

ANÁLISIS AMBIENTAL DE LA CONTAMINACIÓN POR BASURA EN EL ECOSISTEMA COSTERO- MARINO, LAS PESQUERÍAS Y EL TURISMO DE LA REGIÓN DE PEDASÍ (PROVINCIA DE LOS SANTOS) INFORME FINAL

Octubre de 1996



Documento elaborado para:
COMITÉ DISTRITAL DE PEDASÍ DE APOYO
A LA SEMANA ECOLÓGICA NACIONAL
Y
MUNICIPIO DE PEDASÍ

Por:
Marco Lisandro Díaz Villani
Eduardo Moscoso



**ANÁLISIS AMBIENTAL
DE LA CONTAMINACION POR BASURA EN EL ECOSISTEMA
COSTERO-MARINO, LAS PESQUERIAS Y EL TURISMO
DE LA REGION DE PEDASI (PROV. DE LOS SANTOS)
INFORME FINAL**

Documento elaborado para:
COMITE DISTRITORIAL DE PEDASI DE APOYO
A LA SEMANA ECOLOGICA NACIONAL 1993 Y
MUNICIPIO DE PEDASI

Por:
Lic. Marco Lisandro Díaz Villani
Biólogo Marino
Fundación PROMAR
Apdo. 6-10140
El Dorado, Panamá
Rep. de Panamá
Email: marcodiazv@hotmail.com

Panamá
21 de octubre de 1996

Renuncia a Reclamo

Este informe ha sido elaborado bajo la supervisión de la Fundación PROMAR siendo aprobado para su publicación. Su aprobación no significa que el contenido necesariamente refleje las ideas y políticas de dicha asociación.

Obtención del Documento

Este documento fue elaborado por la Fundación PROMAR. Para obtener copias extras de este informe escribir a las siguientes direcciones:

Lic. Marco L. Díaz V.
Teléfono Oficina: 26-4257
Email: marcodiazv@hotmail.com

Cita

Se sugiere citar el documento de la siguiente manera:

Díaz Villani, Marco Lisandro. 1996. *Análisis Ambiental de la Contaminación por Basura en el Ecosistema Costero-Marino y las Pesquerías de la Región de Pedasí, Provincia de Los Santos. Informe Final*. Fundación PROMAR. 230 páginas.

SOBRE EL AUTOR

Marco Lisandro Díaz Villani



Biólogo Marino y Oceanógrafo egresado de la Universidad de Tampa, Florida, EE.UU. en 1987. Actualmente labora para la compañía de consultoría ambiental, ingeniería y geotécnia Dames & Moore, Inc. como Coordinador de Proyectos en Panamá. Ha laborado en diversos estudios y auditorias ambientales, entre las cuales se destaca el "Análisis Ambiental de las Alternativas al Canal de Panamá".

Entre 1992 y 1993 laboró en la Asociación Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ANCON) como investigador, escritor y editor de los Antecedentes de Datos Biológicos para las Alternativas del Canal de Panamá. Además, asistió en la edición de los Reportes Interinos Trimestrales y los Resúmenes de Datos del Inventario Biológico de las Alternativas al Canal de Panamá.

Entre 1988 y 1992, laboró como asistente de investigación en el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (STRI) en los proyectos "Análisis Ambiental a Largo Plazo del Derrame de Petróleo de Bahía Las Minas, Panamá", "Estudios de Conducta Sexual, Territorial y Crecimiento de Meros en el Archipiélago de San Blas, Panamá" y asistió en la elaboración de la propuesta para la exhibición "Donde la Tierra y el Mar se Encuentran", con sede en Punta Culebra, Isla Naos, Panamá. Participó junto con científicos del STRI en proyectos de investigación de la ecología del arrecife de coral de Isla Iguana. Formó parte del grupo de buzos voluntarios del proyecto "Repoblación de Coral en el Pacífico Oriental", dirigido por Héctor Guzmán, ganador del premio "Rolex International Award for Enterprise".

Desde 1987 ha formado parte del Grupo Conservacionista de Pedasí, dirigiendo proyectos de educación ambiental e investigación en ecosistemas costero-marinos en el área de Pedasí y Las Tablas, Provincia de Los Santos, Panamá. Entre estos se destacan la publicación bimestral del boletín informativo "La Fragata", el cual se publicó por un período de 18 meses, distribuyéndose más de 30,000 ejemplares; el inventario biológico de las especies animales y vegetales, marinas y terrestres del área de Pedasí; la producción de diversos documentales y audio-visuales; ha participado en giras de patrullaje y en el mantenimiento de las infraestructuras de los Refugios de Vida Silvestre Isla Iguana y Pablo Barrios, en Pedasí, ha asistido en diversas actividades del GRUCOPE como los proyectos de reforestación, siembra de huevos de tortuga, zocriadero de la iguana verde.

SOBRE LA FUNDACION PROMAR

La Fundación PROMAR es una asociación privada, apolítica, sin fines de lucro con personería jurídica aprobada por el Resuelto 466 del 30 de diciembre de 1991, registrada el 25 de febrero de 1992. Ha sido aprobada como entidad educativa sin fines de lucro por el Resuelto 2258 del Ministerio de Educación, del 7 de agosto de 1992. Está inscrita en el Ministerio de Planificación y Política Económica (MIPPE) como Organización No Gubernamental (ONG) bajo el número 121, el 28 de enero de 1993.

Las donaciones recibidas pueden ser descontadas del Impuesto Sobre la Renta por aprobación del Ministerio de Hacienda, mediante la Resolución número 201-2525 de 26 de noviembre de 1992.

Es miembro de la Unión Internacional para la Naturaleza (UICN), la Sociedad Cousteau y el Centro de Conservación Marina (Washington, D.C., EE.UU.).

Entre otros, sus objetivos incluyen:

1. Realizar, promover y apoyar todas las actividades de preservación ecológica del ambiente marino.
2. Promover la creación de santuarios para la protección de la vida marina, como Reservas, Parques o Refugios de Vida Marina.
3. Promover legislaciones que ayuden a la protección del medio ambiente marino.
4. Apoyar la difusión cultural sobre dicho ambiente, mediante publicaciones, conferencias, exposiciones, cursos, películas y cualquier otro medio que sirva para crear conciencia de la necesidad de la acción conservacionista.
5. Incentivar el turismo ecológico marino mediante publicidad en medios de difusión masiva.

Las reuniones de asamblea general se realizan en el Salón de los Presidentes del Club de Yates y Pesca, en la ciudad de Panamá, el primer martes de cada mes.

Mundo Marino, el boletín informativo de la Fundación es una publicación bimestral distribuida de forma gratuita.

Para hacerse miembro de la Fundación PROMAR comunicarse al teléfono: (507) 61 - 7034, al fax (507) 26 - 6971, o al Apdo. 6-10140, El Dorado, Panamá, República de Panamá.

TABLA DE CONTENIDO

1. LOS DESECHOS URBANOS	1-1
1.1. Desechos Residenciales y Comerciales	1-2
1.2. Desechos Especiales	1-3
1.3. Desechos Peligrosos	1-3
1.4. Desechos Institucionales	1-4
1.5. Desechos de Construcción	1-4
1.6. Desechos Municipales	1-4
1.7. Desechos de Plantas de Tratamiento	1-4
1.8. Desechos Industriales	1-4
1.9. Desechos Agrícolas	1-4
1.10. Desechos Pesqueros	1-5
1.11. Desechos de Marina Mercante	1-5
1.12. Desechos de Cruceros	1-5
1.13. Desechos Persistentes y No Persistentes	1-5
2. EL DISTRITO DE PEDASI	2-1
2.1. Ubicación	2-1
2.2. Población	2-1
2.3. Vías de Comunicación Terrestre	2-2
2.4. Zonas de Vida	2-2
2.5. Ambiente Físico	2-2
a) Clima	2-2
b) Hidrología	2-3
c) Suelos	2-3
d) Geología y Geomorfología	2-3
3. CARACTERIZACIÓN DEL ECOSISTEMA COSTERO-MARINO DE LA REGIÓN DE PEDASI	3-1
3.1. Oceanografía	3-1
a) El Fenómeno del Afloramiento	3-5
b) El Fenómeno de "El Niño"	3-6
3.2. Comunidades Litorales	3-7
c) Manglares	3-7
1) Distribución	3-7
2) Importancia	3-8
3) Reproducción	3-10
4) Especies de Mangle	3-11
5) Zonación	3-11
6) Los bosques de mangle del área de Pedasi	3-12
d) Arrecifes de Coral	3-15

1) Distribución.....	3-15
2) Importancia.....	3-15
3) Ecología General de Arrecifes.....	3-16
4) Las Especies de Coral de Isla Iguana.....	3-17
5) El Arrecife de Isla Iguana.....	3-18
e) Playas Arenosas.....	3-24
f) Litorales Rocosos.....	3-26
1) Pozas de Mareas.....	3-28
g) Comunidades Sublitorales.....	3-28
h) Comunidades Bentónicas.....	3-29
1) Comunidades de Portunídeos (Arena y Lodo).....	3-29
2) Comunidades de Estomatópodos (Fango).....	3-30
3) Comunidades de Camarones-Peces (Roca, Coral y Fango).....	3-30
4) Comunidad de Gasterópodos (Arena y Fango).....	3-30
5) Comunidad de Cangrejos-Pulpos (Roca y Coral).....	3-30
i) Comunidades Pelágicas.....	3-31
1) Plancton.....	3-31
2) Necton.....	3-32
3.3. Lagos y Ríos.....	3-34
4. LAS PESQUERÍAS DE LA REGIÓN DE PEDASÍ.....	4-1
4.1. Ciclo de Vida e Historia Natural de los Principales Recursos Pesqueros de la Región de Pedasí.....	4-2
a) Camarones.....	4-2
b) Anchoqueta.....	4-2
c) Pargos.....	4-3
d) Meros.....	4-4
4.2. Análisis de las Pesquerías de la Región de Pedasí.....	4-6
4.3. Relación entre las Comunidades Costero-Marinas y las Pesquerías.....	4-7
5. LA BASURA EN EL DISTRITO DE PEDASÍ.....	5-1
5.1. Volumen y Clasificación de la Basura del Distrito de Pedasí.....	5-1
a) Antecedentes.....	5-1
b) Metodología.....	5-2
1) Vertedero Municipal de Pedasí.....	5-2
2) Playas Arenosas.....	5-2
3) Marcación de Basura.....	5-7
c) R.....	5-8
1) Vertedero Municipal del Distrito de Pedasí.....	5-8
2) Playa el Ciral, Isla Iguana.....	5-9
6. IMPACTO AMBIENTAL.....	6-1

6.1. Impacto Sobre los Manglares.....	6-3
6.2. Impacto Sobre la Fauna Marina.....	6-4
a) Plásticos y Plásticos Espumosos (Foam).....	6-4
b) Metales	6-6
c) Caucho.....	6-7
d) Madera.....	6-7
e) Vidrios	6-7
f) Petróleo y sus Derivados	6-7
g) Desechos Peligrosos	6-8
Impacto sobre la pesca	6-12
h) Posibles Causas de Cambios en las Comunidades de Peces.....	6-13
Impacto Directo Sobre el Hombre	6-14
7. CONCLUSIONES, LIMITACIONES, MEDIDAS MITIGACIÓN Y RECOMENDACIONES	7-1
Conclusiones	7-1
a) Población	7-1
b) Clima	7-1
c) El Ecosistema Costero Marino.....	7-1
d) Pesca	7-2
e) Cuencas hidrográficas.....	7-2
f) Desechos sólidos	7-2
g) Impactos producidos por plásticos y foam	7-3
h) Impactos producidos por otros contaminantes	7-3
i) Impactos producidos por los derivados del petróleo	7-4
j) Impactos producidos por “desechos peligrosos”	7-4
k) Impacto directo sobre el hombre.....	7-4
l) Impacto sobre la pesca	7-5
m) Otras posibles causas de impacto sobre la pesca.....	7-5
7.2. Limitaciones del Estudio	7-6
7.3. Medidas de Mitigación y Recomendaciones.....	7-6
8. BIBLIOGRAFÍA	8-1
9. ANEXOS	9-1
9.1. FOTOCOPIA DE DOCUMENTOS LEGALES QUE DECLARAN REFUGIO DE VIDA SILVESTRE DIVERSAS AREAS DE PEDASÍ	9-2
LISTADO PRELIMINAR DE LAS ESPECIES DE PECES DEL ÁREA DE PEDASÍ	9-7
CONSTRUCCION, OPERACION, MANTENIMIENTO Y MONITOREO DE UN RELLENO SANITARIO	9-18

a)	Definición de Términos.....	9-18
b)	La preparación del Sitio.....	9-19
c)	Operaciones de Deposición y Manejo del Relleno.....	9-20
d)	Manejo de las Células Clausuradas.....	9-20
	1) Reacciones Biológicas.....	9-21
	2) Reacciones Químicas.....	9-21
	3) Reacciones Físicas.....	9-21
e)	Creación de Células.....	9-21
	1) Excavación de las Células.....	9-22
	2) Método de Área.....	9-22
	3) Método de Depresión.....	9-22
f)	Consideraciones para la Selección del Sitio.....	9-23
	1) La Distancia de Transporte.....	9-23
	2) Cantidad de Tierra Disponible.....	9-23
	3) Acceso al Sitio.....	9-24
	4) Condiciones del Suelo y Topografía.....	9-24
	5) Condiciones Climáticas.....	9-24
	6) Hidrología.....	9-25
	7) Condiciones Geológicas e Hidrogeológicas.....	9-25
g)	Productos Químicos Generados en un Relleno Sanitario.....	9-25
	1) Composición de los Gases.....	9-25
	2) Composición de los Lixiviados.....	9-26
	3) Generación de los Gases y Lixiviados.....	9-27
	4) Movimiento de los Gases en un RS.....	9-29
	5) Control de Gases en un RS.....	9-30
	6) Monitoreo de los lixiviados.....	9-31
	7) Balance Hídrico y la Generación de Lixiviados.....	9-32
	8) Control de los Lixiviados Generados en un RS.....	9-34
	9) Sistema Colector de Lixiviados.....	9-35
	10) Opciones para el Manejo de los Lixiviados.....	9-36
	11) Manejo de las Aguas Pluviales.....	9-37
h)	Asentamiento de los RS.....	9-37
i)	Monitoreo Ambiental en RS.....	9-37
j)	Diseño Preliminar del RS.....	9-38
k)	Equipo Necesario para Operar el RS.....	9-39
l)	Plan de Vertimiento de los Desechos.....	9-39

AGRADECIMIENTOS

El autor y la Fundación PROMAR desean agradecer a un gran número de personas cuya valiosa colaboración hizo posible completar este estudio.

El Comité de Apoyo a la Semana Ecológica de 1993 estuvo conformado por (orden alfabético por apellido):

Miguel Cedeño
Elvis Escudero
Ana Isabel de Gonzalez
Lic. Alcibiades Herrera
Prof. Manuel de Jesús Paz
Epiménides Vera
Mercedes Vergara

Elvis Escudero, Alcalde de Pedasí del periodo 1990-1994, quien demostró un gran interés en el problema e inició a prestar las soluciones a su alcance, basándose en diversas recomendaciones hechas por el autor durante la conferencia en Pedasí, entrevistas personales y conversaciones telefónicas.

Este estudio se logró debido a la colaboración de un gran número de voluntarios, miembros de diversas asociaciones no gubernamentales, conservacionistas y cívicas, que laboraron en el campo, ayudando a coleccionar la basura esparcida a lo largo de un kilómetro de playas y 6,000 metros cuadrados de arrecifes de coral. Cada uno de los voluntarios pagó su transporte, estadía y alimentación durante las giras de colecta, por lo que su labor se hace aún más meritoria.

El trabajo de campo en el vertedero municipal de Pedasí fue realizado por Eduardo Moscoso, del Grupo Conservacionista de Pedasí.

Miembros de la Fundación PROMAR, del Grupo Conservacionista de Pedasí y de la Cooperativa de Turismo de Pedasí asistieron en el campo durante la colecta del 18 de septiembre de 1993. Por la Fundación PROMAR participaron Amanda Barraza, Carlos Bierberach y Emely Espinales. Por el Grupo Conservacionista de Pedasí y la Cooperativa de Turismo de Pedasí participaron Víctor Vera, Víctor Vera hijo y Eduardo Moscoso en la colecta de la playa el Cirial (isla Iguana). Además, un grupo de personas de la comunidad de Mariabé, cuyos nombres no fueron registrados pero gozan de nuestro aprecio y admiración por su desinteresada colaboración durante la colecta de los Transeptos 1 y 2. Por otro lado, en la colecta de la playa el Arenal (Pedasí), los miembros de la Fundación PROMAR fueron asistidos por habitantes de Pedasí, de los cuales tan solo se anotaron sus nombres sin apellido, ellos son Evelyn, Jamileth y Papín.

Los miembros del Club ROTARACT PANAMA OESTE y algunos invitados asistieron en el campo durante las colectas del 23 de abril y del 1 de octubre de 1994. En la colecta de abril participaron Eva Arcia, Lorena Arcia, Rolando Asanmal (Presidente al momento de la colecta), Analyn Caballero, Marisin Hernández, Evelyn Lee, Livia López, Marjorie Remond, Jessica Rivera, Erwin Roner, Ian Salazar y Kathia Serracín.

En la colecta del 1 de octubre de 1994 participaron Aldo Aldeano, William Amaya, Carlos Ayarza, Analyn Caballero, Manuel Domínguez, Marisín Hernández, Livia López, Egidio Puppín, Guadalupe Reyes, Jessica Rivera, Ian Salazar (actual Presidente) y Vianka Vargas; además, Ruth Julissa Aguilar (CLUB ROTARACT PANAMA SUR) y tres estudiantes del Primer Ciclo de Pedasí, ellos son Roberto Guerra, Jorge Ríos y Joel Vergara.

Los datos para la elaboración de la gráfica de fluctuación de mareas fueron trabajados por Alejandra Restrepo.

Las fotografías del relleno sanitario de Cerro Patacón, en la ciudad de Panamá fueron tomadas por Joel M. Chang Jiménez.

INTRODUCCION

En mayo de 1993, el Comité de Apoyo a la Semana Ecológica del Distrito de Pedasí (COASE) solicitó asesoría al Lic. Marco L. Díaz sobre el problema de la basura en el Distrito. El 14 de junio de 1993, el Lic. Díaz dictó una conferencia titulada "Efectos de la Basura en los Manglares y las Pesquerías del Área de Pedasí", en la Biblioteca de la Escuela Primaria de Pedasí. Se extendió invitación a las autoridades del Distrito, a los estudiantes, maestros y profesores de las Escuelas Primaria y Secundaria de Pedasí, a los dueños de cuartos fríos, a los pescadores y a los habitantes de la población de Pedasí. Se observó una gran afluencia de estudiantes, profesores, autoridades municipales, servidores públicos del centro de salud y otras entidades gubernamentales. Sin embargo, se observó una escasa presencia de pescadores, dueños de cuartos fríos y público en general; situación que denota el poco interés de la población en general sobre el problema de la basura en la capital del Distrito. La conferencia originó un compromiso entre el COASE y el Lic. Díaz en generar un estudio sobre el efecto de la basura sólida en los recursos costero-marinos del área de Pedasí. La Fundación PROMAR tomó la batuta de este estudio, coordinando a voluntarios miembros de la Fundación, de Clubes cívicos, del Grupo Conservacionista de Pedasí y miembros de la comunidad de Pedasí.

Este informe, que se inició en junio de 1993, es el producto de un estudio de un año y medio, que involucró unas 94 horas-hombre de trabajo de campo y más de 1,200 horas de investigación. En él laboraron 43 voluntarios; un gran número de estos, profesionales que dedicaron voluntariamente parte de su tiempo, e incluso pagaron sus propios gastos de viaje durante las colectas de basura en las playas y arrecifes de coral.

Los objetivos de este estudio son:

- Caracterizar y cuantificar los desechos generados en el Distrito de Pedasí y los que se acumulan en las playas y arrecifes de coral de dicho Distrito.
- Evaluar cualitativamente los efectos de los desechos sólidos en el ecosistema costero-marino y las pesquerías de la región de Pedasí.
- Presentar recomendaciones para minimizar la cantidad de basura generada en el Distrito; minimizar el impacto sobre el ecosistema costero-marino, las pesquerías y el turismo de la región; e iniciar un plan de manejo integral de la basura generada en el área de Pedasí.

Primero se definen y clasifican los desechos sólidos de poblaciones rurales más comúnmente encontrados en crematorios, vertederos o rellenos sanitarios y en los ecosistemas costero-marinos tropicales (Capítulo 1, "Los Desechos Urbanos").

A continuación se describen las características socioeconómicas, culturales y físicas del área de Pedasí (Capítulo 2, "El Distrito de Pedasí").

Luego se describen, de manera breve, los hábitat costero-marinos de la región de Pedasí, destacando su importancia e interrelación con los procesos geológicos y ecológicos que rigen la región y su relación con la productividad costera (Capítulo 3, "Caracterización del Ecosistema Costero-Marino de la Región de Pedasí").

Seguidamente se caracterizan y analizan los recursos pesqueros del área de Pedasí, evaluando los factores naturales y antropogénicos que regulan la producción pesquera o pueden producir un impacto negativo sobre las pesquerías del área (Capítulo 4, "Las Pesquerías de la Región de Pedasí").

Subsiguientemente se evalúan la cantidad de basura generada en la población de Pedasí y acumulada a lo largo de las playas y arrecifes de coral del área, y se caracteriza el tipo de basura depositada en el vertedero de Pedasí y acumulada en dichas playas y arrecifes de coral (Capítulo 5, "La Basura en el Distrito de Pedasí").

Sucesivamente se describen los posibles impactos ocasionados por los desechos sólidos en el ecosistema costero-marino, las pesquerías y el turismo en la región de Pedasí (Capítulo 6, "Impacto Ambiental").

Finalmente, se presentan las posibles medidas para mitigar los impactos ocasionados por los desechos sólidos sobre el ecosistema costero-marino, las pesquerías y el turismo en la región de Pedasí. Además, se presentan una serie de recomendaciones para mitigar a corto, mediano y largo plazo dichos efectos (Capítulo 7, "Conclusiones, Mitigación y Recomendaciones").

El Capítulo 8 lista la bibliografía de este documento.

En el Apéndice A se presentan los documentos legales que establecen las áreas protegidas dentro del Distrito de Pedasí. Estas son los Refugios de Vida Silvestre Isla Iguana y Pablo Barrios.

En el Apéndice B se presenta un listado abreviado de las especies de peces reportadas para el área de Pedasí.

En el Apéndice C se describe la construcción, operación, mantenimiento y monitoreo de un relleno sanitario que incluya la más avanzada tecnología utilizada a la fecha. Los diagramas presentados son tan solo bosquejos de como construir un RS y no deben tomarse como planos. Es necesario recalcar que estos diseños son para un RS con altos costos de construcción, manejo y mantenimiento, pero pueden adaptarse al presupuesto y necesidades de la región y deben ser elaborados por un arquitecto o un ingeniero. Además, es necesario realizar un estudio para escoger el sitio donde se construiría el relleno.

El documento ha sido redactado de la manera más sencilla y comprensible posible para un público en general, intentando describir o explicar los términos técnicos de manera completa. Sin embargo, existen situaciones y términos técnicos, por lo que en algunos casos, el lector deberá buscar más información en la literatura citada.

Al inicio de cada capítulo se presenta un listado de las palabras clave y términos técnicos cuyo conocimiento y/o comprensión es indispensable para comprender a plenitud dicho capítulo. La gran mayoría de estos son definidos o descritos en el texto; otros deberán buscarse ya sea en un diccionario enciclopédico o en la literatura citada para una mejor comprensión.

Las ideas principales y conclusiones se han resaltado en negrillas, para resaltar la atención del lector. Esto no significa que esta sea la única información que debe leerse. El documento ha sido elaborado de forma que la información contenida en los diversos capítulos se entremezcla en una estrecha relación, cada uno puede compararse con piezas de un rompecabezas que encajan entre sí. Por tal motivo, recomendamos leer detenidamente cada capítulo para poder encajar todas las piezas

del rompecabezas y así obtener una visión global del problema y sus soluciones, en vez de limitarse a una sección del informe únicamente, con lo que se obtendría una visión parcial del problema y sus soluciones.

Finalmente, se han adicionado al informe una serie de diez (10) láminas, cada una cuenta con cinco o seis fotografías agrupadas por tema y todas ellas tomadas en la región. El objetivo de estas láminas es ilustrar más claramente los conceptos que rigen el ecosistema costero-marino y las pesquerías de la región de Pedasí, la metodología utilizada durante el estudio, el actual manejo y problemas de los desechos sólidos en la región, y la creación de un relleno sanitario.

LÁMINAS

Fotos tomadas por Marco L. Díaz V.
A menos que se especifique lo contrario

LAMINA 1

IMPORTANCIA DE LA VEGETACION COSTERA

- Foto 1. Área de Las Dunas (Playa El Arenal) desprovista de vegetación que se derrumbó durante la creciente del río Pedasí de 1988. Estos derrumbes son frecuentes en las áreas de las dunas desprovistas de vegetación.*
- Foto 2. En las áreas desprovistas de vegetación, la arena, empujada por el viento, avanza sobre los campos agrícolas detrás de la playa El Arenal.*
- Foto 3. Las áreas de las dunas cubiertas por vegetación detienen la arena, evitando que invada los campos agrícolas. Por tal motivo es importante mantener una franja de vegetación entre las dunas y las áreas de producción agraria.*
- Foto 4. Vista de los bosques tropicales secos desde una de las dunas de arena de la playa el arenal. Los campos de cultivo detrás del bosque se mantienen en buenas condiciones.*
- Foto 5. Vista aérea mostrando la desembocadura del río Pedasí (izquierda) y los manglares de la quebrada Cocuyo. Los potreros detrás del manglar eran parte de este, sus suelos están compuestos por tierras menos productivas, ácidas, que no son aptas para la agroindustria, pero como manglar representan una fuente importante de alimento y hábitat para las especies marinas de importancia comercial.*
- Foto 6. La vegetación a lo largo de los márgenes de los ríos ayuda a mantener la cuenca y previenen la pérdida de suelos por erosión.*

ANÁLISIS AMBIENTAL DE LA CONTAMINACIÓN POR BASURA EN EL ECOSISTEMA COSTERO-MARINO,
LAS PESQUERÍAS Y EL TURISMO DE LA REGIÓN DE PEDASÍ (PROV. DE LOS SANTOS)



Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4



Foto 5



Foto 6

LAMINA 2 MANGLARES

- Foto 7. *Raíces de mangle rojo (Rhizophora mangle). Los manglares promueven la formación del nuevo suelo. Sus raíces se extienden en todas direcciones y son tan numerosas que forman una maraña impenetrable entre la superficie del lodo y la superficie del agua, disminuyendo el flujo del agua y ocasionando que las partículas más pequeñas se acumulen en torno a éstas, creando un sistema de capas cada vez más densas de sedimento.*
- Foto 8. *Las semillas de los manglares se denominan propágulos. Germinan en el árbol y al caer se clavan en el fango o se mantienen a la deriva hasta tocar tierra, donde echan raíces y producen una nueva planta. Propágulo de mangle rojo adherido a la playa del río Mensabé (Las Tablas).*
- Foto 9. *El tupido follaje de los manglares, al caer al agua, es descompuesto por bacterias y hongos, creando un caldo de sustancias nutritivas denominado "detrito", el cual es esparcido por corrientes y mareas, sirviendo de alimento al fitoplancton (las plantas del mar), iniciándose así la cadena alimenticia del mar. Detrito acumulándose en la desembocadura del río Pedasí.*
- Foto 10. *El río Pedasí, en conjunto con la quebrada Cocuyo, albergan 126.4 ha, el 14.9% de los bosques de mangle del área. Ambos están compuestos por árboles menores a los 4 m de altura.*
- Foto 11. *Raíces del mangle negro (Avicennia germinans), una de las especies más comunes de los manglares del área de Pedasí.*



Foto 7



Foto 8



Foto 9



Foto 10



Foto 11

LAMINA 3 ARRECIFES DE CORAL

- Foto 12. *Los arrecifes de coral sirven de refugio y de centro de cría y alimentación a innumerables animales y vegetales marinos. Cardumen de pargos rayados (Lutjanus viridis) en el arrecife de isla Iguana.*
- Foto 13. *Arrecife de isla Iguana expuesto durante una marea baja extrema. El arrecife protege la playa de las olas y las corrientes.*
- Foto 14. *Plataforma coralina del arrecife de Isla Iguana. El fondo está dominado casi en su totalidad por Pocillopora damicornis. El tamboril (Arothron meleagris) tigre (fase manchada) o pez guineo (fase amarilla) es uno de los animales que se alimentan de coral más importantes del arrecife.*
- Foto 15. *Colonia de Pavona gigantea de 500 años de edad en la base arrecifal del arrecife de Isla Iguana.*
- Foto 16. *Colonia de Porites lobata de 450 años de edad en la base arrecifal del arrecife de Isla Iguana. Estas son las colonias de coral masivo vivas más antiguas y más grandes reportadas dentro del Golfo de Panamá.*
- Foto 17. *Colonia de Porites lobata ("coral pizza") en la laguna del arrecife de Isla Iguana. En la laguna, esta especie crece hacia los lados debido a la exposición al aire de su parte superior, la cual permanece muerta.*



Foto 12



Foto 13



Foto 14



Foto 15



Foto 16



Foto 17

LAMINA 4

PLAYAS ARENOSAS Y LITORALES ROCOSOS

- Foto 18. *Las playas El Arenal y El Toro están compuestas por cuarzo, lodo y otros elementos provenientes del continente.*
- Foto 19. *Las playas de isla Iguana son de origen coralino; o sea, el esqueleto del coral, que está compuesto de carbonato de calcio, es erosionado o lijado por las olas y las corrientes, desmenuzándolo en las pequeñas partículas que conforman la arena. Playa el Cirial, isla Iguana.*
- Foto 20. *Las gaviotas (Larus atricilla) se alimentan de diversas especies de peces que frecuentan las playas arenosas, tales como anchoetas, pámpanos y otras.*
- Foto 21. *Varias especies de tortugas encuentran refugio y alimento en los arrecifes de coral de isla Iguana, pero deponen sus huevos únicamente en las playas del continente.*
- Foto 22. *A lo largo de los litorales rocosos es común encontrar pozas de agua salada que permanece empozada durante las mareas bajas. Pozas de mareas en playa Venao', Distrito de Tonosí. Este es uno de los medios más difíciles de habitar pues está sujeto a grandes fluctuaciones en los parámetros ambientales, tales como temperatura, salinidad y oxígeno.*
- Foto 23. *El cangrejo mangote es una de las especies más abundantes que habitan los litorales rocosos de isla Iguana.*



Foto 18



Foto 19



Foto 20



Foto 21



Foto 22



Foto 23

LAMINA 5 VERTEDERO MUNICIPAL DE PEDASÍ

- Foto 24. *Antiguo vertedero del Distrito de Pedasí (1988). Los desechos eran empujados al río al final de la estación seca.*
- Foto 25. *Antiguo vertedero del Distrito de Pedasí (1994).*
- Foto 26. *Antiguo vertedero del Distrito de Pedasí (1994). Hoy en día, seis años después, todavía persisten gran cantidad de desechos arrojados en aquel entonces.*
- Foto 27. *El actual vertedero del Distrito de Pedasí se encuentra en el manglar del río Pedasí.*
- Foto 28. *Gran cantidad de lixiviados son producidos por los desechos expuestos permanentemente a la intemperie, los cuales contaminan las aguas del río Pedasí y las aguas subterráneas.*
- Foto 29. *La acumulación de basura añade materia tóxica al ambiente y promueve la reproducción de insectos patógenos.*



Foto 24



Foto 25



Foto 26



Foto 27



Foto 28



Foto 29

LAMINA 6

VERTEDERO MUNICIPAL DE PEDASÍ

- Foto 30. *Basura esparcida en la entrada del camino Pedasí-El Arenal, fuera del actual vertedero municipal.*
- Foto 31. *La basura evita el flujo hacia el mar del follaje que cae de los árboles de mangle y que constituye una importante fuente de alimento para los organismos marinos, acidificando el agua.*
- Foto 32. *La fauna normal del manglar es reemplazada por ratas, gaviotas, gallinazos y otros carroñeros, alterando la ecología del hábitat.*
- Foto 33. *Basura esparcida a lo largo del camino Pedasí-El Arenal, fuera del actual vertedero municipal.*
- Foto 34. *Actual vertedero del Distrito de Pedasí. La basura ha sido enterrada, disminuyendo el olor, los criaderos de insectos patógenos y la fauna asociada a vertederos al aire libre.*



Foto 30



Foto 31



Foto 32



Foto 33



Foto 34

LAMINA 7

COLECTAS DE DESECHOS SÓLIDOS EN LAS PLAYAS DEL ÁREA DE PEDASÍ

- Foto 35. *Grandes cantidades de basura se acumulan en la playa El Cirial después de un aguaje. Se recogió todo el material no degradable encontrado y únicamente la madera procesada por el hombre. La playa estaba llena de troncos y ramas a la deriva que han sido arrastrados por los ríos hasta el mar.*
- Foto 36. *Equipo de trabajo recogiendo y clasificando y cuantificando la basura depositada en la playa El Cirial, isla Iguana, durante la colecta del 18 de septiembre de 1993.*
- Foto 37. *Al terminar cada transepto, la basura fue clasificada por tipo de material (plástico, foami, papel, vidrio, caucho, metal, madera y varios) en base a la clasificación establecida por el Centro de Conservación Marina de Washington, modificándose la hoja de datos de acuerdo a las necesidades de Panamá.*
- Foto 38. *Niños de la comunidad de Mariabé que ayudaron durante la colecta del 18 de septiembre de 1993.*
- Foto 39. *Miembros de la Fundación PROMAR y del Grupo Conservacionista de Pedasí con la basura recogida en isla Iguana, la cual fue transportada hasta tierra firme y depositada en el vertedero de Pedasí.*
- Foto 40. *Envases de aceite fuera de borda marcados para su identificación y soltados a lo largo de la Playa El Arenal para intentar seguir el recorrido de la basura esparcida a lo largo de las playas de la región. Se soltaron 25 contenedores marcados en la playa el Cirial (isla Iguana) y 17 en la playa el Arenal (Pedasí).*



Foto 35



Foto 36



Foto 37



Foto 38



Foto 39



Foto 40

LAMINA 8

EJEMPLOS VARIOS DE CONTAMINACIÓN POR DESECHOS SÓLIDOS EN LA PLAYA EL CIRIAL Y LOS ARRECIFES DE CORAL DE ISLA IGUANA

- Foto 41. *Envase para el transporte de litio líquido para la fabricación de baterías, material considerado peligroso, encontrado vacío en la playa el Cirial, isla Iguana.*
- Foto 42. *Acercamiento de la etiqueta del envase contenedor de litio líquido encontrado vacío en la playa el Cirial, isla Iguana. La etiqueta advierte que contiene material peligroso y establece las medidas de seguridad a seguir para su manejo y transporte.*
- Foto 43. *Restos de un saco de nylon enredado en la cresta arrecifal del arrecife de isla Iguana. Estos sacos son frecuentemente utilizados a bordo de embarcaciones pesqueras y de recreo.*
- Foto 44. *Red de camarero enredada en el coral del arrecife de isla Iguana. Las algas calcáreas y filamentosas se han adherido a esta. Una vez que la red se enreda en el coral es imposible extraerla sin destruir el área alrededor de esta. Los peces del arrecife se enredan en esta, por lo que esta práctica de arrojar desechos pesqueros sobre el arrecife de coral debe evitarse.*
- Foto 45. *Basura arrojada alrededor de los ranchos por los turistas que visitan isla Iguana. Estos ranchos constituyen la única infraestructura con que cuenta la isla para albergar a los turistas. Esta malsana práctica empobrece la belleza escénica de la playa, puede ocasionar daño a los visitantes, induce la reproducción de insectos patógenos e introduce materia tóxica al ambiente.*
- Foto 46. *Vertedero de basura de isla Iguana, a un costado de los ranchos de la playa el Cirial. Esta degradación de la belleza escénica es detrimento para el turismo y debe evitarse; cada grupo de turistas debería llevar bolsas de basura, las cuales, una vez llenas, deben regresarse al continente y ser arrojadas en el relleno sanitario o vertedero municipal.*

ANÁLISIS AMBIENTAL DE LA CONTAMINACIÓN POR BASURA EN EL ECOSISTEMA COSTERO-MARINO,
LAS PESQUERÍAS Y EL TURISMO DE LA REGIÓN DE PEDASI (PROV. DE LOS SANTOS)



Foto 41



Foto 42



Foto 43



Foto 44



Foto 45



Foto 46

LAMINA 9

EJEMPLOS VARIOS DE CONTAMINACIÓN EN EL AREA DE PEDASÍ

- Foto 47. Basura esparcida en la parte posterior de los ranchos de isla Iguana.*
- Foto 48. Basura quemada en la playa el Arenal, justo al pie del estacionamiento del Bajadero.*
- Foto 49. Basura esparcida a lo largo de la playa El Toro, Pedasí.*
- Foto 50. Mancha de aceite al pie del camino Pedasí - Playa El Arenal, en el área que se inunda durante la estación lluviosa.*
- Foto 51. Basura obstruyendo el cauce de la quebrada La Ermita, en Las Tablas, capital de la Provincia de Los Santos, a 42 Km al norte de Pedasí.*



Foto 47



Foto 48



Foto 49

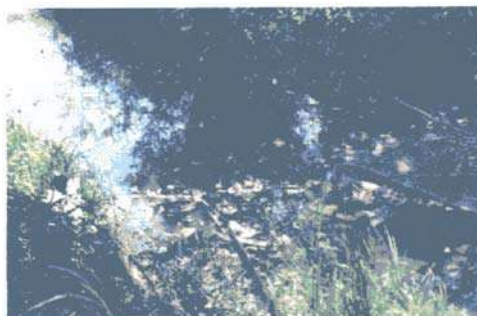


Foto 51



Foto 50

LAMINA 10

RELLENO SANITARIO DE CERRO PATACON, CIUDAD DE PANAMA

Fotos: Joel M. Chang Jiménez

- Foto 52. *El método de excavación de células consiste en excavar las células, depositándose la basura dentro de estas. La tierra extraída puede ser utilizada para la cubierta diaria y final. Las paredes, fondo y capa superior consisten en geomembranas o capas de tierra altamente arcillosa para evitar la filtración de gases y lixiviados a las capas inferiores del suelo. Las células son regularmente rectangulares y su tamaño va de acuerdo a las necesidades.*
- Foto 53. *La basura se esparce dentro de la célula para ser compactada. La profundidad de las células varía entre los 2.42 m (8') y los 3.6 m (12'), el ancho entre los 3.03 m (10') y los 9.10 m (30'), dependiendo de las condiciones del sitio y el volumen de basura a manejarse.*
- Foto 54. *Una vez alcanzado el nivel del suelo se puede colocar la cubierta final, o se inicia sobre este, manteniendo un diseño de terrazas para evitar la erosión y drenar rápidamente el agua. Sobre la cubierta final puede sembrarse vegetación.*
- Foto 55. *Montaña de basura en forma de terrazas siendo colonizada por vegetación. Nuevas células se siguen creando en la parte superior.*
- Foto 56. *El manejo de lixiviados incluye la construcción de una serie de varias piscinas de poca profundidad con una membrana de 2' a 3' de espesor. Para evitar la emulsión de malos olores a la atmósfera se recomienda instalar un sistema de ventilación debajo de la piscina.*
- Foto 57. *Área destinada al vertimiento de desechos químicos e industriales. Esta es un área muy inestable y peligrosa, pues sufre combustión espontánea constante.*

ANÁLISIS AMBIENTAL DE LA CONTAMINACIÓN POR BASURA EN EL ECOSISTEMA COSTERO-MARINO,
LAS PESQUERÍAS Y EL TURISMO DE LA REGIÓN DE PEDASÍ (PROV. DE LOS SANTOS)



Foto 52



Foto 53



Foto 54



Foto 55



Foto 56

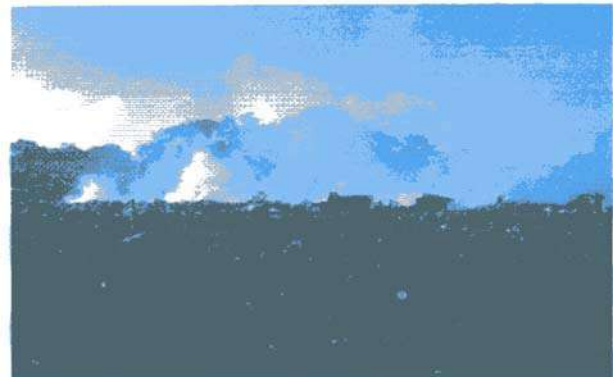


Foto 57

1. LOS DESECHOS URBANOS

Palabras Claves: *desechos orgánicos, desechos inorgánicos, lixiviados, aguas subterráneas, desechos persistentes, agroquímicos, metales pesados, compuestos orgánicos, compuestos halogenados, cieno, bifenoles policlorinados.*

El objetivo de este capítulo es definir y clasificar los desechos sólidos de poblaciones rurales más comúnmente encontrados en crematorios, vertederos o rellenos sanitarios (RS) y en los ecosistemas costero-marinos tropicales.

Los desechos sólidos o semisólidos se definen como todos los materiales que no son considerados de suficiente valor para ser conservados.

Existen diversos tipos y clasificaciones de desechos. Para este trabajo, se ha adoptado la clasificación establecida por Tchobanoglous et al. (1993), agregando tres categorías más, que son consideradas por el Centro de Conservación Marina de Washington como comunes en las playas del mundo. La clasificación presentada en la Tabla 1 se basa en la procedencia de la basura, e incluye un total de 11 categorías, que son:

Tabla 1. Clasificación de desechos sólidos en base a procedencia. Extraído de Tchobanoglous et al., 1993⁽¹⁾ y de Centro de Conservación Marina de Washington, 1990⁽²⁾.

Procedencia	Ejemplos de Estructuras y actividades típicas donde los desechos son generados	Ejemplos de tipos de desechos
Residenciales	Casas y apartamentos familiares	Residuos de alimentos, papel, plásticos, textiles, cuero, madera, vidrio, contenedores de aluminio y otros metales, cenizas, desechos de jardinería, desechos especiales (productos eléctricos, baterías, aceite y llantas) y desechos peligrosos hogareños.
Comerciales	Almacenes, restaurantes, mercados, oficinas, hoteles, moteles, gasolineras, talleres, etc.	Papel, plásticos, madera, residuos de alimentos, vidrio, metales, desechos especiales y desechos peligrosos.
Institucionales	Escuelas, hospitales, prisiones, oficinas gubernamentales	Iguals a los comerciales más desechos médicos.
Construcción y demolición	Sitios de construcción, carreteras en reparación, pavimento roto	Madera, hierro y otros metales, concreto, asfalto, tierra, etc.
Servicios Públicos	Limpieza de calles, parques, playas y otras áreas recreativas, etc.	Desechos especiales, jardinería, etc.
Plantas de tratamiento	Agua, aguas servidas y aguas desechadas por industrias	Sedimentos residuales
Desechos Sólidos Municipales	Todos los anteriores	Todos los anteriores
Industriales	Construcción, industria, refinarias, plantas químicas, plantas eléctricas, demolición, etc.	Desechos provenientes de procesos industriales, residuos de alimentos, cenizas, desechos especiales y desechos peligrosos.

Procedencia	Ejemplos de Estructuras y actividades típicas donde los desechos son generados	Ejemplos de tipos de desechos
Agrícolas	Campos de cultivo y pastoreo,	Residuos de cultivos, agroquímicos, desechos peligrosos.
Pesqueros	La tripulación y carga de barcos pesqueros industriales y botes artesanales.	Fragmentos de cuerdas de pesca, de redes, anzuelos, boyas, cables, plomo, etc.
Marina Mercante	La tripulación y carga de barcos que transportan mercancía de todo tipo.	Cintas de embalaje, cubiertos plásticos, etc.
Cruceros	La tripulación y carga de barcos que transportan exclusivamente pasajeros.	Cintas de embalaje, cubiertos plásticos, etc.

1.1. Desechos Residenciales y Comerciales

Los desechos residenciales y comerciales, excluyendo los desechos especiales y peligrosos, que serán discutidos más adelante, consisten en desechos orgánicos (combustibles) e inorgánicos (no combustibles) provenientes de residencias y comercios. La fracción orgánica incluye materiales tales como residuos de alimentos, papel de todo tipo, cartón, plásticos de todo tipo, textiles, caucho, cuero, madera y desechos de jardines. La fracción inorgánica incluye artículos tales como vidrio, latón, aluminio y metales ferrosos.

Los desechos que se descomponen son principalmente residuos de alimentos. La materia en descomposición origina malos olores y sirve de criadero a moscas y otros insectos patógenos.

Los artículos metálicos son de aluminio (envases de cervezas y refrescos, marcos de ventanas y otros tipos secundarios de aluminio), ferrosos (envases de alimentos enlatados, fragmentos de electrodomésticos, automóviles y otros metales), de cobre o plomo.

Los artículos de papel más comunes son periódicos, libros y revistas, papel de impresión, papel para embalaje, papel higiénico y toalla, y cartón coarrugado.

Los artículos de vidrio más comunes son las botellas y contenedores claros, verdes y marrones.

Los materiales plásticos más comúnmente depositados en RS caen dentro de siete categorías:

- 1) Teptalato de Polietileno (PETE/1)
- 2) Polietileno de alta densidad (HDPE/2)
- 3) Cloruro de Polivinilo (PVC/3)
- 4) Polietileno de baja densidad (LDPE/4)
- 5) Polipropileno (PP/5)
- 6) Poliestireno (PS/6)
- 7) Otros materiales plásticos de múltiples paredes (7)

Los contenedores plásticos pueden ser identificados por números codificados del 1 al 7, estampados en el fondo del contenedor (Figura 1). Los plásticos mixtos incluyen varios tipos individuales de plástico agrupados en esta categoría.



Figura 1. Codificación utilizada para diversos tipos de plástico. Extraído de Tchobanoglous et al. 1993.

1.2. Desechos Especiales

Los electrodomésticos, los artículos abultados, los desechos de jardinería, las baterías, el aceite y las llantas son considerados desechos especiales residenciales y comerciales, por lo que deben someterse a un tratamiento diferente, evitando ser acumulados en RS ordinarios. Lo ideal sería verter estos desechos en RS especiales.

Los artículos abultados residenciales incluyen fragmentos de mueblería; por su parte los artículos abultados comerciales e industriales incluyen lámparas, libreros, archivadores, escritorios y artículos similares.

Existen diversos tipos de batería, dependiendo del metal que contienen, ya sea alcalinas, de mercurio, de plata, de zinc, de níquel y de cadmio. Por su parte, cada batería de automóvil utiliza unas 18 lb de plomo y un galón de ácido sulfúrico. Al romperse las baterías, estos metales se unen a los lixiviados, contaminando las aguas subterráneas al filtrarse en la tierra. De incinerarse, contaminan el aire.

1.3. Desechos Peligrosos

Los desechos peligrosos se definen como desechos o combinaciones de desechos que representan una amenaza real o potencial para el hombre o cualquier organismo vivo porque:

1. estos desechos no son biodegradables o son persistentes,
2. se magnifican biológicamente,
3. son letales, o
4. inducen efectos acumulativos detrimentes. Las propiedades nocivas de estos desechos ocasionan problemas de seguridad, por ejemplo, son corrosivos, explosivos e/o inflamables); y de salud, por ejemplo, son carcinógenos, infecciosos, irritantes, mutágenos, tóxicos y/o radioactivos.

Diversos productos de uso diario en los hogares son tóxicos y pueden ser nocivos para la salud y el ambiente. Entre estos tenemos los diversos tipos de limpiadores (Ejemplo, para platería, alfombras, zapatos, hornos, plásticos, cauchos, etc.), aerosoles, cloro para lavar, destapadores de lavamanos y excusados, productos automotrices, productos para jardinería. Se consideran además desechos peligrosos diversos metales pesados (Bario, Cadmio, Cromo, Plomo, Mercurio y Plata), elementos no metálicos (Arsénico y Selenio), compuestos orgánicos (Benceno, Tolueno y Etiltolueno), compuestos halogenados (Clorobenceno, Cloroetano,

Diclorometano, Tetracloroetano) y Agroquímicos (Endrin, Lindano, Metoxiclor y Toxafene). En el Capítulo 6 se describen los efectos en el hombre de cada uno de estos.

1.4. Desechos Institucionales

Las fuentes de los desechos institucionales incluyen centros gubernamentales, escuelas, prisiones y hospitales. Con excepción de los desechos producidos en hospitales y cárceles, los desechos institucionales son similares a los residenciales y comerciales. Los desechos médicos o de hospitales deben ser manejados separadamente y mediante programas especiales.

1.5. Desechos de Construcción

Estos incluyen los desechos provenientes de construcciones, remodelaciones o reparaciones de residencias o edificios comerciales. Su composición es muy variada, pero pueden incluir piedras, concreto, ladrillos, yeso, madera, vidrios, plásticos, hierro y otros metales, fragmentos de tubería y partes eléctricas entre otros.

1.6. Desechos Municipales

Los desechos municipales incluyen basura esparcida a lo largo de calles y carreteras, ramas de árboles y desechos de parques, animales muertos, vehículos abandonados y cualquier otro tipo de desecho cuya procedencia no puede ser definida.

1.7. Desechos de Plantas de Tratamiento

Los desechos sólidos provenientes de plantas de tratamiento de agua, aguas servidas y aguas provenientes de industrias son sedimentos y cieno cargados de impurezas y en ocasiones, sustancias tóxicas. Por dichos motivos, no recomendamos verter estos tipos de desechos en el actual vertedero municipal de Pedasí o en el futuro RS.

1.8. Desechos Industriales

Los desechos industriales son variados y muchos de éstos incluyen sustancias altamente tóxicas, por lo que no recomendamos sean vertidos en el actual vertedero municipal de Pedasí o en el futuro RS.

1.9. Desechos Agrícolas

Los desechos agrícolas provienen de campos de cultivos, producción de leche y carne, y procesamiento de los mismos. Estos incluyen contenedores de plaguicidas, fungicidas, herbicidas, abono de diversos tipos y otros agroquímicos.

1.10. Desechos Pesqueros

Los desechos pesqueros incluyen todo tipo de desperdicios arrojados de los barcos pesqueros y de botes artesanales. Estos incluyen los desechos producidos por la tripulación y los desechos de la carga. Entre estos tenemos fragmentos de cuerdas de pesca, de redes, anzuelos, boyas, cables, plomo, etc.

1.11. Desechos de Marina Mercante

En esta clasificación se incluyen todo tipo de desperdicios arrojados de los barcos mercantes. Estos incluyen los desechos producidos por la tripulación y los desechos de la carga (Ejemplo, cintas plásticas de embalaje, cubiertos plásticos, etc.).

1.12. Desechos de Cruceros

En esta clasificación se incluyen todo tipo de desperdicios arrojados de los barcos que transportan exclusivamente pasajeros. Estos incluyen los desechos producidos por la tripulación y los desechos de la carga (Ejemplo, cintas plásticas de embalaje, cubiertos plásticos, etc.).

1.13. Desechos Persistentes y No Persistentes

Los desechos también se clasifican en base al tiempo que demoran en descomponerse. Los desechos que se descomponen en un tiempo relativamente corto, son considerados desechos no persistentes, estos incluyen aceite, solventes de bajo peso molecular, algunos pesticidas biodegradables (organofosfatos, carbonados, triazinas, anilinas, ureas), desechos de aceite y la mayoría de los detergentes (Tabla 2).

Por otro lado, los desechos que se conservan en el ambiente durante un largo período de tiempo son denominados desechos persistentes, o sea, persisten en el ambiente. Entre estos tenemos hidrocarburos clorinados y aromáticos de complicada estructura molecular (insecticidas que contienen cloro como Hexaclorobenzeno, DDT, DDE, Lindano) y Bifenoles Policlorinados (PCB; Tabla 2).

Tabla 2. Desechos peligrosos persistentes y no persistentes comúnmente encontrados en rellenos sanitarios.

COMPUESTOS TIPICOS	PELIGROS
Desechos Orgánicos No Persistentes	
Aceite, solventes de bajo peso molecular, algunos pesticidas biodegradables (organofosfatos, carbonados, triazinas, anilinas, ureas), desechos de aceite, la mayoría de los detergentes.	Tóxicos primordialmente para el ambiente y la biota existente en las cercanías inmediatas de la fuente de contaminación.
Desechos Orgánicos Persistentes	
Hidrocarburos clorinados y aromáticos de complicada estructura molecular (insecticidas que contienen cloro como Hexaclorobenzeno, DDT, DDE, Lindano) y PCB.	Efectos tóxicos inmediatos (agudos y subagudos) pueden ocurrir en las cercanías de la fuente de contaminación. Efectos crónicos a largo plazo son comunes. El transporte por corrientes puede esparcir la contaminación a largas distancias y bioacumulación en la cadena trófica. El transporte ambiental puede exponer la biota a bajos niveles de contaminación, provocando intoxicación crónica.

2. EL DISTRITO DE PEDASÍ

Palabras Clave: zona de vida, bosque tropical seco, bosque húmedo premontano, bosque húmedo tropical, precipitación, cuenca hidrográfica, tobas continentales, lavas poroclastitas, conglomerados, basalto, diabasa, rocas ígneas, rocas sedimentarias.

El objetivo de este capítulo es describir las características socioeconómicas, culturales y físicas del área de Pedasí. La oceanografía ha sido incluida en el Capítulo 3 debido a su influencia en la ecología de los hábitat costero-marinos del área.

2.1. Ubicación

El Distrito de Pedasí se encuentra ubicado en el extremo sur-oriental de la Península de Azuero, en la Provincia de Los Santos. Posee una superficie de 384 Km² e incluye los Corregimientos de Purio, Mariabé, Pedasí y Los Asientos (Figura 2). Su capital, Pedasí, se encuentra a unos 310 Km por carretera de la ciudad de Panamá.



Figura 2. Mapa político del Distrito de Pedasí.

2.2. Población

Su población se estima en unos 3,242 habitantes, con una densidad de población de 8.4 hab/Km². Esta representa el 4.23% de la población total de la Provincia de Los Santos. Para 1980, su población se estimó en unos 3,317 habitantes, por lo que su porcentaje de cambio en la última década ha sufrido una disminución del 0.76% (IGNTG, 1988; Contraloría General de la República, 1990). La Figura 3 muestra la fluctuación de la población en el distrito de Pedasí en los últimos 50 años. En 1950, la población de Pedasí se estimó en 4,625 habitantes. Para 1960, la población aumentó un 11.72% (5,239 habitantes). Desde entonces, su población ha disminuido dramáticamente. En 1970, la población se estimó en 4,156 habitantes, disminuyendo un 26.06%. Entre 1970 y 1980, la población disminuyó otro 25.29%. A diferencia de estas dos décadas, durante la década de los ochenta el número de habitantes se mantuvo, el descenso en la población fue de tan solo el 0.76%.

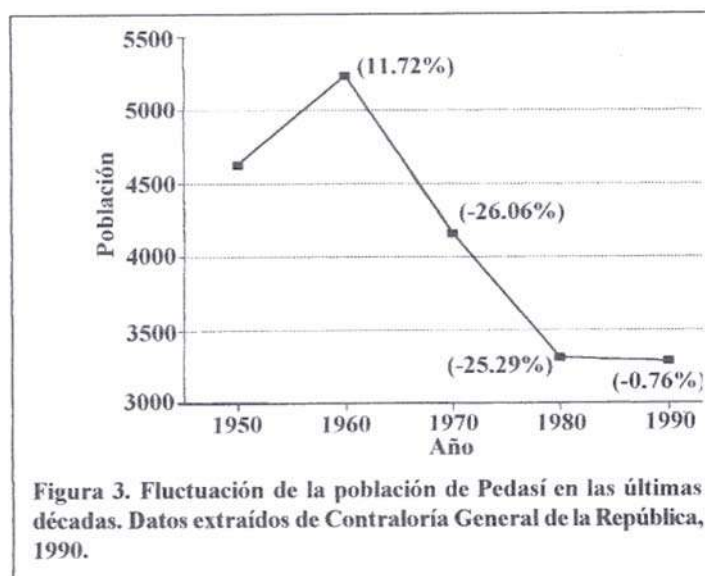


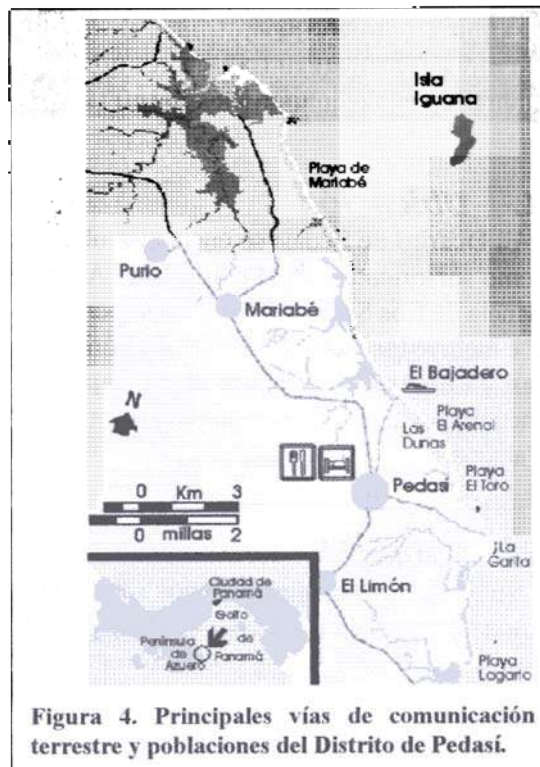
Figura 3. Fluctuación de la población de Pedasí en las últimas décadas. Datos extraídos de Contraloría General de la República, 1990.

