

**REFINERÍA DE CARTAGENA S.A.S**



**CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS AMBIENTALES Y  
MODIFICACIONES A LA LICENCIA AMBIENTAL DE REFINERÍA DE CARTAGENA  
S.A.S.  
(1736)**

**CONTRATO 966568**

**CAPÍTULO 3 CARACTERIZACION DEL AREA DE INFLUENCIA DE PROYECTO**

**CAPÍTULO 3.3.2 ECOSISTEMAS ACUÁTICOS  
VERSIÓN 0**

**Bogotá D.C., noviembre de 2019**

### ÍNDICE DE MODIFICACIONES

Índice de Revisión	Sección Modificada	Fecha Modificación	Observaciones
0			Versión final
C	Documento en general	11-2019	Ajuste en conjunto con pares
B	Documento en general	10-2019	Se anexa matriz de hallazgos y respuestas
A	Documento en general	10-2019	Se anexa matriz de hallazgos y respuestas

### REVISIÓN Y APROBACIÓN

Número de revisión		<b>0</b>
Responsable por elaboración	Nombre	Janeth del Pilar Bahamon
	Firma	
Responsable por revisión	Nombre	Katherine Martínez
Coordinador Proyecto	Firma	
Responsable por aprobación	Nombre	Mónica Pescador
Gerente de Proyecto	Firma	
	Fecha	noviembre de 2019

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACION A LA LICENCIA  
AMBIENTAL DE REFINERÍA DE CARTAGENA S.A.S**

**CAPÍTULO 3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO**

**CAPÍTULO 3.3.3 ECOSISTEMAS ACUÁTICOS**

**TABLA DE CONTENIDO**

	<b>Pág.</b>
3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE PROYECTO	1
3.3 MEDIO BIÓTICO	1
3.3.2 Ecosistemas acuáticos	1

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACION A LA LICENCIA AMBIENTAL DE REFINERÍA DE CARTAGENA S.A.S

### CAPÍTULO 3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

#### CAPÍTULO 3.3.3 ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

##### ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 3-1 Composición y riqueza de especies potenciales de zooplancton para el AI	3
Tabla 3-2 Composición y riqueza potencial de zooplancton registrados para el AI (Bahía de Cartagena)	5
Tabla 3-3 Composición y riqueza de especies potenciales de bentos para el AI	7
Tabla 3-4 Composición y riqueza potencial de bentos registrados para el AI (Bahía de Cartagena)	9
Tabla 3-5 Densidades (Ind/2,52 m <sup>2</sup> ) y densidades relativas para la comunidad bentónica	10
Tabla 3-6 Composición y riqueza potencial de peces continentales y estuarino registrados para el AI (Caño Policarpa, Pto Mamonal)	11
Tabla 3-7 Composición y riqueza potencial de peces continentales y estuarinos registrados para el AI	12
Tabla 3-8 Composición y riqueza potencial de peces marinos registrados para el AI (Bahía de Cartagena)	14
Tabla 3-9 Representación porcentual de la riqueza específica (S') desde los órdenes potenciales	15
Tabla 3-10 Especies de uso (consumo y venta) reportadas por pescadores artesanales locales en el área de la Bahía de Cartagena	17
Tabla 3-11 Especies de peces continentales y estuarinos en categoría de amenaza para el AI	18
Tabla 3-12 Estaciones de muestreo establecidas para el muestreo hidrobiológico, sus códigos y coordenadas durante la fase de operación	20
Tabla 3-13 Composición y riqueza de morfoespecies del zooplancton identificado para el AI durante la fase de operación	22
Tabla 3-14 Composición y riqueza de morfoespecies del bentos identificado para el AI durante la fase de operación	23
Tabla 3-15 Composición y riqueza de morfoespecies del perifiton identificado para el AI durante la fase de operación	25
Tabla 3-16 Composición y riqueza de morfoespecies de macrofitas identificado para el AI durante la fase de operación	26
Tabla 3-17 Composición y riqueza de morfoespecies de peces identificado para el AI durante la fase de operación	26
Tabla 3-18 Composición y riqueza potencial de peces continentales y estuarinos registrados para el AI durante la fase de operación	27

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACION A LA LICENCIA AMBIENTAL DE REFINERÍA DE CARTAGENA S.A.S

### CAPÍTULO 3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

#### CAPÍTULO 3.3.3 ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

##### ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 3.1 Porcentaje de riqueza específica por phylum de zooplancton	5
Figura 3.2 Porcentaje de riqueza (nº de familias) por órdenes del zooplancton	6
Figura 3.3 Porcentaje de riqueza del bentos por phylum para el AI	9
Figura 3.4 Porcentaje de riqueza específica de familias por órdenes de bentos para el AI	10
Figura 3.5 Porcentaje de riqueza específica (S') por órdenes de peces marinos potenciales	12
Figura 3.6 Porcentaje de riqueza específica (S') por familias de peces continentales/estuarinos	13
Figura 3.7 Porcentaje de riqueza específica (S') por órdenes de peces marinos potenciales	16
Figura 3.8 Porcentaje de riqueza específica (S') por familias de peces marinos potenciales	16
Figura 3.9 Ubicación espacial de los puntos de muestreo de hidrobiológicos sobre la bahía de Cartagena durante la fase de operación	21

### 3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE PROYECTO

#### 3.3 MEDIO BIÓTICO

##### 3.3.2 Ecosistemas acuáticos

##### 3.3.2.1 Principales ecosistemas acuáticos y su dinámica e importancia en el contexto regional

La bahía de Cartagena está localizada al noreste en el Caribe colombiano, entre 10°16'-10°26'N y 75°36'-75°30'W. Está separada del mar Caribe por la isla de Tierrabomba, y corresponde a una cuenca somera de ~82 km<sup>2</sup> de extensión, con profundidades promedio y máximas de 16 y 26 m, respectivamente. Se comunica con el Mar Caribe a través de los canales de Bocagrande, por el norte y Bocachica por el sur. El canal de Bocagrande está limitado por una escollera submarina construida en la época de la Colonia. Sus profundidades varían entre 0,6 y 2,1 m. El canal de Bocachica alcanza profundidades máximas de 15 m en el sitio donde comienza el canal navegable. La marea en la bahía es mixta, principalmente diurna, con un rango micromareal cuyas variaciones pocas veces exceden 0,5 m (Molares, 2004).

Se considera por definición geológica como una Bahía; no obstante, tiene una fuente significativa de aguas fluviales provenientes del Canal del Dique. Éste aporta aguas desde el río Magdalena por el extremo sur de la Bahía; orientadas en tal modo que, su aporte la influencia dependiendo de la época del año. De diciembre a abril se presenta su época seca, momento en el que la salinidad es mayor; mientras que, durante la época de lluvias (septiembre a noviembre), donde aumentan los aportes de agua dulce desde el río Magdalena (Andrade-Amaya, Arias-Isaza, & Thomas, 1988).

La Bahía posee relictos coralinos de poca extensión, dentro de los cuales se encuentran especies como *Porites porites*, *Agaricia* spp, *Meandrina meandrites*, *Acropora cervicornis*, *A. plamata* y *Montastrea* spp, las cuales pueden distribuirse tanto en los bajos, como en la parte supra-litoral de las orillas bordeadas por las terrazas arrecifales del cuaternario (Ospina-Arango, J.F, Pardo-Rodríguez, & Álvarez-León, 2008).

Estas lagunas costeras, como ciénagas y bahías, son fundamentales en la dinámica ecológica y el ciclo de vida de la biodiversidad. Estos ecosistemas albergan una amplia diversidad de especies, siendo el hábitat para especies temporales, transitorias o permanentes; algunas de ellas llegan allí para llevar a cabo sus eventos reproductivos, otras para alimentarse y refugiarse y, algunas nacen y se desarrollan en sus aguas para luego migrar (Ospina-Arango, J.F, Pardo-Rodríguez, & Álvarez-León, 2008).

Dentro de Cartagena confluyen varias zonas: el área turística, los sectores populares y la ciudad portuaria o industrial. Ésta última, se concentra en el sector de Mamonal donde se ubica gran parte de la industria química nacional, se realiza el procesamiento de recursos pesqueros y existe un gran movimiento de carga y transporte de materias primas, correspondiendo tal zona al área de estudio del presente proyecto. Históricamente, por causa del desarrollo industrial, este sector ha generado una serie de problemas ambientales como la destrucción de manglares, relleno de terrenos de bajamar y depresiones costeras,

así como la contaminación de las aguas por vertimiento de desechos industriales, residuos oleosos e hidrocarburos provenientes de la actividad portuaria (PNUMA, 2009).

Actividades humanas como la metropolización y la industria, se han visto como factores involucrados en la modificación de las dinámicas y pérdida de la estabilidad de las fuentes hídricas (Decamps et al. 1993). Los desechos tanto industriales como domésticos, se vierten en los suelos o directamente a las fuentes hídricas sin ningún tratamiento previo, causando un deterioro gradual del paisaje y a nivel local contaminando aguas superficiales y subterráneas afectando así especialmente los recursos hidrobiológicos destinados para el consumo de las poblaciones humanas, siendo este un problema no solo de índole ambiental sino también social (Aguilera, 2006)

Los recursos hidrobiológicos, entre estos peces e invertebrados, pueden presentar susceptibilidad a los componentes químicos y desechos orgánicos que llegan a las fuentes hídricas. Los peces tienen la capacidad de almacenar en su organismo una mayor cantidad de estos compuestos en comparación con la presente en el medio, acumulando en sus tejidos desechos provenientes de industrias en particular los metales pesados, hidrocarburos y pesticidas, por lo que son indicadores importantes de contaminación en un sistema dado (Mancera-Rodríguez & Álvarez-León, 2006).

La concentración de metales pesados en peces ha sido estudiada y reconocida ampliamente para la cuenca del río Magdalena, especialmente en la región de la Mojana y en las Ciénagas del sur del departamento de Bolívar, así como la Bahía de Cartagena donde se han estudiado los niveles de contaminación por mercurio y otros metales pesados mediante la realización de bioensayos en especies como el bocachico (*Prochilodus magdalenae*), la Cachama (*Colossoma bidens*), Guapucha (*Grundulus bogotensis*), Arenca (*Thriportheus angulatus*), sardina coli-roja (*Astyanax fasciatus*), Gupi (*Poecilia reticulata*) (Mancera y Alvarez, 2006); y las especies diadromas como la Lisa (*Mugil liza*) y el Robalo (*Centropomus undecimalis*) (Manjarrez Paba, Castro Angulo, & Utria Padilla, 2008).

Todas las actividades que se producen desde la cuenca del río Magdalena y su paso por el Canal de Dique, tienen efectos sobre la bahía de Cartagena. La deforestación, la pesca no regulada, la minería y el vertimiento de desechos industriales y domésticos a los cuerpos de agua, traen consecuencias para la biodiversidad y las comunidades costeras. En los últimos cinco años, la cantidad de aguas residuales que llegan a la bahía de Cartagena ha aumentado en un 30% y los sedimentos en un 32%; esta situación no solo complica la navegación por la cantidad de lodo acumulada, también afecta la calidad del hábitat para la biota acuática (marina y continental) de la región (Serna, 2015).

Consecuentemente, los resultados de la caracterización de las comunidades acuáticas que en este estudio se presentan, pretenden describir la composición y la riqueza específica (S') de la biota acuática (por medio de información primaria y secundaria), para el área de influencia de la Refinería de Cartagena S.A.S durante la fase de operación, teniendo en cuenta ecosistemas sensibles, especies en categorías de amenaza, endémicas y/o migratorias, de importancia económica, en veda y bioindicadoras.

