



# LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL DE SISTEMAS MARINOS Y COSTEROS SOBRE EL CARIBE COLOMBIANO

PRY -BEM-012-15

INFORME TECNICO FINAL -ITF





# LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL DE SISTEMAS MARINOS Y COSTEROS SOBRE EL CARIBE COLOMBIANO

PRY -BEM-012-15 - ITF

## CUERPO DIRECTIVO

### Director general

Francisco A. Arias Isaza

### Subdirector de Coordinación Científica (SCI)

Jesús Antonio Garay Tinoco

### Coordinadora

Programa de Geociencias Marinas (GEO)  
Constanza Ricaurte Villota

### Coordinador

Programa Biodiversidad y Ecosistemas Marinos (BEM)  
David Alonso Carvajal

### Coordinadora

Programa Calidad Ambiental Marina (CAM)  
Luisa Fernanda Espinosa

### Coordinador

Programa Valoración y Aprovechamiento de Recursos (VAR)  
Mario Rueda Hernández

### Coordinadora

Investigación e Información Gestión Marina y Costera (GEZ)  
Paula Cristina Sierra Correa

### Coordinador

Servicios Científicos (CSC)  
Julian Mauricio Betancourt

## COORDINACIÓN DEL PROYECTO

### INVEMAR

David Alonso Carvajal  
Martha Patricia Vides C.  
Diana Isabel Gómez L.

### ANH

Edgar Emilio Rodriguez B.  
Anny Lizette Castillo C.

## GRUPO DE INVESTIGACION

### Programa BEM

Adibe Cárdenas  
Cristian Salinas  
Cristina Cedeño  
Daniela Yepes  
Eugenio Escarría  
Fernando Dorado  
José Manuel Gutiérrez  
Karen Ayala  
Laura Tavera  
Manuel Garrido  
Raul Navas

### Programa GEZ

Angela Cecilia López R.  
Desiree Hernández  
Leonardo Ospino  
Milena Hernández Ortiz  
Venus Rocha

### Programa CAM

Janeth Vivas  
Karen Ibarra  
Luisa Fernanda Espinosa

### Programa GEO

Andrés Ordóñez Z.  
Constanza Ricaurte V.  
David Morales  
Jineth Castañeda  
Magnolia Murcia R.  
Marco González  
Martha Bastidas  
Paola Quintero  
Rafael Pardo

## GRUPO DE APOYO

### Fundación OMACHA

Francisco José Reyes Sánchez (OFM)  
Maria Alejandra Mutis Martinezguerra (OFM)  
Fernando Sierra Vargas (Lab. SIG)

**Mayo de 2016 - Santa Marta - Colombia**



El INVEMAR, realiza investigación básica y aplicada de los recursos naturales renovables y del medio ambiente en los litorales y ecosistemas marinos y oceánicos de interés nacional con el fin de proporcionar el conocimiento científico necesario para la formulación de políticas, la toma de decisiones y la elaboración de planes y proyectos que conduzcan al desarrollo de éstas, dirigidos al manejo sostenible de los recursos, a la recuperación del medio ambiente marino y costero y al mejoramiento de la calidad de vida de los colombianos, mediante el empleo racional de la capacidad científica del instituto y su articulación con otras entidades públicas y privadas.

Calle 25 No. 2 -55 Playa Salguero – Rodadero, Santa Marta, Colombia. PBX: (57) (5) 4328600

Fax: (57) (5) 4380801, http://www.invemar.org.co

**INFORME TECNICO FINAL**  
**LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL DE SISTEMAS**  
**MARINOS Y COSTEROS SOBRE EL CARIBE COLOMBIANO**  
**PRY-BEM-012-15-ITF**

Temática 1. Línea base ambiental de los bloques COL1 y COL2 en la cuenca sedimentaria del Caribe colombiano

Temática 2. Caracterización y diagnóstico de las praderas de pastos marinos de la zona marino-costera del departamento de la Guajira y Chocó Caribe en época de lluvias

**ALCANCES**

**Objeto:** Continuar con el levantamiento de información ambiental en áreas de interés sobre el Caribe colombiano, tanto en ambientes someros como en profundos, que aporte a la gestión integrada de la región y a la planificación de sistemas naturales marino-costeros de gran valor en biodiversidad, en una época climática donde se espera una mayor cobertura nubosa sobre el Mar Caribe.

**Área de estudio fase 2015:**

Temática 1. Bloques de exploración COL 1 y COL 2.

Temática 2. Zona marino-costera del departamento de la Guajira y Chocó Caribe

**Financiación ANH:** \$ 3.174.000.000 COP

**Contrapartida INVEMAR:** \$ 171.196.194 COP

**Costo total del proyecto:** \$ 3.345.196.194 COP

**Duración:** 19 de Octubre, 2015 a 30 de Mayo, 2016 (6.5 meses)

## TABLA DE CONTENIDO

Tabla de contenido .....	2
Lista de figuras.....	5
Lista de tablas.....	15
Introducción .....	17
TEMATICA 1. LÍNEA BASE AMBIENTAL DE LOS BLOQUES COL1 Y COL2 EN LA CUENCA SEDIMENTARIA DEL CARIBE COLOMBIANO .....	19
Objetivo general .....	19
Objetivos específicos .....	19
Resultados .....	19
1 Generalidades morfológicas y sedimentológicas del fondo marino y características oceanográficas de los bloques COL1 y COL2 .....	19
1.1 Contexto geológico regional.....	19
1.2 Caracterización sedimentológica .....	21
1.3 Caracterización geomorfológica.....	21
1.4 Caracterización climática .....	24
1.4.1 Presión .....	24
1.4.2 Vientos .....	26
1.4.3 Eventos extremos .....	27
1.5 Caracterización oceanográfica .....	30
1.5.1 Temperatura superficial del mar.....	31
1.5.2 Temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en columna .....	33
1.5.3 Masas de Agua.....	35
1.5.4 Anomalía del nivel del mar .....	36
2 Recolección de datos físicos y oceanográficos y de muestras biológicas sobre los bloques COL 1 y COL 2 .....	39
2.1 Campañas de exploración .....	39
2.1.1 Crucero bloque COL 2 .....	42
2.1.2 Crucero bloque COL 1 .....	42
3 Inventario de mamíferos marinos, aves y tortugas en los bloques COL 1 y COL 2	254

3.1	Observación de fauna marina sobre el bloque COL2.....	56
3.1.1	Mamíferos marinos.....	58
3.1.2	Aves.....	61
3.1.3	Tortugas .....	68
3.1.4	Peces .....	69
3.2	Observación de fauna marina sobre el bloque COL1.....	72
3.2.1	Mamíferos marinos.....	72
3.2.2	Aves.....	75
3.2.3	Peces .....	79
3.2.4	Tortugas marinas.....	81
3.2.5	Capacitación de la tripulación .....	81
3.3	Consideraciones.....	82
	TEMATICA 2: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN PARA LA CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LAS PRADERAS DE PASTOS MARINOS CON FINES DE ELABORAR LA ZONIFICACIÓN DE LA ZONA MARINO-COSTERA DEL DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA Y CHOCÓ CARIBE. FASE I: ÉPOCA CLIMÁTICA DE LLUVIAS.....	83
	Objetivo general .....	83
	Objetivos específicos .....	83
	Resultados .....	84
1	Introducción .....	84
2	Área de estudio .....	86
3	Metodología.....	87
3.1	Caracterización fisicoquímica de las áreas con pastos marinos en dos áreas representativas del Departamento de la Guajira y Choco Caribe.....	87
3.2	Fase de Campo.....	87
3.3	Fase de Laboratorio.....	89
3.4	Análisis de aguas.....	89
3.5	Análisis de sedimentos.....	90
4	Resultados y discusión .....	90
4.1	Calidad del Agua .....	90
4.1.1	Variables Fisicoquímicas medidas in situ .....	90