La estabilidad observada en la cantidad de la población del Distrito de Pedasí en la última década coincide con el incremento de la pesca en la región (Capítulo 4).

2.3. Vías de Comunicación Terrestre

La principal vía de acceso es la carretera Las Tablas-Pedasí, con una extensión de 42 Km. Es una carretera nueva de cemento asfáltico. El resto de los caminos del área son caminos de tierra, la mayoría transitables en cualquier época del año (Figura 4).

El camino Pedasí-playa El Arenal (El Bajadero) es un camino de tierra de 7 Km, transitable todo el año. Este camino es mantenido por el Municipio de Pedasí en conjunto con los cuartos fríos y los habitantes de Pedasí, pues este es el principal camino del área debido a que el principal puerto pesquero del área es la playa El Arenal. Por otro lado, el camino que une la playa El Arenal con el actual vertedero atraviesa un gran humedal, por lo que su mantenimiento es sumamente costoso y debe realizarse con frecuencia. Este camino es mantenido por el Municipio de Pedasí (Figura 4; detalles en la Figura 40- Capítulo 5).



2.4. Zonas de Vida

Según la clasificación de zonas de Vida de Holdridge, a lo largo de la costa Este del Distrito de Pedasí predominan los bosques secos tropicales; en el área de Punta Mala y el centro del Distrito predominan los bosques húmedos premontanos; y finalmente, en el sector sur predominan los bosques húmedos tropicales (IGNTG, 1988).

2.5. Ambiente Físico

a) Clima

La estación seca se extiende desde finales de diciembre hasta principios de mayo, con vientos alisios del norte, del noreste y noroeste. La estación lluviosa es entre mayo y diciembre, con vientos del sur-oeste y sur-este. La precipitación anual promedio es de 1,388 mm. la temperatura del aire anual promedio es de 26°C, fluctuando entre los 22°C y los 31°C. La humedad relativa varía entre el 70% en la época seca y 90% en la lluviosa, con un promedio anual del 82% (IRHE).

b) Hidrología

A lo largo del Distrito de Pedasí, fluyen cinco cuencas hidrográficas:

- 1) Ríos Purio y Mariabé
- 2) Quebrada Cocuyo
- 3) Río Pedasí
- 4) Río Caldera
- 5) Río Oria

Río Oria desemboca en la costa Sur de la Península de Azuero, las demás, desembocan en la costa Este de la Península de Azuero, dentro del Golfo de Panamá (Figura 5).

La costa oriental de la Península de Azuero tiene un área de drenaje estimada en 1,366 Km²; esta incluye las cuatro cuencas del Distrito de Pedasí que desembocan en el Golfo de Panamá antes mencionadas, más las cuencas de los ríos Salado-Mensabé, Guararé y La Villa.

Para 1966, la precipitación anual promedio de esta área de drenaje era de 29.5×10^9 mm (Smayda, 1966). Por desgracia, no fue posible obtener datos más recientes. Para mayor información sobre este tema ver la Sección 3.1.

La escorrentía media anual oscila entre los 300 y los 400 mm, dependiendo del área (IGNTG, 1988).



Figura 5. Principales ríos de la cuenca hidrográfica 126, Guararé, Las Tablas y Pedasí. Extraído de IGNTG, 1988.

c) Suelos

La mayor parte de los suelos del área están clasificados como suelos de Clases VI y VII; o sea, suelos no arables, con limitaciones severas o muy severas, aptos para pastos, bosques y tierras de reserva. Sin embargo se encuentran además de las Clases II, III y IV; o sea, suelos arables con algunas limitaciones severas o muy severas en la selección de las plantas, los cuales requieren de conservación especial o ambas cosas (IGNTG, 1988).

La mayor parte de la tierra consiste en áreas de cultivo, sábanas y vegetación secundaria pionera. Existen pequeños residuos de bosques y tierras inundables a lo largo del Sector de Las Dunas, en la costa Este, alrededor de Punta Mala, en el extremo sur-oriental de la península y en Los Achotines, en la costa Sur.

d) Geología y Geomorfología

El área de Pedasí es considerada una región baja o planicie litoral por ser una zona deprimida, cuyo origen se remonta al Periodo Terciario Inferior (Era Cenozoica), predominando tobas continentales, lavas poroclastitas y conglomerados, basalto y diabasa, todas estas rocas ígneas son

consideradas como las formaciones más antiguas del Istmo. Estas fueron cubiertas por rocas sedimentarias marinas del mismo periodo. Sobre estas se han depositado los extensos sedimentos cuaternarios. Su topografía varía de aplanada a poco ondulada, con declives débiles, observándose colinas aisladas. La mayor parte de su superficie no sobrepasa los 100 metros de altura. Sus cuencas sedimentarias se derivan de acumulaciones de sedimentos a lo largo del litoral (IGNTG, 1988).

3. CARACTERIZACIÓN DEL ECOSISTEMA COSTERO-MARINO DE LA REGIÓN DE PEDASÍ

Palabras Clave: ecosistema, comunidad, hábitat, plataforma continental, plancton, fitoplancton, zooplancton, necton, pelágico, afloramiento, estero, estuario, producción primaria, El Niño, detrito, pólipo, biótico, Pacífico Este, carbonato de calcio, diversidad, sésil, fotosíntesis,

El objetivo de este capítulo es describir de manera breve los hábitat costero-marinos de la región de Pedasí, destacando su importancia e interrelación con los procesos geológicos y ecológicos que rigen la región y su relación con la productividad costera. Cada hábitat, e incluso el ecosistema en sí, son mucho más complejos de lo que aquí se presenta. Para una descripción más detallada, consultar la literatura citada.

El ecosistema costero-marino de la región de Pedasí está conformado por una serie de comunidades, las cuales interactúan con los factores físicos y químicos del área. Estas comunidades han sido divididas en dos grupos: litorales (áreas entre mareas alta y baja) y sublitorales (áreas sumergidas incluso durante la marea baja).

Las comunidades litorales incluyen aquellas que se exponen parcialmente durante la fluctuación de las mareas. Estas son 1) los manglares, 2) los arrecifes de coral, 3) las playas arenosas y 4) los litorales rocosos.

Las comunidades sublitorales son aquellas que permanecen sumergidas todo el tiempo, incluso durante las mareas más bajas del año. Entre éstas encontramos comunidades bentónicas (habitan el fondo) y pelágicas (habitan la columna de agua). Entre las comunidades bentónicas de la región de Pedasí encontramos las de 1) cangrejos portunídeos, 2) estomatópodos, 3) camarones-peces, 4) gastrópodos y 5) cangrejos-pulpos. Las comunidades pelágicas incluyen 1) el plancton y 2) el necton.

3.1. Oceanografía

Los océanos han sido divididos en zonas verticales y horizontales (Figura 6). La región pelágica abarca toda la columna de agua, mientras que la zona bentónica incluye el fondo.

La región pelágica se divide en dos zonas horizontales: 1) la zona nerítica, que se extiende desde el punto de marea más bajo hasta la plataforma continental; y 2) la zona oceánica, que se inicia donde

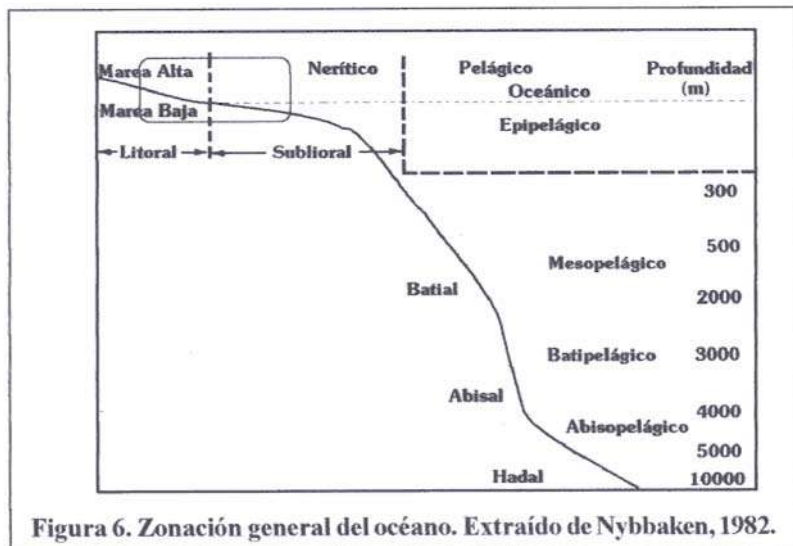


Figura 6. Zonación general del océano. Extraído de Nybbaken, 1982.

termina la plataforma continental. La zona oceánica se divide a su vez en la región fótica (con luz solar) y la zona afótica (sin luz solar). La primera es conocida también como la zona epipelágica, la cual se extiende desde la superficie hasta los 100 metros de profundidad. La región afótica se divide en cuatro zonas: 1) la zona mesopelágica se extiende desde los 100 m hasta los 700 a 1,000 m de profundidad, donde la temperatura desciende a unos 10°C; 2) la zona batipelágica prosigue hasta los 2,000 a 4,000 m de profundidad, donde el agua alcanza los 4°C; 3) la zona abisal se extiende hasta los 6,000 m de profundidad, la temperatura del agua se estabiliza y se mantiene entre los 2°C y los 4°C; 4) por último tenemos la zona hadal, que se extiende hasta los 10,000 m de profundidad (Nybbaken, 1982).

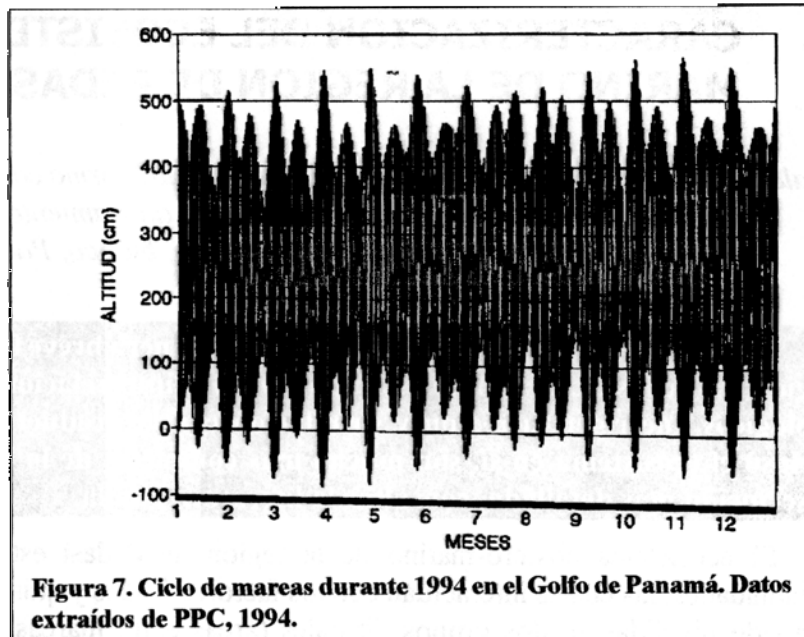


Figura 7. Ciclo de mareas durante 1994 en el Golfo de Panamá. Datos extraídos de PPC, 1994.

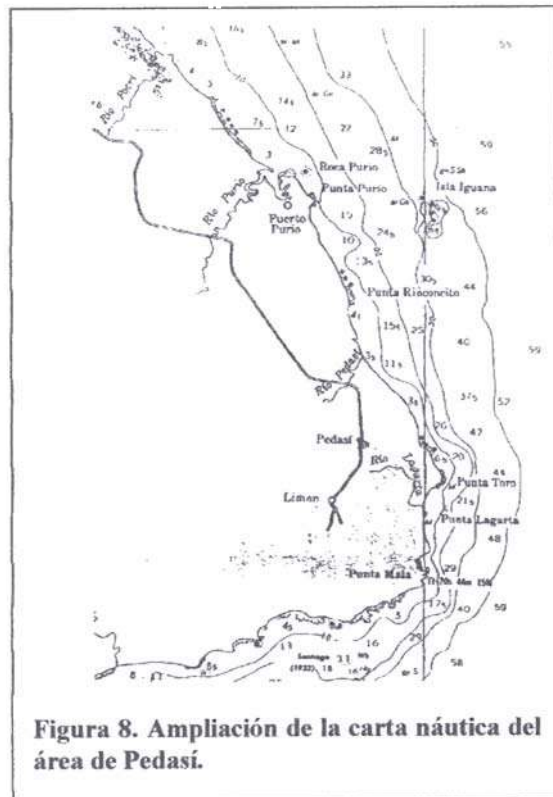


Figura 8. Ampliación de la carta náutica del área de Pedasí.

La región bentónica se divide en las mismas zonas que la región pelágica y presenta los mismos límites. En este sector se añade una zona superior a la litoral, la cual es conocida como supralitoral (Nybbaken, 1982).

El Golfo de Panamá tiene una figura semi-circular de unos 28,850 Km² que presenta un ciclo de dos mareas diarias con una fluctuación promedio de 450 cm (14.8'), con un máximo de 564 cm (18.5') y un mínimo de -73 cm (-2.4) (Figura 7). Alcanza los 200 m de profundidad a unos 18 Km al Sur de Punta Mala y tiene una profundidad promedio de 60 m (Figura 8) (Smayda, 1966).

El Golfo de Panamá presenta un intrincado sistema de corrientes (Figura 9), dominando la Contracorriente Ecuatorial, también conocida como Corriente Colombiana, que se mueve a lo largo de la Costa colombiana, entrando al Golfo a lo largo de la Provincia del Darién, siguiendo a lo largo de las Provincias de Panamá y Coclé y finalmente, saliendo del Golfo a lo largo de la costa de las Península de Azuero.

Se puede afirmar que dentro del Golfo de Panamá el agua circula de Este a Oeste durante todo el año. Al final de su recorrido dentro del Golfo, circula de norte a sur a lo largo de la costa de la Península de Azuero. La intensidad de la corriente varía, dependiendo de la intensidad de los vientos y de la época del año.

Durante los meses de enero a marzo entra al Golfo con una velocidad que oscila entre los 0.5 y los 0.7 cm/seg; frente a la Bahía de Parita su velocidad se reduce a 0.3 y 0.5 cm/seg, la cual aumenta a medida que sale del Golfo, alcanzando una velocidad de 0.5 a 1.0 cm/seg frente a Punta Mala (Figura 9a-b). En mayo, a finales de la estación seca y del afloramiento, su velocidad aumenta. Entra al Golfo a una velocidad de 0.7 cm/seg, disminuyendo a 0.5 cm/seg frente a las costas de Darién. A medida que avanza a lo largo de la Península de Azuero, la velocidad se incrementa hasta alcanzar 1.0 cm/seg frente a Punta Mala, fuera del Golfo de Panamá (Figura 9c). Entre los meses de julio y septiembre su velocidad vuelve a disminuir, presentando un movimiento similar al de enero (Figura 9d-e). La velocidad de las masas de agua continúa a disminuir a finales del año. Para noviembre, la corriente entra al Golfo de Panamá con una velocidad promedio de 0.4 cm/seg, manteniéndose a lo largo de las costas de Darién y Panamá. Antes de llegar a la Bahía de Parita, su velocidad aumenta a 0.6 cm/seg, disminuyendo lentamente a medida que sale del Golfo, hasta alcanzar los 0.5 cm/seg frente a Punta Mala, fuera del Golfo de Panamá (IGNTG, 1988).

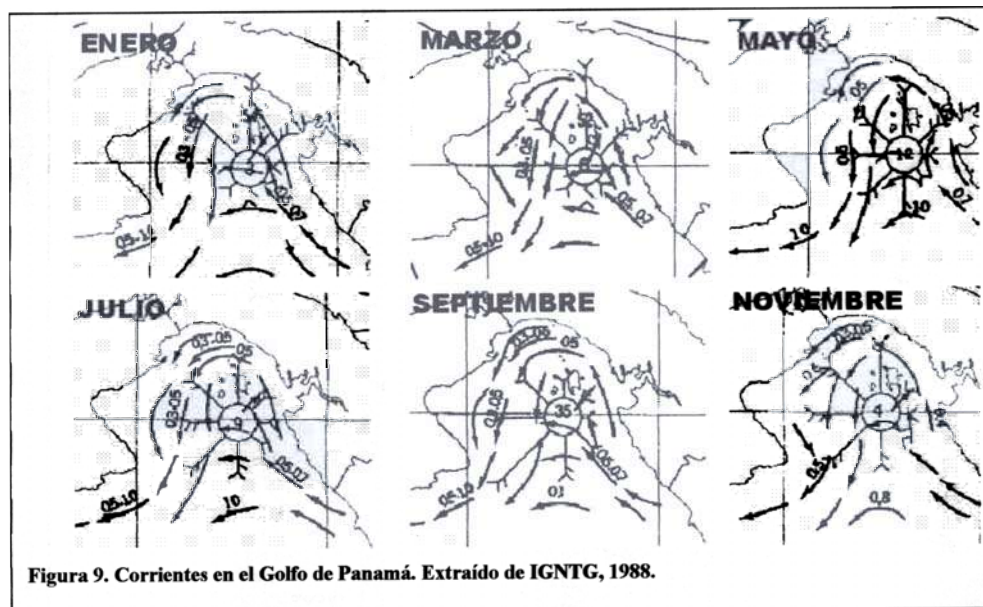


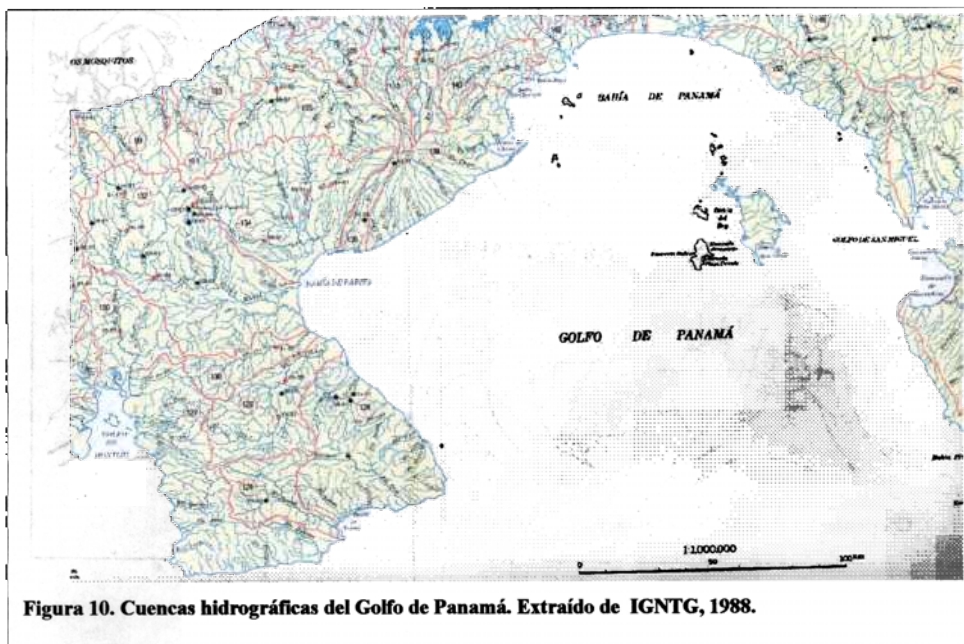
Figura 9. Corrientes en el Golfo de Panamá. Extraído de IGNTG, 1988.

Las corrientes en el área de Pedasí oscilan entre los 0.3 y 1.0 cm/seg. La velocidad aumenta a medida que las masas de agua se acercan a Punta Mala durante casi todo el año, con excepción de noviembre y principios de diciembre, cuando la velocidad disminuye.

La temperatura promedio anual del agua es de 26.3°C, con una mínima de 18.9°C y una máxima de 32.5°C. La salinidad anual promedio es de 30.6 o/oo, con una mínima de 23.2 o/oo y una máxima de 34.8 o/oo (D'Croz et al., 1991).

La calidad del agua presenta marcados cambios estacionales en el Golfo de Panamá. A finales de la estación lluviosa se observa un descenso en la salinidad debido a la precipitación. Por otra parte, a finales de la estación seca se observa un drástico descenso en la temperatura debido al fenómeno del afloramiento (Glynn, 1982; Smayda, 1966).

La gran turbiedad que se observa en el Golfo de Panamá se debe al fenómeno del afloramiento, a una mayor concentración de sólidos orgánicos e inorgánicos en suspensión y a una gran descarga de agua dulce (Batelle, 1970). La Figura 10 resume el sistema hidrográfico del Golfo de Panamá. La evaporación en el Golfo asciende a 980 mm/año. El drenaje de agua dulce total es de 33×10^9 m³/año (Forsbergh, 1969). El Golfo puede dividirse en siete zonas que contribuyen de diferente forma al volumen total de agua drenada. La costa oriental de la Península de Azuero (Costa D), tiene un área de drenaje de 1,366 Km², contribuye con un 4.1% del total drenado en el Golfo, su precipitación anual promedio sobre la zona de drenaje es de 29.5×10^9 mm, los cuales son el 3.1% del total del Golfo.



El Golfo de Panamá presenta altísimas concentraciones de calcio, fósforo, nitrógeno, carbono y oxígeno (Batelle, 1970). Los ríos aportan el 3.3% del fosfato y el 1% del nitrato y del silicato que componen la producción primaria del Golfo (Muschett, 1974). El aporte más significativo se observó en aguas adyacentes a los esteros dominados por las comunidades de mangle. Las concentraciones de sales minerales disminuyen en noviembre con la profundidad, mientras que aumentan en marzo, durante el fenómeno del afloramiento (Smayda, 1966; Muschett, 1974).

Resumiendo, la productividad del Golfo de Panamá está asociada a las aguas costeras debido a que las mayores concentraciones de nutrientes se encuentran en las aguas costeras, y esto se debe a que la mayor parte de los nutrientes son producidos por las comunidades costero-marinas (manglares, arrecifes de coral, playas arenosas y fangosas y litorales rocosos) y el fenómeno del afloramiento (ver siguientes secciones del Capítulo 3 y Capítulo 4). Recordemos que el fitoplancton depende de nutrientes para florecer y este es la base de la cadena alimenticia del mar.

a) El Fenómeno del Afloramiento

Durante la estación seca, las aguas del mar del Golfo de Panamá se ponen sumamente frías. Se observa además una gran cantidad de alcarretos y aguamalas que molestan mucho a los bañistas. Las dolorosas picaduras de estos organismos se atribuyen a que alguien se orinó en el agua; sin embargo, estos son incapaces de nadar y por lo tanto, incapaces además de perseguir al "culpable" y/o a los "inocentes" a su alrededor.

Los alcarretos son en realidad los filamentos soltados por las aguamalas o medusas, animales invertebrados que forman parte del plancton (ver Sección 3.2.2), el cual constituye la base de la cadena alimenticia del mar.

El fitoplancton florece aún mejor en aguas frías, debido a que estas son capaces de almacenar y transportar mayor cantidad de oxígeno, sales y alimento (nutrientes). Por tal motivo, durante la estación seca se observa mayor productividad en las aguas del Golfo de Panamá y mayor cantidad de medusas y alcarretos (Díaz, 1993).

El descenso en la temperatura del agua ocurre al iniciarse los vientos alisios del noroeste durante la estación seca (Figura 11). A mediados de diciembre, los vientos nórdicos empujan el agua de la superficie hacia mar afuera, creándose una corriente superficial. Esta

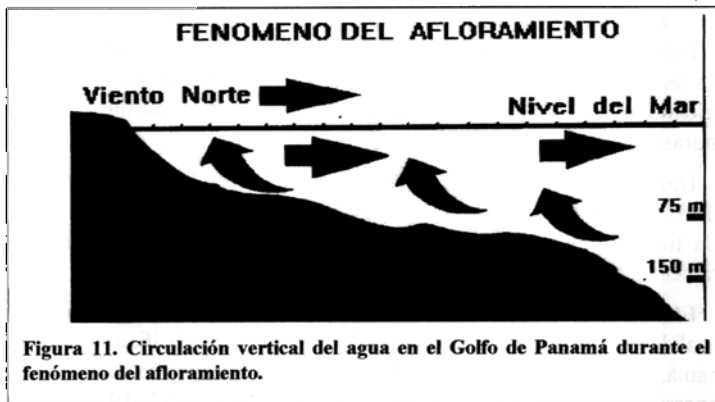
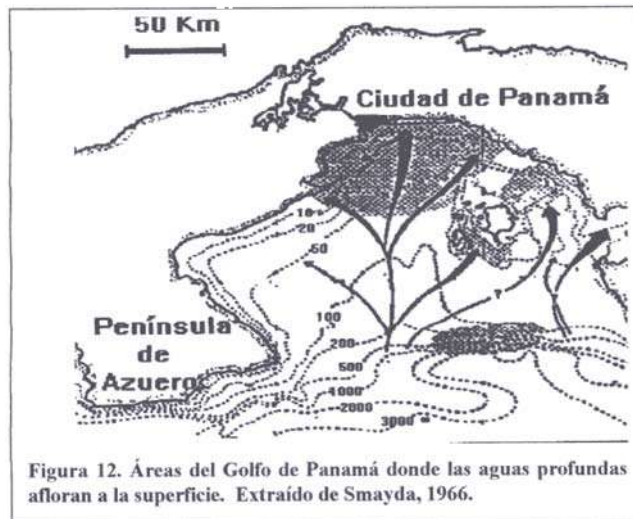


Figura 11. Circulación vertical del agua en el Golfo de Panamá durante el fenómeno del afloramiento.

agua es reemplazada por agua proveniente de profundidades que oscilan entre los 75 y los 150 metros de profundidad. Esta es un agua más fría, más salina y rica en nutrientes, lo que ocasiona una mayor producción primaria y un aumento circunstancial en la pesca de la zona. Incluso diversas especies de aves marinas migratorias, como los cormoranes (patos de mar) y pelicanos, se congregan y anidan en el Golfo de Panamá durante esta época (Díaz, 1993).



Las aguas se mueven a través de cañones submarinos, emergiendo en diversos puntos y a diversas intensidades a lo largo de la costa o el centro del Golfo. Los sitios de mayor intensidad son el Golfo de San Miguel en Darién, el Archipiélago de Las Perlas en el centro del Golfo y a lo largo de la costa desde el Oeste de Punta Chame hasta el río Bayano, al este de la ciudad de Panamá (Figura 12). A lo largo de la costa sureste de la Península de Azuero el Afloramiento ocurre en menor grado; sin embargo, las corrientes transportan estas productivas aguas a lo largo de la costa.

Este fenómeno no ocurre en el Golfo de Chiriquí debido a que las altas montañas detienen el viento norte, el cual sopla con menor intensidad en esta zona y no es capaz de producir una corriente superficial que inicie el fenómeno.

b) El Fenómeno de "El Niño"

El Pacífico es afectado severamente por el fenómeno del Niño. Este ocasiona un notable aumento en la temperatura del agua y la salinidad, acompañado de un descenso en las concentraciones de nutrientes en el Golfo de Panamá, lo que a su vez produce una merma en la productividad de las aguas costeras y la pesca.

Una comparación entre los estudios obtenidos por Bjerkens (1961; 1966) del fenómeno del Niño de 1957-58, con los estudios recopilados por Glynn (1990b) del Niño de 1982-83 reflejan un aumento en la fuerza con que ocurre el fenómeno. Los cambios ocasionados por el Niño en todos los parámetros ambientales fueron mayores durante El Niño de 1982-83 (Glynn, 1990b).

El aumento de la temperatura en la costa del Pacífico americano trajo como consecuencia la mortalidad masiva de coral a lo largo de las costas del Pacífico este, principalmente en Costa Rica, Panamá, Colombia y Galápagos. Diversos autores encontraron una estrecha asociación entre las altas temperaturas del agua y la mortalidad masiva (Glynn, 1983, 1984; Glynn y D'Croz, 1990; Glynn y

Weerdt, 1991; Guzmán y Robertson, 1988). Los disturbios al ambiente ocasionados por El Niño del 82 se extendieron hasta octubre del 83. Al final del año, los arrecifes del Pacífico oriental habían perdido entre el 70% y el 95% de cobertura viva hasta los 15 y 18 metros de profundidad. Además, se observó la extinción de algunas especies de coral. La recuperación de los arrecifes del Pacífico oriental podría tomar décadas debido a cuatro factores fundamentales: a) las especies formadoras de arrecifes producen pocas plánulas; b) las poblaciones de varias especies fueron reducidas o exterminadas de ciertas áreas; c) los organismos coralívoros siguen siendo abundantes y se espera que se concentren en el coral vivo y d) la bioerosión es alta, produciendo el desmoronamiento de grandes extensiones de arrecifes y debilitando su esqueleto (Glynn, 1984).

Los arrecifes de coral de Isla Iguana no escaparon al Niño. Unas 2 ha en el sector norte del arrecife totalmente muertas se cree fueron devastadas por el Niño del 82 (Guzmán, comunicación personal).

Además, las alteraciones ambientales asociadas al fenómeno del Niño produjeron alteraciones en las migraciones de aves, la productividad de los bosques tropicales y la pesca artesanal e industrial (Glynn, 1990b).

3.2. Comunidades Litorales

La zona litoral es caracterizada por exponerse parcial o totalmente al aire durante el ciclo normal de las mareas. Para efectos de este informe, se han identificado tres grandes subdivisiones. Estas dependen de la energía producida por la acción de las olas. Debido a la descarga de energía, se produce una segregación de materiales sedimentarios. En ambientes con altas descargas de energía, las partículas más pequeñas son suspendidas y arrastradas por el agua. En los ambientes de poca energía, las partículas se depositan, siendo absorbidas por el fondo. Los ambientes de alta energía son identificados como litorales rocosos y arrecifes de coral. Los ambientes de baja energía son identificados como plataformas lodosas. Las playas arenosas son consideradas ambientes intermedios. Los manglares y esteros son áreas de poca energía encontrados en la desembocadura de ríos y que son influenciados por las mareas.

c) Manglares

Manglar, término proveniente de la palabra portuguesa "mangue" que significa "árbol", es un término ecológico que incluye a los únicos árboles y arbustos capaces de crecer en agua salada y salobre (Díaz, 1992c). Sus hojas tienen las capacidades de almacenar agua y de expulsar la sal. Sus raíces emergen del fondo lodoso y de las aguas, permitiéndoles respirar (Dawes, 1981).

1) Distribución

Los manglares están distribuidos a lo largo de todos los océanos tropicales y subtropicales del mundo. Crecen en costas protegidas de la acción de las olas, principalmente en estuarios, islas, cadenas de islas y detrás de arrecifes de coral (Dawes, 1981; Nybbaken, 1982). En el Golfo de

Panamá y en la región de Pedasí se limitan a estuarios protegidos que presentan una gran afluencia de agua dulce.

2) **Importancia**

Los manglares conforman la vegetación más interesante de las costas tropicales de Centro América y, probablemente, constituyen las formaciones de mayor importancia desde el punto de vista ecológico y económico. Ellos son fuente de leña y carbón, papel, tintes para cuero y telas, alcohol, azúcar, aceite para cocinar, vinagre, cremas humectantes, pasta de dientes y muchos otros artículos de uso diario (Tabla 3) (UICN, 1983).

Tabla 3. Principales productos extraídos de los manglares. Extraído de UICN (1983).

COMBUSTIBLE	Leña (cocinar y calentar) Carbón Alcohol
CONSTRUCCION	Vigas, andamios Construcción pesada (por ejemplo, puentes) Durmientes para vías de ferrocarril Botes Vigas de muelles Pisos y paredes Bohíos y ranchos Postes para cercas Gomas Tubería
PESCA	Flotadores Trampas para peces Leña para ahumar el pescado Venenos para peces Taninos para la conservación de redes Carnadas artificiales y naturales
TEXTILES Y CUERO	Fibras sintéticas (por ejemplo, rayón) Tintes para ropa Tintes para la conservación del cuero
ALIMENTO, MEDICINAS Y BEBIDAS	Azúcar Alcohol Aceite para cocinar Vinagre Té Bebidas fermentadas Cremas para postres Condimentos variados Vegetales, tubérculos y frutas Substituto del tabaco Medicinas de las hojas, frutos y tronco

ARTICULOS PARA EL HOGAR	Muebles Goma Mangos de herramientas Juguetes Fósforos Incienso Cremas humectantes
AGRICULTURA	Forraje Abono
PAPEL	Papel de diversos tipos Cajas
PRODUCTOS NATURALES VARIOS	Pescado Crustáceos Moluscos Miel Cera Pájaros Mamíferos Reptiles y pieles Otros tipos de animales varios

Su importancia ecológica es aún mayor. Los bosques costeros también actúan como barrera protectora o rompe viento, protegiendo las tierras agrícolas vecinas, evitando o minimizando la acción erosiva de los vientos, de las mareas y de las olas (Díaz, 1992c; Dawes, 1981; Nybbaken, 1982). Esta protección se observa claramente a lo largo de las playas de Pedasí.

En la playa el arenal, en las zonas faltas de vegetación se observa un devastador proceso de erosión e incluso derrumbes. A tan solo 20 m al Norte del "Bajadero", las dunas se han derrumbado debido a las crecientes del río Pedasí, creándose una segunda desembocadura menor (Foto 1). Al Sur del Bajadero existen diversos puntos donde se observa con claridad que las dunas de arena, empujadas por el viento, avanzan sobre los pastizales y tierras agrícolas (Foto 2). Por otro lado, en las zonas cubiertas, ya sea por mangle o por bosques tropicales, no se observan estos fenómenos (Foto 3); la vegetación protege la tierra firme de los efectos del viento, la arena y el mar (Fotos 4 y 5), además del cauce de los ríos y evita la erosión de los suelos productivos (Foto 6).

Los manglares promueven la formación del nuevo suelo. Sus raíces se extienden en todas direcciones y son tan numerosas que forman una maraña impenetrable entre la superficie del lodo y la superficie del agua, disminuyendo el flujo del agua y ocasionando que las partículas más pequeñas se acumulen en torno a éstas, creando un sistema de capas cada vez más densas de sedimento (Nybakken, 1982) (Foto 7). Los nuevos suelos son de un grano muy fino, bajos en oxígeno, de elevada salinidad y de un alto contenido orgánico, por lo que no son aptos para la agricultura, pero juegan un papel crucial en la productividad costera.

Su mayor importancia recae en la productividad costera. Su tupido follaje, al caer al agua, es descompuesto por bacterias y hongos, creando un caldo de sustancias nutritivas denominado "detrimento" (Foto 9), el cual es esparcido por corrientes y mareas, sirviendo de alimento al

fitoplancton (las plantas del mar), iniciándose así la cadena alimenticia del mar (ver Capítulo 4. Pesquerías del Área de Pedasí). Por tal motivo, la producción de los manglares se estima en la cantidad de hojas producidas.

Estudios realizados en Colombia estiman la producción neta de hojas de un manglar en 1,500 g/m²/año (gramos por metro cuadrado por año), el doble de lo producido por los manglares de Florida. La producción en la costa de Pedasí debe ser muy similar a la de Colombia debido a que los manglares están compuestos por las mismas especies y están sujetos a factores climáticos muy similares (D'Croz et al., 1989).

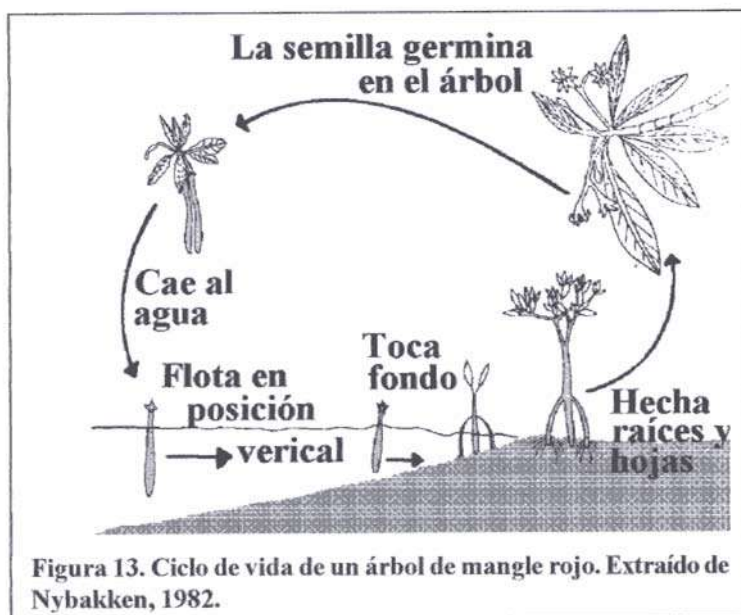
Una gran cantidad de especies de importancia comercial necesitan de los manglares en su etapa juvenil. Los camarones, las lizas, corvinas, lenguados, sardinas, anchovetas, algunas especies de pargos y meros, entre otras muchas especies de peces e invertebrados, utilizan los manglares durante alguna etapa de su ciclo de vida (Díaz, 1992c; D'Croz & Kwiecinsky, 1980; D'Croz, 1976). Para mayor información sobre las especies asociadas a los manglares ver el Capítulo 4, Pesquerías de la región de Pedasí.

A nivel terrestre, los manglares están habitados por animales y plantas de todo tipo. Los insectos y arañas dominan el hábitat arbóreo; mosquitos, moscas y hormigas son los insectos más comunes. En los manglares de Pedasí encontramos unas 100 especies de aves y varias de mamíferos, entre las que se destacan el mapache (*Procyon* spp.) y varias especies de murciélagos. Incluso diversas especies en peligro de extinción habitan los manglares de Pedasí. Los reptiles son más comunes en un manglar que los mamíferos, siendo la iguana negra (*Ctenosaura similis*), los borrigueros (*Basiliscus* spp.) y las lagartijas del género *Anolis* los más comunes. Los anfibios están ausentes en los manglares debido a que la permeabilidad de su piel no les permite habitar medios salinos.

3) Reproducción

Las semillas de los manglares se denominan propágulos. Su forma varía según la especie. Los más comunes son los alargados propágulos del mangle rojo (Foto 8), que se encuentran comúnmente a la deriva en las playas, flotando en posición vertical. Los propágulos de los mangles negro y blanco son más pequeños y de forma más ovalada, pero sus raíces crecen y se adhieren rápidamente una vez tocada tierra.

El ciclo de vida del mangle es sencillo (Figura 13). Los propágulos germinan cuando están aún adheridos al árbol. Una vez germinado, el propágulo



cae al agua o al fango. De caer al fango, se adhiere y crece formando un nuevo árbol. Si cae al agua, flota y es transportado por la corriente al mar. Se mantiene a la deriva hasta que toca tierra, clavándose en esta, echando raíces y produciendo una nueva planta (Foto 8).

La capacidad de mantenerse a la deriva por largos periodos de tiempo le permite al mangle colonizar nuevas áreas, creando con el tiempo nuevos manglares, si la semilla alcanza un ambiente favorable.

4) Especies de Mangle

En Panamá existen ocho especies dominantes de árboles de mangle (Tabla 4). Todas ellas pueden ser diferenciadas por la forma de sus hojas, frutos y su sistema de raíces. De estas, en Pedasi se han identificado cinco especies, siendo *Rhizophora mangle* (mangle rojo) (Foto 7) y *Avicennia germinans* (mangle negro) (Foto 11) las especies más comunes. Otras especies presentes en menor cantidad son *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), *Conocarpus erectus* (mangle botón) y *Pelliciera rhizophorae* (mangle piñón). Existen además otras dos especies, el mangle café (*Mora oleifera*) y el mangle corcho (*Montrichardia aborescens*) que están asociadas a los manglares. Algunos autores las consideran especies de mangle; sin embargo, éstas son encontradas frecuentemente en hábitat de agua dulce que no están influenciados por aguas marinas, por lo que no son consideradas manglares verdaderos por otros autores.

Tabla 4. Especies de mangle reportadas para la República de Panamá y para el área de Pedasi.

ESPECIE	NOMBRE COMUN	REPORTADO EN PEDASI	DISTRIBUCION
<i>Rhizophora mangle</i>	mangle rojo (Foto 7)	Sí	P, C
<i>R. harrisoni</i> (= <i>R. brevistilla</i>)	mangle caballero, mangle rojo		P, C
<i>R. racemosa</i> ¹	mangle rojo		?
<i>Avicennia germinans</i> (= <i>A. nitida</i>)	mangle negro (Foto 11)	Sí	P, C
<i>A. bicolor</i>	mangle salado		P, C
<i>Laguncularia racemosa</i>	mangle blanco	Sí	P, C
<i>Conocarpus erectus</i>	mangle botón, botoncillo	Sí	P, C
<i>Pelliciera rhizophorae</i> ²	mangle piñón, pie de santo	Sí	P

Leyenda:

1- Mencionado en trabajos anteriores, pero necesita confirmación.

2- Esta especie ha sido vista en el Caribe de Panamá (J. Tejada, comentarios personales)

Distribución: P= Pacífico; C= Caribe.

5) Zonación

A pesar de existir una gran contradicción sobre la zonación de cada especie en el manglar, existe una zonación teórica (Figura 14): el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) habita la zona más

Díaz, Marco L.



Figura 14. Zonación de un manglar mostrando las principales especies. Extraído de Dawes, 1983.

baja del manglar, que es inundada permanente o parcialmente por las mareas; el mangle negro (*Avicennia nitida*) habita la zona intermedia, que es inundada parcialmente por las mareas; los mangles blanco (*Laguncularia racemosa*) y piñón (*Pelliciera rhizophorae*) habitan la zona superior del manglar, que es inundada únicamente durante las mareas altas extremas.

6) Los bosques de mangle del área de Pedasí

Para 1988, en Panamá existían unas 170,000 hectáreas de manglares, siendo Panamá el país centroamericano con la mayor superficie de mangle. El 97% de éstos bosques se encuentran en el litoral del Pacífico (Tabla 5). En la Península de Azuero la cobertura de mangle se estimó en 6,213 ha (Anguizola et al., 1988).

Tabla 5. Áreas de mangle de la República de Panamá. Extraído de Anguizola et al. (1988).

AREA GEOGRAFICA	MANGLAR ACTUAL (Km2)	MANGLAR ANTIGUO (Km2)	ALBINA (Km2)
Golfo de Chiriqui	446.88	17.48	--
Isla de Coiba	11.89	--	--
Golfo de Montijo	234.39	12.82	--
Península de Azuero	62.13	0.34	4.77
Golfo de Parita	115.53	4.01	166.18
Bahía de Chame	48.62	3.48	9.56
Bahía de Panamá	261.92	5.77	--
Archipiélago de Las Perlas	1.61	--	--
Golfo de San Miguel	464.89	--	7.12
TOTAL EN EL PACIFICO	1,647.86	43.90	187.63
Litoral de Bocas del Toro	28.85	--	--
Costa Arriba de Colón	13.41	--	--
Golfo de San Blas	7.70	--	--
De Masargandí a Punta Escocés	9.05	--	--
TOTAL EN EL CARIBE	59.01	--	--
TOTAL EN EL PAIS	1,706.87	43.90	187.63

Díaz y Muñoz (en revisión) realizaron un análisis de las fotografías aéreas de 1988 del área de Pedasí, el cual cubre unos 17 Km lineales de costa, desde los manglares del sistema de los ríos Purio-Mariabé, hasta Punta Mala.

Los resultados indican que en el área de Pedasí existen unas 846.4 ha de manglares, las cuales representan el 13.6% de los manglares de la Península. Se distinguen siete esteros o áreas de manglar (Tabla 6; Figura 15):

Tabla 6. Áreas de Mangle de la región de Pedasí. Extraído de Díaz y Muñoz, en revisión.

ESTERO	SUPERFICIE PROTEGIDA ¹ (ha)	SUPERFICIE NO PROTEGIDA (ha)	PORCENTAJE DEL TOTAL DEL AREA
Purio (norte)	---	177.6	20.9%
Purio Sur y Mariabé	400.0	---	47.3%
Quebrada El Rincón	6.4	---	0.8%
Quebrada Cocuyo y Río Pedasí	126.4	---	14.9%
Quebrada El Toro	4.8	---	0.6%
La Garita	9.6	---	1.1%
Playa Lagarto	51.2	---	6.1%
Río Caldera	70.4	---	8.3%
TOTAL	668.8	177.6	100.0%

Leyenda:

1- Manglares que se encuentran dentro de los límites del Refugio de Vida Silvestre Pablo Barrios

El sistema de ríos Purio-Mariabé, con 577.6 ha, conforma el 68.2% de los bosques de mangle de la región. Este es el manglar más grande del área y está conformado por árboles mayores a los 10 m de altura. Sin embargo, también encontramos áreas con árboles menores a los 7 y 4 m de altura. De estas 577.6 ha, 177.6 ha (20.9% del total de manglares del área) se encuentran en la vertiente Norte del río Purio, fuera del Distrito de Pedasí y fuera del Refugio de Vida Silvestre Pablo Barrios, mientras que 400 ha (47.3% del total) se encuentran dentro del Distrito de Pedasí y dentro del Refugio.

- La quebrada El Rincón, con 6.4 ha, representa el 0.8% de los manglares del área. Este pequeño manglar, que desemboca en la playa el Arenal, al noreste de Mariabé, está compuesto por árboles de menos de cuatro metros de altura. El río Pedasí, en conjunto con la quebrada Cocuyo, albergan 126.4 ha, el 14.9% de los bosques de mangle del área. Ambos están compuestos por árboles menores a los 4 m de altura. El vertedero de basura del Distrito de Pedasí fue ubicado a orillas del río Pedasí, en medio del manglar, a unos 1.2 Km de su desembocadura, en 1990, y fue reubicado al lugar original en 1995. Los antecedentes del vertedero de Pedasí se presentan en detalle en el Capítulo 5.
- La quebrada El Toro, con 4.8 ha solamente (0.6% del total de los manglares del área), está compuesta por árboles menores a los cuatro metros de altura. Este es el manglar más pequeño del área y desemboca en la Playa el Toro (Foto 10).
- La quebrada La Garita, con 9.6 ha (1.1% de los manglares del área), alberga árboles inferiores a los cuatro metros de altura.
- Playa Lagarto presenta dos manglares, uno en cada extremo. El primero, con 44.8 ha y el segundo con 6.4 ha, para un total de 51.2 ha (6.1% de los manglares del área). Ambos están compuestos por árboles inferiores a los cuatro metros de altura.
- Río Caldera, con 70.4 representa el 8.3% de los manglares de área, alberga árboles inferiores a los cuatro metros de altura.

De las 846.4 ha del área de Pedasí, el 79.0% son áreas localizadas dentro de los límites del Refugio de Vida Silvestre Pablo Barrios, o sea, área protegida a nivel alcaldicio.

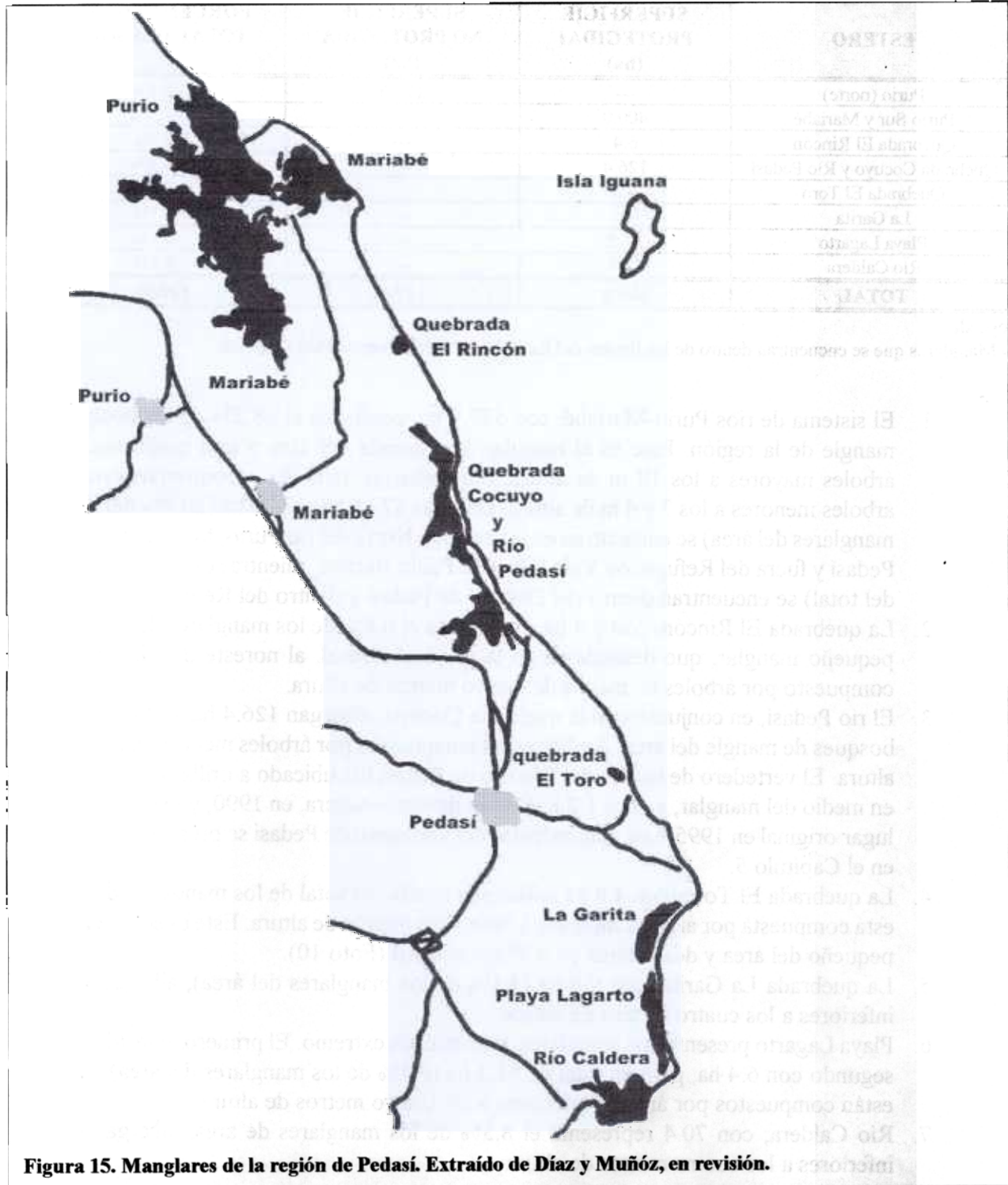


Figura 15. Manglares de la región de Pedasí. Extraído de Díaz y Muñoz, en revisión.

Considerando que cada hectárea de bosque de mangle en el Pacífico tropical americano produce un estimado de $1,500 \text{ g/m}^2/\text{año}$ (como mencionamos anteriormente), se puede teorizar que los manglares de la región de Pedasí están produciendo un aproximado de 1,270,000 Kg de follaje al año, o sea, unas 1,400 toneladas métricas de follaje al año, las cuales contribuyen a sustentar las pesquerías de la zona (ver Capítulo 4).

d) Arrecifes de Coral

El coral es un animal invertebrado colonial sumamente sencillo (Figura 16); consiste en un saco muscular con un estómago, cuya boca está rodeada de seis u ocho tentáculos. A medida que los pólipos crecen, secretan un esqueleto externo hecho de carbonato de calcio. Al morir la colonia, ésta deja la base para que se adhieran nuevas larvas de coral, que formarán nuevas colonias. De esta manera el arrecife crece vertical y horizontalmente.

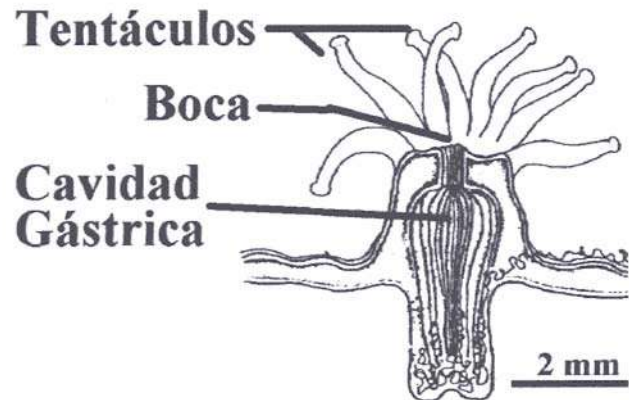


Figura 16. Perfil de un pólipo de coral. Extraído de Glynn y Wellington, 1983.

1) Distribución

Los arrecifes de coral están distribuidos a lo largo de todos los océanos tropicales y subtropicales del mundo. Crecen en áreas de mucha energía, expuestas a la acción de las olas y corrientes, o en ambientes protegidos, tanto en islas como en los márgenes continentales.

En el Pacífico Oriental, y por ende, en el Golfo de Panamá, se limitan a ambientes protegidos en islas volcánicas, quedando expuestos únicamente durante las mareas extremadamente bajas.

En la región de Pedasí, el único arrecife de coral reportado está en Isla Iguana (Figura 17). Existen formaciones coralinas en diversos puntos de la costa, pero estas se limitan a colonias aisladas de coral o no existen en cantidad suficiente para ser considerados arrecifes.

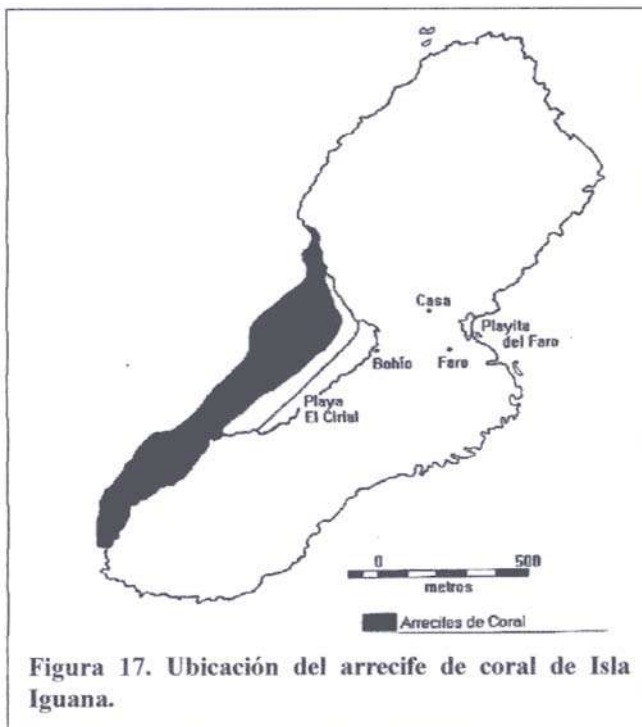


Figura 17. Ubicación del arrecife de coral de Isla Iguana.

2) Importancia

Los arrecifes de coral son las comunidades costeras tropicales más complejas que existen. Estos presentan la mayor biodiversidad de todas las comunidades acuáticas existentes. Además, presentan un alto índice de productividad. La productividad de una comunidad o un ecosistema puede ser estimada de diversas maneras, la de los arrecifes de coral se expresa en cantidad de carbono producido. Esta ha sido estimada por diversos estudios entre 1,500 y 3,500 g C/m²/año (Nybakken, 1982).

Además, sirven de refugio y de centro de cría y alimentación a innumerables animales y vegetales marinos (Foto 12). Inclusive especies de importancia comercial como la langosta y diversas especies de pargo habitan los arrecifes de coral durante alguna época de su vida o toda su vida: estas son las dos principales especies de exportación a nivel artesanal. Por otro lado, existen numerosas especies de importancia comercial que visitan el arrecife para alimentarse; mientras que muchas otras que jamás frecuentan el coral, se alimentan de especies que sí lo hacen, por lo que dependen de este de manera indirecta. El Apéndice B lista las especies de peces reportadas para la región de Pedasí (Díaz, 1992b).

Los arrecifes de coral protegen la tierra firme y las islas de la erosión producida por las olas y las corrientes marinas (Foto 13). El arrecife crece vertical y horizontalmente, formando una barrera de carbonato de calcio que absorbe la energía de las olas y las corrientes, creando con el tiempo una laguna de aguas tranquilas a orillas de una playa de arenas blancas (Díaz, 1992b).

De los corales también se extraen medicinas y otros productos químicos de uso diario; por ejemplo, del coral *Tubastrea coccinea*, se extrae una sustancia que está siendo utilizada para combatir ciertos tipos de cáncer (Díaz, 1992b).

3) Ecología General de Arrecifes

Los elementos ambientales que limitan el crecimiento del coral son 1) la penetración de la luz, 2) la temperatura del agua, 3) la amplitud de las mareas, 4) la salinidad, 5) la turbiedad y 6) la sedimentación (Glynn, 1972; Porter, 1972; Von Prahl & Erhardt, 1985). Los elementos biológicos que influyen en la ecología de los arrecifes de coral difieren entre océanos, ejerciendo un mayor efecto en las partes profundas del arrecife.

A pesar de existir un gran debate al respecto, las cuatro fuerzas bióticas que afectan la estructura de la comunidad coralina en las zonas más profundas de los arrecifes del Pacífico Oriental son 1) la competencia por espacio, 2) la destrucción por organismos coralívoros, 3) la bioturbación y 4) las interacciones mutualistas entre dos o más especies, que incluyen la defensa de especies de coral por los organismos que habitan entre sus ramas o esqueleto (simbiontes) (Glynn, 1976).

El primer requisito para el crecimiento del coral es la penetración de la luz. Las células del coral están habitadas por millones de algas microscópicas llamadas *Zooxanthellae*, las cuales, a través de la fotosíntesis, fijan compuestos orgánicos producidos por el coral (por ejemplo, dióxido de carbono). Los productos finales (por ejemplo, oxígeno) sirven para la respiración del coral, observándose una asociación simbiótica, en la cual, cada organismo (coral y *Zooxanthela*) depende del otro (Figura 18). Si uno muere, el otro no podrá sobrevivir solo. El *Zooxanthellae* también contribuye

significativamente en la calcificación y crecimiento del coral (Nybakken, 1982; Glynn & Wellington, 1983).

