



Actividades adelantadas por la Armada Nacional en
la protección del medio ambiente marino en la Bahía
de Cartagena

Teófilo Acosta Barrero

Trabajo de grado para optar al título profesional:
Curso de Altos Estudios Militares (CAEM)

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”
Bogotá D.C., Colombia

2001

TEFO
1471

**“ACTIVIDADES ADELANTADAS POR LA ARMADA NACIONAL EN
LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE MARINO EN LA BAHÍA
DE CARTAGENA”**

CAPITAN DE CORBETA TEOFILO ACOSTA BARRETO

CAPITAN DE CORBETA TEOFILO ACOSTA BARRETO

Trabajo de investigación para optar el título de Especialista en
Comando y Estado Mayor.

**ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA
CENTRO DE ESTUDIOS ESTRATÉGICOS**

Bogotá D. C.

2001

Tesis
1471

**“ACTIVIDADES ADELANTADAS POR LA ARMADA NACIONAL EN
LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE MARINO EN LA BAHÍA
DE CARTAGENA”**

CAPITAN DE CORBETA TEOFILO ACOSTA BARRETO

Trabajo de investigación para optar el título de Especialista en
Comando y Estado Mayor

A mi esposa Blanca Nuvia, a mis hijos
Andrés Felipe y Laura Juliana por su
ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA insión durante el
CENTRO DE ESTUDIOS ESTRATÉGICOS la presente
investigación

Bogotá D. C.

2001

RESPONSABILIDAD DEL INVESTIGADOR

Los conceptos expresados en el presente trabajo son los resultados de las consultas e investigaciones del autor, con las fuentes debidamente autorizadas, al igual que sus conclusiones y recomendaciones, los cuales fueron abordados desde la perspectiva investigativa y académica.

Con base en lo anterior las Fuerzas Militares de Colombia y la Escuela Superior de Guerra se encuentran exentas de toda responsabilidad que se derive de las expresiones del pensamiento del autor.

A mi esposa Blanca Nubia, a mis hijos Andrés Felipe y Laura Juliana por su paciencia y comprensión durante el tiempo dedicado a la presente investigación.

RESPONSABILIDAD DEL INVESTIGADOR

Pág.

Los conceptos expresados en el presente trabajo son los resultados de las consultas e investigaciones del autor, con las fuentes debidamente autorizadas, al igual que sus conclusiones y recomendaciones; los cuales fueron abordados desde la perspectiva investigativa y académica.

21

1.2 CONSECUENCIAS DE LA CONTAMINACIÓN ORGÁNICA 22

1.3 EL AZOTE DE LOS DETERGENTES 23

Con base en lo anterior las Fuerzas Militares de Colombia y la Escuela Superior de Guerra se encuentran exentas de toda responsabilidad que se derive de las expresiones del pensamiento del autor.

28

1.7 CONTAMINACION RADIATIVA 30

1.8 CONTAMINACION TERMICA 32

2. PERSPECTIVA REGIONAL SOBRE LAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN DE ORIGEN TERRESTRE EN LA REGIÓN DEL GRAN CARIBE 33

2.1 AGUAS SERVIDAS 36

2.2 HIDROCARBUROS DEL PETRÓLEO 38

2.3 SEDIMENTACION Y ENTARQUINAMIENTO 42

2.4	NUTRIENTES	43
2.5	PLAGUICIDAS	48
2.6	DESECHOS SÓLIDOS	48
CONTENIDO		
2.7	SUSTANCIAS TÓXICAS	51
2.8	PROGRAMA CEPPOL	54
	INTRODUCCIÓN	16
2.9	PRÁCTICAS DE MANEJO PARA LA ELIMINACIÓN DE DESECHOS	56
1.	CONTAMINACIÓN MARINA	20
1.1	CONTAMINACION DOMESTICA	21
1.2	CONSECUENCIAS DE LA CONTAMINACIÓN ORGANICA	22
1.3	EL AZOTE DE LOS DETERGENTES	23
1.4	CONTAMINACION IDUSTRIAL	24
1.5	CONTAMINACION POR HIDROCARBUROS	25
1.6	CONTAMINACION POR DDT Y PCB	28
1.7	CONTAMINACION RADIOACTIVA	30
1.8	CONTAMINACION TERMICA	32
2.	PERSPECTIVA REGIONAL SOBRE LAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN DE ORIGEN TERRESTRE EN LA REGIÓN DEL GRAN CARIBE	33
2.1	AGUAS SERVIDAS	36
2.2	HIDROCARBUROS DEL PETRÓLEO	39
2.3	SEDIMENTACION Y ENTARQUINAMIENTO	42

2.4	NUTRIENTES	43
2.5	PLAGUICIDAS	46
2.6	DESECHOS SÓLIDOS FLOTANTES Y DESECHOS MARINOS	48
2.7	SUSTANCIAS TÓXICAS	51
2.8	PROGRAMA CEPPOL	54
2.9	PRACTICAS DE MANEJO PARA LA ELIMINACIÓN DE DESECHOS	56
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		188
3.	CONVENIOS SOBRE CONTAMINACIÓN DEL MAR	58
3.1	CONVENIO INTERNACIONAL PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN DEL MAR POR BUQUES (MARPOL 73/78)	59
3.1.1	Aspectos generales del MARPOL 73/78	59
3.1.2	Estructura y componentes del MARPOL 73/78	61
3.1.3	Exigencias generales que se derivan del MARPOL 73/78	64
3.1.4	Aplicaciones del Anexo I (Reglas para prevenir la contaminación por hidrocarburos)	70
3.1.5	Aplicaciones del Anexo II (Prevención de la contaminación por sustancias nocivas líquidas transportadas a granel)	85
3.2	ACTIVIDADES A NIVEL NACIONAL PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN MARINA	101
3.3	MEDIDAS PREVENTIVAS PARA MITIGAR LA DEPREDACIÓN AMBIENTAL	115

4.	CAOS ECOLÓGICO EN CARTAGENA	117
4.1	ESTUDIO DE LA BAHÍA INTERIOR DE CARTAGENA	121

LISTA DE TABLAS

CONCLUSIONES	159
--------------	-----

Pág

RECOMENDACIONES	162
-----------------	-----

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	166
----------------------------	-----

BIBLIOGRAFÍA	174
--------------	-----

Tabla 1. Estimado de las cargas de sedimentos de ríos que fluyen en áreas costeras de la Región del Gran Caribe.	43
--	----

Tabla 3. Promedio anual del uso de fertilizantes en países de la Región del Gran Caribe durante el periodo 1976-2000.	46
---	----

Tabla 4. Promedio anual del uso de plaguicidas en países de la Región del Gran Caribe durante el periodo 1974-1984.	47
---	----

Tabla 5. Numero de refineras de petróleo y capacidad de refinación en los países de la Región del Gran Caribe.	53
--	----

Tabla 6. Áreas subregionales dentro de la Región del Gran Caribe y países que la componen.	56
--	----

LISTA DE TABLAS

Tabla 7. Fuentes de contaminación de la Bahía de Cartagena.	126
	Pág.
Tabla 1. Crecimiento estimado de la población en las áreas costeras de los países de la Región del Gran Caribe para el periodo 1980-2000.	37
Tabla 8. Residuos oleosos generados por los buques que arriban al puerto.	129
Tabla 2. Estimado de las cargas de sedimentos de ríos que alcanzan áreas costeras de la Región del Gran Caribe.	43
Tabla 10. Cargas aportadas por las fuentes de contaminación de ríos.	128
Tabla 3. Promedio anual del uso de fertilizantes en países de la Región del Gran Caribe durante el periodo 1979-2000.	46
Tabla 4. Promedio anual del uso de plaguicidas en países de la Región del Gran Caribe durante el periodo 1974-1984.	47
Tabla 5. Numero de refinerías de petróleo y capacidad de refinación en los países de la Región del Gran Caribe.	53

Tabla 6. Áreas subregionales dentro de la Región del Gran Caribe y países que la componen.	56
--	----

LISTA DE FIGURAS

Tabla 7. Fuentes de contaminación de la Bahía de Cartagena.	126
---	-----

Figura 1. Paisaje típico de una playa marina sin contaminar.	145
--	-----

Tabla 8. Relación de muelles ubicados en la Bahía de Cartagena, según tipo de actividad.	129
--	-----

Figura 2. Residuos contaminantes del mar.	146
---	-----

Tabla 9. Residuos oleosos generados por los buques que arriban al puerto de Cartagena.	129
--	-----

Figura 4. Bahía marina sin contaminar.	148
--	-----

Tabla 10. Cargas aportadas por las fuentes de contaminación de residuos líquidos a la Bahía de Cartagena.	131
---	-----

Figura 5. Actividades humanas que generen contaminación marina.	149
---	-----

Figura 6. Playa marina en gran estado de contaminación.	150
---	-----

Figura 7. Puerto contaminado con residuos orgánicos e inorgánicos.	151
--	-----

Figura 8. Recogida de un vertido de petróleo en el mar.	152
---	-----

Figura 9. Río contaminado, transportando contaminación marina desde la tierra.	153
--	-----

Figura 10.	Ubicación geográfica de la Bahía de Cartagena.	154
Figura 11.	Ubicación de LISTA DE FIGURAS en la Bahía de Cartagena.	155
		Pág.
Figura 1.	Paisaje típico de una playa marina sin contaminar.	145
Figura 12.	Movimiento de aguas de la Bahía de Cartagena en época seca.	156
Figura 2.	Residuos contaminantes del mar.	146
Figura 13.	Movimiento de aguas de la Bahía de Cartagena en época de lluvias.	157
Figura 3.	Fuentes de contaminación del mar.	147
Figura 4.	Bahía marina sin contaminar.	148
Figura 14.	Esquema de sistema de retención de residuos líquidos en un yate.	158
Figura 5.	Actividades humanas que generan contaminación marina.	149
Figura 6.	Playa marina en gran estado de contaminación.	150
Figura 7.	Puerto contaminado con residuos orgánicos e inorgánicos.	151
Figura 8.	Recogida de un vertido de petróleo en el mar.	152
Figura 9.	Río contaminado, transportando contaminación marina desde la tierra.	153

Figura 10.	Ubicación geográfica de la Bahía de Cartagena.	154
Figura 11.	Ubicación de los principales muelles en la Bahía de Cartagena.	155
Figura 12.	Movimiento de aguas de la Bahía de Cartagena en época seca.	156
Figura 13.	Movimiento de aguas de la Bahía de Cartagena en época de lluvias.	157
Figura 14.	Esquema de sistema de retención de residuos líquidos en un yate.	158

CONTAMINANTE: Es cualquier elemento, combinación de elementos o forma de energía, que produzca alteración ambiental. Este puede ser química, física o biológica.

GLOSARIO

CONTAMINACIÓN MARINA: Es la introducción por el hombre en el ambiente marino de sustancias o energías que causan efectos deletéreos, perjudiquen los recursos vivos, constituyan un peligro para la salud del hombre, obstaculicen las actividades marinas, comprendida la pesca, manobran la calidad y, por lo tanto,

ADMINISTRACION: Es el gobierno del Estado bajo cuya autoridad opera el buque. (Estado de pabellón).

BIOCIDA: Sustancia química de amplio espectro capaz de destruir los organismos el uso del agua del mar y reducen sus atractivos vivos.

DERIVADO: Es la introducción en el medio marino, por cualquier causa, de hidrocarburos y mezclas de sustancias nocivas. Comprende todo tipo de marino y costero, incluidos sus niveles de organización, espacio temporal, su evacuación, escape, rebalse, fuga, descargas, achique, emisión o vaciamiento material genético y variabilidad implícita.

BIODIVERSIDAD MARINA Y COSTERA: Es la riqueza de seres vivos del medio proveniente de buques, aeronaves, artefactos navales, instalaciones terrestres, estructuras flotantes y fijas al lecho marino.

BUQUE: Todo tipo de embarcación que opera en el medio marino.

DESCARGA: Derivado procedente de un buque por cualquier causa, el artículo hace algunas excepciones.

BUQUES QUIMICEROS: Son buques construidos o adaptados para transportar principalmente sustancias nocivas líquidas a granel, en este termino se incluyen los petroleros.

EUTROFIZACIÓN: Acumulación de residuos orgánicos en el agua de lagos y mares, que causa la proliferación de ciertas algas.

CERTIFICADO NLS: Es una denominación del certificado internacional de prevención de la contaminación para el transporte de sustancias nocivas líquidas a granel.

GESAMP: Grupo mixto de expertos OMI, FAO, UNESCO, OMM, OMS, OIEA, NU, PHUMA, sobre aspectos científicos de la contaminación de las aguas del mar.

CONTAMINANTE: Es cualquier elemento, combinación de elementos o forma de energía, que produzca alteración ambiental. Esta puede ser química, física o biológica.

CONTAMINACIÓN MARINA: Es la introducción por el hombre en el ambiente marino de sustancias o energías que causen efectos deletéreos, perjudiquen los recursos vivos, constituyan un peligro para la salud del hombre, obstaculicen las actividades marinas, comprendida la pesca, menoscaben la calidad y, por lo tanto, el uso del agua del mar y reduzcan sus atractivos.

MEDIO AMBIENTE MARINO: Se entiende al suelo y subsuelo marino, las aguas

DERRAME: Es la introducción en el medio marino, por cualquier causa, de hidrocarburos y mezclas de sustancias nocivas. Comprende todo tipo de evacuación, escape, rebase, fuga, descargue, achique, emisión o vaciamiento proveniente de buques, aeronaves, artefactos navales, instalaciones terrestres, estructuras flotantes y fijas al lecho marino.

REGLAS: Son todas las normas contenidas en los diferentes anexos.

DESCARGA: Derrame procedente de un buque por cualquier causa, el artículo hace algunas excepciones. Las que habitan sobre materias orgánicas en descomposición.

EUTROFIZACIÓN: Acumulación de residuos orgánicos en el agua de lagos y mares, que causa la proliferación de ciertas algas.

evaluadas por el GESAMP e incluidas por la OMI dentro de las categorías A, B, C o

GESAMP: Grupo mixto de expertos OMI, FAO, UNESCO, OMM, OMS, OIEA, NU, PNUMA, sobre aspectos científicos de la contaminación de las aguas del mar.

HIDROCARBURO: Es el petróleo en todas sus manifestaciones incluidos los crudos de petróleo, el fuel oil, aceite diesel pesado, aceite lubricante y residuos petrolíferos.

INSTALACIONES MARPOL DE RECEPCIÓN: Son factorías cuya actividad es la recepción y almacenaje de residuos, sometiéndolos a tratamientos específicos con el fin de recuperar los residuos aprovechables, destruyendo aquellos que no lo son, bajo unos controles exhaustivos.

MEDIO AMBIENTE MARINO: Se entiende el suelo y subsuelo marino, las aguas supradyacentes, en la zona costera y los recursos naturales que allí se encuentran.

OMI: Organización Marítima Internacional.

REGLAS: Son todas las normas contenidas en los diferentes anexos.

SAPROBIOSIS: Organismos que habitan sobre materias orgánicas en descomposición.

SUSTANCIAS NOCIVAS LIQUIDAS: Son aquellas sustancias que han sido evaluadas por el GESAMP e incluías por la OMI dentro de las categorías A, B, C o D.

SUSTANCIA PERJUDICIAL: Cualquier sustancia cuya introducción en el mar ocasione riesgos para la salud humana, flora, fauna y recursos del medio marino o entorpezca los usos legítimos del agua de mar.

SUSTANCIAS QUÍMICAS LIQUIDAS PELIGROSAS O NOCIVAS: Sustancias químicas que pueden ser de cuidado por su peligrosidad para la vida humana y/o por su potencial contaminante del mar.

VERTIMIENTO: Es la evacuación deliberada al ambiente de desechos u otras sustancias o materiales con capacidad de producir alteración o daño al medio.

ZONAS ESPECIALES: Son extensiones de mar definido en el Anexo II, por sus características especiales derivadas de sus condiciones oceanográficas y ecológicas y el carácter particular de su tráfico marítimo, que hacen necesario adoptar procedimientos especiales obligatorios para prevenir la contaminación del mar por sustancias nocivas líquidas.

Nuestro ambiente marino es un sistema dinámico que cambia constantemente; en él se producen los elementos que suplen las necesidades básicas del hombre

tales como: la alimentación, el oxígeno, la recreación y constituye, además, un laboratorio natural para el estudio de la vida del hombre en el globo terráqueo.

INTRODUCCIÓN

La vida acuática es compleja, delicada, vulnerable y su ciclo puede llegar a regularse por influencias externas como: los derrames de hidrocarburos, vertimiento de desechos orgánicos, basuras, etc.

Con el presente trabajo de investigación he querido recopilar la mayor información posible que ha sido publicada por centros e instituciones dedicadas a la investigación sobre la contaminación marina, la cual cada día es más preocupante y que gracias a gestiones de organizaciones ambientales ya se han iniciado campañas para ser minimizada, prevenida o controlada.

Los hidrocarburos se encuentran en el mar como resultado de los procesos de tipo biogénico y geoquímico que en él se desarrollan, así como de las diversas actividades humanas.

En principio trataré el tema de la contaminación marina, posteriormente la contaminación de la Región del Gran Caribe, de la cual hace parte Colombia, luego la contaminación de la Bahía de Cartagena y las actividades que esta realizando tanto el gobierno Nacional como la Armada Nacional específicamente para controlar esta novedad, así como también las normas que rigen la prevención de la contaminación marina a nivel mundial, como es el caso del Convenio MARPOL 73/78, en lo relacionado con la contaminación por hidrocarburos y el transporte y manejo de éstos.

En la costa Caribe Colombiana, existen tres zonas, consideradas como fuentes principales que aportan residuos petrolíferos al medio marino: Cartagena, Barranquilla y Santa Marta, por que poseen intenso tráfico marítimo, existe

tales como: la alimentación, el oxígeno, la recreación y constituye, además, un laboratorio natural para el estudio de la vida del hombre en el globo terráqueo. de confluencia de aportes terrestres a través del brazo principal del Río Magdalena en Barranquilla y el Canal del Dique en Cartagena.

La vida acuática es compleja, delicada, vulnerable y su ciclo puede llegar a desbalancearse por influencias externas como: los derrames de hidrocarburos, vertimiento de desechos orgánicos, basuras, etc. y esta siendo alterado por el

vertimiento de mezclas oleosas provenientes del achique de sentinas, aguas negras del alcantarillado de la ciudad y basuras de todo tipo, procedentes de los

Los hidrocarburos se encuentran en el mar como resultado de los procesos de tipo biosintético y geoquímico que en el se desarrollan, así como de las diversas actividades humanas.

El Comando de la Fuerza Naval del Atlántico, preocupado por la frecuente presencia de manchas de hidrocarburos y basuras en las aguas bajo los muelles

En Colombia las actividades marítimas y portuarias principalmente, así como los procesos de perforación de (nuevos pozos petrolíferos, con fines de autoabastecimiento, así como el transporte, refinación y uso de sus derivados, ha aumentado significativamente el aporte de estos residuos de los ríos, zonas costeras y el medio marino en general.

En la costa Caribe Colombiana, existen tres zonas, consideradas como fuentes principales que aportan residuos petrolíferos al medio marino: Cartagena, Barranquilla y Santa Marta, por que poseen intenso trafico marítimo, existe

también intensa actividad industrial de diversa índole, entre ellas el transporte, refinación y uso del petróleo y sus derivados, así como también zonas de confluencia de aportes terrestres a través del brazo principal del Río Magdalena en Barranquilla y el Canal del Dique en Cartagena.

La Bahía de Cartagena es un sistema marino y esta siendo alterado por el vertimiento de mezclas oleosas provenientes del achique de sentinas, aguas negras del alcantarillado de la ciudad y basuras de todo tipo, procedentes de los complejos habitacionales, industrias y embarcaciones que navegan sus aguas.

El Comando de la Fuerza Naval del Atlántico, preocupado por la frecuente presencia de manchas de hidrocarburos y basuras en las aguas bajo los muelles de la Base Naval ARC Bolívar, solicitó al Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH), investigar si este tipo de contaminación procedía de los buques allí surtos o por el contrario estaban siendo depositados por corrientes externas provenientes de diferentes fuentes en la Bahía de Cartagena.

El creciente deterioro de la calidad del agua marina en Cartagena ha atraído el interés del Gobierno de Colombia y de numerosas organizaciones internacionales.

El estado de la contaminación de los cuerpos de agua, incluida la Bahía de Cartagena, la Ciénaga de la Virgen y los Caños Interiores, se viene estudiando por diversas entidades gubernamentales, desde aproximadamente más de dos décadas. Particularmente el CIOH ha desarrollado varios proyectos de investigación tendientes al "Estudio, vigilancia y control de la contaminación de la Bahía de Cartagena y sus zonas adyacentes", así como actividades de divulgación a través de boletines científicos.

La tendencia actual es la de ir creando órganos de gestión capaces de coordinar y Paralelamente se han llevado a cabo otras actividades como cursos de capacitación, seminarios y talleres de trabajo, a nivel nacional e internacional, donde se ha tomado a la Bahía de Cartagena como estudio de caso, estableciéndose un diagnóstico ambiental de la misma y las estrategias para su recuperación. Así mismo, el Centro ha publicado tres ediciones del "Manual de Análisis de Parámetros Físico-químicos y Contaminantes Marinos", usado por todas las entidades nacionales que tiene que ver con los asuntos marinos.

De otra parte, como un apoyo técnico, se asesora a las capitanías, especialmente a la de Cartagena, en la identificación y caracterización de derrames de residuos del petróleo causados por embarcaciones, que permita hasta donde sea posible la identificación de los culpables.

Mares y océanos se han convertido en una fuente considerable de preocupación para los distintos estamentos administrativos de todos los países. Esta preocupación llega más allá de los organismos oficiales y cada vez más se percibe una mayor concienciación en todas las capas sociales respecto a la necesidad de aplicar soluciones ambientales, locales, globales y sectoriales a la degradación continua de los mares, especialmente en las zonas explotadas por el hombre.

Uno de los problemas de mayor actualidad, no solo de oceanografía sino también de ecología, que ha conseguido escapar del círculo más o menos restringido de estudiosos y técnicos y que ha impresionado a la opinión pública, es el de la contaminación del mar.

La tendencia actual es la de ir creando órganos de gestión capaces de coordinar y dar soluciones a los retos medioambientales que surgen o surgirán en el futuro.

Esto se debe esencialmente a la rapidez con que la contaminación misma se ha difundido en pocos años (puede decirse que desde la época de la segunda guerra mundial) sobre casi todos los mares y océanos. Para obviar el peligro que las contaminaciones de cualquier naturaleza representan para las plantas, los animales y en general para todos los organismos, entre ellos el hombre, en casi todos los países técnicamente avanzados se están llevando a cabo investigaciones sobre el tema. Hoy es posible basarse en una gran cantidad de datos que ayudarán en las futuras investigaciones y en las técnicas a seguir para reducir al mínimo posible la contaminación.

En líneas generales son cuatro las fuentes de polución: doméstica o urbana, industrial, térmica y radiactiva y cabe añadir hoy la debida a la agricultura.

1.1 CONTAMINACIÓN DOMESTICA

1. CONTAMINACIÓN MARINA

Hasta ahora era debido a las actividades de las ciudades y pueblos, y se identificaban prácticamente con la llamada contaminación orgánica. La contaminación urbana determina esencialmente el aumento de la materia orgánica presente en el mar poco profundo, en las proximidades de las ciudades y de los vertederos de basura. La aparición de algas a veces condiciones de eutrofización, y más a estudiosos y técnicos y que ha impresionado a la opinión pública, es el de la eutrofización. Ciertas sustancias contaminantes pueden ser nocivas para el hombre y los animales. Algunas, como los hidrocarburos, hacen desagradables sus carnes.

Esto se debe esencialmente a la rapidez con que la contaminación misma se ha difundido en pocos años (puede decirse que desde la época de la segunda guerra mundial) sobre casi todos los mares y océanos. Para obviar el peligro que las contaminaciones de cualquier naturaleza representan para las plantas, los animales y en general para todos los organismos, entre ellos el hombre, en casi todos los países técnicamente avanzados se están llevando a cabo investigaciones sobre el tema. Hoy es posible basarse en una gran cantidad de datos que ayudarán en las futuras investigaciones y en las técnicas a seguir para reducir al mínimo posible la contaminación.

Un tipo de contaminación orgánica doméstica es el de los residuos no biodegradables que llegan directamente al mar desde las ciudades ribereñas. En los residuos, que contienen a menudo heces todavía intactas o lo que se ve por tiradas por máquinas especiales que deshacen la sustancia contaminante haciéndola invisible. En líneas generales son cuatro las fuentes de contaminación: doméstica o urbana, industrial, térmica y radiactiva y cabe añadir hoy la debida a la agricultura.

1.1 CONTAMINACIÓN DOMESTICA

Hasta ahora era debida a las descargas de las cloacas de ciudades y pueblos, y se identificaban prácticamente con la llamada contaminación orgánica. La contaminación urbana determina esencialmente el aumento de la materia orgánica presente en el mar poco profundo, en las proximidades de las ciudades y de los vertederos de basuras, la privación de oxígeno, a veces condiciones de saprobiosis, y más a menudo condiciones de eutrofización. Ciertas sustancias contaminantes pueden conferir sabor y olor desagradables al agua e, ingeridas en ocasiones por los peces, hacen desagradables sus carnes.

Indicadores de contaminación orgánica son los nitritos y los nitratos, que generalmente indican también eutrofización. Los nitritos derivan de la oxidación del amoníaco en presencia de oxígeno, operada por bacterias autótrofas quimiosintéticas, e indican la intensidad de los fenómenos oxidativos que se desarrollan en el mar. Los nitratos representan el último estadio de oxidación.

Un tipo de contaminación orgánica doméstica es el de los residuos no tratados que llegan directamente al mar desde las ciudades ribereñas. En los residuos, que contienen a menudo heces todavía intactas o, lo que es peor, trituradas por máquinas especiales que deshacen la sustancia contaminante haciéndola invisible

y, por tanto, más peligrosa aún, pueden encontrarse numerosos gérmenes patógenos, sobre todo salmonellas, causantes de la fiebre tifoidea y de los paratífus, el estreptococo fecal y el virus de la hepatitis infecciosa o hepatitis vírica. Estos gérmenes no siempre actúan sobre los bañistas, pero representan en cualquier caso un peligro potencial, sobre todo para los ancianos y los niños, que son los más vulnerables.

Junto a los centros de población hay además residuos de todo género, carroñas de pollos, perros, gatos, costillas y huesos descarnados de grandes mamíferos, así como multitud de envases de plástico que en los últimos años han invadido el mercado y que en general no son biodegradables.

1.2 CONSECUENCIAS DE LA CONTAMINACIÓN ORGÁNICA

Los efectos de la polución orgánica sobre la comunidad marina dependen principalmente de la cantidad de contaminante introducido, pero son modificados por factores tales como la configuración del fondo, las mareas y las corrientes, que influyen sobre la difusión de los contaminantes así como sobre la duración de la exposición a los mismos de los distintos organismos. También el peso específico de los elementos contaminantes influye sobre su difusión.

El aceite procedente de los restos de latas de pescado flota por espacio de varios días cerca de las orillas, dañando más a las algas de la capa superior que a las de la capa inferior.

Una de las características de la contaminación orgánica (y probablemente también de la de otros tipos) es la reducción que provoca en el número de especies.

1.3 EL AZOTE DE LOS DETERGENTES

Los detergentes determinan un descenso de la tensión superficial del agua, con alteraciones incluso imprevisibles de la vida relacionada con la capa superficial. Los detergentes actualmente involucrados en la contaminación, y cuyo empleo aumenta constantemente, son los detergentes no biodegradables, que no pueden ser degradados por bacterias ni por ningún otro organismo. Son típicos los detergentes aniónicos, sobre todo los duros, del tipo de los tetrapropilen-benceno-sulfonados, que se acumulan en la superficie formando densas espumas debidas a la disminución de la tensión superficial del agua, y que por sí mismo ejercen efectos letales sobre cualquier forma de vida marina.

Detergentes biodegradables de reciente concepción, tal como la sal sódica del ácido nitrilotriacético (o ácido triglicolámico), no han sido todavía suficientemente

estudiados desde el punto de vista biológico y se ignora si son cancerígenos o no. Cabe advertir además que la biodegradación se lleva a cabo en instalaciones especiales en las que normalmente tienen lugar una oxidación y degradación parcial del detergente en los canales de acceso a la instalación de tratamiento, lo que en algunos países sería muy difícil, toda vez que los canales de acceso no contienen una cantidad suficiente de oxígeno, como consecuencia de la misma contaminación del agua.

1.4 CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL

Como es fácil de imaginar, no hay prácticamente ninguna industria que no contribuya de alguna manera a la contaminación marina. La industria química, por ejemplo, elimina cloro amoníaco, anhídridos, sulfatos, sulfuros, sulfocianuros, fósforo, cloruros, hipocloritos, alcohol metílico, ácidos fuertes, etc., casi todos perjudiciales para los organismos. La industria metalúrgica descarga ácido sulfúrico, amoníaco, sales metálicas, etc., sumamente nocivos para la vida. Destilerías, refinerías de azúcar y fábricas de cerveza eliminan sustancias orgánicas que en general se limitan a determinar privaciones de oxígeno y condiciones de saprobiosis. Las fábricas de cemento, canteras y minas eliminan polvos inertes que pueden perjudicar a los animales, sobre todo al revestir las superficies respiratorias, y metales pesados que, aunque poco solubles, son muy tóxicos. La industria petroquímica elimina hidrocarburos, algunos de los cuales son cancerígenos.