4.2 Caracterización física del fondo marino y columna de agua .....	95
4.2.1 Caracterización hidrodinámica .....	95
4.2.2 Características geomorfológicas - Sector La Guajira.....	115
4.2.3 Características geomorfológicas Sector Urabá (Caribe chocoano) .....	120
4.3 Caracterización biológica de la planta y hábitat de pastos marinos .....	124
4.3.1 Guajira.....	125
4.3.2 Cabo de La Vela.....	126
4.3.3 Manaure .....	130
4.3.4 Ballenas .....	131
4.3.5 Chocó Caribe.....	132
4.3.6 Titumate .....	133
4.3.7 Triganá.....	134
4.3.8 Ensenada Pinorroa.....	137
4.3.9 Conclusiones.....	143
4.4 Caracterización socio-cultural.....	144
4.4.1 Componente socioeconómico .....	149
4.4.2 Componente cultural.....	150
4.4.3 Resultados Zona marino-costera del departamento de La Guajira.....	153
4.4.4 Resultados componente socioeconómico y cultural – Sector Guajira....	157
4.4.5 Zona marino-costera del Chocó-Caribe.....	164
4.4.6 Resultados componente socioeconómico y cultural – Sector Chocó norte	
169	
Referencias .....	176

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Descripción secuencial de los Convenios de cooperación celebrados entre el INVEMAR y la ANH entre 2007 y 2016. ....	18
Figura 2. Interacción de las placas tectónicas Nazca, Suramericana y Caribe. Tomado de Taboada, 2000.....	20
Figura 3. Sistema turbidítico del Magdalena y bloques de interés (Modificado de Ercilla et al., 2002).....	22
Figura 4. Mapa geomorfológico general de los bloques COL 1 y COL 2. (Modificado de IDEAM et al. 2007). .....	23
Figura 5. Serie de tiempo de la presión atmosférica en la zona de estudio. Fuente datos: NCEP-NCAR 1948-2014.....	25
Figura 6. Presión mensual a nivel del mar en la zona de estudio. Fuente datos: NCEP-NCAR 1948-2014. ....	25
Figura 7. Serie de tiempo de velocidad del viento en la zona de estudio. Fuente de datos: sensor Windsat 2003-2015 .....	26
Figura 8. Promedio mensual multi anual de la velocidad del viento en la zona de estudio. Fuente de datos: sensor Windsat 2003-2015.....	27
Figura 9. Rosa de vientos para la zona de estudios. Fuente de datos: sensor Windsat 2003-2015. ....	28
Figura 10. Figura 6. Mapa de seguimiento de ciclones tropicales para la región del océano Atlántico durante la temporada de huracanes en el año 2015. (Tomado de NHC-NOAA, 2015). ....	29
Figura 11. Área de estudio donde se evidencia: polígonos de interés COL 1 y 2 (rojo), puntos de la climatología WOA y área de análisis de las imágenes satelitales (verde). ....	31
Figura 12 Distribución de la temperatura superficial del Mar en la cuenca del Caribe colombiano. Época seca (Diciembre-Marzo, a) época de transición (Abril-Julio, b) y época húmeda (Agosto-Noviembre, c). ....	32
Figura 13. Perfiles de temperatura para noviembre (a) y diciembre (b) en las estaciones adyacentes al bloque COL 1 y 2. Fuente de datos: WOA09.....	33
Figura 14. Perfiles de salinidad para noviembre (a) y diciembre (b) en las estaciones adyacentes al bloque COL 1 y 2. Fuente de datos: WOA09.....	34
Figura 15. Perfiles de oxígeno disuelto para noviembre (a) y diciembre (b) en las estaciones adyacentes al bloque COL 1 y 2. Fuente de datos: WOA09 .....	35

Figura 16. Masas de agua identificadas para noviembre (a) y diciembre (b) en el bloque COL 1 y 2. Fuente de datos: WOA09 .....	36
Figura 17. Serie de anomalía de nivel del mar para la zona de estudio. Fuente de datos AVISO 1993-2014.....	37
Figura 18. Ciclo anual de la anomalía de nivel del mar para la zona de estudio. Fuente de datos AVISO 1993-2014.....	37
Figura 19. Anomalía del nivel de mar; a) Época seca (DEFM) b) Época de transición (AMJJ) c) Época húmeda (ASON). La curva negra representa el nivel de 0m .....	38
Figura 20. Componentes muestreados en el estudio de línea base sobre COL 1 y COL2 .....	39
Figura 21. Grilla de muestreo sobre los bloques COL1 y COL2.....	41
Figura 22. Muestras de macrofauna, sedimento, nutrientes e ictioplancton colectadas durante la campaña de investigación sobre el bloque COL2. ....	43
Figura 23. Imagen del remolcador Don Rodrigo B., empleado para el muestreo biológico y oceanográfico sobre los bloques COL 1 y COL 2 (Fuente: Fundación Omacha).....	52
Figura 24. Muestras biológicas y de sedimento obtenidas durante la campaña de exploración al Bloque COL1.....	53
Figura 25. Puntos de ubicación del OFM durante las horas de avistamiento a bordo de la embarcación Don Rodrigo B. (Fuente: Fundación Omacha). ....	55
Figura 26. Ruta de navegación de la embarcación Don Rodrigo B. durante la campaña realizada sobre el bloque COL 2, Caribe colombiano. (Fuente: Fundación Omacha)....	57
Figura 27. Imágenes de las condiciones del mar encontradas durante la campaña al Bloque COL 2: Beaufort 3 (Sup. Izq.), Beaufort 4 (Sup. Der.), Beaufort 5 (Inf. Izq.) y Beaufort 6 (Inf. Der.). (Fuente: Fundación Omacha).....	58
Figura 28. Porcentaje de avistamientos de mamíferos marinos durante la campaña oceanográfica realizada en los Bloque de exploración COL 1 y COL 2 a bordo de la embarcación Don Rodrigo B.....	59
Figura 29. Distribución geográfica de los avistamientos de mamíferos marinos reportados.....	60
Figura 30. Avistamientos de individuos de Stenella frontalis a bordo de la embarcación Don Rodrigo B (Fuente: Fundación Omacha). ....	60
Figura 31. Distribución geográfica de los avistamientos de aves marinas reportados a bordo de la embarcación Don Rodrigo B., durante la campaña realizada sobre el bloque COL 2. (Fuente: Fundación Omacha).....	61
Figura 32. Porcentaje de avistamientos de aves de acuerdo a la clasificación establecida según el tipo al que pertenecen.....	63

