetales

acuáticos y permanecen en ellos por largos períodos, desencadenando procesos de bioconcentración, bioacumulación y biomagnificación. De acuerdo con el Caribbean Environment Programme (CEP) y los estudios del Inveemar, las aguas del litoral Caribe han sufrido incremento en la contaminación por estos elementos durante las dos últimas décadas, siendo las zonas más afectadas aquellas cercanas o donde se han ubicado los principales asentamientos humanos, como es el caso de las ciudades de Cartagena, Barranquilla, Santa Marta, Coveñas, Tolú y Riohacha.

Los resultados sobre niveles de concentración de metales pesados Cd, Cr y Pb, durante los últimos 3 años mostraron que las zonas más afectadas son la bahía de Cartagena, la desembocadura del río Magdalena y el sector industrial de Las Flores en Barranquilla, con valores promedio mayores que el resto de las zonas marinas y costeras del país.

Los estudios sobre metales llevados a cabo en una de las zonas críticas del Caribe colombiano, la Bahía de Cartagena, han evidenciado la presencia aún en sedimentos de niveles de Hg de 7.67 ug/g, valor por encima de la norma permisible que es de 0.5 ug/g (Camacho, 1997). Lo anterior evidencia que aun persisten niveles de concentración de Hg, generados hace ya 20 años por la fábrica de Cloro Soda, ÁLCALIS DE COLOMBIA, (CIOH-IVL, 1979).

En la Ciénaga Grande de Santa Marta, las concentraciones de metales han demostrado un progresivo aumento en sus diferentes compartimentos: aguas, sedimentos y organismos. Se detectaron concentraciones más o menos elevadas de los metales Cd, Cu y Zn, cuyos valores varían de 11.1 ug/g, 39.2 ug/g y 171 ug/g, respectivamente, comparadas con los límites permisibles establecidos por la EPA y por el Ontario Ministry of the Environment Legislation, Ministerio de Salud del Brasil, entre otras (INVEMAR, 2001). Estas concentraciones se registraron en las zonas con mayor influencia del Río Magdalena, denotando así mismo su directa influencia sobre la cuenca del Caribe. En el resto de las zonas costeras especialmente de la Guajira, Magdalena, San Andrés y parte de Sucre, Córdoba, así como el norte de Chocó no presentan niveles significativos de metales pesados.

Ø Contaminación microbiológica

Los estudios realizados muestran que en la mayoría de playas turísticas del Caribe colombiano se sobrepasan los límites permisibles establecidos por la legislación colombiana para aguas de contacto primario (hasta 200 NMP/100 ml para

Coliformes fecales), tanto en la época seca como en la húmeda, principalmente en los departamentos de Atlántico, Bolívar, Magdalena, Sucre y Córdoba. Solo las playas ubicadas en el sector del Cabo de la Vela en el departamento de la Guajira, las del Parque Tayrona en el Magdalena y las de Necoclí en Antioquia y Capurganá en Chocó, muestran niveles permisibles, en razón a que no se encuentran influenciadas por los vertimientos domésticos.

Las tendencias en el comportamiento de los niveles de microorganismos patógenos de algunas playas específicas, como la playa Rodadero en Santa Marta; playa Coveñas en Córdoba; bahía de Cartagena y ciénaga de Tesca en Bolívar y Rocky Cay en el departamento de San Andrés y Providencia; demuestra que los mayores niveles de Coliformes fecales aumentan en la temporada turística de mitad y final de año, así como también se observa incremento en la época lluviosa, por efecto del mayor contenido de aguas residuales domésticas que arrastran los tributarios que tienen influencia en estas zonas.

Con base en los resultados expuestos, en el Caribe colombiano se identifican seis áreas críticas (Figura 3.8) debida a la contaminación proveniente de fuentes terrestres y marítimas, localizadas en:

- “ San Andrés: Las principales fuentes de contaminación que afectan la calidad de sus aguas marinas y costeras son los vertimientos domésticos y los residuos del transporte marítimo (cabotaje y turismo), que se incrementan en temporadas turísticas altas, generando incrementos en los niveles de hidrocarburos, nutrientes y bacterias Coliformes, siendo los sitios más afectados bahía Hooker, El Cove y el área adyacente al vertimiento del alcantarillado sanitario de la Isla.
- “ Santa Marta: Los vertimientos domésticos de Santa Marta y Ciénaga, los residuos oleosos provenientes de la actividad del transporte marítimo y los puertos, así como los aportes de los ríos, afectan significativamente la calidad de sus aguas y los ecosistemas asociados.
- “ Barranquilla: Comprende especialmente la desembocadura del río Magdalena (Bocas de Ceniza) y sus áreas adyacentes, Puerto Colombia y las ciénagas de Mallorquín y Balboa. Es una de las zonas más críticas por contaminación en el país, dadas las múltiples actividades que se realizan en la ciudad y el aporte proveniente de la cuenca (vertimientos domésticos, industriales, puerto y

desembocadura del río Magdalena).