### 3.3.2.2 Área de Influencia

#### 3.3.2.2.1 Datos previos a la etapa de operación

Con el objeto de obtener referentes sobre la composición de la biota acuática presente en el área de estudio, se realizó la búsqueda de fuentes de información, tanto estudios ambientales como académicos, en los cuales fueran reportados listados de especies de la biota acuática presente en las corrientes hídricas más representativas del área de estudio (Bahía de Cartagena, Delta Río Magdalena, afluentes directos y los ecosistemas lénticos estuarinos asociados). La base principal consultada y analizada, corresponde a los diferentes monitoreos de calidad del agua (que incluyen hidrobiológicos) llevados a cabo para la Refinería de Cartagena S.A.S (2008 y 2009) o en áreas cercanas (Puerto de Mamonal, 2010).

- **Zooplancton**

El término plancton se refiere a organismos acuáticos cuya forma de vida tiene poca o nula resistencia a las corrientes, por lo que viven a la deriva flotando libremente o suspendidos en la columna de agua. El zooplancton, específicamente, se define como los organismos heterótrofos del plancton; pueden ser de cualquiera de los grupos tróficos (herbívoros, carnívoros y omnívoros), e incluso algunas especies pueden estar en simbiosis con algas y otras son parásitos de otros organismos (APHA, 2005).

El muestreo de las comunidades de zooplancton se adelantó con una red cónica simple de 250 µm y un flujómetro, para lo cual se realizaron arrastres desde la interfase agua sedimento hasta la superficie por un periodo de 5 minutos de forma circular. Las muestras fueron fijadas con formol buferado al 37%, y posteriormente fueron trasladadas al laboratorio para su análisis.

De acuerdo con los muestreos realizados durante el año 2008 por el INVEMAR, y cuyos datos fueron ajustados por la consultora Araujo-Ibarra & Asociados, 2009, en total fueron identificadas 53 familias, las cuales hacen parte de 20 órdenes, 15 clases y 11 phylum. En la Tabla 3-1 se presenta el listado de familias con su taxonomía respectiva.

**Tabla 3-1 Composición y riqueza de especies potenciales de zooplancton para el AI**

N°	Phylum	Clase	Orden	Familia	
1	Protozoa	Granuloreticulosea	Foraminiferida	Globigerinidae	
2	Cnidaria	Hidrozoa	Trachylina	Geryoniidae	
3	Ctenophora	Tentaculata	Cydippida	Pleurobrachiidae	
4	Annelida	Polichaeta	Aciculata	Tomopteridae	
5	Mollusca	Bivalvia	Pholadomyoidea	Larva Veliger	
6	Arthropoda	Ostracoda	Halocyprida	Halocyprididae	
7		Malacostraca	Mysida	Mysidae	
8			Amphipoda	Hyperiididae	
9			Decapoda		Caridea
10					Grapsidae
11					Portunidae
12					Porcellanidae

N°	Phylum	Clase	Orden	Familia		
13				Pasiphaeidae		
14				Diogenidae		
15				Atelecicliidae		
16				Alpheidae		
17				Grapsidae		
18				Xantiidae		
19				Majidae		
20				Portunidae		
21				Dorippidae		
22				Oplophoridae		
23				Paguridae		
24				Luciferidae		
25				Maxillopoda	Calanoida	Acartiidae
26						Euchaetidae
27						Aeitidae
28						Scolettrichidae
29						Diaxididae
30						Diaptomiidae
31						Candaciidae
32						Pontellidae
33						Coricaenidae
34						Calanidae
35						Clausocalanidae
36						Centropagadidae
37	Miraciidae					
38	Metrinidae					
39	Temoridae					
40	Paracalanidae					
41	Cyclopoida	Oithonidae				
42		Oncaeidae				
43	Harpacticoida	Saphirinidae				
44		Euterpinidae				
45		Macrostellidae				
46	Cirriperia	Cirripidae				
47	Brachipoda	Inarticulata	Lingulida	Lingulaceae		
48	Ectoprocta	Gymnolaemata	Cheilostomata	Membraniporidae		
49	Echinodermatha	Echinodea	Holectypoida			
50	Chaetognata	Sagittoidea	Phragmophora	Sagittidae		
51	Chordata	Appendicularia	Copelata	Oikopleuridae		
52		Thaliacea	Doliolida	Doliolidae		
53		Actinopterygii	Clupeiformes	Engraulidae (huevo)		

Fuente: (Refinería de Cartagena S.A, 2008, 2009)

La mayor riqueza de familias identificadas estuvo dentro del phylum de los Arthropoda, reuniendo el 77% del total de familias. Los demás phylum tuvieron representaciones desde el 5,66 % para los Chordata y de 1,89% para los otros grupos (Tabla 3-2, Figura 3.1). Adicionalmente, aunque tales datos no fueron incluidos en esta descripción, de acuerdo

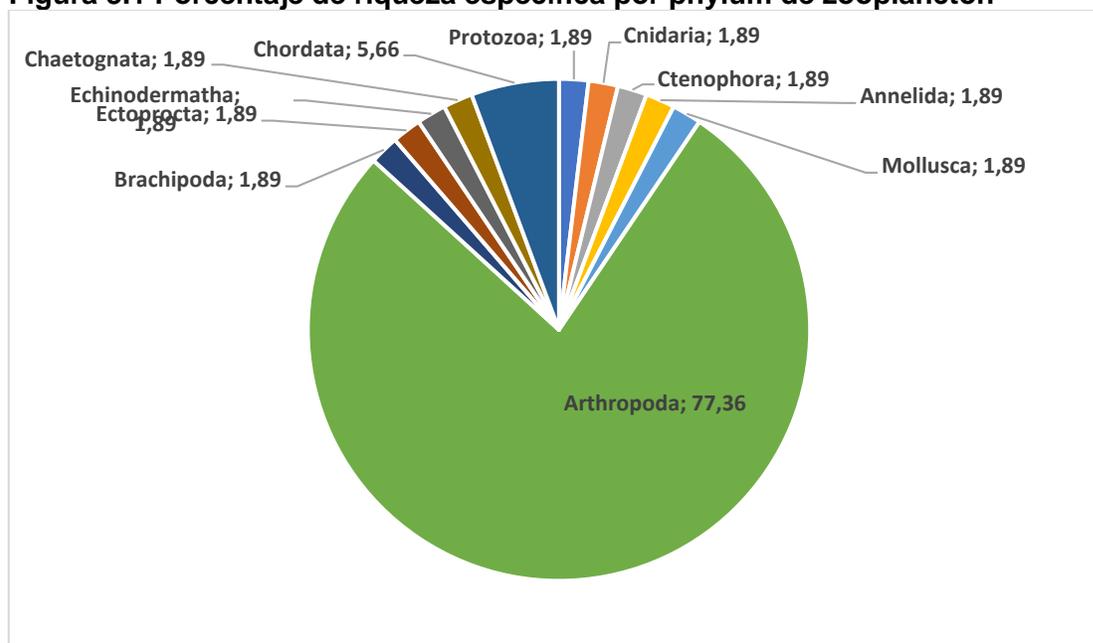
con la variable de abundancia el 66,2% de individuos también perteneció a los artrópodos.

**Tabla 3-2 Composición y riqueza potencial de zooplancton registrados para el AI (Bahía de Cartagena)**

Phylum	Clase	%	Orden	%	Familia	%
Protozoa	1	6,67	1	5,00	1	1,89
Cnidaria	1	6,67	1	5,00	1	1,89
Ctenophora	1	6,67	1	5,00	1	1,89
Annelida	1	6,67	1	5,00	1	1,89
Mollusca	1	6,67	1	5,00	1	1,89
Arthropoda	3	20,00	8	40,00	41	77,36
Brachipoda	1	6,67	1	5,00	1	1,89
Ectoprocta	1	6,67	1	5,00	1	1,89
Echinodermata	1	6,67	1	5,00	1	1,89
Chaetognata	1	6,67	1	5,00	1	1,89
Chordata	3	20,00	3	15,00	3	5,66
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>100</b>	<b>20</b>	<b>100</b>	<b>53</b>	<b>100</b>

Fuente: (Refinería de Cartagena S.A, 2008, 2009)

**Figura 3.1 Porcentaje de riqueza específica por phylum de zooplancton**



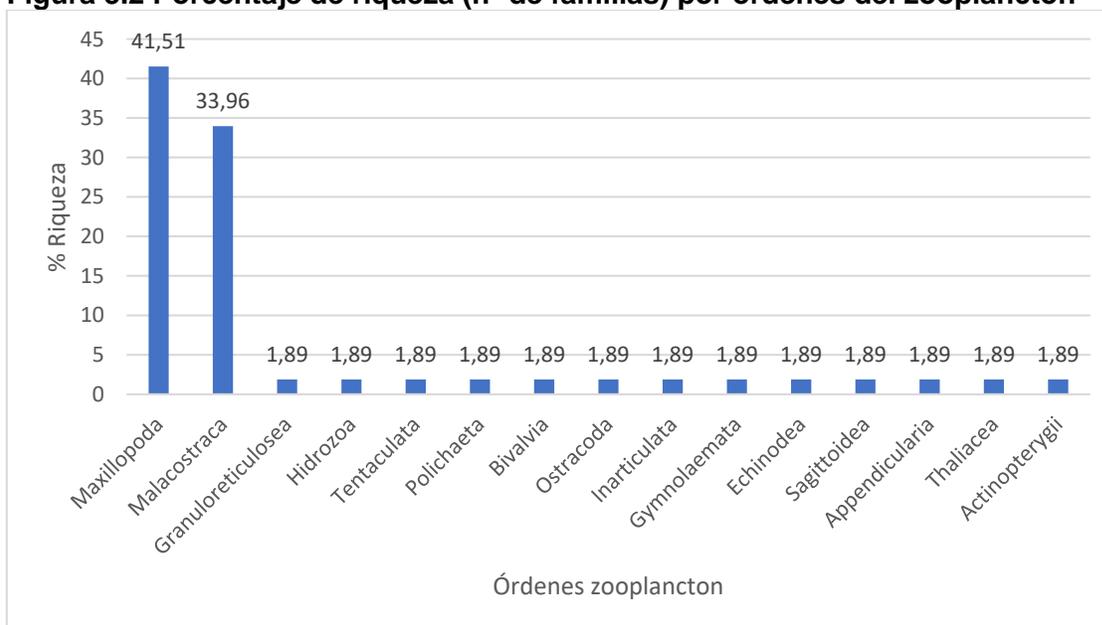
Fuente: (Refinería de Cartagena S.A, 2008, 2009)

Con relación a los órdenes, se encuentra que, para los muestreos realizados antes de la etapa de operación, es Maxillopoda el de mayor riqueza de familias agrupando el 41,51% de estas, seguido por Malacostraca con el 33,96%. Los órdenes restantes, tuvieron el mismo número de especies representando cada uno el 1,89% (Figura 3.2). Teniendo en cuenta lo citado en Refinería de Cartagena S.A.S, 2008, 2009, de las 10 familias más abundantes seis (6) pertenecen a artrópodos (Luciferidae, Halocyprinididae, zoeas de Porcellanidae, Paguridae y Dioginidae y nauplio de Copépodo); dos (2) a cnidarios

(Geryoniidae, Olindidae) y una (1) a cordados (Oikopleuridae) y moluscos (Limacinidae).