Las industrias textiles y de fibras sintéticas eliminan alcohol, anhídridos, ácidos e hidratos, todos más o menos nocivos para la fauna marina; las fibras naturales, si llegan al mar, determinan privación de oxígeno y desaparición de organismos saprobios. Las industrias papeleras y de la madera (o de la celulosa) descargan en el mar o en los ríos ácidos, sobre todo nítrico y sulfúrico, sales - cloruro de calcio - anhídridos, etc., todos ellos más o menos perjudiciales para los organismos; los residuos de la celulosa descargados en las bahías, golfos, etc., o en un mar relativamente cerrado, determinan eutrofización, con la aparición de ciertas especies y desaparición de muchas otras. El ácido láctico eliminado por la industria láctea y quesera, si no está bien diluido, es muy tóxico para los peces.

Y la pérdida de impermeabilización, a la que a menudo sigue la muerte. Para los

1.5 CONTAMINACIÓN POR HIDROCARBUROS

son gravemente por la
polución debida a los hidrocarburos.

Entre los contaminantes industriales, los hidrocarburos constituyen hoy una de las principales fuentes de polución. Dado que, como se dirá más adelante, muchos hidrocarburos son cancerígenos, la contaminación por estas sustancias es una de las más peligrosas. En medio de la amplia gama de sustancias que se encuentran en el mar, los hidrocarburos se hallan presentes en estado de emulsión, a menudo invisibles al ojo humano y por tanto son particularmente peligrosos: la emulsión de hidrocarburos se deposita sobre la piel del hombre como una sutil película que, por ser liposoluble, puede ser lentamente absorbida.

Muy importante en relación con la polución marina es la limpieza de los tanques

Los hidrocarburos actualmente presentes en los mares de todo el mundo, según su origen y naturaleza, tienen efectos muy diversos sobre los distintos organismos marinos. Es deletéreo el efecto de la gasolina sobre los peces marinos; además, esta sustancia, al adherirse a las plumas de las aves, les impide volar y es motivo de que se hundan y se ahoguen.

Toda forma de polución marina ha contribuido a la disminución de diversas especies de aves; en los mamíferos marinos tiene lugar la pérdida de aislamiento térmico, de gran importancia para las especies migradoras y en general árticas, y la pérdida de impermeabilización, a la que a menudo sigue la muerte. Para los peces, el petróleo es tóxico. También los moluscos sufren gravemente por la polución debida a los hidrocarburos.

Particularmente graves son las contaminaciones marinas que siguen a una colisión o avería de un petrolero, con la consiguiente pérdida masiva de crudo o de petróleo. Se calcula que al final de la segunda guerra mundial, en las costas de los Estados Unidos, tanto en el Atlántico como en el Pacífico, yacían abandonados al menos 61 petroleros naufragados, que contenían 210 millones de galones de petróleo.

Muy importante en relación con la polución marina es la limpieza de los tanques

de los petroleros. Desde 1964 se practica el llamado load-on-top, que consiste en mezclar agua de mar con el petróleo remanente en los tanques: el petróleo se estratifica sobre el agua, que es bombeada fuera del barco, mientras que el aceite mineral, relativamente limpio, permanece en el tanque y es utilizado de nuevo. La importancia de los daños derivados de la pérdida de petróleo, aunque inevitables, puede ser limitada mediante cuidadosas operaciones de limpieza. Conviene advertir que las operaciones de limpieza de las costas afectadas por la pérdida de crudos son sumamente difíciles, ya que si, por ejemplo, se usan detergentes, es posible que el daño producido por estas sustancias a los organismos sea todavía mayor que el producido por los propios hidrocarburos.

No hay que olvidar que con frecuencia las sustancias descargadas por la industria son sustancias nocivas, refractarias a los tratamientos comunes del agua, es decir, auténticas toxinas: el ácido crómico, cianuros (muy usados en numerosos tipos de industria), ácido pícrico, derivados fenólicos, nitratos, pesticidas y detergentes, alquitrán, aceites minerales y compuestos aromáticos policíclicos ya mencionados. Elementos nocivos son también el plomo, el hierro, el arsénico, el cadmio, el cinc, el níquel, el cobalto, el selenio, y sus sales respectivas, son frecuencia insolubles y por tanto muy estables, que se depositan sobre el fondo, pero que desde éste pueden entrar de algún modo en los organismos marinos, acaso a partir de los más pequeños (algas y bacterias).

Particularmente perjudicial es la contaminación por mercurio. Si bien desde hace mucho tiempo se conocen las propiedades farmacológicas y patológicas de este elemento, que produce daños a los riñones, al hígado, al intestino y al sistema nervioso (parálisis, ceguera, pérdida del control de la palabra, etc.). Las fuentes de contaminación por mercurio son muy numerosas, puesto que su empleo afecta a un campo muy vasto: las industrias lo usan para la producción de sosa cáustica, acetaldehídos y plásticos.

Por último, hay que recordar que contaminaciones industriales de gran actualidad son las producidas por freón (dicloro-difluorometano), mercurio, plomo y otras contaminaciones atmosféricas, que por medio de la lluvia son transportados a los ríos y al mar; una fuente de contaminación es asimismo el uso de barnices antivegetativos o *anti-fouling*, empleados para evitar la adhesión de animales y plantas incrustantes en las superficies metálicas sumergidas.

1.6 CONTAMINACIONES POR DDT Y PCB

En los últimos tiempos también la agricultura se ha convertido en fuente de serias y peligrosas contaminaciones por el constante aumento del uso de sustancias químicas como fertilizantes, insecticidas, herbicidas o, en una palabra, "biocidas".

Los fertilizantes determinan la eutrofización; sólo los compuestos de amonio son nocivos para los peces. Los insecticidas, entre ellos el DDT, pueden depositarse en determinados tejidos de reserva, como el tejido adiposo, y acumularse, hasta constituir un serio peligro para los animales; algunos pueden determinar incluso la muerte de los peces.

Muchos de ellos son transportados por las corrientes o por los organismos a grandes distancias: el DDT se ha encontrado en la grasa de los pingüinos de la Antártida. Asimismo peligrosos son el HCH, el E 605 y los insecticidas que contienen arsénico. El DDT ha sido denunciado y prácticamente prohibido, porque su difusión en el mar era cada vez mayor. Los herbicidas siguen siendo usados y cada vez en mayor escala, sin que puedan preverse fácilmente el daño que causan o que podrán causar en el futuro a las poblaciones marinas. La industria produce actualmente otra sustancia todavía peor que el DDT, el llamado PCB (bifenil policlorinado). El PCB encuentra diversos empleos: se usa en el aceite de transformadores, en aislantes para condensadores eléctricos de alto voltaje; además, se emplea en cosmética (lápices labiales), en la tinta de imprimir, etc. La posibilidad de eliminación del PCB en el mar es menor que la del DDT, pero análisis recientes han demostrado que en diversos organismos la proporción PCB/DDT es mayor a uno, lo cual hace pensar que estas sustancias son más estables y tienen mayor tendencia a acumularse en los organismos marinos con relación al DDT y a los demás hidrocarburos halogenados.

1.7 CONTAMINACIÓN RADIATIVA

Los dos tipos de contaminación marina aparecidos más recientemente son el radiactivo y el térmico. El primero es determinado por la radiactividad artificial que, iniciada en 1945 con la explosión con fines bélicos de la bomba atómica en Japón por obra de los estadounidenses, se ha ido difundiendo cada vez más y está destinada a aumentar.

Esta contaminación es mucho más peligrosa que todas las demás en cuanto que las dosis de radiactividad a que está sometido un organismo dado se suman y sus efectos se manifiestan también sobre su descendencia. Y por otra parte, con los medios normales de que se dispone, no hay forma de defenderse de la presencia de la radiactividad, a diferencia de lo que ocurre con los otros tipos de polución marina.

El origen de las radiaciones artificiales se debe, en parte, a las explosiones termonucleares o atómicas y, en parte, a los residuos de las industrias nucleares.

Los organismos marinos, una vez que han acumulado en sus células los radionúclidos, modifican la distribución de éstos en el mar: después de muertos

caen al fondo y en él depositan los isótopos radiactivos; en vida algunos de ellos llevan a cabo grandes migraciones, tanto verticales como horizontales, que transportan radionúclidos de un área contaminada a otra todavía no contaminada. Muy importante a este respecto es el llamado "factor de concentración", es decir, la proporción entre la cantidad de un determinado radioisótopo en el organismo y el que hay en el ambiente: para algunos elementos el factor de concentración puede ser sumamente elevado.

La contaminación térmica se debe a la descarga de agua caliente procedente de las centrales termonucleares (reactores, etc.), que si es verídica en grandes
Las vías que los radionúclidos siguen en el mar una vez que han llegado a él, sea mediante la descarga de los ríos o por caída radiactiva, son muchas, pero la más probable es la representada por la cadena alimentaria propia del medio marino. Como consecuencia de la gran abundancia de eufausiáceos (a menos en determinados mares), de sus amplias migraciones verticales y de la importancia que tienen en la alimentación de diversos depredadores, entre ellos principalmente las ballenas, pueden ser un importante vehículo de los materiales radiactivos en los océanos. Obviamente, al transporte contribuyen luego las ballenas que se han alimentado de eufausiáceos que habían acumulado radionúclidos.

Un problema que afecta muy de cerca de la contaminación radiactiva de los mares es, por último, el de la eliminación de las escorias radiactivas, ya que en general estas escorias se arrojan al mar. Se trata de material de alta radiactividad constituido en parte por escoria de minas, residuo de la extracción del uranio, y, en

parte, por sustancias derivadas de materiales metálicos de las instalaciones industriales, que habiendo entrado en contacto con el flujo neutrónico, se han convertido en radiactivas. Se cree que, con el tiempo, estos materiales podrían reaparecer en la superficie.

1.8 CONTAMINACIÓN TÉRMICA

La contaminación térmica se debe a la descarga de agua caliente procedente de las centrales termonucleares (reactores, etc.), que si es vertida en grandes cantidades en el mar puede provocar la muerte de todos los organismos. En el caso de existir sustancias eutrofizantes, el aumento de temperatura determina un aumento de la vida, por lo tanto una eutrofización mucho mayor que la que se tendría a temperatura normal. Esta eutrofización imprevista es causa de una disminución de las ulteriores posibilidades de vida a cargo de un determinado ecosistema marino o de estuario. Además, el aumento de temperatura determina la disminución del oxígeno disuelto.

Para mitigar y controlar el impacto de la contaminación originada por fuentes terrestres sobre los recursos costeros, es fundamental identificar el tipo y los niveles de contaminantes. Este proceso comprende la determinación de las fuentes, la localización de las descargas, el volumen de los desechos, la concentración de los contaminantes potenciales, etc. sin embargo, las fuentes puntuales representan sólo una fracción de las fuentes terrestres de

contaminación que afectan el medio marino y costero de la RGC. El Programa Nacional de NOAA para el Inventario de Descargas Contaminantes en las Costas (NCPC)

2. PERSPECTIVA REGIONAL SOBRE LAS FUENTES DE CONTAMINACION DE ORIGEN TERRESTRE EN LA REGION DEL GRAN CARIBE

(i) Fuentes puntuales (industrias y plantas de tratamiento de aguas residuales)

(ii) Escurrimientos urbanos no puntuales (escurrimientos del agua de lluvia y desechos vertidos por el saneamiento).

Como sucede en otras regiones del mundo, en la RGC las principales fuentes de contaminación marina y costera que se originan en fuentes terrestres varían de país en país, en dependencia de la naturaleza e intensidad de las actividades de desarrollo específicas. En las áreas costeras estas actividades afectan la calidad del agua de los ríos que se descargan en las costas. Las actividades relativas a los asentamientos humanos, agrícolas e industriales han sido identificadas como las mayores contribuyentes a las cargas contaminantes que llegan a las aguas marinas y costeras de la RGC.

(iii) Escurrimientos no urbanos y no puntuales (escurrimientos procedentes de cultivos, pastizales y bosques).

(iv) Fuentes caudal arriba (contaminantes que son llevados a la zona costera como parte del caudal del río).

(v) Regadíos que regresan al caudal (agua de riego que regresa a un lago, curso de agua o canal).

Para mitigar y controlar el impacto de la contaminación originada por fuentes terrestres sobre los recursos costeros, es fundamental identificar el tipo y los niveles de contaminantes. Este proceso comprende la determinación de las fuentes, la localización de las descargas, el volumen de los desechos, la de contaminación resultantes de los tipos (ii), (iii) y (v). Sin embargo, la concentración de los contaminantes potenciales, etc. sin embargo, las fuentes puntuales representan sólo una fracción de las fuentes terrestres de medidas de gestión, tales como la Sección 6217 de las Enmiendas Relativas a la

contaminación que afectan el medio marino y costero de la RGC. El Programa Nacional de NOAA para el Inventario de Descargas Contaminantes en las Costas (NCPDI) ha identificado las siguientes fuentes:

- I) Fuentes puntuales (industrias y plantas de tratamiento de aguas servidas).
- II) Escurrimientos urbanos no puntuales (escurrimientos del agua de lluvia y descargas combinadas por derramamiento).
- III) Escurrimientos no urbanos y no puntuales (escurrimientos procedentes de cultivos, pastizales y bosques).
- IV) Fuentes caudal arriba (contaminantes que son llevados a la zona costera como parte del caudal del río).
- V) Regadíos que regresan al caudal (agua de regadío que regresa a un lago, curso de agua o canal).

Una evaluación revela que es muy difícil estimar en la RGC las fuentes terrestres de contaminación resultantes de los tipos (II), (III) y (V). Sin embargo, la contaminación que se origina en estas fuentes se ha tratado con todas las medidas de gestión, tales como la Sección 6217 de las Enmiendas Relativas a la

Autorización de la Ley de las Zonas Costeras de 1990 y la Ley de Ordenación de la Zonas Costeras de 1972 que están en vigor en los Estados Unidos.

2.1 AGUAS SERVIDAS

A principios de los años ochenta se prepararon varios documentos sobre el estado de la contaminación marina en la región (1,2,3). La única encuesta llevada a cabo hasta la fecha en el Caribe para estimar cargas de contaminantes procedentes de fuentes puntuales industriales y domésticas fue auspiciada por el PNUMA CARICOM y PAHO (4). La encuesta se llevó a cabo por PAHO e incluía once países del CARICOM a la vez que brindaba niveles estimados de DBO_5 y totales de sólidos en suspensión, procedentes de fuentes puntuales industriales y domésticas junto con el volumen de desechos descargados. Se ha obtenido información adicional sobre cargas contaminantes de fuentes puntuales para localidades costeras altamente contaminadas específicas en la Región del Gran Caribe como la Bahía de La Habana, Cuba (5); la Bahía de Cartagena, Colombia (6); la Bahía de Kingston, Jamaica (7); el Lago de Maracaibo, Venezuela (8) y el Estuario de Coatzacoalcos, México (9).

Las poblaciones de habitantes costeros en la mayoría de los países de la región, continúan creciendo de manera constante, aumentando así la cantidad de aguas

Sobre la base de toda la información disponible hasta la fecha, el tipo de contaminantes procedentes de fuentes terrestres que puede constituir la mayor amenaza real o percibida, hacia los ecosistemas así como a la salud pública de los habitantes de las costas de la RGC, son los siguientes: aguas servidas, hidrocarburos del petróleo, sedimentación y entarquinamiento de las áreas

costeras, nutrientes y plaguicidas, basura, y desechos sólidos flotantes. También se hace necesario insistir en los desechos tóxicos.

2.1 AGUAS SERVIDAS

Las aguas servidas han sido identificadas como el mayor contaminante que afecta el medio costero de la RGC, en particular en los países en desarrollo. Se hace necesario examinar, tanto a corto como a largo plazo, los problemas ecológicos y a la salud pública que plantea la descarga de aguas servidas sin tratamiento en las aguas de la RGC, para su disminución y control final. A corto plazo, es imperativo realizar una evaluación de la disponibilidad y condiciones operativas de

las plantas de tratamiento de aguas servidas que prestan servicio a las comunidades costeras de la región. A este respecto, un informe inicial de PAHO (10) indicaba que solo el 10% de las aguas servidas generadas en los países insulares de Centro América y el Caribe, se trataban adecuadamente.

Las poblaciones de habitantes costeros en la mayoría de los países de la región, continúan creciendo de manera constante, aumentando así la cantidad de aguas servidas sin tratamiento, o tratadas deficientemente que se descargan en el medio costero. Como consecuencia, es un asunto de gran preocupación los problemas posibles que se puedan presentar a la salud pública a través del contacto primario con las aguas costeras y por el consumo de pescados o mariscos contaminados

(11,12,13). Por otra parte, la descarga de efluentes procedentes de aguas residuales sin tratamiento puede también producir un impacto adverso a largo plazo sobre la ecología de los ecosistemas costeros críticos en áreas localizadas debido a la contribución de nutrientes y otros contaminantes (14).

Con respecto al crecimiento demográfico de las poblaciones costeras de la región, durante el período 1980-2000 se ha estimado un crecimiento poblacional del 58% para 13 países de la RGC (Tabla 1).

TABLA 1. Crecimiento estimado de la población en las áreas costeras de los países de la RGC para el período 1980-2000.

País	Población x 10 ³		Crecimiento Anual %
	1980	2000	
Barbados	100	146	2.3
Colombia	2,926	3,926	1.7
Cuba	6,628	8,942	1.7
República Dominicana	2,287	5,797	5.4
Guadalupe (FR)	142	196	1.9
Guyana	213	425	5.0
Jamaica	1,016	1,689	3.3
Martinica (FR)	217	279	1.4
México (Costa del Golfo)	4,000	7,200	4.0
Surinam	140	216	2.7
Trinidad y Tobago	623	1,110	3.9
EE.UU. (Costa del Golfo)	11,991	16,615	1.9
Venezuela	5,158	9,324	4.0
TOTAL	35,441	55,865	3.0 (Prom.)

Un problema adicional relacionado con la eliminación de aguas servidas con tratamiento insuficiente o sin éste, en las áreas costeras de la región del Gran Caribe, es el creciente tráfico de buques y naves de turismo en la región. De conformidad con el Anexo IV de MARPOL 73/78, los buques de dimensiones grandes tienen permiso de descargar aguas servidas a cuatro millas de la costa más cercana, a menos que tengan a bordo, plantas de tratamiento que estén aprobadas. Sin embargo, a pesar de este reglamento, el Anexo IV de MARPOL, no está aún en vigor y sus requisitos permanecen como opcionales por el momento. El intenso tráfico de buques de carga y embarcaciones destinadas a la recreación en la Región del Gran Caribe es causa de gran preocupación, ya que la mayoría de estas naves de carga no poseen tanques para contener los desechos a los que se refiere el Anexo IV. Por consiguiente, es probable que las aguas residuales se descarguen en los puertos destinados a embarcaciones de recreo y en las aguas costeras cercanas a las costas, debido a que la mayoría de los países de la región carecen de instalaciones portuarias para la recepción de aguas residuales a que se refiere el Anexo IV de MARPOL.

En vista del crecimiento demográfico de las áreas costeras de la región del Gran Caribe, será necesario, a largo plazo, el desarrollo de un plan de acción multisectorial que asegure el tratamiento y eliminación adecuados del creciente número de cargas de aguas servidas que se eliminan en las áreas cercanas a la línea de la costa. Estos objetivos ambiciosos pueden lograrse probablemente mediante una combinación de acciones normativas, asistencia económica,

innovación técnica e incentivos. El mayor obstáculo que se interpone para alcanzar estas metas, parte principalmente de los inadecuados esquemas de manejo de las zonas costeras que han sido adoptados por varios países de la región.

2.2 HIDROCARBUROS DEL PETRÓLEO

Aparte de aquellos derrames accidentales causados por accidentes marítimos, la

La región del Gran Caribe es una de las áreas petroleras más extensas del mundo con una producción de aproximadamente 170×10^6 tons x año a la que contribuyen los siguientes países: Colombia, México, Trinidad y Tobago, los Estados Unidos de América y Venezuela (15). La mayor parte del petróleo que se produce en la región del Gran Caribe se embarca para transportarse en la región, dando como resultado una intrincada red de rutas de distribución. Un informe comisionado por el Departamento de Transporte y el Servicio de Guardacostas de los EE.UU.(16) provee información relativa al comercio marítimo del petróleo y sus derivados en la región del Gran Caribe. Provoca gran inquietud el movimiento de buques cisterna a través de canales restringidos y en las proximidades de los puertos, lo cual aumenta la posibilidad de accidentes de embarcaciones, pudiendo producir derrames de petróleo. Además del número de buques cisterna que operan en la región, existen también numerosas barcazas que utilizan las rutas de la región del Gran Caribe en apoyo de extensas refinerías de petróleo y de industrias petroquímicas. A pesar de los reglamentos establecidos en el Anexo I de MARPOL 73/78, los buques cisternas y las barcazas no siempre utilizan las facilidades portuarias para la eliminación de aguas de sentina y desechos; como consecuencia, ocurre la descarga de cantidades

perforación de gas y petróleo en mar abierto, sea el caso del derrame del pozo de

significativas de hidrocarburos del petróleo en las áreas costeras de la región del Gran Caribe (17). Se estima que casi el 50% del petróleo importado por los EE.UU. se descarga a lo largo de la Costa del Golfo (18).

Aparte de aquellos derrames accidentales causados por accidentes marítimos, la explotación de gas y las refinerías de petróleo en mar adentro constituyen una fuente adicional de derrames accidentales de petróleo en el medio marino de la RGC. Estas operaciones son de particular importancia en el Golfo de México donde se hallan en operación una cantidad considerable de plataformas. Fuera del Golfo de México, se llevan a cabo operaciones similares en el Lago de Maracaibo, Venezuela, a lo largo de la costa oriental de Trinidad y Tobago. La descarga de petróleo crudo de las instalaciones de mar adentro ocurre generalmente como consecuencia del rompimiento de la tubería, explosiones de los pozos, incendios en las plataformas, desbordamientos y mal funcionamiento de los equipos. De acuerdo con un informe del Servicio de los EE. UU para el Manejo de los Minerales, encargado de la administración del programa de petróleo en aguas federales de la costa del Golfo perteneciente a los EE.UU., durante los primeros 30 años del programa hubo 106 incidentes que dieron como resultado niveles significativos de contaminación por petróleo. Por otra parte, durante el mismo período, se sucedieron 145 explosiones en los pozos, 767 incendios en estructuras de mar abierto, 31 rompimientos de las tuberías y 224 accidentes mayores (19). Tal vez el mejor ejemplo que se conoce de un derrame de hidrocarburos del petróleo ocasionado por las operaciones de perforación de gas y petróleo en mar abierto, sea el caso del derrame del pozo de

petróleo IXTOC I sobre la costa del Golfo de México, en 1979. La explosión del pozo IXTOC I ocasionó que se liberaran aproximadamente 0.5×10^6 tons de petróleo crudo ligero en el Golfo de México por un período de nueve meses antes de que por fin el pozo pudiera ser tapado (20).

Otra fuente potencial de contaminación por petróleo procedente de la explotación en mar abierto es la llamada "agua producida" que se libera del estrato petrolífero con el petróleo y el gas al tiempo de su explotación. El "agua producida" se descarga en el medio marino junto con el fango, residuo de la perforación. En 1990 el ingreso diario de "agua producida" en el medio marino de la costa del Golfo de los EE.UU. era aproximadamente $384,000 \text{ m}^3$. Las aguas producidas pueden contener sustancias que ejercen altas demandas de oxígeno junto con HPNs, bencina, bencina etílica, xileno y metales pesados, tales como plomo, cobre, níquel y mercurio (21).

Programa del PAC, señaló las refinerías y las plantas petrolíferas como principales fuentes de contaminación costera por petróleo en la región (27).

La filtración natural de los hidrocarburos del petróleo procedentes de depósitos submarinos constituye también una fuente significativa de contaminación por petróleo en el medio marino de la RGC. A diferencia de las fuentes de contaminación por petróleo que se describieron previamente, las filtraciones naturales de petróleo resultan muy difíciles de estimar. La ocurrencia de este fenómeno natural ha estado evidenciada por la presencia de alquitrán en las calas del sedimento del Golfo de México.

A excepción de las cantidades estimadas de derrames de hidrocarburos originadas por accidentes marítimos en la Cuenca del Mar Caribe, se encuentra disponible muy poca información relativa a las fuentes terrestres y fuentes mar adentro de contaminación por petróleo.

La información sobre niveles de contaminación por petróleo en aguas marinas y costeras de la RGC, proviene principalmente del Programa PNUMA-CO/IOCARIBE CARIPOL iniciado en 1979. Los datos recabados por el proyecto de CARIPOL indica que la concentración de hidrocarburos del petróleo disueltos/dispersos (HPDDs) en las aguas marinas y costeras de la RGC es generalmente baja en las aguas frente a las costas y relativamente alta en áreas costeras cerradas (22,23,24,25,26). Por otra parte, la información reciente que proporciona una perspectiva preliminar sobre fuentes terrestres de contaminación marina en la RGC, compilada por el Programa del PAC, señaló las refinerías y las plantas petroquímicas como principales fuentes de contaminación costera por petróleo en la región (27).

2.3 SEDIMENTACIÓN Y ENTARQUINAMIENTO

Una cantidad considerable de materiales particulados que conducen los ríos, se introduce cada año en las áreas costeras de la RGC a través de los ríos de la región (Tabla 2). La mayor parte de los materiales disueltos y en suspensión que llevan estos ríos, están controlados por procesos geoquímicos naturales. Sin embargo,

debe tenerse presente que las actuales cargas fluviales, disueltas y suspendidas, se están intensificando por las contribuciones de actividades humanas tales como la erosión de las cuencas hidrográficas causada por la deforestación, la urbanización, las actividades agrícolas y por una variedad de contaminantes que se eliminan en estas aguas. La mayoría de los ríos que descargan sus aguas en las costas de la RGC, llevan sedimentos que van de los 100 a los 1000 mg/l con una carga estimada total de aproximadamente 10^9 tons/año (28). Esto representa un 12% de la contribución global de sedimentos procedente de ríos hacia los océanos, la cual se estima en 8×10^9 tons/año (29).

TABLA 2. Estimado de las cargas de sedimentos de ríos que alcanzan las áreas costeras de la Región del Gran Caribe.

Ríos / regiones	Cargas de sedimentos 10^6 t/a
Río Mississippi	320
Otros ríos que se descargan en el Golfo de México	121
Ríos de América Central y de las Antillas*	300
Río Magdalena	235
Río Orinoco	85
Otros ríos de Colombia y Venezuela*	50

- * Estimaciones calculadas sobre la base del área de drenaje y una tasa de erosión de 200 tons $\text{km}^2/\text{año}$

2.4 NUTRIENTES

De los contaminantes principales que entran en el medio marino y costero de la

RGC, está aumentando la preocupación con respecto a la entrada de compuestos ricos en nutrientes, particularmente la entrada de los compuestos de nitrógeno y fósforo en las aguas costeras, procedentes de fuentes puntuales y no puntuales. La descarga continua de estos nutrientes en áreas costeras cerradas es una de las causas mayores de los fenómenos de eutrofización. Los efectos ecológicos de estos fenómenos incluyen la proliferación de algas, los cambios en la estructura de las comunidades acuáticas, la disminución de la diversidad biológica, los episodios de mortandad de peces y de agotamiento del oxígeno (30, 31). En lo que respecta a la evolución de la proliferación de algas, un cambio significativo ocurre en la estructura de las comunidades de fitoplancton como respuesta al enriquecimiento por nutrientes conjuntamente con otros factores (32).

El proceso de eutrofización es un factor importante en la degradación de los ecosistemas costeros en varias áreas del Gran Caribe. Varios estudios documentados sobre el impacto de la eutrofización en la región son los siguientes: en Puerto Rico (33) se ha determinado el impacto de la eutrofización moderada sobre el ecosistema de manglares y pastizales marinos en aguas poco profundas cercanas a la costa. El Lago de Maracaibo, en Venezuela, es probablemente una de las pocas áreas del Gran Caribe donde se han realizado estudios extensos sobre el impacto del enriquecimiento por nutrientes en la ecología de las aguas costeras. Los resultados del estudio indican que el enriquecimiento por nutrientes puede interactuar con otros contaminantes, tales como los hidrocarburos del petróleo para producir una sutil, pero importante alteración en la composición de

los cultivos en pie de fitoplancton. Este tipo de contaminación motivó un cambio en la abundancia relativa de algas planctónicas y podría asimismo afectar las cadenas tróficas pelágicas y de peces bentónicos (34). También se ha informado que en la Bahía de Cartagena y en la adyacente "Ciénaga de Tesca", ocurren episodios estacionales de muerte masiva de peces, causada por el agotamiento del oxígeno disuelto en las aguas cercanas a las costas de la Bahía. Estos episodios se han atribuido al enriquecimiento de nutrientes ocasionado por la descarga de aguas servidas sin tratamiento y por los escurrimientos de fertilizantes agrícolas prevalecientes en esa área, probablemente combinado con la estratificación de la columna de agua (35).

El enriquecimiento por nutrientes de las áreas costeras de la RGC aumentará con seguridad si no se toman medidas. Las regiones costeras han experimentado el crecimiento rápido de la población junto con cambios en el uso de las tierras adyacentes. Para controlar las fuentes de enriquecimiento por nutrientes y para revertir los efectos adversos de la eutrofización, será necesario mejorar la efectividad de las plantas de tratamiento de aguas servidas y controlar su aplicación y utilización, así como alentar los cambios que conllevarán beneficios a largo plazo y causarán el menor daño a los ecosistemas interrelacionados.