- “ Cartagena: La zona de Cartagena abarca la ciénaga de La Virgen y las bahías de Cartagena y Barbacoas. Esta zona se considera una de las más críticas de toda la zona costera y marina del país, tanto por la magnitud y persistencia de contaminantes, como por la riqueza y biodiversidad de sus ecosistemas. En Cartagena se realiza una multiplicidad de actividades económicas, como industriales, turísticas, portuarias, pesca, etc.; vertimientos domésticos, industriales, escorrentías, canal del Dique, agroquímicos, etc.; por tal razón se considera una de las zonas prioritarias para emprender acciones de saneamiento, control y mejoramiento ambiental.
- “ Golfo de Morrosquillo: Incluyendo la bahía de Cispatá y la desembocadura del río Sinú (Tinajones). Esta zona se considera como una de las áreas críticas del Caribe colombiano por las cargas de contaminantes que ingresan a la zona marina y costera y por los niveles de concentración y persistencia de contaminantes identificados y cuantificados. Aunque en el Golfo no se presentan ciudades de la magnitud de Cartagena o Barranquilla, si es una zona que recibe un aporte importante de turistas que se dispersan a lo largo de toda la costa, desde Berrugas hasta Cispatá; a esto se suma, la carencia de sistemas de tratamiento de las aguas residuales, los vertimientos de aceites e hidrocarburos del transporte terrestre y marítimo y los residuos de agroquímicos tóxicos que llegan por el río Sinú desde las áreas agrícolas e industriales del interior del departamento.
- “ Golfo de Urabá: Esta zona recibe las descargas del río Atrato y otros ríos como el León y Leoncito, que arrastran residuos de agroquímicos y metales resultantes de las actividades agrícolas y mineras de la zona. A esto se suman los residuos oleosos del transporte marítimo, los nutrientes y microbiológicos provenientes de las localidades costeras, como Turbo y Necoclí, lo que resulta en niveles elevados y persistentes de contaminantes que hacen de esta área como una de las zonas costeras con características críticas.

Pacífico

En comparación con el Caribe, las aguas del Pacífico son más frías, de menor salinidad y la productividad del fitoplancton es mayor. Por ser abierta, la costa recibe mayor influencia del oleaje y las mareas, las cuales son mucho más amplias, de hasta 4 a 5 metros; también es una costa muy activa sísmicamente (IDEAM,

2001). En la cuenca del Pacífico los niveles de desarrollo urbano, agrícola e industrial son mucho menores que en el Caribe (Garzón-Ferreira, 1998). La infraestructura para el transporte y las comunicaciones hacia el interior del país o hacia otros países es poco desarrollada y en algunas zonas es inexistente; este hecho conlleva a que el nivel de poblamiento sea reducido. Por estas razones, la presión sobre los recursos ha sido menor que en el Caribe, con pocas excepciones.

Ø Eutrofización y Fertilización

Según los resultados de los últimos 3 años de monitoreo, el comportamiento de las variables fisicoquímicas y nutrientes en el Pacífico, presentan valores por fuera de los rangos normales en la bahía de Buenaventura, en las zonas de influencia de las desembocaduras de los ríos Micay y Saija en el Cauca y La Tola en Nariño, evidenciando fenómenos de eutrofización en algunos casos, y en otros sitios contribuyendo a la fertilización del mar. En la Figura 3.9 se representan los puntos y áreas en donde se presentaron contaminantes por encima de los valores normales, considerados como referencia de aguas de buena calidad.

Ø Hidrocarburos del Petróleo

Históricamente, las zonas más afectadas por los residuos oleosos son Buenaventura y Tumaco, en razón del tráfico marítimo internacional y de cabotaje que generan residuos oleosos. En menor grado de impacto se encuentran Guapi, Bahía Solano y Ladrilleros. Regiones como el norte del Chocó y Cauca y el sur del Valle del Cauca permanecen relativamente limpias de estos compuestos. Según los muestreos realizados durante el 2001 al 2003, el impacto por hidrocarburos es alto y crónico en la bahía de Buenaventura y Tumaco.

De los monitoreos de hidrocarburos realizados por el CCCP desde 1986 hasta la fecha, y del INVEMAR durante los últimos 4 años, se encontró que en promedio las concentraciones aumentan progresivamente desde aguas 0.25 ug/l, sedimentos 1.18 ug/g hasta organismos (Bivalvos) 7.45 ug/g (Calero y Casanova, 1997; Invemar, 2002). Siendo las concentraciones más elevadas, detectadas después del derrame de crudo de Petroecuador y del derrame en el terminal de ECOPETROL en Tumaco en 1996.

Ø Plaguicidas

A pesar de ser una región con reducido desarrollo agrícola, los niveles de residuos