Sumado a lo anterior y, teniendo en cuenta que los muestreos realizados durante tales estudios fueron realizados durante diferentes épocas climáticas, se encontró que: las mayores densidades y número de taxa para el período de agosto, en particular en la zona sur del área de estudio; las cifras disminuyen para los taxa en noviembre; en tanto marzo, que corresponde al período de mayor incidencia de aguas marinas sobre la Bahía, muestra de forma clara registros menores. Estos resultados muestran, por un lado, variaciones temporales con mayor desarrollo de la comunidad durante las épocas de transición y lluvias, y por otro, espaciales con indicadores más altos en inmediaciones del área de mayor incidencia del Canal del Dique. Unos y otros resultados (espaciales y temporales) denotan mayor desarrollo de la comunidad en zonas con incidencia de aguas continentales (Refinería de Cartagena S.A, 2008, 2009).

**Figura 3.2 Porcentaje de riqueza (nº de familias) por órdenes del zooplancton**



Fuente: (Refinería de Cartagena S.A, 2008, 2009)

La comunidad de zooplancton, mostró gran desarrollo y diversidad, junto con el predominio de los artrópodos, pero con alta equidad a nivel de familias. Entre los grupos más abundantes se destacan los artrópodos Luciferidae y las zoeas de Porcellanidae, el cnidario Geryoniidae, el cordado Oikopleuridae y el molusco Limacinidae.

En cuanto a su comportamiento espaciotemporal, este resultó muy variable, situación que denota y expresa la adaptabilidad y las respuestas ante un medio muy cambiante. La comunidad muestra su mayor desarrollo durante el período de transición y en la zona sur de la Bahía, y el menor desarrollo durante el período de sequía o de mayor incidencia de aguas marinas. Este resultado permite inferir que la incidencia de las aguas continentales juega un papel positivo y altamente significativo sobre la estructura y composición de la

comunidad zooplanctónica de la bahía.

La incidencia más importante se refiere a la estacionalidad, con cambios radicales de la comunidad de un período a otro, mientras que los cambios espaciales son bajos durante agosto, medios en noviembre y altos en marzo. La transparencia de las aguas se mostró como la variable incidente sobre la estructura de la comunidad. Grosso modo, y en virtud a las condiciones abióticas fluctuantes, en la comunidad prevalecen grupos con alta tolerancia

- **Bentos**

Se denomina bentos al conjunto de organismos que habita o se encuentra asociado al fondo de los cuerpos de agua. De acuerdo con su hábitat específico, estos pueden ser clasificados como hiperbentos (organismos con buena capacidad de nado, que pueden realizar migraciones verticales en la columna del agua); epibentos (organismos que habitan únicamente sobre la superficie del sustrato), y endobentos (organismos que viven enterrados en el sustrato). Los organismos del bentos, también pueden clasificarse de acuerdo con su tamaño en: macrobentos (< 500  $\mu\text{m}$  y > 63  $\mu\text{m}$ ) y microbentos (<63  $\mu\text{m}$ ). (Pech-Pool & Ardisson Herrera, 2012).

Para las estaciones evaluadas durante los años 2008 y 2009, fueron identificadas un total de 47 familias, pertenecientes a cinco (5) phylum, siete clases (7) y 21 órdenes. Su taxonomía se describe en la Tabla 3-3.

**Tabla 3-3 Composición y riqueza de especies potenciales de bentos para el AI**

Nº	Phylum	Clase	Orden	Familia
1	Annelida	Polychaeta	Amphinomida	Amphinomidae
2			Scolecida	Capitellidae
3				Cossuridae
4				Opheliidae
5				Paraonidae
6			Eunicida	Dorvilleidae
7				Eunicidae
8				Lumbrineridae
9				Onuphidae
10			Phyllodocida	Glyceridae
11				Hesionidae
12				Nephtyidae
13				Nereididae
14				Pilargidae
15				Sigalionidae
16			Spionida	Magelonidae
17				Spionidae

Nº	Phylum	Clase	Orden	Familia
18			Sabellida	Sabellidae
19			Terebellida	Sternaspidae
20				Cirratulidae
21				Terebellidae
22			Tubificida	NALidae
23	Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	Ampeliscidae
24				Euridae
25				Gammaridae
26				Liljeborgidae
27				Melitidae
28				Oedicerotidae
29				Phoxocephalidae
30				Leuconidae
31			Decapoda	Alpheidae
32				Ctenochelidae
33				Goneplacidae
34			Stomatopoda	Squillidae
35			Isopoda	Anthuridae
36			TanAlaceae	Apseudidae
37	Echinodermata	Echinoideae	Spatangoida	Brissidae
38			Ophiurida	Ophiuridae
39				Amphiuridae
40	Mollusca	Bivalvia	Myloidea	Corbulidae
41			Pholadomyoidea	Cuspidariidae
42			Veneroidea	Lucinidae
43			Nuculoidea	Nuculanidae
44		Gastropoda	Neogastropoda	Columbellidae
46			Neogastropoda	Turridae
45		Scaphopoda	Dentaliida	Dentallidae
47		Xenacoelomorpha	Nemertodermatida	NR

Fuente: (Refinería de Cartagena S.A, 2008, 2009)

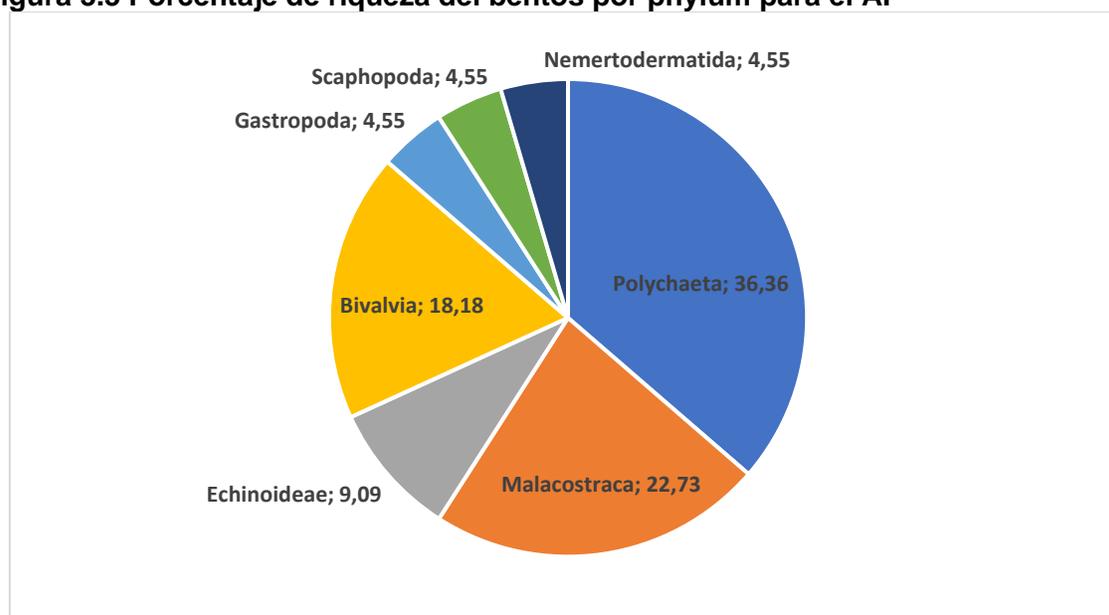
De acuerdo con la riqueza específica (S'), la clase con la mayor representación correspondió a los Polychaeta (Annelida), con un 36,36% de las familias identificadas, seguido por Malacostraca (Arthropoda) que agrupo el 22,73% y Bivalvia con 18,18%. Los demás órdenes tuvieron porcentajes de riqueza del 9% al 4,5% (Tabla 3-4, Figura 3.3).

**Tabla 3-4 Composición y riqueza potencial de bentos registrados para el AI (Bahía de Cartagena)**

Clase	Orden	%	Familia	%
Polychaeta	8	36,36	8	36,36
Malacostraca	5	22,73	5	22,73
Echinoideae	2	9,09	2	9,09
Bivalvia	4	18,18	4	18,18
Gastropoda	1	4,55	1	4,55
Scaphopoda	1	4,55	1	4,55
Nemertodermatida	1	4,55	1	4,55
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>100</b>	<b>22</b>	<b>100</b>

Fuente: (Refinería de Cartagena S.A, 2008, 2009)

**Figura 3.3 Porcentaje de riqueza del bentos por phylum para el AI**



Fuente: (Refinería de Cartagena S.A, 2008, 2009)

Además de la riqueza de familias identificadas, teniendo en cuenta los valores de abundancia citados para las tres épocas de estudio, es también el phylum Annelida (clase Polychaeta), con el 41,4% seguido por los crustáceos con un 23,8% y por los moluscos con una representación 16,2%. Estos grupos, en conjunto, representaron el 81% de la comunidad.

**Tabla 3-5 Densidades (Ind/2,52 m<sup>2</sup>) y densidades relativas para la comunidad bentónica**

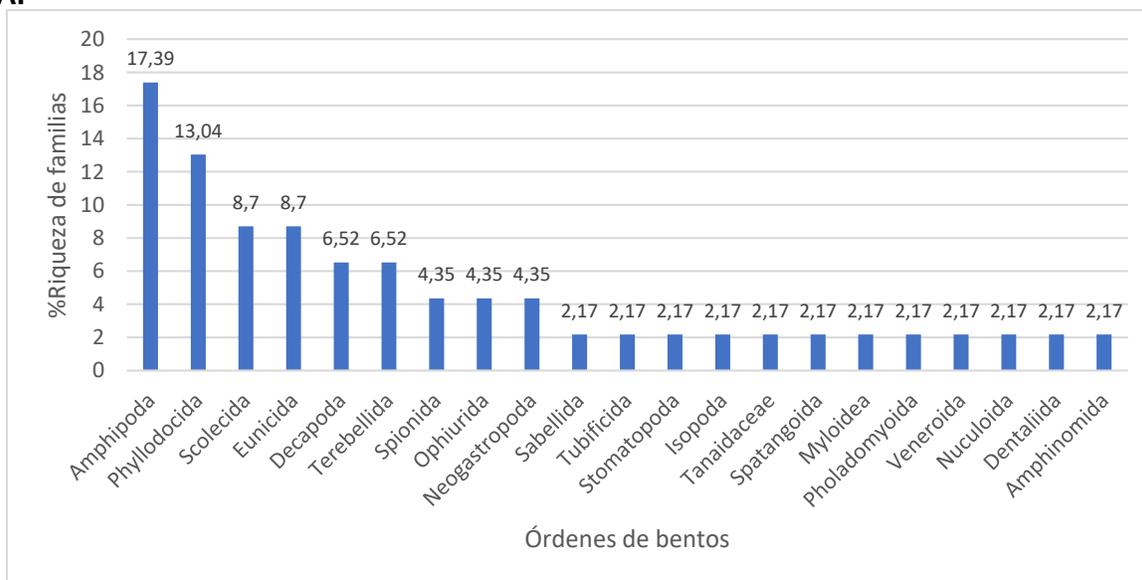
Grupos	Densidad	Porcentaje
Annelida	1238	41,4
Malacostraca	713	23,8
Equinoderma	484	16,2
Mollusca	299	10,0
Nemertinos	135	4,5
Nemátodos	62	2,1
Hemicordados	61	2,0
<b>Total</b>	<b>2992</b>	<b>100</b>

Fuente: Informe de monitoreo Bahía de Cartagena, 2008; modificado por Refinería de Cartagena S.A.S, 2009.

Al nivel taxonómico de órdenes y su riqueza específica, se encontró que Amphipoda es la mejor representada con el 17,39% del total de familias; le siguió Phyllodocyda con el 13,04%, Solecida y Eunicida, cada uno con una agrupación del 8,70%. Los demás órdenes identificados tuvieron representaciones de entre 6,52% y 2,17% (Figura 3.4).