Figura 33. Porcentaje avistamientos para cada una de las taxas de aves que se presentaron durante la campaña.....	64
Figura 34. Aves marinas de la familia Lariidae observadas a bordo de la embarcación Don Rodrigo B., durante la campaña: <i>Thalasseus maximus</i> (Sup.), <i>Thalasseus sandvicensis</i> (Inf. Izq.) y <i>Leucophaeus atricilla</i> (Inf. Der.). (Fuente: Fundación Omacha). .....	65
Figura 35. Aves marinas de la familia Sulidae observadas a bordo de la embarcación Don Rodrigo B., durante la campaña. <i>Sula dactylara</i> (Izq.) y <i>Sula leucogaster</i> (Der.). (Fuente: Fundación Omacha).....	66
Figura 36. Págalo pomarino ( <i>S. pomarinus</i> ) observado a bordo de la embarcación Don Rodrigo B., durante la campaña oceanográfica realizada en los Bloques COL 1 y COL 2. (Fuente: Fundación Omacha).....	66
Figura 37. Aves acuáticas migratorias observadas a bordo de la embarcación Don Rodrigo B., durante la campaña <i>Himantopus mexicanus</i> (Izq.) y <i>Anatidae</i> (Der.). (Fuente: Fundación Omacha).....	67
Figura 38. Aves costeras y terrestres observadas a bordo de la embarcación Don Rodrigo B., durante la campaña al bloque COL 2: <i>Pelecanus occidentalis</i> (Sup. Izq.), <i>Fregata magnificens</i> (Sup. Cent.), <i>Caracara cheriway</i> (Sup. Der.), <i>Cathartes aura</i> (Inf. Izq.) y <i>Trachycineta albiventer</i> (Inf. Der.). (Fuente: Fundación Omacha).....	67
Figura 39. Ubicación geográfica del avistamiento de tortugas marinas a bordo de la embarcación Don Rodrigo B. durante la campaña oceanográfica realizada en los Bloques COL 1 y COL 2. (Fuente: Fundación Omacha).....	68
Figura 40. Distribución geográfica de los avistamientos de peces reportados a bordo de la embarcación Don Rodrigo B. durante la campaña oceanográfica realizada en el bloque COL 2. (Fuente: Fundación Omacha).....	69
Figura 41. Porcentaje avistamientos para cada una de las taxas de peces que se presentaron durante la campaña oceanográfica realizado en el bloque COL 2 a bordo de la embarcación Don Rodrigo B. ....	70
Figura 42. Pez volador de superficie (Exocoetidae) (Izq.) y pez dorado ( <i>Coryphaena hippurus</i> .) (Der.), observados a bordo de la embarcación Don Rodrigo B., durante la campaña oceanográfica realizada sobre el bloque COL 2. (Fuente: Fundación Omacha). .....	71
Figura 43. Individuos de la familia Balistidae observados a bordo de la embarcación Don Rodrigo B., durante la campaña oceanográfica realizada en el bloque COL 2. (Fuente Fundación Omacha).....	71
Figura 44. Ruta de navegación de la embarcación Don Rodrigo B. durante la campaña realizada sobre el bloque COL 1, Caribe colombiano. (Fuente: Fundación Omacha)....	72

Figura45. Ubicación de los avistamientos de mamíferos marinos durante el crucero de investigación COL 1.....	73
Figura 46. Delfines Stenella sp. realizando “Bowriding” en la proa de la embarcación. Fundación Omacha.....	74
Figura 47. Ejemplares de <i>Globicephala macrorhynchus</i> exponiendo su aleta dorsal (DF) desplazándose lentamente (SS) en la superficie. ....	74
Figura 48. Localización de los avistamientos de avifauna registrados durante el crucero. ....	76
Figura 49. Ejemplares de la familia Sulidae registrados durante el crucero de investigación: Sup. Fregata magnífica <i>Fregata magnifiscens</i> , Inf. Izq. Piquero enmascarado <i>Sula dactylatra</i> y Piquero <i>Sula sp.</i> Fundación Omacha. ....	77
Figura 50. Avifauna perteneciente a la familia Charadriiformes. Sup. Págalo pomarino <i>Stercorariiuss pomarinus</i> . Inf. Izq. <i>Thalasseus sp.</i> Inf. Der. Págalo <i>Stercorariiuss sp.</i> Fundación Omacha.....	78
Figura 51. Especies observadas durante el crucero de investigación. Sup. Izq. Águila pescadora <i>Pandion haliaetus</i> Sup. Der. Golondrina tijereta <i>Hirundo rustica</i> . Inf. Izq. Rabijunco etéreo <i>Phaethon aethereus</i> Inf. der. Petrel Procellaridae. (Fundación Omacha.).....	79
Figura52. Localización de los avistamientos de ictiofauna registrados durante el crucero de investigación.....	80
Figura 53. Sup. Izq y Sup. Der. Balistidae. Inf. Pez volador Exocoetidae, Izq. planeando sobre las olas y Der. En el agua. Fundación Omacha.....	81
Figura 54. Área de estudio establecida en el municipio de Pinorroa, Chocó-Caribe el 01 de diciembre de 2015. a) Recorrido para ubicar áreas con pastos marinos. b) Área con pastos marinos. c, y d) Ubicación del transepto 25 m x 25 m para evaluar los pastos marinos y recolectar muestras de agua y sedimento. Fotos: César García, Max Martínez, Katherin Santana, Programa CAM.....	88
Figura 55. Muestreo de sedimentos en el municipio de Pinorroa, Chocó-Caribe, 01 de diciembre de 2015. a) Lance de draga Van Veen para recolectar muestra de sedimento superficial en área con pastos marinos. b) Almacenamiento de muestra de sedimento en recipientes de laboratorio. Fotos: Max Martínez, Katherin Santana, Programa CAM. ....	88
Figura 56. Resultados de la demanda bioquímica de oxígeno en el agua de fondo de las las estaciones de muestreo de La Guajira y Chocó-Caribe en el marco del PRY-BEM-012-15.....	92

Figura 57. Concentración de sólidos suspendidos totales en el agua de fondo de las estaciones de muestreo de La Guajira y Chocó-Caribe en el marco del PRY-BEM-012-15.	93
.....	
Figura 58. Distribución de los cuatro nutrientes inorgánicos disueltos evaluados en las estaciones de muestreo de La Guajira y Chocó-Caribe en el marco del PRY-BEM-012-15.	94
.....	
Figura 59 Área de estudio en los departamentos de La Guajira y Chocó Caribe donde se muestran las estaciones costeras IDEAM (amarillo) y la ubicación de las boyas virtuales para análisis de clima marítimo.....	96
.....	
Figura 60. Área de pastos marinos en La Guajira (A) identificadas en Gómez-López et al. (2014) en las que se realizarán transectos para la medición de corrientes marinas con correntómetro acústico (B). .....	97
.....	
Figura 61. . Maniobra de medición con equipo acústico remolcado (RiverSurveyor) en la salida de campo en La Guajira.....	98
.....	
Figura 62. Malla de estaciones en los tres sectores evaluados del departamento de La Guajira. Cabo de la Vela (a), Manaure (b) y Ballenas (c). .....	99
.....	
Figura 63. Transectos realizados en los tres sectores evaluados del departamento de La Guajira. Cabo de la Vela (a), Manaure (b) y Ballenas (c). .....	100
.....	
Figura 64. Adquisición de registros acústicos empleando sonar de barrido lateral ..	102
.....	
Figura 65. Distribución mensual multianual de la precipitación (mm) en: A. En la estación Puerto Bolívar (período 1988-2012) y B. En la estación Aeropuerto Almirante Padilla (1988 – 2012). Tomado de Rodríguez-Tobar (2014).....	103
.....	
Figura 66. Distribución mensual multianual de la velocidad del viento (m/s) en: A. Puerto Bolívar (período 1988-2012) y B. Aeropuerto Almirante Padilla (1988-2012). Tomado de Rodríguez-Tobar (2014).....	104
.....	
Figura 67. Hs mensual en la boyta virtual BV_23 ubicada frente a Manaure. Fuente de datos: Oceánicos - UNAL, GICI - UdeM, UniNorte (2012).....	105
.....	
Figura 68. Rosas de oleaje para la BV_23. Periodo de análisis 1979 – 2011. Fuente de datos: Oceánicos-UNAL, GICI-UdeM, Uninorte, 2012. ....	106
.....	
Figura 69. Distribución de la altura de ola significante para los datos de la BV_23 ..	107
.....	
Figura 70. Perfil de magnitud de la corriente en las estaciones realizadas en el sector Manaure norte (superior) y sur (inferior) en noviembre de 2015. ....	108
.....	
Figura 71. Magnitud de las corrientes en superficie (a) y fondo (b) en el sector de Manaure durante noviembre de 2015.....	109
.....	
Figura 72. Dirección de las corrientes en superficie (b) y fondo (b) en el sector de Manaure durante noviembre de 2015.....	109