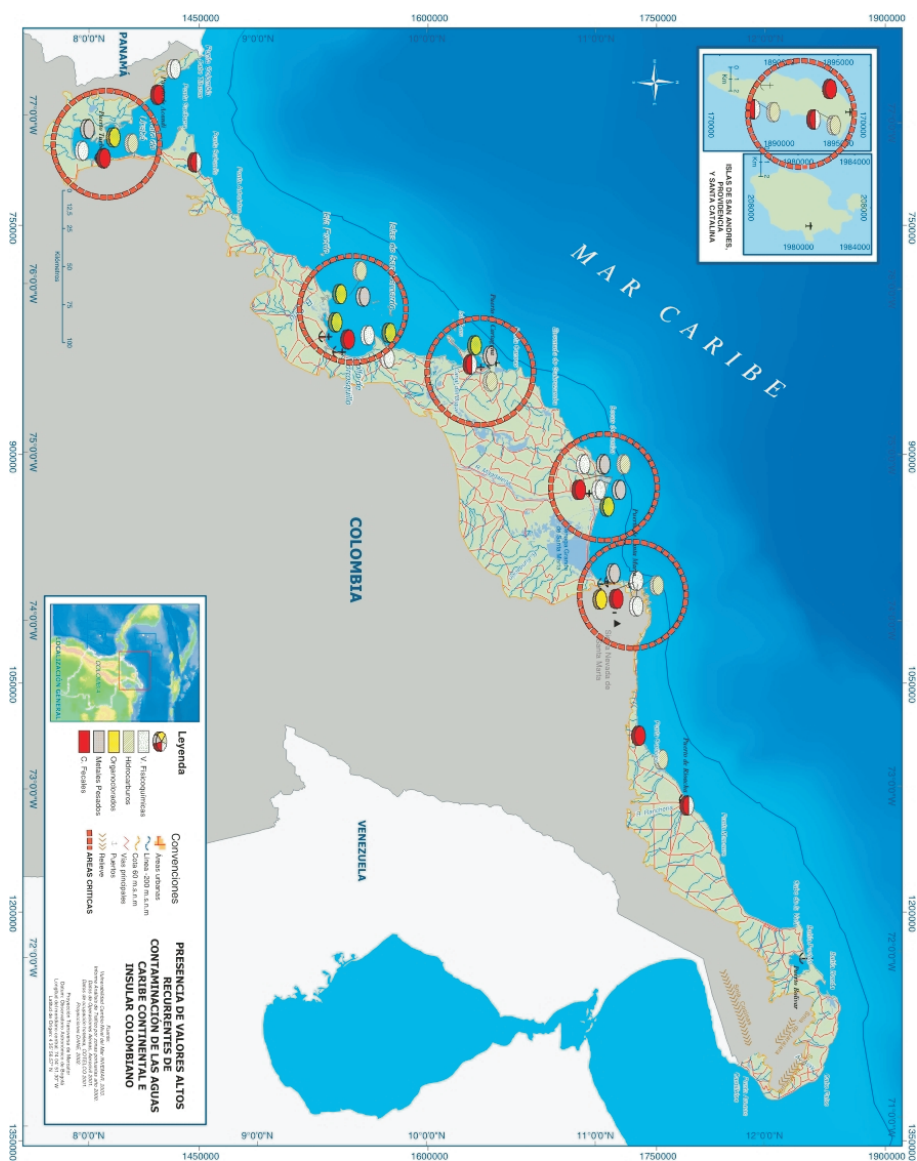


Figura 3.8. Áreas “críticas” de la costa del Caribe en las que se presentan valores altos recurrentes de contaminación de las aguas

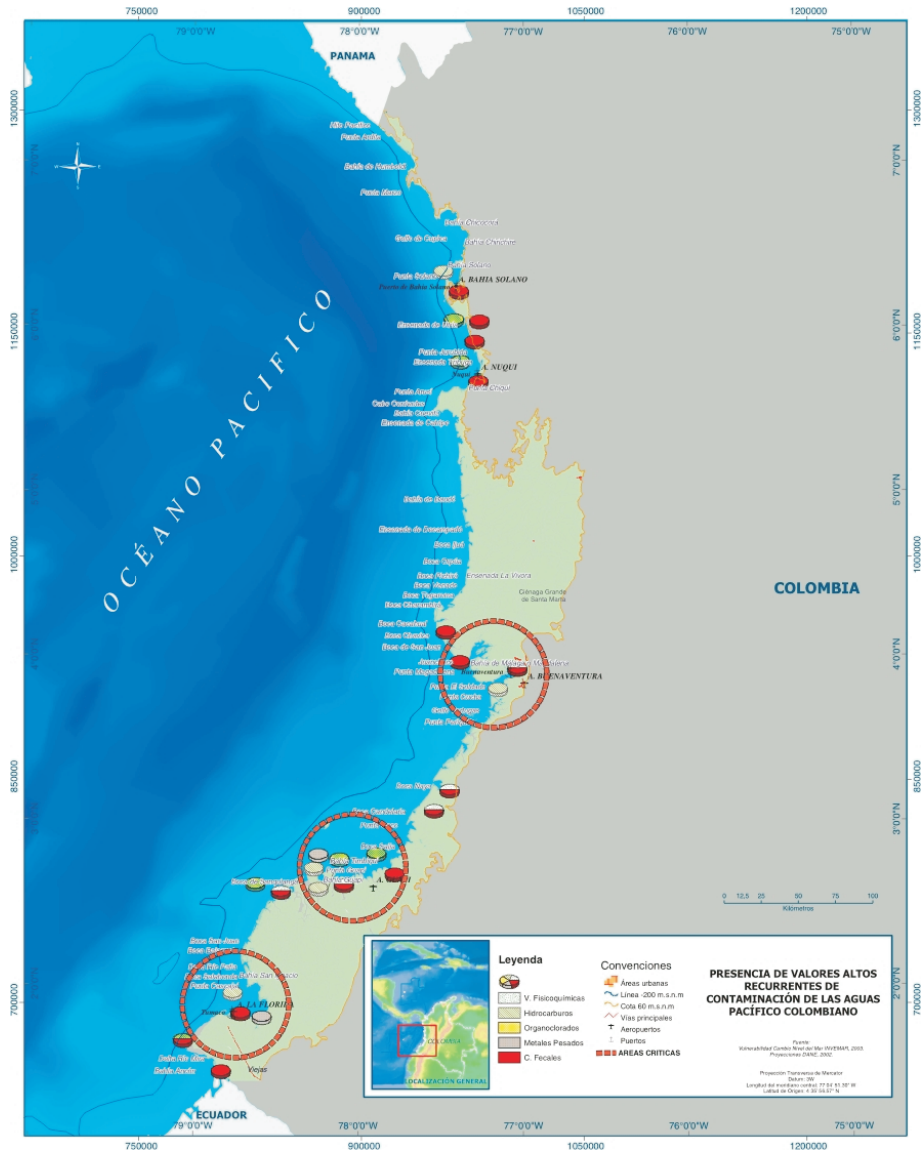


Figura 3.9. Áreas “críticas” de la costa del Pacífico en las que se presentan valores altos recurrentes de contaminación de las aguas