De acuerdo con lo encontrado en Refinería de Cartagena S.A.S, 2009, las familias de mayor relevancia para el AI de acuerdo con la densidad corresponden a Cirratulidae, Spionidae, Paraonidae y Cossuridae, todas ellas correspondientes a anélidos poliquetos, las cuales alcanzan el 29.7% de las densidades totales (Refinería de Cartagena S.A, 2008, 2009).

**Figura 3.4 Porcentaje de riqueza específica de familias por órdenes de bentos para el AI**



Fuente: (Refinería de Cartagena S.A, 2008, 2009)

El conjunto de resultados denota una dinámica en la estructura de la comunidad, la cual ocurre muy posiblemente por los marcados efectos del Canal del Dique sobre la Bahía, con incidencia diferencial durante los distintos períodos climáticos. Vale notar que, en ambientes relativamente estables, estas comunidades suelen mostrar alta estabilidad y persistencia, por lo que en el área estudiada podría afirmarse se trata de organismos generalistas y oportunistas de rápida tasa de recolonización (Osorio-Dualiby & Álvarez-León, 2013).

- **Peces**
- **Continetales y estuarinos**

El estudio desde el cual se toman los siguientes datos (Puerto Marítimo de Mamonal, 2010), evaluó la composición y abundancia de peces en cuatro (4) estaciones de muestreo ubicadas en dos canales de aguas salobres, en la zona del Puerto de Mamonal: 1. El canal de Policarpa en sus diferentes puntos (antes de recibir aportes del Puerto y de la zona de Policarpa, en el puerto de pescadores artesanales, antes de llegar a la Bahía y 2. El canal que drena aguas lluvias proveniente del Puerto de Mamonal y que llega al canal de Policarpa. El estudio se llevó a cabo durante la época de lluvias, en el mes de agosto del año 2010.

Se identificaron en total 14 especies, pertenecientes a seis órdenes y 11 familias (Tabla 3-6). Por frecuencia de ocurrencia y abundancia relativa (42%), el orden Mugiliformes fue el más representativo para el Canal Policarpa, siendo encontrado en el total de estaciones; seguido por los órdenes Perciformes (28%), Siluriformes (19%) y en menor proporción Characiformes, Clupeiformes (4%) y Elopiformes (3%). Con respecto al canal interno dentro del Puerto (P8), el único orden encontrado fue Cyprinodontiformes.

La composición y riqueza general encontrada se detalla, con su taxonomía respectiva, en la Tabla 3-6.

**Tabla 3-6 Composición y riqueza potencial de peces continentales y estuarino registrados para el AI (Caño Policarpa, Pto Mamonal)**

Nº	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
1	Clupeiformes	Engraulidae	<i>Anchoa</i> sp.	Anchoveta, Anchoita
2	Characiformes	Characidae	<i>Triportheus magdalenae</i>	Arenca
3			<i>Roeboides cf dientonito</i>	Dientudo
4	Siluriformes	Ariidae	<i>Cathorops mapale</i>	Barbudo
5		Pimelodidae	<i>Pimellodus cf blochii</i>	Nicuro
6	Mugiliformes	Mugilidae	<i>Mugil liza</i>	Lisa
7	Perciformes	Carangidae	<i>Selene</i> sp.	Mojarra
8		Centropomidae	<i>Centropomus undecimalis</i>	Robalo
9			<i>Centropomus parallelus</i>	Robalo
10		Elotridae	<i>Gobiomorus dormitor</i>	Bocón
11			<i>Dormitator maculatus</i>	Dormilón manchado
12		Gobiidae	<i>Bathygobius soporator</i>	Moroncillo
13	Elopiformes	Megalopidae	<i>Megalops atlanticus</i>	Sábalo
14	Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia reticulata</i>	Gupi

Fuente: (Puerto Marítimo de Mamonal, 2010)

Teniendo como base la variable de riqueza específica, los órdenes con mayor

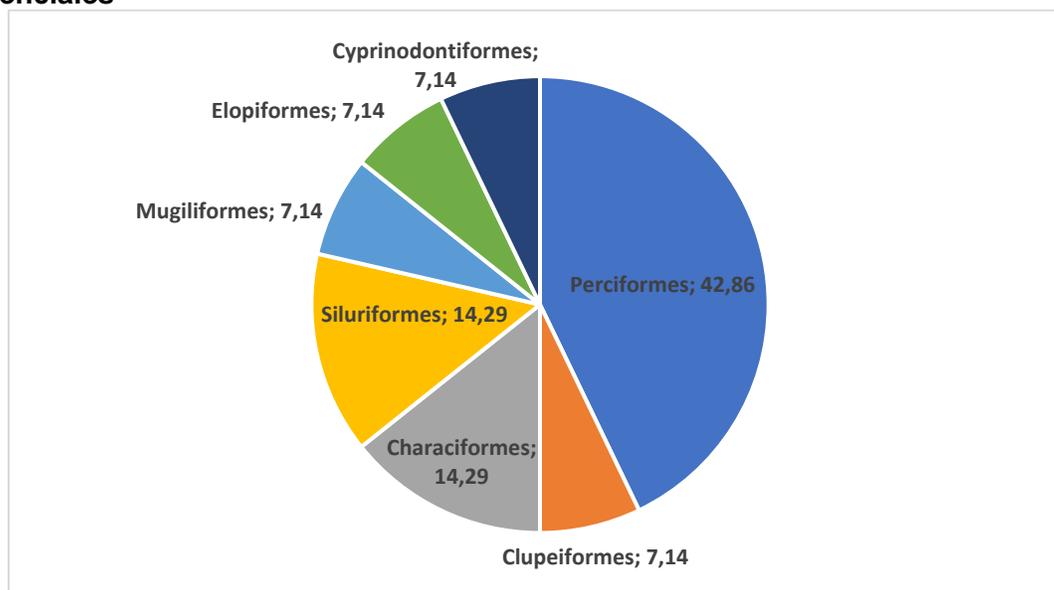
representación de especies en aguas continentales y estuarinas, es Perciformes, el cual agrupó el 42,86%, seguido por los Characiformes y Siluriformes, cada uno con 14,29% del total de especies identificadas (Tabla 3-7, Figura 3.5).

**Tabla 3-7 Composición y riqueza potencial de peces continentales y estuarinos registrados para el AI**

Orden	Familia	%	Especies	%
Perciformes	4	36,36	6	42,86
Clupeiformes	1	9,09	1	7,14
Characiformes	1	9,09	2	14,29
Siluriformes	2	18,18	2	14,29
Mugiliformes	1	9,09	1	7,14
Elopiformes	1	9,09	1	7,14
Cyprinodontiformes	1	9,09	1	7,14
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>100</b>	<b>14</b>	<b>100</b>

Fuente: (Puerto Marítimo de Mamonal , 2010)

**Figura 3.5 Porcentaje de riqueza específica (S') por órdenes de peces marinos potenciales**



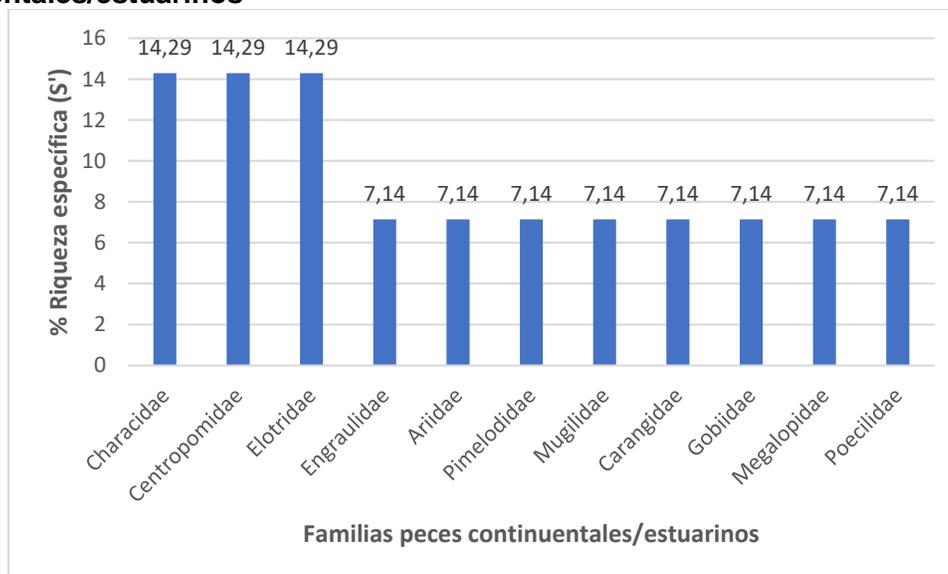
Fuente: (Puerto Marítimo de Mamonal , 2010)

Al nivel de familias, Characidae, Centropomidae y Elopidae comparten el mismo porcentaje de riqueza específica (S'), cada una con dos (2) especies (14,29%). Las demás familias encontradas estuvieron representadas por una (1) especie, representando cada una un 7,14% del total de especies (Figura 3.6).

De acuerdo con la variable de abundancia (reportada por Puerto Marítimo Mamonal, 2010),

la familia Mugilidae acumulo el 42% del total de la muestra, siendo la única encontrada dentro de su orden, seguida por las familias Ariidae y Centropomidae (13%); en menores proporciones les siguen las familias Pimelodidae y Carangidae con el 5%; Gobiidae, Engraulidae y Characidae con 4% y finalmente con la menor representación Megalopidae con 2% del total de familias halladas.

**Figura 3.6 Porcentaje de riqueza específica (S') por familias de peces continentales/estuarinos**



Fuente: (Puerto Marítimo de Mamonal , 2010)

Las especies encontradas en el canal Policarpa son de tipo diadromo (que habitan en aguas tanto dulces como marinas), marinas y dulceacuícolas. Dentro de las de tipo diadromo se hallaron las siguientes especies: *Mugil liza* (Lisa), la cual fue hallada en todas las estaciones y presenta el mayor número de individuos (30 en total), siendo así la especie más representativa del muestreo. *Centropomus undecimalis* y *C. paralellus* (Róbalo), especies de importancia comercial; *Gobiomorus dormitor* (Bocón); *Dormitator maculatus* (Dormilón manchado), *Bathygobius soporator* (Moroncillo), *Selene* sp (Mojarra), *Cathorops mapale* (Barbudo) y *Megalops atlanticus* (Sábalo), estas últimas especies de consumo por parte de las poblaciones humanas aledañas.

Por su parte, las especies dulceacuícolas encontradas fueron: *Triporthus magdalenae* (Arenca), *Roeboides cf dientonito* (Dientudo), *Pimelodus cf blochii* (nicuro) y *Poecilia reticulata* (Gupi). Todas nativas de la cuenca del río Magdalena, excepto *P. reticulata* que es introducida para Colombia.

Finalmente, dentro del tipo de especies marinas fue encontrada *Anchoa* sp especie que, aunque es principalmente marina, ocasionalmente puede ser encontrada en zonas estuarinas (Cervigón, 1991). A continuación, se muestra la abundancia relativa de cada especie encontrada en relación al total de individuos colectados en cada uno de los puntos de muestreo.

Los canales muestreados, que representan en general aquellos presentes en el AI, son sistemas artificiales que fueron creados específicamente para operar como vía fluvial conectándose con la bahía de Cartagena. Tales canales, se encuentran inmersos en un conjunto de industrias dentro de la denominada “Zona Franca”, en el límite norte del Puerto de Mamonal, adicionalmente a través de su recorrido trae desde la parte alta del barrio Policarpa residuos domésticos sin tratamiento previo (UNOPS, 2009).