Los corales son sumamente sensibles a la sedimentación. Las especies que mejor se adaptan a la sedimentación son las que tienen, ya sea brazos pequeños o tentáculos más grandes (González & Polo, 1982).

Debido al fenómeno del afloramiento, el crecimiento del coral en el Golfo de Panamá está limitado a los sectores Norte y Este de algunas islas del Archipiélago de Las Perlas y al sector oeste de Isla Iguana. Las temperaturas menores a los 20°C disminuyen y eventualmente detienen

el crecimiento y la capacidad de alimentación del coral (Glynn & Stewart, 1973; Glynn et al., 1972). Para mayor información sobre los patrones de afloramiento en el Golfo de Panamá y descripción de este fenómeno, ver la Sección 3.1.1.

La ecología de los arrecifes del Pacífico Oriental también es regulada por el fenómeno de El Niño. Glynn & D'Croz (1990) han demostrado que temperaturas de 30-32°C (temperatura del agua del Pacífico durante El Niño de 1982) por un período de 10 semanas inducen al coral *Pocillopora* a expulsar al *Zooxanthella*, produciendo anomalías histopatológicas y muertes masivas de coral. Los individuos del Golfo de Panamá son más sensibles a las temperaturas altas por su adaptación al descenso de temperatura durante el afloramiento. El Niño de 1982 destruyó unas dos (2) hectáreas del arrecife de Isla Iguana.

4) Las Especies de Coral de Isla Iguana

Los corales se dividen en dos grupos: 1) los hermatípicos o formadores de arrecifes y 2) los ahermatípicos o no formadores de arrecifes. Los primeros son especies que producen gran cantidad de carbonato de calcio, formando un arrecife y contribuyendo en gran medida con el crecimiento del mismo. Los segundos producen carbonato de calcio en pequeñas cantidades, viven en los arrecifes pero su contribución en la formación y crecimiento del arrecife es mínima.

En el Pacífico Oriental existen 20 especies de corales hermatípicos (Guzmán, 1993). De éstas, 12 especies hermatípicas y una ahermatípica están presentes en Isla Iguana, agrupadas en 6 géneros y 5 familias (Guzmán et al., 1991) (Tabla 7).

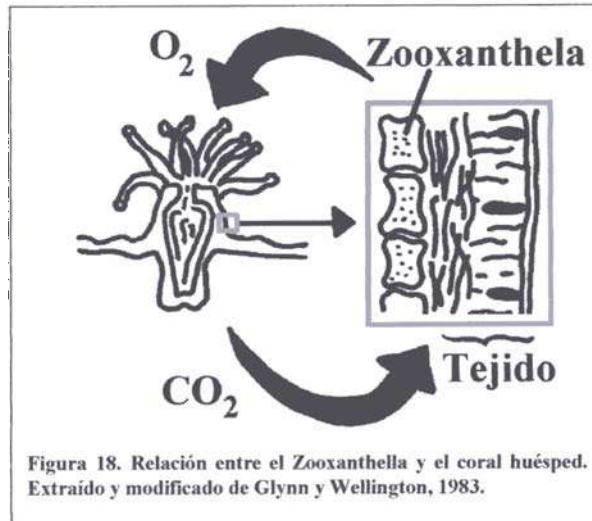


Tabla 7. Listado de las especies de coral reportadas para el arrecife de isla Iguana en 1994.

Phylum COELENTERATA

Clase ANTHOZOA (Ehrenberg, 1834)

Orden SCLERACTINIA (Bourne, 1900)

Suborden ASTROCOENIIDAE (Koby, 1890)

Familia THAMNASTERIIDAE (Vaughan & Wells, 1943)

1. *Psammocora (Stephanaria) stellata* (Verrill, 1866)

2. *Psammocora (Stephanaria) superficialis*

Familia POCILLOPORIDAE (Gray, 1848)

3. *Pocillopora damicornis* (Linnaeus, 1758)

4. *Pocillopora elegans* (Dana, 1846)

5. *Pocillopora eydouxi* (Milne, Edwards & Haime, 1860)

Suborden FUNGIINA (Verrill, 1865)

Superfamilia AGARIICAE (Gray, 1847)

Familia AGARICIIDAE (Gray, 1847)

6. *Pavona (Pavona) clavus* (Dana, 1846)

7. *Pavona (Pavona) gigantea* (Verrill, 1869)

8. *Pavona (Pavona) varians* (Verrill, 1864)

9. *Gardinoseris planulata* (Dana, 1846)

Superfamilia PORITICAE (Gray, 1842)

Familia PORITIDAE (Gray, 1816)

10. *Porites lobata* (Dana, 1846)

11. *Porites panamensis* (Verrill, 1866)

12. *Porites* sp.

Suborden DENDROPHYLLINA (Vaughan & Wells, 1943)

Familia DENDROPHYLLIDAE (Gray, 1847)

13. *Tubastrea coccinea*

5) El Arrecife de Isla Iguana

El arrecife de coral de Isla Iguana es un "arrecife marginal" sumergido (adyacente a la costa) que se expone solamente durante las mareas bajas extremas. Posee un área de 15 ha (Figura 17), siendo el arrecife de coral más grande reportado en el Golfo de Panamá, con un espesor promedio de 4.8 m y un máximo de 6.1 m y una edad promedio de 3,800 años (Guzmán et al., 1991). Su índice de acumulación calcárea (cantidad de carbonato de calcio producido como esqueleto) cae dentro del promedio de los arrecifes del Pacífico Oriental (1.3 a 7.5 m/1000 años) (Glynn, 1972, 1982; Porter, 1972). Su talud se extiende a un máximo de 15 m de profundidad con marea baja. La Tabla 8 resume las características del arrecife de coral de Isla Iguana.

Tabla 8. Características del arrecife de coral de Isla Iguana.

SUJETO	CARACTERÍSTICA
Tipo de arrecife	Marginal Sumergido
Área	15 ha
Espesor promedio	4.8 metros
Espesor máximo	6.1 metros
Índice de Acumulación Calcárea	1.3 a 7.5 m/1000 años
Profundidad	15 metros
Especies de Coral Hermatípicos	12
Especies de Coral Ahermatípicos	1
Edad Aproximada	4,800 años
Especie de Coral Dominante	<i>Pocillopora damicornis</i>

Los arrecifes de Isla Iguana presentan la estructura básica de los arrecifes del Pacífico Oriental. Al igual que en casi todos los arrecifes del Pacífico Oriental, la especie dominante es el coral ramificado *Pocillopora damicornis* (Foto 14), que representa el 94.6% de la cobertura total del arrecife. Otros dos pocilopóridos, *P. elegans* y *P. eydouxi*, se encuentran en menor cantidad. Este último es una especie endémica del Pacífico Oriental, siendo además considerado "en peligro de extinción" en diversos arrecifes; en Isla Iguana existen únicamente 18 colonias.

Entre los géneros de corales masivos de gran importancia se destacan *Porites*, *Pavona* y *Gardinoseris*, los cuales son más comunes a lo largo del talud y la base arrecifal, donde forman pequeños parches en medio de los pocilopóridos, o conforman inmensas colonias; algunas de ellas sobrepasan los 3 metros de altura, los 4 metros de diámetro y los 500 años de edad (Guzmán et al., 1991) (Fotos 15 y 16). Estas son las colonias de coral masivo vivas más antiguas y más grandes reportadas dentro del Golfo de Panamá. En la laguna, cerca de la playa, es común encontrar a los *Porites lobata*, que crecen hacia los lados debido a la exposición al aire de su parte superior, que permanece muerta, denominados por los pobladores corales pizza debido a su similitud con este platillo italiano (Foto 17).

Las dos especies de *Psammocora* son muy resistentes a la exposición al aire, por lo que dominan la sección de la laguna más alejada de la costa. Por su parte, *Tubastrea coccinea* no es una especie formadora de arrecifes y es desplazada por otras especies de crecimiento mucho más rápido, por lo que se le encuentra en cavernas y grietas, alejada de la luz; es una especie pequeña, no sobrepasa los 10 cm de diámetro.

Los arrecifes de coral están habitados por algas calcáreas o coralinas; o sea, que generan gran cantidad de carbonato de calcio. Estas contribuyen en gran medida a soldar y estabilizar los fragmentos de coral recién desprendidos y que ruedan sobre el arrecife, empujado por olas y corrientes. Estas algas forman una cubierta semejante al cemento sobre la cresta arrecifal, reforzando y estabilizando el hábitat. Sus nódulos son abundantes además en la base arrecifal y en los márgenes de la laguna, donde la plataforma de coral se encuentra con la playa. Entre las especies más comunes tenemos las algas *Lithothamnium*, *Lithophyllum*, *Mesophyllum* y *Porolithon*.

Glynn (1976) identificó cuatro zonas a lo largo de los arrecifes de las islas Secas y Uva (Golfo de Chiriquí): 1) la plataforma arrecifal, 2) la cresta arrecifal, 3) el talud superior y 4) el talud inferior con la base arrecifal (Figura 19). Todas ellas son dominadas por el coral *Pocillopora damicornis*. Esta se considera como la zonación general para todos los arrecifes de coral del Pacífico Oriental, incluyendo el Golfo de Panamá e Isla Iguana.

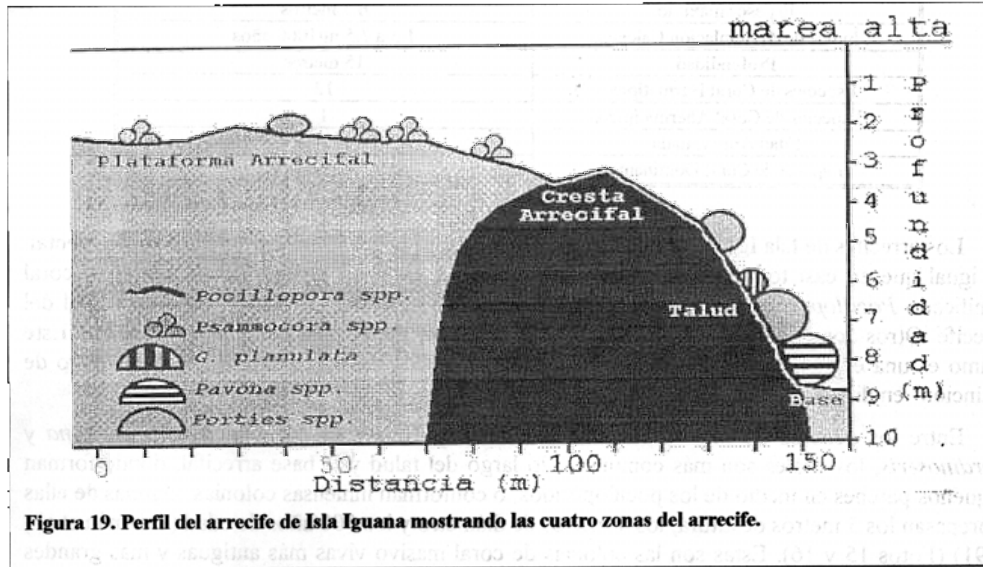


Figura 19. Perfil del arrecife de Isla Iguana mostrando las cuatro zonas del arrecife.

La Tabla 9 resume las características físicas y biológicas de las cuatro zonas que conforman el arrecife de Isla Iguana.

Tabla 9. Características físicas y biológicas de las cuatro zonas que conforman el arrecife de Isla Iguana.

CARACTERÍSTICAS	ZONA			
	PLATAFORMA CORALINA	CRESTA ARRECIFAL	TALUD SUPERIOR	TALUD INFERIOR Y BASE ARRECIFAL
Cobertura de coral	moderada muy variable espacial y temporalmente, debido a la exposición al aire durante las mareas bajas.	alta debido a la acción de las olas durante la exposición al aire.	alta	moderada a baja

CARACTERÍSTICAS	ZONA			
	PLATAFORMA CORALINA	CRESTA ARRECIFAL	TALUD SUPERIOR	TALUD INFERIOR Y BASE ARRECIFAL
Diversidad de Especies	baja	baja	baja	altísima debido a que los rangos de profundidad de los corales son reducidos, produciendo una sobreposición de especies.
Géneros Comunes	<i>Pocillopora</i> spp., <i>Porites panamensis</i> , <i>Psammocora</i> spp.	<i>Pocillopora</i> spp., <i>Psammocora</i> spp.	<i>Pocillopora</i> spp.	<i>Pocillopora</i> spp., <i>Porites</i> spp., <i>Pavona</i> spp., <i>Gardinoseris</i> sp., <i>Millepora</i> spp.
Algas Coralinas	comunes	raras	raras	raras
Algas Filamentosas	comunes	raras	raras	raras
Exposición al aire durante las mareas bajas	> 2 horas	baja debido a la acción de las olas	no	no
Densidad de los simbiontes de <i>Pocillopora</i>	mayor cambios estacionales debido a mortalidades masivas de <i>Pocillopora</i>	alta	moderada a alta	moderada a alta
La estructura de la comunidad es afectada por:	Ambiente Físico 1) exposición aperiódica al aire 2) contacto con agua de lluvia y agua dulce	Ambiente Físico 1) turbulencia y fuerte acción de las olas durante la exposición al aire	Ambiente Físico 1) turbulencia	Procesos Bióticos 1) competencia por el espacio 2) destrucción por coralívoros 3) bioturbación 4) interacciones mutualistas y simbióticas

La plataforma arrecifal es una plataforma que se expone al aire durante las mareas bajas extremas, lo cual produce perturbaciones severas en las poblaciones de coral (Foto 13). Las especies de coral más comunes son *Pocillopora damicornis*, *Psammocora stellata*, *Psammocora superficialis* y *Porites lobata* (coral pizza). Las tres últimas especies han comprobado ser altamente resistentes a la desecación, mientras que las especies de pocilopóridos muestran un alta mortalidad al ser expuestas al aire (Glynn, 1976).

La cresta arrecifal se encuentra unos centímetros más alta que la plataforma arrecifal, siendo ésta la zona menos profunda del arrecife. Este declive crea una laguna conformada por la plataforma arrecifal, cuyos límites se extienden entre el declive de la playa y la propia cresta. Esta zona también está expuesta durante las mareas bajas extremas. La única especie presente en esta zona es *Pocillopora damicornis*. El rompimiento de olas y el rocío constante le permiten a *Pocillopora damicornis* sobrevivir en este hábitat (Glynn, 1976).

El talud superior del arrecife se encuentra habitado únicamente por corales pocilopóridos de rápido crecimiento. Las colonias crecen formando una superficie viva continua, lo cual favorece la sobrevivencia de los corales pocilopóridos. Los corales ahermatípicos (*Tubastrea* spp.) crecen en grietas a lo largo de esta zona. En el Golfo de Chiriquí, la estrella de mar coralívora corona de espinas (*Acanthaster planci*) y varios peces coralívoros evaden esta área, lo que favorece el máximo crecimiento vertical del coral. Esta pared viva de coral es responsable del crecimiento horizontal del arrecife hacia el mar (Glynn, 1976).

El predominio de los corales pocilopóridos en las tres zonas llanas de los arrecifes se debe a su rápido crecimiento, su capacidad de sobreponerse a otras especies y su gran potencial reproductivo (Glynn, 1976).

El talud inferior del arrecife y la base arrecifal sostienen la mayor diversidad de coral en el arrecife. Grandes cabezas de *Pavona* spp. y *Porites* spp. se alternan con corales pocilopóridos y *Gardinoseris planulata*; en el Golfo de Chiriquí también es común encontrar hidrocorales (*Millepora* spp. en esta zona (Glynn 1976), los cuales están ausentes en el Golfo de Panamá y por ende, en isla Iguana. El coral ahermatípico *Tubastrea* spp. crece en las grietas y en las cuevas a lo largo de esta zona. Es frecuente encontrar fondos arenosos o areno-lodosos frente a la base arrecifal, con pedazos de corales pocilopóridos y cabezas solitarias de *Pavona* spp. y *Porites* spp.

El aumento de la diversidad en esta zona se debe a elementos físicos y biológicos específicos. De acuerdo a Glynn (1976), las cuatro fuerzas bióticas que afectan la estructura de la comunidad de coral en las zonas más profundas de los arrecifes del Pacífico Oriental son 1) competencia por espacio, 2) destrucción por coralívoros, 3) bioturbación e 4) interacciones mutualistas que incluyen la defensa de especies de coral particulares por sus simbioses.

La competencia por espacio es alta en las partes inferiores de los arrecifes del Pacífico. Primero, la restricción de los arrecifes de coral a aguas poco profundas induce al traslape en la distribución de las especies; segundo, la caída de escombros de coral de las zonas superiores causa una mortalidad selectiva de los corales pequeños levemente sujetos; y tercero, la tasa de crecimiento de *Pocillopora damicornis* se reduce con la profundidad (Glynn, 1976).

En el Pacífico Oriental se han identificado 19 especies de organismos coralívoros (11 invertebrados y 8 peces) (Tabla 10).

Tabla 10. Especies de invertebrados y vertebrados coralívoros reportados para el Pacífico Oriental (Americano).
 Extraído de Glynn, 1982.

ESPECIE	NOMBRE COMUN	ZONA			
		PLATAFORMA	CRESTA	TALUD SUP.	TALUD INF.
PECES: SCARIDAE		PECES LORO			
<i>Scarus ghobban</i>	Pez loro	PC	C	A	C
<i>Scarus perrico</i>	Pez loro frentón	PC	C	A	C
<i>Scarus rubroviolaceus</i>	Pez loro pintado	PC	C	A	C
PECES: TETRAODONTIDAE		TAMBORILES			

ESPECIE	NOMBRE COMUN	ZONA			
		PLATAFORMA	CRESTA	TALUD SUP.	TALUD INF.
<i>Arothron hispidus</i>	Tamboril verde	C	C	A	C
<i>Arothron meleagris</i>	Pez guineo/ tamboril tigre	C	C	A	C
<i>Canthigaster amboinensis</i>		A	C	A	C
PECES: BALISTIDAE		PECES GATILLO			
<i>Balistes polylepis</i>	Pez puerco / gatillo	C	C	C	PC
<i>Sufflamen verres</i>	Pez puerco / gatillo	C	C	C	PC
ECHINODERMATA		ESTRELLAS DE MAR Y FRIZOS			
<i>Acanthaster planci</i>	Estrella Corona de Espinas	R	R	C	C
<i>Eucidaris thuarsii</i>					
<i>Nidorellia armata</i>					
<i>Pharia pyramidata</i>					
CRUSTACEA:		CAMARONES Y CANGREJOS			
DECAPODA					
<i>Aniculus elegans</i>		A	A	A	A
<i>Trizopagurus magnificus</i>		A	A	A	A
MOLLUSCA:		CARACOLES			
GASTROPODA					
<i>Aeolid (nudibranchio)</i>		ND	ND	ND	ND
<i>Jenneri pustulata</i>		ND	ND	ND	ND
<i>Latiaxis hindsii</i>		ND	ND	ND	ND
<i>Muricopsis zeteki</i>		ND	ND	ND	ND
<i>Quoyula madreororum</i>		ND	ND	ND	ND

Leyenda:

Zonación: A= Abundante; C= Común; ND= No hay Datos; PC= Poco Común; R= Rara.

Especies: *= Especies cuya presencia ha sido confirmada en Isla Iguana.

La bioerosión es intensa en los arrecifes de coral del Pacífico Oriental, a pesar que la depredación de invertebrados coralívoros móviles es alta, debido a que los coralívoros son más especializados y voraces que las especies del Caribe (Glynn, 1982). No existen poliquetos que se alimenten de los corales del Pacífico Oriental. Los gasterópodos *Jenneria pustulata*, *Muricopsis zeteki*, *Latiaxis hindsii*, *Quoyula madreororum* y el nudibranchio *Aeolidea* sp. se alimentan de *Porites lobata*, *Pavona clavus* y pocilopóridos. Los cangrejos *Trizopagurus magnificus* y *Aniculus elegans* se alimentan de pocilopóridos. La estrella de mar Corona de Espinas *Acanthaster planci* se alimenta de varias especies de coral. Las estrellas de mar, como *Pharia pyramidata*, *Nidorella armata* y el erizo *Eucidaris thuarsii* se alimentan de pocilopóridos y *Pavona clavus*. Sin embargo, en el arrecife de Isla Iguana no se han encontrado ni el molusco *Jenneria pustulata* ni la estrella *Acanthaster planci*.

Los peces coralívoros se alimentan de ambos, corales hermatípicos e hidrozoos. Los peces loro (*Scarus ghobban* y *S. perrico*) (Figura 36) se alimentan del *Porites panamensis*, *Pavona* spp. y pocilopóridos. Los tamboriles (*Diodon holocanthus*, *D. hystrix*, *Arothron hispidus*, *A. meleagris* - Figura 36ab- y *Canthigaster amboinensis*) se alimentan de las ramificaciones terminales de los pocilopóridos, *Psammocora stellata*, *Pavona* sp. y *Porites californicus*. Los peces gatillo (*Balistes polylepis*, *Melichthys niger*, *Pseudobalistes naufragium* y *Sufflamen verres*) (Figura 38) fragmentan diferentes especies de corales en busca de algas y esponjas. Finalmente, los peces damisela (*Siegastes*

flavilatus, *S. acapulcoensis*, y *Microspathodon dorsalis*) (Figura 39) cultivan algas sobre las cabezas masivas de *Porites* spp. y *Pavona* spp., sofocándolas. Varias especies de asteroides y peces se alimentan de esponjas (Glynn, 1982).

Existen siete especies de erizos marinos asociados a los arrecifes del Pacífico Oriental que se alimentan de algas. Los más abundantes son *Diadema mexicanum* (Figura 40), *Tripneustes depressus* y *Astropyga pulvinata*. *Toxopneustes roseus* produce heridas graves y síntomas de intoxicación en los humanos. *Toxopneustes* no existe en el Mar Caribe. *Lytechinus panamensis* es una especie muy rara de encontrar. Otras dos especies de erizos (*Arbacia stellata* y *Echinometra vanbrunti*) asociados con los litorales rocosos pueden encontrarse en los arrecifes de coral (Lessios, 1983).

En estos arrecifes se inició en Panamá el Programa de Repoblación de Coral del Pacífico Oriental. Proyecto ideado y dirigido por el biólogo marino Héctor Guzmán. El proyecto fue patrocinado por World Wildlife Found (WWF) y el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (STRI). Héctor Guzmán se hizo acreedor del Premio Rolex Internacional de 1993 con éste proyecto, el cual consiste en rehabilitar extensiones de arrecifes destruidos por causas diversas. El proyecto incluyó arrecifes de las costas de Costa Rica, Panamá y Colombia. En Isla Iguana se repobló una hectárea de coral, en las áreas más devastadas del arrecife, donde el porcentaje de cobertura viva era prácticamente cero.

e) Playas Arenosas

Las playas arenosas son ambientes de mucha energía. Su estructura está regida por los elementos básicos de arena y agua. La arena se origina de dos formas. La primera es mediante la erosión de la tierra que es transportada por los ríos, acumulándose en la costa, siendo molida por las olas y las corrientes; las playas El Arenal y El Toro están compuestas por cuarzo, lodo y otros elementos provenientes del continente (Foto 18).

El segundo origen de la arena es por fuentes bióticas del mar. Por ejemplo, las playas de Isla Iguana son de origen coralino; o sea, el esqueleto del coral, que está compuesto de carbonato de calcio (ver Sección 3.2.2), es erosionado o lijado por las olas y las corrientes, desmenuzándolo en las pequeñas partículas que conforman la arena (Foto 19).

Las playas arenosas están expuestas a dos tipos de olas: 1) las olas de marea y 2) las olas de gravedad. Las olas de marea hacen que una zona de la playa quede

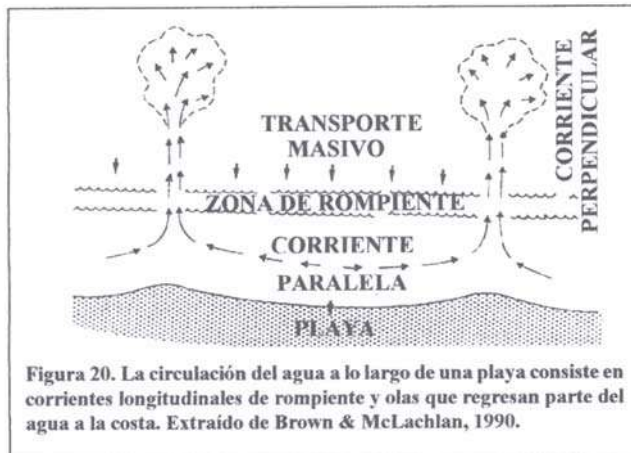


Figura 20. La circulación del agua a lo largo de una playa consiste en corrientes longitudinales de rompiente y olas que regresan parte del agua a la costa. Extraído de Brown & McLachlan, 1990.

expuesta al aire durante varias horas al día, esta zona se conoce como zona litoral (intermareal). Las olas de gravedad de la superficie inducen corrientes secundarias paralelas y perpendiculares a la costa, agujeros y rompientes que transportan la arena a lo largo de la playa (Figura 20) (Brown & McLachlan, 1990).

Los factores físicos que influyen en las playas arenosas son 1) la exposición a las olas, 2) el contenido orgánico de la arena, 3) las características de los sedimentos, 4) la temperatura, 5) la salinidad y 6) la exposición al aire durante las mareas bajas (Dexter, 1979; Brown & McLachlan, 1990). Los factores biológicos que influyen sobre las poblaciones animales son 1) la competencia, 2) las relaciones tróficas, 3) comensalismo y 4) depredación (Dexter, 1979).

Las playas arenosas se dividen en seis zonas horizontales, basadas en el nivel de marea y la pendiente de la playa. Los hábitat litorales están agrupados en cuatro zonas: 1) la supralitoral (desde el punto de la marea más alta del año hacia arriba), 2) la de marea alta, 3) la de marea media y 4) la de marea baja (Dexter, 1979; Brown & McLachlan, 1990). Los hábitat sublitorales de la playas se dividen en la 5) zona de transición y 6) la zona de turbulencia (Brown & McLachlan, 1990).

Los primeros 5 mm superficiales de arena están habitados por algas microscópicas y bacterias. Estas plantas marinas ocurren principalmente en sitios expuestos al oleaje y están siempre asociadas con burbujas de aire encontradas comúnmente sobre la playa (Brown & McLachlan, 1990). Unas 60 especies de invertebrados habitan las playas arenosas, la mayoría son crustáceos y moluscos que se entierran en la arena (Dexter, 1979). Un gran número se alimentan de las algas, pero la mayoría son oportunistas que se alimentan de lo que encuentren sobre la arena. Algunas de éstas emigran al plancton para alimentarse durante la noche y permanecen en el fondo arenoso durante el día (Brown & McLachlan, 1990).

El zooplancton costero asociado a las playas arenosas está compuesto por especies de camarones y especies similares como isópodos, anfípodos, misidáceos, copépodos y cladóceros; medusas; y larvas de cangrejos, de bivalvos (almejas), de poliquetos (gusanos marinos) y de peces provenientes de los estuarios, litorales rocosos y otras comunidades cercanas (Brown & McLachlan, 1990) (Figura 21).

Los peces asociados a las playas arenosas no han sido estudiados en Panamá; sin embargo, estudios realizados en otras áreas tropicales y templadas revelan que las playas arenosas representan una importante área de crianza para 50 a 71 especies de peces, de las cuales, el 10% aproximadamente son residentes permanentes. La mayoría de los peces asociados con las playas arenosas son juveniles que se alimentan de

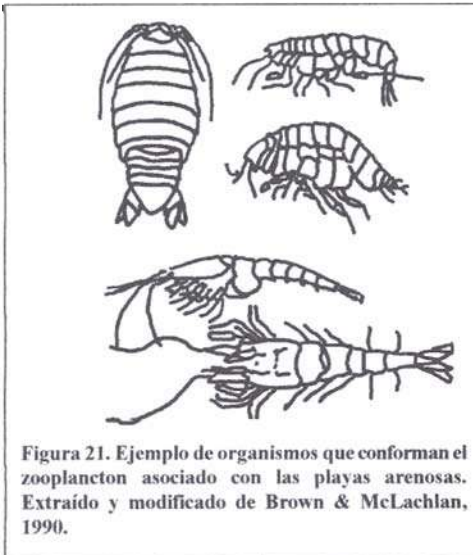


Figura 21. Ejemplo de organismos que conforman el zooplancton asociado con las playas arenosas. Extraído y modificado de Brown & McLachlan, 1990.

zooplancton y de la fauna bentónica (la mayoría lenguados y afines). La mayoría de las especies son oportunistas, alimentándose de cualquier cosa que este a su alcance (Brown & McLachlan, 1990).

Los peces residentes más comunes de las playas arenosas son los pámpanos (*Trachinotus* spp.), las corvinas (*Umbrina* spp. y *Menticirrhus* spp.), anchovetas (*Anchoa* spp.), lisas (*Mugil* spp.), varios lenguados y afines (*Citharichthys* spp., *Cyclopsetta* spp., *Etropus* spp. e *Hipoglossina bollmani*) y las rayas (*Rhinobatus* sp. y *Myliobatis* sp.). Los estimados de las densidades de las poblaciones de peces son muy variables, pero siempre altos (por ejemplo, diez mil a cien mil individuos por lance) (Brown & McLachlan, 1990).

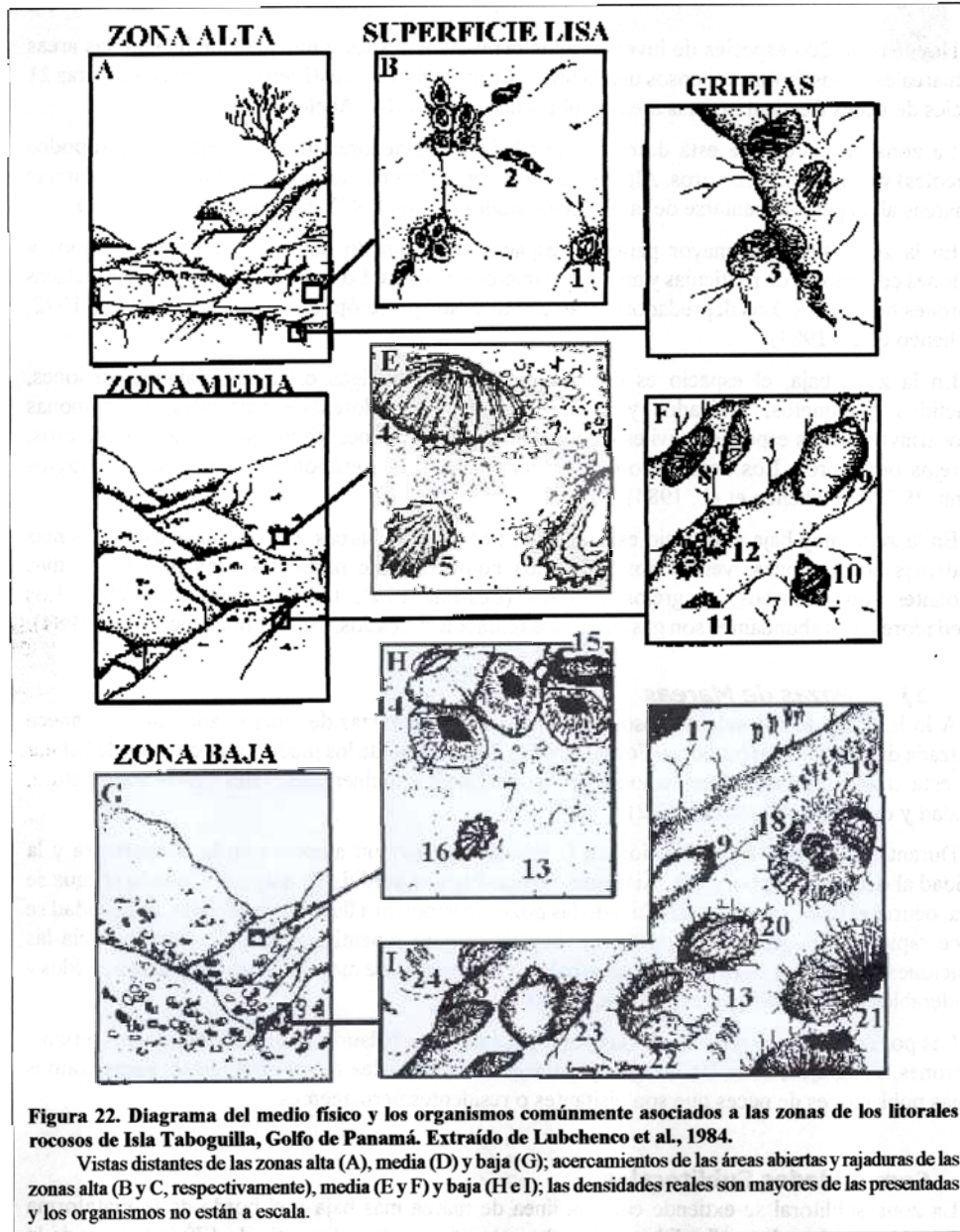
Los herbívoros y piscívoros terrestres (por ejemplo, aves costeras y marinas) frecuentan las playas en números pequeños. Las gallinitas de mar (*Tringa solitaria*, *Actitis macularia*, *Calidris mauri*, y otras) se alimentan de macrofauna bentónica litoral (anfipodos, isópodos y otros invertebrados) que se entierran en la arena. El pelicano (*Pelecanus occidentalis carolinensis*), el cormorán o pato de mar (*Phalacrocorax olivaceus*), la tijaera o fragata (*Fregata magnificens*), varias especies de golondrinas de mar (*Sterna elegans*, *S. maxima*, *S. caspia* y otras) (Foto 20) y gaviotas (*Larus argentatus smithsonianus*, *L. delawarensis*, *L. atricilla* y otras) se alimentan de diversas especies de peces que frecuentan las playas arenosas, tales como anchovetas (*Anchoa lamprotaenia* y *A. lyolepis*), pámpanos (*Trachinotus keneddy* y *T. paitensis*) y otras. Los reptiles están representados por la iguana negra (*Ctenosaura similis*). El mamífero más común en las playas arenosas es el gato manglatero (*Procyon* spp.), que se alimenta de cangrejos, huevos de tortugas, aves y otros animales pequeños (Brown & McLachlan, 1990).

Varias especies de tortugas marinas frecuentan las playas arenosas para deponer huevos. Las tortugas marinas son omnívoras, se alimentan de hierbas marinas (*Thalassia testudinum*), algas, invertebrados pequeños y peces. En las playas de Pedasí, las especies más comunes son la tortuga verde (*Chelonia mydas agassizii*), la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata squamata*), la tortuga Ridley (*Lepidochelys olivacea*) y la tortuga canal (*Dermochelys coriacea schlegelii*) (Foto 21).

f) Litorales Rocosos

Los factores físicos que influyen sobre los litorales rocosos son 1) temperatura, 2) deshidratación y 3) luz solar. Los factores biológicos que influyen son 1) competencia por el espacio, 2) depredación y 3) pastoreo (Nybakken, 1982).

Las costas basálticas del Pacífico varían de suaves declives a precipitaciones verticales. El sustrato rocoso continuo es interrumpido con frecuencia por canales y rajaduras, a la vez que aparecen enormes formaciones rocosas y otras veces playas arenosas. Áreas extensas son expuestas dos veces al día durante las mareas bajas normales. En general, este es un medio de alta energía, afectado por intensa acción de las olas, con ciclos de mareas regulares. Los litorales rocosos del Pacífico han sido divididos en cinco zonas verticales por Lubchenco et al. (1984) basados en los niveles de la marea y la irregularidad del sustrato. Estas zonas son 1) la zona de rocio (>3.6 m por encima del punto de la marea más alta del año), 2) la zona alta (de +3.6 a +2.1 m), 3) la zona media (de +2.1 a -0.1 m), 4) la zona baja (de -0.1 a -1.8 m) y 5) la zona muy baja (de -1.8 a -3.4 m) (Figura 22).



Hay más de 200 especies de invertebrados bentónicos sésiles y móviles que habitan las áreas intermareales de los litorales rocosos del Pacífico. La mayoría son crustáceos (78 especies). Otras 21 especies de peces frecuentan estas áreas (Lubchenco et al., 1984; Abele, 1972).

La zona de marea alta está dominada por balanos comedores de partículas y gasterópodos (caracoles) y cangrejos herbívoros. Algunos gasterópodos depredadores emigran hacia arriba durante las mareas altas para alimentarse de las especies sésiles (Glynn, 1972; Lubchenco et al., 1984).

En la zona media, la mayor parte del espacio es dominado por algas calcáreas, balanos y mejillones comedores de partículas y anémonas microcarnívoras. Los animales móviles incluyen lapas y quitones herbívoros. Los depredadores más comunes son gasterópodos y cangrejos (Glynn, 1972; Lubchenco et al., 1984).

En la zona baja, el espacio es dominado también por algas calcáreas, balanos, ostiones, vermétidos, poliquetos, tunicados y pepinos de mar comedores de partículas, y anémonas microcarnívoras. Las especies móviles incluyen moluscos, quitones, cangrejos y erizos herbívoros, cangrejos omnívoros. Los depredadores más comunes son gasterópodos (caracoles) y cangrejos (Glynn, 1972; Lubchenco et al., 1984).

En la zona muy baja el espacio es dominado por algas calcáreas. Los organismos sésiles más abundantes son ostiones, vermétidos y balanos comedores de partículas. Los herbívoros más abundantes son moluscos, cangrejos y erizos (Lessios, 1983; Lubchenco et al., 1984). Los depredadores más abundantes son gasterópodos (caracoles; Lessios, 1983; Lubchenco et al., 1984).

1) Pozas de Mareas

A lo largo de los litorales rocosos es común encontrar pozas de agua salada que permanece empozada durante las mareas bajas (Fotos 22 y 23). Este es uno de los medios más difíciles de habitar pues está sujeto a grandes fluctuaciones en los parámetros ambientales, tales como temperatura, salinidad y oxígeno (Nybakken, 1982).

Durante el período de exposición en la marea baja, hay un aumento en la temperatura y la salinidad al ocurrir la evaporación. Al mismo tiempo hay una pérdida de oxígeno. Cuando el agua se enfría, ocurre el fenómeno inverso. Cuando las pozas se exponen a lluvias torrenciales, la salinidad se reduce rápidamente. Al regresar la marea, hay un cambio repentino, abrupto y rápido hacia las condiciones normales. Los organismos que habitan las piscinas de mareas deben adaptarse a rápidos y considerables cambios físicos (Nybakken, 1982).

Las pozas de mareas están habitadas por algas calcáreas, balanos, moluscos, poliquetos, erizos, camarones, cangrejos, estrellas de mar y muchas otras especies de invertebrados. Encontramos además poblaciones de peces que son visitantes o residentes permanentes.

g) Comunidades Sublitorales

La zona sublitoral se extiende entre la línea de marea más baja y el borde de la Plataforma Continental (a 200 m de profundidad), el cual se encuentra a una distancia de 170 km al sur de la

ciudad de Panamá. La mayor parte de esta zona está compuesta por fondos blandos (arena y lodo) y en algunas ocasiones por substratos duros.

Los principales factores físicos que influyen en la zona sublitoral son 1) la penetración de la luz, 2) la acción de las olas, 3) la posición vertical de la termoclina, 4) el tipo y estabilidad del substrato, 5) la salinidad, 6) la concentración de oxígeno en los sedimentos y 7) las corrientes (Hiscock et al., 1980). Las aguas de la plataforma continental presentan condiciones físicas variables. Estas fluctuaciones en las condiciones ambientales son mayores que en las aguas de las regiones epipelágicas de mar abierto o profundo.

h) Comunidades Bentónicas

El factor físico más importante que actúa en las comunidades bentónicas sublitorales es la turbulencia o acción de las olas y corrientes, las cuales determinan el tipo de partículas que conforman el fondo. En áreas de gran oleaje y/o fuertes corrientes, las partículas finas son removidas, manteniéndose en suspensión, quedando solo las más gruesas. Por otro lado, en aguas calmadas, los fondos están dominados por partículas finas.

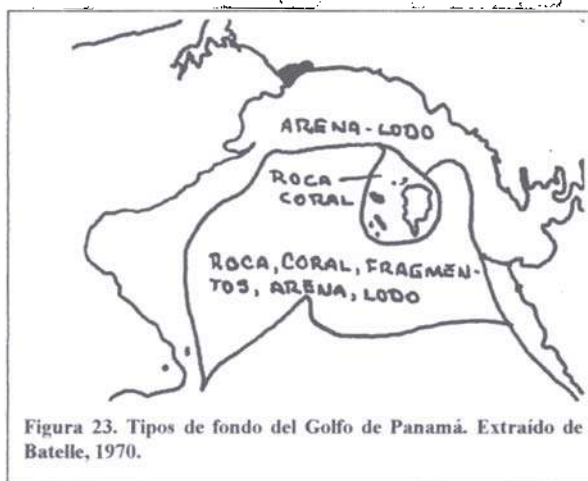
El área costera del Golfo, desde Punta Mala en la Península de Azuero hasta el Golfo de San Miguel en Darién, es dominada por sedimentos fangosos. La parte central del Golfo es dominada por una mezcla de arena, fango y fragmentos de coral. El área es cortada por el Archipiélago de las Perlas en el medio del Golfo, donde predominan los fondos coralinos y rocosos (Figura 23).

Los fondos sublitorales están habitados por dos tipos de fauna: 1) la epifauna y 2) la infauna. La epifauna la constituyen aquellos organismos que viven sobre el substrato. La infauna habita dentro del substrato. Un tercer grupo estaría compuesto por peces e invertebrados móviles vinculados al fondo.

En 1957, Fager propuso un esquema de "grupos recurrentes" o asociaciones en función de la frecuencia en que diversas especies aparecen juntas. Batelle (1970) utilizaron este método para construir una tabla de comunidades bentónicas en función a la profundidad.

Las principales asociaciones/comunidades encontradas en el área de estudio son:

1) Comunidades de *Portunideos* (Arena y Lodo)



Estas comunidades ocurren en fondos de arena y lodo, a una profundidad promedio de 66 metros. Los organismos más abundantes son los cangrejos portunideos, los cuales se alimentan de pequeños crustáceos y bivalvos (almejas). Estos cangrejos sirven de alimento al atún de aleta amarilla (Batelle, 1970).

2) Comunidades de Estomatópodos (Fango)

Esta es la comunidad más común y más productiva del Golfo de Panamá, extendiéndose a lo largo de toda la costa, en substratos constituidos por fango suave y a profundidades que varían entre 15 a 38 m, con un promedio de 23 m. Los alacranes de mar (estomatópodos) son las especies dominantes. Los bivalvos (almejas) y poliquetos detritívoros sirven de alimento a los gasterópodos (caracoles) y cangrejos. A su vez, estos sirven de alimento a los alacranes de mar. Los camarones del género *Penaeus*, de gran importancia comercial, son abundantes y se alimentan de detrito. Estos a su vez sirven de alimento a numerosos peces e invertebrados.

3) Comunidades de Camarones-Peces (Roca, Coral y Fango)

Esta es la comunidad de mayor importancia económica para los pescadores artesanales de Pedasí, por estar habitada por un gran número de especies de interés comercial. Las comunidades bentónicas de fondos duros se extienden desde Punta Mala en la península de Azuero hasta el Golfo de Chiriquí. Un gran número de peces están asociados a esta comunidad, entre los principales tenemos a los pargos de la mancha, amarillo y seda y la cojinúa chata. Los fondos blandos son habitados permanente o casualmente por un gran número de peces, entre los principales tenemos a la anchoveta, al pargo cabezón o blanco, la corvinata, la corvina boquiabierta, las mojarras y las cojinúas. Entre las especies de invertebrados bentónicos más importantes tenemos a los camarones blancos, tití o amarillo y el carabalí o tigre.

4) Comunidad de Gasterópodos (Arena y Fango)

La comunidad de gasterópodos (caracoles) está dividida en 6 asociaciones basadas en el género más común. Estas ocupan fondos de arena o lodo a profundidades que varían entre los 24 m y los 80 m. En todas ellas, los organismos más comunes son los gasterópodos, la mayoría carnívoros que se alimentan de bivalvos (almejas), poliquetos y otros caracoles. Estos, a su vez, sirven de alimento, junto con los demás organismos, a diversas especies de peces.

5) Comunidad de Cangrejos-Pulpos (Roca y Coral)

Esta es la segunda comunidad más abundante encontrada en el Golfo de Panamá. Es característica de fondos duros. Se localiza a una profundidad de 68 m. El depredador más importante es el pulpo, el cual se alimenta de diversas especies de cangrejos, los cuales, a su vez, se alimentan de bivalvos (almejas y ostiones) detritívoros. Diversas especies de peces frecuentan estos fondos en busca de alimento.

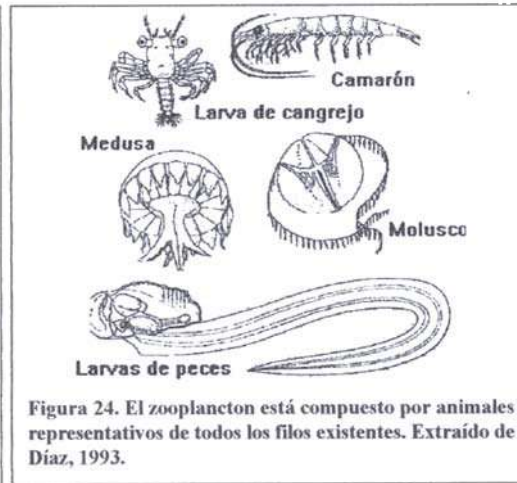
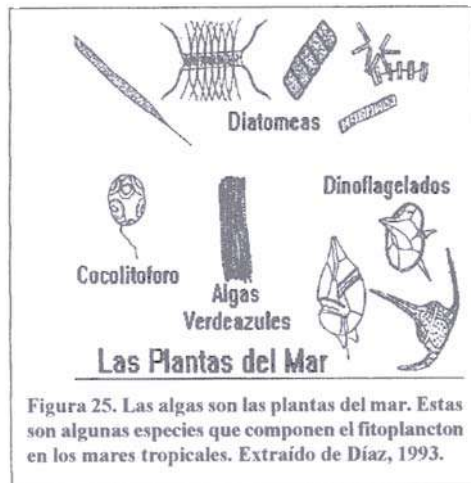
i) Comunidades Pelágicas

Las comunidades pelágicas se refieren a las que se mantienen en la columna de agua. Estas se clasifican dependiendo de su motilidad. El plancton incluye a los organismos animales y vegetales que no son capaces de nadar, mientras que el necton agrupa a los organismos capaces de nadar contra las corrientes.

1) Plancton

El plancton está compuesto por organismos micro y macroscópicos que flotan o se mantienen en suspensión en la zona superficial iluminada del agua marina o lacustre y no pueden nadar contra las corrientes (Sarmiento, 1986).

El plancton se divide en 1) el componente vegetal y 2) el componente animal. Su componente vegetal, denominado fitoplancton, está compuesto por diversas especies de algas, siendo las diatomeas las más comunes (Figura 24). Su componente animal, el zooplancton, está compuesto por organismos que permanecen toda su vida como plancton (medusas, copépodos, krill) y por los huevos y larvas de invertebrados y peces, muchos de ellos de importancia comercial, como lo son los langostinos, cangrejos, pargos, meros, sardinas, etc. (Figura 25) (Gross, 1972; Lettich y Lettich ed., 1977; Nybbaken 1982).



Mediante la fotosíntesis, el fitoplancton absorbe nutrientes (Ejemplo, nitratos, fosfatos) del agua. Estos nutrientes pueden compararse a los abonos que agregamos a nuestras plantas para que florezcan con mayor rapidez. Este proceso es conocido como la productividad primaria de los mares y más del 99% depende del fitoplancton (Thurman, 1987). Los factores que regulan la producción de fitoplancton son 1) la cantidad de luz que penetra al agua, 2) la profundidad e intensidad de la mezcla vertical y 3) la cantidad de nutrientes inorgánicos disueltos en el agua.

Por su parte, los nutrientes son producidos de diversas formas: 1) por el follaje que cae de los manglares y es descompuesto por bacterias (ver Sección 3.2.1) (Díaz 1992c); 2) por los arrecifes de coral (ver Sección 3.2.2; Díaz, 1992b); 3) provenientes de las tierras continentales al ser arrastrados por la escorrentía y los ríos y 4) transportados a la superficie por el fenómeno del afloramiento (ver Sección 3.1.1). De estas cuatro formas de producción de nutrientes, las más importantes son el afloramiento y el follaje de los manglares

Smayda (1966) demostró que la población de fitoplancton llega a su máximo durante el afloramiento, en marzo (3.2 millones de células/litro), observándose una disminución considerable en junio, y aún mayor en noviembre (176,320 células/litro). La recuperación observada entre julio y septiembre se debe a la reaparición de vientos suaves del norte, fenómenos denominados "veranillos" (Figura 26).

Por otro lado, diversos estudios estimaron que los manglares del Pacífico Americano Tropical producen entre 923 g/m²/año (manglares de Punta Chame) (D'Croz, 1979) y 1,500 g/m²/año (manglares de Guapi, Colombia) (Hernández y Muellen, 1977) de follaje que cae al agua, es descompuesto por bacterias y algas, convirtiéndose en nutrientes. Para mayor información sobre esto ver la sección 3.1.1.

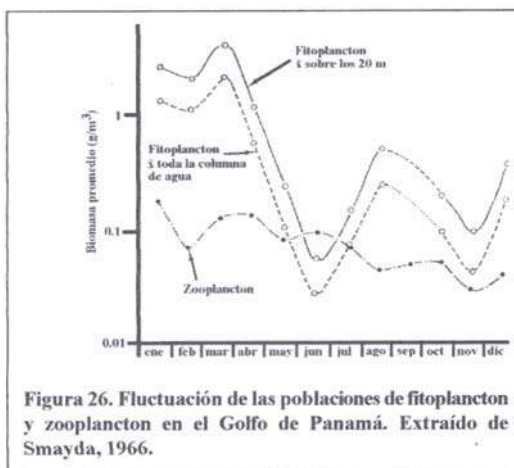


Figura 26. Fluctuación de las poblaciones de fitoplancton y zooplancton en el Golfo de Panamá. Extraído de Smayda, 1966.

Mediante la fotosíntesis, el fitoplancton absorbe los nutrientes (nitratos, fosfatos) del agua. Al florecer, el fitoplancton sirve de alimento al zooplancton e incluso a animales de tamaño como las ballenas (Díaz, 1992c), el tiburón ballena, el coral, los calamares y muchas otras especies de invertebrados y peces vegetarianos. Estos a su vez sirven de alimento a los carnívoros primarios (peces en su mayoría), que sirve de alimento a los carnívoros secundarios y así sucesivamente hasta llegar a los máximos depredadores del mar (tiburones, orcas, anguilas morenas y otros). Estos, al morir, son descompuestos por bacterias y regresan a la cadena como nutrientes para el fitoplancton. Si esta cadena se rompe en algún punto, se rompe además el balance existente en el sistema, lo que podría ocasionar la extinción local o total de uno o varios de sus componentes. La cadena entonces puede cambiar hasta volver a alcanzar un nuevo balance. Este proceso no posee un período de tiempo determinado.

2) Necton

La mayor parte de las especies nectónicas en el Golfo de Panamá son peces oceánicos, nadadores rápidos, que llegan con el propósito de alimentarse. Algunos de los grupos más comunes del necton y más grandes que frecuentan la parte central y los perímetros más al sur del Golfo, cerca de la

plataforma continental, incluyen tiburones, pámpanos, delfines, macarelas, atunes y peces espada. El Apéndice B presenta un listado preliminar de las especies de peces del área de Pedasí.

Los cardúmenes más grandes de peces en el Golfo son formados por especies de anchoas (familia Clupeidae) y sardinas (familia Engraulidae). Por lo menos 29 especies se encuentran presentes en las aguas del Golfo. Se agrupan en aguas poco profundas, cerca de las costas y manglares, en el perímetro norte del Golfo, donde abunda el plancton y el detritus.

Las especies de peces nectónicos comerciales que son explotados a nivel artesanal en el área de Pedasí están agrupadas, en su mayoría, en la familia de los atunes (Scombridae). Los meros y pargos son considerados peces bentónicos, su ecología está descrita en el Capítulo 4 y en la Sección 3.3.1.

Existen un total de 15 especies de Scombridae que frecuentan la región de Pedasí, las cuales están agrupadas en 9 géneros. Entre éstas, se destacan el atún de aleta amarilla (*Thunnus albacares*), el wahoo (*Acanthocybium solandri*), la sierra (*Scomberomorus sierra*), el bonito (*Auxis thazard*) y la guanca o bonito rayado (*Sarda orientalis*) (Figura 27).

En el área de Pedasí existen unas 31 especies de tiburones, agrupados en 18 géneros y 9 familias (Apéndice B) (Figura 28). De estos, 25 son consideradas especies peligrosas para el hombre, y 23 son consideradas especies de importancia comercial (Averza y Gómez, 1986). Entre las especies más comunes tenemos diversas especies de martillos (*Sphirna* spp.), el puntinegro o gris (*Carcharimus limbatus*), el toro (*C. leucas*), que sube por los ríos, el tigre arenoso (*C. obscurus*), el ballena o manchao (*Rhinodon typus*) que se alimenta de plancton y es inofensivo, el limón (*Negaprion brevirostris*) y el tigre (*Galeocerdo cuvieri*) que es considerado entre los más

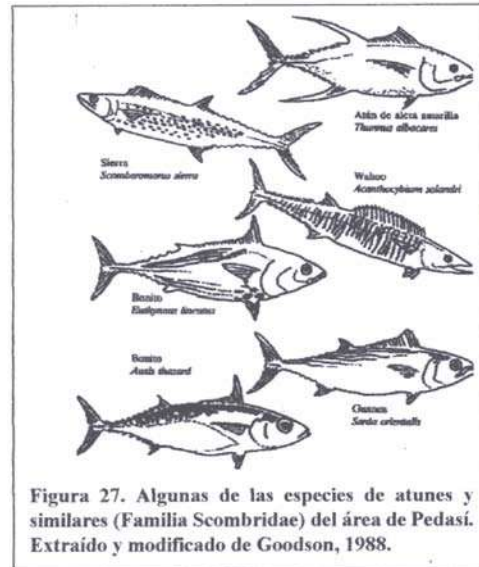


Figura 27. Algunas de las especies de atunes y similares (Familia Scombridae) del área de Pedasí. Extraído y modificado de Goodson, 1988.

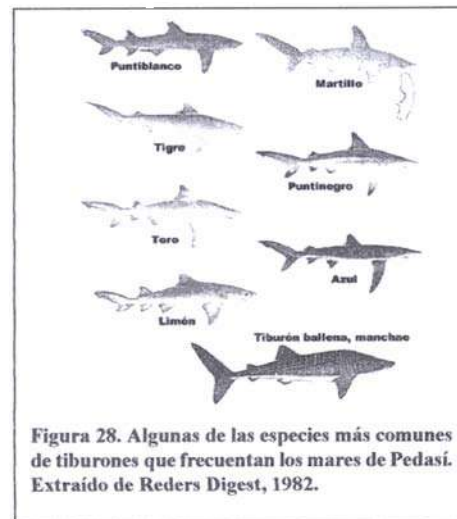
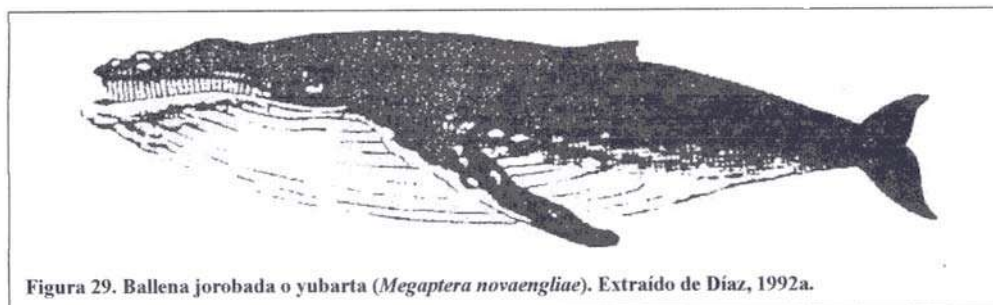


Figura 28. Algunas de las especies más comunes de tiburones que frecuentan los mares de Pedasí. Extraído de Reders Digest, 1982.

peligrosos. En los arrecifes de coral es común encontrar el puntiblanco de arrecife (*Triamodon obesus*). Por otro lado, existen unas 26 especies de rayas y similares, agrupadas en 15 géneros y 10 familias.

Uno de los pocos invertebrados neotónicos en el Golfo es el calamar, el cual permanece en el fondo durante el día y sube de noche a las aguas superficiales para alimentarse.

Entre los cetáceos, las especies más comunes son el delfín manchado (*Stenella graffmani*), que se observa todo el año; y la ballena jorobada (*Megaptera novaengliae*) (Figura 29). Estas ballenas emigran desde las frías aguas polares hasta nuestras costas para aparearse, dar a luz a sus críos y enseñarles a bucear; es frecuente encontrarlas en los meses de julio y agosto (Díaz, 1992a). Otras especies menos frecuentes son la ballena piloto (*Globicephala* sp.), el cachalote (*Physeter catodon*), el delfín de hocico largo (*Stenella longirostris*) y el pequeño bufeo (*Tursiops nuuamu*) (Handley, 1966).



3.3. Lagos y Ríos

Situado en un área de topografía relativamente baja, el río Pedasí fluye desde su cabecera, a unos 120 metros sobre el nivel del mar, serpenteando hacia abajo y creando una cuenca conformada por 14 afluentes (Figura 3). Para mayor información sobre la hidrología de la región, ver la Sección 2.5.2.