TABLA 3. Promedio anual del uso de fertilizantes en los países de la RGC durante el período 1979-2000

País	Uso de fertilizantes en Kg/Hectárea de cultivos	
	1979	2000
Barbados	162	91
Belice	36	71
Colombia	55	90
Costa Rica	143	191
Cuba	133	192
República Dominicana	41	50
Guatemala	53	69
Guyana	22	29
Haití	4	3
Honduras	13	20
Jamaica	55	105
Nicaragua	31	55
Panamá	44	62
Trinidad y Tobago	61	28
Surinam	49	74
EE. UU.(Costa del Golfo)*	106	95
Venezuela	51	162
Promedio	62.3	81.6

- Para 1979 datos compilados en 1982 y para 2000 se estimó el uso promedio nacional anual de 2000

2.5 PLAGUICIDAS

El uso extensivo de plaguicidas (insecticidas, herbicidas, fungicidas, etc.) debido a la actividad agrícola intensiva en la RGC se encuentra bien documentado, y su impacto sobre los ecosistemas marinos y costeros es lógicamente evidente. A través de los escurrimientos, la erosión y la mala aplicación, cantidades significativas de plaguicidas están llegando al medio marino y costero donde

pueden afectar a las especies no elegidas como objetivo, y mediante la contaminación de alimentos marinos, podrían convertirse en un problema de salud pública. Una vez aplicados los compuestos plaguicidas llegan a las áreas costeras de la región por medio de los ríos y la atmósfera. Se ha estimado que un 90% de los plaguicidas que se aplican no alcanzan a las especies elegidas como objetivo (36). Como consecuencia, la contaminación por plaguicidas es una grave preocupación por su alta toxicidad y la tendencia a acumularse en la biota marina y costera.

TABLA 4. Promedio anual de uso de plaguicidas en los países de la RGC durante el período 1974-1984

País	Uso de Plaguicidas en toneladas métricas		Cambio
	1974-1977	1982-1984	%
Colombia	19,344	16,100	(17)
Costa Rica	3,037	3,667	21
República Dominicana	1,961	3,297	68
Guatemala	4,627	5,117	11
Guyana	705	658	(7)
Honduras	940	859	(9)
Jamaica	861	1,420	65
México	19,148	27,630	44
Nicaragua	2,943	2,003	(32)
Panamá	1,542	2,393	55
Surinam	974	1,720	77
Costa EE.UU. del Golfo*	5,320	4,500	(15)
Venezuela	6,923	8,143	18

Un problema de gran preocupación ya que afecta la calidad estética y ecológica del medio marino y costero. Este problema ha surgido por la cantidad en aumento. Durante la última década los patrones del uso de plaguicidas han ido cambiando

en la RGC, con una firme tendencia a reemplazar los compuestos persistentes con otros plaguicidas menos persistentes tales como los compuestos organofosforados, carbamatos, firetroides, etc.

Durante las últimas décadas, en la costa del Golfo perteneciente a los EE.UU., se han realizado esfuerzos por reducir el impacto de los plaguicidas sobre los ecosistemas marinos y costeros de la región. La disminución en el uso de plaguicidas en esa subregion particular se ha atribuido a que se han separado terrenos para el control de la erosión costera y se han introducido plaguicidas nuevos con tasas de aplicación mucho menores (37). Se han desarrollado algunas prácticas agrícolas modificadas con el objetivo de reducir el uso de plaguicidas y su consecuente transporte al medio acuático. El concepto de las Mejores Prácticas de Manejo también ha sido aplicado para controlar el problema de la calidad del agua ocasionado por los plaguicidas. Por otra parte, también se utilizaron las técnicas de Manejo Integrado de Plaguicidas con el propósito de reducir el uso de los mismos y mantener altos niveles de producción.

2.6 DESECHOS SÓLIDOS FLOTANTES Y DESECHOS MARINOS

El manejo adecuado de los desechos sólidos procedentes de fuentes terrestres es un problema de gran preocupación ya que afecta la calidad estética y ecológica del medio marino y costero. Este problema ha surgido por la cantidad en aumento

de desechos sólidos que se generan en la región, aparejada a los deficientes sistemas de recolección y a las prácticas inadecuadas de eliminación. En muchos países de la región son evidentes las prácticas de eliminación deficientes tales como el uso de ríos y cursos de agua al igual que pantanos de manglares como vertederos. Por otra parte, aunque los vertederos bien manejados no deberían constituir una fuente de desechos sólidos que alcance el medio marino y costero, en realidad existen vertederos manejados de forma deficiente en muchas áreas costeras de la RGC. Estas fuentes, además de los escurrimientos inducidos por las altas precipitaciones, pueden convertir los vertederos en una fuente importante de desechos sólidos flotantes que van a dar al mar.

Los desechos sólidos flotantes y el alquitrán poliglico presentes en las áreas

Una fuente adicional de desechos sólidos que afectan las áreas costeras de la región se genera por las embarcaciones, la pesca comercial, las actividades frente a las costas, etc. Estas fuentes de contaminación que tienen como base el océano generan una cantidad considerable de desechos sólidos flotantes que están alcanzando las áreas costeras como desechos marinos. La eliminación de desechos sólidos por buques en áreas cercanas a las costas está reglamentada por el Anexo V del Convenio MARPOL 73/78. El Comité Marítimo Ambiental de la OMI (MECP 31) en julio de 1991 designó a la RGC como "Área Especial" bajo los reglamentos anteriores. Sin embargo, para cumplir con el Anexo V de MARPOL, la mayoría de los países de la región necesitarían proveer facilidades de recepción portuarias para los desechos generados por buques, contemplados en el Anexo V de MARPOL. En vista de la carencia de las facilidades arriba mencionadas en

muchos de los países de la región, la OMI y el Banco Mundial con la asistencia del PNUMA-UCR/CAR comisionó una encuesta para evaluar la necesidad en la región, de instalaciones de recepción portuarias para los desechos incluidos en el Anexo V (38).

Los desechos sólidos eliminados en las aguas de la RGC son transportados por el viento y las corrientes, y la marea los lleva hacia las costas, a menudo lejos de sus fuentes originales.

Los desechos sólidos flotantes y el alquitrán pelágico presentes en las áreas costeras de la región son perjudiciales a las economías de muchos países, particularmente de aquellos que dependen del turismo. Por otra parte, las bolsas plásticas, redes y sogas desechadas, pueden estrangular, sofocar y agotar los animales y aves marinas debido al enredo (39). Los científicos han documentado un creciente número de heridas y muerte entre mamíferos marinos, peces, tortugas marinas y aves debido a que se enredan (40). Además, los animales pueden confundir pelotillas de plástico y alquitrán pelágico con fuentes de alimento. Algunos animales marinos que se alimenten accidentalmente de plástico pueden sentir una sensación de saciedad falsa y, como resultado, morir lentamente de inanición (41, 42,43).

2.7 SUSTANCIAS TÓXICAS

Estos contaminantes prioritarios son compuestos orgánicos e inorgánicos o sustancias naturales transformadas químicamente, que al utilizarse, descargarse o liberarse en el medio de forma inadecuada, pueden producir efectos adversos sobre la estructura y función de los ecosistemas terrestres y costeros. La contaminación del medio costero en la RGC por los compuestos tóxicos que se describen, es un problema que causa gran preocupación. Tomando en cuenta que son muy persistentes en el medio acuático, estos compuestos se acumulan biológicamente en los organismos marinos y son altamente tóxicos para los humanos si se consumen a través de alimentos marinos (44). Se ha documentado bien la cuantificación de los posibles efectos a la salud humana que resultan de la presencia de compuestos tóxicos en el medio marino y su acumulación en organismos marinos.

Los contaminantes tóxicos proceden de fuentes puntuales, en su mayoría industriales, tales como la industria petrolera (refinerías y plantas petroquímicas), industrias químicas (orgánicas e inorgánicas), plantas de procesamiento de pulpa de madera, producción y preparación de plaguicidas, industria metalúrgica y de galvanoplastia, etc. Estas industrias pueden liberar sustancias tóxicas procedentes de sus operaciones manufactureras, descargas de efluentes y derrames accidentales. Los desechos generados pueden contener metales pesados,

hidrocarburos carcinógenos (PAHs), dioxinas, distintos tipos de plaguicidas, sustancias nocivas orgánicas e inorgánicas, etc. Además de la descarga de los contaminantes mencionados procedentes de fuentes puntuales directas o por vía de fuentes puntuales municipales, estos desechos también pueden alcanzar el medio marino costero desde las fuentes no puntuales por medio de los ríos y cursos de agua y a través de la atmósfera.

La contribución de fuentes domésticas equivale a 1.1×10^5 t/año, y las cargas de petróleo y grasas de fuentes industriales fueron aproximadamente 1×10^6 t/año. De esta manera, el 90% de las cargas contaminantes por petróleo que ingresan en las aguas costeras de la RGC están relacionadas con fuentes industriales, principalmente de una vasta red de refinerías de petróleo que operan en la región. Existen aproximadamente 100 refinerías de petróleo en la RGC con una capacidad refinadora de más de 500×10^6 de petróleo por año, 75% de las cuales operan en la Sub-región I. Sin embargo, las cargas contaminantes de petróleo procedentes de fuentes domésticas fueron más altas en la Sub-región V con cargas relativamente altas también de fuentes industriales. La Sub-región III también mostró estimados relativamente altos de petróleo y grasas, particularmente en Puerto Rico.

En la Tabla 5 se presenta información reciente sobre el número de refinerías de petróleo que operan en la RGC, al igual que de su capacidad (45).

TABLA 5. Número de refinerías de petróleo y capacidad de refinación en los países de la Región del Gran Caribe

País	Número de Refinerías	Capacidad de Refinación	
		10 ³ b/d	10 ⁶ t/a
Barbados	1	3	0.1
Colombia	4	274	13.6
Costa Rica	1	15	0.7
Cuba	3	280	13.9
Guatemala	1	16	0.8
República Dominicana	2	48	2.4
Honduras	1	14	0.7
Jamaica	1	34	1.7
Martinica (FR)	1	12	0.6
México	8	1,574	78.4
Antillas Neerlandesas	2	470	23.4
Nicaragua	1	16	0.8
Panamá	1	40	2.0
Puerto Rico	2	123	6.1
Trinidad y Tobago	2	246	12.3
EE.UU.(Estados del Golfo	59	6,620	331.0
Islas Vírgenes de los EE.UU.	1	545	27.1
Venezuela	6	1,171	58.5
Total	97	11,501	574.1

Los centros de mayor actividad industrial en la RGC se concentran en unas pocas "áreas localizadas", tales como la costa del Golfo en los estados de Texas y Louisiana; el área industrial del Lago de Maracaibo; el complejo industrial "El Mamonal" en la Bahía de Cartagena; la costa oeste de Trinidad; la Bahía de Kingston y la Bahía de La Habana. Entre las industrias mencionadas anteriormente, capaces de liberar contaminantes tóxicos en el medio marino

costero, las refinерías de petróleo son las más generalizadas en la región.

2.8 PROGRAMA CEPPOL

El objetivo general del Programa CEPPOL es establecer un "Programa de Vigilancia y Control de la Contaminación Marina" completo y coordinado a nivel regional, que sirva los requisitos inmediatos y de mediano plazo del Convenio de Cartagena y de sus protocolos (incluso aquellos que están en el proceso de preparación).

Los objetivos específicos son los siguientes:

- I) Organizar y poner en práctica un programa de investigación y vigilancia de la contaminación marina coordinado a nivel regional, concentrándose en los contaminantes que afectan la calidad del medio marino costero de la RGC así como interpretar y evaluar los resultados del programa.
- II) Generar información sobre las fuentes, niveles, cantidades, tipo, tendencias y efectos de la contaminación marina en la RGC como un componente adicional sobre el que se puede basar la formulación de propuestas para acciones preventivas y remediadoras.

- III) Formular propuestas de acciones legales, administrativas y técnicas destinadas a la toma de medidas de prevención, disminución y control y asistir a los Gobiernos de la región en su implementación y la evaluación de su efectividad.
- IV) Apoyar, y cuando sea necesario, desarrollar / establecer las capacidades de instituciones nacionales para poner en práctica la investigación y vigilancia de la contaminación marina, así como formular y aplicar medidas de control y reducción de la contaminación.

El Programa CEPOL consiste en una serie de componentes ínter-vinculados de investigación, estudios de base, vigilancia de la contaminación, elaboración de inventarios de contaminantes, identificación de acciones prioritarias, medidas preventivas y de reducción, y asistencia a los Gobiernos de la RGC en la ejecución de estas acciones y medidas y en la evaluación de su efectividad.

Para poder evaluar la distribución geográfica de las cargas contaminantes que se eliminan de fuentes terrestres de contaminación y facilitar el análisis de los resultados, la RGC fue dividida en 6 Sub-regiones (Tabla 6).

TABLA 6. Áreas subregionales dentro de la Región del Gran Caribe y países que las componen.

I.	Golfo de México	Cuba, México y los Estados Unidos
II.	Caribe Occidental	Belice, Costa Rica, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua y Panamá
III.	Caribe Nororiental y Central	Bahamas, Islas Caimán, Cuba, República Dominicana, Haití, Jamaica, Puerto Rico e Islas Turcas y Caicos
IV.	Caribe Oriental	Anguilla, Antigua y Barbuda, Barbados, Islas Vírgenes Británicas, Dominica, Grenada, Guadalupe, Martinica, Monserrat, San Martín, Sta. Lucía, San Kitts y Nevis, San Vicente y las Granadinas e Islas Vírgenes de EE.UU.
V.	Caribe del Sur	Colombia, Antillas Neerlandesas, Trinidad y Tobago y Venezuela
VI.	Atlántico Ecuatorial Noroeste	Guayana Francesa, Guyana y Surinam

2.9 PRÁCTICAS DE MANEJO PARA LA ELIMINACIÓN DE DESECHOS

La mayoría de los países de la RGC han adoptado instrumentos legales para controlar los varios aspectos de la eliminación de aguas residuales industriales y domésticas en el medio marino costero.

El grado al que se han aplicado estos instrumentos varía de país a país, y en muchos casos, la legislación no se cumple. El cumplimiento de los reglamentos de estas legislaciones se halla obstaculizado por la carencia de la infraestructura necesaria. Por otra parte, estos reglamentos tienden a estar dispersos en la

legislación ambiental general tal como la pertinente a la pesca, la navegación, etc. Existe poca duda de que el cumplimiento de los reglamentos mencionados puede, en ocasiones, entrar en conflicto con otros intereses locales, tales como el rápido desarrollo y diversificación de industrias nuevas y complejos turísticos, particularmente en aquellos países con economías en transición.

El primer convenio fue promovido por Estados Unidos mediante la celebración de una conferencia de portos en Washington, en junio de 1975, en la que se acordó

Como consecuencia, es claro que para lograr que muchos países de la RGC cumplan con las obligaciones del Protocolo en el futuro, será necesario considerar seriamente la formulación de estrategias apropiadas para salir adelante con la creciente carga de contaminantes que afectan las áreas costeras de la región.

Estas estrategias dependerán principalmente de los factores económicos, y también del compromiso político de los diferentes países de la región para proteger el medio costero.

Para remediar algunos de los problemas más apremiantes del control de la contaminación, algunos países (los insulares, en particular) han recurrido a la ayuda internacional. Un ejemplo de esta ayuda es la que se brinda a través del Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

3. CONVENIOS SOBRE CONTAMINACION DEL MAR

El primer convenio fue promovido por Estados Unidos mediante la celebración de una conferencia de peritos en Washington, en junio de 1926, en la que se acordó recomendar a los gobiernos interesados que tomaran las medidas necesarias para garantizar que los barcos clasificados como buques de guerra adopten todas las precauciones posibles para evitar las contaminaciones por petróleo. De igual forma, dispone con respecto a los buques mercantes de pequeño tonelaje, que “adopten todas las precauciones razonables”.

Hoy en día, y después de varios convenios sobre la materia Londres (1954), Ginebra (1958), etc., hay ciertos lugares de los mares designados como los únicos en que se pueden verter los residuos de petróleo resultantes de la limpieza de los buques-tanque, teniendo presente que, dadas las grandes dimensiones de los petroleros actuales (400.000 t) tales baldeos de tanques, deslastes de agua contaminada por productos petrolíferos y la descarga de las sentinas de máquinas, etc., pueden producir grandes contaminaciones dada la frecuencia con que se realizan dichas operaciones.

Sobre contaminación por materiales radiactivos, la Conferencia Marítima de Ginebra de 1958 adoptó las siguientes disposiciones: "Cada estado adoptará medidas para prevenir la contaminación del mar por arrojamiento de residuos radiactivos, teniendo en cuenta todos los reglamentos y normas que pudieren formular las organizaciones internacionales competentes. Todos los estados cooperarán con la adopción de medidas para prevenir la contaminación de los mares o del espacio aéreo suprayacente, resultante de cualesquiera actividades con materiales radiactivos u otros agentes perjudiciales".

3.1 CONVENIO INTERNACIONAL PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN DEL MAR POR BUQUES MARPOL 73/78.

Uno de los mayores obstáculos en la aplicación del MARPOL es la falta de conocimiento de su contenido por parte de administradores marítimos, armadores, oficiales mercantes, oficiales navales, y en general de la mayoría de las gentes de mar. La aplicación del MARPOL envuelve la participación de diferentes sectores y es necesario que cada uno tenga conocimiento de sus responsabilidades y deberes.

3.1.1 Aspectos generales del MARPOL 73/78

La preocupación por la protección del medio marino, data incluso de tiempos anteriores a la primera guerra mundial y debido a que en principios del presente siglo se dio un gran crecimiento del comercio marítimo internacional se empezaron

a celebrar las primeras reuniones y convenios con el propósito de crear una conciencia internacional de protección de los recursos vivos del mar, es así como posteriormente nace la OMI (Organización Marítima Internacional), la cual en materia de contaminación tiene las siguientes funciones:

- Promover la reducción de descargas de hidrocarburos.
- Minimizar las posibilidades de accidentes marítimos y derrames, y si llegaren a ocurrir, minimizar su magnitud.
- Estimular a los países ribereños su capacidad de respuesta ante las posibles emergencias.
- Expedición de los certificados a los buques.
- Desarrollar convenios sobre el tema y promover su aplicación.

La labor de la OMI en materia de contaminación abarca los siguientes aspectos:

- Contaminación operacional.
- Exigencias para el control de descargas.
- Normas de construcción y equipos.
- Contaminación accidental.
- Medidas sobre prevención de derrames.
- Medidas para mejorar la respuesta de los Estados ribereños ante los

El MARPOL, compuesto por la siguiente estructura:

El primer logro en la protección contra la contaminación del medio marino fue el establecimiento de las llamadas zonas prohibidas las cuales no permitían realizar descargas con un contenido de hidrocarburos de 100 o más partes por millón a menos de 50 millas de la costa más cercana, luego en 1969 se enmienda lo anterior, posteriormente con el incremento del transporte marítimo el OILPOL es reemplazado por el MARPOL por verse el primero insuficiente, mas adelante, luego de accidentes de buques mayores se adoptó el Protocolo de 1978 que formaría parte del MARPOL 73, luego en 1984 en el MEPC (Comité de Protección del Medio Marino) se adoptaron enmiendas al Anexo I.

- Expedición de los certificados a los buques:
- Certificado IOPP. Certificado internacional de prevención de la contaminación marina por hidrocarburos. Con su suplemento de registro de construcción y equipo.
- Certificado NLS. Certificado internacional para el transporte de sustancias nocivas líquida a granel.
- Certificado internacional para prevención de contaminación por aguas sucias.

3.1.2 Estructura y componentes del MARPOL 73/78

El MARPOL está compuesto por la siguiente estructura:

- MARPOL 73.
- Protocolo de 1978 del MARPOL 73.
- Enmiendas de 1984.
- Enmiendas de 1985.
- Interpretación uniforme de algunas disposiciones de los anexos.
- Total de disposiciones del MARPOL 73/78.

La aplicación del Anexo I que trata sobre las reglas para prevenir la contaminación por hidrocarburos y el Anexo II que trata las reglas para prevenir la contaminación por sustancias nocivas líquidas son de obligatorio cumplimiento para las partes; por otra parte, la aplicación del Anexo III acerca de la prevención de la contaminación por sustancias perjudiciales transportadas en bultos, el Anexo IV sobre la prevención de la contaminación por las aguas sucias de los buques y el Anexo V sobre la prevención de la contaminación por basuras de los buques son facultativos de los Estados partes.

La entrada en vigor de los instrumentos del MARPOL se produjo el 2 de Octubre de 1983, y para el año de 1989 prácticamente todas las disposiciones habían entrado en vigor. El MARPOL será aplicado a todos los miembros o Estados partes, los gobiernos interesados en adherirse y la industria marítima deberá

cumplir ciertas condiciones establecidas. los Estados que pudieren ser afectados.

Para realizar enmiendas a los anexos y apéndices del MARPOL se deberá practicar el previo examen por parte de la OMI, o por aprobación en conferencia de las partes del convenio la cual deberá ser adoptada y luego aceptada.

Para la aplicación del MARPOL es necesaria cierta documentación la cual incluye exigencias de diversos tipos como el diseño y construcción de instalaciones y equipos, aprobación de sistemas y procedimientos operacionales, realización de reconocimientos e inspecciones de buques, etc.

El MARPOL se aplicará a los buques de bandera de las partes, o que operen bajo su autoridad. No se aplica a buques de guerra, unidades navales, ni a buques del Estado que momentáneamente operen con carácter gubernamental no comercial, teniendo en cuenta el objetivo del MARPOL sin perjudicar las operaciones de dichos buques. No se aplicará el convenio a buques exclusivamente fluviales o lacustres, como tampoco a buques de menor tamaño que los exigidos por las reglas del convenio.

Los informes sobre transgresiones y acciones tomadas deberán ser enviados a la

OMI, al gobierno del Estado del buque y a los Estados que pudieran ser afectados.

de comprobar que posean dicho certificado, por parte de funcionarios debidamente autorizados por el Estado, que tenga jurisdicción. Si existen motivos

El MARPOL está abierto a la adhesión y la OMI informará a los Estados miembros sobre la firma de nuevos instrumentos de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión. Todo Estado podrá declarar que no acepta alguno o ninguno de los anexos facultativos del MARPOL. Se proveen los procedimientos para realizar enmiendas a cualquiera de los anexos y apéndices, así como los procedimientos para denuncias a su contenido.

3.1.3 Exigencias generales que se derivan del MARPOL 73/78

Cuando un Estado actúe contra un buque de bandera extranjera por considerar Responsabilidades de los gobiernos de los estados partes, de los estados del pabellón y del capitán o armador.

de igual manera lo hará cuando parte un certificado no válido. Respecto a los Estados no partes, se aplicarán las disposiciones necesarias para garantizar que no se da un trato más favorable a

Toda trasgresión está prohibida y será sancionada por la legislación nacional de cada Estado. El Estado en cuya jurisdicción se ha producido la trasgresión puede iniciar un proceso según su legislación, o facilitar las pruebas para que el Estado de pabellón inicie el proceso.

en la detección de trasgresiones, por esta razón todo buque al que se le aplique el MARPOL puede ser objeto de inspección por parte del gobierno del Estado del puerto o terminal, para verificar si ha efectuado alguna

Si un buque posee certificados válidos, el Estado ribereño los deberá aceptar como evidencia a primera vista de que el buque cumple con las exigencias.

Todo buque obligado a llevar un certificado estará sujeto a inspecciones con el fin de comprobar que posean dicho certificado, por parte de funcionarios debidamente autorizados por el Estado, que tenga jurisdicción. Si existen motivos claros por los cuales la condición del buque no corresponda con la del certificado, o el certificado ha expirado, o deja de ser válido, o si hay sospechas fundadas para creer que el buque tiene deficiencias o es sub-estándar, la parte que efectúe la inspección tomará las medidas para que el buque no se haga a la mar hasta que lo pueda hacer sin amenaza para el medio marino o pueda dirigirse a un astillero de reparación adecuado.

Cuando un Estado actúe contra un buque de bandera extranjera por considerar que no cumple con las condiciones del MARPOL, deberá informar al representante diplomático del Estado de pabellón, de igual manera lo hará cuando porte un certificado no válido. Respecto a los Estados no partes, se aplicarán las disposiciones necesarias para garantizar que no se da un trato más favorable a tales buques.

Las partes deberán cooperar en la detección de trasgresiones, por esta razón todo buque al que se le aplique el MARPOL puede ser objeto de inspección por parte del gobierno del Estado del puerto o terminal, para verificar si ha efectuado alguna descarga de sustancias perjudiciales, si así fuere se informará al Estado de pabellón para que tome las medidas necesarias, así mismo se le aportarán las

pruebas suficientes.

El Estado del puerto respondiendo a una solicitud fundamentada de otra parte inspeccionará un buque para verificar si ha cometido una trasgresión en aguas jurisdiccionales de dicha parte. El Estado rector del puerto investigará y tomará las medidas del caso y si procede, iniciará las acciones legales correspondientes a nombre de dicho Estado, además notificará a la OMI y al Estado que aportó las pruebas sobre la acción tomada. Los informes sobre deficiencias de buques serán posteriormente revisados por el MEPC, además se solicitará al Estado de pabellón realizar un informe de deficiencia de sus buques.

Todo Estado que detecte una descarga ilegal fuera de sus aguas jurisdiccionales informará de ello al Estado ribereño correspondiente para que tome las medidas del caso.

- Negociación de las partes interesadas.
- Otro procedimiento acordado entre ellas.

Se deberá hacer todo lo posible para que el buque no sea inmovilizado o sufra demoras innecesarias, si esto ocurre, el amador o el capitán del buque podrán exigir ser indemnizado por los perjuicios causados.

- Texto de leyes o reglamentos nacionales relacionados con el convenio.

Los Estados darán instrucciones a las radio-estaciones costeras, a las estaciones

receptoras de información transmitida por satélite y a las estaciones costeras de servicios de control, a fin de que en caso de recibir información sobre sucesos relacionados con descargas de sustancias perjudiciales, sean transmitidos sin demora a la persona u organismos designados por el gobierno y de retransmitirlos a cualquier Estado que pueda verse afectado con el suceso. Se darán las mismas instrucciones a los capitanes de los buques y aviones.

Es necesario tener en cuenta que nada de lo dispuesto en MARPOL podrá interpretarse en contra con la CONVEMAR. Las controversias entre diferentes convenciones se dirimirán por medio de arbitraje establecido.

Ahora toda controversia entre dos o más partes deberá resolverse en alguna de las siguientes instancias:

- Negociación de las partes interesadas.
- Otro procedimiento acordado entre ellas.
- Arbitraje a petición de una de las partes.

Las partes se comprometen a comunicar la siguiente información a la OMI:

- Texto de leyes o reglamentos nacionales relacionados con el convenio.

- Lista de instituciones no gubernamentales autorizadas a actuar en su nombre en materia de inspección y certificación de buques.
- Muestra de certificados expedidos.
- Lista de instalaciones de recepción incluyendo su ubicación, capacidad, equipo disponible, etc.
- Informes oficiales o resúmenes sobre aspectos de aplicación del convenio.
- Informe estadístico anual de sanciones impuestas por los Estados costeros por descargas ilegales de los buques en sus aguas jurisdiccionales.
- Informe sobre descargas ilegales de buques extranjeros fuera de las aguas jurisdiccionales, detectadas por Estados costeros y notificadas a los Estados de pabellón para que tomen las acciones.
- Informe de las acciones tomadas por los Estados de pabellón luego de recibir los informes mencionados anteriormente.

Las partes se comprometen a prestarse mutuamente asistencia técnica en todos los campos para prevenir la contaminación del medio marino.

Las trasgresiones, sin importar donde ocurran, deben ser investigadas por el Estado de pabellón y si procede, se iniciarán las acciones legales contra el armador o el capitán del buque por esa infracción de acuerdo a sus propias leyes, así mismo, si la trasgresión es en jurisdicción de otro Estado, el Estado de pabellón permitirá que el buque infractor sea sancionado por el Estado afectado

según la legislación nacional de dicho Estado, el cual debe informar al Estado de pabellón del buque sobre las acciones tomadas, pero si no toma esta acción, el Estado afectado facilitará toda la información y pruebas al Estado de pabellón, el cual debe informar a la parte que dio la información o pruebas y a la OMI sobre las medidas que tome. Las sanciones deben ser severas sin importar donde se produzca la trasgresión.

Responsabilidades de los capitanes de los buques:

- Operar el buque de acuerdo a las disposiciones del MARPOL.
- Facilitar la inspección del buque por parte de cualquier Estado del puerto para comprobar la existencia y validez de los certificados a bordo, además la investigación para verificar si ha efectuado una descarga ilegal y la supervisión de ciertas operaciones en los puertos como el lavado de tanques y otras semejantes.

El capitán de un buque u otra persona a cuyo cargo esté el buque involucrado en un suceso de contaminación deberá informar sin demora al estado ribereño mas próximo por los canales de telecomunicaciones más rápidos que disponga y dándole la máxima prioridad posible en los siguientes casos:

- Descargas de sustancias perjudiciales ya sean líquidas, que se transporten a granel, empacadas en bultos, en contenedores, tanques portátiles,

vehículos de carretera o ferroviarios y gabarras de buque, derivadas de daños sufridos por el buque, o mientras el buque esté operando y rebasen la cantidad permitida por MARPOL. (El volumen total de descarga no puede exceder 1/15000 de su capacidad total de carga, la tasa de descarga no debe exceder 60 litros por milla y la descarga se efectuará a más de 50 millas de la costa más cercana para buques tanque). Dicho informe deberá contener la identidad de los buques involucrados, hora, tipo y situación geográfica del suceso, cantidad y tipo de sustancias perjudiciales involucradas, medidas de auxilio y salvamento.