Figura 73. Distribución mensual multianual de la precipitación (mm) en el Chocó Caribe: A. Acandí (período 1980-2013) y B. Titumate (1975 – 2013).....	110
Figura 74. Hs mensual en la boya virtual BV_01 ubicada al norte del golfo de Urabá. Fuente de datos: Oceánicos - UNAL , GICI - UdeM, Uni norte , 2012 .....	111
Figura 75. Rosas de oleaje para la BV_01. Periodo de análisis 1979 – 2011. Fuente de datos: Oceánicos-UNAL, GICI-UdeM, Uninorte, 2012. ....	112
Figura 76. Distribución de la altura de ola significante para los da tos de la BV_01. Fuente de datos: Oceánicos - UNAL, GICI - UdeM, Uni norte, 2012.....	113
Figura 77. Patrones de concentración y transporte de sedimentos en superficie y fondo para las épocas climáticas del golfo de Urabá e imágenes satelitales MODIS. Tomado de: Velásquez-Montoya (2013). .....	114
Figura 78. Mapa de distribución de facies sedimentarias para la plataforma continental de los sectores de La Guajira y Tayrona (modificado de CIOH, 1999 en INVEMAR 2010). Se incluye la localización y clasificación de las muestras sedimentológicas recolectadas en el talud continental en los proyectos ANH I y II.....	118
Figura 79. Resultados preliminares de batimetría y mosaico de fondo para el área del Cabo de la Vela.....	119
Figura 80. Resultados preliminares de batimetría y mosaico de fondo para el área de Manaure.....	119
Figura 81. Resultados preliminares de batimetría y mosaico de fondo para el área de Mayapo.....	120
Figura 82. Mapa de distribución de facies sedimentarias para la plataforma continental del sector del Sinú (modificado de CIOH, 1999 en INVEMAR, 2010). Se incluye la localización y clasificación de las muestras sedimentológicas recolectadas en el talud continental en los proyectos ANH I y II.....	121
Figura 83. Resultado preliminar de batimetría para el área de Titumate.....	122
Figura 84. Resultado preliminar de batimetría para el área de Pinorroa.....	123
Figura 85. Puntos de caracterización establecidos en la Guajira, donde en el Cabo de La Vela se presentan los tres transectos instalados (A, B, C) y su aproximación al área de la costa.....	125
Figura 86. Fotografía del área del Cabo de La Vela, Guajira.....	126
Figura 87. Imágenes que muestran la poca visibilidad con la que se contó en campo e ilustran la toma de fotocuadrantes en los tres transectos en el marco de levantamiento de información en pastos marinos en Cabo de La Vela, mostrando diferentes porcentajes de cobertura en sus transectos. A. Cobertura alrededor de 80% B.	

Cobertura alrededor de 50% C. Cobertura alrededor de 20% D. Ausencia de cobertura de pastos marinos.....	127
Figura 88. Abundancia relativa de las principales especies ícticas asociadas a las praderas de pastos marinos en el Cabo de La Vela.....	129
Figura 89. Localidad de Manaure. A. visibilidad nula en lugar de muestreo B. Presencia de hojas de <i>T. testudinum</i> sobre el agua C. Punto muestreado aleatoriamente con presencia de pastos marinos D. profundidad en la que se encontró una de las pradera.	
.....	131
Figura 90. Localidad de Ballenas obsérvese la poca visibilidad con la que se contó al momento de realizar la evaluación en campo. A. Presencia de hojas de <i>T. testudinum</i> sobre el agua B. Presencia de detritos de <i>T. testudinum</i> en la costa C. Punto muestreado aleatoriamente con presencia de pastos marinos con baja visibilidad D. profundidad en la que se encontró una de las praderas.....	132
Figura 91. Coordenadas de la estación para caracterización establecida en Chocó Caribe, donde en las dos estaciones se presentan los tres transectos instalados (A, B, C) y su aproximación al área de la costa.....	133
Figura 92. Localidad de Titumate. A. Planchones usados para el transporte de ganado dentro de la bahía donde existía cobertura de pastos marinos B. Localización de los parches de <i>T. testudinum</i> en sitio donde lanchas fondean.....	134
Figura 93. Fotografías del área de Triganá, Chocó. A. Estanque de engorde para langostas B. Trampa para captura de crustáceos C. Presencia de basuras D. Marcas de anclas.....	134
Figura 94. Diferentes porcentajes de cobertura dentro de los transectos muestreados en la localidad de Triganá A. Cobertura alrededor de 80% B. Cobertura alrededor de un 40% C. Cobertura alrededor de 10% D. Ausencia de cobertura de pastos marinos ..	136
Figura 95. Abundancia relativa de las principales especies ícticas asociadas a las praderas de pastos marinos en Triganá.....	137
Figura 96. Fotograffías del área ensenada Pinorroa, Chocó. A. Área desembarco B. Manglar frente a lugar de la estación de caracterización.....	138
Figura 97. Diferentes porcentajes de cobertura y especies dentro de los transectos muestreados en la localidad de Pinorroa A. 80% de Cobertura en <i>T. testudinum</i> B.70% de Cobertura de <i>S. filiforme</i> C. Cuadrante mixto de <i>T. testudinum</i> y <i>S. filiforme</i> D. Ausencia de cobertura de pastos marinos ..	139
Figura 98. Porcentajes de cobertura en los tres transectos separados por cuadrante para las dos especies de pastos marinos encontrados en Pinorroa.....	140
Figura 99. <i>Haemulon aurolineatum</i> juvenil (izq.) y <i>Sphoeroides splengeri</i> (der.).....	141

Figura 100. Fotografía que muestra el momento de la extracción de biomasa con el nucleador en la ensenada Pinorroa .....	143
Figura 101. Foto turismo de aventura (Kite Surf), Cabo de la Vela.....	144
Figura 102. Foto embarcaciones de pescadores, Cabo de la Vela.....	144
Figura 103. Foto corregimiento de Carrizal, Uribia.....	145
Figura 104. Foto embarcaciones de pescadores de Manaure.....	145
Figura 105. Foto salinas de Manaure.....	145
Figura 106. Foto Distrito de Manejo Integrado (DMI) Musichi.....	145
Figura 107. Foto corregimiento El Pájaro, Manaure. Al fondo: campo de gas natural costa afuera Chuchupa.....	145
Figura 108. Foto playas de Mayapo, Manaure.....	145
Figura 109. Foto playas de Riohacha. ....	145
Figura 110. Foto zona turística de Riohacha.....	146
Figura 111. Foto muelle turístico de Riohacha. ....	146
Figura 112. Foto Santuario de Fauna y Flora (SFF) Los Flamencos.....	146
Figura 113. Foto Flamenco del Caribe ( <i>Phoenicopterus ruber</i> ) Santuario de Fauna y Flora (SFF) Los Flamencos.....	146
Figura 114. Foto embarcaciones en Sapzurro.....	147
Figura 115. Foto muelle en Sapzurro.....	147
Figura 116. Foto playa Sapzurro.....	147
Figura 117. Foto Capurganá. ....	147
Figura 118. Foto playa Capurganá. ....	147
Figura 119. Foto 1 - Bahía El Aguacate.....	148
Figura 120. Foto 2- Bahía El Aguacate.....	148
Figura 121. Foto bahía Pinorroa.....	148
Figura 122. Foto playa Soledad. ....	148
Figura 123. Foto sector Rufino. ....	148
Figura 124. Foto sector San Francisco.....	148
Figura 125. Foto 1 - Bahía Triganá.....	148
Figura 126. Foto 2 – Bahía Triganá.....	149
Figura 127. Foto 3 – Bahía Triganá.....	149