Las comunidades acuáticas no han sido descritas en el área de Pedasí. Sin embargo, estudios realizados en la cuenca del canal y en diversos ríos de la República, indican que el fitoplancton está conformado por unas 180 especies de algas, divididas en cuatro grupos: 1) las algas verdes (Chlorophyta), entre las cuales se destacan *Pediastrum*, *Selenastrum*, *Scenedesmus* y *Spirogyra*; 2) las diatomeas (Bacillariophyta), entre las cuales se destacan *Diatoma*, *Fragilaria*, *Navicula*, *Pinnularia* y *Asterionella*; las algas verde azules (Cyanophyta), entre las cuales se distinguen *Anabaena*, *Oscillatoria*, *Nostoc* y *Spirulina*; y los dinoflagelados (Pyrrophyta) (Figura 30).

El zooplancton está dominado por los rotíferos, observándose además gran abundancia de copépodos, otros crustáceos, moluscos y otros invertebrados (Figura 31).

En Panamá existen unas 12 especies de crustáceos decápodos, destacándose el camarón de río *Macrobrachium rosenbergi*. Entre los moluscos más comunes en las aguas continentales tropicales se

destacan *Bythina*, *Margaritifera* y *Unio* entre los bivalvos, y *Pleurocera*, *Campeloma* y *Lymnaea* entre los gasterópodos (Figura 32).

En Panamá existen unas 120 especies de peces dulceacuicolas. No se ha realizado un inventario de peces en el área de Pedasí (Figura 33).

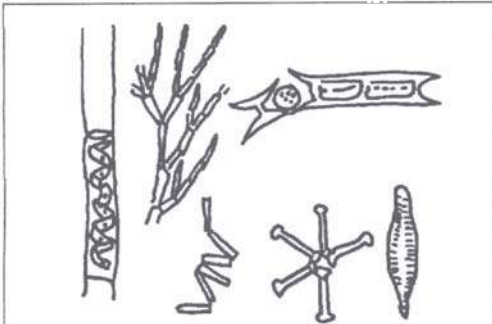


Figura 33. Ejemplos de algas verdes, diatomeas, verdeazules y dinoflagelados de las aguas continentales. Extraído de Needham & Needham, 1978.

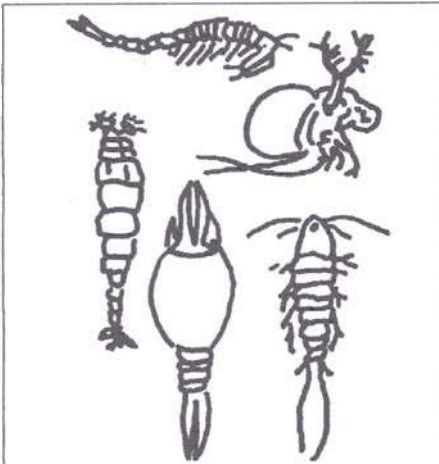


Figura 30. Ejemplo de algunos de los animales que componen el zooplancton en las aguas continentales. Extraído de Needham & Needham, 1978.

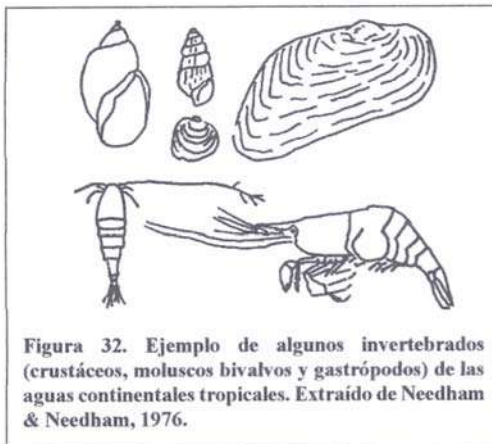


Figura 32. Ejemplo de algunos invertebrados (crustáceos, moluscos bivalvos y gasterópodos) de las aguas continentales tropicales. Extraído de Needham & Needham, 1976.

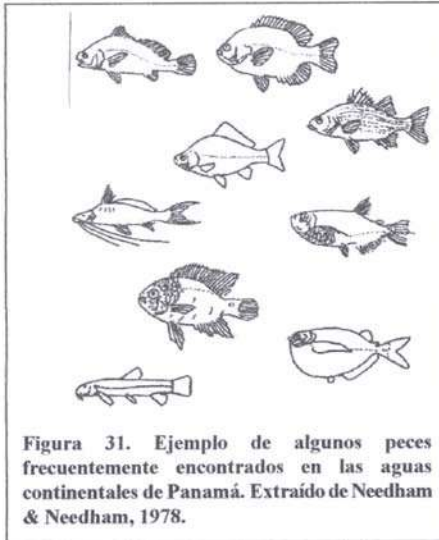


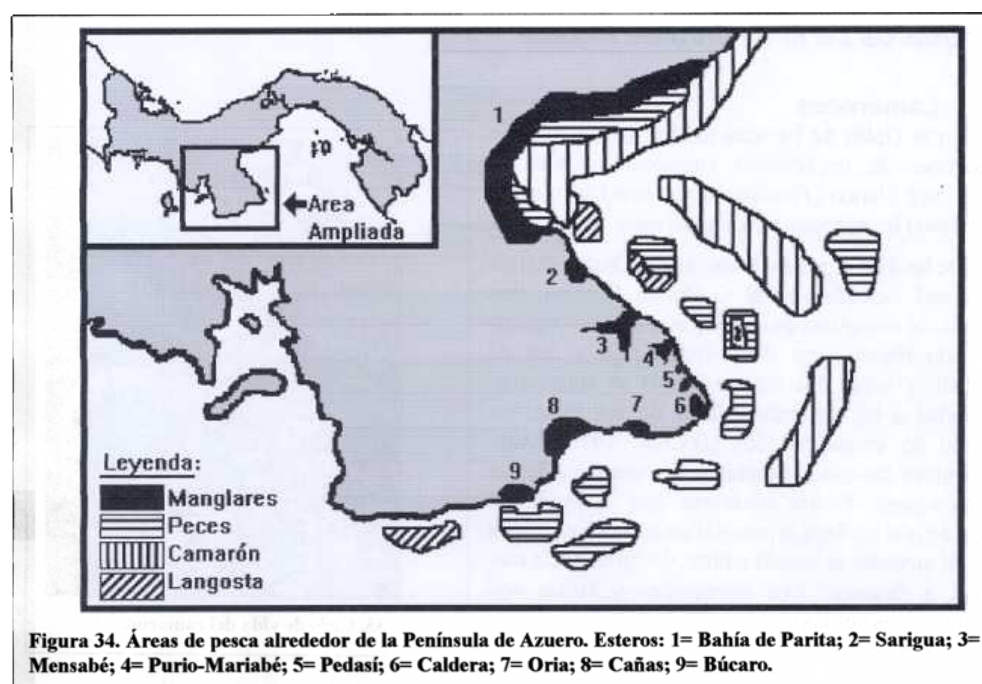
Figura 31. Ejemplo de algunos peces frecuentemente encontrados en las aguas continentales de Panamá. Extraído de Needham & Needham, 1978.

4. LAS PESQUERÍAS DE LA REGIÓN DE PEDASÍ

Palabras Claves: estero, estuario, ciclo de vida, zooplancton, especies, género, cadena alimenticia, cadena trófica, diversidad, pelágico, plataforma continental, hábitat, bentos, sésil, ecosistema, comunidad, El Niño, afloramiento, calentamiento global, depresión tropical.

El objetivo de este capítulo es caracterizar y analizar los recursos pesqueros del área de Pedasí, evaluando los factores naturales y antropogénicos que regulan la producción pesquera o pueden producir un impacto negativo sobre las pesquerías del área.

En el área de Pedasí se realizan actividades masivas de pesca industrial y artesanal. La Figura 34 muestra las principales áreas de pesca de diversos rubros a lo largo de las costas Este y Sur de la Península de Azuero.



La pesca industrial se enfoca hacia los camarones, sardinas y anchovetas. Esta es realizada por embarcaciones de diversas áreas de la República e incluso de otros países vecinos.

En la población de Pedasi y pueblos aledaños, la mayor parte de la población se dedica a la pesca artesanal. De acuerdo a un censo realizado por DIGEREMA/FAO, para 1986 en Pedasi existían 525 pescadores artesanales, los cuales representaban el 8.0% del total de la República. La mayoría de estos son "pargueros", aunque otras especies, principalmente serranidas (meros) son pescadas en abundancia (Recursos Marinos, 1990). A pesar de no disponer de cifras más recientes, observaciones propias indican que este número ha aumentado dramáticamente. Por otra parte, el número de buzos "langosteros" también ha aumentado en la región; la pesca de la langosta también se realiza a nivel artesanal, sin ningún tipo de control de poblaciones. Por todas estas razones, la pesca artesanal es considerada el principal recurso del área de Pedasi.

Antes de analizar las pesquerías de la región de Pedasi, se describirán los ciclos de vida y la historia natural de los recursos pesqueros más importantes de la región.

4.1. Ciclo de Vida e Historia Natural de los Principales Recursos Pesqueros de la Región de Pedasi

a) Camarones

En el Golfo de Panamá existen 10 especies de camarones de importancia comercial, siendo los camarones blanco (*Penaeus stylirostris*) y rojo (*P. vannamei*) las especies más importantes.

De las diez especies de camarones de importancia comercial pescadas en el Golfo de Panamá, seis utilizan los manglares durante su etapa juvenil (tres de camarón blanco, una de camarón rojo y dos de carabali) y otras dos (camarón titi) se encuentran asociadas a las desembocaduras de los estuarios, aunque no entran a ellos (D'Croze, 1976). Aquí encuentran alimento abundante y protección de sus depredadores. Podría afirmarse que la larva del camarón que no llega al manglar no sobrevive (Figura 35). Al alcanzar el estado adulto, emigran hacia mar afuera a desovar. Los huevecillos y larvas son transportados por las mareas y corrientes nuevamente hasta los manglares, reiniciándose el ciclo.

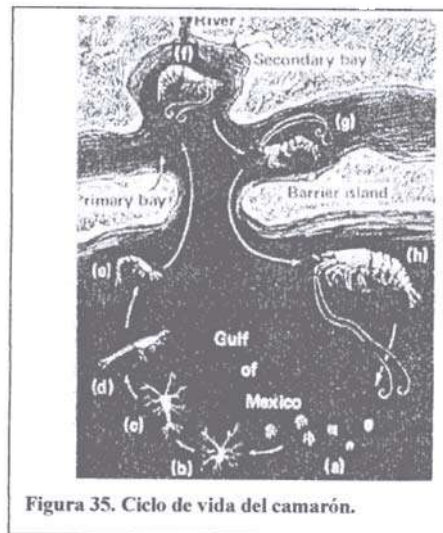


Figura 35. Ciclo de vida del camarón.

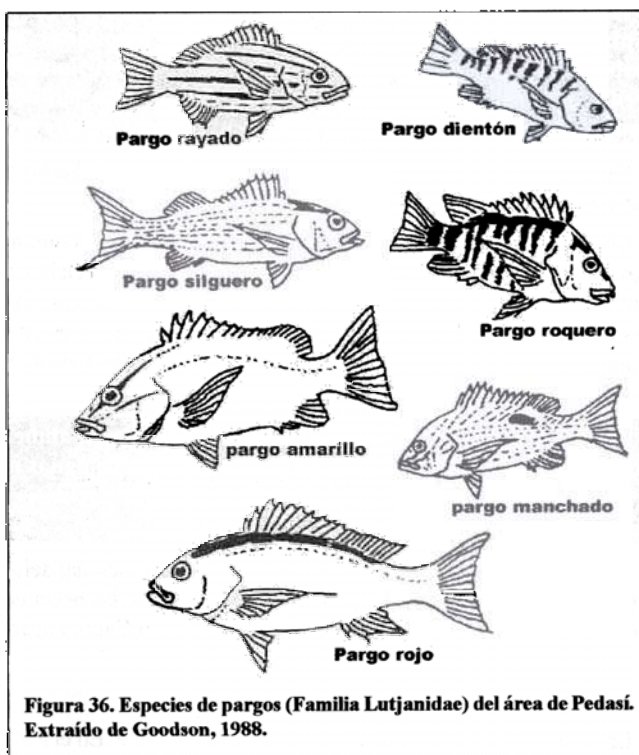
b) Anchoqueta

La anchoqueta presenta un ciclo de vida opuesto al del camarón. Los huevos y larvas forman parte del zooplancton (ver Sección 2.2), permaneciendo a la deriva hasta que pueden nadar. Los juveniles

permanecen en aguas profundas entre enero y marzo. En abril, al alcanzar el estado adulto, emigran hacia aguas costeras, prefiriendo fondos fangosos, frente a manglares, donde encuentran abundante alimento y se reproducen. Los datos de pesca comprueban que las áreas de mayor pesca coinciden con las áreas costeras bordeadas por mayor cantidad de manglares (Figura 35). De igual forma, las cifras pesqueras han disminuido en las áreas donde se han reducido o sometido a fuertes estrés a los manglares.

c) Pargos

Los pargos están agrupados en la Familia Lutjanidae. A nivel mundial, esta familia está representada por unas 103 especies, agrupadas en 17 géneros (Allen, 1987; Anderson, 1987). En el Pacífico Oriental se han reportado nueve especies del género *Lutjanus* (Allen, 1987), una del género *Hoplopargus* y una del género *Rabirrubia*. En el área de Pedasí existen ocho de las nueve especies de pargos reportadas para el Pacífico Este (Figura 36). Siete de estas son consideradas de importancia comercial a nivel artesanal, siendo el pargo rojo (*Lutjanus peru*) la especie más pescada. Las otras especies, como los pargos roquero (*Hoplopargus guentheri*), silguero (*Lutjanus aratus*), amarillo (*L. argentiventris*), manchado (*L. guttatus*), dientón (*L.*



novemfasciatus) y la rabirrubia (*Rabirrubia inermis*) son pescados en menor cantidad a nivel artesanal. El pargo rayado (*L. viridis*) habita los arrecifes de coral de isla Iguana, formando grandes cardúmenes; sin embargo, no es pescado a nivel artesanal o deportivo.

Los pargos habitan los mares tropicales y subtropicales de todo el mundo. La gran mayoría de los adultos están asociados a fondos rocosos o coralinos, desde la superficie hasta los 550 m de profundidad (Anderson, 1987). Son peces de larga vida y lento crecimiento, alcanzando hasta los 10

años de edad (Manooch, 1987). No se tienen datos sobre los estados larvarios de la mayoría de las especies; sin embargo, las etapas descritas son todas pelágicas (Anderson, 1987).

Muy pocas larvas han sido identificadas a nivel de especie y se conoce muy poco sobre su ecología, debido a su escasa abundancia en las muestras de plancton y a su gran diversidad (Leis, 1987). A continuación resumimos la poca información de la que se dispone sobre su ecología larvaria.

Los huevos son pequeños, esféricos y pelágicos, naciendo la larva en unas 24-45 horas. Las larvas desarrollan muchas espinas en la cabeza.

Se ha logrado definir una marcada mayor abundancia de larvas en el mar abierto, sobre las plataformas continentales, manteniéndose en aguas profundas durante el día y distribuyéndose en la columna de agua más equitativamente durante la noche, cerca de arrecifes de coral, litorales rocosos e islas continentales, alrededor de los cuales son comunes durante todo el año, con concentraciones más altas durante los meses de julio a octubre.

Se conoce muy poco sobre su crecimiento y duración del estado planctónico, los cuales parecen variar de acuerdo a la especie (Leis, 1987).

Consumen una gran variedad de presas, siendo las más comunes los peces, pulpos, calamares, cangrejos, camarones y otros crustáceos bentónicos, especialmente estomatópodos y langostas. Además, se alimentan de grandes cantidades de plancton, principalmente gastrópodos. Habitan aguas llanas hasta profundidades de 400-500 m. Algunas especies están restringidas a más de 100 m de profundidad, otras se mantienen a profundidades intermedias, subiendo a la superficie de vez en cuando, y un tercer grupo se mantiene en aguas llanas.

Las especies que se mantienen en aguas profundas se alimentan principalmente de peces, camarones, gastrópodos y cefalópodos. Las especies de aguas menos profundas prefieren los peces y los cangrejos. Son más activos durante la noche, recorriendo grandes distancias mientras cazan (Anderson, 1987).

En el Laboratorio Achotines, de la Comisión Internacional del Atún Tropical, se realizan estudios sobre la ecología de los pargos y específicamente sobre las pesquerías en la región de Pedasí. Para mayor información se sugiere consultar al Lic. Amado Cano, encargado del proyecto.

d) Meros

Los meros están agrupados en la Familia Serranidae. En el Pacífico Este se han reportado unas 35 especies. En el área de Pedasí se han reportado 28 especies de meros (Familia Serranidae) agrupados en ocho géneros (Figura 37). Las especies más importantes las constituyen la cherna roja (*Epinephelus acanthistius*), la cherna gris y la cherna mantequilla, por ser las que se embarcan con mayor frecuencia hacia los mercados internacionales. Otras especies comunes son el mero gigante (*Epinephelus itajara*), considerado en peligro de extinción en diversas partes del mundo, la cabrilla (*E. analogus*), la cabrilla pintada (*E. niveatus*), el perro (*E. panamensis*), la pollera (*Hemanthias*

peruans), el merete o rabo de escoba (*Mycteroperca xenarcha*) y en los arrecifes de coral es común encontrar al indio o rabirrubia (*Paranthias colomus*).

La mayoría de los meros son especies de aguas poco profundas, pero algunas especies se encuentran a profundidades de 300 m. Son considerados peces de gran importancia comercial, a pesar que algunas especies son consideradas como causantes de ciguatera (envenenamiento); sin embargo, en Panamá no se han reportado casos de la misma. Todas las especies son carnívoras, alimentándose principalmente de peces, grandes crustáceos y ocasionalmente de

moluscos cefalópodos (pulpos y calamares). Ubicándose entre los máximos depredadores de las cadenas alimenticias de los mares tropicales y subtropicales, juegan un papel relevante en la estructura de las poblaciones que conforman las comunidades animales de estos ambientes (Randall, 1987).

Son peces de larga vida y lento crecimiento, alcanzando hasta los 10 años de edad (Manooch, 1987).

Al igual que en el caso de los pargos, muy pocas larvas han sido identificadas a nivel de especie y se conoce muy poco sobre su ecología larvaria, debido a su aún más escasa abundancia en las muestras de plancton y a su gran diversidad. La gran mayoría de los pocos trabajos existentes presentan identificación a nivel de familia y subfamilias (Leis, 1987). A continuación resumimos la poca información de la que se dispone sobre su ecología.

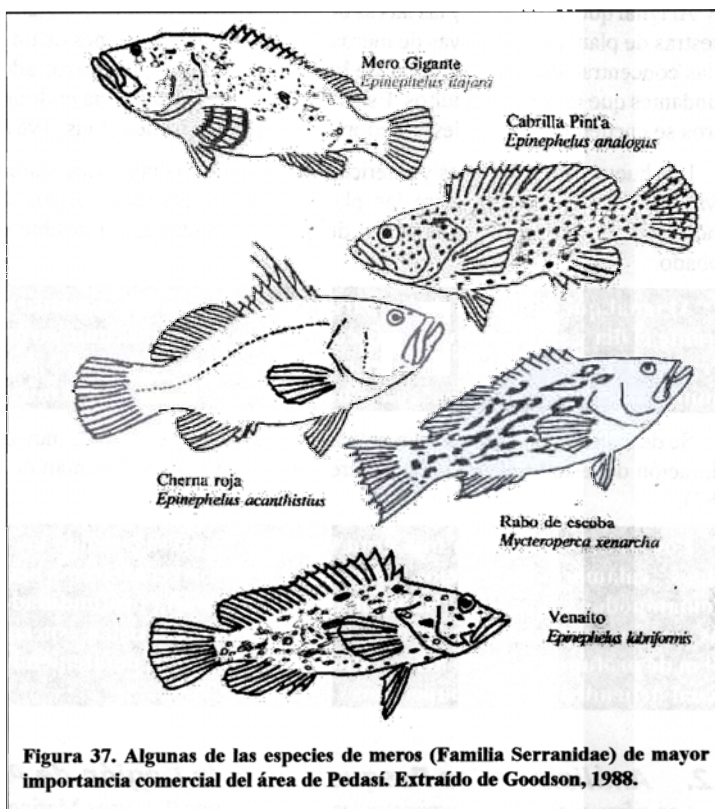


Figura 37. Algunas de las especies de meros (Familia Serranidae) de mayor importancia comercial del área de Pedasi. Extraído de Goodson, 1988.

Al igual que los huevos y las larvas de los pargos, los de los meros también son pelágicos. En las muestras de plancton, las larvas de meros alcanzan concentraciones de un medio e incluso un tercio de las concentraciones de las larvas de los pargos. Además, los meros adultos tienden a ser menos abundantes que los pargos adultos. Estas diferencias en abundancia podrían ser explicadas porque los meros se encuentran en niveles superiores de la cadena trófica (Leis, 1987).

Los huevos son pequeños y esféricos. Se ha logrado definir una marcada mayor abundancia de larvas en el mar abierto, sobre las plataformas continentales. Algunos estudios denotan altas concentraciones de larvas en arrecifes de coral; sin embargo, el posible vínculo no ha podido ser probado.

Al igual que las larvas de los pargos, las de los meros se mantienen en aguas profundas durante el día y se distribuyen en la columna de agua más equitativamente durante la noche, cerca de arrecifes de coral, litorales rocosos e islas continentales, alrededor de los cuales son comunes durante todo el año, con concentraciones más bajas al inicio del año.

Se desconocen los hábitos alimenticios de las larvas y se conoce muy poco sobre su crecimiento y duración del estado planctónico; se cree que las larvas se alimentan de microzooplancton (Leis, 1987).

Los adultos consumen una gran variedad de presas, siendo las más comunes los peces, pulpos, calamares, cangrejos, camarones y otros crustáceos bentónicos, especialmente estomatópodos y langostas. Habitan aguas llanas hasta profundidades de 400-500 m, siendo más comunes en aguas poco profundas. Sin embargo, existen especies restringidas a más de 100 m de profundidad. Son activos durante las 24 horas, manteniéndose en un área pequeña, la cual defienden de sus competidores (Parrish, 1987).

4.2. Análisis de las Pesquerías de la Región de Pedasí

Las cifras recogidas y suministradas al público por Recursos Marinos son presentadas a nivel provincial. Al no poder obtenerse cifras a nivel de puerto de desembarque, el análisis pesquero del área se realizará en base a los datos obtenidos, o sea, a nivel provincial. Cabe resaltar que los principales puertos pesqueros artesanales de la Provincia de Los Santos son Pedasí y Búcaro, los cuales deberían representar el mayor porcentaje de los resultados provinciales.

La pesca artesanal del pargo en la Provincia de Los Santos comenzó a proliferar a partir de 1984 (Figura 38). Anteriormente, la pesca se había mantenido por debajo de las 100 t.m., representando un máximo del 6.36% de la producción nacional y un 7.20% de la producción del Golfo de Panamá. De 93 t.m. pescadas en 1983, la cifra saltó a 318 t.m. para 1984. Un aumento de 295 t.m. en un año, que representó el 17.38% de la pesca artesanal dentro del Golfo de Panamá y el 16.09% de la producción nacional. La pesca artesanal siguió aumentando hasta 1988, cuando alcanzó su punto más alto (847 t.m.), representando el 45.10% de la pesca dentro del Golfo de Panamá y el 34.68% de la pesca artesanal nacional. Desde entonces, ha venido disminuyendo gradualmente, a pesar que la cantidad de

infraestructura (cuartos fríos, botes, etc.), pescadores y esfuerzo pesquero han aumentado. Para 1989 se pescaron 756 t.m., representando el mayor porcentaje alcanzado de la pesca dentro del Golfo de Panamá y de la pesca nacional (47.10% de la pesca dentro del Golfo de Panamá y 44.16% de la producción nacional). Esto se explica por el dramático descenso observado en la pesca artesanal en todo el Golfo de Panamá, siendo la Provincia de Los Santos la menos afectada debido a la altísima producción en comparación con las otras provincias. Finalmente, para 1990 se extrajeron 588 t.m. (36.12% de la pesca dentro del Golfo de Panamá y 28.46% de la producción nacional). A pesar de este descenso, la pesca artesanal en la región de Pedasí continúa siendo rentable.

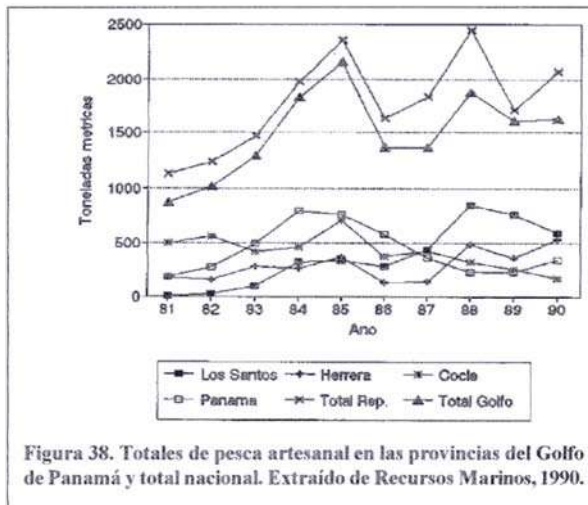


Figura 38. Totales de pesca artesanal en las provincias del Golfo de Panamá y total nacional. Extraído de Recursos Marinos, 1990.

Estos datos originan dos preguntas: ¿por qué esta zona es tan productiva? y, ¿cuáles son las causas que han inducido y continúan induciendo este descenso en la pesca?

La productividad de las aguas alrededor de Pedasí está estrechamente asociada al ecosistema costero-marino y a las condiciones oceanográficas del área. Las causas que inducen el descenso en la pesca podrían estar asociadas a la influencia humana, que aumenta con el tiempo en el área y a impactos naturales (Ejemplo, tormentas, el fenómeno del Niño, etc.). Analicemos la primera interrogante: ¿por qué esta zona es tan productiva a nivel artesanal?

4.3. Relación entre las Comunidades Costero-Marinas y las Pesquerías

Numerosos estudios han planteado una estrecha relación entre los ecosistemas costero-marinos y las pesquerías (Heald & Odum, 1970; D'Croz & Kwiecinski, 1980; D'Croz, 1976; D'Croz, 1982; entre otros). Las comunidades costero-marinas brindan refugio y alimento a gran cantidad de especies de importancia comercial, las cuales frecuentan estas comunidades durante alguna etapa de su vida, como es el caso de los camarones (Sección 4.1.1) y la anchoveta (Sección 4.1.2). Por tal motivo, el deterioro de estas comunidades ocasionaría una disminución en la abundancia y pesquerías de estas especies dependientes directamente de las comunidades costero-marinas.

Esta teoría es confirmada por los datos de pesca del camarón y la anchoveta en el Golfo de Panamá. Durante la década de los '80, ambas pesquerías sufrieron disminuciones anuales alarmantes. En ambos casos, dicha disminución se atribuyó a diversos factores: sobrepesca, presiones sobre los manglares, pesca frente a manglares, irrespeto de la veda y utilización de trasmayos con agujeros muy pequeños. A principios de los '90, se inició un intensivo programa de protección de manglares y se fortalecieron los programas de patrullaje para garantizar la debida aplicación de las leyes vigentes sobre arrastre, veda y tamaño de redes. Después de muy poco tiempo, ambas pesquerías han aumentado anualmente, confirmando la necesidad de proteger las comunidades costero-marinas de las cuales dependen, directa o indirectamente, las especies de importancia comercial.

A pesar que los pargos y los meros permanecen toda su vida en comunidades pelágicas, recordemos que los pargos se alimentan de diversas especies de peces, pulpos, calamares, cangrejos, camarones, langostas y otros crustáceos, y los meros de diversas especies de peces, pulpos, calamares, cangrejos, camarones, langostas y otros crustáceos. La mayoría de estas especies que sirven de alimento a los pargos y meros encuentran refugio y alimento en las comunidades costero-marinas. Por lo tanto, el deterioro de estas comunidades ocasionaría una disminución en el alimento de las especies de pargos y meros del área, los cuales tendrían que emigrar a otras áreas en busca de alimento o perecer. Puede entonces afirmarse que las pesquerías de pargos y meros dependen indirectamente de las comunidades costero-marinas.

La gran variedad de especies que conforman la variada dieta de los pargos y meros, incluye organismos que habitan todos los hábitat costero-marinos, incluyendo manglares, arrecifes de coral, playas arenosas, litorales rocosos y plataformas lodosas, por lo que la conservación de estos hábitat es necesaria para sostener las pesquerías de la región de Pedasí.

Estos hábitat no presentan cadenas alimenticias, o factores físicos, químicos o biológicos aislados. Existe una interacción entre ellos, por lo que impactos directos sobre uno de los hábitat podrían ocasionar impactos indirectos sobre los demás. La Figura 39 muestra un diagrama simplificado de la interacción existente entre los hábitat que conforman el ecosistema costero-marino de la región de Pedasí.

Cabe resaltar que en el medio marino, a diferencia del medio terrestre, muchos impactos no son limitados por barreras geográficas, debido a que las corrientes y mareas son capaces de transportar un impacto a lo largo de grandes distancias. Por ejemplo, si se tala una parcela de bosque, se inicia un proceso de erosión. El sedimento es transportado por los ríos al mar, siendo esparcido por las mareas y corrientes a lo largo de la costa, pudiendo ser transportado a grandes distancias. Este sedimento cambia la topografía del área al cubrir fondos rocosos y coralinos, preferidos por algunas especies de pargos y meros, los cuales se ven obligados a emigrar a otras áreas. El fondo es colonizado entonces por especies que habitan los fondos lodosos, atrayendo a peces que se alimentan de estas, cambiando la flora y fauna del fondo. Este sedimento es resuspendido por las marejadas y la pesca de arrastre, siendo transportados a áreas más lejanas. Una vez que un proceso de colonización por especies distintas a las típicas de un área alcanza cierto grado, es muy difícil que se reincorpore el hábitat original.

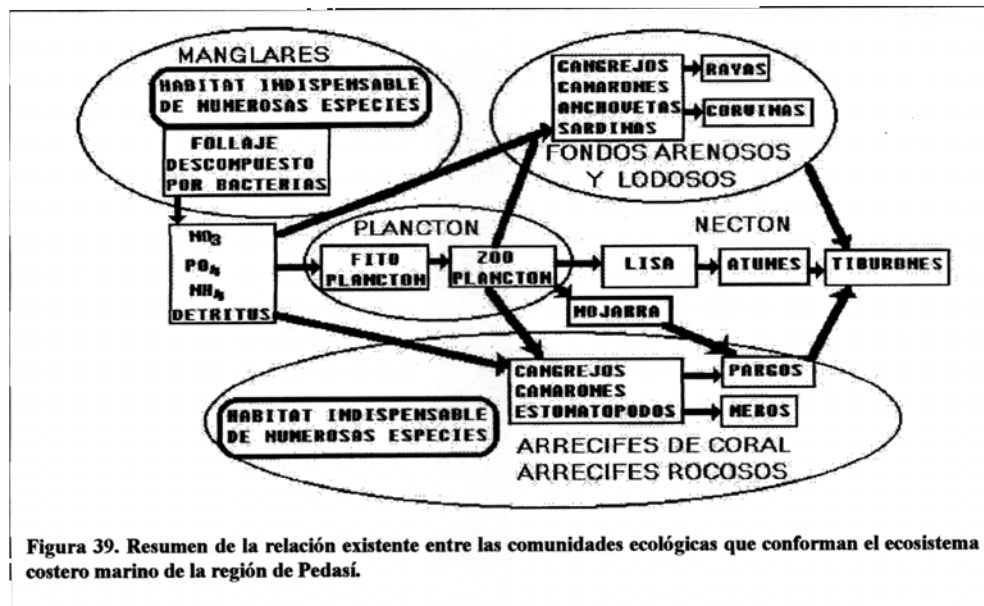


Figura 39. Resumen de la relación existente entre las comunidades ecológicas que conforman el ecosistema costero marino de la región de Pedasí.

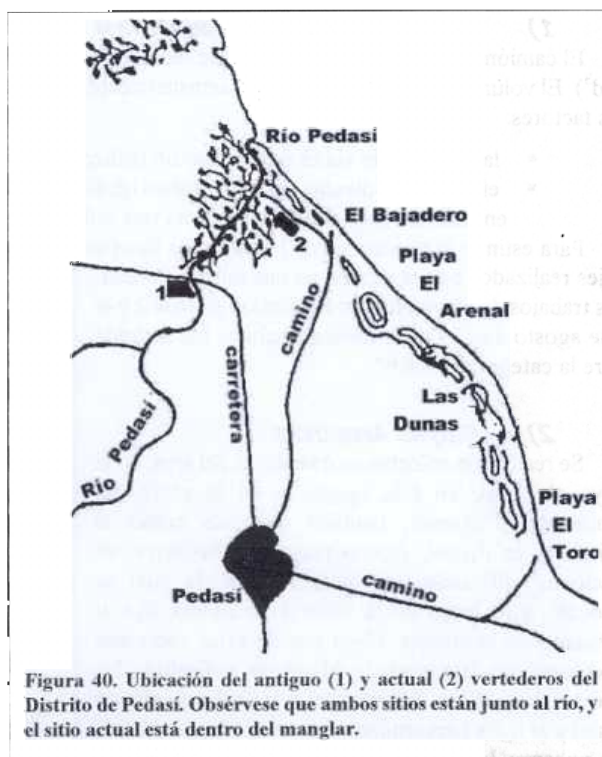
5. LA BASURA EN EL DISTRITO DE PEDASI

Palabras Claves: vertedero, crematorio, organismos patógenos, lixiviados, aguas subterráneas, transepto, biodegradable.

El objetivo de este capítulo es evaluar la cantidad y el tipo de basura generada en la población de Pedasi y acumulada a lo largo de las playas y arrecifes de coral del área.

5.1. Volumen y Clasificación de la Basura del Distrito de Pedasi

a)



La basura fue enterrada en septiembre de 1993 (Foto 34). Con esto se eliminaron los olores y se redujeron en gran proporción los criaderos de organismos patógenos. Sin embargo, a pesar que esta fue una buena medida, la basura se enterró sobre un suelo altamente permeable, por lo que los lixiviados y otros contaminantes siguen teniendo acceso a las aguas subterráneas.

En septiembre de 1994, un derrumbe inhabilitó el camino El Arenal - Vertedero (Figura 40), por lo que actualmente el Distrito de Pedasí no cuenta con un vertedero. Los gastos de rehabilitación son muy altos y es probable que no se rehabilite, por lo menos en un futuro cercano. Esto ha obligado a la población a disponer de la basura de manera desordenada, y al municipio a considerar nuevas opciones, sin haber logrado encontrar un lugar ideal.

b) Metodología

1) Vertedero Municipal de Pedasí

El camión que suministra el servicio de recolección tiene la capacidad de cuatro yardas cúbicas (yrd^3). El volumen de basura depositado semanalmente en el vertedero de Pedasí se estimó en base a dos factores:

- la cantidad de viajes que el camión realiza por semana al vertedero; y,
- el camión se dividió en cuatro partes iguales, evaluándose el volumen total transportado en cuartos; cada cuarto representa una yrd^3 .

Para estimar el porcentaje de los diversos tipos de basura se clasificó un cuarto de tres de los viajes realizados por el camión en una misma semana. Los trabajos de campo fueron realizados entre el 2 y el 6 de agosto de 1993. La basura orgánica fue incluida entre la categoría "varios".

2) Playas Arenosas

Se realizaron colectas en dos playas del área: en la playa el Ciral, en Isla Iguana y en la playa del continente el Arenal, también conocida como el Bajadero, en Pedasí. Ambas playas se dividieron en secciones utilizando una cinta métrica, la cual se extendió a lo largo de la línea de la marea alta al momento de la colecta. Cada una de estas secciones representa un "transepto". Al iniciar y finalizar las colectas, se midió la distancia entre la línea más alta de marea y el agua para estimar el área de playa cubierta. Sin embargo, los desechos encontrados fuera de la línea más alta de marea fueron tan pocos que la cantidad de basura encontrada será analizada en base a metros

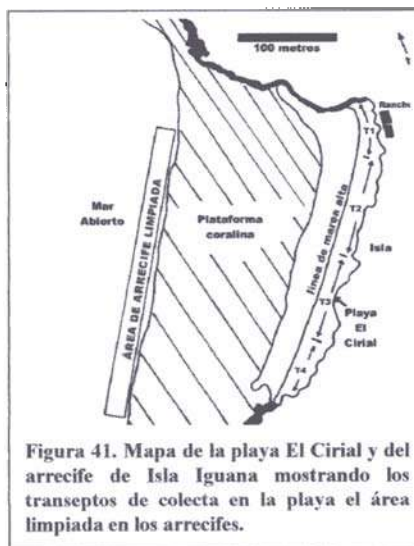


Figura 41. Mapa de la playa El Ciral y del arrecife de Isla Iguana mostrando los transeptos de colecta en la playa el área limpiada en los arrecifes.

lineales de playa en vez de área. Las áreas de playa cubiertas durante las colectas se incluyen solamente para información del lector.

En la playa el Cirial se realizaron tres transeptos de 100 m y uno de 46 m de largo, cubriéndose toda la playa (346 m). Los resultados están basados en el promedio obtenido de tres colectas, una realizada el 18 de septiembre de 1993 (SEP-93), otra realizada el 23 de abril de 1994 (ABR-94), y una última colecta realizada el 1 de octubre de 1994 (OCT-94). En todas las colectas se utilizaron los mismos transeptos (Figura 41). La Tabla 11 lista los datos generales y el esfuerzo realizado durante las colectas en función de horas-hombre.

Además de playas, el 18 de septiembre de 1993 se limpiaron 6,000 m² de arrecifes coralinos (4% del arrecife; Figura 41; Tabla 11). El buceo se realizó durante una marea extremadamente baja (-2.1 pies; -64 cm), por lo que se cubrió únicamente el talud y la base arrecifal. La visibilidad era de unos 20 m y se buceó durante 40 minutos, entre las 10:20 a.m. y las 11:00 a.m., más 25 minutos extra para clasificar los artículos recogidos. A partir de la pared del talud, cuatro buzos nadaron a pulmón paralelos a la pared, manteniendo una distancia aproximada de 5 m entre uno y otro, a lo largo de unos 300 m. Al igual que en las playas, se recogió toda la basura no degradable encontrada, se clasificó y pesó.

Tabla 11. Datos Generales de los cuatro transeptos y el esfuerzo de colecta realizado durante las tres colectas en la playa el Cirial.

	LARGO (m)	ANCHO (m)	AREA (m ²)	CANTIDAD VOLUNTARIOS	TIEMPO (horas)	HORAS- HOMBRE
PLAYA EL CIRIAL (ISLA IGUANA)						
SEP 93	364	47^(a)	16308	33^(b) / 12^(c)	3.3	28.1^(d)
1	100	43	4300	7	1.2	14.0
2	100	45	4500	7	0.8	5.3
3	100	45	4500	7	0.5	3.5
4	64	47	3008	12	0.8	5.3
ABR 94	300	18^(a)	5400	28^(b) / 13^(c)	2.6	24.4^(d)
1	100	100	100	13	1.0	12.6
2	100	18	1800	8	0.8	6.0
3	100	18	1800	7	0.8	5.8
4	0	0	0	0	0	0
OCT 94	364	33^(a)	12012	48^(b) / 15^(c)	1.9	24.5^(d)
1	100	32	23200	15	0.6	9.0
2	100	32	3200	11	0.5	5.5
3	100	33	3300	13	0.5	6.5
4	64	33	2112	9	0.3	2.7
TOTAL	1028	98	31812	109^(b) / 40^(c)	7.7	77
PLAYA EL ARENAL (PEDASI)						
1	100	55	5500	3	1.1	3.3
2	100	79	7900	7	0.8	5.8

	LARGO (m)	ANCHO (m)	AREA (m ²)	CANTIDAD VOLUNTARIOS	TIEMPO (horas)	HORAS- HOMBRE
PLAYA EL CIRIAL (ISLA IGUANA)						
SEP 93	364	47 ^(a)	16308	33 ^(b) / 12 ^(c)	3.3	28.1 ^(d)
1	100	43	4300	7	1.2	14.0
2	100	45	4500	7	0.8	5.3
3	100	45	4500	7	0.5	3.5
4	64	47	3008	12	0.8	5.3
3	100	79	7900	7	0.4	2.9
TOTAL	300	71^(a)	21300	17^(b) / 7^(c)	2.3	12.0^(d)
TOTAL DE PLAYAS	1328	169	55820	126^(b) / 47^(c)	10	89.0
ARRECIFES DE CORAL DE ISLA IGUANA						
1	300	20	6000	4 ^(b) / 4 ^(c)	1.1	4.3

LEYENDA:

(a) Promedio del Ancho; (b) Sumatoria de Voluntarios; (c) Cantidad Real de Voluntarios; (d) Sumatoria de las horas-hombre por transepto.

La primera colecta se realizó entre las 12:30 p.m. y las 3:35 p.m. La marea baja fue a las 11:10 a.m., con una altitud de -64 cm (-2.1 pies) y la alta a las 05:20 p.m., con una altitud de 555 cm (18.2 pies). El transepto 4 (T-4) fue realizado por 7 voluntarios entre las 12:30 p.m. y la 1:40 p.m., en un tiempo total de 70 minutos (1.2 horas) y empleándose 14.0 horas/hombre. El transepto 3 (T-3) fue realizado por 7 voluntarios entre la 1:55 p.m. y las 2:40 p.m., en un tiempo de 45 minutos (0.8 horas) y empleándose 5.3 horas-hombre. El transepto 2 (T-2) fue realizado por 7 voluntarios entre las 2:50 p.m. y las 3:20 p.m., en un tiempo de 30 minutos (0.5 horas) y empleándose 3.5 horas-hombre. El transepto 1 (T-1) fue realizado por 12 voluntarios entre las 2:10 p.m. y las 3:55 p.m., en un tiempo de 45 minutos (0.8 horas) y empleándose 5.3 horas-hombre. En total participaron 12 voluntarios, pero la sumatoria de voluntarios al considerar los cuatro transeptos resulta en 33 voluntarios que aportaron 28.1 horas-hombre. Se estima que se recorrieron 364 m lineales y se cubrió un área de playa de 17,108 m².

La gran cantidad de tiempo empleado durante la primera colecta se debe a que durante este transepto se analizó y se realizaron cambios en la metodología de colecta.

La segunda colecta se realizó entre las 2:20 p.m. y las 4:05 p.m. La primera marea baja del día fue a las 7:26 a.m., con una altitud de 430 cm (1.6 pies); la marea alta fue a la 1:34 p.m., con una altitud de 466 cm (15.3); la segunda marea baja fue a las 8:02 p.m., con una altitud de 18 cm (0.6 pies). El transepto 1 fue realizado por 13 voluntarios entre las 2:20 p.m. y las 3:18 p.m., en un tiempo de 58 minutos (1.0 horas) y empleándose 12.6 horas-hombre. El transepto 2 fue realizado por 8 voluntarios entre las 2:55 p.m. y las 3:40 p.m., en un tiempo de 45 minutos (0.8 horas) y empleándose 6.0 horas-hombre. El transepto 3 fue realizado por 7 voluntarios entre las 3:15 p.m. y las 4:05 p.m., en un tiempo de 50 minutos (0.8 horas) y empleándose 5.8 horas-hombre. El transepto 4 no pudo

realizarse debido a que un miembro del equipo sufrió un desmayo y se decidió detener los trabajos en caso de tener que regresar a Pedasí. Por tal motivo, el promedio del total de las tres colectas está basado únicamente en los resultados del promedio de los transeptos 2, 3 y 4. Se estima que se recorrieron 300 m lineales y se cubrió un área de playa de 5,400 m².

Durante la tercera colecta, la primera marea baja del día fue a las 6:17 a.m., con una altitud de 134 cm (4.4 pies); la marea alta fue a las 12:27 p.m., con una altitud de 399 cm (13.1); la segunda marea baja fue a las 6:43 p.m., con una altitud de 113 cm (3.7 pies). El transepto 1 fue realizado por 15 voluntarios entre las 9:40 a.m. y las 10:18 a.m., en un tiempo total de 38 minutos (0.6 horas) y empleándose 9.5 horas-hombre. El transepto 2 fue realizado por 11 voluntarios entre las 9:18 a.m. y las 10:50 a.m., en un tiempo de 32 minutos (0.5 horas) y empleándose 5.9 horas-hombre. El transepto 3 fue realizado por 13 voluntarios entre las 10:20 a.m. y las 10:48 a.m., en un tiempo de 28 minutos (0.5 horas) y empleándose 6.1 horas/hombre. El transepto 4 fue realizado por 9 voluntarios entre las 10:20 a.m. y las 10:40 a.m., en un tiempo de 20 minutos (0.3 horas) y empleándose 3.0 horas-hombre. En total, participaron 17 voluntarios, los cuales iniciaron la colecta a las 9:18 y terminaron a las 10:48, en un tiempo total de 90 minutos, aportando 77 horas-hombre de trabajo voluntario, cubriéndose una distancia lineal de 364 m y un área aproximada de playa de 12,012 m².

En la playa el Arenal se realizaron tres transeptos de 100 m cada uno el 19 de septiembre de 1994 (Figura 42). Esta fue la única colecta realizada en este sitio. Durante esta colecta, la marea baja fue a las 11:54 a.m., con 55 cm (-1.8 pies) y la marea alta fue a las 06:09 p.m. con 553 cm (17.8 pies). La Tabla 11 lista los datos generales y el esfuerzo realizado durante las colectas en función de horas-hombre. El transepto 1 fue realizado por 3 voluntarios entre las 10:45 p.m. y las 11:50 p.m., en un tiempo total de 65 minutos (1.1 horas) y empleando 3.3 horas-hombre. El transepto 2 fue realizado por 7 voluntarios entre las 12:00 p.m. y las 12:50 p.m., en un tiempo de 50 minutos y empleando 5.8 horas-hombre. El transepto 3 fue realizado por 7 voluntarios entre las 1:10 p.m. y las 1:35 p.m., en un tiempo de 15 minutos y empleándose 2.9 horas-hombre. Al iniciar el primer transepto, la distancia entre la línea de marea más alta y el agua era de 55 m, mientras

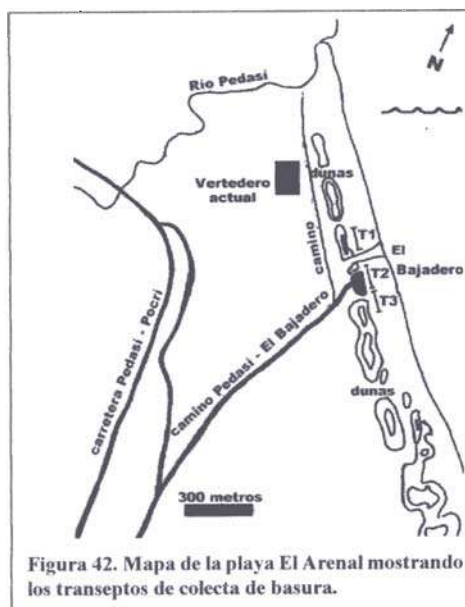


Figura 42. Mapa de la playa El Arenal mostrando los transeptos de colecta de basura.

que al terminar la colecta, dicha distancia era de 75 m; por lo tanto, considerando un ancho promedio de 71 m, se puede afirmar que se recorrieron 300 m lineales y se cubrió un área aproximada de playa de 21,300 m².

Durante las tres colectas en la playa el Cirial y la colecta de la playa el Arenal se limpiaron unos 1,328 m lineales de playas, cubriéndose un área de playa aproximada de 55,820 m²; de los cuales, unos 1,028 m lineales (77.4%) y 34,520 m² (61.8%) corresponden a la misma playa (el Cirial) durante diversas épocas del año.

Se recogió todo el material no degradable encontrado. Al terminar cada transepto, la basura fue clasificada por tipo de material (plástico, foam, papel, vidrio, caucho, metal, madera y varios; Fotos 35, 36, 37 y 38) en base a la clasificación establecida por el Centro de Conservación Marina (Center for Marine Conservation: CMC) de Washington, modificándose la hoja de datos de acuerdo a las necesidades de Panamá. Las Figura 43 muestra la hoja de datos utilizada. Cabe resaltar que se recogió únicamente madera procesada por el hombre. La playa estaba llena de troncos y ramas a la deriva que han sido arrastrados por los ríos hasta el mar.

The form is titled "FORMULARIO DE DATOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA BASURA EN PLAYAS" and includes the "PRO MAR" logo. It is divided into two main sections: "FUENTES DE BASURA" (Sources of Waste) and "ANIMALES MUERTOS O HERIDOS POR BASURA" (Dead or Injured Animals from Waste). The "FUENTES DE BASURA" section includes a grid for recording data from different sources. The "ANIMALES MUERTOS O HERIDOS POR BASURA" section includes a grid for recording data on dead or injured animals. The form also includes a "TOTAL" section at the bottom right. The form is associated with the "PRO MAR" logo and the text "Desarrollado por el Centro de Conservación Marina, Wash. D.C."

Figura 43. Hoja de datos utilizada para la clasificación de la basura (caras 1 y 2).

Debido a no disponer de una pesa durante todas las colectas, no se pudo pesar la basura recogida en todas las colectas ni en todas las playas. Por tal motivo, los porcentajes y el análisis presentados están basados en la cantidad de objetos o fragmentos recogidos. Sin embargo, para futuros estudios, recomendamos basar los porcentajes en el peso de la basura seca.

3) **Maricación de Basura**

Durante tres meses se colectaron contenedores plásticos de aceite fuera de borda y aceite de cocinar en buenas condiciones y con tapadera para soltarlos en los vertederos de Aguadulce, Las Tablas y Pedasí, y en las playas El Cirial, en Isla Iguana, y El Arenal (El Bajadero), en Pedasí.

Utilizando cinta rosada de plástico biodegradable, se marcaron los contenedores. Utilizando un marcador a prueba de agua, cada contenedor se enumeró, anotándose además el código del nombre de la playa o el vertedero, la fecha en que se liberó y el teléfono al cual comunicar el sitio y fecha en que se encontró el envase.

En cada vertedero, los contenedores fueron esparcidos por los márgenes marinos del vertedero, de manera random, sin distinción de número ni localización.

Los contenedores fueron distribuidos de la siguiente forma:

Tabla 12. Basura marcada en las playas El Bajadero, El Cirial, y los vertederos de Aguadulce, Las Tablas y Pedasí.

SITIO	CÓDIGO	FECHA EN QUE SE SOLTÓ	CANTIDAD
Isla Iguana	II	18 de septiembre de 1993	17
El Bajadero (El Arenal)	EA	19 de septiembre de 1993	25
Vertedero de Aguadulce	AG	30 de septiembre de 1993	1,500
Vertedero de Las Tablas	LT	28 de septiembre de 1993	1,500
Vertedero Pedasí	PE	26 de septiembre de 1993	1,500

Los objetivos de este sencillo experimento son:

- 1) Analizar el patrón de corrientes que se mueven paralelas a la costa y que son responsables del desplazo de la basura a lo largo de esta.
- 2) Evaluar la distancia a la que los desechos que flotan pueden ser transportados a lo largo de la costa o en mar abierto.

Si alguien encuentra alguno de estos envases favor comunicar al Municipio de Pedasí, al tel. 95-2154, el sitio donde se encontró, la fecha en que se encontró y el número del envase.

c) Resultados y Discusión

1) Vertedero Municipal del Distrito de Pedasí

El camión realiza cuatro viajes semanales al vertedero, los cuales se desglosan de la siguiente forma (Tabla 13):

Tabla 13. Volumen de basura depositado en el actual vertedero de Pedasí por Corregimiento.

CORREGIMIENTO	VOLUMEN PROMEDIO		VOLUMEN MINIMO		VOLUMEN MAXIMO	
	Yrd ³	m ³	Yrd ³	m ³	Yrd ³	m ³
Purio y Mariabé	3	2.3	2	1.5	4	3.1
Los Asientos	3	2.3	2	1.5	4	3.1
Pedasí	8	6.1	8	6.1	8	6.1
TOTAL	14	10.7	12	9.1	16	12.3

Un viaje para transportar la basura proveniente de los corregimientos de Purio y Mariabé, con un promedio de 3 yrd³/semana (2.3 m³/semana), un mínimo de 2 yrd³/semana (1.5 m³/semana) y un máximo de 4 yrd³/semana (3.1 m³/semana).

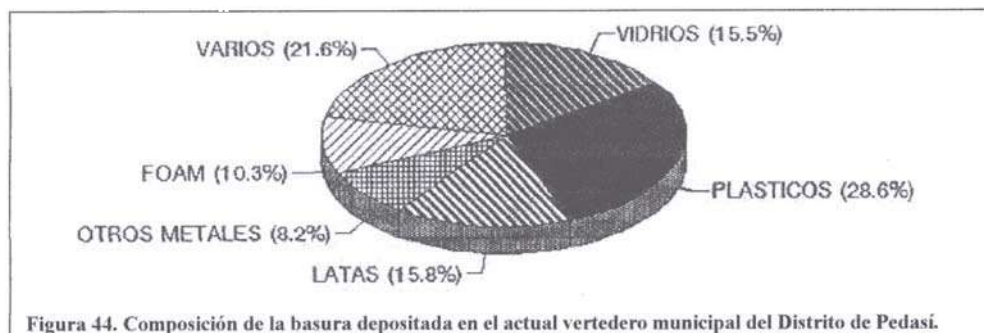
- Un viaje para transportar la basura proveniente del corregimiento de Los Asientos, con un promedio de 3 yrd³/semana (3.1 m³/semana), un mínimo de 2 yrd³/semana (1.5 m³/semana) y un máximo de 4 yrd³/semana (3.1 m³/semana).

Dos viajes para transportar la basura proveniente del corregimiento de Pedasí, con un promedio de 8 yrd³/semana (6.1 m³/semana), con un máximo y un mínimo de 8 yrd³/semana (6.1 m³/semana).

En el distrito de Pedasí se están produciendo un total promedio de 14 yrd³ (10.7 m³) de basura por semana, o sea, 728 yrd³ (556.6 m³) de basura doméstica al año. Considerando que la población del Distrito de Pedasí se estima en 3,248 habitantes, podemos afirmar que cada habitante del distrito está produciendo unas 0.22 yrd³ (0.17 m³) de basura al año. Estos son considerados volúmenes pequeños y fáciles de manejar mediante un adecuado programa. Sin embargo, el tipo de basura constituye la parte medular del problema.

Los plásticos constituyen el mayor porcentaje (28.60%) de la basura depositada en el actual vertedero de Pedasí. Productos varios (orgánicos, telas, madera, papel, etc.) constituyen el 18.49%; las latas constituyen el 15.78%, el vidrio el 15.56%, el foam el 10.27% y otros metales variados el 11.30% (Figura 44).

No se ha podido cuantificar la cantidad de basura proveniente del vertedero de Pedasí que es arrastrada al mar. Sin embargo, en diversas ocasiones se ha observado basura a lo largo del cauce del



no y su desembocadura, por lo que se puede afirmar que cierta cantidad de basura depositada en el actual vertedero de Pedasí alcanza el mar al ser arrastrada hacia el río durante los fuertes aguaceros de la estación lluviosa.

2) Playa el Cirial, Isla Iguana

Entre las tres colectas se colectaron un total de 3,637 artículos (Tabla 14; Figura 45), encontrándose 3.54 artículos por metro lineal de playa (AMP). El plástico fue el material más común (2261= 62.2%; 2.20 AMP) y diverso (39 tipos de artículos). Los artículos plásticos más comunes fueron los fragmentos de menos de 2' (631= 17.3%; 0.61 AMP); las tapas de bebidas (394= 10.8%; 0.38 AMP); las botellas varias (245= 6.7%; 0.24 AMP); los fragmentos de más de 2' (189= 5.2%; 0.18 AMP); las botellas de aceite/lubricante (140= 3.8%; 0.14 AMP); las botellas de aceite de cocinar (132= 3.6%; 0.13 AMP). Se colectaron otros artículos en menor cantidad, los cuales están listados en la Tabla 14.

El segundo material más abundante fue el foam (481= 13.2%; 0.47 AMP). Los artículos de foam más comunes fueron los fragmentos (449= 12.3%; 0.44 AMP); los platos y vasos (19= 0.5%; 0.02 AMP). Además, en cantidades inferiores, se colectaron boyas, bandejas de carne, envases de comida, tapadera de nevera y material de empaque (Tabla 14).

El vidrio fue el tercer material más abundante (463= 12.7%; 0.45 AMP). Los artículos de vidrio más comunes fueron los fragmentos (279= 7.7%; 0.27 AMP) y los fragmentos (181= 5.0%; 0.18 AMP); y bombillas de luz (3= 0.1%; 0.006 AMP).

El cuarto material más abundante fue el metal (242= 6.7%; 0.24 AMP). Los artículos más comunes fueron las latas de cerveza (170= 4.7%; 0.17 AMP); las latas de soda (30= 0.8%; 0.03 AMP); y las latas varias (10= 0.3%; 0.01 AMP). La Tabla 14 lista otros artículos de metal encontrados en menores proporciones.

El quinto material más abundante fueron las prendas de vestir (114= 3.1%; 0.11 AMP). Los artículos más abundantes fueron las chanquetas (82= 2.3; 0.08 AMP); y las zapatillas (31= 0.9%; 0.03 AMP). Además, se colectaron en menor cantidad fragmentos de tela (Tabla 14).