Además deberá proporcionar la información adicional necesaria solicitada por los Estados afectados.

3.1.4 Aplicaciones del Anexo I (Reglas para prevenir la Contaminación por Hidrocarburos).

El Anexo I ha sufrido gran cantidad de enmiendas y aclaraciones, las que van dejando obsoletas ciertos términos o aspectos y es importante tenerlas en cuenta por eso es necesario utilizar versiones oficiales de la OMI y no textos antiguos del convenio ya que estos no incluyen las últimas variaciones.

a) Responsabilidad de los Estados Ribereños

En primer lugar, los Estados ribereños deben realizar las investigaciones sobre

descargas de hidrocarburos y los demás Estados partes facilitarán la información necesaria que permita aclarar los hechos, se comprobarán las condiciones de viento y mar, rumbo y velocidad del buque y todos los datos influyentes en el suceso.

Además, proveerá los servicios de recepción de lastres sucios (negros o blancos) los cuales no deben exceder de 15 ppm, mezclas y residuos oleosos, con sistemas de monitoreo de descargas, alarmas y registro.

• Identificación del inspector.

Se entiende por lastres sucios aquellos que pueden ser decantados unas 24-48 horas y producir afluentes relativamente limpios. Se exige el uso de separadores cuando se producen afluentes más sucios. Para la recepción de aguas de sentinas se debe contar con plantas de separación, tratamiento y ojalá recuperación. En los puertos pesqueros se debe contar además con sistemas de recolección y tratamiento de aceites y lubricantes quemados.

así:

Los puertos contarán con una conexión universal a tierra para el conducto de recepción de lastres sucios con características ya determinadas.

Si se desprende alguna duda, se informará al representante diplomático o al Estado de pabellón sobre las medidas tomadas. Antes de 60 días elaborará el

Se contempla la autorización a petroleros extranjeros para entrar en sus puertos

en condiciones especiales, así como un acuerdo con el Estado del pabellón sobre la operación de un petrolero existente con instalación especial para lastre.

b) Supervisión del Estado de Puerto por Hidrocarburos

Debe realizar las inspecciones a los buques para garantizar que cumplen con las diferentes exigencias o para determinar si han cometido alguna infracción. Esta inspección debe realizarse a buques de Estados partes y no partes, la cual incluye:

- Identificación del inspector.
- Examen del certificado IOPP.
- Examen del suplemento del certificado que trata sobre los equipos de prevención.
- Examen del libro de registro de hidrocarburos. (Copiar las anotaciones).

Debe realizarse también, una inspección detallada cuando se observen anomalías así:

- Inspección de la sala de máquinas y examen detenido a los equipos.

Si se desprende alguna duda, se informará al representante diplomático o al Estado de pabellón sobre las medidas tomadas. Antes de 60 días elaborará el

informe de deficiencias para presentarlo al Estado del pabellón y un resumen de los informes y medidas para la OMI.

Información del último puerto de desembarque.

c) Medidas al observar contaminación por Hidrocarburos

d) Supervisión en puerto de los procedimientos de lavado con crudos que realizan

- Pormenores del buque.
- Pormenores de la mancha y su ubicación.
- Identificación del observador.
- Método de observación y documentación.

Otras particularidades:

- Investigación a bordo.
 - Inspección del certificado IOPP.
 - Inspección del suplemento del certificado IOPP.
 - Inspección del libro de registro de hidrocarburos, (Copiar las anotaciones).
 - Inspección del diario de navegación.
 - Inspección de otros documentos que haya a bordo.
 - Inspección del buque.
 - Declaraciones de los interesados.
 - Información diversa.
- Investigación en tierra:

- Análisis de muestras.
 - Información adicional.
 - Información del último puerto de desembarque.
- d) Supervisión en puerto de los procedimientos de lavado con crudos que realizan los petroleros para crudos.

Esta inspección generalmente se realiza en los terminales de descarga de crudos y comprende lo siguiente:

g) Responsabilidades del Estado del pabellón

- Examen de documentación.
- Sistema de gas inerte.
- Generación de electricidad estática.
- Medios de comunicación entre las personas que participan en la operación de lavado.
- Fugas en cubierta.
- Evicción de la penetración de hidrocarburos en la sala de máquinas.
- Idoneidad de los crudos.
- Lista de comprobaciones.
- Programas de lavado.
- Verificar la operación.
- Agotamiento final de la carga.
- Lastrado.

mayores o iguales a 400 TRB bajo su bandera, sean construidos, equipados y

f) Reconocimientos e inspecciones a buques extranjeros a solicitud del Estado del pabellón.

- Reconocimiento inicial: Deberá realizarse antes de entrar en servicio.
- Inspecciones fuera de programa. En la fecha aniversario del inicial.
- Reconocimientos periódicos:
 - Prohibición de zarpe (Informes respectivos).

La anterior disposición es aplicable también a buques del Estado ribereño.

g) Responsabilidades del Estado del pabellón

- Regla 4(3)(a): Designación de funcionarios para realizar los reconocimientos.
- Medidas de implantación.
- Aprobación de procedimientos.
- Autorización de operación de buques en condiciones diferentes a las exigidas.
- Investigación sobre transgresiones.
- Desarrollo de acuerdos con Estados partes.
- Informes a la OMI.

Medidas de implantación

- Regla 4(2): Medidas especiales para los buques que no estén cobijados

Reconocimiento a los buques que enarbolan su pabellón; es responsabilidad que los buques petroleros mayores o iguales a 150 TRB y todos los otros buques

mayores o iguales a 400 TRB bajo su bandera, sean construidos, equipados y mantenidos de acuerdo a las normas del MARPOL:

- Reconocimiento inicial: Deberá realizarse antes de entrar en servicio.
- Reconocimiento anual obligatorio: En la fecha aniversario del inicial.
- Reconocimiento intermedio: En la mitad del periodo de los reconocimientos periódicos, con un margen de 6 meses.
- Reconocimientos periódicos: Sin exceder de cinco años para aspectos de construcción, dos años para equipamiento de seguridad y un año para instalaciones de radio.
- Regla 4(3)(a): Designación de funcionarios para realizar los reconocimientos.
- Regla 4(3)(c): Facultad de los inspectores para exigir las reparaciones necesarias.
- Regla 4(3)(c): Notificación a la OMI de las atribuciones de los inspectores.
- Regla 4(3)(e): Garantizar la integridad de los reconocimientos.
- Regla 4(3)(b): Determinar intervalos para reconocimientos periódicos.
- Regla 4(3)(b): Si no se exigen los reconocimientos anuales, tomar las medidas para inspecciones fuera del programa.
- Regla 4(3)(d): Acusar recibo de notificaciones de inspectores.
- Regla 4(2): Medidas especiales para los buques que no estén cobijados.

h) Expedición del certificado IOPP

Para hacerse acreedor a este certificado, el buque deberá:

- Aprobación satisfactoria de los reconocimientos exigidos. Este certificado incluye un suplemento (Registro de construcción y equipo). Cuando el buque se halle en aguas jurisdiccionales de otro Estado, el certificado puede ser expedido por dicho Estado, con previa solicitud del Estado de pabellón. No se le podrá expedir certificado a buques de Estados que no formen parte del MARPOL. El periodo de duración del certificado no puede exceder de 5 años y perderá validez si se han realizado transformaciones sin autorización del Estado del pabellón, cabe anotar que dichas transformaciones deberán ser anotadas en el certificado.
- Aprobación de equipos, sistemas y procedimientos.
- Aprobación de sistemas de monitoreo de descargas de sentinas y de lastre de tanque de combustible líquido, con su manual abordo; este sistema debe ser aprobado por el Estado del pabellón, con previas pruebas recomendadas por la OMI.
- Aprobación de sistemas de monitoreo de descargas de lastres y aguas de lavado de tanques de carga a bordo de los petroleros; el propósito es el monitoreo y registro de descargas desde zonas de tanques de carga de los petroleros.
- Hidrocarbúrometros, son exigidos como parte de los sistemas de monitoreo.
- Aprobación de los equipos separadores de agua e hidrocarburos (100 ppm)

para descargas de sentinas y lastres de tanques de combustibles.

Generalmente se exige, posteriormente un sistema de filtros que reduce de 100 ppm a 15 ppm, los cuales también deben ser sometidos a aprobación, este equipo debe contar con un sistema de alarma cuando el límite sea sobrepasado.

- Aprobación de detectores de la interfaz hidrocarburos-agua. Permite determinar con rapidez y seguridad la posición de la interfaz hidrocarburos-agua en los tanques de decantación donde se ha producido la separación, antes de ser descargada directamente al mar.

- Aprobación de los tanque de decantación de los petroleros. Destinados a recoger aguas del lavado de tanques y otras mezclas oleosas.

- Aprobación de sistemas de lavado con crudo.

- Aprobación de los tanques de lastre separado (SBT) con capacidad suficiente para cumplir con las normas de asiento y calado del buque. Se trata de asegurar que el buque navegue con seguridad durante los viajes en lastre sin tener que recurrir al lastrado de los tanques de carga.

- Aprobación de tanques dedicados a lastre limpio (CBT) y de sus procedimientos operacionales.

- Aprobación de sistemas de gas inerte. Con el propósito de reducir el contenido de oxígeno a menos del 8% en los tanques de carga.

- Verificación del equipo para la retención de hidrocarburos a bordo de un buque pequeño o para sus descargas en el mar, se debe exigir que los buques pequeños estén equipados dentro de lo posible con instalaciones

- que eviten las descargas de hidrocarburos.
- Libro de registro de hidrocarburos para petroleros menores. Aunque no hay recomendaciones específicas, el Estado del pabellón debe hacer estos controles.
- Probación de registros de operaciones de descarga de hidrocarburos desde plataformas petroleras, se exige mantener un registro de las operaciones con hidrocarburos o mezclas oleosas.

Exenciones y autorización para instalaciones especiales en los buques.

i) Exigencias de documentación

- Exenciones a embarcaciones especiales: sobre aliscafos, aerodeslizadores y demás embarcaciones de tipo nuevo.
- Aprobación de instalaciones o equipos equivalentes: Sobre la facultad de instalaciones de equipos que reemplacen los nombrados anteriormente.
- Autorización de cambios estructurales o de equipos.
- Exención a requerimientos de instalaciones y equipos.
- Aprobación de instalaciones especiales para lastre en petroleros existentes.
- Aprobación de sistemas alternativos para la reducción del derrame hipotético de hidrocarburos calculado.
- Autorización para modificar los procedimientos de cálculos sobre comportamiento y estabilidad después de avería.
- Flexibilidad en las exigencias de comportamiento y estabilidad después de avería en buques menores.

- Investigación sobre ciertas materias.
- Investigación sobre descargas ilegales y violaciones.
- Transformaciones de buques.
- Estado de buques accidentados frente a exigencias del convenio.

Debe haber constancia en el respectivo certificado IOPP, además el Estado del

Acuerdos con gobiernos sobre la operación de buques en condiciones especiales:

- Para que buques con instalaciones especiales puedan operar en aguas jurisdiccionales de otros Estados partes.

i) Exigencias de documentación

ii) Exigencias de equipamiento

Certificado IOPP.

Ya enunciado anteriormente en las responsabilidades y deberes del Estado de pabellón. Los buques de cabotaje deberían contar con un certificado OPP (no internacional) equivalente.

Libro de registro de hidrocarburos a bordo.

En el cual se deben registrar todas las operaciones con hidrocarburos y mezclas oleosas. El libro se ajustará de acuerdo al modelo del buque. La autoridad marítima de cualquier Estado podrá inspeccionar este libro. Para buques menores, el Estado de pabellón deberá acondicionar un registro equivalente.

Exención de exigencias de SBT, COW, y CBT a petroleros dedicados exclusivamente a determinados tráficos.

Debe haber constancia en el respectivo certificado IOPP, además el Estado del puerto debe estar de acuerdo con las exenciones.

Los buques pueden tener instalaciones, equipos o aparatos especiales y materiales que reemplacen a aquellos exigidos, siempre y cuando se ofrezca una protección equivalente.

j) Exigencias de equipamiento

- Tanques de lastre separado (SBT) con capacidad total suficiente para satisfacer las exigencias de asiento y calado del buque.
- Sistema de lavado con crudo (COW) con su manual a bordo, además de tanques de lastre separado (SBT).
- Sistema de lavado de tanques con crudos (COW) con su manual a bordo en lugar de tanques de lastre separado.
- Sistema de gas inerte (IGS) en todos los petroleros que utilizan sistemas de lavado con crudo.
- Tanques dedicados a lastre limpio (CBT) con capacidad suficiente, con su manual a bordo, en lugar de tanques de lastre separado.
- Los petroleros deberán contar con uno o más tanques de decantación

- (SLOP TANKS) con capacidad total superior al 3% de su capacidad de transporte de hidrocarburos.
- Los petroleros grandes deberán contar con dos o más tanques de decantación (SLOP TANKS) con una capacidad total superior al 3% de su capacidad de carga de hidrocarburos.
- Tanques de carga pueden utilizarse como tanques de decantación (SLOP TANKS).
- Tanques para residuos de hidrocarburos (FANGOS) o (SLUDGE TANKS) con capacidad determinada previamente.
- Tanques para retención de mezclas oleosas de sentinas a bordo y su posterior descarga a instalaciones de recepción en tierra.

k) Sistemas de tratamiento de mezclas oleosas

- Separador de agua e hidrocarburos (100 ppm) para mezclas oleosas de sentinas y lastres sucios de tanques de combustible.
- Equipo filtrador de 15 ppm.
- Equipo filtrador de hidrocarburos (15 ppm) con alarma, para descargas de sentinas, en lugar de separador de 100 ppm combinado con un sistema de vigilancia y control de descargas de hidrocarburos.

l) Sistemas de monitoreo y control de descargas

- Sistema de vigilancia y control para las descargas de hidrocarburos desde espacios de máquinas (sentinas) y de tanques de combustible líquido.
- Sistema de vigilancia y control para descargas de lastres y lavado de tanques, y su manual de operaciones disponible a bordo.
- Hidrocarbурómetro para verificar las descargas de lastres limpios.
- Detector de interfaz hidrocarburos/agua.
- Medios adecuados para el lavado de tanques y la transferencia de residuos de lastres sucios y aguas de lavado de tanques de decantación.

m) Exigencias de diseño

- Emplazamiento protector de los tanques de lastre separado.
- Sistema eficaz para el drenaje de conductos y bombas después de la descarga.
- Conexión universal a tierra del conducto de descargas de sentinas de buques.
- Limitación de la capacidad y dimensiones de los tanques de carga.
- Exigencias de compartimentado y estabilidad después de la avería.
- Colector para la descarga de lastres sucios y mezclas oleosas a instalaciones de recepción.
- Los conductos para operaciones con hidrocarburos a bordo deberán ser diseñados para una retención mínima de hidrocarburos después de cada operación.

- Conductos para las descargas de lastres o mezclas oleosas de tanques de carga sobre la línea de flotación deben tener un diseño especial.
- Los tanques para residuos serán diseñados de manera que faciliten su limpieza y la descarga de estos residuos a instalaciones de recepción en tierra.
- El sistema de descarga de lastres o mezclas oleosas de las zonas de tanques de carga, que puedan efectuarse bajo la línea de flotación, debe de tener un mando de control de fácil acceso.

n) Exigencias operacionales a los buques

Se prohíbe realizar descargas de hidrocarburos o mezclas oleosas al mar.

Descargas permitidas: Mezclas oleosas no tratadas bajo ciertas condiciones.

Dependiendo de su concentración, lugar, ruta del buque, rata de descargue, tipo de buque, o circunstancias especiales como el caso de salvar vidas humanas.

Otros aspectos operacionales

- No se permite llevar aguas de lastre en los tanques de carga, en los tanques de combustible líquido (FUEL-OIL).
- Está prohibido llevar hidrocarburos a proa del mamparo de colisión.
- Solamente se permite llevar agua de lastre en un tanque de carga que haya

haber sido lavado previamente con crudos.

o) Responsabilidades del capitán o armador

Es responsabilidad el conocer las disposiciones que le conciernen del presente convenio y velará por que el personal bajo su mando las conozcan también:

- Velará por que su buque tenga los equipos e instalaciones exigidos.
- Colaborará con los inspectores e informará inmediatamente ocurra algún incidente que comprometa la integridad del medio marino.
- Es responsable por revisar que se realicen todas las anotaciones respectivas en los diferentes registros y cada página será visada por él personalmente.
- Las descargas excepcionales deberán tener una debida justificación.
- A todo capitán de un petrolero y toda persona a cargo de un petrolero se le entregará toda la información relativa a la carga y distribución del cargamento y datos sobre la capacidad del buque para cumplir con los criterios de estabilidad.

3.1.5 Aplicación del Anexo II (Prevención de la contaminación por sustancias nocivas liquidas transportadas a granel).

Es también uno de los anexos obligatorios del MARPOL 73/78 sus objetivos

básicos son: Duración del certificado NLS.

Regla XII Reconocimiento y certificación de los buques tanque Quimiqueros.

● Prevenir la contaminación operacional por este tipo de sustancias transportadas vía marítima a granel.

● Minimizar las posibilidades de una contaminación accidental, por estas sustancias, producida por buques Quimiqueros.

Apéndice II Lista de sustancias nocivas líquidas transportadas a granel.

El Anexo II de MARPOL73/78 consta básicamente de 16 Reglas y 05 apéndices que se relacionan a continuación:

Apéndice V Modelo de certificado.

Regla I Glosario.

Regla II Ámbito de aplicación.

Regla III División en categorías y lista de sustancias nocivas líquidas.

Regla IV Otras sustancias líquidas.

Regla V Descargas de sustancias nocivas líquidas.

Regla V Sistema de bombeo, tuberías y sistema para desembarcar la carga, instalados en los buques tanque quimiqueros.

Regla VI Excepciones.

Regla VII Instalaciones receptoras y medios disponibles en los terminales de descarga.

Regla VIII Medidas de supervisión.

Regla IX Libro registro de carga.

Regla X Reconocimientos.

Regla XI Expedición del certificado NLS.

- Regla XII Duración del certificado NLS.
- Regla XIII Reconocimiento y certificación de los buques tanque Quimiqueros.
- Regla XIV Prescripciones para reducir a un mínimo la contaminación accidental.
- Regla XV Transporte y descarga de sustancias Paraoleosas.
- Apéndice I Pautas para determinar las categorías de las sustancias nocivas
- Categoría A líquidas.
- Apéndice II Lista de sustancias nocivas líquidas transportadas a granel.
- Apéndice III Lista de otras sustancias líquidas.
- Apéndice IV Modelo de libro registro de carga.
- Apéndice V Modelo de certificado.

A continuación se describirán los aspectos de mayor importancia del presente Anexo y se dará la información general acerca de los parámetros contemplados por el Gobierno Colombiano para la exigencia del cumplimiento al Convenio de MARPOL. D:

a) **Ámbito de aplicación.**

El presente Anexo será de aplicación a todas las naves y artefactos navales, matriculados y registrados en Colombia, que realicen tráfico internacional, aquellas naves que naveguen en las aguas jurisdiccionales colombianas hasta el límite exterior de la Zona Económica Exclusiva, las naves colombianas que naveguen fuera de las aguas jurisdiccionales nacionales en las aguas de alta mar, y las naves de guerra, unidades navales auxiliares y demás naves de propiedad del

Estado colombiano las cuales también adoptaran las medidas pertinentes al cumplimiento de las normas de seguridad contempladas en el MARPOL.

b) Clasificación de las sustancias en categorías.

Categoría A: Sustancias Bioacumulables y riesgosas para la vida acuática o la salud humana, muy tóxicas.

Categoría B: Sustancias bioacumulables de retención corta, o que alteran el sabor u olor de los alimentos marinos, moderadamente tóxicas.

Categoría C: Sustancias ligeramente tóxicas para la vida acuática.

Categoría D: Sustancias prácticamente no tóxicas para la vida acuática, altamente peligrosas para la salud humana, que afectan las actividades recreativas en las playas o en el mar.

d) Libro registro de carga

c) Clasificación de los Buques Quimiqueros.

La alta peligrosidad de algunas sustancias químicas hace necesario que los buques que las transportan cumplan exigencias especiales de seguridad y prevención de la contaminación, ya que un derrame masivo de dichas sustancias podría producir daños desastrosos.

Su clasificación es:

Buques de tipo 1: Transportan sustancias peligrosas que encierran riesgos muy graves para el medio ambiente y la seguridad, requieren la adopción de medidas preventivas extremas para evitar derrames.

Buques de tipo 2: Igual al anterior y encierran riesgos considerablemente graves, requieren la adopción de importantes medidas preventivas para evitar derrames.

Buques de tipo 3: Transportan sustancias químicas, que encierran riesgos lo suficientemente graves para el medio ambiente y la seguridad, como para exigir la adopción de medidas de contención moderadas.

d) Libro registro de carga.

Todo buque al que sea aplicado el Anexo II estará provisto de un libro registro de carga, se harán los asientos pertinentes, tanque por tanque, cada vez que se realicen a bordo las siguientes operaciones en lo concerniente a sustancias nocivas liquidas así:

- Embarque de carga.
- Trasvase interno de carga.
- Desembarque de carga.
- Limpieza de los tanques de carga.
- Lastrado de los tanques de carga.
- Descarga de lastre de los tanques de carga.
- Eliminación de residuos depositándolos en instalaciones receptoras.
- Descarga en el mar o eliminación mediante ventilación.

Aquellas naves con alguna de las siguientes características: motor fuera de borda, eslora menor de 16 metros, o menor de 25 TRB solo se les exigirá una declaración de residuos.

El asiento relativo a cada operación concluida será firmado por el Oficial u Oficiales a cargo de las operaciones en cuestión, y cada pagina será refrendada por el Capitán del Buque.

Se facilitará su inspección cuando lo requiera la Autoridad marítima. Después de realizado su ultimo asiento se conservará durante un periodo de dos años.

e) Reconocimientos.

Todas las naves y artefactos navales matriculados o registrados en Colombia

serán objeto de los siguientes reconocimientos por parte de la Autoridad Marítima:

Reconocimiento Inicial.

Se le realiza antes de que la nave, artefacto naval, o plataforma entre en servicio o se le vaya a expedir por primera vez el Certificado Nacional de Prevención de la Contaminación e incluye los siguientes aspectos:

Reconocimiento Anual

- Examen de equipos sistemas, accesorios o recipientes instalados a bordo para la prevención de la contaminación, verificados si estos han sido contruidos e instalados de acuerdo a los planos y especificaciones aprobados, o simplemente ubicados de conformidad a las necesidades de a bordo.
- Verificación de materiales y condiciones de operatividad y eficiencia de los equipos, sistemas, accesorios o recipientes a satisfacción de la Autoridad Marítima.

Reconocimientos Periódicos.

A intervalos especificados por la Administración, pero que no excederán de cinco años, los cuales se realizarán de modo que garanticen, que la estructura, el equipo, los sistemas, los accesorios, la disposición y los materiales cumplen plenamente las exigencias de la Autoridad Marítima.

Reconocimiento Intermedio.

Como mínimo durante el periodo de validez del certificado NLS, se realizará de modo que garantice que el equipo y los sistemas de bombas y tuberías correspondientes cumplen plenamente con las prescripciones aplicables al Anexo II y estén en buen estado de funcionamiento.

Reconocimiento Anual.

Se verificará cada año y será la base para la expedición de un nuevo certificado nacional de prevención de la contaminación, estos reconocimientos se consignarán en el certificado NLS.

Si en la Inspección se detecta que el estado de la nave, artefacto naval o plataforma, sus equipos, sistemas accesorios o recipientes no están acorde con el contenido del Certificado Nacional de Prevención de la Contaminación o es tal que la nave o artefacto naval no puede hacerse a la mar sin que ello suponga un riesgo inaceptable para el medio marino; por los daños que pueda ocasionarle, el Inspector de la Autoridad marítima dispondrá que el propietario o Armador tome las medidas correctivas pertinentes; de no tomarse dichas medidas, el certificado se retendrá y se le suspenderá el zarpe, o en su defecto la actividad que realiza hasta tanto las fallas observadas sean subsanadas o la nave o artefacto naval salga del puerto con el objeto de dirigirse al astillero más próximo a reparaciones,

siempre que esta acción no represente un riesgo de contaminación. Con las disposiciones del MARPOL 73/78, se le expedirán los certificados correspondientes.

Todo reconocimiento e inspección a una nave o artefacto naval será efectuado por Inspectores de la Autoridad Marítima, por Inspectores nombrados por ella o por entidades reconocidas a las que la Autoridad Marítima delegue dicha función.

Los Estados parte del MARPOL 73/78, podrán ingresar a aguas y puertos nacionales, si

f) Certificaciones. La autoridad marítima, previa inspección del equipamiento a bordo, determinará las

La autoridad marítima o la entidad autorizada por ella, luego de efectuados los reconocimientos antes mencionados expedirá a las naves, artefactos navales o plataformas el Certificado Nacional de prevención de la Contaminación, este tendrá una validez máxima de un (01) año a partir de la fecha de su expedición y estará sujeto a inspección de la Autoridad marítima cuando ella lo requiera y podrá ser renovado sesenta (60) días antes de su vencimiento.

Todas las naves, artefactos navales o plataformas sin importar sus características

El certificado perderá su validez si a la nave, artefacto naval o plataforma se le efectúen reformas importantes que afecten su construcción, equipos, sistemas, accesorios, recipientes o disposición estructural, excepto si se trata de recambio directo de tales equipos, también perderá la validez cuando la nave cese en el uso del pabellón Colombiano.

La autoridad marítima a requerimiento de un Estado parte podrá autorizar los

reconocimientos e inspecciones a las naves y si estima que cumplen con las disposiciones del MARPOL 73/78, se le expedirán los certificados correspondientes.

Las naves y artefactos navales de bandera extranjera de un país que no sea Estado parte del MARPOL 73/78, podrán ingresar a aguas y puertos nacionales, si poseen certificados de prevención de la contaminación marina, si no lo posee la autoridad marítima, previa inspección del equipamiento a bordo, determinará las condiciones en que podrá ingresar.

Declaración de residuos de hidrocarburos, sustancias perjudiciales o nocivas, aguas sucias y basuras.

Todas las naves, artefactos navales o plataformas sin importar sus características de construcción y diseño, llevarán a bordo una declaración de residuos de hidrocarburos, sustancias perjudiciales o nocivas, aguas sucias y basuras, dichas naves están obligadas a comunicar a la autoridad marítima la cantidad y tipo de residuos que transportan y que fueron generados a bordo, mediante la declaración de residuos.

g) Normas para controlar la contaminación en condiciones de servicio.

Régimen Operativo de descargas:

2) Fuera de Zona especial y Zona Nacional protegida:

Está prohibida toda descarga en el mar especialmente en las aguas jurisdiccionales Colombianas desde cualquier nave, artefacto naval o plataforma, de hidrocarburos, sustancias perjudiciales o nocivas, aguas sucias y basuras. La Autoridad Marítima supervisará que estén equipados con instalaciones, tanques o recipientes que garanticen la recepción a bordo de las sustancias antes mencionadas para su posterior descarga en instalaciones de recepción.

o El petroero que esté en ruta:

Todas las naves, artefactos navales y plataformas, deben adelantar acciones de eliminación de desechos y residuos generados a bordo, antes de llegar a puerto o de ser entregadas mediante sistemas de purificación, trituración, incineración, compactación o selección.

o Que el buque tanque tenga en operación un sistema de vigilancia y control de descargas y disponga de tanques de

Se prohíbe en general toda descarga de hidrocarburos, aguas sucias y basuras al mar desde las naves, artefactos navales o plataformas que operen en el medio marino, sin embargo la Autoridad Marítima permitirá efectuar ciertas descargas a los criterios definidos a continuación:

a. Control de descargas de hidrocarburos. Zona Especial y Zona Nacional Protegida:

1) Dentro de Zona especial y Zona Nacional protegida, están prohibidas

las descargas. millas de la costa descargas prohibidas.

2) Fuera de Zona especial y Zona Nacional protegida: descargas prohibidas

excepto cuando reúna las siguientes condiciones:

- A menos de 50 millas marinas de la costa más cercana, están prohibidas las descargas, excepto lastre separado o limpio.
- A mas de 50 millas de la costa más cercana, descargas prohibidas excepto cuando lastre limpio o separado, o con las siguientes condiciones:

- El petrolero que esté en ruta.
- Que el régimen instantáneo de descarga no exceda de 30 lts./milla marina.
- Que la descarga máxima de hidrocarburos no exceda de 1/30000 de la carga transportada previamente.
- Que el buque tanque tenga en operación un sistema de vigilancia y control de descargas y disponga de tanques de decantación.

b. Control de descargas de hidrocarburos desde los espacios de maquinas de las naves. menudas y desinfectadas.

1) Dentro y fuera de la Zona Especial y Zona Nacional Protegida. en las

siguientes condiciones:

- A menos de 12 millas de la costa descargas prohibidas.
- A mas de 12 millas de la costa más cercana descargas prohibidas excepto cuando reúna las siguientes condiciones:

- Aprobado por la Autoridad Marítima.

- La nave esté en ruta.

- El contenido de hidrocarburos del afluente no exceda de 15 ppm.

- La nave tenga en operación un equipo filtrador de hidrocarburos con un sistema de detección automático cuando la descarga exceda el nivel de 15 ppm.