3.4 Efectos de la contaminación sobre los ecosistemas y la calidad de vida en las zonas costeras y marinas

Según Islam y Tanaka (2004) en la mayoría de las áreas costeras del mundo han sido reportados daños por contaminación, afectando significativamente las pesquerías costeras y marinas. Por consiguiente, el control de la contaminación acuática se ha identificado como una necesidad inmediata para el manejo sostenible y conservación de los recursos acuáticos

Las actividades agrícolas contribuyen aproximadamente con el 50% de las fuentes de contaminación total del agua superficial, por medio del mayor enriquecimiento de nutrientes, principalmente, el ion amonio (NH_4) y nitrato (NO_3) derivados de las entradas agrícolas. El amoníaco constituye un mayor contribuyente a la acidificación del ambiente, sobre todo en las áreas con cultivos intensivos de ganado (Joly, 1993).

Los plaguicidas y sus residuos son considerados entre los agentes más devastadores para los organismos y ecosistemas acuáticos, afectando todos los niveles de la cadena trófica desde el nivel más bajo hasta el superior (Duursma y Marchand, 1974). Los efectos ecológicos de los plaguicidas son variados y a menudo complejos. Efectos al nivel de organismo o nivel ecológico normalmente se considera que son un indicador de advertencia temprano de potenciales impactos de la salud humana (Islam y Tanaka, 2004).

Muchos químicos orgánicos sintéticos (por ejemplo los organoclorados, organofosforados, PAHs y organometales) son de preocupación ambiental creciente, debido a su alta toxicidad y la alta persistencia en el ambiente y en los sistemas biológicos. Además, tienen un gran potencial para la bioconcentración/biomagnificación, arriesgando la salud en los niveles tróficos más altos, por ejemplo en predadores (incluso los seres humanos) (GESAMP, 1990).

3.4.1 Impactos sobre ecosistemas y recursos naturales asociados

La pérdida de hábitat es un problema de dimensiones globales que afecta a muchos de los países más ricos y productivos en biodiversidad, entre ellos Colombia. Casi la mitad de las marismas y manglares del mundo han sido despejados, desecados, tapiados o terraplenados. Del 5% al 10% de los arrecifes coralinos del mundo han sido prácticamente eliminados por contaminación o destrucción directa y otro 60% corre el riesgo de desaparecer en los próximos años. Incluso las playas que no son especialmente productivas, pero que son esenciales para muchas especies marinas como las tortugas, están en peligro, ya que un 70% de las playas de todo el mundo sufren un proceso de erosión. Las especies marinas que sucumben con más facilidad a la sobreexplotación son los mamíferos acuáticos por sus características de lento crecimiento, larga vida y baja reproductividad (WRI, 2000).

Manglares y Lagunas Costeras

En los manglares del Caribe continental, la alteración del régimen hídrico, la tala, el relleno, la sobreexplotación y la contaminación han provocado un deterioro notable en áreas como la Isla de Salamanca, Ciénaga Grande de Santa Marta, Tesca y del Francés, donde el suelo se hipersalinizó y parte del manglar murió; esto, provocado por la construcción de obras civiles y la ampliación de las fronteras urbanas, agrícolas y ganaderas. Dichos factores también han ejercido un impacto negativo sobre otros manglares del Caribe, especialmente alrededor de los grandes centros poblacionales como Riohacha, Barranquilla, Tolú, Coveñas, Turbo y San Andrés. Sin embargo, en algunos casos (Ciénaga Grande de Santa Marta, Isla de Salamanca y Ciénaga de Tesca) se realizaron trabajos de dragados, obras de ingeniería y reforestación, logrando resultados alentadores en su dinámica natural (INVEMAR, 2003).

En el Pacífico colombiano se concentra la mayor extensión de manglares del país, las cuales ocupan una franja casi continua y de ancho variable. Aunque en esta costa el impacto sobre el ecosistema ha sido de menores dimensiones, se calcula que hubo una reducción neta del 5% (casi 14.000 ha) de estos manglares entre 1969 y 1996, la mayor parte de la cual se ha dado en el Cauca, como consecuencia de la tala para construcciones, aprovechamiento de madera y desarrollo agropecuario (Vargas, 2002), además de procesos erosivos fluvio-marinos y desalinización de suelos (Garzón-Ferreira 1998). Los manglares ubicados en las bahías de Buenaventura y Tumaco también enfrentan problemáticas que los han conducido a su deterioro. En la bahía de Buenaventura, debido al alto nivel de intervención por aprovechamiento forestal, la proliferación de asentamientos humanos y la contaminación por residuos líquidos y sólidos, los árboles de mangle son muy bajos y poco desarrollados (Sánchez et al, 1997). En Nariño los manglares han recibido impactos derivados de la explotación para la obtención de taninos, la construcción de piscinas camaroneras, la sustitución por cultivos agrícolas de subsistencia y la obtención de leña. Por otra parte, las autoridades locales han emprendido proyectos de recuperación, lo que sumado a la disminución del impacto por el cese del aprovechamiento y la reducción en el mercado de camaroneras ha propiciado una lenta recuperación de este ecosistema.