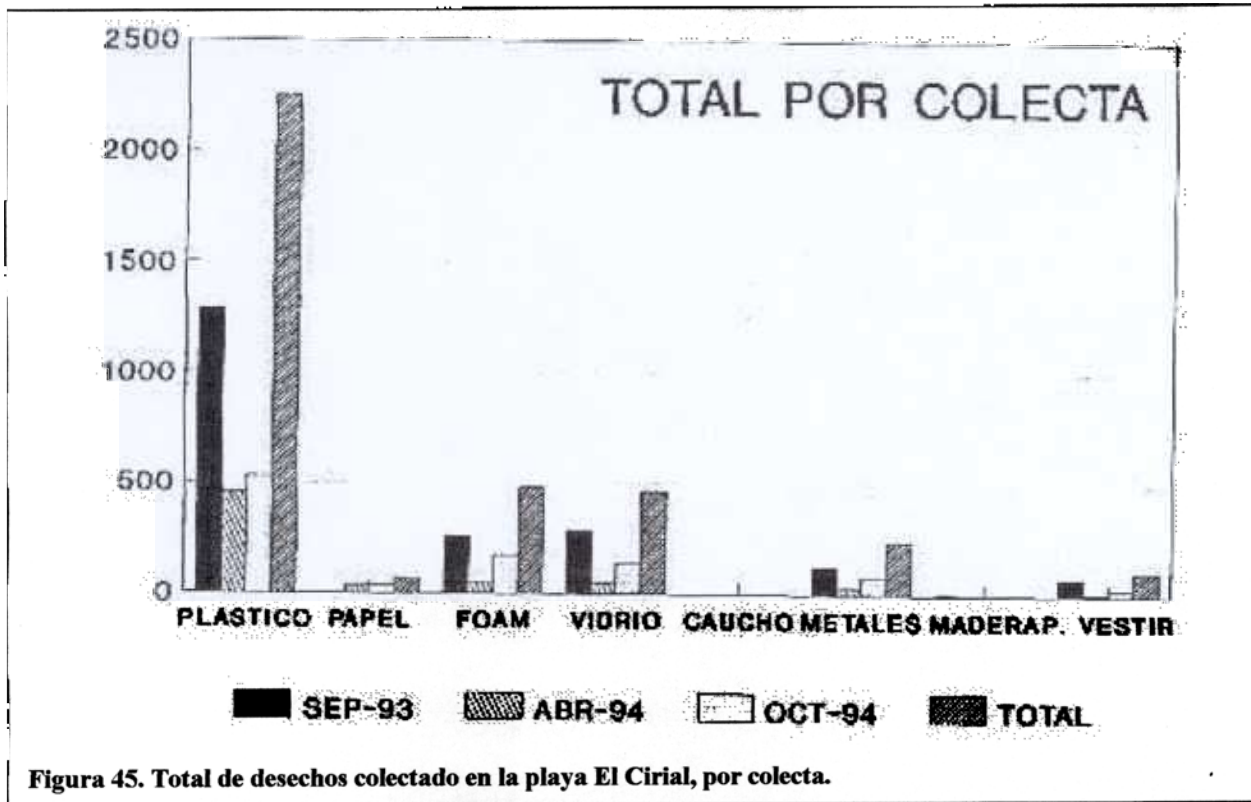


Figura 45. Total de desechos colectado en la playa El Cirial, por colecta.

El sexto material más abundante fue el papel (65= 1.8%; 0.06 AMP). Los artículos más comunes fueron los fragmentos (31= 0.9%; 0.03 AMP); y las cajas de bebida (13= 0.4%; 0.01 AMP). Además, se colectaron en menor cantidad cajas de cigarrillos, cajas de cartón y cartón variado (Tabla 14).

Finalmente, se recogieron 6 artículos de caucho, incluyendo una llanta y 5 fragmentos; y 5 fragmentos de madera procesada por el hombre.

El análisis basado en el peso produce resultados diferentes. En dos colectas (SEP-93 y OCT-94) se colectaron un total 375.5 lb de desechos sólidos; de las cuales, 193 (51.4%) eran plástico, 101 lb (26.9%) eran vidrio, 34 lb (9.1%) eran metales, 23.0 lb (6.1%) foam, 12 lb (3.2%) caucho, 11 lb (2.9%) prendas de vestir, 1 lb (0.3%) papel y 0.5 lb (0.1%) madera (Tabla 14). A continuación, se presenta un análisis por colecta.

Tabla 14. Cantidad de basura colectada en la playa el Cirial durante las tres colectas por peso.

MATERIAL	SEP-93		ABR-94		OCT-94		TOTAL	
	PESO (lb)	%	PESO (lb)	%	PESO (lb)	%	PESO (lb)	%
PLASTICO	152.0	66.7	ND	ND	41.0	27.8	193.0	51.4

MATERIAL	SEP-93		ABR-94		OCT-94		TOTAL	
	PESO (lb)	%	PESO (lb)	%	PESO (lb)	%	PESO (lb)	%
PAPEL	0.5	0.2	ND	ND	0.5	0.3	1.0	0.3
FOAM	14.0	6.1	ND	ND	9.0	6.1	23.0	6.1
VIDRIO	50.0	21.9	ND	ND	51.0	34.5	101.0	26.9
CAUCHO	0.0	0.0	ND	ND	12.0	8.1	12.0	3.2
METALES	8.0	3.6	ND	ND	26.0	17.6	34.0	9.1
MADERA	0.5	0.2	ND	ND	0.0	0.0	0.5	0.1
PRENDAS DE VESTIR	3.0	1.3	ND	ND	8.0	5.4	11.0	2.9
TOTAL	228.0		ND	ND	147.5		375.5	

i Colecta SEP-93

En SEP-93 se colectaron 2,025 artículos (Tabla 14), encontrándose 5.85 ATM. Esta fue la colecta más grande de todas. El plástico fue el material más común (1,282= 63.3%) y diverso (30 tipos de artículos), encontrándose 3.70 artículos por metro lineal de playa (AMP) y concentrándose uniformemente a lo largo de la playa, pero mayormente a lo largo de T-3 (553 artículos, Figuras 41 y 46). Los artículos plásticos más comunes fueron los fragmentos de menos de 2' (478= 23.6%; 1.38 AMP), concentrados en T-3 y T-2 (227 y 128 artículos, respectivamente); las tapas de bebidas (238= 11.8%; 0.69 AMP); los fragmentos de más de 2' (140= 6.9%; 0.40 AMP), concentrados en T-3 y T-4; envases varios (96= 4.7%; 0.28 AMP), concentrados uniformemente a lo largo de toda la playa, excepto por T-1; envases de aceite de cocinar (68= 3.4%; 0.20 AMP); envases de aceite fuera de borda (64= 3.2%; 0.19 AMP); envases de detergente limpiador (63= 3.1%; 0.18 AMP); y bolsas de comida (25= 1.2%; 0.04 AMP), concentradas en T-1 y T-3. Las tapas de bebidas, los envases de aceite de cocinar, de aceite fuera de borda y de detergente y limpiadores estaba distribuidos uniformemente a lo largo de toda la playa.

El segundo material más común fue el vidrio (277= 13.7%; 0.80 AMP). Los únicos artículos de vidrio encontrados fueron los fragmentos (229= 11.3%; 0.66 AMP) y las botellas (48= 2.4%; 0.14 AMP). Cabe resaltar que la mayoría de los fragmentos, al igual que las botellas, eran de botellas de licor o refrescos (sodas); todos los fragmentos se encontraron a lo largo de T-1 (frente a los ranchos), mientras que la mayor parte de botellas fueron recogidas entre T-1 y T-2 (Figuras 41 y 46), que son los más frecuentados por los turistas. Considerando que el vidrio no flota, es casi seguro que estas hayan sido arrojadas a la playa por los turistas que visitan la isla.

El tercer material más abundante fue el foam (258= 12.7%; 0.75 AMP). Todos los artículos de foam recogidos eran fragmentos, concentrándose en mayor cantidad en la sección central de la playa (T-2 y T-3, Figuras 41 y 46).

El cuarto material más abundante fue el metal (127= 6.3%; 0.37 AMP). Los artículos más comunes fueron las latas de cerveza (107= 5.3%; 0.31 AMP), las lengüetas que tapan las latas de cerveza y refrescos y las latas varias se encontraron en igual proporción (7= 0.3%; 0.02 AMP), y las latas de refrescos (5= 0.2%; 0.01 AMP). La mayor parte de todas estas se encontraban en la zona más frecuentada por los turistas (T-1 y T-2), por lo que estas también deben haber sido arrojadas a la playa por los turistas que visitan la isla.

El quinto material más abundante fueron las prendas de vestir (76= 3.8%; 0.22 AMP), las cuales estaban distribuidas uniformemente a lo largo de la playa. Los artículos más comunes fueron las chanquetas (64= 3.2%; 0.19 AMP) y las zapatillas (11= 0.5%; 0.03 AMP).

Finalmente, se recogieron 4 fragmentos de madera en T-3 y T-4, y un solo fragmento de papel en T-4. No se encontraron artículos de caucho durante SEP-93.

ii Colecta ABR-94

En ABR-94 se colectaron 621 artículos (Tabla 14, Figuras 45 y 46), encontrándose 2.07 ATM. Esta fue la colecta más pequeña de todas. Nuevamente, el plástico fue el material más común (451= 72.6%; 1.50 AMP) y diverso (24 tipos de artículos), concentrándose mayormente a lo largo de T-3 (323 artículos; Figura 41).

Los artículos plásticos más comunes fueron las botellas varias (108= 17.4%; 0.36 AMP), concentradas en T-3 (92); los fragmentos de menos de 2' (71= 11.4%; 0.24 AMP); los envases de aceite

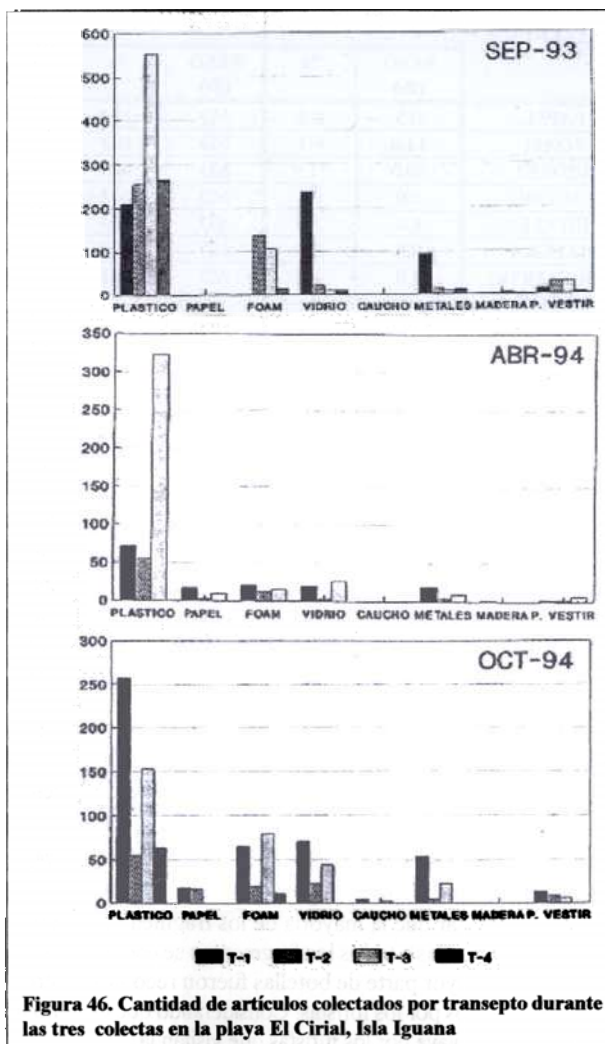


Figura 46. Cantidad de artículos colectados por transecto durante las tres colectas en la playa El Ciriál, Isla Iguana

fuera de borda (64= 10.1%; 0.21 AMP); los envases de aceite de cocinar (52= 8.4%; 0.17 AMP); las tapas de bebidas (46= 7.4%; 0.15 AMP); y las botellas de detergente y limpiadores (26= 4.2%; 0.09 AMP). Todos estos artículos se concentraron mayormente en T-3, excepto por las tapas de bebidas, las cuales se concentraron mayormente en T-1. Se colectaron otros diversos artículos plásticos en menor cantidad, listados en la Tabla 14.

El vidrio y el foam fueron encontrados en igual proporción (48= 6.6%; 0.16 AMP). El vidrio se concentró mayormente en T-1 y T-3 (19 y 26 artículos, respectivamente), mientras que el foam estaba esparcido uniformemente a lo largo de toda la playa. Al igual que OCT-93, los artículos de vidrio más comunes fueron las botellas (35= 5.6%; 0.12 AMP) y los fragmentos (12= 1.9%; 0.04 AMP), más una bombilla de luz colectada en T-3. Nuevamente, la mayoría de los fragmentos eran de botellas de licor o refrescos (sodas), al igual que las botellas y se encontraron mayormente a lo largo de T-1 (frente a los ranchos), mientras que la mayor parte de las botellas fueron recogidas en T-3 (Figuras 41 y 46), el más frecuentado por los turistas. Considerando que el vidrio no flota, es casi seguro que estas hayan sido arrojadas a la playa por los turistas que visitan la isla.

Por su parte, los artículos de foam más comunes fueron los fragmentos (42= 6.8%; 0.14 AMP), esparcidos uniformemente a lo largo de toda la playa. Además, se colectaron envases de comida, platos y vasos, pero en cantidades ínfimas (Tabla 14).

El cuarto material más abundante fue el metal (33= 5.3%; 0.11 AMP). Los artículos más comunes fueron las latas de soda (20= 3.2%; 0.07 AMP), distribuidas uniformemente a lo largo de toda la playa; y los fragmentos (6= 1.0%; 0.02 AMP), concentrados en T-1. La Tabla 14 lista otros artículos de metal encontrados en menores proporciones.

El quinto material más abundante fue el papel (30= 4.8%; 0.10 AMP), el cual se concentró en T-1 y T-3. Los artículos más comunes fueron los fragmentos (17= 2.7%; 0.06 AMP), esparcidos uniformemente a lo largo de toda la playa; las cajas de cartón (8= 1.3%; 0.03 AMP), concentradas en T-1 y T-3; y las cajas de cigarrillos (5= 0.8%; 0.02 AMP), todas ellas colectadas en T-1.

El sexto material más abundante fueron las prendas de vestir (10= 1.6%; 0.03 AMP), concentradas en T-3. Los artículos más importantes fueron las chancletas (8= 1.3; 0.02 AMP), concentradas en T-3.

Finalmente, se recogió 1 fragmento de madera en T-1. No se encontraron artículos de caucho durante ABR-94.

No se disponen de datos sobre el peso de basura colectada debido a que no se contaba con una balanza durante la colecta.

iii Colecta OCT-94

En OCT-94 se colectaron 991 artículos (Tabla 14, Figuras 41 y 46), encontrándose 2.86 ATM. Nuevamente, el plástico fue el material más común (528= 53.3%; 1.53 AMP) y diverso (27 tipos de artículos), concentrado mayormente a lo largo de T-1 (323 artículos; Figura 41). Los artículos plásticos más comunes fueron las tapas de bebidas (110= 11.1%; 0.31 AMP); los fragmentos de menos de 2' y las

bolsas de basura fueron encontradas en igual proporción (82= 8.3%; 0.24 AMP); los fragmentos mayores de 2' (45= 4.5%; 0.13 AMP); las botellas de detergente y limpiadores (41= 4.1%; 0.12 AMP); las bolsas varias (36= 3.6%; 0.10 AMP); los carrizos (17= 1.7%; 0.05 AMP). Todos estos tipos de artículos se concentraron en mayor cantidad en T-1. Se colectaron otros diversos artículos plásticos en menor cantidad, listados en la Tabla 14.

El segundo material más abundante fue el foam (175= 17.7%; 0.51 AMP). Los artículos de foam más comunes fueron los fragmentos (150= 15.1%; 0.43 AMP), concentrados en T-1 y T-3; los platos y vasos (15= 1.5%; 0.04 AMP), concentrados en T-1. Además, se colectaron boyas, bandejas de carne, envases de comida y material de empaque, pero en cantidades ínfimas (Tabla 14).

El vidrio fue el tercer material más abundante (138= 13.9%; 0.40 AMP), concentrando mayormente en T-1. Los artículos de vidrio más comunes fueron las botellas (98= 9.9%; 0.28 AMP) y los fragmentos (38= 3.8%; 0.11 AMP), más 2 bombillas de luz colectadas en T-1 y T-2. Por tercera vez, la mayoría de los fragmentos eran de botellas de licor o refrescos (sodas), al igual que las botellas y se encontraron mayormente a lo largo de T-1 (frente a los ranchos), mientras que la mayor parte de las botellas fueron recogidas en T-1 y T-3 (Figura 41).

El cuarto material más abundante fue el metal (82= 8.3%; 0.24 AMP). Los artículos más comunes fueron las latas de cerveza (63= 6.4%; 0.18 AMP), concentradas en T-1 y T-2; las latas de aerosol (6= 0.6%; 0.02 AMP), concentradas en T-2 y T-3; y las latas de soda (5= 0.5%; 0.01 AMP), concentradas en T-1. La Tabla 14 lista otros artículos de metal encontrados en menores proporciones.

El quinto material más abundante fue el papel (34= 3.4%; 0.10 AMP), el cual se concentró en T-1 y T-2. Los artículos más comunes fueron las cajas de bebidas y los fragmentos, los cuales se encontraron en igual proporción (13= 1.3%; 0.04 AMP), ambos concentrados en T-1; las cajas de cartón (7= 0.7%; 0.02 AMP), todas ellas colectadas en T-1; y 1 caja de cigarrillos en T-1.

El sexto material más abundante fueron las prendas de vestir (28= 2.8%; 0.08 AMP), concentradas en T-1. Los artículos más abundantes fueron las zapatillas (18= 1.8; 0.05 AMP), concentradas en T-1; y las chanquetas (10= 1.0; 0.03 AMP), concentradas en T-2 y T-3.

Finalmente, se recogieron 6 artículos de caucho, incluyendo una llanta en T-3 y 5 fragmentos en T-1 y T-3. No se colectaron artículos de madera durante OCT-94.

iv Promedio del Total

El promedio del total de los artículos colectados muestra que la mayor parte del plástico se concentra a lo largo de T-3 y T-1 (343 y 180, respectivamente; Figura 47). Por su parte, la mayor parte del vidrio, los metales y el papel se encuentran a lo largo de T-1 (109, 56 y 11.7, respectivamente). El foam y las prendas de vestir se concentraron en T-2 y T-3. El caucho y la madera procesada por el hombre se encontraron en muy pequeñas cantidades en T-1 y T-3.

La basura acumulada en la playa el Cerial proviene de dos fuentes:

- 1) La basura a la deriva, proveniente de la costa o de embarcaciones (Foto 36).

2) La basura arrojada a la playa por los turistas que visitan la isla (Foto 37).

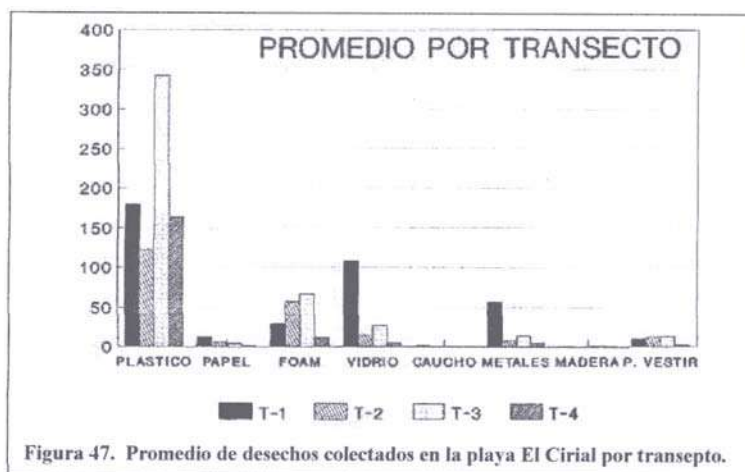


Figura 47. Promedio de desechos colectados en la playa El Cirial por transecto.

La basura proveniente de la costa incluye desperdicios arrojados a ríos y quebradas, los cuales arrastran la basura hasta el mar; desperdicios arrojados en vertederos municipales, los cuales se encuentran en manglares (como es el caso de Pedasí, Foto ?), a orillas de ríos y quebradas, o en lotes adyacentes a las playas;

y la basura arrojada a las playas y la costa por personas que frecuentan las comunidades costero-marinas. Para una descripción del tipo de basura proveniente de estos sitios ver Capítulo 1.

La basura arrojada al mar por embarcaciones pesqueras, mercantiles, turísticas y de placer incluye un sin número de objetos. El Capítulo 1 describe el tipo de basura arrojado al mar por embarcaciones.

El sistema de corrientes del Golfo de Panamá (ver Sección 2.8) transporta gran cantidad de los materiales arrojados al mar hacia Isla Iguana y las playas de Pedasí, por estar estas a lo largo del último tramo de costa del Golfo de Panamá.

Una gran cantidad de los turistas que visitan la isla arrojan la basura al suelo, esparciéndola alrededor de los ranchos y a lo largo de la Playa El Cirial, principalmente en T-1 T-2. Entre los objetos más abundantes se destacan botellas de vidrio de licor y refrescos y aceite de cocinar, telas de todo tipo, tapas de botellas y envases metálicos de comidas enlatadas.

v Playa El Arenal, Pedasí

La distancia entre la línea más alta de marea y el agua era de 55 m al iniciar T-1 y de 79 m al finalizar T-3, cubriéndose un área aproximada de playa de 21,300 m². Al no disponerse de una pesa, no se pudo pesar la basura colectada. Durante esta colecta se recogieron y clasificaron un total de 672 artículos, siendo los más comunes el plástico (313= 46.6%), el foam (249= 37.1%) y el papel (55= 8.2%; Tabla 15). En menor cantidad se encontraron artículos de vidrio (15= 2.2%), caucho (6= 2.0%), metales (29= 4.3%), madera procesada por el hombre (2= 0.3%) y telas y ropa (2= 0.3%).

Tabla 15. Total de basura colectada en la playa el Arenal, Pedasi.

TRANSECTO No. FECHA	1		2		3		TOTALES			
	18/9/9 3	%	18/9/9 3	%	18/9/9 3	%	TOTAL 1	PROM ²	%	P.M.P 3
PLASTICOS	104	51.0	118	34.7	91	71.1	313	104.3	46.6	0.3478
BOLSAS DE BASURA	2	1.0	0	0.0	0	0.0	2	0.7	0.3	0.0022
SACOS DE NYLON	1	0.5	0	0.0	1	0.8	2	0.7	0.3	0.0022
BOTELLAS ACEITE/LUBRICANTE	26	12.7	33	9.7	6	4.7	65	21.7	9.7	0.0722
BOTELLAS ACEITE DE COCINA	13	6.4	6	1.8	6	4.7	25	8.3	3.7	0.0278
BOTELLAS BEBIDAS/SODAS	4	2.0	4	1.2	0	0.0	8	2.7	1.2	0.0089
TAPAS DE BEBIDAS	18	8.8	19	5.6	26	20.3	63	21.0	9.4	0.0700
BOTELLAS DETERGENTE/LIMPIADO R	6	2.9	3	0.9	0	0.0	9	3.0	1.3	0.0100
OTRAS BOTELLAS	10	4.9	11	3.2	4	3.1	25	8.3	3.7	0.0278
LINEA DE PESCAR	0	0.0	1	0.3	0	0.0	1	0.3	0.1	0.0011
SOGAS	2	1.0	4	1.2	2	1.6	8	2.7	1.2	0.0089
BALDES	1	0.5	0	0.0	0	0.0	1	0.3		
JUGUETES	0	0.0	0	0.0	2	1.6	2	0.7	0.3	
CARRIZOS	0	0.0	3	0.9	0	0.0	3	1.0	0.4	0.0033
VASOS/UTENSILIOS	2	1.0	8	2.4	1	0.8	11	3.7	1.6	0.0122
ENVOLTURAS DE CIGARRILLOS	2	1.0	0	0.0	2	1.6	4	1.3	0.6	0.0044
BANDAS DE EMBALAJE	1	0.5	0	0.0	0	0.0	1	0.3	0.1	0.0011
FRAGMENTOS > 2 PIES	5	2.5	0	0.0	0	0.0	5	1.7	0.7	0.0056
FRAGMENTOS < 2 PIES	3	1.5	25	7.4	40	31.3	68	22.7	10.1	0.0756
PELLETS	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0000
CUBETAS DE HIELO	1	0.5	0	0.0	0	0.0	1	0.3	0.1	0.0011
PLUMAS	1	0.5	0	0.0	0	0.0	1	0.3	0.1	0.0011
ROLLOS DE CABELLO	2	1.0	0	0.0	0	0.0	2	0.7	0.3	0.0022
PEINILLAS	0	0.0	1	0.3	0	0.0	1	0.3	0.1	0.0011
COLADERA	2	1.0	0	0.0	0	0.0	2	0.7		
ENVASE DE CREMA	2	1.0	0	0.0	0	0.0	2	0.7	0.3	0.0022
ENVASE PASTA DE DIENTES	0	0.0	0	0.0	1	0.8	1	0.3	0.1	0.0011
PAPEL	13	6.4	31	9.1	11	8.6	55	18.3	8.2	0.0611
CAJAS DE CARTON	11	5.4	0	0.0	0	0.0	11	3.7	1.6	0.0122
CAJAS DE CIGARRILLOS	1	0.5	2	0.6	3	2.3	6	2.0	0.9	0.0067
CAJAS DE BEBIDAS	0	0.0	18	5.3	0	0.0	18	6.0	2.7	0.0200
PLATOS	0	0.0	0	0.0	8	6.3	8	2.7	1.2	0.0089
VASOS	0	0.0	6	1.8	0	0.0	6	2.0	0.9	0.0067
FRAGMENTOS		0.5	5	1.5	0	0.0	6	2.0	0.9	

ANÁLISIS AMBIENTAL DE LA CONTAMINACIÓN POR BASURA EN EL ECOSISTEMA COSTERO-MARINO
Y LAS PESQUERÍAS DE LA REGIÓN DE PEDASÍ (PROV. DE LOS SANTOS)

Capítulo 5. La Basura en el Distrito de Pedasí

TRANSECTO No. FECHA	1		2		3		TOTALES			
	18/9/93	%	18/9/93	%	18/9/93	%	TOTAL ₁	PROM ₂	%	P.M.P. ₃
PLÁSTICO ESPUMA (FOAM)	66	32.4	162	47.6	21	16.4	249	83.0	37.1	0.2767
BANDEJAS DE CARNE	2	1.0	0	0.0	1	0.8	3	1.0	0.4	0.0033
CARTONES DE HUEVOS	1	0.5	1	0.3	1	0.8	3	1.0		
MATERIAL DE EMPAQUE	0	0.0	3	0.9	0	0.0	3	1.0		
PLATOS Y VASOS	2	1.0	2	0.6	1	0.8	5	1.7		
FRAGMENTOS	50	24.5	150	44.1	16	12.5	216			
CHANCLETAS	9	4.4	4	1.2	0	0.0	13	4.3		
ZAPATILLAS	2	1.0	2	0.6	2	1.6	6	2.0	0.9	0.0067
VIDRIO	13	6.4	1	0.3	1	0.8	15	5.0	2.2	0.0167
BOMBILLAS	1	0.5	0	0.0	0	0.0	1	0.3	0.1	0.0011
TUBOS FLUORESCENTES	0	0.0	1	0.3	0	0.0	1	0.3	0.1	0.0011
BOTELLAS/JARRAS	9	4.4	0	0.0	1	0.8	10	3.3		
FRAGMENTOS	3	1.5	0	0.0	0	0.0	3	1.0		
CAUCHOS	3	1.5	2	0.6	1	0.8	6	2.0	0.9	0.0067
LLANTAS	2	1.0	1	0.3	0	0.0	3	1.0	0.4	0.0033
GUANTES	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0.0	0.0000
FRAGMENTOS	1	0.5	1	0.3	0	0.0	2	0.7		
EMPAQUES	0	0.0	0	0.0	1	0.8	1	0.3		
METALES	4	2.0	22	6.5	3	2.3	29	9.7		
ALHAMBRE	0	0.0	1	0.3	0	0.0	1	0.3		
LATAS DE AEROSOL	1	0.5	0	0.0	0	0.0	1	0.3		
LATAS DE SODAS	1	0.5	15	4.4	0	0.0	16	5.3		
LATAS DE CERVEZAS	1	0.5	2	0.6	3	2.3	6	2.0		
LATAS DE COMIDA	0	0.0	2	0.6	0	0.0	2	0.7		
OTRAS LATAS	1	0.5	0	0.0	0	0.0	1	0.3		
REFRIGERADORA	0	0.0	1	0.3	0	0.0	1	0.3		
VARILLAS	0	0.0	1	0.3	0	0.0	1	0.3		
MADERA	0	0.0	2	0.6	0	0.0	2	0.7		
FRAGMENTOS	0	0.0	2	0.6	0	0.0	2	0.7		
PRENDAS DE VESTIR	0	0.0	2	0.6	0	0.0	2	0.7	0.3	0.0022
T-SHIRT	0	0.0	1	0.3	0	0.0	1	0.3	0.1	0.0011
MEDIAS	0	0.0	1	0.3	0	0.0	1	0.3	0.1	0.0011
ARTÍCULOS VARIOS	1	0.5	0	0.0	0	0.0	1	0.3	0.1	0.0011
SOGA	1	0.5	0	0.0	0	0.0	1	0.3	0.1	0.0011
TOTAL	204	100	340	100	128	100	672	224.0	100	0.7467

Leyenda:

- 1- Total de los tres transectos.
- 2 - Promedio de los tres transectos.
- 3 - Cantidad de artículos por metro lineal de playa.

otros (Fotos 38 y 39). La alta presencia de envases plásticos de aceite fuera de borda se debe a que este es el principal puerto pesquero de la costa oriental de la Península de Azuero. Un gran número de pescadores tienen la costumbre de mezclar el aceite y la gasolina en la playa, arrojando el envase a la playa o al mar. Es necesario acostumbrar a los pescadores a mezclar la gasolina en el cuarto frío o en la propia gasolinera.

vi Basura recogida en los arrecifes de coral

La composición de la basura encontrada en los arrecifes de coral fue muy diferente a la depositada en la costa (Figura 48; Tabla 16). Durante esta colecta se recogieron y clasificaron un total de 20 artículos, siendo el material más común encontrado el metal (35.0%); la mayoría de los artículos metálicos encontrados son desechos pesqueros. Latas de bebidas, como cervezas y refrescos también fueron abundantes (10%), pero en menor medida. Artículos varios, como sogas y redes, constituyeron el 25.0% de la basura recogida en los arrecifes, seguido por el caucho (20.0%). Los materiales plásticos se encontraron en cuarto lugar, representando el 15% y los vidrios en último con solamente el 5.0%.

Tabla 16. Total de basura colectada en los arrecifes de coral.

ARTICULOS	TOTAL	%	AMCA ¹
PLASTICOS	3	15.0	0.0005
COMIDA/ENVOLTURAS	1	5.0	0.0000
SACOS DE NYLON	1	5.0	0.0033
CONO PARA CUERDA	1	5.0	0.0000
PAPEL	0	0.0	0.0000
PLASTICO ESPUMA (FOAM)	0	0.0	0.0000
VIDRIO	1	5.0	0.0033
BOTELLAS/JARRAS	1	5.0	0.0000
CAUCHOS	4	20.0	0.0133
EMPAQUES	2	10.0	0.0000
MANGUERA	1	5.0	0.0000
CORREA	1	5.0	0.0067
METALES	7	35.0	0.0233
TAPAS/LENGUETAS	1	5.0	0.0000
OTRAS	2	10.0	0.0000
CUCHILLO DE BUZO	1	5.0	0.0067
CABLE DE BATERIA	1	5.0	0.0000
TUBO GALVANIZADO	1	5.0	0.0033
PLATO DE METAL	1	5.0	0.0033
MADERA	0	0.0	0.0000
TELAS/ROPA	0	0.0	0.0000
ARTICULOS VARIOS	5	25.0	0.0167
SOGA	3	15.0	0.0000

ARTICULOS	TOTAL	%	AMCA ¹
RED	2	10.0	0.0100
TOTAL	20	100	0.0667

Leyenda:

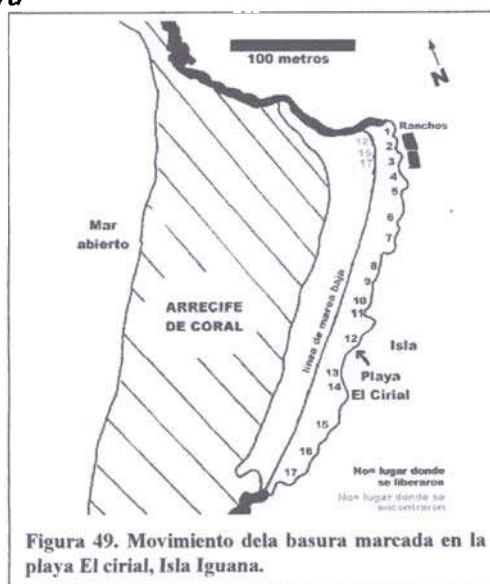
1 - Cantidad de artículos por metro cuadrado de arrecife de coral.

Los resultados obtenidos en los arrecifes de coral indican que en cada metro cuadrado de arrecife se encuentran un promedio de 0.067 artículos, siendo los más abundantes los metales, los cuales se encuentran en concentraciones de 0.032 artículos por metro cuadrado de arrecife (AMCA). Otros tipos de artículos con concentraciones significativas son los artículos varios (0.017 AMCA) y los cauchos (0.013 AMCA).

vii *Marcación de la Basura*

De los 17 contenedores plásticos marcados en la playa el Cirial, al día siguiente únicamente se encontraron 3. Todos ellos acumulados al final del transepto 1. La Figura 49 muestra la ubicación donde se liberaron los envases y la ubicación donde se encontraron al día siguiente. Los resultados de este experimento nos hacen concluir dos teorías:

- 1) el patrón de circulación de la corriente paralela a la costa de la playa el Cirial acumula la basura ligera y flotante al final del transepto 1, o sea, en la sección más al norte de la playa.
- 2) Las mareas y las corrientes paralela y perpendicular a la playa el Cirial introducen y sacan constantemente la basura encontrada a lo largo de la playa.



A pesar que no se han realizado estudios detallados sobre los patrones de circulación del agua a lo largo de la playa el Cirial y en los arrecifes de coral, estas teorías son confirmadas por observaciones realizadas al bucear en diversos puntos del arrecife. La intensidad y dirección de las corrientes varían dependiendo de la marea; sin embargo, en términos generales, podríamos afirmar que dentro de la laguna se observa un patrón general de circulación del sur hacia el noroeste; mientras

que al bucear en la sección más norteña del talud se observa una fuerte corriente que sale de la laguna, principalmente cuando la marea está alcanzando su punto más alto.

Los contenedores soltados en la Playa El Bajadero no fueron recuperados. El patrón de corrientes en esta zona, según las publicaciones existentes, es de norte a sur, hasta llegar a Punta Mala. Esto es confirmado por observaciones realizadas durante los buceos realizados en diversos puntos a lo largo de la costa de Pedasí. Por lo tanto, es muy probable que todos los contenedores marcados salieron del Golfo de Panamá.

De los 4,500 contenedores soltados en los vertederos, solamente se recuperaron cinco al momento de redactar este informe; dos en Isla Iguana, provenientes de los vertederos de Aguadulce y Las Tablas, y tres en la Punta El Toro, provenientes de los vertederos de Las Tablas y Pedasí (Tabla 17 y Figura 50).

Tabla 17. Sitio y fecha de recuperación de los contenedores marcados y liberados en los vertederos de Aguadulce, Las Tablas y Pedasí.

CÓDIGO	SITIO LIBERACIÓN	FECHA DE LIBERACIÓN	SITIO DE RECUPERACIÓN	FECHA DE RECUPERACIÓN	RECUPERADO POR:
AG 0117	Vertedero de Aguadulce	Sep 93	Litoral rocoso de la vertiente noroeste de Isla Iguana	18 Oct 95	E. Moscoso
LT0882	Vertedero de Las Tablas	Sep 93	Playa El Cerial (Isla Iguana)	23 Nov 95	M. Díaz
PE0431	Vertedero de Pedasí	Sep 93	Punta El Toro, Pedasí	14 Nov 95	E. Moscoso
PE1259	Vertedero de Pedasí	Sep 93	Punta El Toro, Pedasí	14 Nov 95	E. Moscoso
LT0981	Vertedero de Las Tablas	Sep 93	Punta El Toro, Pedasí	14 Nov 95	E. Moscoso

A pesar de haberse recuperado tan pocos contenedores, el experimento comprobó que la basura arrojada a estos vertederos es arrastrada por las corrientes del Golfo de Panamá, y parte de esta es esparcida a lo largo de las playas de Pedasí, mientras que el resto abandona el Golfo hacia el mar abierto. De igual forma se debe comportar toda la basura arrojada a otros vertederos a orillas de ríos, manglares y playas, y toda la basura arrojada a las calles de nuestras ciudades y poblaciones, que al ser tragadas por las alcantarillas, es vertida a los ríos, que a su vez la vierten al mar. Por lo tanto, toda la basura proveniente de sitios muy distantes, incluyendo la ciudad de Panamá e incluso el Darién contamina las playas de Azuero y otras playas a muy largas distancias. Esto es confirmado por el hecho que todos los contenedores fueron recuperados durante el pico de la estación lluviosa de 1995, dos años después de haber liberado los contenedores en los vertederos, cuando se registraron fuertes precipitaciones.

Estos resultados indican que el problema de la basura en el área de Pedasí tiene dos componentes importantes que requieren ser resueltos. El primero es la basura arrojada por visitantes a las playas e Isla Iguana, que debe ser regulado y tratado a nivel local, por las autoridades municipales; y un segundo componente, consistente en la basura arrojada por las corrientes desde largas distancias, que representa un serio problema regional, acumulativo, que deberá ser abordado a nivel nacional.

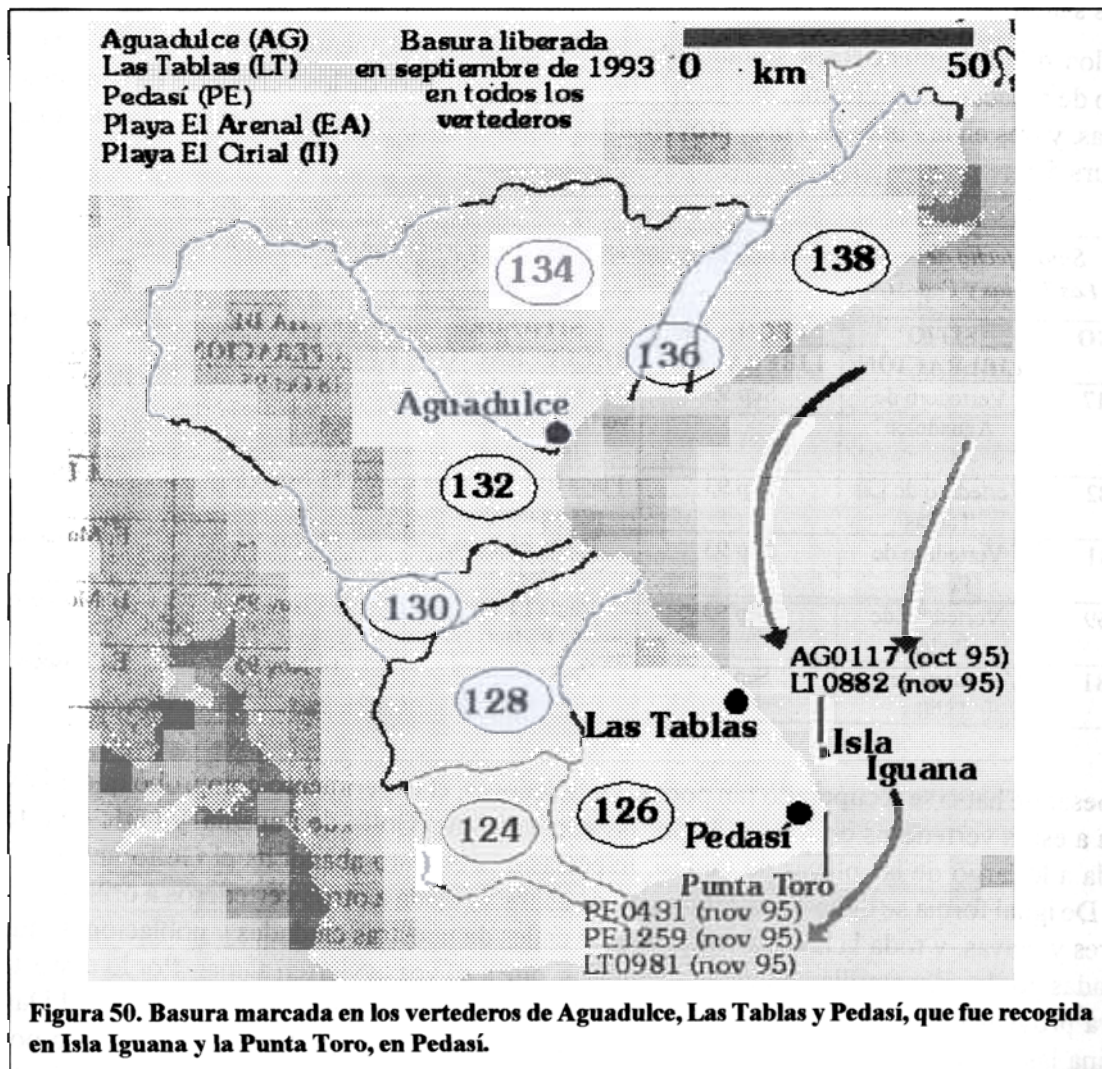


Figura 50. Basura marcada en los vertederos de Aguadulce, Las Tablas y Pedasí, que fue recogida en Isla Iguana y la Punta Toro, en Pedasí.

6. IMPACTO AMBIENTAL

Palabras Clave: *ecosistema, hábitat, biodegradación, patógeno, material persistente, foam, plancton, cadena trófica, osmosis, desechos peligrosos, magnificación biológica, efectos acumulativos, carcinógeno, mutógeno.*

El objetivo de este capítulo es describir los posibles impactos ocasionados por los desechos sólidos en el ecosistema costero-marino, las pesquerías y el turismo en la región de Pedasí.

El análisis de los impactos está basado en observaciones cualitativas de los autores, en la literatura referente y en ejemplos de casos estudiados en otras regiones. No se realizaron estudios de campo para cuantificar los impactos debido a que no se disponía de fondos para realizarlos. Sin embargo, los ejemplos de problemas en otros sitios descritos en este capítulo son hechos reales en otras partes y pueden aplicarse de manera similar al ecosistema costero-marino o a especies importantes del área de Pedasí, por lo que deben considerarse como posibles, a pesar de no estar cuantificados en este estudio.

Los efectos de la basura en el medio marino son variados, afectando a individuos, poblaciones, ecosistemas e incluso al hombre, las pesquerías y el turismo. Los efectos dependen del tipo y de la cantidad de basura y del período de biodegradación de esta.

Por ejemplo, un pequeño pedazo de plástico es capaz de matar a un pez por estrangulación y obstrucción intestinal. Por otro lado, la acumulación de basura, ya sea del mismo o de diversos tipos, puede alterar la ecología de un hábitat, una comunidad o incluso un ecosistema; por ejemplo, la deposición de desechos municipales en un manglar altera los patrones físicos, químicos y biológicos que rigen dicha comunidad. La basura a la deriva representa una amenaza para embarcaciones, ocasionando daños severos a motores y cascos, lo que, además de ser peligroso, produce altos gastos en reparaciones; además, la acumulación de basura en playas amenaza la salud pública y es detrimento para el turismo. La muerte de peces y otros organismos marinos, el deterioro de hábitat críticos para la subsistencia de una especie de importancia comercial, junto con el daño a embarcaciones, puede considerarse como una interferencia con la pesca, pues estos factores disminuyen la producción pesquera y aumentan los costos de mantenimiento. La Tabla 18 resume los impactos ocasionados por los diversos tipos de desechos colectados en la región de Pedasí. A continuación presentamos una discusión detallada de dicha tabla.

ANÁLISIS AMBIENTAL DE LA CONTAMINACIÓN POR BASURA EN EL ECOSISTEMA COSTERO-MARINO
Y LAS PESQUERÍAS DE LA REGIÓN DE PEDASI (PROV. DE LOS SANTOS)
Capítulo 6. Impacto Ambiental

Tabla 18. Resumen de impactos ocasionados por los diversos tipos de desechos registrados en la región de Pedasi.

IMPACTO	POSIBLE UBICACIÓN	TIPO DE DESECHO						
		PLASTICO Y FOAM	VIDRIO	METALES	CAUCHO	MADERA	HIDROCARBUROS DE PETRÓLEO	DESECHOS PELIGROSOS
Introducción de materia tóxica al ambiente	manglares, arrecifes de coral, necton, plancton, bentos	X					X	X
Inducción de reproducción de insectos patógenos	manglares, playas	X	X	X	X	X		
Disminución del flujo del agua	manglares, desembocadura y cauce de ríos	X	X	X	X	X		
Detención del follaje descompuesto	manglares, desembocadura y cauce de ríos	X	X	X	X	X		
Acidificación del agua	manglares, desembocadura y cauce de ríos	X	X	X	X	X		
Detención de la propagación de semillas	manglares, desembocadura y cauce de ríos	X	X	X	X	X		
Obstrucción del caudal de ríos	desembocadura y cauce de ríos	X	X	X	X	X		
Reemplazo de la fauna original	manglares, playas	X	X	X	X	X		
Materiales persistentes	manglares, playas, arrecifes de coral, plancton, necton, bentos	X	X	X	X			
Ingestión por organismos marinos	manglares, playas, arrecifes de coral, plancton, necton, bentos	X					X	X
Los organismos marinos se enredan, ahogándose	manglares, playas, arrecifes de coral, plancton, necton, bentos	X						
Pellets	manglares, playas, arrecifes de coral, plancton, necton, bentos	X						

IMPACTO	POSIBLE UBICACIÓN	TIPO DE DESECHO						
		PLASTICO Y FOAM	VIDRIO	METALES	CAUCHO	MADERA	HIDROCARBUROS DE PETRÓLEO	DESECHOS PELIGROSOS
Plastificadores	manglares, playas, arrecifes de coral, plancton, necton, bentos	X						
Daño a bañistas	playas, arrecifes de coral	X	X	X		X		
Daño a embarcaciones	manglares, desembocadura y cauce de ríos, aguas llanas en playas y arrecifes de coral	X		X		X		
Mortalidad masiva de organismos	manglares, playas, arrecifes de coral, plancton, necton, bentos						X	X
Efectos detrimentes acumulativos	manglares, playas, arrecifes de coral, plancton, necton, bentos	X					X	X
Degradación de la belleza escénica	playas, arrecifes de coral, manglares	X	X	X	X	X	X	

6.1. Impacto Sobre los Manglares

En los manglares, la acumulación de basura, además de añadir materia tóxica al ambiente y promover la reproducción de insectos patógenos, disminuye el flujo del agua. Al estancarse el agua, el follaje descompuesto que cae de los árboles y que conforma una importante fuente de alimento para los organismos marinos es detenido, lo que produce la acidificación del agua y no permite la propagación de las semillas (propágulos); además, al obstruir las desembocaduras y cauce de los ríos, ocasiona inundaciones, las cuales traen consigo grandes pérdidas e incluso la muerte. Por otro lado, la fauna normal del manglar es reemplazada por ratas, gaviotas, gallinazos y otros carroñeros, alterando la ecología de la comunidad. Es importante recordar que los manglares juegan un papel relevante en la producción pesquera en aguas costeras como sitio de crianza de alevines y productor de alimento en forma de follaje descompuesto de gran cantidad de especies de importancia comercial.

6.2. Impacto Sobre la Fauna Marina

Considerando que cada material o tipo de desecho inducen impactos diferentes sobre los organismos marinos, trataremos el tema en base a los diversos tipos de basura.

El plástico, el caucho, los metales y el vidrio son considerados "materiales persistentes" en el ambiente; o sea, que el periodo que permanecen en el ambiente es muchísimo mayor al del papel y la madera. Sin embargo, la gran mayoría de los metales son corroídos por las sales del mar, mientras que el vidrio es molido por la acción de las olas y las corrientes, que lo ruedan sobre la arena y sedimentos, convirtiéndolo con el tiempo en cristales, siendo reabsorbidos por el medio. La Figura 51 muestra el periodo de biodegradación de diversos tipos de desechos.

a) Plásticos y Plásticos Espumosos (Foam)

El plástico constituye el producto más práctico que existe actualmente en el mercado. Su utilización en la industria, comercio, pesca y en la vida doméstica varía enormemente debido a diversos motivos (Ejemplo, no se rompe, no es filoso, no se pudre, resiste a grandes fluctuaciones de temperatura, etc.). Sin embargo, estas mismas cualidades lo convierten en uno de los peores, si no en el peor contaminante que existe. Por ser un material persistente ocasiona con el tiempo la acumulación de inmensos volúmenes de basura, que de ser quemados, contaminan el aire.

Por estos motivos, el plástico es definido como uno de los materiales persistentes en el ambiente. Por otro lado, mientras que el caucho, los metales y el vidrio se hunden, permaneciendo en el fondo, la ligereza del plástico le permite flotar y permanecer a la deriva, siendo transportado por corrientes a largas distancias, e incluso, acumulándolo en ciertas zonas. Esta característica aumenta la peligrosidad del plástico. Las Tablas 14, 15, 16 y 17 (Capítulo 5) listan los diversos artículos recogidos en los arrecifes de coral de isla Iguana y en las playas el Cirial (isla Iguana) y el Arenal (Pedasí).










	PEDAZO DE PAPEL	3 a 4 semanas
	TELA DE ALGODÓN	1 a 5 meses
	SOGA	3 a 14 meses
	MEDIAS DE LANA	1 año
	PEDAZO DE MADERA PINTADA	13 años
	LATA DE HOJALATA	100 años
	LATA DE ALUMINIO	200/500 años
	YUNTAS PLÁSTICAS	450 años
	BOTELLA DE VIDRIO	Indefinido

Figura 51. Tiempo de degradación de diversos tipos de desecho. Extraído de Center for Marine Conservation, 1987.

Al flotar a la deriva, el plástico ocasiona tres situaciones de alto peligro para la fauna marina:

- 1) es confundido con alimento, lo que ocasiona asfixia, obstrucciones intestinales, otros problemas digestivos, y problemas de flotación;
- 2) algunos animales curiosos juegan con fragmentos de plástico y se enredan en estos; y,
- 3) por su transparencia, no es visto; lo que ocasiona que los animales se enreden en este.

Se ha reportado que diversas especies de vertebrados ingieren plástico. Entre los mamíferos tenemos a las ballenas pigmeo y cuvier, el cachalote y varias especies de delfines. Entre los reptiles, tenemos a todas las especies de tortugas marinas. Estas, confunden el plástico con las medusas (agua mala), su alimento favorito. Diversas especies de peces, incluyendo especies de importancia comercial, también han sido reportadas como frecuentes ingestoras de plástico (Reggio, 1991). Una vez en el intestino, los posibles efectos son varios. La materia indigerible puede bloquear la materia fecal, o sea, producir una obstrucción intestinal; puede prevenir la exitosa asimilación de nutrientes; y/o puede aumentar la flotación del individuo, impidiéndole hundirse y por lo tanto cazar para alimentarse (Weisskopf, 1988).

Ochenta (80) de las 280 especies de aves marinas que existen en el mundo (28%) ingieren plástico. Estudios realizados en Alaska demostraron que el 40% de las especies de aves de Alaska ingieren plástico. El 70% del plástico ingerido por estas aves está constituido por "pellets". Se concluyó que esto se debe a que las aves confunden los "pellets" con organismos planctónicos, huevos de peces y otras posibles presas (Reggio, 1991).

Los "pellets" de resina son la materia prima del plástico. Al ser erosionados por el mar, la arena y otros factores, el plástico suelta pequeñas pelotitas de resina que constituyen la materia prima de su creación. Estudios realizados en el mar de los Sargazos, estimaron que solamente en esta zona del Caribe, existen concentraciones de 3,500 pellets/Km². En el Atlántico Sur las concentraciones varían entre 1,300 y 3,600 pellets/Km². En Nueva Zelanda las concentraciones alcanzaron hasta 100,000 pellets/m² de playa (Reggio, 1991). Estos "pellets" sirven además de sustrato para que se adhieran diatomeas, hidróides y tal vez bacterias, organismos sumamente importantes que conforman el plancton (Carpenter, 1972). Estas grandes asociaciones de algas son muy atractivas a peces y otros organismos que se alimentan del fitoplancton.

Algunos animales, como los leones de mar de California, juegan con fragmentos de plásticos a la deriva. Muchos de estos se enredan en el plástico; en la mayoría de los casos, sus esfuerzos por liberarse son infructuosos. El plástico restringe los movimientos del animal, evitando que se alimente adecuadamente, muriendo ahogado por debilidad (Weisskopf, 1988; Reggio, 1991). En otras ocasiones, al intentar liberarse, le causa heridas pequeñas o severas, ocasionándole la muerte por infección (Reggio, 1991).

El ejemplo de los leones marinos de California es el único existente en la actualidad sobre los efectos del plástico en una población animal; todos los demás hacen referencias a individuos, no poblaciones). A comienzos de 1976, las poblaciones de leones marinos estaban declinando a un ritmo del 4% al 6% anual. Se comprobó que unos 40,000 leones marinos morían cada año al enredarse en plástico (Weisskopf, 1988; Reggio, 1991).

Algunos juveniles crecen con las yuntas u otro tipo de cintas plásticas alrededor del cuello o vientre. Estas se van apretando a medida que el animal crece y su cuello se ensancha. Con el tiempo, las yuntas plásticas estrangulan al animal o le cortan las arterias, muriendo entonces desangrado (Weisskopf, 1988; Reggio, 1991).

Las aves marinas que se zambullen en picada son también víctimas comunes del plástico a la deriva. Al no ser capaces de ver el plástico translúcido desde el aire, o al confundirlo con peces, se enredan en éste, ahogándose (Weisskopf, 1988).

Además, se ha reportado que diversas especies de cangrejos y cangrejos ermitaños (kikiricakiri), al intentar utilizar fragmentos plásticos como madriguera, también mueren enredados en éste.

El plástico trae consigo otra amenaza latente que pasa desapercibida por el público. En la elaboración del plástico se utilizan sustancias químicas para fijarlos, denominadas "plastificadores". Entre las sustancias más comúnmente utilizadas se encuentran los bifenoles policlorinados (PCB), una sustancia que adherida al plástico no constituye problema alguno, pero al diluirse en el agua se convierte en una sustancia altamente tóxica. Si los PCB se separan del plástico, diluyéndose en el agua, entran en la cadena trófica; o sea, son asimilados por diversos organismos de diversas formas (ingestión, filtración, absorción, osmosis, etc.). Estos, al ser comidos por otros, pasan la sustancia a los siguientes niveles de la cadena, intoxicando a todos los niveles superiores.

b) Metales

En las costas encontramos todo tipo de materiales metálicos, los cuales van desde pequeños fragmentos hasta grandes naves hundidas. Las Tablas 14, 15, 16 y 17 (Capítulo 5) listan los diversos artículos plásticos recogidos en los arrecifes de coral de isla Iguana y en las playas el Cirial (is. Iguana) y el Arenal (Pedasí).

Los metales son también considerados materia persistente en el ambiente, junto con el plástico, el caucho y el vidrio. Debido a su gran peso, estos se hunden y permanecen en el fondo, oxidándose con el tiempo. Los metales no representan un gran contaminante o peligro para las especies marinas. Por el contrario, cascos de barcos, aviones e incluso automóviles, limpios de aceite y otros contaminantes son hundidos para crear arrecifes artificiales. Los organismos marinos sésiles, tales como corales, algas, moluscos y otros, se adhieren al metal, formando así arrecifes artificiales. Al mismo tiempo, las chatarras son invadidas por infinidad de peces y otros organismos móviles que buscan refugio en arrecifes naturales o artificiales.

Sin embargo, estas mismas chatarras pueden considerarse peligrosas para los bañistas al ser depositadas en playas, o para la navegación al ser depositadas en esteros, desembocaduras de ríos o aguas llanas. El metal enterrado en la arena puede producir serias heridas a una persona que camina por la playa o juega en la arena. Además, su estado de oxidación podría ocasionar severas infecciones e incluso el tétano de no estar vacunado. Por otro lado, una embarcación que colisione con un objeto sólido fijo al fondo, podría sufrir severas averías, poniendo en peligro la vida de sus tripulantes y

ocasionando altos gastos en reparaciones al dueño de la embarcación o al motor, llegando a romper la hélice e incluso el eje.