#### – Peces marinos

Para el monitoreo de peces en la bahía de Cartagena (AI), se realizaron muestreos diurnos, utilizando para la captura un trasmallo que se caló dos veces en cada estación seleccionada. Para la presente caracterización se describirán estos resultados, con base en las variables de composición y riqueza, tomando apuntes acerca de la abundancia descritos en los Estudios de Impacto Ambiental citados (Refinería de Cartagena S.A, 2008, 2009).

El número de especies potenciales registradas para el AI fue igual a 44, pertenecientes a ocho (8) órdenes y 20 familias. Su taxonomía y nombres comunes se describen en la Tabla 3-8.

**Tabla 3-8 Composición y riqueza potencial de peces marinos registrados para el AI (Bahía de Cartagena)**

N°	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
1	Elopiformes	Elopidae	<i>Elops saurus</i>	Macabi, Macaco
2	Clupeiformes	Clupeidae	<i>Opisthonema oglinum</i>	Chopa
3		Engraulidae	<i>Anchoa spinifer</i>	Anchoa de charco
4		Pristigasteridae	<i>Pellona harroweri</i>	Sardinata
5	Siluriformes	Ariidae	<i>Ariopsis sp</i>	Chivo cabezón
6			<i>Bagre bagre</i>	Bagre
7			<i>Bagre marinus</i>	Bagre playero
8			<i>Cathorops mapale</i>	Barbudo de playa
9			<i>Sciades proops</i>	Chivo
10	Aulopiformes	Synodontidae	<i>Synodus foetens</i>	Lagarto playero
11	Perciformes	Carangidae	<i>Caranx crysos</i>	Cojinúa
12			<i>Caranx hippos</i>	Jurel
13			<i>Caranx latus</i>	Casabito
14			<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	Sietecueros
15			<i>Hemicaranx amblyrhynchus</i>	Palometa
16			<i>Oligoplites saurus</i>	Jorobado
17			<i>Selene setapinnis</i>	Pez luna
18		Centropomidae	<i>Centropomus ensiferus</i>	Róbalo congo
19			<i>Centropomus undecimalis</i>	Róbalo
20		Gerreidae	<i>Diapterus rhombeus</i>	Mojarra amarilla
21			<i>Eucinostomus gula</i>	Mojarra
22			<i>Gerres cinereus</i>	Mojarra blanca
23		Haemulidae	<i>Conodon nobilis</i>	Ronco
24	<i>Haemulon bonariense</i>		Ronco prieto	

N°	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	
25			<i>Pomadasys corvinaeformis</i>	Coroncoro gris	
26		Lutjanidae	<i>Lutjanus synagris</i>	Chino	
27		Serranidae	<i>Mycteroperca bonaci</i>	Mero negro	
28		Scianidae		<i>Bairdiella ronchus</i>	Corvineta
29				<i>Cynoscion jamaicensis</i>	Corvinata
30				<i>Cynoscion leiarchus</i>	Corvinata blanca
31				<i>Cynoscion steindachneri</i>	Corvinata
32				<i>Isopisthus parvipinnis</i>	Corvinata aletacorta
33				<i>Larimus breviceps</i>	No se registra
34				<i>Micropogonias furnieri</i>	Boquita de sábalo
35				<i>Stellifer stellifer</i>	Corvinata
36				<i>Umbrina coroides</i>	Roncador
37			Polynemidae	<i>Polydactylus virginicus</i>	Barbudo
38		Trichuridae	<i>Trichiurus lepturus</i>	Sable	
39		Scombridae		<i>Scomberomorus brasiliensis</i>	Sierra
40				<i>Scomberomorus cavalla</i>	Carite
41		Stromateidae	<i>Peprilus paru</i>	Pampanilla	
42		Mugiliformes	Mugiliidae	<i>Mugil incilis</i>	Liza
43	Scorpaeniformes	Triglidae	<i>Prionotus punctatus</i>	Gallineta	
44	Pleuronectiformes	Paralichthyidae	<i>Syacium gunteri</i>	Pega pega	

Fuente: (Refinería de Cartagena S.A, 2008, 2009)

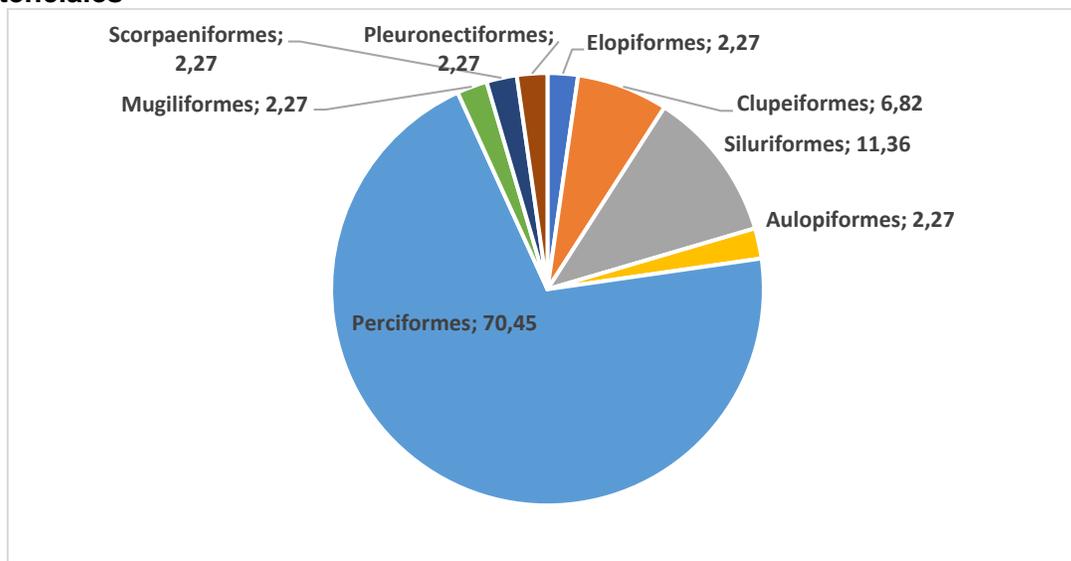
El orden con la mayor representación de especies, al igual que para los peces continentales y estuarinos, correspondió a los Perciformes, agrupando el 70,45%, seguido por los Siluriformes con 11,36% y por Clupeiformes que agrupó el 6,82%. Los demás grupos tuvieron riquezas del 2,27% respectivamente (Tabla 3-9, Figura 3.7).

**Tabla 3-9 Representación porcentual de la riqueza específica (S') desde los órdenes potenciales**

Orden	Familia	%	Especies	%
Elopiformes	1	5,00	1	2,27
Clupeiformes	3	15,00	3	6,82
Siluriformes	1	5,00	5	11,36
Aulopiformes	1	5,00	1	2,27
Perciformes	11	55,00	31	70,45
Mugiliformes	1	5,00	1	2,27
Scorpaeniformes	1	5,00	1	2,27
Pleuronectiformes	1	5,00	1	2,27
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100</b>	<b>44</b>	<b>100</b>

Fuente: (Refinería de Cartagena S.A, 2008, 2009)

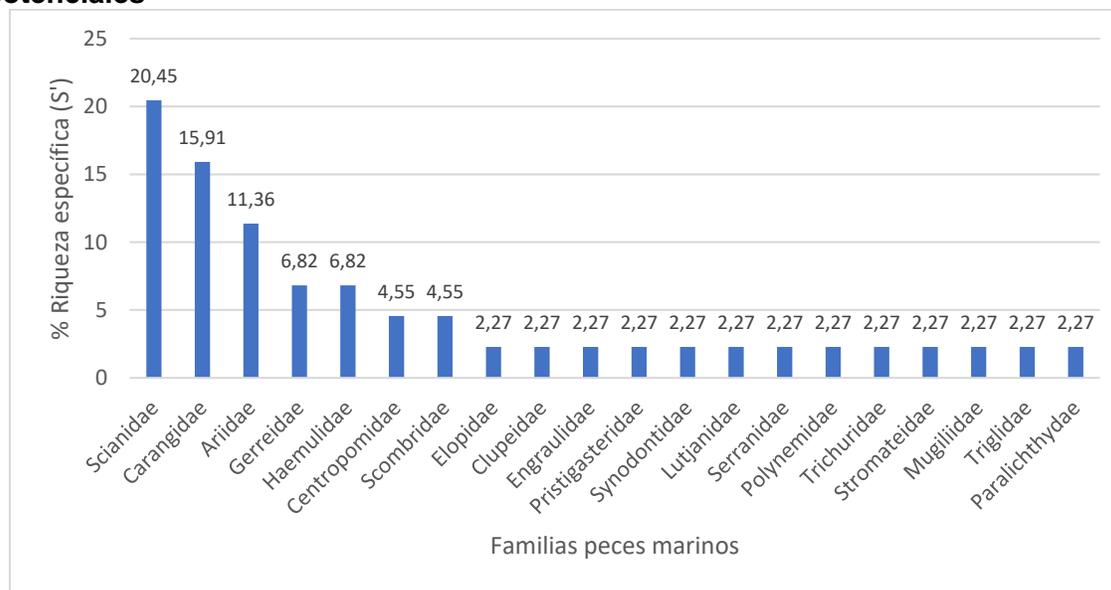
**Figura 3.7 Porcentaje de riqueza específica (S') por órdenes de peces marinos potenciales**



Fuente: (Refinería de Cartagena S.A, 2008, 2009)

Con relación a las familias, se encontró que Scianidae y Carangidae son aquellas con el mayor número de especies, cada una con nueve (20,45%) y siete (15,91%), seguidas por Ariidae con cinco representantes (11,36%) y Gerreidae, junto a Haemulidae cada una con tres especies (6,82%). Las demás familias identificadas tuvieron entre dos (2) y una (1) especie, agrupando desde el 4,55% al 2,27% (Figura 3.8).

**Figura 3.8 Porcentaje de riqueza específica (S') por familias de peces marinos potenciales**



Fuente: (Refinería de Cartagena S.A, 2008, 2009)

▪ **Especies de importancia de uso**

Durante el estudio realizado en el año 2010 para el área del Puerto Marítimo de Mamonal, se realizaron entrevistas informales a pescadores artesanales de la zona, reportando en total 33 especies de peces de consumo. Estas son aprovechadas para el sustento familiar o para su comercialización, por lo que los ecosistemas acuáticos de la zona representan áreas importantes por la oferta de servicios ecosistémicos que ofrece a las poblaciones locales. En la Tabla 3-10 se listan las especies reportadas.