- En los buques petroleros el agua de sentinas no se origine en la cámara de bombas de carga y que no este mezclada con residuos de carga de hidrocarburos.

c. Control de descargas de aguas sucias.

1) A menos de 4 millas descargas prohibidas.

2) Entre 4 y 12 millas descargas prohibidas, excepto cuando han sido desmenuzadas y desinfectadas.

3) Mayor a 12 millas descargas permitidas solo cuando se reúnan las siguientes condiciones:

- La nave esté en ruta.
- A velocidad no menor de 4 nudos.
- A un régimen moderado.
- Aprobado por la Autoridad Marítima.

h) Instalaciones de recepción.

El servicio de recepción de residuos de las naves y artefactos navales en los puertos, deberá ser exigido, autorizado y supervisado por la superintendencia General de Puertos.

Las instalaciones de recepción deberán:

- Contar con una capacidad mínima de almacenamiento, para que las naves y artefactos navales no tengan que sufrir demoras innecesarias.
- Expedir a las naves y artefactos navales que utilicen sus servicios un certificado MARPOL de Recepción de residuos, el cual será revisado posteriormente por el Capitán de Puerto.
- Llevar un libro de registro para instalaciones de recepción MARPOL, el cual deberá contener la información del servicio que se hace por Estado.

Excepciones al régimen de descargas.

No constituye infracciones al régimen de descargas:

bordo un plan de emergencia en caso de contaminación por hidrocarburos;

• Cuando ello sea necesario para salvar vidas humanas en el mar o para proteger la seguridad de la nave, artefacto naval o plataforma.

• Cuando las descargas han sido previamente aprobadas por la Autoridad Marítima para casos concretos y en pruebas de equipos o materiales de control de la contaminación.

• Cuando sea el resultado de averías sufridas por la nave o el artefacto naval o sus equipos, siempre que se den las siguientes condiciones:

la nave, artefacto naval o plataforma para informar a la Autoridad

• Luego de ocurrida la avería se hayan tomado las medidas preventivas y correctivas para reducir al mínimo las descargas.

2. La lista de autoridades o las potencias a quienes debe avisar en

• Que la avería no haya sido intencional o resultado de imprudencia o negligencia a sabiendas que se produciría esta.

3. Una descripción detallada de las medidas que deben adoptarse

Las excepciones previstas anteriormente no eximen al armador o propietario de la nave, artefacto naval o plataforma, por gastos en que se llegare a incurrir para combatir la contaminación generada por tal descarga e indemnización por daños causados.

naval, para continuar con las autoridades nacionales competentes y

Planes de emergencia en caso de contaminación por hidrocarburos.

Régimen de sanciones.

Todas las naves, artefactos navales y plataformas mayores de 25 TRB llevarán a bordo un plan de emergencia en caso de contaminación por hidrocarburos, aprobado por la Autoridad marítima.

El plan de emergencia a bordo será elaborado tomando en cuenta las directrices que se establecen en la resolución MEPC 54(32) del Comité de Protección del Medio Marino de la OMI, e incluirá por lo menos:

1. Procedimientos a seguir por el capitán y otras personas al mando de la nave, artefacto naval o plataforma para informar a la Autoridad marítima el suceso de contaminación por hidrocarburos.

2. La lista de autoridades o las personas a quienes debe darse aviso en caso de un suceso que ocasione contaminación por hidrocarburos.

3. Una descripción detallada de las medidas que deben adoptar inmediatamente las personas de a bordo para reducir o contener la descarga.

4. Los procedimientos y el punto de contacto de la nave o artefacto naval, para coordinar con las autoridades nacionales competentes y locales para luchar contra la contaminación.

Régimen de sanciones.

Cualquier contravención a las disposiciones del MARPOL 73/78, previa investigación da lugar a la aplicación de lo dispuesto en el artículo 76 del Decreto ley 2324 de 1984.

Toda contaminación marina por hidrocarburos, sustancias perjudiciales o nocivas, aguas sucias y basuras causada por cualquier nave, artefacto naval o plataforma, sin importar sus características de construcción y diseño, será investigada y fallada por la Autoridad marítima conforme al procedimiento establecido en el decreto ley 2324 de 1984.

Toda nave, artefacto naval o plataforma que cause contaminación al medio marino o fluvial, deberá sufragar los gastos de limpieza del mismo, sin perjuicio de las sanciones y multas que imponga la Autoridad Marítima previa investigación.

3.2 ACTIVIDADES EN EL ÁMBITO NACIONAL PARA PREVENIR LA CONTAMINACION MARINA

a) Marco legal general ambiental

A continuación citare de una manera general las normas vigentes en nuestro país para la protección y/o preservación del medio ambiente marino.

CONSTITUCIÓN NACIONAL: Considerada como una de las constituciones más ecológicas del mundo, en donde más de 40 de sus artículos tienen que ver con el medio ambiente partiendo del principio que todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano (Art. 79 CPN).

LEY DEL MAR (LEY 10/78): En esta ley se dictan las normas sobre espacios marítimos jurisdiccionales Colombianos y mediante sus decretos reglamentarios 1874, 1875, 1876 y 1877 se establecen disposiciones para protección del medio marino, se crea el cuerpo de Guardacostas, se dan las pautas sobre la prevención de la contaminación marina y se adoptan medidas en materia de recursos naturales.

LEY 99/93: Esta ley que creó el Ministerio de Medio Ambiente y dicta el marco general de la política ambiental nacional, dispone que la Armada Nacional tendrá a su cargo el ejercicio de las funciones de control y vigilancia en materia ambiental y de los recursos naturales, en los mares y zonas costeras, así como la vigilancia, el seguimiento y evaluación de los fenómenos de contaminación o alteración del medio marino (Art. 103).

DECRETO LEY 2324/84: Por el cual se reorganiza la Dirección General Marítima, dicta disposiciones sobre la conservación, preservación y protección del medio marino, vigilancia y control de actividades marítimas, investigación científica y utilización y protección de los litorales (Art. 3).

Es necesario tener en cuenta que Colombia ha adoptado mas de 20 instrumentos internacionales relacionados con la protección, uso, conservación y administración de recursos naturales marinos, los cuales se ejecutan a través de las instituciones responsables, entre las que podemos destacar: La Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, El MARPOL, El Convenio sobre Biodiversidad Biológica, La Convención sobre Cambio Climático, Convenios de Protección del Medio Marino en el Pacifico Sur y en el Caribe, etc.

b) Marco institucional ambiental Colombiano

Citare también de forma muy general, las Instituciones Nacionales más importantes que manejan el medio ambiente, haciendo énfasis en aquellas que se encargan específicamente del medio marino, partiendo de la entidad que formula la política general al respecto.

1) Ministerio del Medio Ambiente

Funciones del Ministerio:

- Formular la política nacional ambiental de recursos naturales.
- Establecer reglas y criterios de ordenamiento ambiental del uso del suelo y mares adyacentes para asegurar el aprovechamiento sostenible.
- Preparar con asesoría del Departamento Nacional de Planeación (DNP)

planes, programas y proyectos en materia ambiental, recursos naturales renovables y ordenamiento territorial que deben ser parte del plan nacional de desarrollo y del plan nacional de inversiones.

• **De Investigación:** Coordina, promueve y orienta la investigación en materia ambiental con el apoyo de los centros investigativos pertenecientes al Ministerio.

• **De Regulación:** Referente a los límites de vertimientos y emisiones; uso, aprovechamiento, manejo y restitución de recursos naturales y del ambiente; determinación de tasas de aprovechamiento de los recursos y definición de áreas de reserva especial (Parques Nacionales Naturales y áreas marinas y costeras protegidas).

• **De Planificación:** Dirige y coordina el proceso de planificación ambiental de integrantes SINA (Sistema Nacional Ambiental) y establece los criterios ambientales para las políticas sectoriales y ministeriales al respecto.

• **De Ejecución:** Expide las licencias ambientales para grandes proyectos de desarrollo. Administra el sistema de parques naturales, administra el Fondo Nacional Ambiental y ejecuta acciones concretas en materia de conservación, uso sostenible y restauración de los recursos naturales.

expansión urbana.

• **Policivas:** Impone sanciones y multas a quienes cometan delitos o

GOBIERNO: Promueve la realización de proyectos de gestión ambiental de

que contravengan las normas de uso, cuidado, preservación y protección de los recursos naturales.

RELACIONES EXTERIORES: Formula la política internacional en materia

- **De Investigación:** Coordina, promueve y orienta la investigación científica en materia ambiental con el apoyo de los centros investigativos pertenecientes al Ministerio.

Coordina las políticas de comercio exterior que afectan los recursos naturales renovables y el medio ambiente.

- **De Participación Ciudadana:** Pone en marcha los mecanismos de participación ciudadana determinados por la Constitución Nacional tales como las audiencias públicas, participación de representantes de la sociedad civil en juntas y/o consejos ambientales, etc.

DEFENSA: Coordina el servicio militar ambiental y apoya las acciones

Funciones de coordinación con otros Ministerios: Coordinación de los recursos naturales.

Los diferentes Ministerios y de acuerdo a sus funciones coordinan con el

2) Ministerio del Medio Ambiente acciones a saber:

SALUD: Formula la política nacional de población y promueve y coordina los programas de control demográfico.

Desarrolla por la ley 09/93, a través de la dirección General Marítima, de sus centros de investigación, del

DESARROLLO: Formula la política nacional de asentamientos humanos y expansión urbana.

GOBIERNO: Promueve la realización de proyectos de gestión ambiental de

prevención de desastres. pro del medio ambiente marino, costero y de sus recursos naturales, creando una cultura de valores sobre la importancia de

RELACIONES EXTERIORES: Formula la política internacional en materia ambiental.

INVESTIGACIÓN: Fortalecimiento de la investigación científica marina,

COMERCIO EXTERIOR: Coordina las políticas de comercio exterior que afectan los recursos naturales renovables y el medio ambiente. que viene

afectando al bienestar y la calidad de vida de la población.

EDUCACIÓN: Adopta los planes y programas docentes y académicos con relación al ambiente y los recursos naturales. ales en las rias y zonas

costeras para garantizar la protección del medio marino y la seguridad de la

DEFENSA: Coordina el servicio militar ambiental y apoya las acciones tendientes a contrarrestar el mal uso y administración de los recursos naturales. Y RESULTADOS: Se está implementando un sistema de

indicadores de calidad ambiental y del estado de los recursos naturales, el

2) Política ambiental de la Armada Nacional dados, de tal forma que con dicho sistema de información, se contrarresten las debilidades para el desarrollo

La Armada Nacional en cumplimiento de su misión constitucional y teniendo en cuenta las responsabilidades dadas por la ley 99/93, a través de la dirección General Marítima, de sus centros de investigación, del Cuerpo de Guardacostas y de los Comandantes de Fuerza, está fortaleciendo su accionar en materia ambiental en las siguientes acciones:

Dentro de sus funciones se pueden destacar:

CULTURAL: Orientación de su política ambiental fundamentada en el

desarrollo sostenible, en pro del medio ambiente marino, costero y de sus recursos naturales, creando una cultura de valores sobre la importancia de conservarlos, preservarlos y protegerlos.

« El desarrollo de investigaciones científicas orientadas a la vigilancia,

INVESTIGACIÓN: Fortalecimiento de la investigación científica marina, para el monitoreo de los fenómenos de contaminación o alteración, encaminada a determinar las causas del deterioro ambiental que viene afectando el bienestar y la calidad de vida de la población.

CONTROL Y VIGILANCIA: Fortalecimiento del control y vigilancia en materia ambiental y de los recursos naturales en los mares y zonas costeras para garantizar la protección del medio marino y la seguridad de la vida humana en el mar.

GESTION Y RESULTADOS: Se está implementando un sistema de indicadores de calidad ambiental y del estado de los recursos naturales, el cual facilitará el control de gestión y resultados, de tal forma que con dicho sistema de información, se contrarresten las debilidades para el desarrollo del programa de mares limpios y costas limpias, contenido en la política Nacional ambiental.

Dirección General Marítima – DIMAR.

Dentro de sus funciones se pueden destacar:

- El control de la contaminación en los litorales.
- La supervisión del plan Nacional de Contingencia por derrames de hidrocarburos en el mar.
- El desarrollo de investigaciones científicas orientadas a la vigilancia, seguimiento y evaluación de los fenómenos de contaminación o alteración del medio marino.
- La contribución en la concientización de la comunidad marítima sobre la importancia de la conservación, protección y preservación del medio ambiente marino.
- La señalización de canales, bahías, radas y aproximaciones a los puertos marítimos para evitar accidentes.
- La elaboración de cartas náuticas de las áreas marítimas para facilitar la seguridad de la navegación.
- La inspección e investigación de la contaminación en áreas de su jurisdicción.
- El fomento en la empresa privada para la creación de entes que controlen el manejo de los residuos en los fondeaderos y muelles.

Desde su creación en 1952, la Dirección General Marítima ha dirigido grandes esfuerzos hacia la prevención, preservación, protección y conservación del medio ambiente marino, en cumplimiento del mandato legal. Compromiso reafirmado con la promulgación de la Ley 99 de 1993 por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente. En su artículo 103 se

le confirman funciones a la Armada Nacional en lo referente al control y vigilancia en materia ambiental y de los recursos naturales, en los mares y zonas costeras, así como la vigilancia, seguimiento y evaluación de los fenómenos de contaminación o alteración del medio marino.

de monitoreo, vigilancia y control del medio ambiente marino colombiano que ha permitido determinar condiciones iniciales de referencia, las cuales contribuyen a la

Las acciones que realiza la Armada Nacional a través de la Dirección General Marítima en el campo científico y de vigilancia, seguimiento y evaluación de la contaminación marina, se realizan en sus centros de investigación: Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH), en el Atlántico; Centro de Control de la Contaminación del Pacífico (CCCP); y de las Capitanías de Puerto, respectivamente. Así mismo, el Cuerpo de Guardacostas de la Armada Nacional, de acuerdo con lo dispuesto en el decreto 1874 de 1979, cumple importantes funciones en materia de protección del medio marino contra la contaminación.

Los impactos ambientales en el medio marino generados por buques y fuentes terrestres de contaminación vienen causando importantes cambios y daños en los ecosistemas marinos y costeros, generando pérdidas económicas. Hoy por hoy, es necesario conocer las tendencias y el comportamiento de los niveles de concentración de contaminantes de mayor incidencia en el medio marino y costero (hidrocarburos, pesticidas, metales pesados y materia orgánica) y sus efectos socioeconómicos.

La Dirección General Marítima, para cumplir con la normatividad nacional en materia ambiental y con las directrices y compromisos internacionales como los de la Agenda 21 de la conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, ha efectuado programas de monitoreo, vigilancia y control del medio ambiente marino colombiano que ha permitido determinar condiciones iniciales de referencia, las cuales contribuyen a la toma de decisiones por parte de las autoridades competentes.

Como Autoridad Marítima Nacional, DIMAR es la garante del cumplimiento de los convenios marítimos internacionales de la Organización Marítima Internacional (OMI) aprobados por Colombia, varios de los cuales orientan la normatividad nacional en cuanto a los controles que ejerce el Estado en materia de prevención, preservación, protección y conservación del medio ambiente marino de cualquier contaminación proveniente de los buques.

Entre los instrumentos internacionales y relacionados con el tema, se destacan:

Convenio internacional para Prevenir la Contaminación por Buques 1973 y su Protocolo de 1978, conocido internacionalmente como [MARPOL 73/78](#), adoptado por la Ley 12 de 1981 y de obligado cumplimiento para todos los buques que por sus características de construcción y diseño, así lo

ameriten. Igualmente, será reglamentado para los buques que actualmente no estén cubiertos, mediante decreto actualmente en trámite".

El PNC es un instrumento técnico y operativo que le permite al país actuar de la mejor manera posible mediante la coordinación de todas las entidades

Convenio internacional sobre responsabilidad civil por daños causados por la contaminación de las aguas del mar por hidrocarburos y su Protocolo de 1976 ([CLC 69/76](#)), acogido por la Ley 55/89 y su protocolo de 1992 aprobado por ley 523/99. Tiene como objetivo garantizar a todos los perjudicados a causa de la contaminación por hidrocarburos, una indemnización adecuada por parte del propietario del buque.

En la elaboración de este Plan participan la Armada Nacional a través de la Dirección General Marítima, Escapular y los Centros operativos portuarios

Convenio internacional sobre la constitución de un fondo internacional de indemnización de daños causados por la contaminación de hidrocarburos y su Protocolo de 1976 ([FONDO 71/76](#)), aprobado por Ley 257/96 y su protocolo de 1992 aprobado por ley 523/99. Es un instrumento complementario de CLC/69 que actúa cuando la indemnización de éste último no es suficiente. Aquí el pago está a cargo del propietario de la carga y del armador.

El PNC, además de ser un elemento importante de la Política Nacional para

Otro campo no menos importante es el referente a la formulación y participación en el Plan Nacional de Contingencia (PNC) contra Derrames

el desarrollo de los programas de Cooperación Regional cuyo fin es

de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas en Aguas Marinas, Fluviales y Lacustres, aprobado por decreto 321/99.

El PNC es un instrumento técnico y operativo que le permite al país actuar de la mejor manera posible mediante la coordinación de todas las entidades y personas que pueden aportar para resolver una emergencia y minimizar el impacto ambiental negativo en caso de un derrame de hidrocarburos, derivados o sustancias nocivas en cualquier cuerpo de agua del territorio nacional.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

En la elaboración de este Plan participaron: la Armada Nacional a través de la Dirección General Marítima; Ecopetrol y las demás empresas petroleras que operan en el país, a través de la Asociación Colombiana de Petróleos; la Dirección General para la Prevención y Atención de Desastres; el Consejo Colombiano de Seguridad; los Ministerios de: Interior, Defensa, Transporte, Minas y Energía, Desarrollo y del Medio Ambiente, así como las demás entidades con alguna inherencia en los temas que se consideraron pertinentes.

• Controlar y responder por que las unidades bajo su mando no contaminen el medio ambiente cercano.

El PNC, además de ser un elemento importante de la Política Nacional para la protección del medio ambiente acuático y continental en el Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres, es también la base para el desarrollo de los programas de Cooperación Regional cuyo fin es

combatir la contaminación por derrame de hidrocarburos y sustancias nocivas.

Gestión Internacional para la Protección del Medio Marino.

En esta gestión se trabaja en estrecha relación con los Organismos Internacionales que están relacionados en algún aspecto con este tema, así:

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

Agencia de los Estados Unidos de Norte América para la protección del Medio Ambiente.

Comandos de las Fuerzas Navales

Sus funciones en materia ambiental son las siguientes:

- Controlar y responder por que las unidades bajo su mando no contaminen el medio ambiente marino.
- Concientizar al personal sobre la importancia que tiene la conservación, preservación y protección del medio ambiente marino.
- Desarrollar los programas que contribuyen a la preservación,

conservación y protección del medio ambiente marino.

- Informar a la Dirección General Marítima, las violaciones que contra el medio ambiente se cometan, para la investigación correspondiente.
- Elaborar y ejecutar los planes de capacitación y entrenamiento para su personal, orientados a contribuir a la conservación, preservación y protección del medio ambiente marino.

Cuerpo de Guardacostas

Las funciones del Cuerpo de Guardacostas de la Armada Nacional son las siguientes:

- Efectuar vigilancia a través de patrullajes preventivos para detectar agentes potenciales de contaminación.
- Inspeccionar los artefactos navales que se encuentren efectuando trasiego o suministro de combustible en el mar, para prevenir derrames.
- Apoyar el plan Nacional de contingencia por derrame de hidrocarburos en el mar.
- Elaborar y ejecutar los planes de capacitación y entrenamiento para su personal, orientados a la conservación, preservación y protección del medio ambiente marino y costero.

3.3 MEDIDAS PREVENTIVAS PARA MITIGAR LA DEPREDACIÓN AMBIENTAL.

Dentro de estas medidas encontramos las siguientes:

LICENCIA AMBIENTAL: Es una autorización que otorga la autoridad ambiental competente, para la ejecución de una obra o actividad sujeta al cumplimiento por el beneficiario de la licencia, de los requisitos que la misma establezca con relación a la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de la obra o actividad autorizada. (Art. 50 Ley 99/93). Puede entenderse entonces como un instrumento de racionalización para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y no renovables.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA): Es el conjunto de información que debe suministrar el peticionario de la licencia, que incluye además de la descripción específica del proyecto, datos sobre el medio existente en la zona, la evaluación de los impactos que puedan producirse, así como los planes de prevención, mitigación, corrección y compensación de estos impactos, lo mismo que el plan de manejo ambiental de la obra o actividad. (Art. 56 Ley 99/93).

DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE ALTERNATIVAS (DAA): Consiste en estudiar las mejores alternativas de un proyecto desde el punto de vista de

su localización (escenarios geográficos, ecológicos y socioeconómicos) como las mejores alternativas tecnológicas para desarrollarlo causando el menor impacto posible.

ECOLÓGICO EN CARTAGENA

Residuos industriales y urbanos las mayores amenazas contra una ciudad que es patrimonio histórico de la humanidad.

La contaminación de la Bahía de Cartagena por la pésima disposición de las aguas residuales sigue siendo preocupante, según un estudio dado a conocer por el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH) de esta ciudad.

El documento señala que los valores de carga contaminante están por encima de las normas internacionales de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación de la Ciencia y la Cultura (UNESCO).

Las más altas concentraciones de residuos fecales se presentan en las épocas secas, abril, y de transición en junio. Según el documento, la bahía recibe a diario 123 mil 400 metros cúbicos de aguas residuales, 50 por ciento de los cuales se

4. CAOS ECOLÓGICO EN CARTAGENA

Residuos industriales y urbanos las mayores amenazas contra una ciudad que es patrimonio histórico de la humanidad.

La contaminación de la Bahía de Cartagena por la pésima disposición de las aguas residuales sigue siendo preocupante, según un estudio dado a conocer por el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas -CIOH, de esta ciudad.

El documento señala que los valores de carga contaminante están por encima de las normas internacionales de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación de la Ciencia y la Cultura -UNESCO.

Las más altas concentraciones de residuos fecales se presentan en las épocas secas, abril, y de transición en junio. Según el documento, la bahía recibe a diario 123 mil 400 metros cúbicos de aguas residuales, 50 por ciento de los cuales se

vierten directamente a la Ciénaga de la Virgen, a través de un conjunto de alcantarillas enterradas y caños de drenaje a cielo abierto, en la zona sur y suroccidental de la misma.

El otro 50 por ciento se descarga en la bahía por medio de un desagüe submarino de 800 metros de largo frente a la Isla de Manzanillo.

Por otra parte, los cuerpos de agua de la ciudad sufren alta contaminación microbiológica como consecuencia de las descargas de aguas negras a través del alcantarillado sanitario, los de emergencia y los que se hacen de forma directa, de tal manera que la conjugación de las descargas y el comportamiento de la bahía, permiten la presencia de coliformes en niveles no permitidos en lugares turísticos como Castillo Grande y el Laguito.

Según Jesús Antonio Garay, investigador del CIOH, "el efecto de las descargas contaminantes a los cuerpos de agua de la ciudad ha sido devastador, causando altos niveles de contaminación, sedimentación y deterioro ambiental generalizado".

Otras fuentes de contaminación de la bahía son las descargas no cualificadas de

las pequeñas industrias en la zona nororiental de la ciudad, a pesar del aumento en el control de contaminación por parte de la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique, CARDIQUE.

El estudio indicó que la industria aporta 6.2 toneladas día de la carga de materia orgánica que recibe la Bahía de Cartagena y 3.9 toneladas día de los nutrientes, buena parte de los residuos de combustibles, aceites y fertilizantes y la mayor parte de los vertimientos típicamente industriales como carbonatos, amoniacos, fenoles y aguas calientes.

También al ecosistema se vierten los agroquímicos que llegan a través de una serie de caños y arroyos que atraviesan zonas agrícolas y el mismo Canal del Dique. Sumado a esto están los residuos sólidos arrojados al agua, 50 a 100 toneladas por día y los lixiviados (sustancias alcalinas disueltas en agua) de numerosos botaderos.

Para la Bahía de Cartagena los niveles de coliformes varían entre las épocas de junio y para invierno en octubre. Las concentraciones están en la zona de influencia de la Isla de Manzanillo y la zona comprendida entre el Castillo y el Laguito, incluidas las playas turísticas.

Los niveles más bajos de oxígeno a nivel superficial se presentan en la zona de Castillo Grande y el Laguito durante el mes de abril, debido posiblemente a la disponibilidad de materia orgánica proveniente de las aguas negras situadas en la zona produciéndose procesos de descomposición de la misma.

La actividad petrolera es otro factor de contaminación de la bahía. Según el CIOH, el tráfico marítimo genera cantidades significativas de residuos oleosos, parte de los cuales son vertidos al mar por falta de un plan de vigilancia y control adecuado y porque el puerto de Cartagena carece de una infraestructura para la recepción de residuos petroleros.

Con un tráfico marítimo de esta envergadura, es previsible que se enfrenten problemas de contaminación por la operación de buques, ya sea en cargue y descargue o por inexistencia de instalaciones portuarias adecuadas para la recepción de residuos líquidos y sólidos por vertimientos voluntarios o involuntarios, dijo el investigador Garay.

La contaminación por hidrocarburos aromáticos, como la gasolina y el kerosene, entre otros, también es muy preocupante. La mayor concentración de contaminación por este aspecto se presenta al frente de la zona de influencia de la desembocadura del vertimiento industrial ECOPETROL, que aunque en la actualidad tiene planes

ambientales para evitar impactos negativos, durante muchos años aportó una carga contaminante importante.

El impacto que sobre la fauna íctica tiene este tipo de crudo no se ha estudiado del todo, pero se conoce que afecta especies de peces como el pargo, pargo chino y salmón, así como las ostras.

El estudio advierte sobre la implementación de nuevas empresas y ampliación de varias existentes en la zona industrial de Mamonal, en respuesta a la política de promoción de exportaciones, lo que ocasionará más demandas ambientales para la bahía.

4.1 ESTUDIO DE LA BAHÍA INTERIOR DE CARTAGENA

a) Descripción General del área de la Bahía de Cartagena

La zona de la Bahía de Cartagena se encuentra ubicada entre Latitud $10^{\circ} 26' - 10^{\circ} 16' N$ y Longitud $75^{\circ} 30' - 75^{\circ} 36' W$.

Esta bahía se considera por definición como Geológica, pero debido a las que entran y salen de Cartagena. Esta zona también está sometida a las

corrientes de agua que recibe se le ha denominado como estuario. Tiene una longitud de 12X6 Km, un área de 80 Km² y una profundidad media de 21 m, es un semiembalse de unos 1600 millones de m³ de agua.

Sobre la parte oriental esta situada la zona industrial de Mamonal con cerca de 100 industrias y aproximadamente 56 muelles o terminales marítimos, en la parte norte y nororiental se encuentra la Ciudad de Cartagena de Indias, cuyos residuos domésticos van a dar directamente a la bahía, mediante los desagües de Bocagrande, Bahía de las Ánimas y Cuatro Bocas.

la misma, terminando finalmente en las zonas costeras del sur y norte de Cartagena.

En el sector de Bocagrande se encuentra ubicado el muelle de la Base Naval ARC Bolívar donde atracan las unidades mayores, unidades menores y unidades submarinas de la Armada Nacional, no cuenta con estaciones adecuadas para la recolección de basuras y residuos de aguas negras y de sentinas.

con promedios históricos de 111 y 128 cm, respectivamente.

Las dos zonas de la Bahía de Cartagena con mayor índice de contaminación por hidrocarburos se presentan en la Bahía Interna (al norte), donde existe intenso tráfico marítimo y actividad portuaria, muelles y desembarcaderos y áreas de desagües municipales. La otra zona esta comprendida entre Bocachica y la zona industrial, abarcando gran parte de la Bahía, por donde navegan todos los buques que entran y salen de Cartagena. Esta zona también esta sometida a las

descargas de los emisores de las industrias, situadas en el costado oriental de la Bahía, las cuales son de diversa naturaleza, incluidas la refinería de petróleo y la industria petroquímica.

Los residuos y películas superficiales de petróleo vertidos por toda clase de embarcaciones son posiblemente transportados hacia la zona de las Islas del Rosario, principalmente por la acción de los vientos. También durante los procesos de renovación de aguas de la Bahía de Cartagena son transportados y dispersados hacia mar abierto, parte de los residuos petrolíferos vertidos dentro de la misma, terminando finalmente en las zonas costeras del sur o norte de Cartagena.

El promedio multianual de precipitaciones en el área de la Bahía de Cartagena es de 751.2 mm al año, siendo los meses de Septiembre y Octubre los mas lluviosos con promedios históricos de 111 y 128 mm, respectivamente.

El total de horas de brillo solar en promedio multianual es de 2354 horas, correspondiendo la mayor cuota a los meses de Diciembre y Enero (época seca), con valores de 200 y 300 horas, respectivamente. El menor aporte ocurre durante el mes de Octubre con 150 horas de brillo solar (época húmeda).

En lo relacionado con la circulación de aguas se ha determinado que durante la época de los vientos (Diciembre-Abril) se establece un movimiento superficial hacia el sur y uno profundo en sentido contrario lo que favorece el intercambio profundo y completo de las aguas de la Bahía, acentuando la llegada de agua de mar por el fondo.

La dinámica de la Bahía determina en forma directa la distribución de los diferentes contaminantes; en la época de lluvias, cuando los vientos son de menor fuerza y de dirección más variable, el arrastre de las sustancias mezcladas y material en suspensión afecta una mayor extensión de la Bahía hacia la parte norte y oriental.