En conclusión, los metales no son considerados un contaminante marino. Sin embargo, éstos deben ser arrojados en aguas profundas, donde no afecten a la navegación. Antes de ser arrojados al mar, deben limpiarse de cualquier sustancia tóxica o contaminante que pudieran contener. Debe evitarse a toda costa arrojar metales de cualquier tipo en playas para evitar accidentes lamentables, especialmente de niños que juegan en la arena.

c) Caucho

El caucho es considerado por algunos como un contaminante. Sin embargo, en la actualidad se realizan estudios para crear arrecifes artificiales con neumáticos para la cría de langostas. Sin embargo, las llantas abandonadas en playas, manglares u otros sitios pueden almacenar agua, convirtiéndose en un criadero de mosquitos.

d) Madera

La madera, siendo un elemento biodegradable no es considerado un contaminante en sí. Sin embargo, troncos a la deriva representan una amenaza para las embarcaciones, cuyo daño ocasiona altos costos de mantenimiento y pone en peligro a la tripulación. Además, altera la presencia escénica de playas y arrecifes.

e) Vidrios

Al romperse, el vidrio representa una amenaza para los bañistas en las playas. Con el tiempo, es molido por las olas y la arena; de esta forma pierde el filo y se convierte lentamente en arena. No existen reportes de efectos sobre poblaciones animales; sin embargo, al igual que los bañistas, los animales también pueden cortarse con el vidrio roto esparcido en las playas y rocas.

f) Petróleo y sus Derivados

Los envases plásticos de aceite para motores fuera de borda representan un gran problema en el área de Pedasí. A pesar que no se evaluó su porcentaje, a simple vista se observa que estos constituyen la mayor parte de los artículos plásticos vertidos en el actual basurero. Por otra parte, el aceite es mezclado en la playa o en el bote por gran cantidad de pescadores. Muchos de estos arrojan al mar el envase después de verterlo en la gasolina. De arrojarlo abierto, el aceite se mezcla con el agua inmediatamente; de arrojarlo cerrado, el envase permanece a la deriva hasta que se rompe al ser arrojado por las olas sobre las piedras, enredarse en las hélices de un bote o un barco, o ser mordido por un pez, vertiendo el aceite al agua, contaminándola. Cada galón de aceite contamina un millón de galones de agua, matando a casi todo lo que se encuentre es esta (Rovi, J.; com. pers.). Se estima que 1/16 del contenido del envase permanece adherido a las paredes de este; por lo que, cada 84 envases contaminan un millón de galones de agua. Un solo cuarto frío, consume unos ?? cuartos de aceite

para motor fuera de borda al año, lo que representa ?? galones de aceite desperdiciados que acaban contaminando los manglares y ?? de gal de agua dulce y salada de la región de Pedasí. A pesar que no se cuantificó la cantidad de envases que llegan al vertedero de Pedasí, se nota a simple vista que éstos constituyen la mayor parte de ese 28% de plásticos que constituyen la basura depositada en éste lugar. Por otra parte, los envases de aceite fuera de borda fueron los artículos plásticos más comunes recogidos a lo largo de la playa el Arenal. Como afirmamos en la sección 3.1.2, "cierta cantidad de basura depositada en el actual vertedero de Pedasí alcanza el mar al ser arrastrada hacia el río durante los fuertes aguaceros de la estación lluviosa". Cabe resaltar que entre esta se encuentran los envases de aceite fuera de borda.

Estudios realizados por el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales a partir del derrame de petróleo de 1986 en Bahía Las Minas (Provincia de Colón), demostraron que la exposición de los ecosistemas costeros tropicales a cantidades masivas de petróleo a corto y mediano plazo produce efectos devastadores. Tanto manglares, hierbas marinas y arrecifes de coral sufren mortalidades masivas al ser expuestos a cantidades masivas de petróleo. Hoy en día, seis años después del derrame, ninguna de las comunidades se ha recuperado del derrame y los cálculos de los científicos siguen siendo desalentadores al respecto.

En los manglares, las mortalidades masivas inducen la caída de árboles sanos alrededor de los muertos durante fuerte vientos y disminuyen significativamente la supervivencia de las semillas y jóvenes árboles. Las poblaciones animales y vegetales adheridas a las raíces siguen sin recuperarse después de 6 años del derrame (Keller & Jackson eds, 1991).

En los arrecifes de coral, los mayores efectos ocurren en los arrecifes sumergidos. El gran estrés al que es sometido el coral altera su facultad de alimentarse, crecer y reproducirse. Los arrecifes de coral han sido reemplazados por bosques de algas, que son menos productivos y evitan el crecimiento de nuevos individuos (Guzmán, H.; com. pers.). Por otro lado, las plataformas arrecifales son los hábitat menos afectados debido a diversos factores, entre estos: 1) por ser ambientes de alta energía, las olas se encargan de limpiarlas y 2) por su exposición periódica al aire, los organismos que las habitan están adaptados a varias mortalidades masivas al año (Keller & Jackson eds, 1991).

g) Desechos Peligrosos

Los "desechos peligrosos" son considerados peligrosos porque 1) no son degradables o son degradables pero persistentes en la naturaleza, 2) pueden magnificarse biológicamente, 3) pueden ser letales, y 4) tienden a producir efectos detrimentes acumulativos. Estos pueden ser corrosivos, explosivos, inflamables o reactivos. Por otro lado, pueden afectar al hombre de diversas formas, al poseer propiedades toxicológicas, tales como ser carcinógenos, irritantes, mutógenos, tóxicos o radiactivos. La Tabla 19 lista algunos desechos considerados peligrosos que abundan en vertederos y rellenos sanitarios. Nótese que un gran número de artículos de uso diario en casas, cuartos frios, gasolineras, electrodomésticos y agroindustrias poseen desechos peligrosos, por lo que varios de estos elementos son comunes en el área y en el vertedero municipal de Pedasí.

Tabla 19. Compuestos peligrosos producidos por actividades comerciales, industriales y agrícolas que suelen consumirse o utilizarse en hogares y el campo. Extraído de Tchobanoglous al. (1993).

NOMBRE	FORMULA O SIMBOLO	ALGUNAS UTILIZACIONES	EFECTO
NO METALES			
Arsénico	As	Aditivo para aleación de metales, especialmente plomo y cobre como polos de batería	Carcinógeno, mutógeno. Exposición a largo plazo puede producir fatiga y debilidad; dermatitis
Selenio	Se	Equipos electrónicos, fotocopiadoras, filmadoras, fotoceldas, computadoras, baterías solares, relays, cerámicas, colorante de vidrio, acero y cobre, agente vulcanizador y catalizador	Efectos a largo plazo; los dedos, dientes y cabello se tiñen de rojo; debilidad, depresión, irritación de la nariz y la boca
METALES			
Bario	Ba	Cubridor de tubos de aspiradora, oxidador de cobre, cabezas de bujías, lubricante de ánodos, rotores en tubos de rayos-x	En forma de polvo es inflamable a temperatura ambiente. ELP: aumenta la presión arterial y bloquea el sistema nervioso
Cadmio	Cd	Cubridor de metales, presente en aleaciones abrasivas y fundiciones, baterías de níquel-cadmio, cables de transmisión de energía, base de los pigmentos utilizados en cerámica, fungicida, fotografía, litografía, celdas fotoeléctricas	En forma de polvo es inflamable. Tóxico por inhalación del polvo o vapores. Carcinógeno. Los compuestos solubles en cadmio son altamente tóxicos. ELP: se acumula en el hígado, riñones, páncreas y tiroides. Se sospecha que induce la hipertensión
Cromo	Cr	Anticorrosivo aplicado a superficies metálicas, pintura de automóviles y accesorios; común en pigmentos inorgánicos	Los compuestos de cromo son carcinógenos. ELP: irritación de la piel y daños severos a los riñones
Plomo	Pb	Presente en baterías, aditivos de gasolina, pigmentos de pintura, cobertores de cables, municiones, tubería, aleaciones para fusibles y soldadura y otras aleaciones	Tóxico por ingestión o inhalación del polvo o vapores. ELP: daños cerebrales, del sistema nervioso y riñones; daños al feto
Mercurio	Hg	Amalgamas, catalizadores, aparatos eléctricos, cubiertas de espejos	Intoxicación severa por absorción de la piel o la inhalación de vapores. Ataca el sistema nervioso central; defectos al feto
Plata	Ag	Presente en químicos fotográficos, espejos, conductores eléctricos, equipo electrónico, baterías especiales, células solares, aleaciones abrasivas de baja temperatura, joyería, equipo dental y médico-científico, y amalgamas	Metal tóxico. ELP: decoloración grisácea permanente de la piel, ojos y membranas mucosas

COMPUESTOS ORGANICOS

NOMBRE	FORMULA O SIMBOLO	ALGUNAS UTILIZACIONES	EFFECTO
Benceno (Benzol)	C_6H_6	Utilizado en la fabricación de detergentes, nylon y solventes	Carcinógenos altamente tóxico. Sumamente inflamable
Etilbenzeno	$C_6H_5C_2H_5$	Presente en solventes	Tóxico por ingestión, inhalación, absorción de la piel; irritante de la piel y ojos; sumamente inflamable
Tolueno	$C_6H_5CH_3$	Solvente de pinturas, resinas, aceites, caucho, vinil, lacas, plásticos, resinas de poliuretanos; presente en explosivos (TNT)	Altamente inflamable. Tóxico por ingestión, inhalación y absorción de la piel
COMPUESTOS HALOGENADOS			
Clorobenceno	C_6H_5Cl	Pesticida intermedio	Inflamable moderado. Tóxico por inhalación y absorción de la piel
Cloroetano	CH_2CHCl	Presente en plásticos y adhesivos	Extremadamente tóxico; peligroso por toda posible absorción; carcinógeno
Diclorometano	CH_2Cl_2	Presente en removedores de pintura, solventes, desengrasadores; utilizado en la elaboración de plásticos, foam y extractores de solventes	Tóxico, carcinógeno y narcótico
Tetraclorometano	CCl_2CCl_2	Presente en solventes de lavado en seco, desengrasadores, vaporizadores, secadores de metales y otros sólidos utilizados en la elaboración de fluorocarbonados	Irritación de ojos y piel
PESTICIDAS, HERBICIDAS, INSECTICIDAS			
Endrín	$C_{12}H_8OCl_6$	Insecticida y fumigante	Tóxico por inhalación y absorción de la piel. Carcinógeno
Lindano	$C_6H_6Cl_6$	Pesticida	Tóxico por inhalación, ingestión y absorción de la piel
Methoxychlor	$Cl_3CCH(C_6H_4OCH_3)_2$	Insecticida	Tóxico
Toxaphene	$C_{10}H_{10}Cl_8$ aproximadamente	Insecticida y fumigante	Tóxico por inhalación, ingestión, absorción de la piel
Silvex	$Cl_3C_6H_2OCH(CH_3)COOH$	Herbicida, regulador del crecimiento de plantas	Tóxico. Su uso ha sido restringido

Los polos de batería contienen arsénico, elemento carcinógeno y mutógeno, cuya exposición a largo plazo puede producir fatiga y debilidad, y dermatitis. Las fotocopiadoras contienen selenio, elemento cuya exposición a largo plazo puede producir debilidad y depresión; los síntomas más claros para identificar la intoxicación por selenio incluyen dedos, dientes y cabello teñidos de rojo e irritación de la nariz y la boca. Las cabezas de las bujías contienen bario, elemento altamente inflamable a temperatura ambiente; el bario aumenta la presión arterial y bloquea el sistema nervioso. Las pequeñas baterías contienen cadmio, el cual es carcinógeno y se sospecha que induce la hipertensión; se acumula en el hígado, los riñones, el páncreas y la tiroides. El plomo está presente en baterías, aditivos de la gasolina, pigmentos de pintura, municiones, tubería, aleaciones para fusibles,

soldadura y otros; es sumamente tóxico por ingestión o inhalación del polvo o los vapores, ocasionando daños cerebrales severos, daños del sistema nervioso y riñones o al feto. Los aparatos eléctricos contienen mercurio, el cual puede producir intoxicación severa al ser ingerido, absorbido por la piel o por la inhalación de los vapores; ataca el sistema nervioso central y produce defectos en el feto. Los equipos y conductores eléctricos también contienen plata, que produce decoloración grisácea permanente de la piel, ojos y membranas mucosas. El benceno está presente en detergentes, solventes y artículos de nylon; es carcinógeno, altamente tóxico y sumamente inflamable. Los solventes también contienen etilbenceno, que es tóxico por ingestión, inhalación y absorción de la piel; produce irritación de la piel y ojos y es sumamente inflamable. Los solventes de pinturas, resinas, aceites, caucho, vinil, lacas, plásticos, resinas de poliuretanos y explosivos contienen tolueno, el cual es altamente inflamable, tóxico por ingestión, inhalación y absorción de la piel. Los plásticos y adhesivos contienen cloroetano, compuesto extremadamente tóxico y carcinógeno por todo tipo de absorción. El diclorometano es utilizado en la producción del plástico y foam, y está contenido en removedores de pintura y solventes desengrasadores entre otros compuestos; es un producto tóxico, narcótico y carcinógeno. Gran cantidad de agroquímicos, como el lindano, methoxychlor, toxzphane, y silvex son compuestos carcinógenos y altamente tóxicos por inhalación, ingestión y absorción de la piel.

La severidad de la contaminación depende de diversos factores: 1) la naturaleza y persistencia de los efectos tóxicos en el ambiente, 2) el tiempo de descarga del producto, 3) la concentración y distribución del producto, y 4) la manera de utilizar el producto. Estos productos presentan concentraciones permitidas para la exposición al hombre; si las concentraciones sobrepasan la permitida, el producto se convierte en peligroso. Por otro lado, como ya mencionamos anteriormente, existen productos, como el plástico, que no son tóxicos en sí, pero una vez que comienzan a degradarse (pudrirse), sueltan al ambiente los químicos tóxicos que contienen. Otros ejemplos de esto son las cuerdas de nylon para pescar y las baterías (si se abren o se rompen).

Mientras los compuestos biodegradables no persistentes son asimilados en un corto periodo de tiempo mediante reacciones químicas simples (substitución, hidrólisis, oxidación y reducción), los compuestos orgánicos persistentes sufren reacciones químicas complejas que pueden demorar largos periodos de tiempo (Tabla 20). Estas pueden ser 1) hidrólisis de esteroides y ácidos, 2) dealcalinización, 3) deaminación, 4) dehalogenación, 5) reducción doble, 6) hidroxilación, 7) oxidación, 8) reducción e 9) intercambio de iones.

Tabla 20. Tiempo medio de vida de algunos productos derivados de hidrólisis química y dehidrogenación. Extraído de Tchobanoglous et al. (1993).

COMPUESTO	TIEMPO MEDIO DE VIDA (años)
Metanos	
Bromoetano	0.10
Bromodiclorometano	137
Triclorometano	1.30
Tetraclorometano	7000
Etanos	

COMPUESTO	TIEMPO MEDIO DE VIDA (años)
Cloroetano	0.12
1,1,2-Tricloroetano	170
1,1,1,2-Tetracloroetano	384
Etenos	
Tricloroetano	0.90
Tetracloroetano	0.70
Propanos	
1-Bromopropano	0.07
1,2-Dibromopropano	0.88

6.3. Impacto sobre la pesca

La introducción al ambiente marino de materia tóxica, materiales persistentes, o cualquier material que sea confundido con alimento o en el cual se enreden los animales, puede ocasionar la muerte masiva o acumulativa de peces de importancia comercial u otro tipo de animales que sirven de alimento a las especies comerciales. Una vez que se rompe la cadena alimenticia, las poblaciones de especies comerciales podrían sufrir una drástica disminución y verse obligadas a emigrar o perecer, debido a la falta de alimento.

Por otra parte, una vez que un tóxico entra a la cadena alimenticia, se inicia el denominado proceso de magnificación biológica. Esto significa que si la sustancia tóxica es absorbida por las algas, estas almacenan cierta cantidad en sus tejidos, son comidas por peces herbívoros, los cuales son comidos a su vez por carnívoros. El tóxico pasa de un eslabón de la cadena a otro. Sin embargo, entre más alto es el eslabón, más tiempo le toma al organismo expulsar el tóxico de su cuerpo, por lo que se magnifica, o sea, se acumula en mayores proporciones. Cabe destacar que el hombre se encuentra al final de la cadena, o sea, es el último eslabón de la cadena, por lo que es al que más tiempo le toma eliminar la toxina de su cuerpo.

La degradación de hábitat críticos para alguna de las etapas de vida de las especies comerciales, tales como manglares, arrecifes de coral, plancton, bajos rocosos u otros, induce a una disminución de las poblaciones de dichas especies. Nuevamente, y al igual que por la falta de alimento, la falta de hábitat ocasiona que las poblaciones de las especies comerciales se vean obligadas a emigrar o perecer. Una vez que el hábitat cambia, las especies bentónicas que lo conforman pueden ser reemplazadas por otras especies sésiles menos productivas o a las cuales las poblaciones de especies comerciales (pargos y meros en el caso de Pedasí) no están habituadas, obligándolas a emigrar o extinguirse localmente.

La muerte de peces y otros organismos marinos, el deterioro de hábitat críticos para la subsistencia de una especie de importancia comercial, junto con el daño a embarcaciones, pueden considerarse como una interferencia con la pesca, pues estos factores disminuyen la producción pesquera y aumentan los costos de mantenimiento.

h) Posibles Causas de Cambios en las Comunidades de Peces

Sainsbury (1987) describe tres posibles causas de cambios en las pesquerías de Australia:

- 3) Cambios Ambientales (Ejemplo, condiciones oceanográficas, contaminación y sedimentación), las cuales producen cambios independientes de las operaciones pesqueras. Cambios en la estructura física del hábitat, como tipo de fondo, podrían extinguir a una población u obligarla a emigrar hacia otras áreas.
- 4) Alteración Directa por la Pesquería, la cual se basa en el tamaño de la población básica que se está pescando. Toda población que habita un sitio de pesca necesita de un reclutamiento de larvas igual o superior a la cantidad extraída por pesca y muerte natural. Las larvas que abastecen a una población de pargos o meros provienen de otras poblaciones, debido a que las larvas son planctónicas y son arrastradas por las corrientes (Figura 39). Por lo tanto, es necesario mantener a todas las poblaciones de un área por encima del nivel mínimo crítico para que todas sobrevivan.
- 5) Efectos indirectos de la Pesquería (Ejemplo, pesca por arrastre y colecta de especies bentónicas sésiles). Existen diversos tipos de operaciones pesqueras que pueden alterar el fondo, que es el hábitat de las especies bentónicas, entre las cuales están los pargos y los meros. En las pesquerías de Australia se reportó que la pesca por arrastre ocasionó los mayores impactos sobre las pesquerías de peces bentónicos, debido a que esta pesca alteraba en gran medida el fondo, modificando el hábitat. Por otro lado, la extracción de esponjas de arrecifes de coral, resultó ser el segundo factor más influyente en los declives registrados en las pesquerías en arrecifes de coral o áreas cercanas.

Las costas de Pedasí están expuestas a erosión severa, a infrecuentes mareas rojas, a contaminación masiva por basura sólida y muy posiblemente por agroquímicos, y a los efectos del fenómeno del Niño. Todos estos agentes ocasionan cambios ambientales. Algunos de ellos alteran la estructura del hábitat. Por otro lado, la pesca de arrastre modifica el fondo y por tanto el hábitat; además, resuspende la gran cantidad de sedimentos vertidos por los ríos; sin embargo, estos también son resuspendidos por las grandes marejadas, principalmente durante la estación seca, por lo que este último efecto no debe considerarse como efecto único de las pesquerías de arrastre; sin embargo, debe considerarse altamente dañino, sin importar la causa. Por último, tenemos una extracción masiva de especies bentónicas sésiles, las cuales incluyen a todo organismo que crece adherido al fondo (Ejemplo, coral, esponjas, abanicos de mar, peinetas de mar y otros), cuya extracción ocasiona alteraciones del hábitat y conlleva a posibles descensos en las poblaciones de peces bentónicos, ya sea comerciales o que sirven de alimento a las especies comerciales.

En el caso de Pedasí, los motivos de la disminución de la pesca no han sido estudiados y por tanto, no han sido identificados con exactitud. A pesar de no disponer de datos que comprueben esta hipótesis, debe considerarse la posibilidad que este descenso en la pesca se debe, en parte, a la degradación de los ecosistemas costero-marinos del área de Pedasí y del

Golfo de Panamá en general, producto de la combinación de impactos naturales e impactos inducidos por el hombre.

Entre los principales impactos naturales que podrían causar efectos sobre la pesca tenemos 1) el fenómeno del niño, 2) el calentamiento global, 3) las depresiones tropicales, 4) el fenómeno del afloramiento.

Por otro lado, los ecosistemas costero-marinos han sido y son sometidos a impactos severos por parte del hombre, los cuales aumentan en magnitud y variedad al incrementarse las actividades terrestres y marinas en la región. Los manglares son talados para la obtención de madera y leña; el vertedero de basura del distrito, al igual que muchos otros vertederos municipales de zonas costeras, se encuentra en el borde de un manglar o a orillas de playas; siendo una región agraria, es de esperarse que gran cantidad de agroquímicos sean transportados por los ríos al mar; la cantidad de basura dejada por turistas en las playas y otras áreas visitadas es alarmante; gran cantidad de basura es transportada de lugares lejanos por las mareas y corrientes; la basura arrojada de barcos mercantes, pesqueros y/o de pasajeros también es alarmante, más aún considerando que este es un punto clave de entrada y salida del Canal de Panamá; el anclaje sobre los arrecifes de coral ocasiona grietas que son debilitadas por las corrientes y están ocasionando la erosión masiva de los arrecifes; la tala ocasiona erosión, aumentando las cantidades de sedimentos suspendidos y resuspendidos en el área, los cuales alteran la topografía del fondo; la extracción de arena de las playas altera el hábitat e induce la erosión; la extracción de especies (Ejemplo, coral, conchas, etc.) disminuye la cobertura viva de los arrecifes, alterando su productividad. En fin, es necesario ordenar los recursos del área de Pedasí, creando un plan integral de manejo del área, definiendo zonas para cada actividad, basadas en el mejor aprovechamiento sostenido de los recursos del área. Este plan debe realizarse de manera urgente, pues a medida que pasa el tiempo los recursos son cada vez más degradados, perdiéndose gran cantidad de divisas y recursos.

6.4. Impacto Directo Sobre el Hombre

Las actividades humanas en el mar han ido aumentando con el tiempo. Gran cantidad de deportes acuáticos (sky, carreras, pesca, buceo, entre otros), pesca artesanal e industrial, transporte de carga y pasajeros se realizan diariamente en las costas de todo el mundo. La basura que alcanza el mar produce dos tipos de efectos directos sobre las actividades marinas realizadas por el hombre:

- 1) acumulándose en las playas, representa una amenaza para la salud pública y repercute sobre el turismo; y,
- 2) flotando a la deriva, representa una amenaza para las embarcaciones y motores, poniendo en peligro la vida de sus tripulantes y ocasionando altos gastos de mantenimiento.

La acumulación de basura en playas representa una amenaza para la salud pública de dos formas. Primero, induce la proliferación de insectos patógenos y animales carroñeros, convirtiéndose así en un

centro de transmisión de enfermedades. Segundo, las personas podrían enredarse en el plástico y otros materiales, corriendo el riesgo de ahogarse.

Por otro lado, es detrimento para el turismo. Actualmente, el turista es atraído por playas limpias, con hermosos paisajes, los cuales son alterados por la basura. ¡A nadie le gusta bañarse o tomar sol rodeado por basura! Las islas del Caribe, cuya economía está basada en el turismo, se han quejado que en los últimos años sus gastos de mantenimiento por limpieza de playas han ido aumentando cada año. En Pedasí se planea iniciar un programa turístico a gran escala, debido a la belleza de sus playas y otros factores. Sin embargo, esta belleza se está perdiendo debido a la gran cantidad de basura que se acumula en estas. No se ha comenzado y ya se tiene un gran problema. ¿Qué se hará entonces con la basura producida por los miles de turistas que visitarán Pedasí?

La basura a la deriva representa una amenaza para embarcaciones. Plásticos, telas y pedazos de madera se enredan en hélices, grandes troncos a la deriva, barcos u otras estructuras hundidas en entradas de puertos y aguas llanas podrían ocasionar serios daños al casco de las embarcaciones. Cualquier daño, ya sea del motor o de la embarcación, pone en peligro la vida de su tripulación. Además, los gastos en reparaciones por lo general son altos, dependiendo del daño.

CONCLUSIONES, LIMITACIONES, MEDIDAS DE MITIGACION Y RECOMENDACIONES

Palabras Clave: desechos residenciales, d. comerciales, d. especiales, d. institucionales, d. de construcción, d. municipales, d. agrícolas, d. pesqueros, d. peligrosos, d. persistentes, d. no persistentes, d. industriales, d. de plantas de tratamiento, d. de marina mercante, d. de cruceros, monitoreo, reciclaje,

El objetivo de este capítulo es presentar las conclusiones, las limitaciones del estudio y las posibles medidas para mitigar a corto, mediano y largo plazo los impactos ocasionados por los desechos sólidos sobre el ecosistema costero-marino, las pesquerías y el turismo en la región de Pedasí. Además, se presentan medidas para disminuir la cantidad de desechos depositados en el Vertedero Municipal de Pedasí (VMP).

7.1. Conclusiones

a) Población

El Distrito de Pedasí posee una población estimada en 3,242 habitantes, con una densidad de 8.4 habitantes por metro cuadrado. La mayor cantidad de la población se encuentra concentrada en su capital, Pedasí, cuya población no sobrepasa los 1,000 habitantes. Desde 1960, la población del Distrito ha venido disminuyendo a un ritmo promedio del 17.37% (ver Sección 2.2). Esta constante disminución se estabilizó repentinamente en la última década, cuando disminuyó tan solo en un 0.76%, lo que coincide con el incremento de la actividad pesquera en el área (ver Secciones 2.2 y 4.3). Este análisis no incluye la evaluación del notable incremento en turismo que se ha observado en los últimos meses en el área de Pedasí.

b) Clima

El clima húmedo tropical del área de Pedasí acelera la descomposición de los desechos orgánicos, principalmente en la estación lluviosa, que se extiende desde mayo a diciembre, con precipitaciones mensuales que alcanzan los 1,388 mm y un 98% en la humedad relativa (ver Sección 2.5).

c) El ecosistema costero-marino

El ecosistema costero-marino del Distrito de Pedasí está compuesto por las características oceanográficas, hidrológicas y las comunidades intermareales (manglares, arrecifes de coral, playas arenosas, litorales rocosos), las comunidades bentónicas (comunidades de portunídeos, estomatópodos, camarones-peces, gasterópodos y cangrejos-pulpos), y las comunidades pelágicas (plancton y necton; ver Sección 2.5.2 y Capítulo 3).

d) Pesca

En el área de Pedasí se realizan actividades de pesca industrial (camarones, sardinas y anchovetas) y artesanal (pargos, meros, langosta, tiburón), siendo esta última a la cual se dedica la mayor parte de la población de Pedasí (ver Capítulo 4).

En la Provincia de Los Santos, la pesca artesanal del pargo aumentó constantemente entre 1984 y 1988 a un ritmo acelerado, alcanzando las 847 t.m., representando el 45.10% de la pesca del Golfo de Panamá y el 34.68% de la pesca artesanal nacional. A partir de entonces, la pesca en la Provincia ha venido disminuyendo, lo que puede atribuirse a presiones sobre las comunidades que habitan o de las cuales dependen sus fuentes de alimento (ver Secciones 4.2; 4.3 y 4.4).

A pesar de no contar con datos que cuantifiquen la dependencia de las pesquerías en las comunidades costero-marinas del área de Pedasí específicamente, estudios realizados en el Golfo de Panamá y en otras partes del mundo han demostrado una estrecha relación entre los ecosistemas costero-marinos y las pesquerías de dichas áreas (ver Sección 4.4). Por lo tanto, consideramos que los ejemplos citados de otras áreas, combinados con la descripción de la ecología de cada comunidad y la ecología de las especies de importancia comercial son suficientes para afirmar que las pesquerías de la región de Pedasí dependen del ecosistema costero-marino de la región de Pedasí. Por tal motivo, cualquier presión que se ejerza sobre las comunidades que componen dicho ecosistema ocasionaran efectos negativos sobre las pesquerías del área (ver Sección 4.2).

e) Cuencas hidrográficas

En el Distrito de Pedasí se encuentran cinco cuencas hidrográficas que desembocan en el Golfo de Panamá. Sin embargo, a diferencia de los impactos terrestres, que son limitados a un área específica, un impacto ocasionado a nivel marino puede ser esparcido por las corrientes a distancias mayores de los impactos a nivel terrestre. Además, un impacto a nivel terrestre puede ser transportado por los ríos hasta el mar, siendo esparcido a lo largo de la costa. Por tal motivo, los impactos ocasionados sobre cuencas hidrográficas al norte del Distrito de Pedasí también podrían producir impactos sobre el ecosistema costero-marino o las pesquerías de la región, debido al sistema de corrientes del Golfo de Panamá (ver Secciones 2.5.2 y 3.1).

f) Desechos sólidos

Como se ha demostrado en el Capítulo 5, la basura depositada en el VMP está conformada principalmente por desechos residenciales y comerciales. Sin embargo, es común encontrar desechos especiales, institucionales, de construcción, municipales, agrícolas y pesqueros. También se encontraron pequeñas cantidades de desechos peligrosos. Por otro lado, muchos de estos desechos también pueden clasificarse como orgánicos persistentes y no persistentes. No se encontraron desechos de marina mercante, de cruceros, industriales ni de plantas de tratamiento (ver Sección 5.1.3). En el Capítulo I se describen cada uno de estos tipos de desechos.

En el VMP se depositan un promedio de 14 yrd³ (10.7 m³) de basura por semana, o sea, 728 yrd³ (556.6 m³) de basura doméstica al año. Cada habitante del distrito está produciendo unas 0.22 yrd³

(0.17 m³) de basura al año. Estos son considerados volúmenes pequeños y fáciles de manejar mediante un adecuado programa (ver Sección 5.1.3). Este análisis no incluye los desechos producidos por el número creciente de turistas que visitan el área de Pedasí.

En las playas del área se encontraron los mismos tipos de desechos encontrados en el VMP, incluyendo además los desechos de cruceros y de marina mercante. Aquí tampoco se encontraron desechos industriales ni los provenientes de plantas de tratamiento (ver Sección 5.1.3).

Los artículos más comunes encontrados a lo largo de las playas del área de Pedasí son de plástico (76.5% en la playa el Ciral, 46.6% en la playa el Arenal, y 61.6% promedio) y foam (16.5% en la playa el Ciral, 37.1% en la playa el Arenal, y 26.8% promedio; ver Sección 5.1.3).

Cabe resaltar que una gran cantidad de los municipios rurales de la República de Panamá cuentan con vertederos municipales a orillas de ríos, en manglares o en playas. Por tal motivo, el problema de la basura a la deriva proveniente de vertederos municipales es un problema regional y no local, por lo que las soluciones deben brindarse a nivel regional.

g) Impactos producidos por plásticos y foam

Los tipos de artículos más frecuentemente encontrados en las playas de Pedasí (plástico y foam) son considerados "materiales persistentes"; o sea, que el período que permanecen en el ambiente es muy largo (ver Sección 6.2). Esta característica, junto con la de consistir en productos sumamente prácticos, ocasionan que con el tiempo se acumulen inmensos volúmenes de basura, incluso a lo largo de las playas de la región de Pedasí, de la República de Panamá y del Mundo (ver Sección 6.2.1).

El plástico y el foam, además de poder ocasionar daños a las embarcaciones, pueden matar a gran cantidad de especies marinas al ser confundidos con alimento, ocasionado asfixia, obstrucción intestinal, otros problemas digestivos y problemas de flotación. Además, el plástico puede matar a gran cantidad de animales marinos al enredarse en este, ya sea por que no lo ven o porque les llama la atención y juegan con este, ahogándose o estrangulándose (ver Sección 6.2.1).

A pesar de no contar con datos específicos de la región de Pedasí que cuantifiquen los efectos del plástico en la fauna y flora marinas, los numerosos ejemplos citados de estudios realizados en otras partes del mundo son considerados suficientes para afirmar que los desechos plásticos y de foam pueden ocasionar impactos directos e indirectos sobre el ecosistema costero-marino y las pesquerías de la región de Pedasí (ver Sección 6.2.1).

h) Impactos producidos por otros contaminantes

Otros contaminantes, como el caucho, la madera, los vidrios y los metales no son considerados peligrosos para la flora y fauna marina. Cabe resaltar, que en diversas partes del mundo se utilizan desechos metálicos y llantas para crear arrecifes artificiales. Sin embargo, su presencia en playas es detrimento para el turismo, y en aguas poco profundas representan un peligro para las embarcaciones (ver Secciones 6.2.2 a 6.6.5).

i) Impactos producidos por los derivados del petróleo

Los envases plásticos de motores fuera de borda representan el artículo plástico más frecuente en la playa el Arenal (Pedasi), constituyendo el 9.7% del promedio total de artículos recogidos y encontrándose 0.072 envases por metro de playa (ver Sección 5.1.3). Por otro lado, también fue común, pero en menor porcentaje en la playa el Cirial (Isla Iguana), constituyendo el 5.0% del promedio total de artículos recogidos; pero encontrándose en mayor cantidad por metro de playa, promediando 0.177 envases por metro de playa (ver Sección 5.1.3). Esto se debe a que el aceite es mezclado con la gasolina en la playa en vez de la gasolinera.

Se ha estimado que cada galón de aceite contamina un millón de galones de agua y que 1/16 del contenido del envase permanece adherido a las paredes de este; por lo tanto, cada 84 envases contaminan un millón de galones de agua. Además, se ha demostrado que el petróleo produce impactos devastadores en las comunidades costero-marinas de todo el mundo, ocasionando mortalidades masivas de manglares, corales, algas y animales asociados, los cuales necesitan de extremadamente largos periodos de recuperación (ver Sección 6.2.6).

j) Impacto Producido por "desechos peligrosos"

Los "desechos peligrosos" son considerados peligrosos porque 1) no son degradables o son degradables pero persistentes en la naturaleza, 2) pueden magnificarse biológicamente, 3) pueden ser letales, y 4) tienden a producir efectos detrimentes acumulativos. Estos pueden ser corrosivos, explosivos, inflamables o reactivos. Por otro lado, pueden afectar al hombre de diversas formas, al poseer propiedades toxicológicas, tales como ser carcinógenos, irritantes, mutógenos, tóxicos o radiactivos. Un gran número de artículos de uso diario en casas, cuartos fríos, gasolineras, electrodomésticos y agroindustrias poseen desechos peligrosos, por lo que varios de estos elementos son comunes en el área y en el vertedero municipal de Pedasi.

La severidad de la contaminación depende de diversos factores: 1) la naturaleza y persistencia de los efectos tóxicos en el ambiente, 2) el tiempo de descarga del producto, 3) la concentración y distribución del producto, y 4) la manera de utilizar el producto. Estos productos presentan concentraciones permitidas para la exposición al hombre; si las concentraciones sobrepasan la permitida, el producto se convierte en peligroso. Por otro lado, como ya mencionamos anteriormente, existen productos, como el plástico, que no son tóxicos en sí, pero una vez que comienzan a degradarse (pudrirse), sueltan al ambiente los químicos tóxicos que contienen. Otros ejemplos de esto son las cuerdas de nylon para pescar y las baterías (si se abren o se rompen).

Mientras los compuestos biodegradables no persistentes son asimilados en un corto periodo de tiempo mediante reacciones químicas simples, los compuestos orgánicos persistentes sufren reacciones químicas complejas que pueden demorar largos periodos de tiempo.

k) Impacto directo sobre el hombre

La basura, al acumularse en las playas, induce la proliferación de insectos patógenos y animales carroñeros, convirtiéndose así en un centro de transmisión de enfermedades; por otro lado, las

personas podrían enredarse en el plástico y otros materiales, corriendo el riesgo de ahogarse; y finalmente, es detrimento para el turismo. Actualmente, el turista es atraído por playas limpias, con hermosos paisajes, los cuales son alterados por la basura.

l) Impacto sobre la pesca

La muerte de peces y otros organismos marinos, ya sea por ingestión o enredarse en desechos, o por la introducción de tóxicos al ambiente marino, el deterioro de hábitat críticos para la subsistencia de una especie de importancia comercial, junto con el daño a embarcaciones, pueden considerarse como una interferencia con la pesca, pues estos factores disminuyen la producción pesquera y aumentan los costos de mantenimiento.

m) Otras posibles causas de impacto sobre la pesca

Las costas de Pedasí están expuestas a erosión severa, a infrecuentes mareas rojas, a contaminación masiva por basura sólida y muy posiblemente por agroquímicos, y a los efectos del fenómeno del Niño. Todos estos agentes ocasionan cambios ambientales. Algunos de ellos alteran la estructura del hábitat. Por otro lado, la pesca de arrastre modifica el fondo y por tanto el hábitat; además, resuspende la gran cantidad de sedimentos vertidos por los ríos; sin embargo, estos también son resuspendidos por las grandes marejadas, principalmente durante la estación seca, por lo que este último efecto no debe considerarse como efecto único de las pesquerías de arrastre; sin embargo, debe considerarse altamente dañino, sin importar la causa. Por último, tenemos una extracción masiva de especies bentónicas sésiles, las cuales incluyen a todo organismo que crece adherido al fondo (Ejemplo, coral, esponjas, abanicos de mar, peinetas de mar y otros), cuya extracción ocasiona alteraciones del hábitat y conlleva a posibles descensos en las poblaciones de peces bentónicos, ya sea comerciales o que sirven de alimento a las especies comerciales.

Por otro lado, los ecosistemas costero-marinos han sido y son sometidos a impactos severos por parte del hombre, los cuales aumentan en magnitud y variedad al incrementarse las actividades terrestres y marinas en la región. Los manglares son talados para la obtención de madera y leña; el vertedero de basura del distrito, al igual que muchos otros vertederos municipales de zonas costeras, se encuentra en el borde de un manglar o a orillas de playas; siendo una región agraria, es de esperarse que gran cantidad de agroquímicos sean transportados por los ríos al mar; la cantidad de basura dejada por turistas en las playas y otras áreas visitadas es alarmante; gran cantidad de basura es transportada de lugares lejanos por las mareas y corrientes; la basura arrojada de barcos mercantes, pesqueros y/o de pasajeros también es alarmante, más aún considerando que este es un punto clave de entrada y salida del Canal de Panamá; el anclaje sobre los arrecifes de coral ocasiona grietas que son debilitadas por las corrientes y están ocasionando la erosión masiva de los arrecifes; la tala ocasiona erosión, aumentando las cantidades de sedimentos suspendidos y resuspendidos en el área, los cuales alteran la topografía del fondo; la extracción de arena de las playas altera el hábitat e induce la erosión; la extracción de especies (Ejemplo, coral, conchas, etc.) disminuye la cobertura viva de los arrecifes, alterando su productividad. En fin, es necesario ordenar los recursos del área de Pedasí, creando un plan integral de manejo del área, definiendo zonas para cada actividad, basadas en el mejor

aprovechamiento sostenido de los recursos del área. Este plan debe realizarse de manera urgente, pues a medida que pasa el tiempo los recursos son cada vez más degradados, perdiéndose gran cantidad de divisas y recursos.

7.2. Limitaciones del Estudio

- Las estadísticas para evaluar la cantidad de basura depositada en las playas está basada en el promedio de dos colectas únicamente, mientras que lo ideal sería utilizar un mínimo de cinco colectas durante ambas estaciones para ser más exactos.
- Las estadísticas de colecta tan solo están basadas en la cantidad de artículos colectados; sin embargo, estos también deberían basarse en el peso de la basura seca.
- La única colecta realizada en el vertedero de Pedasí fue realizada hace más de un año, por lo que es necesario actualizar los datos de volumen y tipo de basura depositados en dicho vertedero.

El análisis de los impactos está basado únicamente en observaciones cualitativas del autor, en la literatura referente y en ejemplos de casos estudiados en otras regiones. No se realizaron estudios de campo para cuantificar los impactos debido a que no se disponía de fondos para realizarlos.

7.3. Medidas de Mitigación y Recomendaciones

Es evidente que el Distrito de Pedasí necesita de un programa ordenado de manejo de desechos sólidos. Para elaborar dicho programa es necesario considerar que:

1. La población de Pedasí depende en gran medida de la pesca artesanal, principalmente del pargo rojo y la cherna.
2. Las comunidades costero-marinas juegan un papel relevante en las pesquerías de la región de Pedasí;
3. la cantidad de desechos generados en el Distrito de Pedasí aún constituyen volúmenes pequeños y fáciles de manejar mediante un adecuado programa;
4. a pesar de no haberse cuantificado el impacto sobre el ecosistema costero-marino y las pesquerías de la región de Pedasí, los ejemplos citados y la literatura consultada confirma que los desechos sólidos ocasionan efectos negativos sobre estos;
5. Las pesquerías están siendo afectadas por otros impactos (Ejemplo, pérdida de hábitat por erosión terrestre, contaminación por agroquímicos y otros).
6. Los desechos sólidos también afectarán el turismo de la región.

Para lograr y mantener dicho programa recomendamos:

1. Evitar que los desechos sólidos alcancen los ríos, quebradas, cauces de agua, manglares, playas, arrecifes de coral y el mar abierto. Debe evitarse toda práctica de verter desechos en estas comunidades, ya sea en pequeñas o grandes cantidades. Esto puede lograrse mediante un programa de educación ambiental y legislación sobre el vertimiento de desechos sólidos

- en el Distrito. El programa de educación ambiental puede ser coordinado por la Fundación PROMAR y ejecutado por los maestros y profesores de las escuelas primaria y secundaria de Pedasí, y funcionarios del centro de salud y del Municipio de Pedasí. Una vez que se elabore el plan de manejo de desechos sólidos del Distrito, el Municipio de Pedasí podrá emitir decretos que se ajusten a las necesidades de manejo de la basura generada en la región, los cuales formarían parte de dicho plan.
2. Es necesario involucrar más a la población del Distrito en el manejo de desechos sólidos. La población del Distrito de Pedasí ha demostrado poco interés en este problema, a pesar que se quejan por la cantidad de desperdicios en las poblaciones y consideran que el Municipio es el responsable. Esta actitud debe ser cambiada, incentivando a la población a participar de manera más activa en mantener limpias las poblaciones, caminos, veredas, ríos y quebradas, y el ecosistema costero-marino de la región. Este objetivo debe incluirse en los programas de educación ambiental y legal referidos en el punto 1.
 3. Actualizar los datos sobre la cantidad y tipo de basura generada en el Distrito de Pedasí, debido al dramático aumento del turismo en el área en los últimos meses. Además, es necesario elaborar una proyección de las cantidades de basura generadas en un futuro, basándose en los planes turísticos del área.
 4. Es importante considerar el gran incremento turístico del área, cuyo incremento en el último año, a pesar de no haber sido cuantificado en este estudio, denota ser grande a simple vista. Por lo tanto, si se desea realizar un adecuado cálculo de los desechos que realmente se producen y se producirán en el Distrito de Pedasí, es necesario evaluar la cantidad de turistas que visitan el área, realizar proyecciones a largo plazo (20 años) y sumar estos resultados a las proyecciones de pobladores permanentes del Distrito.
 5. Disminuir la cantidad de basura vertida, ya sea en el actual vertedero o en el futuro RS. Esto puede lograrse mediante un programa piloto de reciclaje, el cual, si es bien elaborado y asesorado podría incluso crear una o dos micro-empresas, las cuales generarían empleos. Por otra parte, si el Municipio lo administra, representaría una nueva entrada de divisas, las cuales podrían financiar el mantenimiento de un relleno sanitario. Para establecer este programa sugerimos consultar a FUNDEJOVEN, asociación de amplia experiencia en este tema.
 6. La creación de un relleno sanitario (RS) lo más avanzado que los recursos de la región permitan para minimizar el impacto sobre el ambiente. El Apéndice B presenta una síntesis de como construir, manejar y monitorear un RS complejo, incluyendo los factores a seguir en la selección del sitio. Los diseños del RS de Pedasí pueden ajustarse a las necesidades y al presupuesto del área. Sin embargo, será necesario estudiar fuentes de financiamiento para la creación, manejo y mantenimiento de dicho RS, entre las cuales se podría considerar la solicitud de fondos a través de asociaciones conservacionistas para el desarrollo de un programa piloto de manejo de desechos sólidos en áreas rurales. El RS del Distrito de Pedasí no deberá albergar, por ningún motivo, desechos industriales o provenientes de plantas de tratamiento.

A medida que aumente el número de recomendaciones planteadas en el Apéndice C, aumentará la cantidad de sitios potenciales para ubicar el RS. Entre más moderno y mayores medidas de monitoreo se tomen, más seguro será el RS, por lo que es recomendable optar por la mejor opción posible.

Recomendamos se hagan estudios de factibilidad (cálculo de área, tipo de suelos, vida promedio etc.) en el lugar donde se encontraba el antiguo vertedero para crear en este sitio un RS lo más completo, eficiente y controlado posible. Este sitio presenta varias ventajas:

- es un terreno municipal,
- ya ha sido contaminado con desechos sólidos,
- la vía de acceso se encuentra en excelentes condiciones, y
- está ubicado en el centro del Distrito y cercano a la capital, Pedasí, que es la que mayor cantidad de desechos sólidos genera.

Sin embargo, su posición adyacente al río Pedasí representa ventajas y desventajas; la ventaja es:

- presenta una inclinación y posición ideal para drenar las aguas pluviales de manera rápida y económica, evitando así que estas se filtren hasta los desechos enterrados;

Las desventajas incluyen:

- si no se coloca una geomembrana eficiente o no se monitorea debidamente, podrían ocasionarse fugas de lixiviados que contaminarían el subsuelo y el río Pedasí, junto con los manglares asociados y las playas vecinas,
- si los gases no son extraídos debidamente o si ocurren fugas subterráneas laterales, podrían ocurrir derrumbes en el área, pudiendo deteriorarse la carretera Las Tablas - Pedasí, que es la principal vía de acceso a las regiones sur y oeste de la Península de Azuero.

Por el momento y como solución a corto plazo sugerimos continuar vertiendo los desechos sólidos en el actual vertedero, el cual ya está contaminado por desechos sólidos, mientras se realizan estudios para la selección de un sitio y creación de por lo menos una célula de un nuevo RS en el Distrito de Pedasí.

7. El desarrollo de un programa de monitoreo de la cantidad y tipo de basura acumulada en las playas, arrecifes de coral y a la deriva en el área de Pedasí.
8. Realizar estudios para cuantificar y monitorear algunos de los impactos ocasionados por la basura en las comunidades costero-marinas y en las especies más importantes de la pesca artesanal del área, como los son el pargo y la cherna.
9. Es necesario cambiar el hábito de mezclar el aceite y la gasolina en la playa o en el bote, siendo preferible que esto se realice en la gasolinera o en los cuartos fríos. Esto reducirá en gran medida la cantidad de contenedores con aceite que son arrojados directamente a las playas y al mar, reduciendo la contaminación por petróleo y sus derivados.

8. BIBLIOGRAFIA

- Abele, Lawrence G. 1972. Comparative habitat diversity and faunal relationships between the Pacific and Caribbean Panamanian decapod Crustacea: a preliminary report, with some remarks on the crustacean fauna of Panama. Bulletin of the Biological Society of Washington 2: 125-138.
- Allen, Gerald. 1987. Synopsis of the circumtropical fish genus *Lutjanus* (Lutjanidae). In: Tropical Snappers and Groupers: Biology and Fisheries Management. Jeffrey J. Polovina and Stephen Ralston Ed. West View Press, London.
- Anderson, William D. 1987. Systematics of the fishes of the family Lutjanidae (Perciformes: Percodei), the snappers. In: Tropical Snappers and Groupers: Biology and Fisheries Management. Jeffrey J. Polovina and Stephen Ralston Ed. West View Press, London.
- Anguizola, Ricardo, Vielka J. Cedeño y G. Sopalda. 1988. Inventario de manglares de la República de Panamá. Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia. 10 pag.
- Averza Aramis A. y J.A. Gómez. 1986. Tiburones de los mares panameños: ¿Recurso o amenaza? Revista Lotería Vol. 358 (Ene-Feb): 123-133.
- Batelle Memorial Inst. 1970. Appendix 16: Marine Ecological Research for the Central American Interoceanic Canal (Inclusure B). Committee on Ecological Research for the Interoceanic Canal, Division of Biology and Agriculture, National Academy of Sciences-National Research Council. Washington, D.C.
- Bewers, J.M., J.O. Blanton, A.M. Davies, P.A. Gurbutt, E.E. Hofmann, B.M. Jamart, D.C.L. Lam, M. Takahashi, and G.K. Verboom. 1992. A conceptual model of contaminant transport in coastal marine systems. *AMBIO* Vol. XXI, No. 2: 166-169.
- Bjerkens, J. 1961. Estudio de "El Niño" basado en el análisis de las temperaturas de la superficie del océano de 1935-57. *Com. Int. Atm Trop.* Vol. V No. 3: ???
- Bjerkens, J. 1966. Estudio de "El Niño" 1957-58 en relación a la meteorología del Pacífico Tropical, *Com. Int. Atm Trop.* Vol. 12 No. 2: 21-62.
- Brown, A.C. & A. McLachlan. 1990. Ecology of Sandy Shores. Elsevier Science Publishing Company Inc. NY. 328 pag.
- Carpenter, Edward J. and K.L. Smith, Jr. 1972. Plastics on the Sargasso Sea surface. *Science* Vol. 175 No. 4027: 1240-1241.
- Center for Marine Conservation. 1987. Plastics in the ocean: more than a litter problem. Center for Environmental Education. Wash., D.C.
- Center for Marine Conservation. 1990. Marine Debris Facts and Figures. 10 pag.

- Center of Marine Conservation. 1991. Cleaning North America's beaches: 1990 beach cleanup results. Center for Marine Conservation, Washington, D.C.
- Contraloría General de la República de Panamá. 1990. Panamá en Crifras, años 1985-1989. Dirección de Estadística y Senso. Panamá, noviembre de 1990.
- Corbin C.J. and J.G. Singh. 1993. Marine debris contamination of beaches in St. Lucia and Dominica. *Marine Pollution Bulletin* 26(6): 325-328. ARCHIVOS PERSONALES
- D'Croz, Luis. 1976. Estuarios: un recurso desestimado. ConCiencia. Universidad de Panamá. Vol. 3, No.2: 1-4.
- D'Croz, Luis y Bogdan Kwiecinski. 1980. Contribución de los manglares a las pesquerías de la Bahía de Panamá. Revista de Biología Tropical 28(1): 13-29.
- D'Croz, Luis, Juan B. del Rosario, and Juan A. Gómez. 1991. Upwelling and phytoplankton in the Bay of Panama. Rev. Biol. Trop. 39(2): 233-241.
- D'Croz, Luis, Juan del Rosario, and Ricardo Holness. 1989. Degradation of red mangrove (*Rhizophora mangle* L.) leaves in the Bay of Panama. Revista de Biología Tropical 37(1): 101-104.
- D'Croz, Luis. 1979. El Afloramiento en el Golfo de Panamá y su Repercusión sobre la Pesca Artesanal. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Farmacia, Universidad de Panamá. Inédito. 10 pag.
- Dawes, C.J. 1981. Marine Botany. John Wiley and Sons, NY. 629 pp.
- Dexter, Deborah M. 1979. Community structure and seasonal variation in intertidal Panamanian sandy beaches. *Estuarine and Coastal Marine Science* 9: 543-558.
- Díaz, Marco L. El plancton y el fenómeno del afloramiento. 1993. NOTARACT: Suplemento; Boletín Informativo, Club ROTARACT Panamá Oeste. Edición Especial 1993: 4 pag.
- Díaz, Marco L. 1992a. Camino a la extinción: la cacería de ballenas. NOTARACT: Suplemento; Boletín Informativo, Club ROTARACT Panamá Oeste. Noviembre-Diciembre 1992: 6 pag.
- Díaz, Marco L. 1992b. Los arrecifes de coral. NOTARACT: Suplemento; Boletín Informativo, Club ROTARACT Panamá Oeste. Septiembre-Octubre 1992: 6 pag.
- Díaz, Marco L. 1992c. El manglar: un recurso menospreciado. NOTARACT: Suplemento; Boletín Informativo, Club ROTARACT Panamá Oeste. Julio-Agosto 1992: 4 pag.
- Díaz, Marco L. 1992d. Los arrecifes de coral. Perspectivas. ASODEFA, MIPPE: 12-13.
- Díaz, Marco L. y César Muñoz. En revisión. Análisis fotográfico de la vegetación costera del área de Pedasí, Provincia de Los Santos.
- Forsbergh, E.D. 1969. Estudio sobre la climatología, oceanografía y pesquerías del Panama Bight. Comisión Internacional del Atún Tropical Vol. 14: 49-259.

- Garrity, Stephen D. and Sally C. Levings. 1993. Marine debris along the Caribbean coast of Panama. *Marine Pollution Bulletin* 26(6): 317-324. ARCHIVOS PERSONALES
- Glynn, Peter W. 1972. Observations on the ecology of the Caribbean and Pacific coasts of Panama. *Bulletin of the Biological Society of Washington* 2: 13-30.
- Glynn, Peter W. 1976. Some physical and biological determinants of coral community structure in the Eastern Pacific. *Ecological Monographs* 46(4): 431-456.
- Glynn, Peter W. 1982. "Coral communities and their modifications relative to past and prospective Central American seaways." *Advances in Marine Biology*, 19: 91-132.
- Glynn, Peter W. 1983. Extensive "bleaching" and death of reef corals on the Pacific coast of Panama. *Environmental Conservation* 10(2): 149-154.
- Glynn, Peter W. 1984 "Widespread coral mortality and the 1982-83 El Niño warming event." *Environmental Conservation* 11(2): 133-146.
- Glynn, Peter W. 1990. "Coral Mortality and Disturbances to Coral Reefs in the Tropical Eastern Pacific." in *Global Ecological Consequences of the 1982-83 El Niño-Southern Oscillation*, edited by Peter W. Glynn: 55-126. Elsevier, Amsterdam.
- Glynn, Peter W., editor. 1990. Global Ecological Consequences of the 1982-83 El Niño-Southern Oscillation. Elsevier, Amsterdam.
- Glynn, Peter W., Robert H. Stewart, and John E. McCosker. 1972. Pacific coral reefs of Panama: structure, distribution and predators. *Geologischen Rundschau* 61: 483-519.
- Glynn, Peter W. and D'Croze, Luis. 1990. "Experimental Evidence for High Temperature Stress as the Cause of El Niño-Coincident Coral Mortality." *Coral Reefs* 8: 181-191.
- Glynn, Peter W. and Stewart, Robert H. 1973. Distribution of coral reefs in the Pearl Islands (Gulf of Panamá) in relation to thermal conditions. *Limnology and Oceanography* 18(3): 367-379.
- Glynn, Peter W. and MacIntyre, Ian G. 1977. Growth rate and age of coral reefs on the Pacific coast of Panama. *Proceedings of the Third International Coral Reef Symposium* 2: 251-259.
- Glynn, Peter W., and W.H. Weerdt. 1991. Elimination of two reef-building hydrocorals following the 1982-83 El Niño warming event. *Science* 253: 69-71.
- Gonzalez C., Eric Edgardo y Polo G., Eira Mercedes. 1982. Efectos de la sedimentacion en el crecimiento de algunas especies de corales en Panama. Thesis, Universidad de Panamá.
- Gore, Rick. 1977. The tree nobody liked. *National Geographic* Vol. 151, No. 5 (May 1977): 669-689.
- Gross, M. Grant. 1972. Oceanography, a View of the Earth. Second Edition. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey. 497 pag.

- Guzmán, Héctor M. and Robertson, D. Ross. 1988. Responses of a Corallivorous Pufferfish to Mass Mortalities of Eastern Pacific Corals (Abstract 155). *Sixth International Coral Reef Symposium Abstracts*: 39.
- Guzmán, Héctor M., D. Ross Robertson & Marco L. Díaz. 1991. Distribución y abundancia de corales en el arrecife del Refugio de Vida Silvestre Isla Iguana, Pacífico de Panamá. *Revista de Biología Tropical*, 39(2): 225-231.
- Handley, C.O., Jr. 1966. Checklist of the mammals of Panama. In: Ectoparasites of Panama. R.L. Wenzel and V.J. Tipton Eds. Field Mus. Nat. Hist. Chicago, Illinois. PP 753-795.
- Instituto Geográfico Nacional (IGN) Tommy Guardia. 1988. Atlas de Panamá.
- Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación (IRHE). Datos meteorológicos de la Estación ?? Pedasí. Sin Editar.
- Keller, Brian D. and Jeremy B.C. Jackson, eds. 1991. Long-term assessment of the oil spill at Bahía Las Minas, Panama, synthesis report, volume I: executive summary. OCS Study MMS 93-0047. U.S. Department of the Interior, Minerals Management Service, Gulf of Mexico OCS Region, New Orleans, La. 129 pp.
- Keller, Brian D. and Jeremy B.C. Jackson, eds. 1991. Long-term assessment of the oil spill at Bahía Las Minas, Panama, synthesis report, volume II: technical report. OCS Study MMS 93-0047. U.S. Department of the Interior, Minerals Management Service, Gulf of Mexico OCS Region, New Orleans, La. 1,017 pp.
- Lessios, Harilaos A. 1983. Los erizos de mar panameños, las lesiones que causan, y su tratamiento. *Revista Médica de Panamá* 8(1): 56-71.
- Lettich y Lettich ed. 1977. basura35-pag31
- Lubchenco, Jane, Bruce A. Menge, Stephen D. Garrity, Peggy R. Lubchenco, Linda R. Ashkenas, Steven D. Gaines, Richard Emlet, John Lucas and Sharon Strauss. 1984. "Structure, persistence, and role of consumers in a tropical rocky intertidal community (Taboguilla Island, Bay of Panama)." *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 78(1/2): 23-73.
- Manooch, Charles S. III. 1987. Age and growth of snappers and groupers. In: Tropical Snappers and Groupers: Biology and Fisheries Management. Jeffrey J. Polovina and Stephen Ralston Ed. West View Press, London.
- Needham, James G. and Paul R. Needham. Guía para el Estudio de los Seres Vivos de las Aguas Dulces. Traducción adaptada para España y América. Editorial Reverté, S.A. Bogotá, Colombia. 131 pag.
- Muschett Ibarra, Daniel M. 1974. Sobre la composición química y el aporte nutritivo de los ríos y lluvias advacentes al Golfo de Panamá. Tesis, Universidad de Panamá, 55 páginas.