Figura 128. Foto 1- Punta Goleta.....	149
Figura 129. Foto 2- Punta Goleta.....	149
Figura 130. Foto playa La Playeta.....	149
Figura 131. Foto pescadores sector Isla Tarena.....	149
Figura 132. Foto Titumate.....	149
Figura 133. Foto Peñón de Valencia.....	149
Figura 134. Foto salinas de Manaure.....	154
Figura 135. Conflictos de usos en el departamento de La Guajira. Corpoguajira-Invemar, 2012 .....	155
Figura 136. Foto muelle turístico de Riohacha.....	156
Figura 137. Foto embarcaciones de pescadores en Manaure.....	156
Figura 138. Proyección de población por sexo del municipio de Riohacha, La Guajira al año 2015. DANE, 2005.....	157
Figura 139. Proyección de población por sexo del municipio de Uribia, La Guajira al año 2015. DANE, 2005.....	158
Figura 140. Proyección de población por sexo del municipio de Manaure, La Guajira al año 2015. DANE, 2005.....	158
Figura 141. Proyección de NBI en los municipios de Riohacha, Manaure y Uribia - La Guajira. DANE, 2005 .....	159
Figura 142. Número de alumnos matriculados en los municipios de Riohacha, Manaure y Uribia - La Guajira. Ministerio de Educación Nacional, 2014.....	160
Figura 143. Proyección al 2014 del componente de extracción minera en el departamento de La Guajira (en miles de millones de pesos). DANE, 2005.....	162
Figura 144. Foto hostales en Capurganá.....	165
Figura 145. Foto hoteles, hostales y restaurantes en Sapzurro.....	165
Figura 146. Foto práctica de kayak en bahía El Aguacate.....	166
Figura 147. Foto sector Rufino.....	167
Figura 148. Foto embarcaciones estacionadas en la bahía de Pinorroa.....	167
Figura 149. Foto sendero entre Pinorroa y playa Soledad.....	167
Figura 150. Foto playa Soledad.....	167
Figura 151. Foto hoteles en bahía Triganá.....	168

Figura 152. Conflictos de usos en el municipio Acandí - Chocó Caribe. Invemar et al., 2008.....	169
Figura 153. Proyección de población del municipio de Acandí – Chocó Caribe, por sexo al año 2015. DANE, 2005. ....	170
Figura 154. Proyecciones de NBI en el municipio de Acandí - Chocó Caribe. DANE, 2005. ....	171
Figura 155. Número de alumnos matriculados por nivel educativo en el municipio de Acandí - Chocó Caribe. Ministerio de Educación Nacional, 2014.....	171

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Resumen preliminar de eventos principales en el caribe durante el año 2015. Fuente Centro Nacional de Huracanes, NOAA.....	29
Tabla 2. Masas de agua reportadas por diferentes autores para el Caribe colombiano.....	35
Tabla 3. Relación del número de avistamientos de mamíferos marinos, durante la campaña sobre el bloque COL 2.....	59
Tabla 4. Relación del número de avistamientos de aves durante la campaña oceanográfica realizada en los Bloques COL 1 y COL 2, a bordo de la embarcación Don Rodrigo B.....	62
Tabla 5. Relación del número de peces observados, durante el la campaña oceanográfica realizada en los Bloques COL 1 y COL 2, a bordo de la embarcación Don Rodrigo B....	69
Tabla 6. Registro de mamíferos marinos avistados durante el crucero de investigación COL 1.....	73
Tabla 7. Avifauna registrada en el crucero de investigación, bloque COL 1.....	76
Tabla 8. Estaciones de muestreo para calidad de aguas y sedimentos en los departamentos de La Guajira y Chocó, Caribe.....	87
Tabla 9. Técnicas analíticas y métodos de referencia para la medición de las variables fisicoquímicas in situ en las muestras de agua recolectadas en La Guajira y Chocó-Caribe.....	89
Tabla 10. Parámetros, límites de detección (LD), técnicas analíticas y métodos de referencia empleados para el análisis de muestras de agua para evaluar las condiciones fisicoquímicas en zonas de pastos marinos de La Guajira y Chocó- Caribe.....	89
Tabla 11. Resultados de las variables medidas en muestras de agua en las estaciones de muestreo de La Guajira y Chocó-Caribe en el marco del PRY-BEM-012-15.....	90
Tabla 12. Resultados de la concentración de nutrientes inorgánicos disueltos en las estaciones de muestreo de La Guajira y Chocó-Caribe en el marco del PRY-BEM-012-15.....	94
Tabla 13. Coordenadas de las estaciones donde se midió corriente con el ADCP WorkHorse.....	99
Tabla 14. Coordenadas de los transectos donde se midió corriente con el HidroSurveyor.....	100
Tabla 15. Coordenadas geográficas de la estación de caracterización instalada en el Cabo de La Vela, Guajira.....	126

Tabla 16. Relación de las especies registradas en el cabo de La Vela, según su gremio trófico (C: Carnívoro, O: Omnívoro, H: Herbívoro, NV: Nivel trófico) .....	129
Tabla 17. Coordenadas geográficas de la estación de caracterización instalada en el Triganá, Chocó.....	135
Tabla 18. Gremios correspondientes a las especies reportadas en Triganá (C: Carnívoro, O: Omnívoro, H: Herbívoro, NT: Nivel trófico) .....	138
Tabla 19. Coordenadas geográficas de la estación de caracterización instalada en el Pinorroa, Chocó. ....	139
Tabla 20.Gremios correspondientes a las especies reportadas en Pinorroa (C: Carnívoro, O: Omnívoro, H: Herbívoro, NV: Nivel trófico).....	141
Tabla 21.Biomasa promedio en gramos (g) de los transectos correspondientes a Triganá y Pinorroa .....	142
Tabla 22. Itinerario y recorridos de la salida de campo a La Guajira. ....	144
Tabla 23. Itinerario y recorridos de la salida de campo a Chocó Caribe. ....	147
Tabla 24. Itinerario y recorridos de la visita institucional en Riohacha. ....	149
Tabla 25. Parámetros de observación en campo del componente socioeconómico y cultural. ....	151
Tabla 26. Número de alumnos matriculados por nivel educativo en los municipios de Riohacha, Manaure y Urbia – La Guajira. Mineducación 2014.....	160
Tabla 27. Proyecciones al 2014 de la participación porcentual por rama de actividad dentro del PIB del departamento de La Guajira. DANE, 2005.....	161
Tabla 28. Actores institucionales en el departamento de La Guajira. Corpoguajira-Invemar 2012. ....	163
Tabla 29. Imágenes desde el sector Rufino hasta playa Soledad. ....	167
Tabla 30. Actores en el municipio de Acandí – Chocó Caribe. Invemar et al., 2008....	173
Tabla 31. Actores institucionales en el municipio de Acandí – Chocó Caribe. Invemar et al., 2008.....	174

## INTRODUCCIÓN

Las áreas marinas de Colombia, que representan casi el 50% del territorio nacional, son una fuente incalculable de recursos y es previsible que en los próximos años, hayan de constituirse en pilares para el progreso del país. Bajo esta premisa, Colombia a través del INVEMAR, ha venido investigando sistemáticamente durante los últimos 19 años la biota presente en aguas profundas de la plataforma continental y el talud superior del Caribe y Pacífico colombianos (entre 20 y 3800 m de profundidad), en cumplimiento con las prioridades de desarrollo nacional y los compromisos internacionales establecidos a la firma del Convenio de Biodiversidad Biológica y consignados en la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE).