La Bahía sufre un periodo de depuración superficial durante la época de vientos, ya que éstos inducen corrientes de dirección norte-sur, que obligan al desplazamiento de las aguas superficiales hacia el sur de la Bahía, permitiendo un mayor intercambio de aguas entre la Bahía Interior y el resto del área.

La marea es de tipo semidiurna con una fuerte desigualdad diurna, su amplitud es poco significativa (menor de 50 cms) pero aumenta los procesos de mezcla de las aguas de la Bahía y ejerce una gran influencia sobre el carácter de las corrientes en el área.

b) Estudio realizado en las fuentes generadoras de las basuras y dirigiéndose, en menor medida, hacia la salida de la bahía interna entre Castillogrande y la isla de Manzanillo.

Las fuentes de contaminación estudiadas fueron la Base Naval, el Muelle de Los Pegasos en la Bahía de las Ánimas y el Terminal Marítimo, entre Castillogrande y la Isla de Manzanillo. El material estudiado está compuesto por basuras flotantes, sin tener en cuenta un tipo concreto de sustancia.

La basura que se genera dentro de la Bahía de las Ánimas en el sector del muelle de los Pegasos, tiende a acumularse en este sector debido a que el movimiento de aguas es mínimo, mientras que la basura generada en la Base Naval o a la entrada de la Bahía interna se dirige al este de la bahía, acumulándose en la parte central de este sector es decir entre el terminal marítimo y las islas del Diablo y Chivos y la basura generada en el Terminal Marítimo presenta tendencia a acumularse en sus vecindades, situación similar a la que ocurre en la Bahía de las Ánimas.

Se considera que las principales fuentes de contaminación que afectan la Bahía de Cartagena se dividen en: Directas (Externas), indirectas y autóctonas.

La tendencia general de los contaminantes flotantes durante la época húmeda, bajo el régimen de vientos variables tanto en dirección como en velocidad, es a dirigirse hacia el sector oriental de la bahía interna y acumularse entre el sector del Terminal Marítimo y las islas de Chivos y el Diablo; durante la época seca y bajo la acción de los fuertes vientos alisios de dirección noreste la tendencia de los contaminantes flotantes es a acumularse en inmediaciones de los sitios de

ubicación de las fuentes generadoras de las basuras y dirigirse, en menor medida, hacia la salida de la bahía interna entre Castillogrande y la isla de Manzanillo.

El Canal del Dique, convertido en un componente del sistema fluvial del río Magdalena, generó los más grandes cambios morfológicos en el recinto de la bahía al introducir elementos sedimentológicos adicionales que muy rápidamente debilitaron la vida coralina en el interior del sistema. Con el tiempo la sobrecarga de partículas en suspensión, producto del arrastre fluvial, ocasionó la muerte de las formaciones coralinas del interior de la Bahía; el influjo de aguas de origen continental, un elemento nuevo dentro del contexto, obligó a que la Bahía comenzara a comportarse como un estuario típico en donde dominan condiciones de agua de mezcla. La presencia del manglar y los amplios rangos de variación de los parámetros ambientales, son testimonios concretos del hecho (IDEADE, 1993).

c) Fuentes de contaminación de la Bahía de Cartagena

Se considera que las principales fuentes de contaminación que afectan la Bahía de Cartagena se dividen en: Directas (Externas), indirectas y autóctonas

TABLA 7. Fuentes de Contaminación de la Bahía de Cartagena.

FUENTES DIRECTAS (EXTERNAS)	FUENTES INDIRECTAS	FUENTES AUTOCTONAS
Descargas Industriales Aguas Servidas Urbanas Canal del Dique Vertimientos de Buques	Demanda Béntica (Sedimentos)	Materia orgánica Muerta (fitoplancton)

Lixiviados de Basuras		
Residuos Sólidos		

Aguas Servidas Urbanas

Las aguas servidas de la ciudad de Cartagena, de una población de aproximadamente 750.000 habitantes, alcanzan un volumen estimado de 123.425 m³ diarios (ACUACAR, 1997) y se vierten, en un 50% a la Ciénaga de la Virgen mediante un conjunto de alcantarillas enterradas y caños de drenaje a cielo abierto en la zona sur y suroccidental de la misma. El otro 50% se descarga a la Bahía de Cartagena, especialmente a través de un emisario submarino de 800 m de largo frente a la isla de Manzanillo. En éste último porcentaje se incluye los vertimientos en los caños, lagos y lagunas de la ciudad.

Esta es la principal fuente de materia orgánica externa a la Bahía de Cartagena, la cual en términos de DBO₅ alcanza un total de 16 Ton/día, así como 1.17 Ton/día de nutrientes, especialmente nitrógeno y fósforo.

Los cuerpos de agua de la Bahía Cartagena sufren alta contaminación microbiológica como consecuencia de las descargas de aguas negras a través del alcantarillado sanitario, los emisarios de emergencia y los que se hacen en forma

directa. De tal manera que la conjugación de las descargas y el régimen de circulación de corrientes de la Bahía, favorecen la permanencia de Coliformes en niveles no permisibles en algunos sectores turísticos, como Castillo Grande y El Laguito.

Canal del Dique

El Canal del Dique aprovecha un conjunto de ciénagas y antiguos cauces del río Magdalena, para llegar al sur de la Bahía de Cartagena, partiendo desde Calamar, a 115 Km de distancia.

El caudal de agua aportado por el Canal del Dique está en estrecha relación con los periodos de lluvia y seca que afectan al río Magdalena, presentado en términos generales sus máximos aportes de mayo a junio y de octubre a noviembre, y los mínimos de febrero a marzo y agosto a septiembre.

Derrames de buques y operaciones de muelles

Cartagena es uno de los puertos más importantes del Caribe colombiano; actualmente, según estudios del CIOH, (Garay, 1995) existen en el puerto 56 muelles entre oficiales y privados, muchos de ellos son petroleros y otros con facilidades para la carga y descarga de combustibles y productos químicos.

También existen muelles de carga general y contenedores, cabotaje, petroleros,

quimiqueros, pesqueros, turismo, recreación, astilleros, servicios y marinas, granel sólido y actividades varias.

TABLA 8. Relación de muelles ubicados en la Bahía de Cartagena por tipo de actividad.

ACTIVIDADES	No Muelles	%
Carga General y Contenedores	4	7.0
Cabotaje	5	9.0
Petroleros	7	12.5
Quimiqueros	7	12.5
Turismo y Recreación	5	9.0
Pesqueros	9	16.0
Astilleros	5	9.0
Servicios y Marinas	11	20.0
Granel Sólido	3	5.0
TOTAL	56	100

Información Bol. 14 CIOH (1993) y Proyecto WCISW (1995)

TABLA 9. Residuos oleosos generados por los buques que arriban al puerto de Cartagena. TON/MES.

RESIDUOS	BUQUES PETROLEROS	BUQUES NO PETROLEROS	TOTAL
Lastre Sucio	2847	---	2847
Slops	21018	---	21018
Aguas de Sentinas	50.6	556.8	607
Lodos Semisólidos	509.6	1839.7	2349
TOTAL	24425	2396	26822

d) Fuentes Autóctonas

Los episodios de eutrofización que con frecuencia suceden en la Bahía, por el enriquecimiento del medio con nutrientes, generan procesos acelerados de producción de fitoplancton y algas en cantidades significativas, los cuales mueren rápidamente y se depositan en el fondo, convirtiéndose en materia orgánica muerta, la cual se suma a la proveniente de fuentes externas que, al oxidarse a expensas del oxígeno del medio, produce impactos negativos en los ecosistemas de la Bahía, entre los que se cuenta la generación de zonas anóxicas en el fondo

TABLA 10. Cargas aportadas por las fuentes de contaminación de residuos líquidos a la Bahía de Cartagena.

e) Fuentes indirectas		Aguas	Vertimientos	Cañal	Lixiviados	TOTAL
		Servicios Urbanos	Industriales	Dique	de Basureros	
Caudal	M3/Día	50.525	1'364.111	8'640.000	833	10'064.039
Nitrógeno	Ton/Día	0,73	3,73	2,5	0,073	6,98
Fósforo	Ton/Día	0,04	0,17	0,11	0,011	0,32
Acidez y Grasa	Ton/Día	—	0,30	—	—	0,30

Los lodos depositados en el fondo de la Bahía durante largos periodos, constituyen una fuente indirecta de contaminación, dado que al oxidarse la materia orgánica, su principal constituyente, genera lo que se ha denominado como “demanda béntica”, proceso en el cual hay una estrecha interrelación entre los sedimentos superficiales y la columna de agua, consumiéndose el oxígeno disponible de ésta última y generando impactos negativos al ecosistema.

f) Características Dinámicas de las Aguas de la Bahía

Otras fuentes de contaminación de la Bahía

La dinámica de la Bahía, según los datos episódicos de mediciones y los resultados de los cálculos, está caracterizado por la influencia de tres factores. Existen otras fuentes menores de contaminación de las aguas de la Bahía de Cartagena, entre estas, los residuos de agroquímicos que llegan a través de una serie de caños y arroyos que atraviesan zonas agrícolas. Así mismo, el Canal del Dique aporta una carga significativa de agroquímicos.

La influencia de los vientos

Los residuos sólidos (basuras) arrojados al agua, los cuales representan aproximadamente entre 50-100 toneladas por día y los lixiviados del botadero de basuras y el relleno sanitario de Cartagena, constituyen una importante fuente de contaminación tanto para la Bahía, como para los Caños y Lagunas y la Ciénaga de la Virgen.

TABLA 10. Cargas aportadas por las fuentes de contaminación de residuos líquidos a la Bahía de Cartagena.

Parámetros		Aguas Servidas Urbanas	Vertimientos Industriales	Canal del Dique	Lixiviados de Basureros	TOTAL
Caudal	M3 /Día	60.525	1'364.111	8'640.000	833	10'064.636
DBO5	Ton/Día	16.2	6.04	9.5	0.26	31.74
Nitrógeno	Ton/Día	0.73	3.73	2.5	0.073	6.96
Fósforo	Ton/Día	0.44	0.17	0.4	0.001	1.01
Sólidos Susp.	Ton/Día	11.1	39.3	2957	0.004	3007
Aceites y Gras.	Ton/Día	---	0.83	----	----	0.83

Fuentes CIOH (1996-1997), ACUACAR (1996-1997) y CARDIQUE (1996-1997).

f) Características Dinámicas de las Aguas de la Bahía

La dinámica de la Bahía, según los datos episódicos de mediciones y los resultados de los cálculos, esta caracterizado por la influencia de tres factores principales:

- La influencia de los vientos.

- Las mareas.
- Los efectos termohalinos.

La característica principal, es un aumento permanente del nivel del mar en la zona. El viento es un fenómeno principal, que afecta la cuenca, formando las corrientes de deriva y las gradientes. Este efecto tiene mayor importancia en la época seca con las condiciones reinantes de los vientos alisios. Para la época húmeda el efecto de vientos no es tan significativo, considerando el siguiente factor - las mareas.

Las mareas en la zona tienen un carácter mezclado: las mareas diurnas y semidiurnas. La amplitud de ellas tiene un orden de magnitud de 20 cm, la marea máxima ocurre en la fase diurna (aproximadamente cada 24 horas). Teniendo en cuenta, que la amplitud de la marea no es grande, las corrientes de ella en su mayoría no son pronunciadas. Sin embargo, existe una particularidad de la zona de estudio: La Bahía tiene dos entradas y la amplitud de las mareas en Bocachica es un poco mayor que la de Bocagrande. Esta diferencia se debe a la topografía del fondo marino en cercanías a la Bahía.

Las profundidades del mar en la zona de Bocachica son mucho mayores en comparación con Bocagrande. En aguas someras, como es el caso de los alrededores de Bocagrande, la disipación de la energía de mareas es mucho

mayor y la amplitud de oscilaciones es menor en este caso.

en las entradas a la Bahía: Bocachica y Bocagrande. Teniendo en cuenta que el talud en la parte de Bocachica tiene una pendiente más brusca, la disipación de la

La característica principal, es un aumento permanente del nivel del mar en la zona de la desembocadura del Canal del Dique y una pendiente del nivel hacia el norte de la Bahía. Por esta razón, la circulación barotrópica del área, siempre esta dirigida hacia el norte de la Bahía y, en este caso, las corrientes, las cuales se producen por la diferencia de la marea local juegan un papel importante en la dinámica.

de mayor importancia en este caso, que predomina para la época seca es la formación de la zona de convergencia de las corrientes entrantes

superficiales y talentes de la marea, gracias a la presencia de La Escollera en Las corrientes en la Bahía según los cálculos efectuados y observaciones históricas, tienen diferencias en su comportamiento dependiendo del régimen dinámico para la época seca y húmeda.

artificialmente. Durante la concentración de oxígeno, se forma una zona de dirección por las aguas entrantes desde la superficie en la parte de Bocagrande.

Los vientos fuertes para la época seca (vientos alisios) provienen del Norte y del Noreste con una constancia de su velocidad y dirección, y normalmente producen una circulación reinante en la capa superior de las aguas. Esta circulación se caracteriza por la deriva litoral en la parte de Bocagrande (las corrientes superficiales entran a la Bahía), por cerramiento de la influencia cinemática del Canal del Dique y por transporte superficial de las aguas hacia afuera de la Bahía Interna.

El régimen de la marea depende de una diferencia entre amplitudes de las mareas en las entradas a la Bahía: Bocachica y Bocagrande. Teniendo en cuenta que el talud en la parte de Bocachica tiene una pendiente más brusca, la disipación de la energía de marea por este lado es menor, en comparación con el caso de Bocagrande. Las corrientes de la marea en general están dirigidas hacia la parte norte de la Bahía.

aguas entre las capas en la vertical, la influencia de turbulencia que produce el viento y el mezclamiento vertical.

Un fenómeno de mayor importancia en este caso, que predomina para la época seca es la formación de la zona de convergencia de las corrientes entrantes superficiales y salientes de la marea, gracias a la presencia de La Escollera en Bocagrande. Por esta convergencia de los flujos, el agua está bajando y se forma una corriente de la capa inferior, la cual está dirigida hacia dentro de la Bahía. Teniendo en cuenta, que las aguas superficiales tienen bastante concentración de oxígeno, se forma una zona de aireación por las aguas entrantes desde la superficie en la parte de Bocagrande.

generar.

Las aguas de la capa inferior sufren la influencia de las mareas y de las corrientes gradientes por los efectos secundarios del viento. En la Bahía Interna se forman dos remolinos con el sentido inverso a la acción del viento. En toda la Bahía, como tal, se forma un flujo de compensación de las aguas que provienen desde el norte por los efectos del viento en la capa superior.

la especie predominante en la mayor parte del fondo del ecosistema, incremento paulatino de los episodios de

En la época húmeda la situación se cambia. Existen las dos causas principales para eso: por un lado, los vientos de la época no son significativos por su intensidad y bien variables en su dirección. Por otro lado, el Canal del Dique y los efectos de lluvias locales producen la formación de una capa superficial cerrada por los efectos de boyancia. Estos efectos son la base para disminuir el intercambio de las aguas entre las capas en la vertical, la influencia de turbulencia que produce el viento y el mezclamiento vertical.

En el nivel superficial, el contenido de oxígeno disuelto varía entre tiempos estrechos a través de toda la Bahía, con rangos promedio entre 3.0 - 4.5 ml/l.

El carácter de la circulación para ésta época se caracteriza por una estratificación fuerte, cuando las aguas superficiales son menos saladas por la influencia del Canal Dique y pueden alcanzar hasta la parte norte de la Bahía. Por el efecto de los vientos débiles y variables, pero con una poca predominancia de las direcciones del sur y oeste, las aguas de la capa superior tienen la dirección general desde el sur hasta el norte. Asimismo, las aguas de la capa inferior por los efectos de la marea tienen la misma dirección, si se define en una manera general.

A nivel de fondo (1 m arriba del fondo), los valores de oxígeno disuelto en toda la

g) Características físico-químicas de la calidad de las aguas y los sedimentos. Los

promedio de 1.1 - 4.0 ml/l para la época seca, de 0.2 - 4.0 ml/l para la época de

La información histórica consultada, los muestreos efectuados en el marco del proyecto y las salidas del modelo de ecosistema, indican un estado de máximo deterioro de las aguas de la Bahía, debido a la anoxia predominante en la mayor parte del fondo del ecosistema, incremento paulatino de los episodios de

eutrofización debido al exceso de nutrientes de origen antrópico, presencia de tóxicos como algunos metales pesados, hidrocarburos y plaguicidas, tanto en aguas como en los sedimentos, y, en muchos casos en organismos de importancia comercial de consumo por la comunidad, tales como algunas especies de peces y bivalvos.

debe ser de 2.8 ml/l, que es el mínimo exigido por la norma del Decreto 1504/84, para aguas cuyo uso sea contacto primario, secundario y preservación de flora y fauna.

En el nivel superficial, el contenido de oxígeno disuelto varía entre límites estrechos a través de toda la Bahía, con rangos promedio entre 3.0 - 6.8 ml/l, como promedio para todo el ciclo anual. A éste nivel de profundidad, los niveles de oxígeno se ven favorecidos por el intercambio con la atmósfera, tendiendo a establecerse un equilibrio con ésta (Tait, R.V., 1971), ya que los procesos de difusión hacia o desde el mar se ven favorecidos por los vientos, las corrientes y el oleaje imperante durante la mayor parte del año. Así mismo, los procesos fotosintéticos producen saturaciones significativas (Davies, D. y Vanse, R., 1975).

de la zona industrial de Manzanil y del Canal del Océano. Sin embargo, los valores extremos de la DBO, al igual que el oxígeno disuelto, se presentan durante la

A nivel de fondo (1 m arriba del fondo), los valores de oxígeno disuelto en toda la Bahía alcanzan los valores mínimos durante todas las épocas del año, con valores promedio de 1.1 - 4.0 ml/l para la época seca, de 0.2 - 4.0 ml/l para la época de transición y de 0.0 - 2.0 ml/l durante la época de invierno. A éste nivel de profundidad las concentraciones de oxígeno disuelto en la mayor parte de la Bahía, disminuyen hasta niveles mínimos, como consecuencia del lento movimiento de sus masas de agua y deficiente renovación, mínimo intercambio

con las capas superiores, inexistencia de procesos fotosintéticos y máxima actividad de los procesos de oxidación de materia orgánica a expensas del poco oxígeno disponible, creando condiciones anóxicas en la mayor parte del fondo del ecosistema. Aproximadamente en un 80% del fondo de la bahía, los niveles de oxígeno están por debajo de 2.8 ml/l, que es el mínimo exigido por la norma del Decreto 1594/84, para aguas cuyo uso sea contacto primario, secundario y preservación de flora y fauna.

De la misma forma las concentraciones de nitratos y de nitritos en la Bahía. En cuanto a la DBO, en general, a nivel de fondo (1 m arriba del fondo), los valores varían entre 5-20 mg/l en promedio durante la época seca, 5-50 mg/l para la época de transición y entre 10-50 mg/l para la época de invierno. Para las tres épocas, las mayores demandas de oxígeno (consumo) por parte de la materia orgánica, ocurren en la zona de influencia de las descargas de emisarios de aguas negras de la ciudad de Cartagena (incluida la bahía Interna), de los vertimientos de la zona industrial de Mamonal y del Canal del Dique. Sin embargo, los valores extremos de la DBO, al igual que el oxígeno disuelto, se presentan durante la época de invierno en las zonas mencionadas.

atribuya este fenómeno a las cargas de materia orgánica y nutrientes aportados por las aguas negras, el sector industrial de Mamonal y el Canal del Dique, los cuales en términos de volumen se

El amonio vario entre 1.0 - 15 Ug.at/l para la época seca, entre 7.0 y 12.0 Ug.at/l para la época de transición y entre 3.0 y 80 Ug.at/l para la época de invierno; estando estos valores muy por encima de los valores normales para agua de mar, los cuales varían entre 0 y 3.0 Ug.at/l. Sin embargo, el continuo aporte de materia

orgánica y nutrientes por parte de los emisarios de aguas servidas urbanas de Cartagena, de los vertimientos industriales y del Canal del Dique, los cuales han sido cuantificados en términos de nitrógeno en un valor cercano a 7 Ton/día, hacen que el medio se enriquezca en éstos compuestos y se produzcan episodios de eutrofización de las aguas de la Bahía, que se relacionan también con el excesivo crecimiento del plancton y las caídas del oxígeno a niveles mínimos.

De otra parte, uno de los mayores problemas de la Bahía es su demanda biótica, es decir, los sedimentos del fondo ricos en materia orgánica al interactuar con la

De la misma forma las concentraciones de nitritos y de nitratos en la Bahía, sobrepasan las concentraciones normales para agua de mar, por las mismas razones expuestas para el amonio.

todas las estaciones localizadas en la Bahía Interna, cerca al canal que comunica la Bahía Interna con la Ciénaga de las Quintas y en el Muelle de los Pegasus respectivamente. Estos valores se

En cuanto al fósforo, se considera que éste nutriente cuando sus niveles de concentración son bajos, es un limitante en la productividad de las zonas costeras.

Para el caso de la Bahía de Cartagena, sus concentraciones varían entre 0.1 y 15 Ug.at/l, estando los límites superiores muy por encima del máximo para agua de mar, que es de 3.0 Ug.at/l. Sin embargo, se atribuye éste fenómeno a las cargas de materia orgánica y nutrientes aportados por las aguas negras, el sector industrial de Mamonal y el Canal del Dique, las cuales en términos de fósforo se han calculado en 1 Ton/día.

microorganismos en las zonas de influencia de los emisarios de aguas negras de la ciudad de Cartagena, como el área sur de la Isla Manzanillo y la zona comprendida entre Castillo Grande y El Laguito, así como en

La transparencia, es uno de los factores limitantes en la producción primaria de la

bahía, pues es una medida de la penetración de radiación solar y depende en gran parte de la influencia de los sedimentos provenientes del Canal del Dique. El promedio para toda la zona es de aproximadamente 1.50 m para la época seca, mientras que para la húmeda disminuye a cerca de 0.80 m.

De otra parte, uno de los mayores problemas de la Bahía es su demanda béntica, es decir, los sedimentos del fondo ricos en materia orgánica al interactuar con la columna de agua consumen el oxígeno disponible y es una de las causas de la anoxia predominante. Los valores obtenidos varían entre 117 a 1440 mg/m² /día, notándose los mayores niveles en todas las estaciones localizadas en la Bahía Interna, cerca al canal que comunica la Bahía Interna con la Ciénaga de las Quintas y en el Muelle de los Pegasos respectivamente. Estos valores se consideran relativamente altos, teniendo en cuenta que en áreas contaminadas como algunas zonas costeras de los E.U., se reportan valores entre 1500 y 2000 mg/m² /día.

Para la Bahía de Cartagena los niveles de Coliformes Fecales varían entre 22 y 600.000 NMP/100 ml durante cualquier época. Encontrándose las mayores concentraciones de éstos microorganismos en las zonas de influencia de los emisarios de aguas negras de la ciudad de Cartagena, como el área sur de la Isla Manzanillo y la zona comprendida entre Castillo Grande y El Laguito, así como en la Bahía Interna. Para el caso colombiano, el Decreto 1594 de 1984, reglamenta

estas normas, determinando que para el uso de las aguas para contacto primario sólo se permite 200 NMP/100 ml para Coliformes Fecales y 1000 NMP/100 ml para Coliformes Totales. Por lo tanto, para estas zonas en cualquier época, se sobrepasan fácilmente las normas para estos parámetros.

En la Bahía de Cartagena existen varias fuentes de contaminación por hidrocarburos, siendo las principales por su influencia y por la cantidad de residuos que genera, el intenso tráfico marítimo, cuyo número oscila alrededor de 5000 buques mayores de 100 TRB anuales (Garay, 1995), los cuales generan cantidades significativas de residuos oleosos. Parte de éstos son vertidos a la Bahía porque se carece de un plan de vigilancia y control adecuado, así mismo porque el Puerto de Cartagena no dispone de las instalaciones de recepción adecuadas para tal fin. Sólo la empresa ECOPETROL dispone de dichas instalaciones, permitiendo a sus buques petroleros dejar sus residuos. De la misma forma la refinería de petróleos es otra fuente potencial de residuos, aunque en los últimos años la empresa ha ejercido un control efectivo para que esto no suceda.

Con un tráfico marítimo de esta envergadura es previsible que se enfrenten problemas de contaminación por la operación de buques y muelles, sea por:

- Fallas en las operaciones de carga y descargas de buques.

- Por existencia de instalaciones portuarias inadecuadas para recepción de residuos líquidos y sólidos de buques.
- Por vertimientos voluntarios e involuntarios de residuos líquidos (sentinas, slops, lodos semisólidos, lastres, combustibles, aguas sucias, etc,) de los buques fondeados o en movimiento.

En la actualidad, las concentraciones de HDD en las aguas de la Bahía varían entre 1-100 ug/l durante la época seca, entre 1-50 ug/l durante la época de transición y entre 0.5 - 10 ug/l durante la época lluviosa. Presentándose las más altas concentraciones durante la época seca y la de transición, cuyos valores en la mayor parte de las estaciones estudiadas están por encima de la norma internacional de UNESCO para aguas superficiales no contaminadas, cuyo valor es de máximo 10 ug/l (UNESCO, 1976).

Las concentraciones de hidrocarburos aromáticos en sedimentos recientes de la Bahía de Cartagena, en la actualidad varían entre límites estrechos, con rangos promedio entre 0.58 - 400 ug/g, encontrándose las mayores concentraciones frente a la zona de influencia de la desembocadura del vertimiento industrial de ECOPETROL, que aunque en la actualidad este controlado y se hayan reducido al mínimo, por muchos años hubo aportes importantes de residuos. Estos valores comparados con otras áreas del mundo, se consideran intermedios, pues en algunas zonas del Golfo de México y la Bahía de New York, se presentan valores entre 200 - 1000 ug/g (Cortes, 1987).

Las concentraciones de hidrocarburos aromáticos tanto en peces (pargo chino, barbudo y saltona) como en ostras (*Crassostrea rhizophorae*), de varios sitios de la Bahía, varían entre 0.3 y 7.4 ug/g, valores que se pueden considerar relativamente bajos. Sin embargo, ésta información debe manejarse con cautela, en razón de la toxicidad de los compuestos detectados y a que las especies estudiadas son de importancia comercial para los pescadores artesanales de la zona. Por ésta razón es necesario seguir monitoreando éstas especies para comparar y comprobar dicha información.

También en sedimentos de la Bahía se detectaron concentraciones de mercurio en concentraciones entre 0.05 a 0.77 ug/g, cadmio entre 0.15 a 1.44 ug/g, cobre entre 0.18 a 19.3 ug/g y hierro de 160 a 1444 ug/g; atribuyéndose estos aportes, especialmente al Canal del Dique y a los vertimientos industriales de Mamonal.

h) Características Biológicas del Sistema

En la Bahía de Cartagena, la concentración de clorofila "a", en el nivel superficial, varía entre 5-20 mg/m³ para la época seca, entre 4-20 mg/m³ para la época de transición y entre 1-10 mg/M³ para la época de invierno. Notándose que para todas las épocas los mayores valores se localizan en zonas de influencia de vertimientos terrestres cercanos a la costa, por el continuo aporte de nutrientes del nitrógeno y fósforo que son materia prima fundamental en los procesos de crecimiento del plancton. En general los valores encontrados se consideran altos,

comparados con zonas de mar abierto donde la productividad en términos de la clorofila solo alcanza valores de 2 mg/m^3 .

La biomasa bacteriana presenta un recuento entre 734.999 y 2'511.249 cel/ml, presentándose las máximas concentraciones en la zona central de la Bahía y en la Bahía Interna. Esta información es básica para medir la capacidad de carbono orgánico en la misma. El recuento de bacterias heterótrofas marinas (carbono orgánico asimilable), para las cero horas (recuento inicial) registró valores entre 5.640 y 460.000 UFC/ml y a las 168 horas (recuento final) valores entre 16.267 y 33.700 UFC/ml. Evidenciándose la importancia de la disponibilidad de carbono orgánico en los procesos de proliferación o eliminación de biomasa bacteriana.

En términos de fitoplancton, las mayores concentraciones de biomasa, fluctuaron entre 2.62 y 15.71 mg/m^3 , presentándose los máximos hacia la zona central y la Bahía Interna, donde permanentemente hay disponibilidad de nutrientes provenientes de las aguas negras y los vertimientos industriales. Así mismo, las especies que presentaron mayor abundancia relativa, durante todo el año, en orden de importancia numérica fueron entre otros: *Chaetoceros* spp, *Thalassiosira* spp, *Ceratium furca*, *Thalasiothrix* sp, *Rhizozolenia* sp y *Ceratium hircus*.

Las estimaciones de biomasa zooplantónica fluctuaron entre 4.85 y 44.14 mg/m^3 ,

encontrándose las máximas concentraciones en la bahía Interna y en la zona central de la Bahía, coincidiendo con los valores máximos de fitoplancton y biomasa bacteriana. En este caso, los grupos que presentaron mayor abundancia relativa, durante todo el año, en orden de importancia numérica fueron entre otros: Copépodos, Poslarvas, Mysis, Huevos de peces, Cladoceros y Cirripedios.