Playas y Litorales Rocosos

Las playas y litorales rocosos han sufrido directamente el impacto del turismo y el crecimiento poblacional. Las poblaciones de invertebrados que habitan playas y acantilados han sido diezmadas e inclusive agotadas en los sitios de mayor afluencia turística. Igualmente, la inadecuada disposición de desechos han impactado la calidad paisajística de estos ecosistemas, por la acumulación de basuras, aguas turbias y malos olores, redundando en el deterioro de estos hábitats que generan importantes ingresos económicos a los pobladores locales y la nación.

El efecto de los contaminantes sobre las playas y litorales rocosos ha sido escasamente estudiado en el país. Fenómenos como el impacto de los derrames de petróleo sobre los

ecosistemas costeros han recibido escasa atención. Igualmente, es importante conocer el estado de los litorales, en donde por ejemplo las playas son un ambiente fundamental para la anidación de tortugas: los desechos en las playas pueden impedir que los neonatos lleguen al mar y si esto ocurre, aumenta el número de pérdidas en poblaciones que ya están en peligro de extinción. Por otra parte, elementos como el ruido y la iluminación en las playas, son contaminantes visuales y auditivos que impiden la ovoposición, perturbando el nacimiento de las pequeñas tortugas, desviándolas de su camino al mar.

Arrecifes coralinos y Praderas de Fanerógamas

Entre los principales factores antropogénicos que han afectado los arrecifes coralinos de Colombia durante los últimos 30 años, se hallan la deforestación, la pesca con explosivos, la extracción de peces, las alteraciones del curso de ríos, los incrementos en sedimentación, dragados, las actividades náuticas, el desarrollo urbano y la contaminación por aguas negras. En general, los arrecifes del Caribe y el Pacífico han estado aparentemente sometidos a un nivel similar de amenazas naturales, pues en ambos casos se han identificado el mismo número de factores y ponderación (INVEMAR, 2003).

Se ha demostrado ampliamente que los incrementos en la sedimentación, turbidez y contenido de nutrientes disueltos en las aguas costeras, tienen un efecto negativo en la sobrevivencia y desarrollo de los corales formadores de arrecifes; por otro lado, el aumento de los niveles de nutrientes disueltos puede favorecer la proliferación de algas (Garzón-Ferreira, 1999).

INVEMAR (2003) considerado integrar la información existente con el propósito de determinar atributos estructurales, ambientales y bióticos que pudieran influir en los ambientes de pastos marinos, encontró que las variables ambientales influyen de manera especial en las áreas de la Bahía de Cartagena, PNN Corales del Rosario Barú y el Golfo de Morrosquillo, en su orden; mientras que las variables estructurales fueron especialmente importantes para las islas de San Bernardo, Isla Arena, Cartagena y Portete (Vides y Sierra-Correa, 2003).

Fondos, sedimentos y sistemas pelágicos

El mayor impacto que reciben los organismos que habitan los extensos fondos sedimentarios es la influencia de las actividades industriales tales como el manejo de hidrocarburos, la contaminación industrial y la pesca semi-industrial de camarón. Muchos recursos pelágicos han sido diezmados por la sobreexplotación, tanto en el Caribe como en el Pacífico. En Colombia es difícil evaluar la calidad ambiental de estas comunidades pues aún no existen estudios de referencia para evaluar impactos y perturbaciones sobre los sistemas bénticos, pelágicos y planctónicos (INVEMAR, 2003).

3.5 Conclusiones

- ❖ Se continua avanzando en el conocimiento de la calidad de las aguas marinas y costeras de Colombia, siendo relevante la identificación de los principales tipos de contaminantes químicos y microbiológicos que son descargados a los ecosistemas marino-costeros, destacándose los residuos líquidos domésticos, los industriales, los de explotación, transporte y usos del petróleo, los de actividades agropecuarias, así como los de explotación y manejo de minerales. Los ríos y los vertimientos directos se han constituido en las principales vías de entrada al mar, de los contaminantes.
- ❖ La influencia de las actividades terrestres en las condiciones de las aguas marinas y costeras de Colombia, se han evidenciado principalmente por los vertimientos domésticos, ríos y tributarios caudalosos, así como también por las poblaciones costeras con actividades importantes como las portuarias o industriales. Los sitios donde constantemente se han observado dichas influencias son la Bahía de Cartagena, el Golfo de Urabá, el Golfo de Morrosquillo y el río Magdalena para el Caribe; los ríos Mira y San Juan, Bahía de Buenaventura, así como la población de Bahía Solano en el Pacífico.
- ❖ Aunque las relaciones causa efecto de las cargas de contaminantes sobre los organismos y poblaciones marinas se conocen poco, a nivel ecosistémico se evidencia su influencia en las condiciones ambientales en varios sectores de las costas colombianas y derivado de ello en sus recursos naturales, incidiendo por tanto, en la calidad de vida de la población en general y en mayor grado, en las comunidades que viven de una u otra forma del uso de tales recursos.