Por su parte, le corresponde a la ANH la administración integral de las reservas de hidrocarburos de propiedad de la Nación, la evaluación del potencial hidrocarburífero del país y la administración de la información técnica existente y la que en el futuro se adquiera, asegurando su preservación, integralidad y utilización como materia prima del proceso exploratorio de los hidrocarburos. En el marco de estas competencias, las áreas marinas constituyen un objetivo fundamental, ya que se trata de áreas poco exploradas en el pasado y en las que pueden existir reservas hidrocarburíferas de importancia.

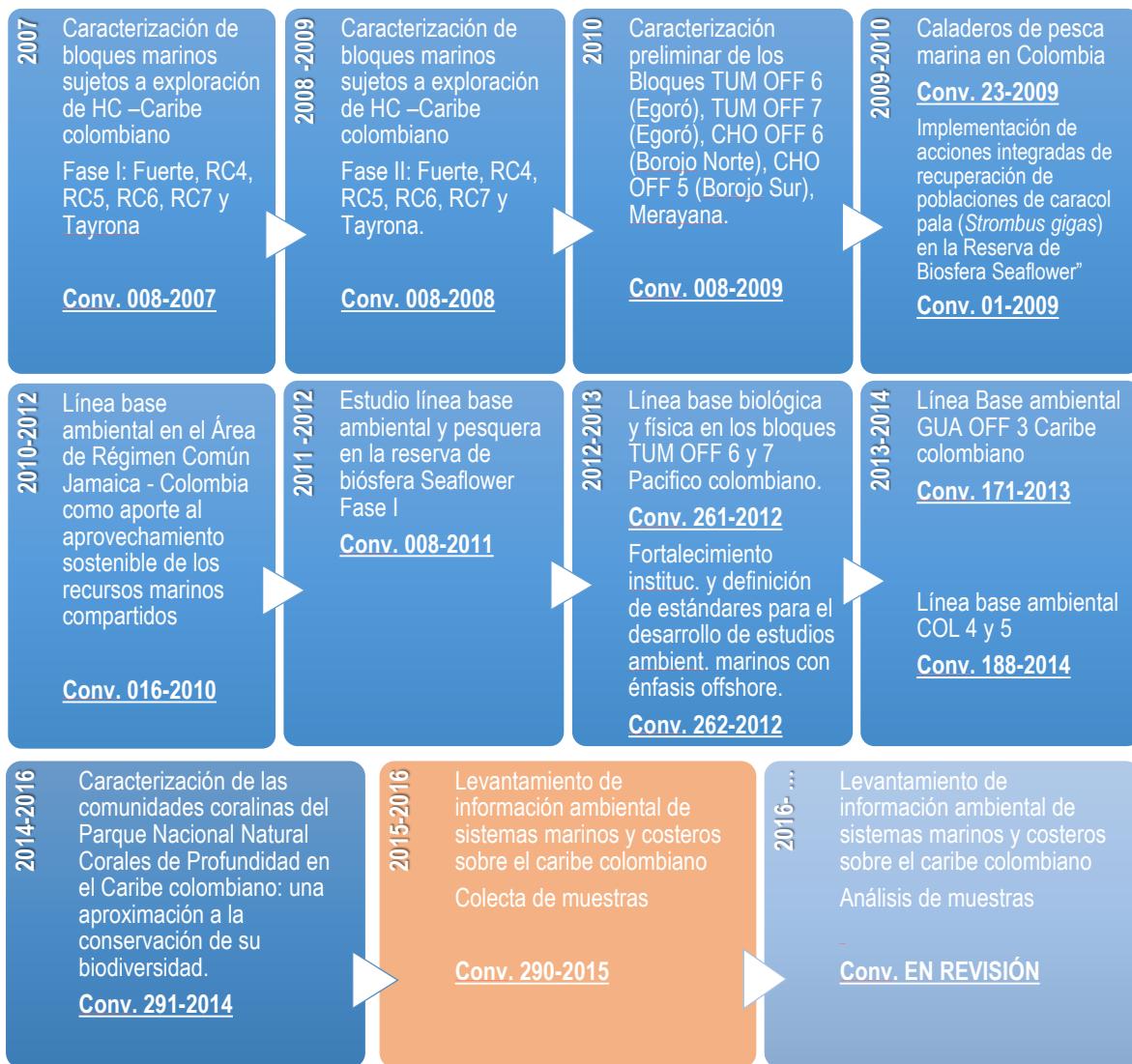
Los estudios de línea base sobre las áreas de interés para la exploración y explotación de hidrocarburos mar afuera, se constituyen así en el punto de partida para reducir la incertidumbre en cuanto a las decisiones informadas para la efectiva gestión y el manejo ambiental sustentable de la biodiversidad que las zonas marinas sujetas a intervención requieren.

Entre el 2007 y 2015 el INVEMAR y la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) han firmado trece convenios de cooperación (Figura 1). con el fin de levantar la línea base de información ambiental marina en algunos bloques de exploración del Caribe y Pacífico colombiano, incluyendo el Área de Régimen Común que comparte con Jamaica, y sobre algunos ecosistemas estratégicos costeros. Estos esfuerzos se han enfocado en llevar a cabo exploraciones en campo, desarrollando caracterizaciones oceanográficas, geomorfológicas y biológicas. A la fecha se han llevado a cabo 16 cruceros de investigación, sobre 11 bloques de exploración (Mapa de tierras 2010 y 2012).

A partir de este esfuerzo conjunto, se ha adquirido capacidad técnica y logística nacional en la implementación de métodos de campo en ambientes offshore. Todos los productos provenientes de estos esfuerzos de cooperación son listados en el Anexo 2.

El presente informe técnico resume los resultados del Convenio 290 de 2015 entre el INVEMAR y la ANH, en continuación con los esfuerzos de levantamiento de información de línea base sobre los Bloques COL1 y COL 2 sobre la cuenca sedimentaria del Caribe Colombiano y sobre el ecosistema de fanerógamas marinas frente a la Guajira y sobre

el Golfo de Urabá. Estas dos áreas de interés, establecen las bases sobre las cuales se identifican los objetivos y alcances de cada una de las temáticas en las que se divide secciones el presente informe. Ambas temáticas sin embargo persiguen el mismo objeto de continuar con el levantamiento de información ambiental en áreas de interés sobre el Caribe colombiano, que aporte a la gestión integrada de la región y a la planificación de sistemas naturales marino-costeros de gran valor en biodiversidad, en una época climática donde se espera una mayor cobertura nubosa sobre el Mar Caribe.



**Figura 1. Descripción secuencial de los Convenios de cooperación celebrados entre el INVEMAR y la ANH entre 2007 y 2016.**

## TEMATICA 1. LÍNEA BASE AMBIENTAL DE LOS BLOQUES COL1 Y COL2 EN LA CUENCA SEDIMENTARIA DEL CARIBE COLOMBIANO

### OBJETIVO GENERAL

Llevar a cabo los cruceros de investigación dentro de los bloques de exploración COL 1 y COL 2 para la recolección de muestras biológicas y la toma de datos físicos y oceanográficos como insumo a la línea base de su conocimiento biológico y físico.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir a partir de información secundaria las generalidades morfológicas y sedimentológicas del fondo marino y las características oceanográficas de los bloques COL 1 y COL 2 en una época climática particular.
- Recolectar muestras biológicas de plancton y macrofauna de fondos blandos de los bloques COL 1 y COL 2.
- Tomar datos físicos y oceanográficos de los bloques COL 1 y COL 2.
- Inventariar la presencia de mamíferos marinos, aves y tortugas en los bloques COL 1 y COL 2 a partir de información obtenida en el transcurso de los cruceros de investigación.