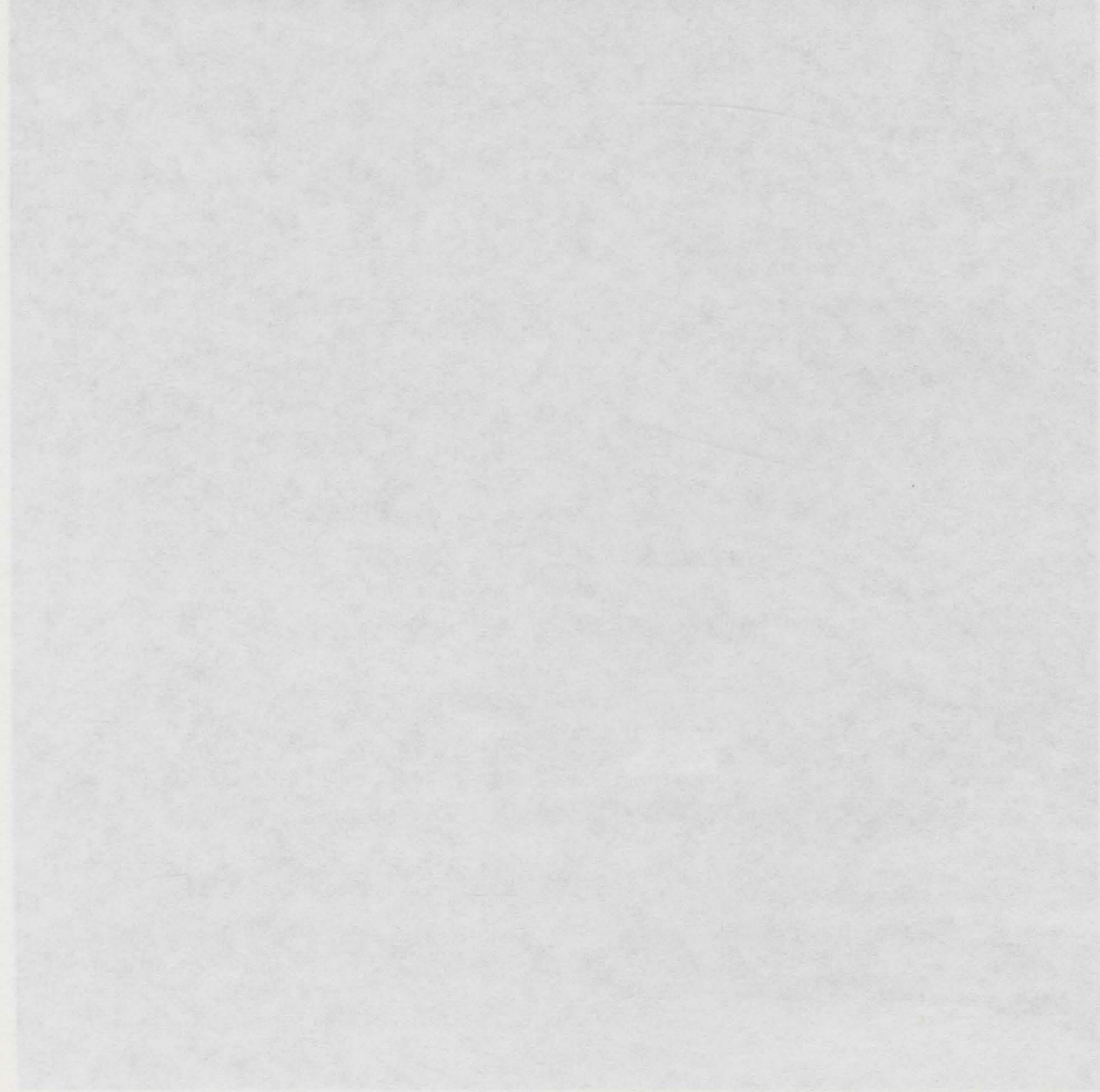


FIGURA 1 Paisaje típico de una playa marina sin contaminar

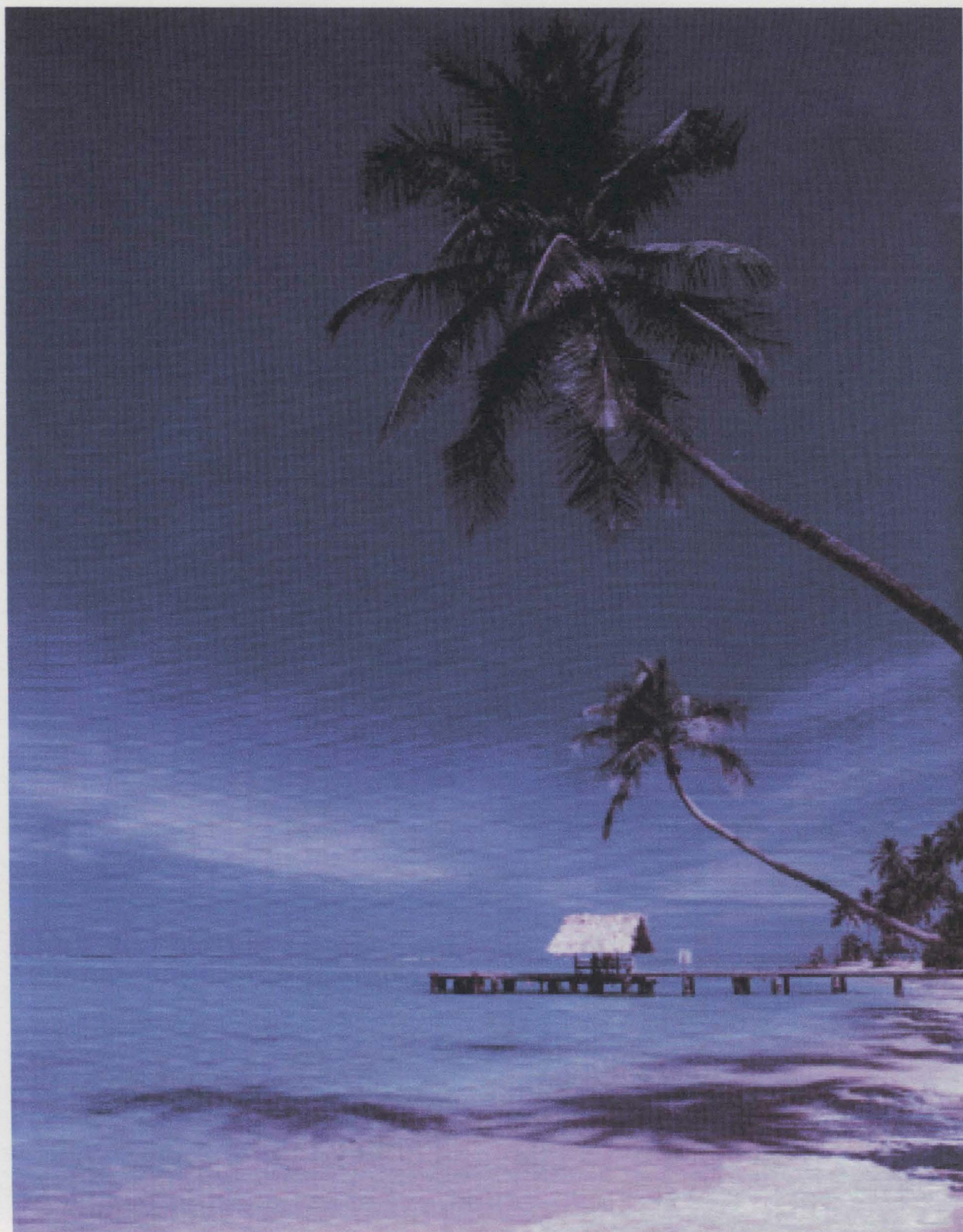


FIGURA 1 2 Paisaje típico de una playa marina sin contaminar

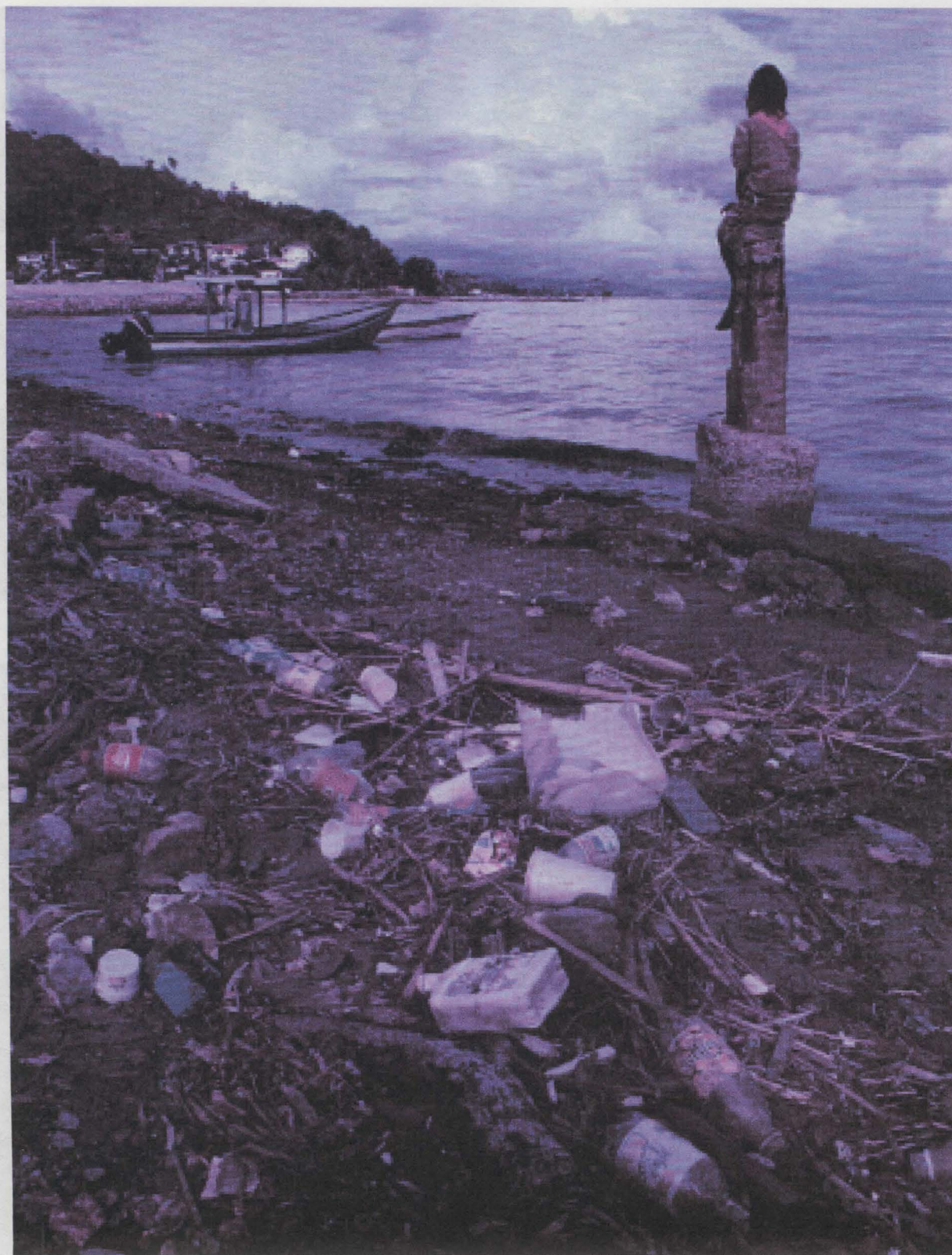


FIGURA 2 Residuos contaminantes del mar



FIGURA 3 Fuentes de contaminación del mar

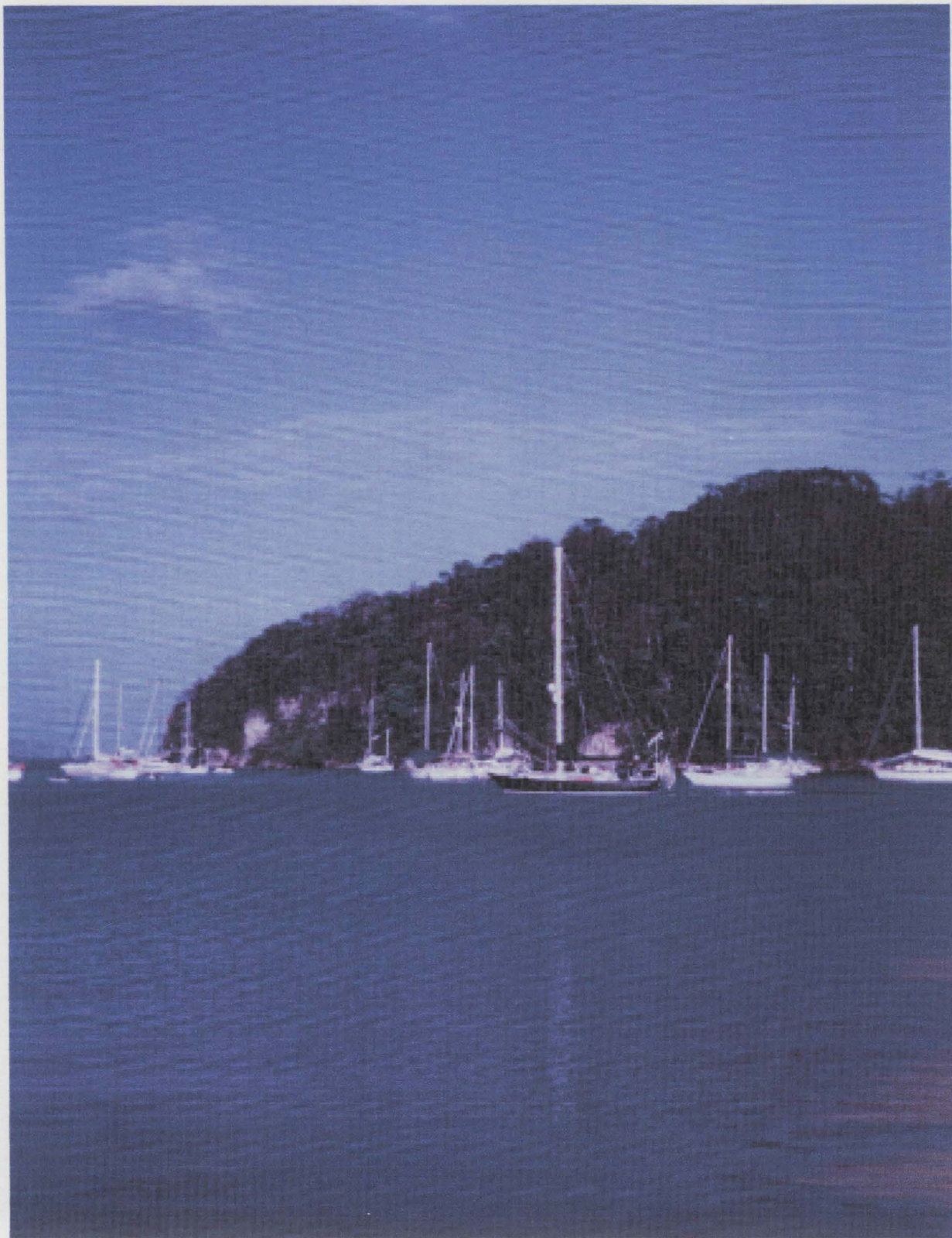


FIGURA 4 Bahía marina sin contaminar sin contaminación marina



FIGURA 5 Actividades humanas que generan contaminación marina

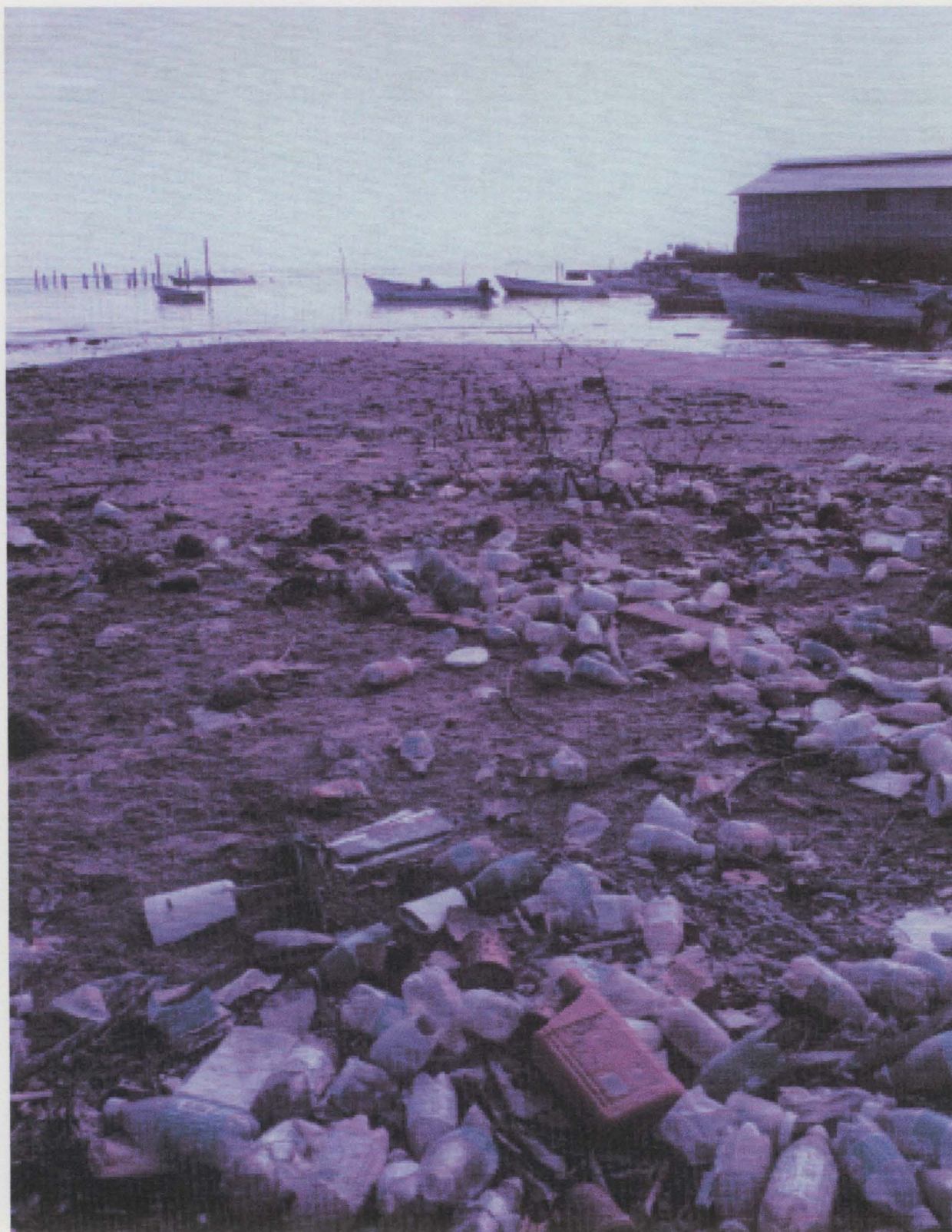


FIGURA 6 Playa marina en gran estado de contaminación orgánicos

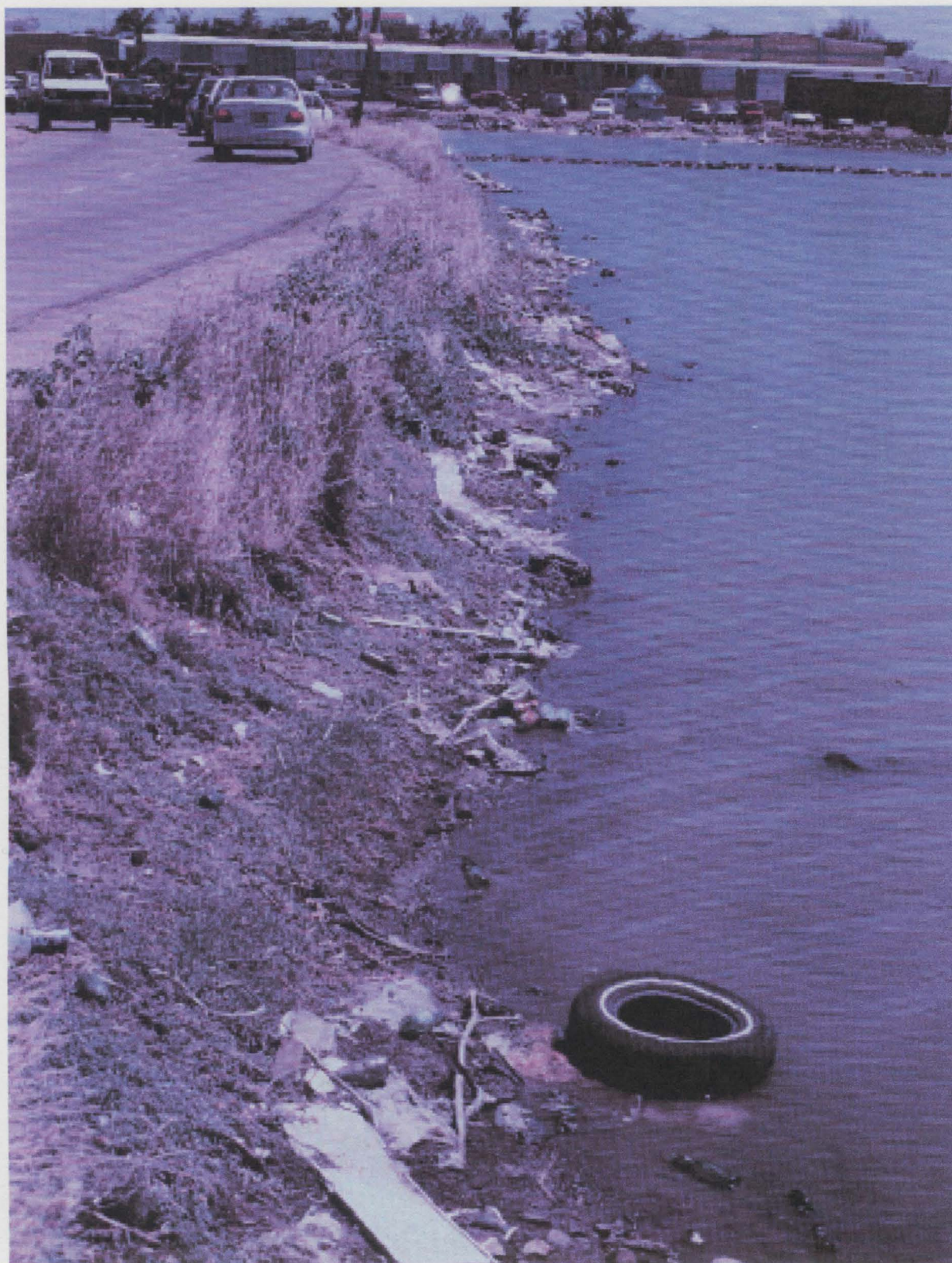
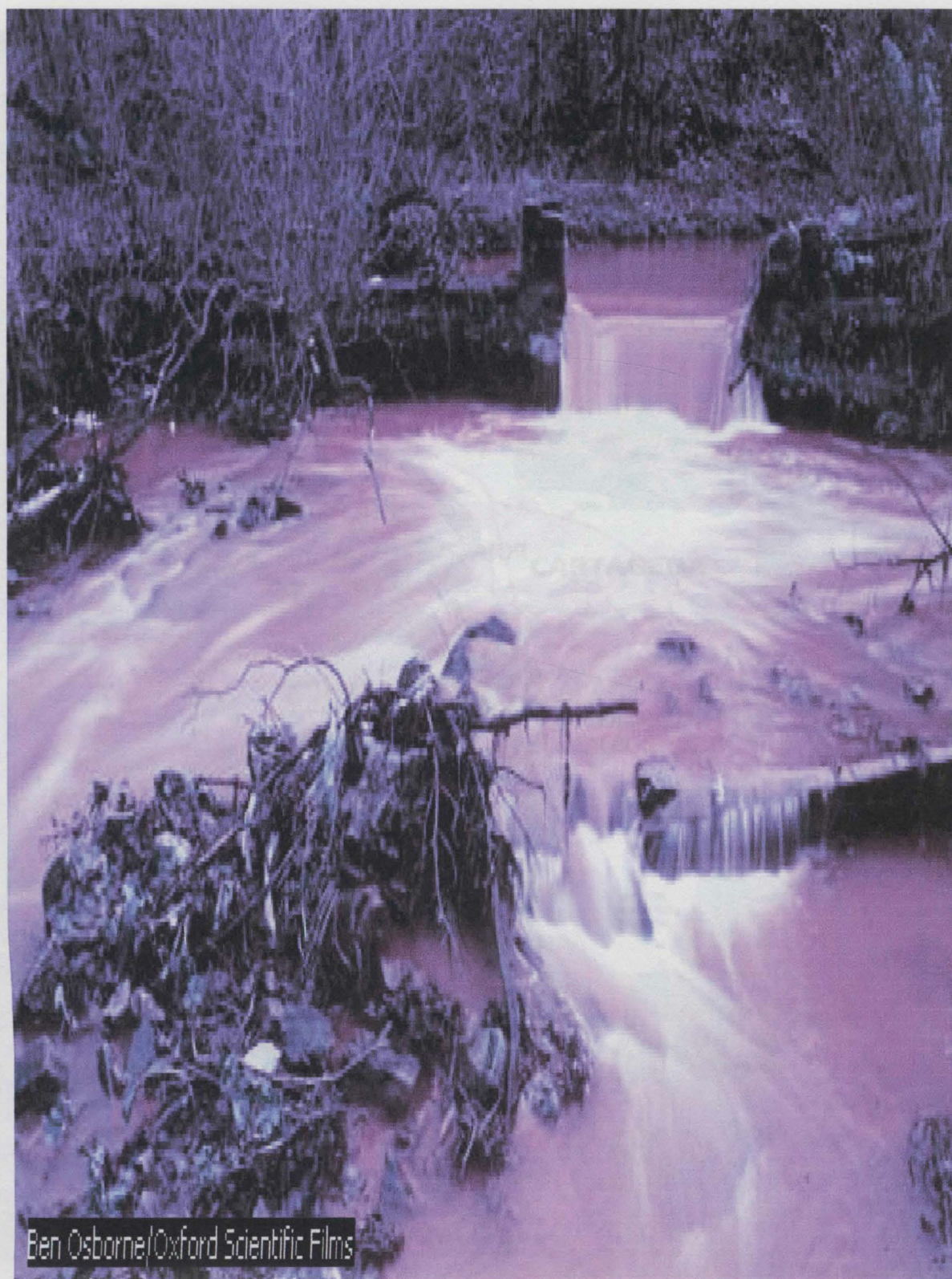


FIGURA 7 Puerto contaminado con residuos orgánicos e inorgánicos



Spencer Grant/Photo Researchers, Inc.