- Nybbaken, James W. 1982. *Marine Biology: An Ecological Approach*. Harper and Row, Publishers, N.Y. 446 pag.
- Parrish, James D. 1987. The trophic biology of snappers and groupers. In: Tropical Snappers and Groupers: Biology and Fisheries Management. Jeffrey J. Polvonia and Stephen Ralston Ed. West View Press, London.
- Porter, James W. 1972. Ecology and species diversity of coral reefs on opposite sides of the Isthmus of Panama. *Bulletin of the Biological Society of Washington* 2: 89-116.
- Randall, John E. 1987. A preliminary synopsis of the groupers (Perciformes: Serranidae: Epinephelinae) of the Indo-Pacific region. In: Tropical Snappers and Groupers: Biology and Fisheries Management. Jeffrey J. Polvonia and Stephen Ralston Ed. West View Press, London.
- Recursos Marinos. 1990. Diagnóstico Global de la Actividad Pesquera en Panamá. MICI, Panamá, Rep. de Panamá.
- Recursos Marinos. 1992. Estadísticas Pesqueras 1981-1990. MICI, Panamá, Rep. de Panamá.
- Reggio, Villere C. Jr. 1991. Response to beach debris in the Gulf of Mexico. Minerals Management Service. 6 pag.
- Saenger, P., E.J. Hegerl, and J.D.S. Davie, editors. 1983. *Global Status of Mangroves Ecosystems*. International Union for the Conservation of Nature.
- Sainsbury, K.J. 1987. Assessment and management of the demersal fishery on the continental shelf of North-Western Australia. In: Tropical Snappers and Groupers: Biology and Fisheries Management. Jeffrey J. Polvonia and Stephen Ralston Ed. West View Press, London.
- Smayda, T.J. 1966. A quantitative analysis of the phytoplankton of the Gulf of Panama. III. General ecological conditions, and the phytoplankton dynamics... Interamerican Tropical Tunna Commission 2(5): 353-612.
- Tchobanoglous, George, Hilary Theisen, and Samuel Vigil. 1993. Integrated Solid Waste Management. Engineering Principles and Management Issues. McGraw Hill, Inc. NY. 980 pp.
- United Nations Environmental Program. *Cleaning up the seas. Brief No. 5*.
- Von Prahl, Henry y H. Erhardt. 1985. Colombia: Corales y Arrecifes Coralinos. Universidad del Valle. 295 pag.
- Weisskopf, Michael. 1988. Plastic reaps a grim harvest in the oceans of the world. Smithsonian. March, 1988: 59-66.

9. ANEXOS

***9.1. FOTOCOPIA DE DOCUMENTOS LEGALES QUE DECLARAN
REFUGIO DE VIDA SILVESTRE DIVERSAS AREAS DE PEDASI***

ANÁLISIS AMBIENTAL DE LA CONTAMINACIÓN POR BASURA EN EL ECOSISTEMA COSTERO-MARINO
Y LAS PESQUERÍAS DE LA REGIÓN DE PEDASÍ (PROV. DE LOS SANTOS)
ANEXOS

REPÚBLICA DE PANAMÁ
MINISTERIO DE DESARROLLO
AGROPECUARIO
ASOCIACIÓN NACIONAL DE RECURSOS
NATURALES RENOVABLES
DECRETO EJECUTIVO No. 20
(15 de junio de 1987)

Por el cual se declara Refugio de Vida Silvestre a la Isla Iguana, en la
Provincia de Los Santos.

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA, en uso de sus facultades legales, y

CONSIDERANDO:

Que es de interés nacional la conservación, protección y administración
de los recursos naturales renovables, así como las áreas más sobresalientes
del país, con el fin de mantenerlos para el uso y beneficio nacional
de las generaciones presentes y futuras.
Que se ha realizado un análisis físico ambiental de la Isla Iguana, Distrito
de Pedasí, Provincia de Los Santos, por el Círculo de Estudios Científicos
Aplicados (CECA), el capítulo de Panamá del Consejo Internacional para la
protección de las Aves (CIPA) y la Dirección Nacional de Recursos Natura-
les Renovables del Ministerio de Desarrollo Agropecuario comprobándose la
presencia de características sobresalientes que ameritan la protección del
área bajo la categoría de manejo de refugio de Vida Silvestre. Que es deber
del Gobierno Nacional, tomar las medidas conducentes para la protección
de la fauna silvestre, y la creación de las reservas forestales, parques na-
cionales y reservas forestales, parques nacionales y reservas biológicas,
tal cual lo establece el Decreto Ley 39 del 29 de septiembre de 1966 y el
Decreto No. 23 del 30 de enero de 1967.

Decreta:

Primero: Declararse Refugio de Vida Silvestre las tierras, aguas, fauna e
instalaciones de la Isla Iguana, Distrito de Pedasí, Provincia de Los San-
tos que se encuentran ubicadas al Este de la Península de Azuero a una dis-
tancia aproximada de cuatro mil seiscientos (4.700) metros de la costa en-
tre el río Parío y río Pedasí, y dentro del siguiente cuadrante geográfico
7 37'00" y 7 38'00" de Latitud Norte y 79 59'45" y 80 00'15" de Longitud Oc-
cidente.
Segundo: El Refugio de Vida Silvestre que se crea por medio de este Decre-

TERCERO: La Dirección Nacional de Recursos Naturales Renovables del Ministerio de Desarrollo Agropecuario realizará las demarcaciones del alinderamiento necesario y ejercerá sus funciones dentro del área con el apoyo y colaboración de la Dirección Nacional de Reforma Agraria y además autoridades Administrativas correspondientes.

CUARTO: Queda prohibida la tala árboles, las quemas, pastoreo, destrucción posesión y adjudicación de tierras y cualquier otra actividad dentro del Refugio de Vida Silvestre que se crea mediante este Decreto, sin la debida autorización previa de la Dirección Nacional de Recursos Naturales Renovables del Ministerio de Desarrollo Agropecuario .

QUINTO: Todo aquel que ejecute algunos de los actos prohibidos por el artículo anterior, o el que en alguna otra forma adquiera madera o cualesquiera otros productos forestales, o especímenes faunísticos provenientes del área comprendida en el Refugio de Vida Silvestre Isla Iguana, se hará acreedor a multa de Cincuenta Balboas (\$.50.00) a quinientos Balboas (\$. 500.00), que será impuesta por la Dirección Nacional de Recursos Naturales Renovables, sin perjuicio de las sanciones que pueda imponer el Servicio Forestal en virtud del artículo 69 del Decreto Ley No. 39 del 29 de septiembre de 1966.

SEXTO: El Refugio de Vida Silvestre Isla Iguana y sus bienes serán administrados conforme a las normas y directrices establecidas en el Plan de Manejo de la Dirección Nacional de Recursos Naturales Renovables del Ministerio de Desarrollo Agropecuario, con la participación de las Autoridades Administrativas del Distrito de Pedasí, Provincia de Los Santos, según los reglamentos que se dicten para este fin.

SEPTIMO: Las donaciones efectuadas por personas naturales o jurídicas para los fines específicos del manejo y desarrollo del Refugio de Vida Silvestre Isla Iguana, serán deducibles del pago de impuesto sobre la renta.

OCtavO: El presente Decreto Ejecutivo entrará en vigor a partir de la fecha de su promulgación.

Dado en la ciudad de Panamá a los 15 días del mes de junio de mil novecientos ochenta y uno (1981).

Dr. Aristides Hoyo B.
Presidente de la República.

Dr. Alfredo Oranges B.
Ministerio de Desarrollo Agropecuario

VIDA OFICIAL DE PROVINCIAS

CONSEJO MUNICIPAL DE PEDASÍ

ACUERDO MUNICIPAL No. 4
(Del 11 de febrero de 1992)

"Mediante el cual se declara "REFUGIO DE VIDA SILVESTRE" un sector del área y litoral del Distrito de PEDASÍ."

EL HONORABLE CONCEJO MUNICIPAL DEL DISTRITO DE PEDASÍ,
en uso de sus facultades legales;

CONSIDERANDO:

1. Que es motivo de preocupación de este Organismo Municipal, el buen Manejo y Conservación de los Recursos Naturales Renovables del Distrito de Pedasí para el desarrollo de las presente y futuras generaciones.-
2. Que la Zona Litoral de los Corregimientos de Pedasí, Mariabé y Purio tienen una gran Importancia Ecológica, Económica y Social sobre todo por el desarrollo de actividades de pesca Artesanal y Turística en esta jurisdicción.-
3. Que existe en toda la Provincia un notable interés por la Protección del medio ambiente que se ha traducido en un Programa de Trabajo en el cual el INRENA, como los Grupos Conservacionistas tales como: el GRUPO CONSERVACIONISTA DE PEDASÍ, CECA (CÍRCULO DE ESTUDIOS CIENTÍFICOS APUCADOS), EL CLUB SOCIAL BELLA VISTA y esta Corporación Municipal y otras de la Provincia, han tenido notable participación en el establecimiento de un Sistema de Áreas Silvestres Protegidas.-
4. Que parte de la Zona Litoral presenta condiciones muy especiales de Fragilidad por sus angostas Dunas (muros naturales de arena fina).-

RESUELVE:

ARTÍCULO 1: Declarar como en efecto se declara "REFUGIO DE VIDA SILVESTRE" a la Zona Litoral de los Corregimientos de Pedasí, Mariabé y Purio, que comprende desde la Montaña de Punta Mala, hasta la desembocadura del Río Purio, incluyendo los Manglares, Albinas, Dunas, Esteros y cinco kilómetros de los cauces Río Arriba y una franja paralela a éstos de 30 metros de ancho a cada lado; de los Río CALDERA, PEDASÍ y PURIO. Así mismo se protege una franja marina de 7 kilómetros de ancho y los terrenos inundado por las altas mareas sean o no manglares así como los comprendidos en franja de doscientos (200) metros de anchura hacia adentro de la Costa en tierra firme.-

ARTÍCULO 2: Este Refugio se administrará según el siguiente Reglamento;

a) Se permite la Pesca Artesanal con embarcaciones que no excedan de dos mil quinientas libras (2.500) de Capacidad.

b) Se permite el uso público del Area siempre que dichas actividades no causaren graves perturbaciones Ecológicas que pongan en peligro la existencia de otros Recursos.-

c) Se permitirá la instalación de establecimientos comerciales en forma permanente siempre que la inversión sobrepase los cinco mil balboas (B/.5.000) y que el o los interesados inviertan antes de construir unos mil balboas (B/.1.000) en los caminos que conducirán a los mismos. Solo es permitida la operación de un Establecimiento Comercial ya sea en forma Permanente o Transitorio por Playa, siempre que dichas actividades no tengan como finalidad el Lucro o Carnaval.-

ch) Se PROHIBE, la TALA, CACERIA, QUEMA y CONTAMINACION u otras Actividades que atenten contra la Conservación de los Recursos Naturales Renovables del Area.-

d) Se prohíbe la extracción comercial de Arena, Cascajo, Piedras y Mangle, ya que esta práctica requiere de grandes volúmenes y pone en peligro la estabilidad de las Dunas, Ríos, Playas y Manglares.-

e) Se prohíbe la pesa de Arrastre de Barcos Balicheros, Camaroneros o de otro tipo dentro del Refugio.-

ARTICULO 3: Se establecerá un cuerpo colegiado con la participación de los Grupos Conservacionistas: GRUCOPE, CECA y BELLA VISTA, EL INRENARE y esta Corporación Municipal para garantizar el manejo y conservación adecuada del Refugio.-

ARTICULO 4: El Honorable Concejo Municipal

del Distrito de Pedasí, reconoce a los grupos Conservacionistas: de PEDASI, CECA (CIRCULO DE ESTUDIOS CIENTIFICOS APLICADOS) EL CLUB SOCIAL BELLA VISTA y otros que surjan con los mismos propósitos.-

ARTICULO 5: La violación parcial o total de este Acuerdo acarreará Multa de cincuenta balboas (B/.50.00) a cinco mil (B/.5.000) o su equivalente en arresto, de acuerdo a las Leyes Especiales existentes del INRENARE Y EL MUNICIPIO DE PEDASI.-

ARTICULO 6: El Area que se protege mediante este Acuerdo Municipal se denominará (REFUGIO DE VIDA SILVESTRE PABLO ARTURO BARRIOS), en honor a quién fuera un gran defensor de la Naturaleza.-

ARTICULO 7: Todas las actividades que se realicen por parte del Grupo Conservacionista de Pedasí, que se lleven a cabo dentro de este Distrito y el Refugio, que tengan como finalidad el acopio de fondos destinados a la realización de las actividades tendientes al buen manejo y Conservación de los Recursos Naturales del Distrito de Pedasí, estarán exonerados de los Impuestos Municipales.- Dado y aprobado en el Salon de Sesiones del Honorable Concejo Municipal del Distrito de Pedasí, a los once (11) días del mes de Febrero de mil novecientos noventa y dos (1992).-

PUBLIQUESE Y CUMPLASE

H.R. JOAQUIN BARAHONA E.

Presidente del Concejo Mpal. Dto. de Pedasí

H.R. ARMANDO GARCIA S.

H.R. EURIS BATISTA V.

H.R. AGUSTIN ZAMBRANO M.

H.C.S. ALGIS I GARCIA V.

MARA E. SOLIS R.

Secretaria del Concejo

9.2. LISTADO PRELIMINAR DE LAS ESPECIES DE PECES DEL ÁREA DE PEDASÍ

Actualizado a marzo de 1994

ANÁLISIS AMBIENTAL DE LA CONTAMINACIÓN POR BASURA EN EL ECOSISTEMA COSTERO-MARINO
Y LAS PESQUERÍAS DE LA REGIÓN DE PEDASI (PROV. DE LOS SANTOS)
ANEXO 8.2 - Listado Preliminar de las Especies de Peces del Área de Pedasi

ESPECIE	NOMBRE REGIONAL
TIBURONES Y RAYAS	
**FAMILIA/ALOPIIDAE (tiburones zorros)	
<i>Alopias spp.</i>	tiburón.
**FAMILIA/CARCHARHINIDAE (tiburones, tintoreras)	
<i>Carcharhinus leucas</i> (Valenciennes, 1849)	tiburón toro, gris
<i>Incluye Carcharias azuero</i> (Gilbert & Starks)	
<i>Carcharhinus limbatus</i> (Valenciennes, 1841)	tiburón puntinegro
<i>Incluye C. aetholorus</i> (Jordan & Gilbert), <i>C. natator</i> (Meek & Hildebrand)	
<i>Carcharhinus longimanus</i> (Poey, 1861)	puntiblanco oceánico
<i>Incluye C. maou</i> (Lesson)	
<i>Carcharhinus obscurus</i> (La Sueur, 1818)	tiburón arenoso, de bahía
<i>Carcharhinus plumbeus</i> (Nardo, 1827)	tiburón (pardo)
<i>Incluye C. milberti</i> (Valenciennes)	
<i>Galoeocercus cuvieri</i> (Peron & Lesueur, 1822)	tiburón tigre, tintorera
<i>Negaprion brevirostris</i> (Poey, 1868)	tiburón limón, amarillo
<i>Incluye Carcharias fronto</i> (Jordan & Gilbert), <i>N. fronto</i> (Jordan & Gilbert)	
<i>Prionace glauca</i> (Linnaeus, 1758)	tiburón azul
<i>Incluye Hemigaleus isodus</i> (Philippi)	
<i>Rhizoprionodon longurio</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	tiburón (hocicon)
<i>Triaenodon obesus</i> (Rupell, 1835)	puntiblanco de arrecife
<i>Incluye Carcharias obesus</i> (Ruppell) 4, <i>Triaenodon apicalis</i> (Whitley)	
**FAMILIA/LAMNIDAE (makos, blancos)	
<i>Carcharodon carcharias</i> (Linnaeus, 1758)	tiburón blanco
<i>Isurus spp. mako</i>	
<i>Lamna spp.</i>	mako
**FAMILIA/ODONTASPIDIDAE (tiburones arenosos)	
<i>Odonaspis ferox</i> (Risso, 1810)	tiburón de arena
**FAMILIA/RHINIODONTIDAE (tiburones ballenas)	
<i>Rhiniodon typus</i> (Smith, 1828)	tiburón ballena, manchao
<i>Incluye Rhiniodon typus</i> (Smith)	
**FAMILIA/SCYLORHINIDAE (pintarrojas)	
<i>Cephaloscyllium ventriosum</i> (Garman, 1880)	gata, pejegato inflado
<i>Cephalurus cephalus</i> (Gilbert)	pejegato renacuajo
<i>Halaeturus canescens</i> (Günther)	pejegato moreno
**FAMILIA/SPHYRNIDAE (martillos)	
<i>Sphyrna corona</i> (Springer, 1940)	martillo
<i>Sphyrna lewini</i> (Griffith & Smith, 1934)	martillo (común)
<i>Incluye S. diplana</i> (Springer)	
<i>Sphyrna media</i> (Springer, 1940)	martillo
<i>Sphyrna mokkaran</i> (Rupell, 1835)	martillo (gigante)
<i>Sphyrna tiburo</i> (Linnaeus, 1758)	martillo (de corona)
<i>Incluye S. vespertina</i> (Springer)	
<i>Sphyrna tudes</i> (Valenciennes, 1822)	martillo
<i>Sphyrna zygaena</i> (Linnaeus, 1758)	martillo (cruz)
**FAMILIA/SQUALIDAE (tiburones de cacho)	
<i>Squalus acanthias</i>	tollo de cachos
**FAMILIA/TRIAKIDAE (musolas, viudas)	

ANÁLISIS AMBIENTAL DE LA CONTAMINACIÓN POR BASURA EN EL ECOSISTEMA COSTERO-MARINO
Y LAS PESQUERÍAS DE LA REGIÓN DE PEDASI (PROV. DE LOS SANTOS)
ANEXO B.2 - Listado Preliminar de las Especies de Peces del Área de Pedasi

<i>Mustelus californicus</i> (Gill, 1864)	tiburón, musola gris
<i>Mustelus dorsalis</i> (Gill, 1864)	tiburón, tolla blanca
<i>Mustelus henlei</i> (Gill, 1862)	tolla de leche
<i>Mustelus lunulatus</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	tiburón, tolla mamon
**FAMILIA/DASYATIDAE (Rayas látigo)	
<i>Dasyatis brevis</i> (Garman) - México a Perú	raya
<i>Dasyatis longus</i> (Garman) - California a Ecuador	raya
**FAMILIA/GYMNURIDAE (Rayas mariposas)	
<i>Gymnura crebripunctata</i> (Peters) - México a Panamá	
<i>Gymnura marmorata</i> (Cooper) - California a Perú	raya (mariposa)
<i>Himantura pacifica</i> (Beebe & Tee-Van) - Sur de México a Costa Rica	
**FAMILIA/MOBULIDAE (Mantas, diablos)	
<i>Manta sp.</i> - Circumtropical	manitaraya
**FAMILIA/MYLIobatidae (Aguilas marinas)	
<i>Aetobatus narinari</i> (Euphrasen) - California a Perú	raya, aguililla de mar
<i>Pteromyia asperimus</i> (Gilbert) - Panamá	
<i>Rhinoptera steindachneri</i> (Evermann & Jenkins) - Golfo de California a Perú	
**FAMILIA/PRISTIDAE (Peces sierra)	
<i>Pristis pectinata</i> (Latham) - California a Perú	pez sierra, peine
<i>Pristis perotteti</i> (Muller & Henley) - California a Perú	pez sierra
Incluye <i>P. zephyreus</i> (Jordan & Starks)	
**FAMILIA/RAJIDAE (Rayas)	
<i>Batyraya spp.</i>	raya
<i>Raja badia</i> (Garman) - Panamá	raya
<i>Raja equatorialis</i> (Jordan & Bollman) - México a Perú	raya
<i>Raja velizi</i> (Chirichigno) - Costa Rica a Perú	raya
**FAMILIA/RHINOBATIDAE (Guitarras)	
<i>Rhinobatos spp.</i> - California a Ecuador	pez guitarra
**FAMILIA/RHINOPTERIDAE (Gavilanes)	
<i>Rhinoptera steindachneri</i> (Evermann & Jenkins) - California a Perú	raya, gavilán negro
**FAMILIA/TORPEDINIDAE (Torpedos)	
<i>Torpedo sp.</i>	torpedo
**FAMILIA/UROLOPHIDAE (Rayas sicodelicas)	
<i>Urolophus halleri</i> (Cooper) - California a Ecuador	raya (circular)
<i>Urotrygon aspidurus</i> (Jordan & Gilbert) - México a Perú	raya
<i>Urotrygon asterias</i> (Jordan & Gilbert) - México a Perú	raya
<i>Urotrygon chilensis</i> (Günther) - California a Chile	raya (circular)
<i>Urotrygon goodei</i> (Jordan & Bollman) - Costa Rica a Ecuador	
<i>Urotrygon mundus</i> (Gill) - Baja California a Perú	
<i>Urotrygon nebulosus</i> (Garman) - Golfo de California a Panamá	
<i>Urotrygon serrula</i> (Hildebrand) - Costa Rica a Perú	
PECES OSEOS	
**FAMILIA/ACANTHURIDAE (Peces cirujanos)	
<i>Acanthurus achilles</i> (Shaw, 1803) - Cabo San Lucas y Hawaii	pez cirujano
<i>Acanthurus glaucopareius</i> (Cuvier, 1829) - Golfo de California a Panamá	pez cirujano
<i>Acanthurus triostegus</i> (Linnaeus, 1758) - Golfo de California a Panamá	pez cirujano
<i>Acanthurus xanthopterus</i> (Valenciennes, 1835) - California a Panamá	pez cirujano
Incluye <i>Hepatus crestonis</i>	

ANALISIS AMBIENTAL DE LA CONTAMINACION POR BASURA EN EL ECOSISTEMA COSTERO-MARINO
Y LAS PESQUERIAS DE LA REGION DE PEDASI (PROV. DE LOS SANTOS)
ANEXO 8.2 - Listado Preliminar de las Especies de Peces del Area de Pedasi

<i>Prionurus punctatus</i> (Gill, 1862) - Golfo de California a Panamá	<i>cirujano moteado/colliama</i>
<i>Zanclus canescens</i> (Linnaeus, 1758) - Golfo de California a Panamá	<i>idolo moruno</i>
Incluye <i>Zanclus cornutus</i>	
**FAMILIA/ANTENNARIDAE (Antenaridos, p. sapos)	
<i>Antennarius</i> spp.	<i>pez sapo</i>
**FAMILIA/APOGONIDAE (Cardenales)	
<i>Apogon dovii</i> (Günther, 1861) - México a Perú	<i>cardenal</i>
<i>Apogon parri</i> (Breder, 1936) - Baja California a Perú	<i>cardenal rosado</i>
Incluye <i>A. pacifici</i>	
**FAMILIA/ARIIDAE (Bagres)	
<i>Ariopsis</i> spp.	<i>bagre, congo, conguito</i>
<i>Arius</i> spp. <i>bagre, congo, conguito</i>	
<i>Bagre panamensis</i> (Gill) - México a Perú	<i>conguito, pez gato</i>
<i>Cathorops</i> spp.	
**FAMILIA/AULOSTOMIDAE (Trompetas)	
<i>Aulostomus chinensis</i> (Linnaeus) - Costa Rica a Panamá	<i>pez trompeta</i>
**FAMILIA/BALISTIDAE (Peces gatillo)	
<i>Alutera scripta</i> (Osbeck, 1795) - Circumtropical	<i>lija trompuda</i>
<i>Balistes polylepis</i> (Steindachner, 1876) - California a Chile	<i>pez puerco</i>
<i>Cantherines dumerilli</i> (Hollard, 1854) - Circumtropical	<i>pez gatillo</i>
<i>Canthidermis maculatus</i> (Bloch) - México a Perú	
<i>Melichthys niger</i> (Bloch) - California a Panamá	<i>pez puerco, cochinegro</i>
<i>Pseudobalistes naufragium</i> (Jordan & Starks, 1895) - Baja California a Ecuador	<i>pez puerco</i>
<i>Sufflamen verres</i> (Gilbert & Starks, 1904) - Baja California a Ecuador	<i>pez puerco</i>
**FAMILIA/BATRACHOIDIDAE (Peces sapos)	
<i>Batrachoides</i> spp.	<i>pez sapo, pejesapo</i>
<i>Porichthys</i> sp.	<i>pez sapo</i>
**FAMILIA/BELONIDAE (Peces aguja)	
<i>Strongylura exilis</i> (Girard) - California a Perú	<i>pez aguja</i>
Incluye <i>S. stoltzmanni</i> (Steindachner)	
<i>Tylosurus acutus pacificus</i> (Steindachner) - México a Perú	
<i>Tylosurus crocodilus</i> (Jordan & Gilbert) - Golfo de California a Panamá	<i>pez aguja</i>
<i>Tylosurus fodiator</i> - Golfo de California a Panamá**	<i>pez aguja</i>
<i>Tylosurus stoltzmanni</i>	<i>pez aguja</i>
**FAMILIA/BLENNIIDAE (Trambolitos)	
<i>Entomacrodus chiostrictus</i> (Jordan & Gilbert) - Golfo de California a Colombia	
<i>Hypsoblennius brevipinnis</i> (Günther) - Golfo de California a Perú	
<i>Hypsoblennius gentilis</i> (Girard)	
<i>Hypsoblennius</i> spp.	
<i>Ophioblennius steindachneri</i> (Jordan & Evermann) - Golfo de California a Perú	<i>trambolito negro</i>
<i>Plagiotremus azaleus</i> (Jordan & Bollman) - Golfo de California a Perú	<i>diente de sable</i>
**FAMILIA/BOTHIDAE (Lenguados)	
<i>Ancylopsis dendrica</i> (Gilbert) - Golfo de California a Perú	<i>lenguado manchado</i>
<i>Bothus</i> spp.	
<i>Etropus</i> spp.	
<i>Hippoglossina</i> spp.	
**FAMILIA/CARANGIDAE (Jureles)	

ANÁLISIS AMBIENTAL DE LA CONTAMINACIÓN POR BASURA EN EL ECOSISTEMA COSTERO-MARINO
Y LAS PESQUERÍAS DE LA REGIÓN DE PEDASÍ (PROV. DE LOS SANTOS)
ANEXO 8.2 - Listado Preliminar de las Especies de Peces del Área de Pedasí

<i>Alectis ciliaris</i> (Block) - México a Perú	caballa, pejeblanco
Incluye <i>A. crinitus</i> (Mitchell)	
<i>Caranx caballus</i> (Günther) - California a Perú	cojimua, cojimua chata
<i>Caranx hippos</i> (Linnaeus) -	cojimua, jurel
<i>Caranx melampygus</i> -	jurel azul
<i>Elagatis bipinulata</i> (Quoi & Gaimard) - México a Panamá	salmón, salmónete
<i>Gnathanodon speciosus</i> (Forsskal) - Golfo de California a Panamá	ojicandela, sierrito
<i>Naucratis ductor</i> (Linnaeus) -	pez piloto
<i>Selar crumenophthalmus</i> (Block) - Baja California a Perú	ojotón
<i>Seriola lalandi dorsalis</i> (Gill) - Washington a Chile	bojalá
<i>Seriola rivolians</i> (Valenciennes) - California a Perú	bojalá
Incluye <i>S. colburni</i> (Evermann & Clark)	
<i>Trachinotus kennedyi</i> (Steindachner) - Baja California a Ecuador	pámpano
Incluye <i>T. culveri</i> (Jordan & Starks)	
<i>Trachinotus patiensis</i> (Cuvier) - California a Chile	pámpano
Incluye <i>T. paloma</i> (Jordan & Starks)	
<i>Trachinotus rhodopus</i> (Gill) - California a Perú	pampanito
**FAMILIA/CENTROPOMIDAE (Robalos)	
<i>Centropomus nigrescens</i> (Günther) - Baja California a Perú	robalo
Incluye <i>C. viridis</i> (Lockington)	
<i>Centropomus</i> spp.	robalo
**FAMILIA/CHAETODONTIDAE (Mariposas)	
<i>Chaetodon humeralis</i> (Günther, 1860) - California a Perú	pez mariposa, barbero
<i>Forcipiger flavissimus</i> (Jordan & McGregor, 1898) -	pez mariposa, barbero
<i>Johrmandalia nigrirostris</i> (Gill, 1863) - Golfo de California a Panamá	pez mariposa, barbero
Incluye <i>Hemiochus nigrirostris</i> (Gill)	
**FAMILIA/CIRRHITIDAE (Alcones de coral)	
<i>Cirrhitichthys oxycephalus</i> (Bleeker) - Golfo de California a Colombia & Is. Galápagos	halcón de coral
<i>Cirrhitus rivulatus</i> (Valenciennes, 1855) - Golfo de California a Colombia & Islas Galápagos	pez halcón gigante
<i>Oxycirrhites typus</i> (Bleeker, 1857) - Baja California a Panamá	pez halcón narizón
**FAMILIA/CLUPEIDAE (Sardinias)	
<i>Etrumeus teres</i> (De Kay) - California a Chile	arenque, sardina
<i>Harengula Peruana</i> (Fowler & Bean) - California a Chile	arenque, sardina
<i>Harengula thrissina</i> (Jordan & Gilbert) - California a Chile	sardina
<i>Neopisthopterus tropicus</i> (Hildebrand) - California a Ecuador	sardina chata, pelada
<i>Odontognathus panamensis</i> (Steindachner) - California a Colombia	sardina
<i>Opisthonema bulleri</i> (Regan) - California a Chile	machete/arenque de hebra
<i>Opisthonema libertate</i> (Günther) - México a Ecuador	sardina machete, arenque
<i>Opisthopterus dovii</i> (Günther) - California a Perú	sardina, sin sangre
<i>Opisthopterus equatorialis</i> (Hildebrand) - México a Perú	arenque, sardina
<i>Sardinops sagax</i> -	sardina del pacífico
**FAMILIA/CONGRIDAE (Congrios)	
<i>Gorgasia</i> sp.	
**FAMILIA/CORYPHAENIDAE (Dorados)	
<i>Coryphaena equiselis</i> (Linnaeus) - Centro América	
<i>Coryphaena hippurus</i> (Linnaeus) - Washington a Chile	dorado, machete
**FAMILIA/CYNOGLOSSIDAE (Lenguados)	
<i>Symphurus</i> spp.	

ANÁLISIS AMBIENTAL DE LA CONTAMINACIÓN POR BASURA EN EL ECOSISTEMA COSTERO-MARINO
Y LAS PESQUERÍAS DE LA REGIÓN DE PEDAÍ (PROV. DE LOS SANTOS)
ANEXO 8.2 - Listado Preliminar de las Especies de Peces del Área de Pedaí

**FAMILIA/DIODONTIDAE (Peces erizo)	
<i>Chilomycterus affinis</i> (Günther, 1870) - Baja California a Chile	
<i>Diodon holocanthus</i> (Linnaeus, 1758) - California a Colombia, Circuntropic	pez erizo
<i>Diodon hystrix</i> (Linnaeus) - Baja California a Chile	pez erizo manchado
**FAMILIA/ECHENEIDAE (Remoras)	
<i>Echeneis naucrates</i> (Linnaeus) - California a Centro America	remora rayada
<i>Remora remora</i> (Linnaeus) - California a Chile	remora
<i>Remora</i> spp.	
**FAMILIA/ELECTRIDAE (Chupapiedras)	
<i>Dormitator latifrons</i> -	guabina
**FAMILIA/ELOPIDAE (Macabi, malac)	
<i>Elops affinis</i> (Regan) - California a Perú	machete
**FAMILIA/ENGRAULIDAE (Anchoas)	
<i>Anchoa arenicola</i> (Meek & Hildebrand) - México a Panamá	anchoa
<i>Inchye Anchoa argentivittata</i> (Regan)	
<i>Anchoa naso</i> (Gilbert & Pierson) - Baja California a Perú	anchoa
<i>Anchoa panamensis</i> (Steindachner) - México a Perú	anchoa, anchoveta
<i>Anchoa</i> spp.	
<i>Anchovia arenicola</i> - México a Panamá	anchoveta
<i>Anchovia</i> spp.	
<i>Anchoviella</i> spp.	
<i>Cetengraulis mysticetus</i> (Günther) - California a Perú	anchoveta, sardina agall
**FAMILIA/EXOCEETIDAE (Peces voladores)	
<i>Cypselurus californicus</i> (Cooper) - Golfo de California a Perú	pez volador
<i>Cypselurus nigripennis</i> (Cuvier & Valenciennes) - Panamá	
<i>Cypselurus</i> spp.	
<i>Exocoetus volitans</i> (Linnaeus) - México a Chile	
<i>Fodiator acutus</i> (Valenciennes) - California a Perú	pez volador
**FAMILIA/FISTULARIDAE (Peces corneta)	
<i>Aulostomus chinensis</i> -	pez trompeta
<i>Fistularia commersonii</i> (Ruppell, 1835) - Baja California a Panamá	pez trompeta
<i>Inchye F. depressa</i> (Gilbert)	
<i>Fistularia cornuta</i> -	pez trompeta
**FAMILIA/GERREIDAE (Palmitos)	
<i>Diapterus</i> spp.	
<i>Eucinostomus</i> spp.	
<i>Eugerres</i> spp.	
**FAMILIA/GOBIESOCIDAE (Chupapiedras, Gobios)	
<i>Gobiesox adustus</i> (Jordan & Gilbert, 1882) - Golfo de California a Ecuador	
**FAMILIA/GOBIIDAE (Gobios)	
<i>Coryphopterus urospilus</i> (Ginsburg, 1938) - Golfo de California a Colombia	gobio semaforo
<i>Elacatinus digueti</i> (Pellegrin, 1901) - Golfo de California a Colombia	gobio barbero
<i>Gobiosoma</i> sp.	
<i>Gobulus</i> sp.	
<i>Microgobius</i> spp.	
<i>Parella</i> spp.	
**FAMILIA/GOBIOIDIDAE ()	

ANÁLISIS AMBIENTAL DE LA CONTAMINACIÓN POR BASURA EN EL ECOSISTEMA COSTERO-MARINO
Y LAS PESQUERÍAS DE LA REGIÓN DE PEDASÍ (PROV. DE LOS SANTOS)
ANEXO 8.2 - Listado Preliminar de las Especies de Peces del Área de Pedasí

<i>Gobioides</i> spp.		
**FAMILIA/GRAMMISTIDAE (Jaboneros)		
<i>Rypticus bicolor</i> (Valenciennes, 1846) - Baja California a Perú		jabonero
<i>Rypticus nigripinnis</i> (Gill, 1862) - Baja California a Perú		jabonero negro
**FAMILIA/HAEMULIDAE (Roncadores)		
<i>Anisotremus dovii</i> (Günther, 1864) - Golfo de California a Perú		
<i>Anisotremus interruptus</i> (Gill, 1863) - Baja California a Perú & is. galapa		
<i>Anisotremus pacifici</i> (Günther) - Golfo de California a Perú		
<i>Haemulon flaviguttatum</i> (Gill, 1863) - Baja California a Panamá		burro, jiniguaro
<i>Haemulon maculicauda</i> (Gill, 1863) - Baja California a Ecuador		burrito
Incluye <i>Osthostoechus maculicauda</i>		
<i>Haemulon scuddert</i> (Gill, 1863) - Baja California a Ecuador & Islas Galápagos		
<i>Haemulon sexfasciatum</i> (Gill, 1863) - Baja California a Panamá		mojarra almejera
<i>Haemulon stendachneri</i> (Jordan & Gilbert, 1882) - Baja California a Perú, p.m.a a		brasil
<i>Pomadasy leuciscus</i> (Günther) - Golfo de California a Perú		roncador blanco
<i>Xenichthys xanti</i> (Gill, 1863) - Baja California a Perú		salema de timon alto
<i>Xenistius californiensis</i> (Steindachner, 1875) - California a Perú		salema
**FAMILIA/HEMIRAMPHIDAE (Mediaguja)		
<i>Eleptorhamphus longirostris</i> - Baja California a Ecuador		pez volador medio pico
<i>Hemirhamphus saltator</i> (Gilbert & Starks) - California a Perú		
<i>Hyporhamphus</i> spp.		
<i>Oxyphorhamphus micropterus</i> (Valenciennes) - Golfo de California a Perú		
**FAMILIA/HEMIRHAMPHIDAE (Mediaguja)		
<i>Euleptothamphus viridis</i> (Van hasselt) - Baja California a ecuad		
**FAMILIA/HOLOCENTRIDAE (Candiles)		
<i>Myripristis leiognathos</i> (Valenciennes, 1846) - Baja California a Ecuador		pez soldado
Incluye <i>M. occidentalis</i> (Günther)		
Incluye <i>Rhamphoberyx poecilopus</i> (Gunter)		
<i>Myripristis</i> spp.		
<i>Sargocentron suborbitalis</i> - Golfo de California a Ecuador		candil
Incluye <i>Adioryx suborbitalis</i>		
**FAMILIA/ISTIOPHORIDAE (Peces vela/marlines)		
<i>Istiophorus platypterus</i> (Shaw & Nodder) - California a Chile		pez vela
**FAMILIA/KYPHOSIDAE (Chopas)		
<i>Kyphosus analogus</i> (Gill, 1863) - California a Perú		chopa rayada
<i>Kyphosus elegans</i> (Peters, 1869) - Golfo de California a Panamá		chopa de cortez
<i>Sectator ocyurus</i> (Jordan & Gilbert) - California a Panamá		
**FAMILIA/LABRIDAE (Viejas y señoritas)		
<i>Bodianus diplotaenia</i> (Gill, 1863) - Golfo de California a Chile		vieja
**FAMILIA/LABRIDAE (Viejas y señoritas)		
<i>Bodianus eclancheri</i>		
<i>Decodon melasma</i> (Gomon, 1974) - Golfo de California a Ecuador		
<i>Halichoeres aestuaricola</i> (Bussing) - Golfo de California a Colombia		señorita de manglar
<i>Halichoeres chierchiae</i> (Caporiacco) - G. calif. a Panamá		
<i>Halichoeres dispilus</i> (Günther, 1864) - Golfo de California a Perú		señorita camaleon
<i>Halichoeres nicholsi</i> (Jordan & Gilbert, 1881) - California a Panamá, ir, Islas Galápagos		soltera
**FAMILIA/LABRIDAE (Viejas y Señoritas)		
<i>Hemipteronotus mundiceps</i> (Gill, 1863) - Golfo de California a Panamá		

ANÁLISIS AMBIENTAL DE LA CONTAMINACIÓN POR BASURA EN EL ECOSISTEMA COSTERO-MARINO
Y LAS PESQUERÍAS DE LA REGIÓN DE PEDASI (PROV. DE LOS SANTOS)
ANEXO 8.2 - Listado Preliminar de las Especies de Peces del Área de Pedasí

**FAMILIA/LABRIDAE (Viejas y señoritas)	
<i>Hemipteronotus pavoninus</i> (Valenciennes, 1839) - Golfo de California a Panamá	
<i>Novaculichthys taeniourus</i> - Golfo de California a Panamá	
<i>Pseudojulis notospilus</i> (Günther, 1864) - Golfo de California a Panamá	señorita de cintas
<i>Thalassoma lucasanum</i> (Gill, 1863) - Golfo de California a Panamá, im, Islas Galápagos	arco iris
<i>Thalassoma lutescens</i> (Lay & Bennett, 1839) - Golfo de California a Panamá	arco iris
<i>Xyrichtys pavo</i> - Golfo de California a Panamá	
**FAMILIA/LUTJANIDAE (Pargos)	
<i>Hoplopargus guentheri</i> (Gill, 1862) - Baja California a Panamá	pargo roquero
<i>Lutjanus aratus</i> (Günther, 1864) - Baja California a Ecuador	pargo silguero
<i>Lutjanus argentiventris</i> (Peters, 1869) - California a Perú	pargo amarillo
<i>Lutjanus guttatus</i> (Steindachner, 1869) - Golfo de California a Perú	pargo manchado
<i>Lutjanus novemfasciatus</i> (Gill, 1863) - Baja California a Perú	pargo dienton
<i>Lutjanus Perú</i> (Nichols & Murphy, 1922) - Golfo de California a Perú	pargo colorado
<i>Lutjanus viridis</i> (Valenciennes, 1855) - Baja California a Ecuador	pargo rayado
<i>Rabirubia inermis</i> (Peters) - Golfo de California a Panamá	
**FAMILIA/MACRORAMPHOSIDAE (Trompetillas)	
<i>Macroramphosus gracilis</i> - Baja California a Chile	pez trompetilla
**FAMILIA/MUGILIDAE (Lisas)	
<i>Mugil cephalus</i> (Linnaeus) - California a Chile	lisa
<i>Mugil curema</i> (Valenciennes) - Golfo de California a Perú	
**FAMILIA/MULLIDAE (Chivos, salmonetes)	
<i>Mulloidichthys dentatus</i> (Gill, 1863) - California a Perú & Islas Galápagos	salmonete
**FAMILIA/MURAENIDAE (Morenas)	
<i>Anarchias galapagensis</i> (Seale, 1940) - Golfo de California a Panamá & Islas Galápagos	morena
<i>Echidna nebulosa</i> (Ahl, 1789) - Golfo de California a Panamá	morena
<i>Echidna nocturna</i> (Cope, 1872) - Golfo de California a Perú & Islas Galápagos	morena cebra, pecosa
Incluye <i>E. chionostigma</i> (Fowler)	
<i>Echidna zebra</i> (Shaw, 1797) - Golfo de California a Panamá & Islas Galápagos	morena cebra
<i>Gymnothorax castaneus</i> (Jordan & Gilbert, 1882) - California a Panamá & i malpelo	morena verde
Incluye <i>Lycodontis castaneus</i>	
<i>Gymnothorax panamensis</i> (Steindachner, 1876) - Golfo de California a Chile	morena verde
<i>Lycodontis dovii</i> (Günther) - Golfo de California a Ecuador	culebra, morena verde
Incluye <i>G. dovii</i> (Günther)	
<i>Muraena argus</i> (Steindachner, 1870) - Baja California a Perú	
Incluye <i>M. albigutta</i> (Hildebrand)	
<i>Muraena clepsidra</i> (Gilbert, 1898) - Baja California a Ecuador & Islas Galápagos	morena
<i>Muraena lentiginosa</i> (Jenyns, 1843) - Golfo de California a Perú	morena pintada
Incluye <i>M. insularum</i> (Jordan & Davis)	
<i>Uropterygius necturus</i> (Jordan & Gilbert, 1882) - Golfo de California a Colombia	morena
<i>Uropterygius tigrinus</i> (Lesson, 1829) - Golfo de California a Panamá	morena ??
**FAMILIA/NEMATISTIDAE (Peces gallos)	
<i>Nematistius pectoralis</i> (Gill) - California a Perú	peje gallo
**FAMILIA/OGCOCEPHALIDAE (Peces murcielago)	
<i>Zalietus elater</i> (Jordan & Gilbert) - California a Perú	pez murcielago
**FAMILIA/OPHICHTHIDAE (Safios, ties)	
<i>Bascanichthys panamensis</i> (Meek & Hildebrand) - Baja California a Panamá	culebra, anguila
<i>Myrichthys maculosus</i> (Cuvier) - Golfo de California a Perú	culebra, anguila

ANÁLISIS AMBIENTAL DE LA CONTAMINACIÓN POR BASURA EN EL ECOSISTEMA COSTERO-MARINO
Y LAS PESQUERÍAS DE LA REGIÓN DE PEDASI (PROV. DE LOS SANTOS)
ANEXO 8.2 - Listado Preliminar de las Especies de Peces del Área de Pedasi

<i>Myrichthys tigrinus</i> (Girard) - California a Perú	anguila
Incluye <i>M. xysturus</i> (Jordan & Gilbert)	
<i>Ophichthus triseriatus</i> (Kaup) - California a Perú	culebra, anguila
<i>Ophichthus zophochir</i> (Jordan & Gilbert) - California a Panamá	culebra, anguila
**FAMILIA/OPHIDIIDAE (Congrios y brotulas)	
<i>Oligopus diagrammus</i> (Heller & Snodgrass, 1903) - California a Panamá & Islas Galápagos	brotula de coral
**FAMILIA/OPISTOGNATHIDAE (Bocas grandes)	
<i>Lonchopisthus</i> spp. -	
<i>Opistognathus punctatus</i> (Peters, 1869) - México a Panamá	boca grande
<i>Opistognathus scopis</i> (Jenkins & Evermann, 1889) - Golfo de California a Panamá	
**FAMILIA/OSTRACIONTIDAE (Peces cofre)	
<i>Lactoria diaphanus</i> (Block & Schneider, 1801) - Baja California a islas galapagos	torito
<i>Ostracion meleagris</i> (Shaw, 1796) - Baja California a Panamá	pez cofre
**FAMILIA/PLEURONECTIDAE (Sollas)	
<i>Achiurus mazatlanus</i> -	solla
**FAMILIA/POLYNAEMIDAE (Bobos)	
<i>Polydactilus approximans</i> (Lay & Bennett) - California a Perú	
<i>Polydactilus opercularis</i> (Gill) - California a Perú	
**FAMILIA/POMACANTHIDAE (Peces angel)	
<i>Holocanthus passer</i> (Valenciennes, 1846) - Golfo de California a Ecuador	pez angel reina
<i>Pomacanthus zonipectus</i> (Gill, 1863) - Golfo de California a Perú	pez angel de cortez
**FAMILIA/POMACENTRIDAE (Damselas)	
<i>Abudefduf declivifrons</i> (Gill, 1863) - Golfo de California a Perú	
Incluye <i>Nexalarius concolor</i> (Gill)	
<i>Abudefduf troschelii</i> (Gill, 1863) - Golfo de California a Perú	chogorro
<i>Chromis alta</i> - Golfo de California a Perú	
<i>Chromis atrilobata</i> (Gill, 1863) - Golfo de California a Perú & Islas Galápagos	damisela
<i>Chromis</i> spp. - Golfo de California a Panamá	
<i>Eupomacentrus acapulcoensis</i> (Fowler, 1844) - Golfo de California a Perú	damisela
<i>Eupomacentrus flavilatus</i> (Gill, 1863) - Golfo de California a Ecuador	damisela de dos colores
<i>Microspathodon bairdii</i> (Gill, 1863) - Golfo de California a Ecuador & Islas Galápagos	pez damisela
<i>Microspathodon dorsalis</i> (Gill, 1863) - California a Colombia	castañuela gigante
<i>Stegastes acapulcoensis</i> (Fowler) - Golfo de California a Perú	
<i>Stegastes arcifrons</i> (Heller & Snodgrass) - Costa Rica a galapagos	
<i>Stegastes flavilatus</i> (Gill) - Golfo de California a Ecuador	
**FAMILIA/PRIACANTHIDAE (Catalufas)	
<i>Priacanthus cruentatus</i> (Lacepede, 1802) - Baja California a Panamá	ojoton, catalufa
<i>Pseudopriacanthus serrula</i> (Gilbert, 1890) - California a Perú	ojoton, catalufa
Incluye <i>Pristigenys serrula</i> (Gilbert)	
**FAMILIA/SCARIDAE (Peces loro)	
<i>Calotomus spidens</i> (Quoi & Gaimard, 1824) -	pez loro
<i>Nicholsina denticulata</i> (Evermann & Radcliffe, 1917) - Golfo de California a Perú	pez loro
<i>Scarus compressus</i> (Osborn & Nichols, 1916) - Golfo de California a islas galapagos	pez loro azuloso
<i>Scarus ghobban</i> (Forsk., 1775) - Golfo de California a Perú	pez loro
<i>Scarus perrico</i> (Jordan & Gilbert, 1882) - Golfo de California a Perú	pez loro frenton
<i>Scarus rubrovittaceus</i> (Bleeker, 1849) - Golfo de California a Panamá	pez loro pintado
**FAMILIA/SCIAENIDAE (Corvinas, roncadores)	

ANÁLISIS AMBIENTAL DE LA CONTAMINACIÓN POR BASURA EN EL ECOSISTEMA COSTERO-MARINO
Y LAS PESQUERÍAS DE LA REGIÓN DE PEDASÍ (PROV. DE LOS SANTOS)
ANEXO B.2 - Listado Preliminar de las Especies de Peces del Área de Pedasí

<i>Bairdiella</i> sp.	
<i>Corvula macrops</i> (Steindachner) - México a Panamá	
Incluye <i>Vacuoa macrops</i> (Steindachner)	
<i>Cynoscion albus</i> (Gunther) - El Salvador a Ecuador	
<i>Cynoscion</i> spp.	
<i>Larimus</i> spp.	
<i>Menticirrhus nasus</i> - México a Perú	corvina de timon alto
<i>Menticirrhus panamensis</i> (Steindachner) - Baja California a Perú	
<i>Micropogonias altiptinnis</i> (Gunther) - Guatemala a Perú	
<i>Nebris occidentalis</i> (Vallant) - México a Perú	
<i>Odontoscion</i> spp.	
<i>Paralonchurus</i> spp.	
<i>Pareques viola</i> (Gilbert, 1898) - Baja California a Perú	
<i>Stellifer</i> spp.	
<i>Umbrina dorsalis</i> (Gill) - Baja California a Panamá	
<i>Umbrina xanui</i> (Gill) - Baja California a Perú	
**FAMILIA/SCOMBRIDAE (Atunes)	
<i>Acanthocybium solandri</i> (Cuvier) - Baja California a Perú	wahoo
<i>Auxis thazard</i> (Lacepede) - California a Perú	bonito
<i>Euthynnus lineatus</i> (Kishinouye) - California a Perú	barrilete negro
<i>Katsuwonus pelamis</i> (Linnaeus) - Canada a Chile	barrilete
<i>Sarda orientalis</i> (Temminck & Schlegel) - Baja California a Perú	guanca, bonito rayado
<i>Scomberomorus sierra</i> (Jordan & Starks) - California a Perú	sierra
<i>Thunnus alalunga</i> (Bonnatere) - Vancouver a Chile	
<i>Thunnus albacares</i> (Bonnatere) - California a Chile	atun de aleta amarilla
**FAMILIA/SCORPAENIDAE (Peces escorpión)	
<i>Scorpaena histrio</i> (Jenyns, 1843) - Golfo de Caif a Chile	pez piedra, lapon
<i>Scorpaena plumieri mystes</i> (Jordan & Starks, 1895) - Golfo de California a Ecuador & Incluye <i>Scorpaena mystes</i> , <i>Scorpaena plumieri</i>	pez escorpión, pez piedra
<i>Scorpaenodes xyris</i> (Jordan & Gilbert, 1882) - California a Perú & Islas Galápagos	pez escorpión, pez piedra
**FAMILIA/SERRANIDAE (Meros)	
<i>Diplectrum eumelum</i> (Rosenblatt & Johnson) - México a Panamá	
<i>Diplectrum euryplectrum</i> (Jordan & Bollman) - Baja California a Perú	
<i>Diplectrum labarum</i> (Jordan & Bollman) - Baja California a Panamá	
<i>Diplectrum macropoma</i> (Gunther) - Golfo de California a Perú	
<i>Diplectrum pacificum</i> (Meek & Hildebrand) - Baja California a Perú	
<i>Diplectrum rostrum</i> (Bortone) - Golfo de California a Colombia	
<i>Epinephelus acanthistius</i> (Gilbert) - Golfo de California a Perú	cherna roja
<i>Epinephelus afer</i> (Smith, 1971) - Golfo de California a Perú	guaseta
Incluye <i>Alphestes afer</i> (Bloch)	
<i>Epinephelus analogus</i> (Gill, 1864) - California a Perú	cabrilla, cabrillita
<i>Epinephelus dermatolepis</i> (Boulenger, 1895) - Baja California a Ecuador	
<i>Epinephelus itajara</i> (Lichtenstein, 1822) - Golfo de California a Perú	mero gigante
<i>Epinephelus labriformis</i> (Jenyns, 1843) - Golfo de California a Perú	venaito
<i>Epinephelus multiguttatus</i> (Gunther) - México a Perú	
<i>Epinephelus nigritus</i> (Holbrook) - México a Panamá	
<i>Epinephelus niveatus</i> (Valenciennes, 1828) - California a Perú	cabrilla pintada
<i>Epinephelus panamensis</i> (Steindachner, 1876) - Golfo de California a Colombia	perro

ANÁLISIS AMBIENTAL DE LA CONTAMINACIÓN POR BASURA EN EL ECOSISTEMA COSTERO-MARINO
Y LAS PESQUERÍAS DE LA REGIÓN DE PEDASI (PROV. DE LOS SANTOS)
ANEXO B.2 - Listado Preliminar de las Especies de Peces del Área de Pedasi

<i>Epinephelus Peruvianus</i> (Chirichigno) - México a Perú	
<i>Hemanthias Peruvianus</i> (Steindachner) - Panamá a Perú	pollera
<i>Hemanthias signifer</i> (Garman) - California a Perú	
<i>Lipopoma fasciatum</i> - Baja California a Panamá	
<i>Mycteroperca xenarcha</i> (Jordan) - California a Perú	raho de escoba, merete
<i>Palabrax humeralis</i> (Valenciennes) - Costa Rica a Chile	
<i>Palabrax loro</i> (Walford, 1936) - Golfo de California a Panamá	
<i>Paranthias coloratus</i> (Valenciennes, 1855) - Baja California a Perú	indio, rabirrubia
<i>Pronotogrammus multirfasciatus</i> (Gill) - California a Perú	
Incluye <i>Holanthias sechurae</i> (Barton), <i>H. gordensis</i> (Waide & Hildebrand)	
<i>Serranus fasciatus</i> (Jenyns, 1843) - Golfo de California a Perú & Islas Galápagos	
<i>Serranus lamprurus</i> (Jordan & Gilbert) - Panamá a Perú	
<i>Serranus psittacinus</i> (Valenciennes) - Golfo de California a Perú	
Incluye <i>S. fasciatus</i> (Jenyns)	
**FAMILIA/SOLEIDAE (Lenguados)	
<i>Achirus mazatlanus</i> (Steindachner) - California a Perú	
<i>Trinectes</i> spp.	
**FAMILIA/SPARIDAE (Mojarrones)	
<i>Calamus brachysomus</i> (Lockington, 1880) - California a Perú	mojarrón
**FAMILIA/SPHYRAENIDAE (Barracudas)	
<i>Sphyræna ensis</i> (Jordan & Gilbert) - Golfo de California a Perú	
<i>Sphyræna lucansa</i> -	harracuda
**FAMILIA/SYNGNATHIDAE (P pipas y caballitos)	
<i>Doryrhamphus excisus excisus</i> - Baja California a Ecuador	pez trompeta
<i>Doryrhamphus melanopleura</i> (Bleeker, 1858) - California a Ecuador	pez pipa chica
Incluye <i>D. excisus</i> (Kaup)	
<i>Hippocampus ingens</i> (Girard, 1858) - California a Perú	caballito de mar
**FAMILIA/SYNODONTIDAE (Garros, lagartos)	
<i>Synodus lacertinus</i> (Gilbert) - México a Perú	guabina, pez lagarto
**FAMILIA/TETRAODONTIDAE (Tamboriles)	
<i>Arothron hispidus</i> (Linnaeus, 1758) - Baja California a Panamá	tamboril verde
<i>Arothron meleagris</i> (Bloch & Schneider, 1801) - Golfo de California a Ecuador	pez guineo, tamboril tigre
<i>Canthigaster punctatissoma</i> (Günther, 1870) - Golfo de California a Panamá	pez globo bonito
<i>Spheroides annulatus</i> (Jenyns, 1843) - California a Perú	pez globo
<i>Spheroides lobatus</i> (Steindachner, 1870) - California a Perú & Islas Galápagos	pez globo narizon
**FAMILIA/XIPHIIDAE (Peces espada)	
<i>Xiphias gladius</i> - Oregon a Chile	pez espada

9.3. CONSTRUCCION, OPERACION, MANTENIMIENTO Y MONITOREO DE UN RELLENO SANITARIO

Palabras Clave: relleno sanitario, geomembrana, lixiviados, aeróbico, anaeróbico, metano, Amonio, sulfato de hidrógeno, escorrentía, compuestos orgánicos, compuestos inorgánicos, oxidación, reducción, volátil, difusión, carcinógeno, área de amortiguamiento, debris, ácidos orgánicos, pH, hidrólisis, acidogénesis, monitoreo, aguas subterráneas.

El objetivo de este apéndice es describir como se construye, opera y mantiene un relleno sanitario (RS) que incluya la más avanzada tecnología utilizada a la fecha. Los diagramas presentados son tan solo bosquejos de como construir un RS y no deben tomarse como planos. Es necesario recalcar que estos diseños son para un RS con altos costos de construcción, manejo y mantenimiento, pero pueden adaptarse al presupuesto y necesidades de la región y deben ser elaborados por un arquitecto o un ingeniero. Además, es necesario realizar un estudio para escoger el sitio donde se construiría el relleno.

Un "Relleno Sanitario" se define como una estructura física utilizada para la deposición de desechos sólidos en la superficie del suelo. Estas estructuras se consideran el método más económico y aceptable ambientalmente para la deposición de desechos sólidos. El manejo de un RS incorpora 1) el planeamiento, diseño y construcción inicial, 2) las operaciones de deposición y manejo, 3) las reacciones biológicas y químicas, 4) el manejo de gases, 5) el manejo de lixiviados, 6) las actividades de monitoreo ambiental, y 7) el cierre y las actividades de post-cierre.

a) Definición de Términos

Para poder comprender el diseño de un RS, es necesario conocer la terminología empleada para definir sus diversos componentes (Figura 52).

El fondo de un RS consiste en una capa impermeable denominada "membrana", cuya función es evitar la filtración de líquidos y gases producidos por la descomposición de la basura. La membrana puede ser sintética (geomembrana) o natural (arcilla compactada).