### RESULTADOS

#### 1 Generalidades morfológicas y sedimentológicas del fondo marino y características oceanográficas de los bloques COL1 y COL2

Los bloques COL 1 y COL 2 se encuentran ubicados costa afuera en frente del litoral costero comprendido entre del Parque Nacional Natural Tayrona en el departamento del Magdalena hasta inmediaciones del departamento de Sucre, abarcando un área de 2.500.000 has. La distancia mínima aproximada a la costa es de 60 mn y la máxima de 160 mn, abarcando profundidades desde los 2100 hasta los 4500 metros

##### 1.1 Contexto geológico regional

Los bloques de exploración COL 1 y COL 2 están ubicados al noroeste (NO) de Colombia, región que se caracteriza por poseer una complejidad geológica y estructural relacionada con la interacción de las placas Nazca al oeste, Suramericana al sur y Caribe al norte (Cediel *et al.*, 2003). La placa Nazca de afinidad oceánica, se encuentra

subduciendo a la placa Suramericana de afinidad continental, la cual se desplaza hacia el occidente como consecuencia de la expansión del fondo oceánico del Atlántico desde el Cretácico (Ducan y Hargreaves, 1984).

De otro lado, la interacción entre la placa Suramericana y la del Caribe está sujeta a debate en la actualidad dada su complejidad; algunos autores como Taboada *et al.*, (2000) propone que la placa Caribe de afinidad oceánica subduce en ángulo muy bajo a la placa Suramericana; mientras que Cediel *et al.*, (2003) afirman que entre estas 2 placas se presenta un sobrecabalgamiento forzado.

Específicamente, los bloques COL 1 y 2 se encuentran en la parte central de la cuenca Colombia (ANH, 2014); la cual limita al noroeste (NO) con el escarpe de Hess, al suroeste (SO) con las fronteras marítimas de Panamá y Costa Rica, al sureste (SE) el límite está localizado en el cinturón deformado del Sur del Caribe (SCDB por sus siglas en Ingles), al este (E) con la frontera marítima Colombia-Venezuela y al norte (N) con las fronteras marítimas de Jamaica, Haití y República dominicana (Barrero *et al.*, 2007) (Figura 2).

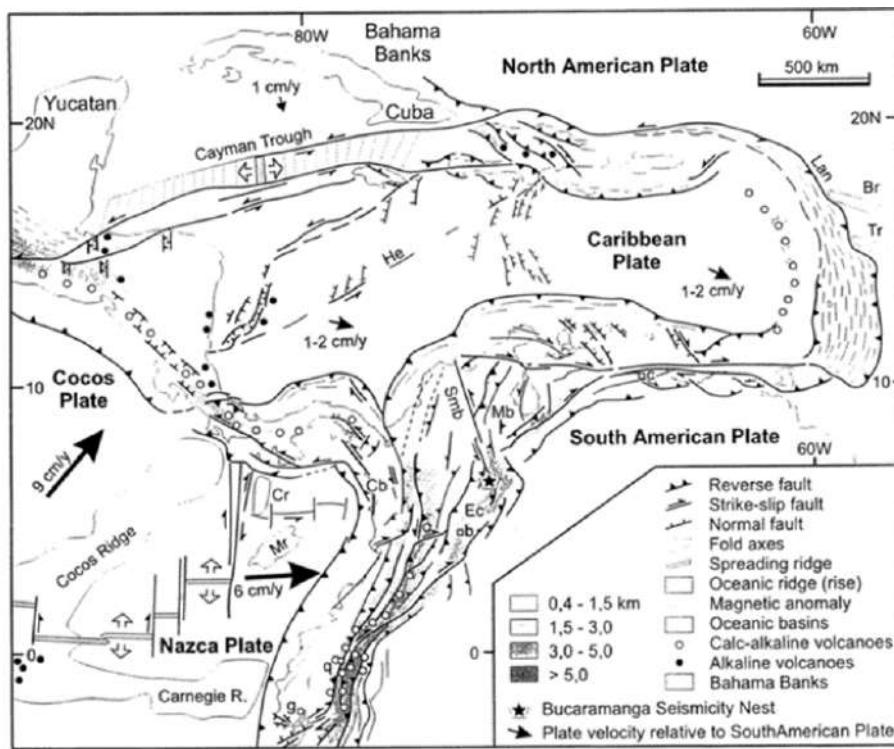


Figura 2. Interacción de las placas tectónicas Nazca, Suramericana y Caribe. Tomado de Taboada, 2000.

## 1.2 Caracterización sedimentológica

Para tener una idea de la cubierta sedimentaria de la cuenca Colombia se ha logrado con la ayuda de prospección sísmica de reflexión y la recuperación de material sedimentario como el núcleo ODP-999A ( $12^{\circ}44.639'N$ ;  $78^{\circ}44.360'W$ ; 2829 msnm), colectado al norte de la cuenca Colombia sobre la elevación Kogi, donde se reconocen 110 y 55 m de sedimentos pliocenos y cuaternarios, respectivamente (Kameo y Bralower, 2000).

Estos espesores de sedimentación son el producto tanto de la sedimentación terrígena (en suspensión) aportada por el río Magdalena, como también aportes de sedimentación pelágica. Adicionalmente habría algunos aportes de sedimentos en suspensión, provenientes del Caribe oriental incluido el río Orinoco, cuya pluma de sedimentación ejerce una fuerte influencia sobre el Caribe oriental (e.g. Corredor *et al.*, 2004). Incrementos significativos en la sedimentación terrígena en el núcleo ODP-999A se registran los 12 Ma y a partir de los 4 Ma (Peters *et al.*, 2000), máximos de sedimentación que corresponden con pulsos importante de ascenso de la cordillera Oriental.