3.6 Literatura Citada

- BURKE, L., Y. Kura, K. Kassem, C. Revenga, M. Spalding y D. McAllister. 2001. Coastal ecosystems. Pilot Analysis of Global Ecosystems. World Resources Institute. 50 p.
- CALERO, L.A. y R.F. CASANOVA. 1995. Evaluación de la contaminación en el Pacífico colombiano. CCCP, Bol. Científico. 5: 19-29. Tumaco.
- CALERO, L.A. y R.F. CASANOVA. 1997. Evaluación de algunos parámetros fisicoquímicos y sustancias contaminantes en el Pacífico colombiano. CCCP, Bol. Científico. 6: 29-44. Tumaco.
- CASTRO. L.A. 1998. Estudio de la Contaminación por Pesticidas en Ecosistemas Costeros en el Área de Cartagena, Ciénaga de la Virgen y Zonas Agrícolas Adyacentes. IAEA/CIOH. Bol. Cient. CIOH No. 18, p 15-18. Cartagena, Colombia.
- CCCP, 2003. Diagnóstico de la Contaminación del Pacífico Colombiano. Centro de Control de Contaminación del Pacífico. DIMAR. San Andrés de Tumaco.

- CERI Colombia, 1999. Fotocopias. Evaluación de un estudio ambiental sectorial. Colombia. Sectores hidrocarburíferos y mineros. Komex International Ltd. ·
- CIOH IVL- INDERENA. 1979. Estudio de la Contaminación por Mercurio en la Bahía de Cartagena. Cartagena, Colombia.
- COLCIENCIAS. 2000. Plan Estratégico 2000 - 2004. Programa nacional de Ciencia y tecnología del Mar. 64 p.
- CPPS, 1981. Convenio para la protección del medio marino y la zona costera del Pacífico sudeste. www.cco.gov.co
- DANE, 2001. Estadísticas poblacionales de Colombia, Proyecciones a 2001. Departamento Nacional de Estadística. Bogotá.
- DIMAR, 2000. La estrategia nacional para la implementación del convenio internacional para prevenir la contaminación por buques, MARPOL 73/78. Grupo Nacional de Trabajo para la Implementación del MARPOL 73/78 (Ministerio de Defensa Nacional - DIMAR, Ministerio del Transporte, Ministerio del Medio Ambiente, Superintendencia de Puertos y Transporte, Comisión Colombiana del Océano). Bogotá. 8 p.
- DNP. 2000. Sector minero en Colombia. Departamento Nacional de Planeación. Unidad de infraestructura y energía. 26 p.
- ECOPETROL ICP. 1991. Aguas aceitosas tratamiento primario y disposición final. Empresa Colombiana de Petróleos Instituto Colombiano del Petróleo. Caps. 1-3
- ECOPETROL. 2000. Estadísticas de la industria petrolera. Empresa Colombiana de Petróleos, Dirección de Planeación Corporativa. Bogotá. 125 p.
- ESCOBAR, N., A. y BARG. 1988. Estudio de algunos aspectos ecológicos y de la contaminación bacteriana en la Bahía de Santa Marta. Colombia. Tesis Univ. Antioquia, 1896 p.
- GALLEGO, M.I., A. Sanín & F. Marqués. 2003. perfil cognoscitivo de expuestos a plaguicidas en el sector bananero de Urabá Antioquia. Organización Panamericana de la Salud, OPS-ISCIII
- GARAY J. A., 1985. Inventario Nacional sobre Usos de Plaguicidas en Colombia. Cuencas Hidrográficas. Seminario Internacional sobre Plaguicidas. Cancún, México.
- GARAY, J. A. 1997. Informe final Estudio de Contaminación de Bahías y Zonas Costeras contaminadas. Estudio de Caso Bahía de Cartagena. UNOPS- CIOH. Cartagena.
- GARAY, J.A. 1993. Basuras Marinas en Colombia. Bol. Cient. CIOH No. 13. Cartagena, Colombia.
- GARAY, J.A. et al. 2001. Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacífico colombiano. Red de vigilancia para la conservación y protección de la calidad de las

- aguas marinas y costeras. Informe Final 2001. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andrés". Tomo I. Anexo 1. 16 p.
- GARAY, J.A. y BERMUDEZ, H. 1997. Estimación de los residuos vertidos por los buques en los puertos Colombianos. Informe final. consultoria Proyecto La Iniciativa del Gran Caribe para los residuos de los buques OMI. Cartagena
- GARAY, J.A. y L.A. CASTRO 1993. Niveles de hidrocarburos del petróleo en la isla de San Andrés Caribe Colombiano. Bol. Cient. CIOH No. 13. Cartagena, Colombia.
- GARAY, J.A., et al, 2001, Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y pacífico colombiano. Red de vigilancia para la protección y conservación de la calidad de las aguas marinas y costeras. Tomo II. Informe Final. INVEMAR. 260 p.
- GARAY, J.A., et al, 2002. Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y pacífico colombiano. Red de vigilancia para la protección y conservación de la calidad de las aguas marinas y costeras. Diagnóstico 2002. INVEMAR. 263 p
- GARAY, J; CASTRO, L.A. OSPINA, C. 1992. Contaminación por hidrocarburos derivados del petróleo en el litoral Caribe colombiano, Cispata hacia Riohacha. Bol.Cient.CIOH, No 10.
- GARZÓN-FERREIRA, J. 1998. Problemática ambiental en los mares colombianos. Colombia patria de tres mares Expolisboa 98. pp 214 220
- GESAMP. 1980. A sea of troubles. IMO/FAO/UNESCO-IOC/ WMO/WHO/IAEA /UN/UNEP Joint Group of Experts on the scientific Aspects of Marine Environmental Protection (GESAMP). Reports and Studies. No. 10. 23 p.
- GESAMP. 2001. A sea of troubles. IMO/FAO/UNESCO-IOC/ WMO/WHO/IAEA /UN/UNEP Joint Group of Experts on the scientific Aspects of Marine Environmental Protection (GESAMP). Reports and Studies. No. 70. 35 p.
- GOLDBERG, 1975. La salud de los océanos. Ed. McGrawHill. Roma.
- IDEAM, 2001. El medio ambiente en Colombia. 2a Ed. Pablo Leyva.
- INVEMAR, 2001. Diagnóstico de la Calidad Ambiental Marina en el Caribe y Pacífico Colombiano. Red de Vigilancia de la Calidad de las Aguas marinas y Costeras. Informe Final. Proyecto FONAM BID, MMA INVEMAR. Santa Marta.
- INVEMAR, 2002. Diagnóstico de la Calidad Ambiental Marina en el Caribe y Pacífico Colombiano. Red de Vigilancia de la Calidad de las Aguas marinas y Costeras. Informe Final. INVEMAR. Santa Marta.
- INVEMAR, 2002. Informe del Estado de los Ambientes Marinos y Costeros en Colombia: Año 2001. 178 p. (Serie de publicaciones Periódicas / INVEMAR; no. 8) ISSN: 1692-5025.