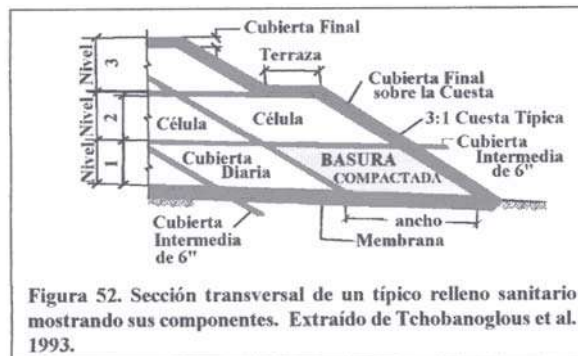


Figura 52. Sección transversal de un típico relleno sanitario mostrando sus componentes. Extraído de Tchobanoglous et al. 1993.

El volumen de desechos depositado durante un período de operación se denomina célula. El período de operación consiste en el tiempo que la célula permanece abierta (usualmente un día).

La cubierta diaria consiste en 6" a 12" de suelo nativo o material alterno, que se coloca diariamente, una vez terminada la operación de compactación. El propósito de la cubierta diaria es evitar que el viento vuele los materiales ligeros, prevenir la proliferación de vectores nocivos como ratas, moscas y mosquitos y controlar la entrada de agua a la célula durante la operación del vertedero.

Un nivel es una línea completa de células. Con el tiempo, el RS queda conformado por series de niveles y terrazas. Estas últimas mantienen la estabilidad del relleno, sirven de apoyo a los canales de drenaje de agua y gases.

La cubierta final, que consiste en diversas capas de suelo y arcilla, está diseñada para incentivar el drenaje superficial, interceptar el agua que se filtre y soportar vegetación.

Los líquidos que se acumulan en el fondo de un RS son conocidos como lixiviados. Estos son producto de la compactación de la basura al principio. Luego son producidos por filtración de agua de lluvia, escorrentías, irrigación o aguas del subsuelo.

Los gases producidos en un RS son producto de la descomposición anaeróbica de los compuestos orgánicos. Estos son metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2), nitrógeno, oxígeno, Amonio y residuos de compuestos orgánicos.

b) La preparación del Sitio

El primer paso en la creación de un RS consiste en aislar el área a utilizarse de la escorrentía del sitio. Además, debe canalizarse la escorrentía dentro del relleno, alejándola de las células iniciales. Es importante que existan buenas rutas de acceso y es preferible cercar el área antes de iniciar operaciones.

El siguiente paso consiste en la excavación y preparación del fondo para drenar los lixiviados (Figura 53). Es preferible construirlo por secciones; esto evita que toda la superficie del fondo se exponga permanentemente a las lluvias y distribuye los costos de construcción en un período de tiempo más largo. Una vez se le ha dado la forma ideal al suelo, se colocan los sensores para el monitoreo ambiental y luego se coloca la geomembrana, la cual debe extenderse a lo largo de las paredes laterales del relleno. Finalmente se instalan las tuberías para la colecta de gases.

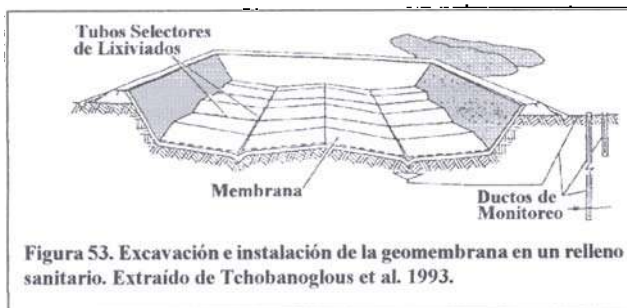


Figura 53. Excavación e instalación de la geomembrana en un relleno sanitario. Extraído de Tchobanoglous et al. 1993.

c) Operaciones de Deposición y Manejo del Relleno

La basura se esparce en paredes de 18" a 24" de alto para ser compactada, entonces se coloca otra capa igual sobre esta y se compacta nuevamente. La profundidad de la células varía entre los 8' y los 12', el ancho entre 10' y 30', dependiendo de las condiciones del sitio y el volumen de basura a manejarse. Al terminar de compactarse toda la basura, esta se cubre con una capa de 6" a 12", incluyendo los costados. Al completarse varias células, se perfora la capa diaria para colocar tubos de PVC que sirvan como colectores de gases, rellenándose los costados con grava (Figura 54).

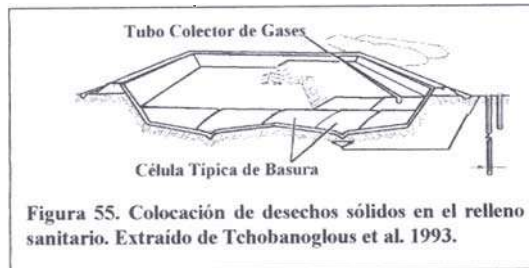


Figura 55. Colocación de desechos sólidos en el relleno sanitario. Extraído de Tchobanoglous et al. 1993.

De la misma forma se rellenan las células adyacentes hasta conformar un nivel. Luego se vuelve a empezar sobre la célula inicial. Una vez que la basura alcanza el nivel del suelo se coloca la cubierta final, diseñada para recoger el agua filtrada y drenarla fuera del relleno y soportar vegetación (Figura 55).



Figura 54. Relleno sanitario completo. Extraído de Tchobanoglous et al. 1993.

Una vez terminado el RS, si la basura y las capas diarias fueron compactadas lo suficiente, el terreno puede utilizarse para diversas actividades. Es necesario recordar que a medida que el material orgánico se descompone dentro del RS, secciones de este continuarán asentándose, por lo que podrían formarse depresiones u ondulaciones en el terreno, e incluso rajaduras, exponiéndose al aire y agua la basura.

Si se desea seguir colocando células por encima del nivel del suelo, es necesario crear el sistema de terrazas a medida que la montaña crece para mantener la estabilidad del terreno (Figura 55).

d) Manejo de las Células Clausuradas

Una vez se cubre totalmente una célula, esta se considera "clausurada". Es necesario mantener un programa de monitoreo para controlar las reacciones químicas que ocurren durante la descomposición de la basura que ha sido sepultada. Es necesario mantener la superficie para garantizar un efectivo drenaje de la escorrentía y monitorear la generación y salida de gases del subsuelo. Entre las reacciones que ocurren en un RS clausurado tenemos:

1) Reacciones Biológicas

El proceso de descomposición de la basura genera gases de diversos tipos y eventualmente, líquidos conocidos como lixiviados. Los tipos de gases generados dependen del tipo de descomposición y del tipo de basura. Por tal motivo es preferible tratar aparte los considerados desechos peligrosos, pues algunos de estos podrían generar gases tóxicos.

Al principio, durante la descomposición aeróbica (en presencia de oxígeno), el principal gas generado es el Dióxido de Carbono (CO_2); este es el mismo gas generado por los animales al respirar, por lo que no es tóxico. Una vez que todo el oxígeno presente en la célula ha sido consumido por las bacterias, estas son reemplazadas por bacteria anaeróbicas (descomponen la materia en ausencia de oxígeno), las cuales convierten la materia en CO_2 , CH_4 , amonio (NH_4) y Sulfato de Hidrógeno (H_2S).

2) Reacciones Químicas

Las reacciones químicas más importantes que ocurren en un RS incluyen la disolución y suspensión de materiales y la conversión biológica de productos en gases y líquidos (ver reacciones biológicas), la absorción de compuestos orgánicos e inorgánicos volátiles y semivolátiles, la descomposición de los compuestos orgánicos y la oxidación o reducción de metales originando sales metálicas. La mayoría de estos productos son extraídos del RS a través de los lixiviados o de los gases generados.

3) Reacciones Físicas

Entre las principales reacciones físicas que ocurren en rellenos sanitarios tenemos la difusión lateral de gases y la emisión de gases a la atmósfera, el movimiento de los lixiviados dentro de las células y la filtración de estos en el suelo, y el asentamiento (hundimiento) de capas de basura y suelo por la consolidación de la basura al irse descomponiendo.

La acumulación de gases es un factor sumamente importante en el mantenimiento y monitoreo de un RS clausurado. A medida que los gases son generados dentro de la célula, la presión aumenta, creando grietas y fisuras en las capas superiores, lo que permitiría la entrada de agua, aumentando la producción de gases, los cuales aumentarían las fisuras y grietas, aumentando los gastos de mantenimiento e incluso perdiéndose la inversión realizada. Los gases generados contienen un alto porcentaje de metano, por lo que existe un riesgo de explosión. Por otro lado, los compuestos considerados como peligrosos podrían generar gases carcinógenos, por lo que es importante evitar la deposición de estos compuestos junto con la basura común. Estos compuestos están descritos en el Capítulo 1.

e) Creación de Células

Existen tres métodos para crear las células, las cuales dependen de las características del terreno seleccionado para el RS.

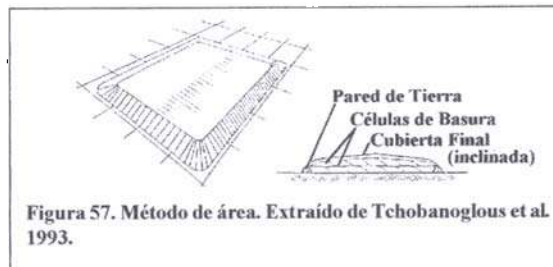
1) **Excavación de las Células**

El método de excavación de las células se recomienda para terrenos con aguas subterráneas profundas, alejadas de la superficie. Las células son excavadas y la basura depositada en estas. La tierra extraída puede ser utilizada para la cubierta diaria y final (Figura 56). Las paredes, fondo y capa superior consisten en geomembranas o capas de tierra altamente arcillosa para evitar la filtración de gases y lixiviados a las capas inferiores del suelo. Las células son regularmente rectangulares, alcanzando los 1000 pies (330 m) de largo y ancho, con pendientes que varían de 1.5:1 a 2:1 y una profundidad de 3 a 10 pies (1 a 3.3 m).



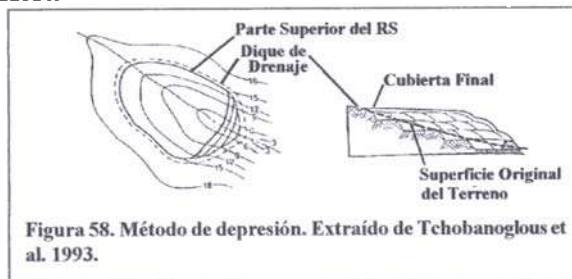
2) **Método de Área**

El método de área se recomienda para terrenos que no pueden ser excavados y que presentan aguas subterráneas cercanas a la superficie. La capa superior del suelo debe cubrirse de una gruesa capa de arcilla compactada o con una geomembrana. Las paredes y la capa superior deben ser de tierra altamente arcillosa; el material tendrá que ser extraído de algún otro lugar. Las paredes se levantan del propio suelo (Figura 57) creándose una piscina por encima del suelo; la basura se deposita y es cubierta diariamente, formándose una colina.



3) **Método de Depresión**

En varias ocasiones se han utilizado cañones, canteras y depresiones como rellenos sanitarios. Las técnicas varían, dependiendo de la geometría del sitio, las características y la cantidad de material disponible, la hidrología y geología del sitio, los sistemas de control de gases y lixiviados que planean utilizarse y la



accesibilidad al sitio. La clave para un efectivo relleno en estos sitios consiste en la obtención de suficiente material de relleno arcilloso para cubrir el relieve y la basura (Figura 58).

f) Consideraciones para la Selección del Sitio

Los principales factores a considerarse durante la selección del sitio son la distancia de transporte de los desechos, la cantidad de tierra disponible, el acceso al sitio, la topografía y las condiciones del suelo, las condiciones climatológicas, la hidrología superficial del área, las condiciones geológicas e hidrogeológicas, las condiciones ambientales locales y los usos potenciales del sitio una vez clausurado el RS.

1) La Distancia de Transporte

El RS debe ubicarse en un sitio no muy alejado de las poblaciones incluidas dentro del sistema de recolección del Distrito, para minimizar los gastos de combustible y evitar que las personas arrojen los desperdicios a lo largo del camino de entrada, en vez de llegar al RS. Sin embargo, no puede ubicarse dentro o en los límites de poblaciones que se consideren están creciendo.

2) Cantidad de Tierra Disponible

El sitio a seleccionarse debe poseer un área lo suficientemente grande para brindar un periodo de vida útil mínimo de 5 años y además, presentar un área de amortiguamiento alrededor del sitio. Para estimar la vida útil del relleno deben considerarse el incremento de la población en el Distrito de Pedasi, el estimado de basura producido por habitante, las medidas (largo, ancho y profundidad) del relleno y la capacidad de compactación con que se cuenta. Considerando el incrementado auge de turismo que presenta la región, es necesario estimar además la cantidad de visitantes y el posible incremento de éstos.

Para estimar la cantidad de tierra necesaria para un RS se utiliza la siguiente metodología:

1. Determinar la producción diaria de desechos en toneladas por día:

$$(P) (DC)$$

$$2000 \text{ lb/ton}$$

2. Calcular el volumen requerido por semana:

$$(GD)(2000 \text{ lb/ton})$$

$$CC$$

3. Calcular el área necesaria:

$$(VRs)(52 \text{ semanas})(227 \text{ pies}^3/\text{yd}^3)$$

$$(h)(43560 \text{ pies}^2/\text{acre})$$

Donde, *ARa*= Área Requerida por año; *CC*= Capacidad de Compactación de los desechos; *DC*= Desechos producidos per Capita; *GD*= Generación de Desechos; *h*= altura; *P*= Población del Distrito de Pedasí; *VRs*= Volumen Requerido por semana.

Comentario. Los cálculos no incluyen la zona de amortiguamiento, carreteras de acceso e infraestructura necesaria (piscinas de oxidación, sistema de colecta de lixiviados y gases, etc). Por lo general, al añadir la zona de amortiguamiento y las infraestructuras necesarias la cifra aumenta entre un 20% y un 40%.

3) Acceso al Sitio

Las vías de acceso al sitio deben mantenerse en buenas condiciones por diversos motivos. Primero, para reducir los gastos de mantenimiento del equipo rodante utilizado para recoger la basura y de cualquier vehículo privado que desee verter desechos en el relleno. Por otro lado, la experiencia con el actual vertedero demuestra que una deteriorada vía de acceso contribuye a la dispersión de los desechos en las áreas adyacentes al vertedero y carretera (Fotos 40 y 41). Los usuarios prefieren verter la basura a lo largo del camino de entrada, extendiendo el área contaminada. Una vía de acceso en buenas condiciones evitaría en gran medida este problema, evitando las excusas por no haber llegado al RS.

4) Condiciones del Suelo y Topografía

La condición del suelo y la topografía del área son dos factores importantes en la selección del sitio por tres motivos: 1) de no utilizarse una geomembrana, el suelo debe ser impermeable para evitar la filtración de los lixiviados hacia las capas inferiores de suelo y aguas subterráneas; 2) es necesario cubrir los desechos colocados una vez por semana y colocar una capa final sobre estos una vez terminadas las operaciones; y, 3) la topografía afectará el tipo de operaciones equipo y la cantidad de trabajo y dinero necesarios para preparar el sitio. Es necesario ubicar el sitio con suelos arcillosos, donde se necesite del menor movimiento de tierra posible para minimizar los costos.

5) Condiciones Climáticas

El área de Pedasí presenta lluvias constantes e intensas durante 8 meses al año (ver Sección 2.5.1). Es necesario aislar la basura del agua de lluvia, pues la basura mojada tiende a producir una mayor cantidad de gases. Por tal motivo, la basura debe ser cubierta lo antes posible después de vertida en el relleno. Actualmente, en Pedasí, la basura del Distrito es colectada tres días a la semana (ver Sección 5.1.2). Para minimizar los costos, la basura podría cubrirse una vez por semana, o sea, una vez terminada la recolección de todo el distrito, manteniendo seguidos los días de colecta para que la basura únicamente pase tres días al descubierto.

Por otro lado, las costas de Pedasí presentan fuertes vientos en la estación seca (ver Sección 2.5.1). El sitio debe estar aislado de fuertes vientos para evitar que el debris vuele del relleno arrastrado por estos. De seleccionarse un sitio expuesto a fuertes vientos, será necesario crear una barrera protectora.

6) Hidrología

Si se toman todas las medidas adecuadas de aislamiento, el RS podrá operar cerca de un río o quebrada, el cual incluso serviría para drenar el agua de lluvia y los lixiviados de la basura, una vez purificados estos últimos. Es necesario diseñar un efectivo sistema de drenaje para evitar que el agua de lluvia entre en contacto con la basura sepultada.

7) Condiciones Geológicas e Hidrogeológicas

Las condiciones geológicas e hidrogeológicas son las más importantes a considerar en la selección del sitio. Es sumamente importante que el RS se encuentre en tierras impermeables que eviten la filtración de lixiviados hacia las capas inferiores del suelo y las aguas subterráneas, contaminándolas. Recordemos que gran parte del agua potable de la región proviene de pozos. Por lo tanto, es necesario identificar los tipos de suelos existentes en las áreas a seleccionar para ubicar el relleno, prefiriéndose áreas con suelos arcillosos, principalmente si no se va a utilizar una geomembrana en el fondo del relleno.

g) Productos Químicos Generados en un Relleno Sanitario

Básicamente, un RS es un reactor bioquímico, alimentado con desechos sólidos y agua, que genera gases y lixiviados. Es necesario coleccionar y tratar los productos generados, para evitar la contaminación del ambiente circundante, evitar derrumbes o cambios en la topografía de la superficie del RS e incluso explosiones.

La cantidad de gases y lixiviados producidos aumenta al aumentar el agua, por lo que es importante aislar la basura con tierra impermeable o materiales sintéticos; al mantenerla seca, la cantidad de gases y lixiviados producidos disminuyen con el tiempo, estabilizándose el área.

A pesar que el índice de descomposición de los desechos se estima en base a la producción de gas, en este estudio no evaluaremos la cantidad de gases y/o lixiviados producidos en un futuro RS para el Distrito de Pedasi. Sugerimos se realice un estudio con este propósito, una vez terminados los diseños. Tchobanoglous et al. (1993) presentan las ecuaciones y ejemplos de como obtener estos datos. Si se desea mayor información al respecto, sugerimos consultar a un técnico del DIMA.

1) Composición de los Gases

Los gases producidos en un RS se dividen en los gases principales (producidos en grandes cantidades) y los gases residuales (producidos en pequeñas cantidades). Los primeros son producidos por la descomposición de los residuos orgánicos y en general, no son peligrosos. Sin embargo, los gases residuales pueden ser tóxicos. La Tabla 21 lista los gases principales producidos en un RS, incluyendo su porcentaje por volumen de basura.

Tabla 21. Gases Principales y Residuales producidos en un RS. Extraído de Tchobanoglous et al. (1993).

GASES PRINCIPALES	GASES RESIDUALES
Díaz, Marco L. 1994	9-25
	Fundación PROMAR

COMPONENTE	PORCENTAJE (VOLUMEN DE BASURA SECA) ¹	COMPONENTE	CONCENTRACION (ppbV) ²
Metano (CH ₄)	45 - 60	Acetona	6838
Dióxido de Carbono (CO ₂)	40 - 60	Benceno	2057
Nitrógeno	2 - 5	Clorobenceno	82
Oxígeno	0.1 - 1.0	Cloroformo	245
Sulfitos, Disulfitos, etc.	0 - 1.0	1,1-Dicloroetano	2801
Amonio (NH ₃)	0.1 - 1.0	Diclorometano	25694
Hidrógeno (H ₂)	0 - 0.2	Cloruro Dietileno	2835
Monóxido de Carbono (CO)	0 - 0.2	trans-1,2-Dicloroetano	36
Constituyentes Residuales	0.01 - 0.6	2,3-Dicloropropano	0
CARACTERÍSTICAS	VALORES	1,2-Dicloropropano	0
Temperatura (°C)		Bromuro de Etileno	0
Gravedad Específica	1.02 - 1.06	Dicloruro de Etileno	59
Contenido de Humedad	Saturada	Oxido de Etileno	0
Calor Mayor (Btu/sft ³)	400 - 550	Etil Benceno	7334
		Metil etil ketona	3092
		1,1,2-Tricloroetano	0
		1,1,1-Tricloroetano	615
		Tricloroetano	2079
		Tolueno	34907
		1,1,2,2-Tetracloroetano	246
		Tetracloroetileno	5244
		Cloruro de Vinil	3508
		Estirenos	1517
		Acetato de Vinil	5663
		Xileno	2651

Leyenda:

1- El porcentaje exacto varía con la edad e impermeabilidad del relleno.

2- ppbV= partes por billón por Volumen de desechos.

2) Composición de los Lixiviados

Los lixiviados son los líquidos que se escurren de los desechos sólidos. Estos contienen químicos disueltos y en suspensión, los cuales incluyen materiales peligrosos; provienen de los propios desechos vertidos o de las reacciones bióticas y químicas que tienen lugar en el RS. Los líquidos provienen de la descomposición de los desechos y de fuentes externas, tales como lluvia, drenajes, aguas subterráneas y ríos. La Tabla 22 lista los principales constituyentes de los lixiviados de un RS y el rango de concentraciones típicas de cada uno.

Tabla 22. Composición de los lixiviados encontrados en un RS nuevo y maduro. Extraído de Tchobanoglous et al. (1993).

COMPUESTO	VALORES, mg/L ¹	
	NUEVO RS (menos de 2 años)	
	RANGO ²	TÍPICO ³
		RS MADURO (mas de 10 años)

COMPUESTO	VALORES, mg/L ¹		
	NUEVO RS (menos de 2 años)		RS MADURO (mas de 10 años)
	RANGO ²	TÍPICO ³	
DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno)	2,000-30,000	10,000	100-200
COT (Carbono Orgánico Total)	1,500-20,000	6,000	80-160
DQO (Demanda Química de Oxígeno)	3,000-60,000	18,000	100-500
Sólidos Suspendedos Totales	200-2,000	500	100-400
Nitrógeno Orgánico	10-800	200	80-120
Amonio	10-800	200	20-40
Nitrato	5-40	25	5-10
Fósforo Total	5-100	30	5-10
Fósforo	4-80	20	4-8
Alcalinidad en CaCO ₃	1,000-10,000	3,000	200-1,000
pH [†]	4.5-7.5	6	6.6-7.5
Sólidos en forma de CaCO ₃	300-10,000	3,500	200-500
Calcio	200-3,000	1,000	100-400
Magnesio	50-1,500	250	50-200
Potasio	200-1,000	300	50-400
Sodio	200-2,500	500	100-200
Cloruro	200-3,000	500	100-400
Sulfatos	50-1,000	300	20-50
Hierro Total	50-1,200	60	20-200

Leyenda:

- 1- Excepto pH, el cual no tiene unidades.
- 2- Rangos representativos (mínimo y máximo).
- 3- Los valores típicos varían en los nuevos RS en base al estado metabólico del RS.

3) Generación de los Gases y Lixiviados

La generación de los gases y lixiviado ocurre en cinco fases secuenciales. Las concentraciones de los diversos compuestos varían en función del tiempo. La duración de cada Fase depende de: 1) la distribución de los compuestos orgánicos en el RS; 2) la cantidad de nutrientes presentes; 3) el contenido de humedad de los desperdicios; 4) la efectividad del aislamiento al aire y agua de los desperdicios; y, 5) los índices de compactación de los desperdicios. La Tabla 23 muestra la distribución porcentual de los gases generados en un RS durante los primeros dos años.

Tabla 23. Distribución porcentual de los gases generados en un RS durante los primeros 48 meses después de cerrada la célula. Extraído de Tchobanoglous et al. (1993).

INTERVALO DE TIEMPO DESDE LA CLAUSURA DE LA CELULA (MESES)	PORCENTAJE PROMEDIO POR VOLUMEN		
	NITROGENO (N ₂)	DIOXIDO DE CARBONO (CO ₂)	METANO (CH ₄)
0-3	5.2	88	5
3-6	3.8	76	21
6-12	0.4	65	39
12-18	1.1	52	40

INTERVALO DE TIEMPO DESDE LA CLAUSURA DE LA CELULA (MESES)	PORCENTAJE PROMEDIO POR VOLUMEN		
	NITROGENO (N ₂)	DIOXIDO DE CARBONO (CO ₂)	METANO (CH ₄)
18-24	0.4	53	47
24-30	0.2	52	48
30-36	1.3	46	51
36-42	0.9	50	47
42-48	0.4	51	48

La Figura 59 muestra las concentraciones de diversos gases y lixiviados durante las cinco fases. Estas son:

i Fase I - Ajuste Inicial

Al contacto con el aire, los desechos entran en la Fase I, denominada fase de ajuste inicial. Los componentes orgánicos biodegradables son descompuestos por bacterias. Una vez enterrados, esta fase dura hasta que las bacterias consumen todo el aire atrapado dentro del relleno. Los Gases Principales presentes son el Nitrógeno y el Oxígeno (Figura 59).

Los lixiviados comienzan a generarse inmediatamente iniciada la descomposición aeróbica.

ii Fase II - Fase de Transición

La Fase II es conocida como la Fase de Transición. El Oxígeno se reduce e inicia la descomposición anaeróbica, produciéndose grandes cantidades de nitrógeno, sulfato de hidrógeno y ácidos orgánicos. Las concentraciones de dióxido de carbono comienzan a aumentar aceleradamente.

Durante esta fase comienzan a formarse los lixiviados y el pH comienza a disminuir (acidificarse), debido a la presencia de ácidos orgánicos y las elevadas concentraciones de dióxido de carbono.

iii Fase III - Fase Ácida

Durante la Fase Ácida la actividad bacteriana anaeróbica se acelera, produciéndose grandes cantidades de dióxido de carbono y ácidos orgánicos y disminuyendo la producción de hidrógeno. Las bacterias transforman grandes moléculas (Ejemplo, proteínas, lípidos, polisacáridos y ácidos

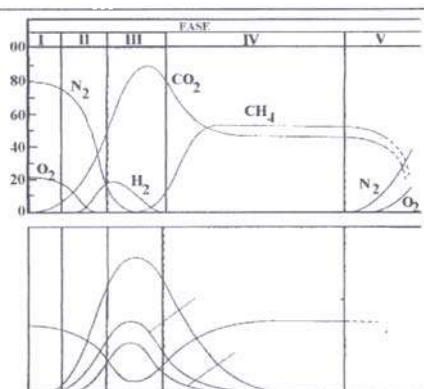


Figura 59. Fases en la generación de gases (I- Ajuste Inicial; II- Transición; III- Ácida; IV- Fermentación del Metano; y V- Maduración. Extraído de Tchobanoglous et al. 1993.

nucleicos) mediante dos procesos químicos conocidos como hidrólisis y acidogénesis; resultando diversos ácidos orgánicos complejos, entre los cuales se destaca el ácido acético (vinagre - CH_3COOH). Estas bacterias son conocidas como acidógenas o formadoras de ácido.

Estas altas concentraciones de dióxido de carbono y ácidos orgánicos inducen una disminución drástica del pH (hasta 5 o menos); un aumento acelerado de la conductividad y de la demanda química y bioquímica; la disolución de diversos constituyentes inorgánicos, incluyendo metales pesados; y la disolución de diversos nutrientes que se perderán del sistema si los lixiviados no son reciclados debidamente.

iv Fase IV - Fermentación del Metano

Durante la Fase IV entran en acción un segundo grupo de microorganismos anaeróbicos, los que convierten el ácido acético y el hidrógeno en metano y dióxido de carbono. Estos organismos son denominados metanógenos o formadores de metano. La formación de los ácidos orgánicos continúa, aunque a un ritmo menor.

Debido a que los ácidos orgánicos y el hidrógeno se transforman en metano, el pH del RS y los lixiviados aumentan a niveles neutrales (6.8 a 8), por lo que se reduce, además, las concentraciones de metales pesados en los lixiviados. Por su parte, la conductividad y las demandas química y bioquímica de oxígeno también disminuyen.

v Fase V - Fase de Maduración

La Fase V se inicia una vez que toda la materia biodegradable disponible se convierte en los gases metano y dióxido de carbono. La remoción de los nutrientes ocasiona una disminución significativa en la producción de los gases metano y dióxido de carbono; por su parte, vuelven a producirse el nitrógeno y el oxígeno. Los lixiviados contienen ácidos húmicos y fúlvicos, los cuales son difíciles de procesar biológicamente.

4) Movimiento de los Gases en un RS

Los diversos gases generados en un RS se mueven vertical y horizontalmente dentro del RS. La gran mayoría emigra hacia arriba, pasando a través de la capa superior por difusión molecular, escapando a la atmósfera y representan de emisiones de malos olores. Otros pueden emigrar horizontalmente, acumulándose en el subsuelo adyacente al RS. Es importante recordar que muchos de los gases generados durante la descomposición de los desechos sólidos pueden ser tóxicos.

Los dos gases más producidos en un RS son el dióxido de carbono y el metano. El dióxido de carbono es más denso que el aire, por lo que tiende a moverse hacia abajo, hacia el fondo del RS. Además, se difunde a través de diversos materiales y es soluble en agua, con la cual reacciona formando ácido carbónico, también conocido como cal. El ácido carbónico disminuye el pH del agua y aumenta la cantidad de minerales en el agua, por lo que es importante evitar que el dióxido de carbono entre en contacto con las aguas subterráneas que son utilizadas como fuente de agua potable.

Por su parte, el metano es un gas explosivo si se concentra en grandes cantidades, por lo que es necesario evitar su migración horizontal, pues puede acumularse en áreas habitadas cercanas al relleno y provocar cambios en la topografía del suelo e incluso explosiones. En muchos RS el gas metano se extrae y se quema para producir energía.

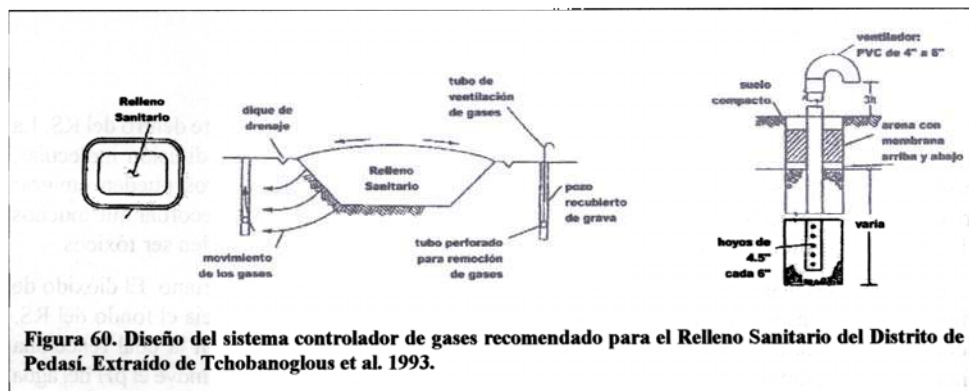
5) Control de Gases en un RS

Existen diversos métodos para controlar el volumen y movimiento de los gases generados en un RS, los cuales están agrupados en dos categorías: 1) el sistema pasivo y 2) el sistema activo.

El sistema pasivo se basa en la extracción utilizando la presión de los propios gases generados en el RS. Para los gases que emigran en dirección horizontal, incluye ventiladores reguladores de presión. Para evitar la migración horizontal de gases, incluye trincheras circundantes de interceptación o de barrera y barreras impermeables.

El sistema activo se basa en la extracción utilizando aparatos succionadores e incluso generadores de energía a partir de la combustión del gas metano. Para la extracción de los gases que emigran en dirección horizontal incluye pozos de extracción de gases y controladores de olores. Para evitar la migración horizontal de gases, incluye trincheras extractoras de gases y pozos de inyección de aire (Sistema de Cortina de Aire).

Considerando el alto costo de estos sistemas y la poca basura generada en la actualidad en el Distrito de Pedasí, recomendamos el sistema más sencillo para el control de gases: los ventiladores reguladores de presión (VRP) combinados con las trincheras circundantes de interceptación (TCI). La Figura 60 muestra un diseño del sistema. Existen otros sistemas más completos, pero no son ilustrados ni descritos en este reporte debido a su alto costo. Para mayor información al respecto referirse a Tchobanoglous et al. (1993) o a un técnico.



Los VRP consisten en tubos de PVC de 4" a 6" de diámetro instalados a través de la cubierta superior del RS, con agujeros de 4.5" a 6" de distancia a lo largo de estos; en la parte superior se dobla el tubo en forma de "U", manteniendo la boca a unos 3 pies del suelo. Las TCI consisten en profundas trincheras rellenas de grava alrededor del RS, que contienen un tubo de PVC (perforado) horizontal en el fondo conectado a varios tubos verticales que extraen los gases colectados; los tubos verticales son iguales a los VRP. La profundidad de los VRP y las TCI dependerá de la profundidad de las células. Sugerimos consultar a un técnico para estudiar la posibilidad de utilizar tubos de PVC de menor diámetro y así disminuir los costos de construcción. Por otro lado, recomendamos no obviar el sistema de colección de gases debido a la importancia de este para mantener la estabilidad del suelo sobre el RS y el suelo circundante.

6) Monitoreo de los lixiviados

La composición química de los lixiviados varía con el tiempo, dependiendo además, de los eventos que ocurren desde la colecta de los desechos (Ejemplo, exposición a las lluvias y escorrentías, compactación, exposición al aire una vez cerrada la célula, etc.; Secciones B.7.3.1 a la B.7.3.5). El pH de los lixiviados depende de las concentraciones de los ácidos presentes y de la presión parcial del dióxido de carbono.

Estas variaciones en composición química y pH hacen que la capacidad de biodegradación de los compuestos también varíe con el tiempo. Por tal motivo es preferible mantener un programa de monitoreo de los lixiviados producidos en un RS. La Tabla 24 lista los principales parámetros que deben muestrearse durante el programa de monitoreo. Sin embargo, debido a los pocos recursos con que cuenta el Municipio de Pedasi, no será posible realizar un programa de monitoreo de los lixiviados.

Tabla 24. Parámetros que deben muestrearse durante el programa de monitoreo de los lixiviados producidos en un RS. Extraído de Tchobanoglous et al. (1993).

FISICOS	CONSTITUYENTES ORGANICOS	CONSTITUYENTES INORGANICOS	BIOLOGICOS
Apariencia	Químicos Orgánicos	Sólidos Suspendidos (SS); Sólidos Totales Disueltos (STD)	Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)
pH	Fenoles	Sólidos Volátiles Suspendidos (SVS); Sólidos Volátiles Disueltos (SVD)	Bacterias Coliformes (totales; fecales)
Potencial de Oxidación-Reducción	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Cloruros; Sulfatos; Fosfatos	Contero Promedio de Plaquetas
Conductividad	Carbono Orgánico Total (COT)	Alcalinidad y Acidez	
Color	Ácidos Volátiles	Nitratos; Nitritos; Amonio	
Turbidez	Taninos; Ligninos	Sodio; Potasio; Calcio; Magnesio	

FISICOS	CONSTITUYENTES ORGANICOS	CONSTITUYENTES INORGANICOS	BIOLOGICOS
Temperatura	Nitrógeno Orgánico	Dureza	
Olor	Éter Soluble (aceites y grasas)	Metales Pesados	
	Substancias Activas con Azul de Metileno	Arsénico; Cianuro; Fluoro; Selenio	
	Hidrocarburos Clorinados		

Los dos parámetros más importantes a tomar en cuenta son la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO), pues la proporción de estos (DBO/DQO) es el mejor indicio del grado de biodegradación de los lixiviados. Proporciones entre 0.4 y 0.6 indican que la materia orgánica contenida en el lixiviado es biodegradable. Con el tiempo, la proporción disminuye, alcanzando valores de 0.05 a 0.2 en RS maduros; esto se debe a que los lixiviados contienen mayores concentraciones de ácidos KD y fúlvico, que son moléculas muy complejas y más difíciles de biodegradar.

7) Balance Hídrico y la Generación de Lixiviados

Para evaluar la cantidad de lixiviados que se formarán dentro del RS es necesario elaborar un modelo que considere las cantidades de agua que han entrado al RS y sustraer las cantidades de agua consumidas una vez cerradas las células del RS (Figura 61).

La entrada de agua al sistema se resume de la siguiente manera:

- 1) lluvia que se filtra a través de la cubierta superior;
- 2) contenida en los desechos (aproximadamente el 20% del peso); y,
- 3) contenida en el material que conformará la cubierta superior (6-12% para la arena y 23-31% para la arcilla).

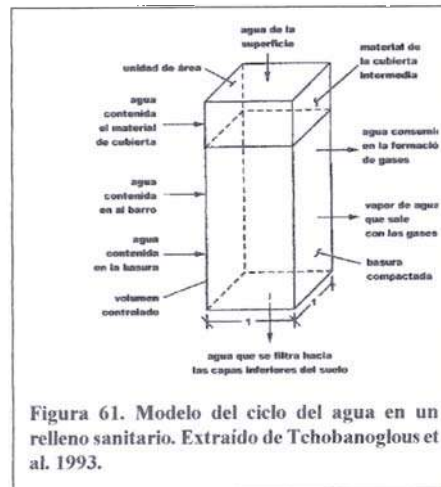


Figura 61. Modelo del ciclo del agua en un relleno sanitario. Extraído de Tchobanoglous et al. 1993.

La salida de agua del sistema se resume de la siguiente manera:

- 1) consumida en la formación de gases (± 0.0119 lb de agua por pie cúbico de gas producido);
- 2) evaporación (± 0.0022 lb de agua por pie cúbico de gas producido); y,

3) lixiviados.

Por lo tanto, para calcular el balance hídrico del RS se suman la masa de agua (humedad) contenida en los desperdicios vertidos con las masas de agua que entran al RS en un periodo de tiempo determinado y el contenido restante al final del periodo, restándoles la cantidad de agua perdida en la formación de gases y evaporación durante el mismo periodo de tiempo. Se utiliza la siguiente fórmula:

$$\Delta BH_{dt} = A_{ds} + A_{cs} + A_p - A_{fg} - A_v - A_{es} + A_l$$

donde,

ΔBH_{dt} = cambio en la cantidad de agua almacenada en el RS (Balance Hídrico; lb/yd³)

A_{ds} = agua (humedad) contenida en los desechos sólidos (lb/yd³)

A_{cs} = agua (humedad) contenida en el material de la cubierta superior (lb/yd³)

A_p = agua de lluvia (precipitación) que se filtra a través de la capa superior (lb/yd³)

A_{fg} = agua perdida en la formación de gases (lb/yd³)

A_v = agua perdida en forma de vapor contenido en los gases generados en el RS (lb/yd³)

A_{es} = agua perdida por evaporación superficial (lb/yr²)

A_l = agua perdida por el fondo del RS (lixiviados)

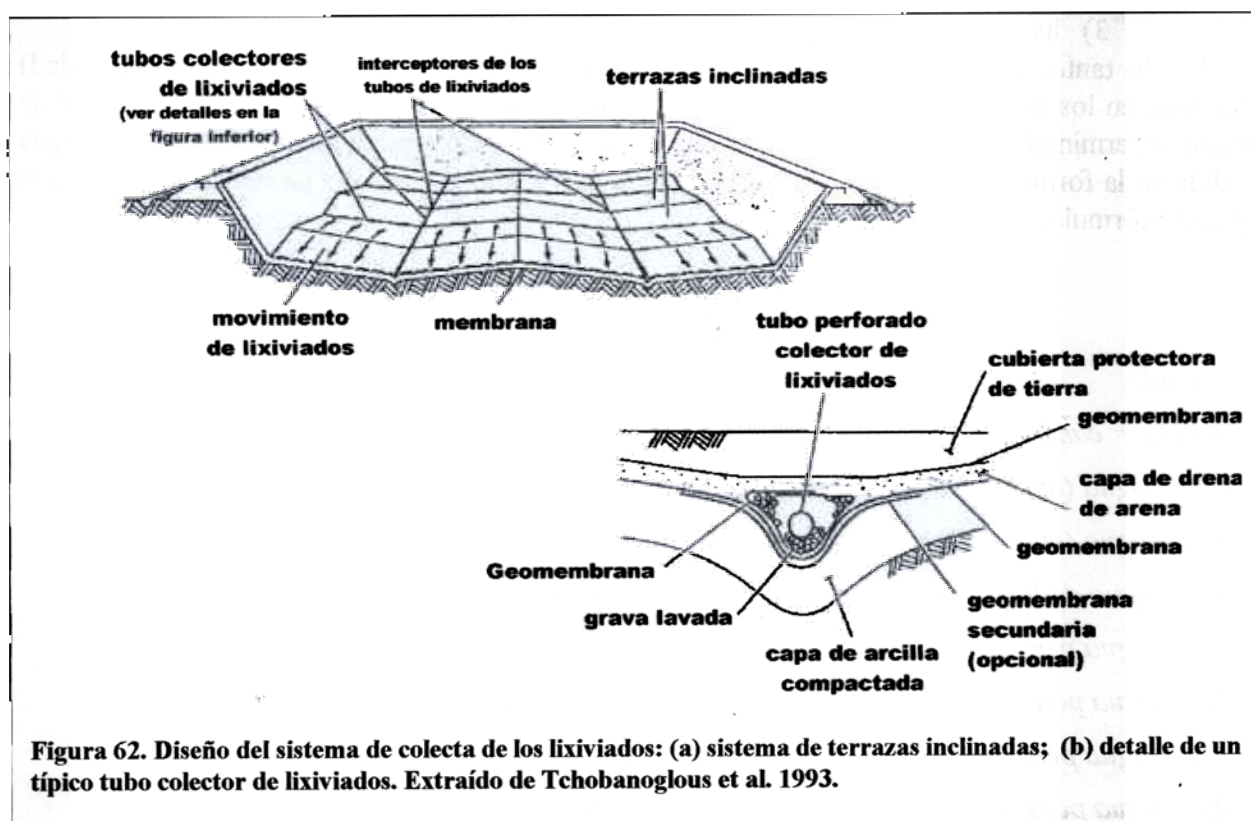
En general, la cantidad de lixiviados generados es directamente proporcional a la cantidad de agua externa que entra al sistema. Por tal motivo es importante mantener aislada la basura de la lluvia y la escorrentía. Para determinar si se formaran lixiviados, se compara el balance hídrico con la capacidad de carga del RS. La capacidad de carga es la fracción de agua contenida en los desechos basada en el peso seco de los desechos). Si la capacidad de carga es menor, se formarán lixiviados. Para calcular la capacidad de carga de un RS se utiliza la siguiente fórmula:

$$CC = 0.6 - 0.55 [P/(10,000+P)]$$

donde,

CC = Capacidad de Carga

P = Sobre peso de basura calculado sobre la mitad de la pendiente de la célula del RS



8) Control de los Lixiviados Generados en un RS

La "membrana" se define como el juego de capas de suelo colocadas alrededor de los desechos vertidos. La membrana inferior va en el fondo del RS y la membrana superior cubre los desechos una vez llena la célula.

A medida que los lixiviados se filtran a través de la membrana del RS, muchos de los compuestos químicos y biológicos son removidos por esta capa (Ejemplo, los metales pesados son removidos por intercambio de iones y los compuestos orgánicos por absorción). La efectividad de este proceso de remoción depende de las características del material utilizado, especialmente del contenido de arcilla. La arcilla tiene la habilidad de absorber y retener muchos de los químicos contenidos en los lixiviados y tiene, además, una gran resistencia al flujo de los lixiviados, lo que permite absorber mayor cantidad de materia.

Hoy en día se combina arcilla y arena con geotextiles y geomembranas sintéticas para crear una membrana más efectiva. Sin embargo, debido a las limitaciones de recursos que confronta el Municipio de Pedasi y a la cantidad y tipo de basura generada, sugerimos un diseño simple de membrana, compuesto básicamente por arcilla y arena (o grava), con una capa protectora de tierra sobre estas (Figura 63).

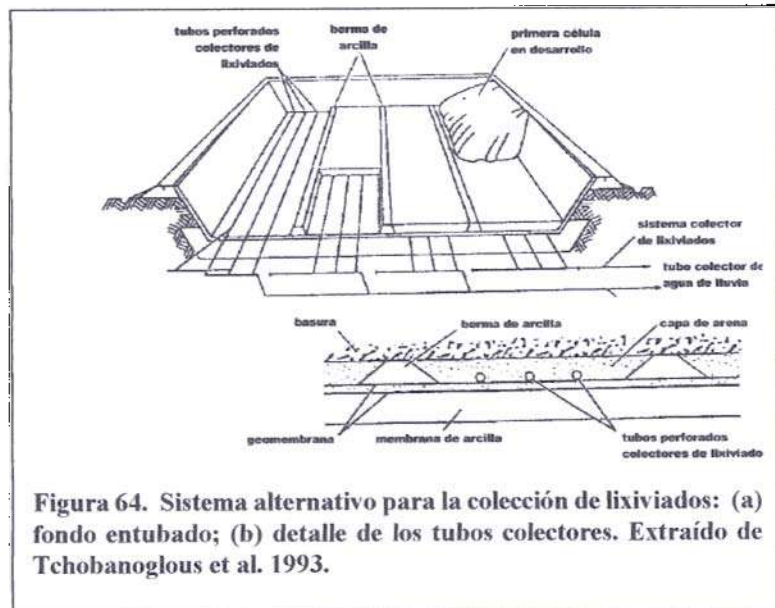
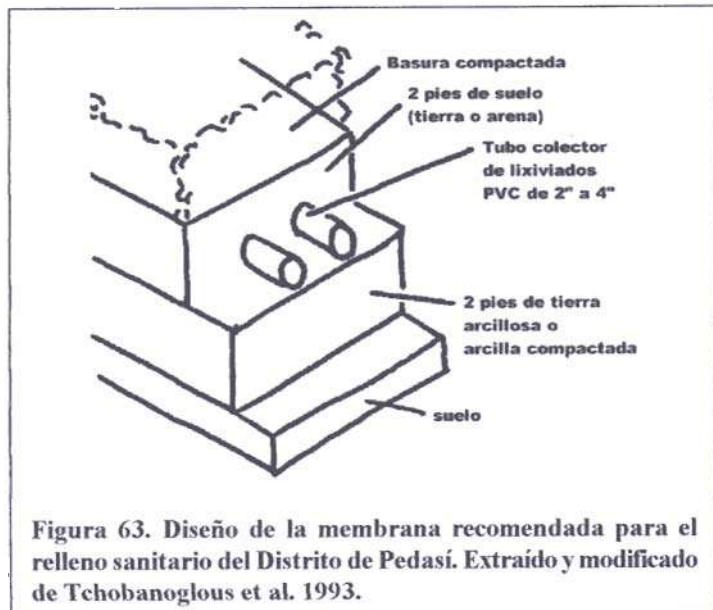
Es importante recordar que la arcilla, una vez compactada, tiende a rajarse al resecarse. Por lo tanto, no se debe permitir que la arcilla se reseque hasta que haya sido cerrada la célula. Otro problema observado consiste en grietas ocasionadas por utilizar arcillas diferentes; por lo tanto es prescindible utilizar el mismo tipo de arcilla en todo el relleno.

Cualquier rajadura o grieta en la capa de arcilla provocará filtración masiva al subsuelo, haciendo inefectiva la inversión.

9) Sistema Colector de Lixiviados

Para inducir que los lixiviados fluyan hacia drenajes de colección, el fondo del RS debe construirse en forma de terrazas inclinadas (Figura 64). El sistema de colecta consiste en tubos de PVC de 4" perforados, colocados en el fondo del RS, recubiertos de grava, los cuales drenan los lixiviados fuera del RS. La inclinación de las terrazas es del 1% al 5%, mientras que la inclinación de los canales de drenaje es de 0.5% al 1%.

Como sistema alternativo, puede utilizarse el "sistema de fondo entubado" (Figura 63). El fondo se divide en una serie de sub áreas rectangulares del ancho de cada célula. El fondo de todo el relleno se inclina en una sola dirección en un 1.2% a 1.8%. Los tubos de PVC de 4" se colocan en el fondo, a 20 pies de distancia, con aberturas de 0.0001 pulgadas a 0.25 pulgadas de distancia. Sobre estos se coloca una capa de arena de 2 pies para filtrar los lixiviados antes de ser extraídos. Mientras las células no son utilizadas, los tubos de colecta se conectan a los de drenaje del agua de lluvia.



10) Opciones para el Manejo de los Lixiviados

Las opciones de manejo de los lixiviados incluyen el reciclaje, la evaporación, el tratamiento o la disposición de estos en los sistemas colectores de aguas servidas (alcantarillado).

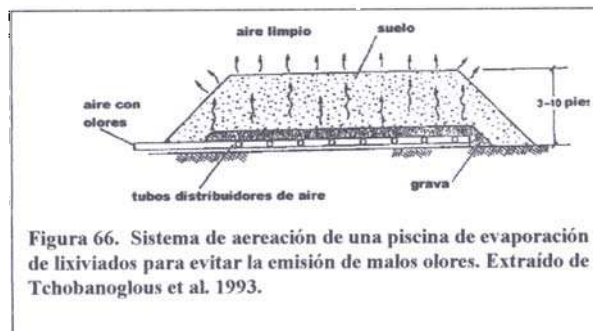
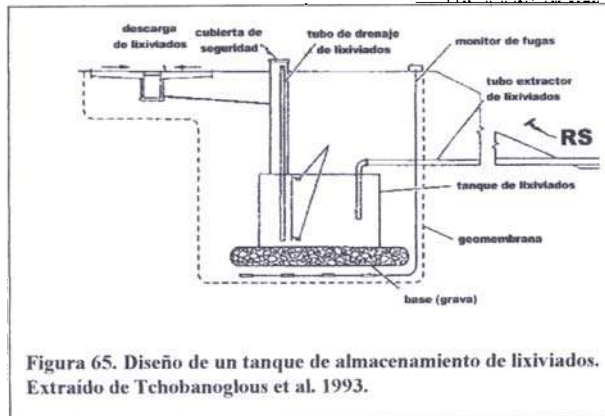
En la mayoría de los casos, los lixiviados son almacenados en tanques de pared sencilla o doble (para mayor seguridad), con capacidad para almacenar los lixiviados generados en un mínimo de tres días. Los tanques plásticos son preferibles debido a ser más resistentes a la corrosión (Figura 65).

El reciclaje de lixiviados consiste en recircular los lixiviados nuevamente a través del RS, o sea, volver a verterlos en el RS. Cuando los lixiviados son vertidos nuevamente en el RS, las reacciones químicas, biológicas y físicas que tienen lugar en el RS, atenúan las concentraciones de los compuestos químicos y biológicos presentes. Por ejemplo, los ácidos orgánicos son convertidos en los gases metano y dióxido de carbono; esto ocasiona un alza en el pH, que induce la precipitación de los metales pesados, permaneciendo en el RS.

Debido a que la producción de gases aumenta, es necesario tener un sistema de recuperación de gases.

La evaporación de lixiviados consiste en la creación de piscinas de poca profundidad con una membrana de 2 a 3 pies de espesor. Para evitar la emulsión de malos olores a la atmósfera se recomienda instalar un sistema de ventilación debajo de la piscina (Figura 66), el cual consiste en un tubo de PVC perforado con una sola salida.

Finalmente, el sistema de tratamiento de lixiviados consiste en tratar los lixiviados física, biológica y químicamente. Debido a los altos costos de estos procesos, este reporte obviará la descripción de estos procesos.



11) Manejo de las Aguas Pluviales

El agua es el mayor contribuyente en la generación de lixiviados. Por tal motivo, es indispensable aislar los desechos del agua de lluvia. La filtración del agua superficial puede controlarse efectivamente con una membrana superior, una inclinación apropiada de la superficie (3% a 5%) y la construcción de drenajes apropiados que canalicen el agua fuera del RS.

h) Asentamiento de los RS

A medida que el material orgánico se descompone y se pierde peso en forma de gases y lixiviados, el RS se asienta. Como resultado, la superficie del RS puede hundirse, trayendo consigo rupturas en la superficie y rajaduras e incluso desalinearse los sistemas colectores de lixiviados y de gases.

La intensidad del asentamiento depende de 1) la compactación inicial de los desechos, 2) la composición de los desechos, 3) el grado de descomposición, 4) los efectos de consolidación cuando el agua y los gases son expulsados de los desechos compactados, y 5) la altura del RS. Se estima que en ambientes tropicales, el 90% de los asentamientos ocurren en los primeros cinco años, durante los cuales se reduce la masa original de desechos vertidos en un 30% a 40%.

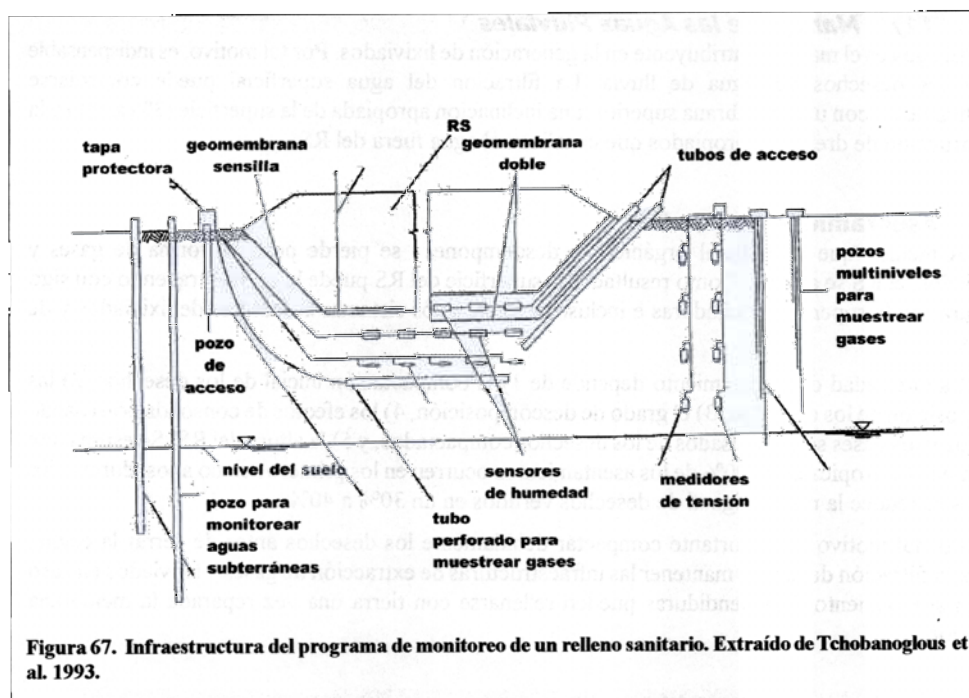
Por tal motivo es importante compactar debidamente los desechos antes de cerrar la célula, evitar la filtración de agua y mantener las infraestructuras de extracción de gases y lixiviados en caso de un asentamiento. Las hendiduras pueden rellenarse con tierra una vez reparada la membrana superior.

i) Monitoreo Ambiental en RS

Para asegurarse que ningún contaminante que pueda afectar la salud pública y el ambiente circundante son generados por el RS, es necesario establecer un programa de monitoreo ambiental, el cual se divide en tres categorías: 1) subsuelo; 2) aguas subterráneas; y, 3) calidad del aire. La Figura 67 muestra el diseño de una completa infraestructura de monitoreo ambiental.

El monitoreo del subsuelo se divide en dos: 1) detección de fugas de lixiviados del RS; y 2) detección de movimientos laterales de gases. El instrumento más comúnmente utilizado para monitorear el subsuelo es la copa de cerámica. Esta consiste en una copa de porcelana porosa adherida a un tubo poroso. Se coloca en el subsuelo y la humedad o agua contenida en este es absorbida por succión. Las muestras deben ser llevadas a un laboratorio para su análisis.

El monitoreo de las aguas subterráneas se realiza para detectar cambios en la calidad del agua, que puedan ser causados por escapes de lixiviados o gases del RS. El monitoreo se realiza a través de pozos de colecta de agua a diversas gradientes de los acuíferos cercanos. Las muestras deben ser llevadas a un laboratorio para su análisis.



El monitoreo de la calidad del aire consiste en obtener muestras del aire y de los gases generados por el RS o por las instalaciones de tratamiento de gases, para asegurarse que no se están generando gases tóxicos o peligrosos. Las muestras deben ser llevadas a un laboratorio para su análisis.

j) Diseño Preliminar del RS

Una vez seleccionados los posibles sitios donde ubicar el RS, es necesario elaborar un diseño preliminar que incluya 1) un diagrama de la distribución del sitio, 2) los tipos de desechos que serán manejados (son presentados en este reporte), 3) un estimado de la capacidad del relleno, 4) evaluación de la geología e hidrología, 5) diseño de los sistemas de drenaje, extracción y control de gases y lixiviados y monitoreo, 6) equipo necesario, y 7) el plan operativo. Debe prestarse atención al uso final del área una vez clausurado el RS.

Los principales vectores patógenos que proliferan en un RS son las moscas, mosquitos y ratas. Las moscas y los mosquitos pueden controlarse cubriendo la basura (con una capa de tierra o la membrana) y eliminando el agua estancada. Las ratas pueden controlarse cubriendo la basura.

k) Equipo Necesario para Operar el RS

Existen diversos equipos que pueden utilizarse para realizar todas las operaciones necesarias de un RS. La colecta de los desechos puede continuar realizándose con un camión de volquete, como se ha realizado hasta ahora. Para realizar todas las operaciones comunes en un RS (esparcir los desechos, compactarlos, cubrirlos, construir los drenajes, etc.), recomendamos la utilización de un tractor de oruga.

l) Plan de Vertimiento de los Desechos

El plan de vertimiento de los desechos depende de 1) las características del sitio; 2) la cantidad de material necesario para cubrir la basura; y, 3) la topografía, hidrología y geología del sitio. Los tres métodos de vertimiento fueron descritos en la sección 7.3.

Considerando que los desechos generados en el Distrito de Pedasi se recogen tres veces por semana (ver Sección 5.1.2), recomendamos construir células semanales. Es decir, que los desechos recogidos los dos primeros días sean compactados y cubiertos con una leve capa de tierra arcillosa. Una vez vertidos los desechos colectados el último día de la semana, la célula debe ser clausurada.