**Tabla 3-10 Especies de uso (consumo y venta) reportadas por pescadores artesanales locales en el área de la Bahía de Cartagena**

Nº	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
1	Perciformes	Haemulidae	<i>Conodon nobilis</i>	Ronco
2		Centropomidae	<i>Centropomus undecimalis</i>	Robalo
3			<i>Centropomus parallelus</i>	Robalo
4		Serranidae	<i>Epinephelus morio</i>	Mero
5			<i>Epinephelus morio</i>	Cherna
6		Sphyraenidae	<i>Sphyraena ensis</i>	Picuda
7			<i>Sphyraena idiaestes</i>	Picuda
8			<i>Sphyraena guachancho</i>	Juancho
9		Lutjanidae	<i>Lutjanus synagris</i>	Chino
10			<i>Lutjanus purpureus</i>	Pargo Rojo
11			<i>Ocyurus chrysurus</i>	Rubia
12		Scombridae	<i>Auxis thazard thazard</i>	Bonito
13			<i>Scomberomorus cavalla</i>	Sierra
14		Carangidae	<i>Caranx hippos</i>	Jurel
15			<i>Caranx caninus</i>	Jurel
16			<i>Hemicaranx amblyrhynchus</i>	Jurel
17			<i>Caranx crysos</i>	Cojinua
18			<i>Trachinotus falcatus</i>	Pampano
19			<i>Selene setapinnis</i>	Jorobado
20		Sciaenidae	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	Corbinata
21		Pomacanthidae	<i>Pomacanthus arcuatus</i>	Isabelita
22		Mullidae	<i>Pseudupeneus grandisquamis</i>	Chivo
23		Sparidae	<i>Archosargus probatocephalus</i>	Sargo
24		Trichiuridae	<i>Trichiurus lepturus</i>	Sable
25	Elopiformes	Elopidae	<i>Elops saurus</i>	Macabi
26		Megalopidae	<i>Megalops atlanticus</i>	Sabalo
27	Cupleiformes	Engraulidae	<i>Anchovia clupeioides</i>	Anchova
28			<i>Anchoa lucida</i>	Anchoveta
29			<i>Cetengraulis edentulus</i>	Sardina
30	Siluriformes	Ariidae	<i>Cathorops mapale</i>	Barbudo
31			<i>Cathorops spixii</i>	Barbudo
32	Mugiliformes	Mugilidae	<i>Mugil curema</i>	Lisa, Lebranche
33			<i>Mugil incilis</i>	Lisa

Fuente: (Puerto Marítimo de Mamonal , 2010)

▪ **Especies en categoría de amenaza**

Aun cuando la función de los canales que conectan la Bahía con drenajes continentales se asocia con el desarrollo de actividades industriales, su relación con el con el paso del tiempo estos se ha convertido en el hábitat para diferentes especies. Gracias a su comportamiento estuarino, constituyen un resguardo para aquellas especies que dependen de un hábitat con tales características para el desarrollo de su ciclo de vida; este es el caso de la mayoría de las especies halladas en este estudio, en donde son representativas *Cathorops mapale*, *Mugil liza*, *Centropomus undecimalis* y *Megalops atlanticus*, dada su condición de especies presentes en categoría de amenaza (Tabla 3-11).

Del listado de especies marinas (Tabla 3-8), una de ellas está clasificadas como amenazada, el mero negro *Mycteroperca bonaci*. Esta especie, se clasifica dentro de la categoría de Vulnerable (VU), es una especie ampliamente distribuida en el Caribe colombiano y se encuentra amenazada por sobrepesca y deterioro de su hábitat, específicamente los arrecifes coralinos (Chasqui, y otros, 2017).

**Tabla 3-11 Especies de peces continentales y estuarinos en categoría de amenaza para el AI**

Nº	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	C. AMEN
1	Siluriformes	Ariidae	<i>Cathorops mapale</i>	Barbudo	VU
2	Mugiliformes	Mugilidae	<i>Mugil liza</i>	Lisa	VU
3	Perciformes	Centropomidae	<i>Centropomus undecimalis</i>	Robalo	VU
4	Perciformes	Serranidae	<i>Mycteroperca bonaci</i>	Mero negro, Cherna	VU
5	Elopiiformes	Megalopidae	<i>Megalops atlanticus</i>	Sábalo	CR

Convenciones: **Vu**= Vulnerable, **CR**= En peligro crítico.

Fuente: (Chasqui, y otros, 2017)

La lisa (*M. liza*), es una especie catadroma, es decir que nace en el mar, pero debe migrar hacia aguas dulces, donde se desarrolla, llega a su madurez sexual y posteriormente retorna a los mares donde desova. Mientras están en su fase de desarrollo en ríos o zonas estuarinas, generalmente forman “escuelas” o grupos de más de 100 individuos como estrategia anti-predadora (Cervigón, 1991), lo cual explica la mayor abundancia de esta sobre las demás especies obtenidas durante el muestreo, siendo además un recurso pesquero utilizado por la comunidad de pescadores de la zona.

Alonso y Pineda (1997), evaluaron la bioacumulación y biomagnificación del mercurio proveniente de las actividades industriales desarrolladas en la Bahía de Cartagena y la Ciénaga Grande de Santa Marta, en dos especies icticas, una de ellas es la Lisa, encontrando que esta presentaba concentraciones importantes de mercurio en sus tejidos; sin embargo la biomagnificación en esta resulta ser más baja, esto está dado por el nivel trófico de la especie (detritívora), ya que a mayor nivel (omnívoros, piscívoros) la biomagnificación es más alta; aun así, esto evidencia las diferentes presiones bajo la que están sujetas las comunidades acuáticas por el desarrollo industrial de la región (Alonso & Pineda, 1997).

Por su parte, el sábalo (*Megalops atlanticus*) depende de igual forma que la lisa de zonas

estuarinas para llevar a cabo una fase de su ciclo de vida; sin embargo, esta es de manera contraria, ya que nace en los ríos o estuarios y migra al mar donde se desarrolla, aunque al parecer prefiere concentrarse en zonas estuarinas o salobres. Mediante estudios realizados se ha encontrado que la vejiga natatoria de esta se encuentra unida al esófago, permitiéndoles de este modo tener un mejor aprovechamiento del oxígeno en lugares con bajas concentraciones de este (García y Solano, 1995). Su dieta es piscívora y entre los ítems reportados como su dieta se encuentran especies que fueron colectadas en la misma estación, estas son *Centropomus undecimalis*, *Anchoa sp.*, mojarra e invertebrados como cangrejos y camarones. Esta especie, puede llegar a medir 2,50m y tener hasta 130 kg de peso, razón por la cual tiene un gran valor en la pesca tanto deportiva como artesanal (Cervigon, 1991).

Otras especies como *Chatorops mapale* (perteneciente a la única familia de bagres marinos), *Centropomus undecimalis*, *C. parallelus*, tienen el mismo comportamiento reproductivo que *M. atlanticus*, por lo que necesita de zonas estuarinas para llevar a cabo el desove. Estas, representan un recurso importante ya que también hacen parte de la lista de peces consumidos y comercializados por parte de la comunidad pesquera, especialmente el Robalo (*C. undecimalis*, *C. parallelus*) (Chasqui, y otros, 2017).

En general, las especies encontradas durante este estudio dependen fuertemente de hábitats estuarinos, ya sea para su reproducción, su desarrollo (*Bathigobius soporator*) o como su único lugar de residencia. En el caso de las especies que no migran hacia aguas marinas y pertenecen estrictamente a sistemas dulceacuícolas, como es el caso de *Triporthus magdalenae*, y *Roeboides cf. dientonito* (Aguilera, 2006).

Por otro lado, el reporte del Cyprinodontiforme (*Poecilia reticulata*) resulta ser un indicador de lo que ocurre en un sistema dado en relación a las condiciones ambientales, reflejándose en varios aspectos de su Biología. El gupi, especie introducida en los ambientes dulces de Colombia, se encuentra generalmente en aquellos ecosistemas alterados por actividades de tipo antrópico; su estrategia reproductiva (tipo r) se caracteriza por presentar varias épocas reproductivas y un alto número de crías (esto dado por su vivíparismo), permitiendo que una sola hembra fecundada genere un gran número de individuos que colonizan nuevas áreas y fundan poblaciones exitosamente (Fernández et al, 2006). Esta especie además, es característica por su tolerancia y adaptabilidad frente a condiciones de baja calidad de agua, por lo que tiene una gran capacidad de dispersión, tolerando bajas condiciones de oxígeno disuelto, aprovechando oxígeno del aire, y viviendo en rangos de pH de 5.5-8.5 y temperaturas de 20-30°C (Da Silva, Navarro, Barros, Mota, & Chastinet, 1999).

De este modo, estos canales cobran importancia no únicamente por el servicio funcional que prestan al ser canales de comunicación, ya que a esta se le suman los bienes y servicios provenientes de la biodiversidad que le presta a los habitantes de la zona, siendo de este modo áreas importantes para la pesca artesanal y subsecuentemente para el sostenimiento de familias de bajos recursos que dependen así de su permanencia y buenas condiciones del recurso hidrobiológico. En el caso de los canales evaluados, esta condición no está dada, y son cuerpos de agua sujetos de forma constante a recibir residuos en forma de vertimientos industriales y lixiviados provenientes de los botaderos de áreas urbanas que sin tratamiento previo llegan directamente al cuerpo de agua, mismo lugar donde son

realizadas diariamente actividades de pesca (Puerto Marítimo de Mamonal , 2010).

- **Especies migratorias**

Dentro de la composición presentada, cuatro especies realizan migraciones, el sábalo (*Megalops atlanticus*), el Jurel (*Caranx hippos*), el chino (*Lutjanus synagris*) y la lisa (*Mugil incilis*). Todas llevan a cabo migraciones de tipo local (ML) e intrageneracional (Amaya-Espinel & Zapata, 2014).

El Sábalo migra desde aguas costeras y dulceacuícolas, hasta áreas oceánicas al borde de la plataforma continental. El desove se produce fuera de la costa (Smith, 2002). El jurel, junto con el chino, llevan a cabo sus migraciones para realizar sus eventos reproductivos; no obstante, su ruta migratoria es aún desconocida (Smith-Vaniz). Finalmente, la lisa, inicia sus migraciones en octubre (Ciénaga Grande de Santa Marta), cuando la especie sale al mar a desovar, regresando hacia enero ya desovados (Sánchez-Ramírez & Santos-Martínez, 1998)

- **Especies en veda**

Dentro de la composición de especies registradas para el AI, no se encuentran especies vedadas.

### 3.3.2.2 Datos durante la fase de operación

Teniendo en cuenta lo anterior, para efectos del presente análisis del componente hidrobiológico se analizaron los resultados obtenidos a partir del segundo semestre del año 2016 hasta noviembre del año 2018.

Estos monitoreos fueron realizados por los laboratorios ambientales Instituto de Higiene Ambiental (2016 y 2018) y MCS (2017), específicamente durante la época de lluvias (2016, 2017 Y 2018), transición de lluvias a sequía (abril 2017, mayo 2018) y época seca (2018).

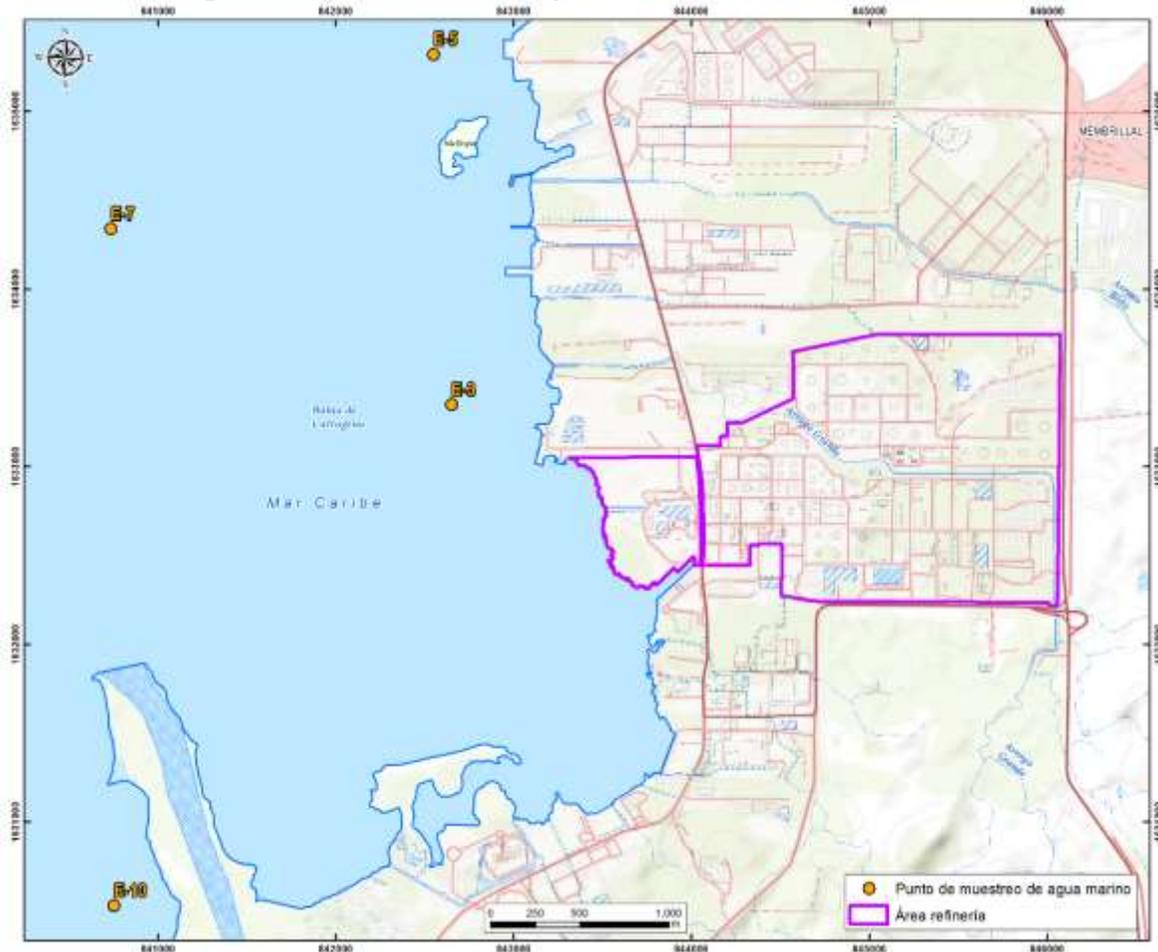
Los muestreos fueron realizados de manera puntual en cuatro estaciones ubicadas en la bahía de Cartagena que, para ese momento, se consideró como el área de influencia de la Refinería de Cartagena S.A.S. Los puntos y su georreferenciación, así como su distribución espacial se muestran en la Tabla 3-12 y la Figura 3.9.