- INVEMAR, 2003. Diagnóstico de la Calidad Ambiental Marina en el Caribe y Pacífico Colombiano. Red de Vigilancia de la Calidad de las Aguas marinas y Costeras. Informe Final. INVEMAR. Santa Marta.
- MARÍN, B. 2001. Informe Final Inventario de Fuentes Terrestres de Contaminación al Mar en el Caribe Colombiano. PNUD INVEMAR. Santa Marta.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. Logros y avances de la gestión ambiental en Colombia. "Proyecto Colectivo Ambiental". Informe de Gestión 1998 - 2002. Ministerio de Medio Ambiente. Bogotá. 347 p.
- PNUMA, 1999. Diagnóstico regional sobre las actividades y fuentes terrestres de contaminación que afectan los ambientes marinos, costeros y dulceacuícolas en el Pacífico sudeste. Programa de Mares Regionales del PNUMA No. 169. 106 p.
- PNUMA. 1999. Evaluación sobre fuentes terrestres y actividades que afectan al medio marino, costero y de aguas dulces asociadas en la región del Gran Caribe. Programa de las Naciones Unidas para el medio Ambiente. Informes y estudios del Programa mares Regionales. No. 172. 134 p.
- RAMIREZ, G. 1988. Residuos de Plaguicidas Organoclorados en los Sedimentos de la CGSM. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras, INVEMAR No. 18. Santa Marta.
- RAMIREZ, G. 1995. Análisis de Residuos de Organoclorados en los Sedimentos de las Zonas de Manglar de la CGSM y la Bahía de Chengue. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras, INVEMAR No. 24. Santa Marta.
- CAMPOS, N.H. 1989. Contenido de metales pesados en el chivo mapale, *Cathorops spixi* de Ciénaga Grande de Santa Marta. Mem. VI Sem Nal Cien. Tecnol Mar, Diciembre 5-6 y 7. Bogotá.
- CASANOVA R.F. y CALERO, L.A. 1997. Evaluación de algunos parámetros fisicoquímicos y sustancias contaminantes en el Pacífico colombiano. CCCP, Boletín. Científico No. 6: 29-44. Tumaco.
- COMUNIDAD ANDINA. 2001. Segundo Taller "Conservación de Ecosistemas Transfronterizos y Especies Amenazadas". Lima. Peru. http://www.comunidadandina.org/desarrollo/t2_d2a2.htm
- CPPS, 1981. Convenio para la protección del medio marino y la zona costera del Pacífico sudeste. www.cco.gov.co
- DUURSMA, E.K., MARCHAND, M., 1974. Aspects of organic marine pollution. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*. 12: 315-431.
- ESCOBAR, N., A. 1988. Estudio de algunos aspectos ecológicos y de la contaminación bacteriana en la Bahía de Santa Marta. Colombia. Tesis Univ. Antioquia, 1896 p.