FIGURA 8 Recogida de un vertido de petróleo en el mar



Ben Osborne/Oxford Scientific Films

FIGURA 9 Río contaminado, fuente de contaminación marina desde la tierra



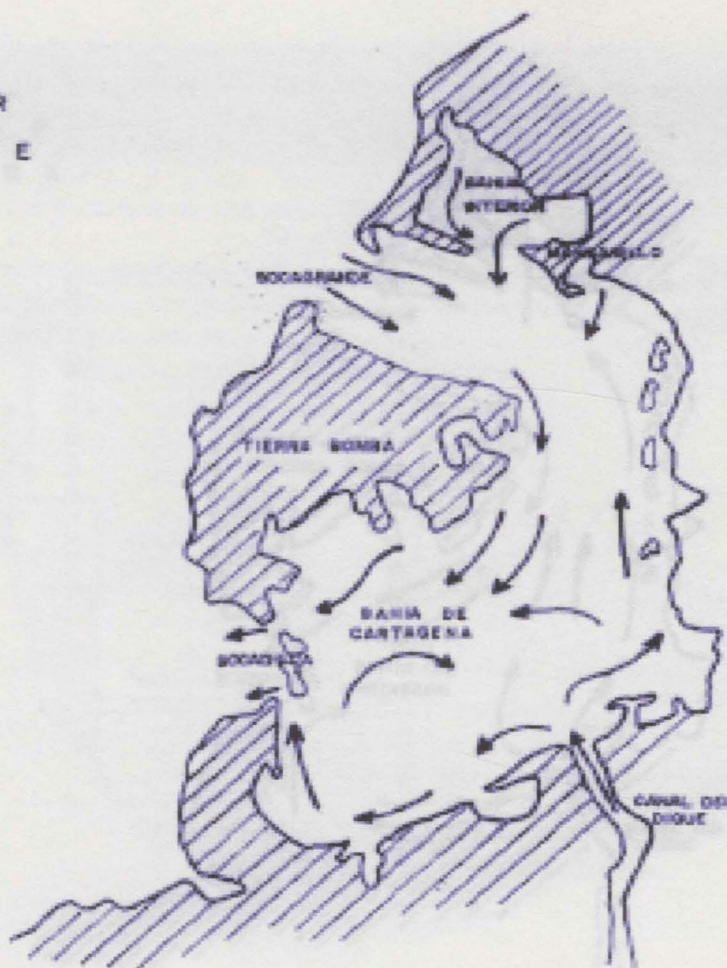
FIGURA 10 Ubicación geográfica de la Bahía de Cartagena



FIGURA 11 Ubicación de los principales muelles en la Bahía de Cartagena

MAR
CARIBE

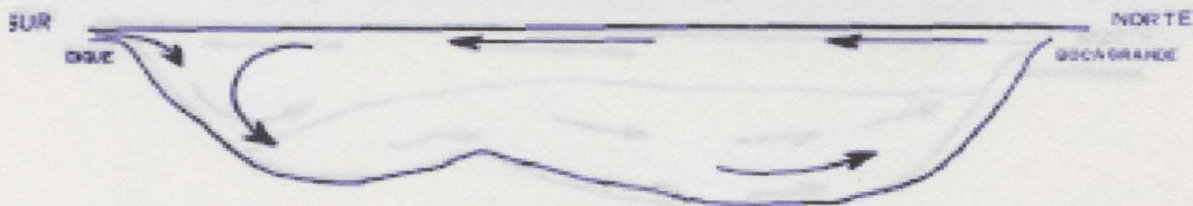
N-E



EPOCA SECA (VIENTOS)

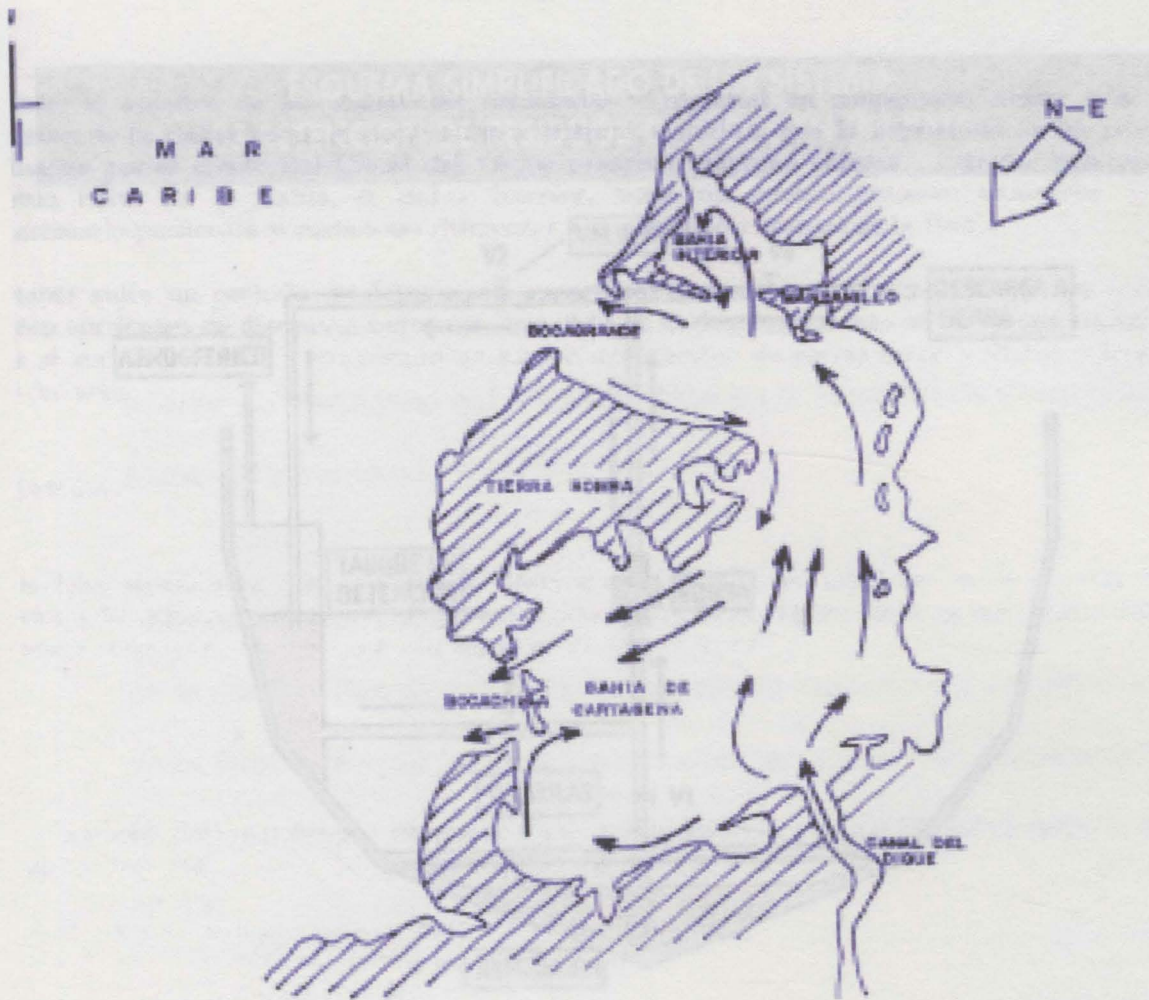
CIRCULACION SUPERFICIAL (DIC- ABR. / MAY- JUL)

BAHIA DE CARTAGENA



EPOCA VIENTOS

FIGURA 12 Movimiento de aguas de la Bahía de Cartagena en época seca



EPOCA HUMEDA (LLUVIAS)
CIRCULACION SUPERFICIAL (AGO - NOV)
BAHIA DE CARTAGENA

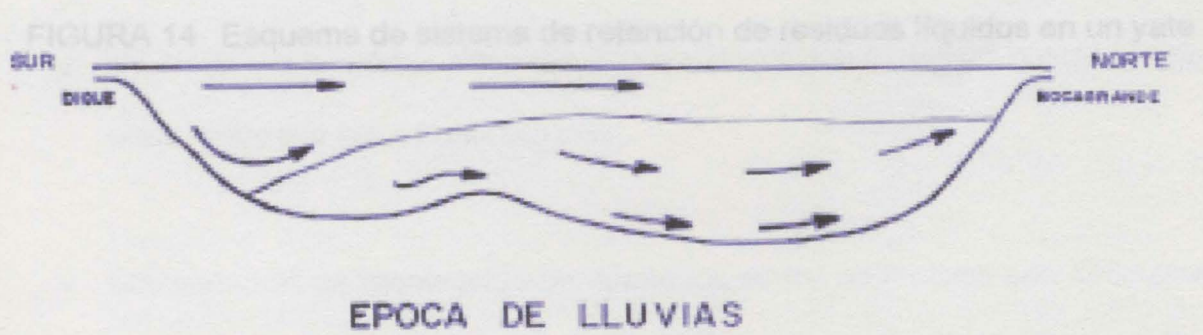


FIGURA 13 Movimiento de aguas de la Bahía de Cartagena en época de lluvias

ESQUEMA SIMPLIFICADO DE UN SISTEMA DE RETENCIÓN DE RESÍDUOS OLEOSOS EN UN YATE

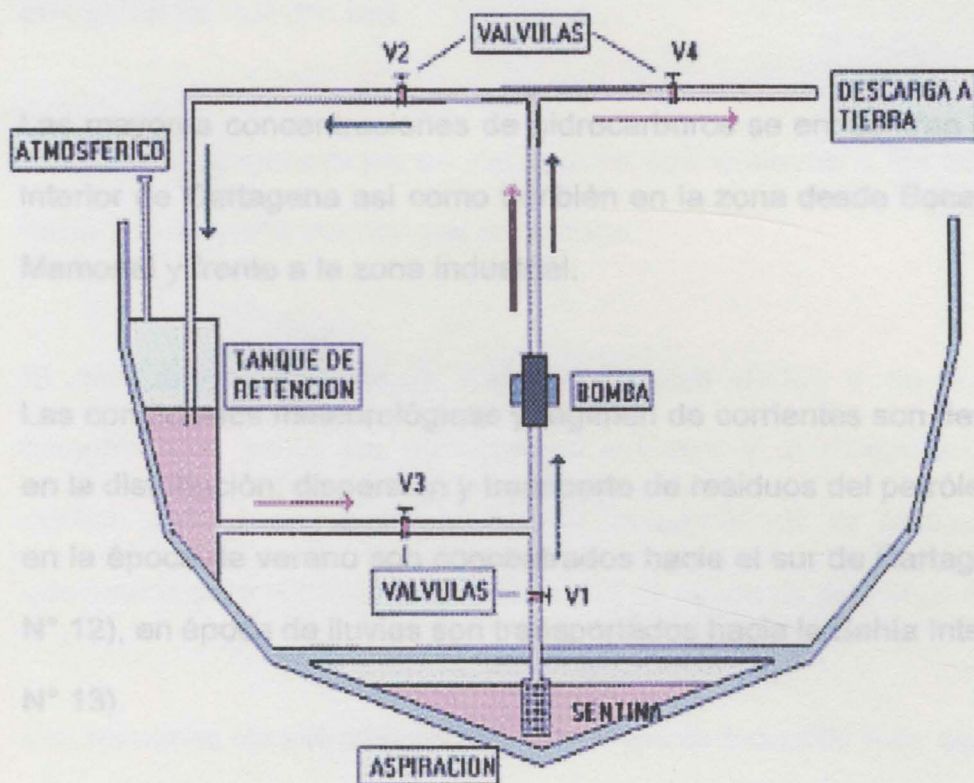


FIGURA 14 Esquema de sistema de retención de residuos líquidos en un yate

CONCLUSIONES

- Las mayores concentraciones de hidrocarburos se encuentran en la Bahía interior de Cartagena así como también en la zona desde Bocachica hasta Mamonal y frente a la zona industrial.
- Las condiciones meteorológicas y régimen de corrientes son determinantes en la distribución, dispersión y transporte de residuos del petróleo, mientras en la época de verano son concentrados hacia el sur de Cartagena (Figura N° 12), en época de lluvias son transportados hacia la Bahía Interior (Figura N° 13).
- La generación de desechos sólidos en los municipios y la eliminación final representan el problema ambiental más serio.
- No existen adecuados sistemas de recolección de desechos contaminantes producidos por las embarcaciones.
- Los sistemas de recolección de desechos en los municipios son deficientes y no cumplen a plenitud sus funciones y los rellenos sanitarios no poseen el manejo adecuado.

generados por las aguas servidas transmiten enfermedades como cólera.

- No existe una conciencia del reciclaje, lo que disminuiría considerablemente las fuentes de contaminación, generaría empleo y mejoraría la situación ambiental de nuestro mar.
- Los desechos generados en los buques son similares a los generados en tierra y la mayoría pueden ser reciclados.
- El impacto negativo de la materia orgánica (DBO) y de contaminación bacteriológica sobre los ecosistemas costeros y el riesgo sobre la salud pública está incrementándose como resultado de la falta de sistemas adecuados para el tratamiento y el control de aguas de desechos domésticos.
- Las refinerías de petróleo constituyen la fuente industrial más significativa de contaminación marina en el Gran Caribe, contribuyendo con aproximadamente un 70% de la carga total de DBO y con más del 80% de la descarga total de grasas y petróleo proveniente de fuentes puntuales industriales en la región del Gran Caribe.
- La contaminación producida por las aguas servidas urbanas debe ser considerada como prioritaria dentro de los planes de control de contaminación. Además de ser la principal fuente de contaminación por su contribución en la disminución de Oxígeno Disuelto (OD), los patógenos

generados por las aguas servidas transmiten enfermedades como cólera, fiebre tifoidea, hepatitis, gastroenteritis y molestias en los ojos, oídos y el aparato respiratorio.

RECOMENDACIONES

- Adecuación de uno de los tanques de almacenamiento de combustible como depósito de aguas residuales y aguas de sentinas (En los buques Grandes).
- Adecuación de un sistema de almacenamiento de aguas residuales y aguas cloacales provenientes de las sentinas de las embarcaciones menores, adecuando bidones plásticos para almacenamiento y posterior achique en muelle. (Figura 14)
- Instalación de incineradores para la eliminación de la basura que sea producida en las embarcaciones y unidades a flote.
- Instalación de estaciones de recepción tanto para basuras sólidas como líquidas y aguas sucias.
- Adquirir alimentos y productos envasados en cajas y recipientes que sean biodegradables.
- Instalación de separadores de aceite-agua para que posteriormente estas

RECOMENDACIONES

- Las autoridades municipales deben implementar medidas para que las basuras producidas por sus municipios sean adecuadamente eliminadas ya sea por medio de incineradores o depositación en terrenos sanitarios.
- Adecuación de uno de los tanques de almacenamiento de combustible como depósito de aguas residuales y aguas de sentinas. (En los buques Grandes).
- Las autoridades portuarias deben velar e implementar para que en los puertos se ejecuten instalaciones de recepción de basuras y desechos de aceites.
- Adecuación de un sistema de almacenamiento de aguas residuales y aguas de sentinas y residuos oleosos para ser posteriormente vertido oleosos provenientes de las sentinas de las embarcaciones menores, adecuando bidones plásticos para almacenamiento y posterior achique en muelle. (Figura 14)
- La Armada Nacional debe implementar programas de instrucción y entrenamiento al personal de buques de sus unidades a flote con el fin de concientizar a su personal y evitar que se siga contaminando con los desechos y desechos producidos por las unidades.
- Instalación de incineradores para la eliminación de la basura que sea producida en las embarcaciones y unidades a flote.
- Instalación de estaciones de recepción tanto para basuras sólidas como líquidos y aguas sucias.
- Exigir a las empresas constructoras de embarcaciones que deben instalar a bordo de sus nuevas unidades equipos e instalaciones apropiadas para el manejo y depósito de basuras y desechos contaminantes.
- Adquirir alimentos y productos envasados en cajas y recipientes que sean biodegradables.
- Crear incentivos de reciclaje nuevos para que los desechos provenientes de las embarcaciones no sean descargados en el mar sino desviados a
- Instalación de separadores de aceite-agua para que posteriormente estas

puedan ser vertidas al mar sin producir contaminación y los aceites y desechos oleosos sean manejados adecuadamente.

- Las autoridades municipales deben implementar medidas para que las basuras producidas por sus municipios sean adecuadamente eliminadas ya sea por medio de incineradores o depositadas en rellenos sanitarios.
- Las autoridades portuarias deben velar e implementar para que en los puertos se adecuen instalaciones de recepción de basuras y desechos de aguas de sentinas y residuos oleosos para darles posteriormente un trato adecuado a estos residuos.
- La Armada Nacional debe implementar programas de instrucción y entrenamiento al personal de tripulantes de sus unidades a flote con el fin de concientizar a su personal y evitar que se siga contaminando, con las descargas y desechos producidos por las unidades.
- Exigir a las empresas constructoras de embarcaciones que deben instalar a bordo de sus nuevas unidades equipos e instalaciones apropiadas para el manejo y depósito de basuras y desechos contaminantes.
- Crear industrias de reciclaje nuevas para que los desechos provenientes de las embarcaciones no sean descargados en el mar sino desviados a

centros de recepción en los puertos y se pueda realizar una actividad de separar los materiales utilizables y procesarlos para crear productos comerciales.

- Deben evaluarse con precisión las descargas de los ríos y al medio marino, sobre todo por nutrientes y materia orgánica, pues deberán ser tomadas en consideración al desarrollar los planes de acción para proteger los ecosistemas costeros y marinos en la RCG.
- Los Gobiernos de la RCG deberán preparar planes adecuados para la prevención, reducción y control de la contaminación marina, los cuales deberán incorporar los resultados de esta perspectiva y de los estudios de seguimiento del Programa CEPPOL sobre procesos de eutrofización, así como del impacto sobre los ecosistemas costeros que han sufrido daños.
- Las instituciones gubernamentales y privadas deberán emprender programas de educación y concientización para sensibilizar a la población con respecto a los efectos negativos de las FTSM sobre el ambiente, la salud y la economía.
- Los Gobiernos de la Región del Gran Caribe deben promover la incorporación de un enfoque precautorio dentro de sus planes y reglamentaciones nacionales para el control de las fuentes terrestres de

contaminación marina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Rodríguez, A. (1981). Marine and Coastal Environment Stress in the Wider Caribbean Region. *Ambio* 10 (6), Págs. 263-294.
- (2) UNEP/ECLAC (1984). The State of Marine Pollution in the Wider Caribbean Region. UNEP Regional Seas Report and Studies No. 36, Pág. 42.
- (3) PNUMA-PAC Informe Técnico del PAC No. 2 (1990). Perspectiva Regional sobre los Problemas y Prioridades que Afectan los Recursos Costeros y Marinos de la Región del Gran Caribe, Pág.39.
- (4) Archer, A.B. (1984). Land-Based Sources of Pollution in Coastal, Marine and Land Areas of the CARICOM States. UNEP/CARICOMPANO Project for the Protection of the Coastal and Marine Environment of Caribbean Islands, Pág. 64.
- (5) MITRANS/PNUD/PNUMA/UNESCO (1985). Informe final del Proyecto del PNUD CUB/80/001 "Investigación y Control de la Contaminación Marina en la Bahía de La Habana" finalizado en 1984, 4 Volúmenes.

- (6) Consultores Generales Asociados Ltda. (1983). Informe Final "Estudio del Control de la Contaminación de la Bahía de Cartagena y sus Areas de Influencia" IN

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (7) Wade, B.A. (1976). The Pollution Ecology of Kingston Harbour, Jamaica.
- (1) Rodriguez, A. (1981). Marine and Coastal Environment Stress in the Wider Caribbean Region. *Ambio* 10 (6), Págs. 283-294.
- (2) UNEP/ECLAC (1984). The State of Marine Pollution in the Wider Caribbean Region. UNEP Regional Seas Report and Studies No. 36, Pág. 42.
- (3) PNUMA-PAC Informe Técnico del PAC No. 2 (1989). Perspectiva Regional sobre los Problemas y Prioridades que Afectan los Recursos Costeros y Marinos de la Región del Gran Caribe, Pág.39.
- (4) Archer, A.B. (1984). Land-Based Sources of Pollution in Coastal, Marine and Land Areas of the CARICOM States. UNEP/CARICOM/PAHO Project for the Protection of the Coastal and Marine Environment of Caribbean Islands, Pág. 64.
- (5) MITRANS/PNUD/PNUMA/UNESCO (1985). Informe final del Proyecto del PNUD CUB/80/001 "Investigación y Control de la Contaminación Marina en la Bahía de La Habana" finalizado en 1984, 4 Volúmenes.

- (11) Vignani, A. A. (1992). CEH/PAHO Assessment of Operational Status of

- (6) Consultores Generales Asociados Ltda. (1983). Informe Final "Estudio del Control de la Contaminación de la Bahía de Cartagena y las Áreas de Influencia" INDERENA, Cartagena, Colombia.
- (7) Wade, B.A. (1975). The Pollution Ecology of Kingston Harbour, Jamaica. Research Report form the Zoology Department of the University of the West Indies, Kingston, Jamaica, 3 Volúmenes.
- (8) Batelle Laboratories (1979). Study of the Effects of Oil Discharges and Domestic and Industrial Wastewaters of the Fishes of Lake Maracaibo, Volúmen I: Ecological characterization, pag. 84, y Volúmen II: Fate and effects of Oil-Creole, pag. 62. Creole Petroleum Corp. Caracas, Venezuela y Batelle Pacific Northwest Laboratories, Richland, Washington, EE.UU.
- (9) Toledo, A., A. V. Botello, M. Herzing, M. Paez, L. Bozada, F. Contreras, M. Chazaro y A. Baez (1989). "La Contaminación en la Región del Rio Coatzacoalcos". Ciencia y Desarrollo, CONACYT, Vol. XV No. 86, 1989, Pág. 27-46.
- (10) Mood, E.W. (1977). Beach Pollution in the Caribbean Environmental Health Assessment and Suggested Health Strategy. proceedings of a Conference/Workshop on Environmental Health Strategy. Grenada PAHO.
- (11) Vlugman, A. A. (1992). CEHI/PAHO Assessment of Operational Status of

Wastewater Treatment Plants in the Caribbean, Pág.57 y Anexos.

- (18) USEPA Gulf of Mexico Program (1983a). Toxic substances and Pesticides.
- (12) Ward, R.E., and N.C. Singh (1987). Bacterial Pollution Monitoring in Castries Harbour, St. Lucia, West Indies. J. Shoreline Management Vol. 3, Pág. 225-234.
- (19) Mineral Management Service (1987). Coastal Ports and Pipelines for Offshore Oil and Gas Operations, Gulf of Mexico GOM Region.
- (13) Broutman, M.A., y D. L. Leonard (1988). National Estuarine Inventory. The Quality of Shellfish Growing Waters in the Gulf of México, NOAA, Strategic Assessment Branch, Rockville, MD.
- (20)
- (14) Short, F.t. (1991)."Effects of Excessive Nutrient Loading of the Eelgrass Community". The National Estuarine Eutrophication Project: Workshop Proceedings. (eds) K.R. Hinga, D.W. Stanley, C.J. Klein, D.T Lucid y M.J. Katz, pags. 25-27. Strategic Environmental Assessment Division, National Ocean Service, NOAA, Rockville, MD.
- (22)
- (15) World Resources Institute (1992). Op. cit. Tabla 23.1.
- (23) Cebal, L., A. V. Sobro, M. J. Hernández y P. (1987). Tratamiento del
- (16) Reinburg, L. Jr. (1984). Waterborne Trade of petroleum products in the Wider Caribbean Region. Final Report No. CG-W-10-84. U.S. Department of Transportation and U.S. Coast Guard. Washington, DC. Pág. 106.
- (24) Garry-Talco, J.A. (1987). Vigilancia de la Contaminación por Petróleo en el
- (17) Ehler, C.N., D.J. Basta y T.F. LaPointe (1983). Analyzing the effects of operational discharges of oil from ships in the Gulf of México. Proceedings of the 1983 Oil Spill Conference, San Antonio, Texas February 1983.

- (18) USEPA Gulf of México Program (1993a). Toxic Substances and Pesticides, Action Agenda (3.2) for the Gulf of México, Pág. 160.
- (19) US Mineral Management Service (1991). Current Facts and Figures for Offshore Oil and Gas Operations, Gulf of México OCS Region.
- (20) Jernelov, A., y O. Linden (1981). Ixtoc: A case Study of the World's Largest Oil Spill. *Ambio* 10 (6), Págs. 229-306.
- (21) USEPA Gulf of Mexico Program (1993a). Op. cit., Págs. 26-27.
- (22) Atwood, D.K., F. J. Burton, J.E. Corredor, G.R. Harvey, A.J. Mata Jimenez, A. V. Botello y B.A. Wade (1987). Petroleum Pollution in the Caribbean. *Oceanus* 30 (4), Págs. 25-32.
- (23) Celis, L., A. V. Botello, M. Mendelewicz y G. Díaz (1987). "Actividades del Proyecto CARIPOL en la Zona Costera del Golfo de México: I Hidrocarburos Disueltos". *Carib. J. Sci.* 23 (1), Págs. 11-18.
- (24) Garay-Tinoco, J.A. (1987). "Vigilancia de la Contaminación por Petróleo en el Caribe Colombiano" (punta Canoas hasta Barbacoa, Cartagena, Colombia)". *Carib. J. Sci.* 23 (1), Págs. 51-64.

- (25) Mata, A.J., J. Acuña, M.M. Murillo and J. Cortés (1987). "Estudio de la Contaminación por Petróleo en la Costa Caribe de Costa Rica": 1981-1985. *J. Sci.* 23 (1), Págs. 41-50.
- (26) Wade, B., M. Provan, V. Gillete, y P. Carrol (1987). Oil Pollution of Jamaican Costal Waters and Beaches. Results of the IOCARIBE/CARIPOL Monitoring Programme (Jamaica): 1980-1983. *Carib. J. Sci.* 23 (1), Págs. 93-104.
- (27) UNEP-CAR/RCU (1992). Reunión de Expertos sobre Fuentes Terrestres de Contaminación, Veracruz, México, 6-10 July 1992. Perspectiva Preliminar Regional Consolidada sobre Fuentes Terrestres de Contaminación. UNEP(OCA)/CAR WG.9/3.
- (28) Martin, J.M., and M. Meybeck (1976). Review of River Discharges in the Caribbean and Adjacent Regions. IOC/FAO/UNEP International Workshop on Marine Pollution in the Caribbean and Adjacent Regions. IOC Workshop Report No. 11, Supplement, Págs. 29-46.
- (29) Milliman, J.D., (1981). Transfer of River-Borne Particulate Materials to the Oceans. En: River Inputs to Ocean Systems. Resultados de un Taller de celebrado en la Sede de FAO, Roma, Italia, 26-30 marzo 1979, Págs. 5-12.
- (30) Turner, R.E. y N.N. Rabalais (1991). "Eutrophication and its Effects on the Coastal Habitats", *Coastal Zone* 1991. pp. 61-74. En: S.H. Bolton (ed.)

- (37) Coastal Wetlands Proceedings of the Seventh Symposium on Coastal and Ocean Management, 8-14 July 1991 Long Beach, CA American Society of Civil Engineers Press, New York, NY.
- (31) Lowe, J.A., D.R.G. Farrow, A.S. Pait, S.J. Anerstam, and E.F. Lavan (1991). Fish kills in coastal waters 1980-1989. NOAA, Rockville, MD, Pág. 69.
- (32) Smayda, T. (1991). "Increasing Worldwide Frequency of Nuisance Algal Blooms" page 41 En: K.R. Hinga, D.W. Stanley, C.J. Klein, D.T. Lucid y M.J. Katz (eds.). The National Estuarine Eutrophication Project, Workshop Proceedings. Strategic Environmental Assessment Division, Office of Ocean Resource Conservation and Assessment, NOAA, Rockville, MD.
- (34) Corredor, J., J.M. Morel, E. Otero y F. Nieves (1977). Estudios de la Eutroficación de los Ecosistemas Marinos en La Parguera, Puerto Rico. En: "Simposio sobre los Recursos Naturales. Departamento de Recursos Naturales de Puerto Rico. San Juan, Puerto Rico.
- (35) Consultores Generales Asociados Ltda. (1983). Informe Final "Estudio del Control de la Contaminación de la Bahía de Cartagena y las Areas de Influencia" Informe Final. Cartagena, Colombia.
- (36) The World Environment, 1972-1992. Eds. M.K. Tolba, A. El-Kholy, et.al. UNEP (Chapman and Hall), Pág. 293-294.

- (37) Comunicación personal de Laurence D. Mee, Director del Laboratorio de Estudios del Medio Marino, IEAE, Mónaco.
- (38) USEPA Gulf of Mexico Program (1993b). Op. cit. Págs. 24-25.
- (39) Environmental Resources Limited (1991). Port Reception and Disposal Facilities from Garbage in the Wider Caribbean. IMO/World Bank, Pág. 287.
- (40) USEPA Gulf of Mexico Program (1993c). Op. cit. Págs. 9-11.
- (41) Van Vleet, E.S. y G.G. Pauly (1987). Characterization of Oil Residues Scraped from Stranded Sea Turtles from the Gulf of México. *Carib. J. Sci.* 23, Págs. 77-84.
- (42) Balazs, G.H. (1984). Impact of Ocean Debris on Marine Turtles, pp. 387-429. In: R.S. Shomura and H.O. Yoshida, eds., Proceedings of the Workshop on the Fate and Impact of Marine Debris. Honolulu, HI, 27-29 noviembre 1984. NOAA Technical Memorandum, NMFS NOAA-TM-NMFS-SWFC-54.
- (43) Barros, N.B., D.K. Odell and G.W. Patton (1989). Ingestion of Plastic Debris by Stranded Marine Mammals from Florida. Abstract from the Second International Congress on Marine Debris, Honolulu, HI., 2-7 Abril 1989.
- (44) USEPA (1992). Public Health Action Plan for the Gulf of Mexico. Gulf of

Mexico Program, John Stennis Space Center, MS.

- (45) International Petroleum Encyclopedia (1992). Pennwell Publishing Co., Box 1260, Tulsa, OK. 74101.

ARIZA POLO, Rafael "La contaminación Marítima".

CIOH, "Reportes Operacionales 83-86, 83-89, 83-91, 83-92", Cartagena, COLOMBIA.

CIOH, (1992) "Características Oceanográficas del Caribe Colombiano", Cartagena, COLOMBIA.

CIOH, "Boletín Mensual del Caribe Colombiano", N° 3, Agosto/85, Cartagena, COLOMBIA.

CIOH, "Circulación de las aguas en la Bahía Interna de Cartagena y su influencia en el transporte de sustancias y basuras contaminantes" Noviembre/90, Cartagena, COLOMBIA.

CIOH, "Monitoreo de la Contaminación en el Caribe Colombiano, Petróleo, pesticidas y residuos sólidos flotantes", Diciembre/92-93, Cartagena, COLOMBIA.

CIOH, "Estudio de las implicaciones ambientales de las actividades desarrolladas

BIBLIOGRAFÍA

ARIZA POLO, Rafael "La contaminación Marítima".

CIOH, "Reportes Operacionales S3-88, S3-89, S3-91, S3-92", Cartagena, COLOMBIA.

CIOH, (1992) "Características Oceanográficas del Caribe Colombiano", Cartagena, COLOMBIA.

CIOH, "Boletín Meteomarino del Caribe Colombiano", N° 3, Agosto/95, Cartagena, COLOMBIA.

CIOH, "Circulación de las aguas en la Bahía Interna de Cartagena y su influencia en el transporte de sustancias y basuras contaminantes" Noviembre/95. Cartagena, COLOMBIA.

CIOH, "Monitoreo de la Contaminación en el Caribe Colombiano: Petróleo, pesticidas y residuos sólidos flotantes". Diciembre/92-93, Cartagena, COLOMBIA.

CIOH, "Estudio de las implicaciones ambientales de las actividades desarrolladas

en la zona costera. Diciembre/92, Cartagena, COLOMBIA.

CIOH, "Vigilancia de la contaminación por petróleo en el Caribe Colombiano, sus playas y Bahías" Jesús Antonio Garay. Diciembre/85, Cartagena, COLOMBIA.

EL MAR, Gran enciclopedia Salvat, Tomo 4, SALVAT S.A., Ediciones, Pamplona.

INTERNET, Página del CIOH; WWW.CIOH.ORG.CO

INTERNET, Página del Ministerio del Medio Ambiente;
WWW.MINAMBIENTE.GOV.CO.

OMI, "El Gran Caribe: Un lugar muy especial"

BIBLIOTECA CENTRAL DE LAS FF.MM.
"TOMAS RUEDA VARGAS"



201005875

TMP 6748