**Tabla 3-12 Estaciones de muestreo establecidas para el muestreo hidrobiológico, sus códigos y coordenadas durante la fase de operación**

Código	Nombre	COORDENADAS PLANAS DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ	
		ESTE	NORTE
E3	Bahía de Cartagena	842648,8	1633350,6
E5	Bahía de Cartagena	842546,6	1635322,1
E7	Bahía de Cartagena	840731,9	1634339,7
E10	Bahía de Cartagena	840749,9	1630530,1

Fuente: MCS, Consultoría y Monitoreo ambiental S.A.S, 2017

**Figura 3.9 Ubicación espacial de los puntos de muestreo de hidrobiológicos sobre la bahía de Cartagena durante la fase de operación**



Fuente: MCS, Consultoría y Monitoreo ambiental S.A.S, 2017

Los métodos empleados para la caracterización hidrobiológica, se basaron en los textos de la APHA-AWWA-WPCF (*American Public Health Association*), AWWA (*American Water Works Association*), WPCF (*Water Pollution Control Federation*), en el *Standard Methods* Edición 22 (2012), Maldonado et al., (2005) y Salinas y Agudelo (2000). Los parámetros evaluados fueron: plancton, perifiton, bentos, macrófitas y peces; no obstante, para ninguno de los muestreos fueron capturados ejemplares de los grupos de fitoplancton, perifiton y macrófitas. Por esta razón no se presentan datos acerca de tales comunidades.

Adicionalmente, se aclara que una de las limitantes para el análisis de los datos presentados en dichos monitoreos (Instituto de Higiene Ambiental S.A.S, 2016; MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S, 2017; MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S, 2017), es la ausencia de datos de abundancias-densidades de cada morfoespecie por sitio de muestreo en cada uno de los grupos evaluados. Consecuentemente, los análisis que se presentan únicamente involucran las variables de composición y riqueza general para cada uno de los grupos, en complemento a lo previamente descrito para el AI.

- **Zooplankton**

En el total de muestreos realizados fueron identificadas 15 morfoespecies, pertenecientes a cuatro familias (4), tres órdenes (3), dos (2) clases y dos (2) phylum. La composición, riqueza y su taxonomía se detallan en la Tabla 3-13 Tabla 3-17.

**Tabla 3-13 Composición y riqueza de morfoespecies del zooplankton identificado para el AI durante la fase de operación**

Nº	Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	E3	E5	E7	E10
1	Arthropoda	Maxillopoda	Calanoida	Calanidae	Morfo 1	1	1	1	1
2	Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae	Morfo2	1	1	1	1
3	Arthropoda	Maxillopoda	No registrado	No registrado	Morfo 4	1	1	1	1
4	Arthropoda	Maxillopoda	No registrado	No registrado	Morfo 5	1	1	1	1
5	Arthropoda	Maxillopoda	No registrado	No registrado	Morfo 6	0	0	1	0
6	Arthropoda	Maxillopoda	No registrado	No registrado	Morfoespecie 1	0	0	0	1
7	Rotifera	Monogonta	Ploima	Brachionidae	<i>Keratella sp.</i>	1	1	0	1
8	Arthropoda	Maxillopoda	No registrado	No registrado	Morfoespecie 2	1	1	0	1
9	Arthropoda	Maxillopoda	No registrado	No registrado	Morfoespecie 3	1	0	1	0
10	Arthropoda	Maxillopoda	Calanoida	Calanidae	Morfoespecie 4	1	0	1	0
11	Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae	Morfoespecie 5	1	0	0	0
12	Arthropoda	Maxillopoda	No registrado	Larva Nauplio	Morfo 3	0	1	0	0
13	Arthropoda	Maxillopoda	No registrado	Larva Zoea	Morfo 4	0	0	1	1
14	Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae	Morfo 3	1	0	0	0
15	Arthropoda	Maxillopoda	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Mycrocyclops sp.</i>	1	0	0	0
<b>Riqueza específica (S')</b>						<b>11</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>8</b>

\*Los datos presentados representan la presencia (1) o ausencia (0) de cada morfoespecie en las estaciones de muestreo

Fuente: Instituto de Higiene Ambiental (2018), específicamente durante la época de lluvias, transición de lluvias a sequía y época seca (2018).

De acuerdo con lo señalado por el Instituto de Higiene Ambiental S.A.S, 2018, Maxillopoda fue el grupo con mayor densidad de individuos por mililitro, registrando un total de 232 Ind/ml para la época de lluvias. Durante la temporada de transición (abril 2017 y mayo 2018) y la segunda y tercera época de lluvias (agosto 2017 y noviembre de 2018), los datos obtenidos muestran que el grupo con mayor representación por abundancia y frecuencia de ocurrencia fue Arthropoda (nueve órdenes, 11 géneros), dentro del cual los copepodos fueron los más abundantes (MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S, 2017) (Instituto de Higiene Ambiental S.A.S, 2018).

Dentro del grupo de los copépodos las familias Paracalanidae, Oithonidae y Acartiidae fueron las más sobresalientes. Estas han sido ampliamente registradas para sistemas costeros influenciados por aguas continentales (Boltovskoy, 1981), contexto similar al de la

bahía de Cartagena, ecosistema influenciado por los pulsos de inundación del Canal del Dique. Así mismo se identificaron copépodos del orden Cyclopoida. La gran dominancia de los copépodos en muestras zooplanctónicas es algo típico, ya que llegan a conformar hasta el 90% del total de la biomasa zooplanctónica, aunque lo más frecuente es que presenten porcentajes entre el 60 y 80% en regiones oceánicas y neríticas (Campos Hernández & Suárez Morales, 1994).

- **Bentos**

Ejemplares de este grupo fueron capturados únicamente durante los muestreos llevados a cabo durante la época de lluvias del año 2016, en los cuales fueron identificadas 10 morfoespecies, pertenecientes a 10 familias, siete (7) órdenes, cuatro (4) clases y dos (2) phylum. La composición, riqueza y presencia por estación de muestreo se presentan en la Tabla 3-14

La comunidad de Macroinvertebrados bentónicos estuvo ausente durante los demás monitoreos, esto quizá debido al tipo de sustrato, ya que, en arenas y sedimentos finos, la permanencia de esta es más limitada debido al poco agarre y adición contra el arrastre por el flujo de agua. Quizá además se deba al tipo de distribución que los organismos de esta comunidad dentro de la Bahía.

**Tabla 3-14 Composición y riqueza de morfoespecies del bentos identificado para el AI durante la fase de operación**

Nº	Phylum	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	E3	E5	E7	E10
1	Mollusca	Bivalvia	Veneroida	Ungulinidae	<i>Diplodonta</i> sp	1	1	1	1
2	Mollusca	Bivalvia	Veneroida	Tellinidae	<i>Tellina</i> sp	1	1	1	1
3	Mollusca	Gastropoda	Neotaenioglossa	Littorinidae	<i>Littorina</i> sp	1	1	1	1
4	Mollusca	Gastropoda	Neotaenioglossa	Rissoidae	<i>Rissoina</i> sp	1	1	1	1
5	Mollusca	Gastropoda	Neogastropoda	Olividae	Morfo 2	0	1	1	1
6	Mollusca	Gastropoda	Neritopsina	Neritidae	<i>Nerita fulgurans</i>	1	1	1	1
7	Mollusca	Gastropoda	Archaeogastropoda	Patellidae	<i>Patella</i> sp	0	0	1	0
8	Mollusca	Gastropoda	Heterostropha	Pyramidellidae	<i>Turbonilla</i> sp	0	0	0	1
9	Mollusca	Scaphopoda	Dentaliida	Dentaliidae	Morfo 1	0	0	1	0
10	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Penaeidae	<i>Penaeus</i> sp	1	1	1	1
<b>Riqueza específica (S')</b>						<b>6</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>8</b>

\*Los datos presentados representan la presencia (1) o ausencia (0) de cada morfoespecie en las estaciones de muestreo

Fuente: Instituto de Higiene Ambiental (2018), específicamente durante la época de lluvias, transición de lluvias a sequía y época seca (2018).

De acuerdo con el Instituto de Higiene Ambiental S.A.S (2016), Los gastropodos fueron los mas abundantes exponiendo valores desde 74 Ind/m<sup>2</sup> en el E10 hasta 37 Ind/m<sup>2</sup> en el E7. Los organismos pertenecientes a Malacostraca evidenciaron 6 Ind/m<sup>2</sup>, 9 Ind/m<sup>2</sup>, 17 Ind/m<sup>2</sup> y 11 Ind/m<sup>2</sup> en cada uno de los puntos respectivamente (E3, E5, E7 y E10). Finalmente los escafopodos solo estuvieron presentes en el punto E7 con un total de 5 Ind/m<sup>2</sup>.

En riqueza de especies, los bivalvos estuvieron representados por dos (2) especies diferentes en cada uno de los puntos donde se identificaron. Los gastropodos por cinco (5) en E7 y E10, por cuatro (4) en E5 y por tres (3) en E3. Los organismos pertenecientes a Malacostraca y Scaphopoda solamente por una (1) especie en cada uno de los puntos

(Instituto de Higiene Ambiental S.A.S, 2016).

El grupo de los gasterópodos, habitan principalmente aguas limpias a medianamente contaminadas, pero siempre ricas en carbonato de calcio y materia orgánica. También son frecuentes en aguas tranquilas y poco profundas. Los bivalvos son indicadores de aguas limpias con un grado relativamente estable de materia orgánica y de igual forma que los gasterópodos, son propios de aguas con muy buenas concentraciones de carbonato de calcio (Pinilla, 1998).