- GARAY, J y VÉLEZ AM. 2004. Programa Nacional de Investigación, Evaluación, Prevención, Reducción y Control de Fuentes Terrestres y Marinas de Contaminación al Mar PNICM. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andrés"-INVEMAR. Santa Marta. 110p.
- GARZON-FERREIRA, J. 1998. Problemática ambiental en los mares colombianos. Colombia patria de tres mares Expolisboa 98. pp 214 220
- GARZÓN-FERREIRA, J. 1999. Evaluación rápida de estructura y salud de las formaciones coralinas de la isla de Malpelo (Pacífico colombiano). Bol. Invest. Mar. Cost. (28):137-154
- GESAMP, 1990. Joint Group of Experts on the Scientific Aspect of Marine Pollution: the State of the Marine Environment UNEP Regional Seas Report and Studies No. 115, UNEP.
- GESAMP. 2001. A sea of troubles. IMO/FAO/UNESCO-IOC/ WMO/WHO/IAEA /UN/UNEP Joint Group of Experts on the scientific Aspects of Marine Environmental Protection (GESAMP). Reports and Studies. No. 70. 35 p.
- HARRISON, J, y PERRY, B. 1975. Human effects from oil discharges. En: La contaminación marina en el Pacífico Colombiano bajo un enfoque social y económico. Bol. Cient. CCCP, No 5.
- ICA, 2003. Comercialización de plaguicidas 2000. Ministerio de agricultura y Desarrollo Rural. Bogota, 80 p.
- INVEMAR. 2001. Informe Técnico Final Proyecto: "Establecimiento de valores indicativos del grado de contaminación de tóxicos químicos y microorganismos de origen fecal, como base para la expedición de normativas de la calidad de las aguas marinas de Colombia". INVEMAR/COLCIENCIAS. Santa Marta.
- INVEMAR, 2002. Informe del Estado de los Ambientes Marinos y Costeros en Colombia: Año 2001. Ospina-Salazar Gh; Acero, A (Eds). Medellín: Cuartas Impresores, 2002. 178 p. (Serie de publicaciones Periódicas / INVEMAR; no. 8) ISSN: 1692-5025.
- INVEMAR, 2003. Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: año 2002. Serie de Publicaciones periódicas, No. 8. (Eds) Medellín: Servigráficas, 178 p.
- INVEMAR. 2004. 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 2004. Santa Marta. Informe final, 298p.
- ISLAM, MD. S. y M. TANAKA. 2004. Impacts of pollution on coastal and marine ecosystems including coastal and marine fisheries and approach for management: a review and synthesis. Marine Pollution Bulletin. 48: 624649.
- JOLY, C., 1993. Plant nutrient management and the environment. In: Prevention of Water Pollution

- by Agriculture and Related Activities. Proceedings of the FAO Expert Consultation, Santiago, Chile, 2023 October 1992. Water Report 1, FAO, Rome, pp. 223245.
- KANNAN, 1992. Robust Estimation of Stochastic Segment Models for Word Pesticides. (context) - Kannan 1992. Washington. Boston University MS Thesis, 1992.
- LEYVA, P. 1992a. Colombia Pacifico. Tomo 1. Proyecto biopacífico INDERENA - DNP - GEF- PNUD COL/92/G31. Fondo para la Protección del Medio Ambiente “José Celestino Mutis” FEN COLOMBIA. Documento en línea, disponible desde Internet en: <http://www.banrep.gov.co/blaavirtual/letra-p/pacific1/cap1.htm>.
- _____. 1992b. Tomo 2. Documento en línea, disponible desde Internet en: <http://www.banrep.gov.co/blaavirtual/letra-c/cpacif2/53.htm>.
- MARGALEF R. Ecología. 1982. Ediciones Omega, Barcelona. 951 p.
- MARPOL, 73/78. Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques.
- MORALES, C. 2001. Las nuevas fronteras tecnológicas: promesas, desafíos y amenazas de los transgénicos. Santiago de Chile, CEPAL. Serie desarrollo productivo No. 101.
- MORIARTY, F., 1978. Organochlorine insecticides: persistent organic pollutants. Academic Press. London. 278p.
- NIVIA, E. 2000. Mujeres y plaguicidas. Una mirada a la situación actual, tendencias y riesgos de los plaguicidas. Rapalmira-Ecofondo-PAN. Cali, Colombia, 2000. 113 p.
- ODUM. E. 1983. Ecología. 3ra ed. InterAmericana. México 639 p.
- PHILLIPS, D.J.H. y P. RAINBOW. 1993. Biomonitoring of trace aquatic contaminants. Elsevier Science Publisher Ltd., Londres, 371 p.
- RHEINHEIMER, G. 1987. Microbiología de las aguas. Editorial S.A. Zaragoza 287 p.
- SÁNCHEZ PÁEZ, H. ALVAREZ-LEON, R. y O. ARIEL. 1997. Diagnóstico y zonificación preliminar de los manglares del Pacífico de Colombia. OIMT/MMA, Santafé de Bogotá. 343 p.
- TEJADA, C. L. CASTRO, A. NAVARRETE, T. CARDONA, L. OTERO, F. AFANADOR, A. MOGOLLÓN y W. PEDROZA. 2003. Panorama de la Contaminación Marina del Pacífico Colombiano. Centro Control Contaminación del Pacífico. Ed. DIMAR. Serie Publicaciones Especiales Vol. 3, San Andrés de Tumaco, 120 pp.
- VARGAS, D. 2002. Caracterización y determinación de los cambios espacio-temporales (1989 2000) en el bosque de manglar del complejo de las bocanas de Guapi Iscuandé, Pacífico colombiano, mediante la aplicación de sensores remotos. Tesis.

- VESGA E, & L.A. ARENAS. 1990. Toxicología analítica. Universidad Industrial de Santander. Departamento de Ciencias Fisiológicas.
- VIDES, M.P. y P.C. SIERRA-CORREA (Eds.). 2003. Atlas de Paisajes Costeros de Colombia. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras -INVEMAR- y Corporación Autónoma Regional y de Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina -CORALINA-. Santa Marta, Colombia. 132p. (Serie Documentos Generales de INVEMAR No. 16).
- WALKER, C and David R. LIVINGSTONE, 1992. Persistent pollutants in marine ecosystems. A special publication of SETAC. Pergamon Press, New York.
- WRI-World Resources Institute. 2000. A Guide to World Resources 2000-2001: People and Ecosystems: The fraying Web of Life. Resume. United Nations Development Programme, the United Nations Environment Program, the World Bank, and the World Resources Institute. Elsevier Science Ltd. The Boulevard. Oxford. 36 p.