Los escafópodos son marinos y bentónicos en su totalidad, viven en aguas poco profundas hasta profundidades de 4.500 metros, se hallan enterrados parcialmente, en la arena o el barro, se conoce su preferencia por sedimentos como arena gruesa, escombros finos de coral o barro arcilloso. Son organismos propios de aguas donde existen altas concentraciones de Carbonato de Calcio y pH con tendencia a la acidez (de la Lanza-Espino & Pulido, 2000).

- **Perifiton**

El perifiton es un componente fundamental de las comunidades bióticas acuáticas donde juega un papel importante en los procesos de transferencia de energía, materia e información a través de las cadenas tróficas. Su estudio es importante tanto desde la perspectiva ecológica, para comprender el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, como desde el punto de vista ambiental, pues su composición y estructura pueden servir como indicadores de la calidad del agua y de procesos que, como la contaminación, puedan estar afectando a los ecosistemas.

Es importante identificar que estos organismos necesitan de un sustrato para ubicarse, por lo que existen diferentes grupos, según el tipo de sustrato sobre el cual crecen los microorganismos, ya que pueden colonizar superficies de animales (epizoon), rocas (epilíton) y pedazos de madera (epixíton). (Montoya Y, et al. 2013). Esto, teniendo en cuenta que la zona en donde se encuentran estos sustratos pertenece a la región litoral. (Montoya Y, et al. 2013).

La comunidad de Microalgas perifíticas en estos puntos estuvo conformada por organismos de las Clases Bacillariophyceae, Cyanophyceae, Coscinodiscophyceae y Conjugatophyceae y nueve (9) familias (Naviculaceae, Oscillatoriaceae, Bacillariaceae, Pleurosigmales, Surirellaceae, Tabellariaceae, Coscinodiscaceae, Melosiraceae y Mesotaeniaceae (Tabla 3-15).

Dentro de las Diatomeas se encuentra *Surirella sp.*, quien es característica de aguas limpias, aunque también pueden vivir en presencia de desechos ricos en fenoles, ácido sulfhídrico, cobre o residuos de fábricas de papel (Ramírez, 2000). *Nitzschia.*, indica un ambiente con tendencia a la oligotrofia, es propio de aguas someras y litorales (Pinilla, 2000), y es un organismo que produce olor a geranio, cuando están en pequeñas cantidades, y a tierra cuando sucede todo lo contrario (Ramírez, 2000). De otro lado *Navicula sp.*, hace referencia a hábitats limpios, resistente a la polución originada por residuos de fábricas de papel y fenol. La mayoría de estas especies indican, generalmente,

la presencia de alguna sustancia (ácido, metales), dentro del agua como cromo, fenol, aceite y ácido sulfhídrico. Otras indican una salinidad alta y un pH bajo y otras más tienen la facultad de causar obstrucción a filtros y/o tuberías (Ramírez, 2000).

Por su parte las algas verdes (Chlorophyta) con el taxa *Netrium sp*, quienes son células esféricas, siempre solitarias, con presencia de membranas muy finas y envoltura gelatinosa delgada. Es característica del plancton de lugares estancados. (Streble y Krauter 1985).

Finalmente, las algas verde azules con *Phormidium sp* y *Oscillatoria sp* demuestran aguas ricas en nutrientes, con concentraciones elevadas de materia orgánica. En conjunto los grupos reportados en esta comunidad se puede encontrar en todo tipo de ecosistemas acuáticos bajo cualquier condición organoléptica, no obstante, su presencia está altamente relacionada con cuerpos de agua eutróficos (Pinilla, 2000).

**Tabla 3-15 Composición y riqueza de morfoespecies del perifiton identificado para el AI durante la fase de operación**

Nº	División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	E 3	E 5	E 7	E1 0
1	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp.</i>	1	1	1	1
2	---	Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria sp.</i>	1	0	0	0
3	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp.</i>	1	1	1	1
4	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pleurosigmaeae	<i>Gyrosigma sp.</i>	1	1	1	0
5	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella sp.</i>	1	1	1	1
6	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Tabellaria sp.</i>	1	0	1	0
7	Ochrophyta	Bacillariophyceae	Coscinodisciales	Coscinodiscaceae	<i>Coscinodiscus sp.</i>	1	0	1	0
8	Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira sp.</i>	0	0	1	0
9	Charophyta	Conjugatophyceae	Zygnematales	Mesotaeniaceae	<i>Netrium sp.</i>	0	0	1	0
10	Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Phormidium sp.</i>	0	0	1	0
<b>Riqueza específica (S')</b>						<b>7</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>3</b>

\*Los datos presentados representan la presencia (1) o ausencia (0) de cada morfoespecie en las estaciones de muestreo

Fuente: Instituto de Higiene Ambiental (2018), específicamente durante la época de lluvias, transición de lluvias a sequía y época seca (2018).

#### • Macrófitas

Con respecto a las macrófitas, sólo se obtuvieron registros durante la época de lluvias del año 2018. Para esta comunidad se registró un grupo principal, conocido como: Tracheophyta, representado en dos (2) familias (Pontederiaceae, Poaceae) y dos

morfoespecies: *Eichhornia* sp., y *Elymus* sp (Tabla 3-16).

**Tabla 3-16 Composición y riqueza de morfoespecies de macrofitas identificado para el AI durante la fase de operación**

Phylum	División	Clase	Orden	Familia	Morfoespecie	E3	E5	E7	E10
Plantae	Tracheophyta	Magnoliopsida	Commelinales	Pontederiaceae	<i>Eichhornia</i> sp.	1	0	0	1
Plantae	Tracheophyta	Magnoliopsida	Poales	Poaceae	<i>Elymus</i> sp.	1	0	0	0
<b>Riqueza específica (S')</b>						2	0	0	1

\*Los datos presentados representan la presencia (1) o ausencia (0) de cada morfoespecie en las estaciones de muestreo

Fuente: Instituto de Higiene Ambiental (2018), específicamente durante la época de lluvias, transición de lluvias a sequía y época seca (2018).

La comunidad de macrófitos se caracterizó por presentar una cobertura más representativa con la morfoespecie *Eichhornia* sp., registrada en dos estaciones de muestreo. Esta morfoespecie, son macrófitos flotantes, que alcanzan hasta un metro de altura, aunque normalmente no superan los 50 cm. El cuerpo principal de la planta está formado por un rizoma estolonífero y ramificado, que alcanza los 30 cm de largo, del que nacen brotes auxiliares en ángulos variables. Los estolones son purpúreos, alcanzando los 50 cm de longitud. Las hojas están dispuestas semejando una roseta; son gruesas, redondeadas o cordiformes, glaucas, con el margen a veces ondulado, al cabo de un pecíolo estipulado de consistencia esponjosa, que puede alcanzar los 50 cm de largo. El pecíolo forma un flotador de apariencia bulbosa, conteniendo aire en su interior.

- **Peces**

En general la comunidad íctica estuvo representada por organismos propios de bahías, arrecifes y de fondos tanto en épocas juveniles como en adultos.

Ejemplares de este grupo fueron capturados durante las temporadas de transición y de lluvias del año 2017 y todas las épocas del año 2018-2019, siendo ausentes durante los muestreos realizados en el año 2016. En total fueron identificadas 20 especies, pertenecientes a 11 familias y tres (3) órdenes. La composición, riqueza y presencia durante las épocas de muestreo se presentan en la Tabla 3-17.

**Tabla 3-17 Composición y riqueza de morfoespecies de peces identificado para el AI durante la fase de operación**

N°	Orden	Familia	Especie
1	Siluriformes	Ariidae	Ariopsis sp.
2	Siluriformes	Ariidae	Sciades proops
3	Perciformes	Carangidae	Caranx hippos
4	Perciformes	Carangidae	Selene vomer
5	Perciformes	Centropomidae	Centropomus undecimalis
6	Perciformes	Ephippidae	Chaetodipterus faber
7	Perciformes	Gerreidae	Diapterus rusaratus

N°	Orden	Familia	Especie
8	Perciformes	Gerreidae	Eugerres sp.
9	Perciformes	Haemulidae	Haemulon sp.
10	Perciformes	Haemulidae	Haemulon steindachneri
11	Perciformes	Lutjanidae	Lutjanus griseus
12	Perciformes	Lutjanidae	Lutjanus sp.
13	Perciformes	Lutjanidae	Lutjanus synagris
14	Perciformes	Sciaenidae	Argyrosomus regius
15	Perciformes	Sciaenidae	Cynoscion sp.
16	Perciformes	Sparidae	Pagrus sp.
17	Perciformes	Trichiuridae	Trichiu leptus
18	Perciformes	Trichiuridae	Trichiurus lepturus
19	Mugiliformes	Mugilidae	Mugil cephalus
20	Mugiliformes	Mugilidae	Mugil incilis

\*Los datos presentados representan la presencia (1) o ausencia (0) de cada morfoespecie en las estaciones de muestreo

Fuente: Instituto de Higiene Ambiental (2018), específicamente durante la época de lluvias, transición de lluvias a sequía y época seca (2018).

Teniendo como base la variable de riqueza específica (S'), el orden con mayor representación de especies en el AI es Perciformes, agrupando el 81,82%. Los demás órdenes tuvieron representaciones de dos especies, representando cada una el 9,09% de la riqueza total (Tabla 3-18). Al nivel de familias Lutjanidae es la más representativa con tres (3) especies, las demás familias tuvieron riquezas igual a una o dos especies.

**Tabla 3-18 Composición y riqueza potencial de peces continentales y estuarinos registrados para el AI durante la fase de operación**

ORDEN	FAMILIA	%	ESPECIES	%
Perciformes	9	81,82	16	80
Siluriformes	1	9,09	2	10
Mugiliformes	1	9,09	2	10
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>100,00</b>	<b>20</b>	<b>100,00</b>

Fuente: (MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S, 2017; MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S, 2017)

Teniendo en cuenta los listados obtenidos para el AI, la riqueza obtenida durante los muestreos de los años 2016, 2017, 2018 y 2019, se reconoce una disminución considerable. En general, la mayoría de las especies halladas son marinas y estuarinas, con diferentes tipos de hábitos tróficos, especialmente carnívoros como el ronco (*Haemulon sp* y *Haemulon steindachneri*) y la mojarra (*Diapterus rusaratus*). La prevalencia de carnívoros puede ser un indicador de estado del ensamblaje, pues donde los carnívoros se mantienen, los eslabones inferiores de la cadena pueden también presumirse en buen estado.

- **Especies de importancia de uso**

Durante el estudio realizado en el año 2010 para el área del Puerto Marítimo de Mamonal, se realizaron entrevistas informales a pescadores artesanales de la zona, reportando en total 33 especies de peces de consumo, las cuales aplican también para el AI durante la fase de operación. Estas son aprovechadas para el sustento familiar o para su comercialización, por lo que los ecosistemas acuáticos de la zona representan áreas importantes por la oferta de servicios ecosistémicos que ofrece a las poblaciones locales. En la Tabla 3-10 se listan las especies reportadas.

- **Especies en categoría de amenaza**

Dentro de la composición obtenida para el AI (Instituto de Higiene Ambiental S.A.S, 2016; MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S, 2017; MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S, 2017) e Instituto de Higiene Ambiental S.A.S, 2018 no fueron capturadas especies bajo alguna categoría de amenaza. Cada una de las especies fue corroborada teniendo en cuenta los listados nacionales (Chasqui, y otros, 2017; Mojica, Usma, Álvarez-León, & Lasso, 2012), la resolución 1912 del 2017 y los listados de la IUCN.

- **Especies en veda**

Ninguna de las especies registradas presenta veda de pesca para la región (Álvarez-León, 2016; Instituto Colombiano Agropecuario, 2017). No obstante, se aclara que para el área de la Bahía de Cartagena la pesca es una actividad prohibida dados los altos niveles de contaminación.