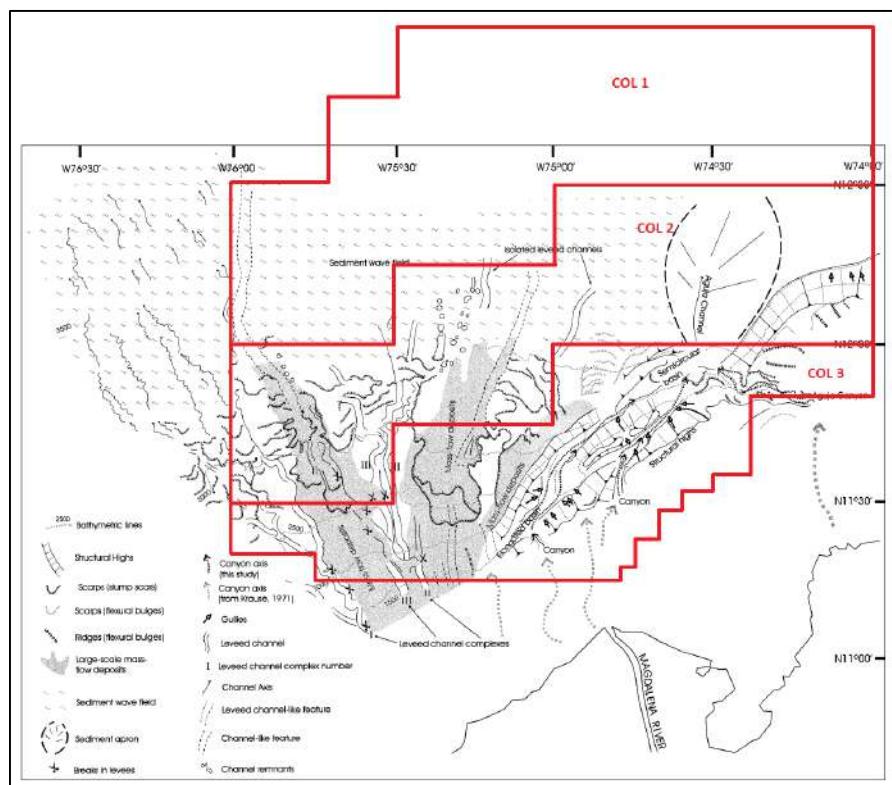
## 1.3 Caracterización geomorfológica

Como punto de partida para la caracterización geomorfológica se tiene principalmente los resultados cartográficos e identificación de los elementos morfodinámicos y morfosedimentarios del sistema turbidítico del Magdalena realizada por Ercilla *et al.* (2002) (Figura 3), en el cual se identificaron elementos de mayor interés debido a su alto dinamismo que pueden causar daños a cualquier tipo de estructura que se desee instalar en la zona, como son: dirección de flujos de los canales (canyon axis, channel axis), flujos de sedimentos por deslizamientos (gullies), ruptura de diques (breaks in leves), escarpes (scarp), canales submarinos (channel) y un abanico de sedimentos (sediment apron), en este caso causado por el Canal de la Aguja.

Adicionalmente, como información secundaria, el Modelo Digital de Profundidad (DTM) y la geomorfología de detalle del bloque COL 3, información proveniente del IDEAM *et al.* (2007) (Figura 6.5), los Bloques COL 1 y COL 2 varían de -2600m a -4000 m de profundidad, además se definieron unidades geomorfológicas, descritas a continuación:

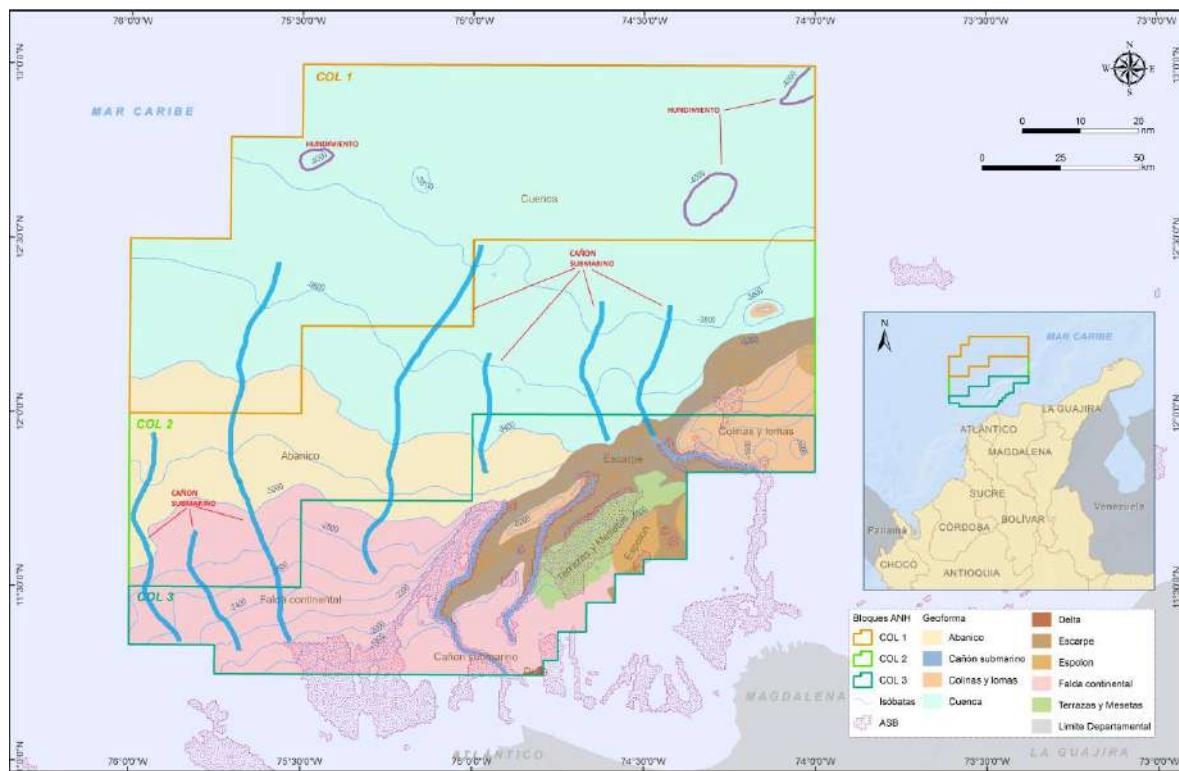
- Abanico: cuerpo sedimentario en forma de abanico, de contornos relativamente suaves, extendido en declive a partir de la desembocadura de un cañón submarino o sistema de cañones submarinos.
- Cañón Submarino: depresión profunda, relativamente angosta y de paredes abruptas, cuyo fondo se hace más profundo de forma continua. Es característico de algunos taludes continentales.

- Colinas y Lomas: conjunto de pequeñas elevaciones de los fondos abisales que alcanzan alturas menores a 500 m.
- Cuenca: depresión de extensión variable aproximadamente equidimensional en planta, con pendiente menor a 2°.
- Delta: Son superficies asociadas a la desembocadura de un río con una carga de sedimentos finos y medios suficiente para generar una extensión submareal de la plataforma continental.
- Escarpe: pendiente submarina muy abrupta y alargada que divide zonas llanas o suavemente pendientes.
- Espolón: relieve secundario, cresta o elevación oceánica que se extiende de forma saliente desde un rasgo morfológico mayor.
- Falda continental: suave pendiente que asciende desde las profundidades oceánicas hasta la base de un talud continental.
- Terrazas y Mesetas: zona relativamente plana, horizontal o ligeramente inclinada, a veces larga y angosta, limitada por una pendiente ascendente de un lado y por otra pendiente descendente más marcada en el lado opuesto.



*Figura 3. Sistema turbidítico del Magdalena y bloques de interés (Modificado de Ercilla et al., 2002).*

En base a los pocos datos batimétricos suministrados por la información secundaria mencionada, se modificó el mapa geomorfológico general de los bloques COL 1 y COL 2 de IDEAM et al, 2007 (Figura 4), en el que se identificaron cañones submarinos iniciando en el Bloque COL 3 y sus partes distales en el Bloque COL 1; adicional se reconocieron hundimientos semicirculares en el Bloque COL 1, pero se necesita información batimétrica a mayor detalle para identificar y/o corregir estas geoformas.



**Figura 4. Mapa geomorfológico general de los bloques COL 1 y COL 2. (Modificado de IDEAM et al. 2007).**

Los bloques de exploración COL 1 y COL 2 están ubicados en la parte central de la cuenca Colombia, en el cual se definen en ella siete geoformas: i) Cuenca, ii) Colinas, iii) Cañón submarino, iv) Abanico Submarino, v) Escarpa, vi) Falda continental, vii) Hundimiento.

De acuerdo con la escala de la información batimétrica se considera el Bloque COL 2 en comparación con el Bloque COL 1 un área con más procesos morfodinámicos que pueden causar daños a cualquier tipo de estructura que se deseé instalar.

La sedimentología del núcleo ODP-999A evidenció unas condiciones de depósito en ambientes de baja energía por procesos de asentamiento gravitacional o corrientes de fondo suaves, debido a su predominio de materiales finos. El análisis granulométrico y de composición de las muestras tomadas sobre los bloques darán una mejor información sedimentológica en los bloques de estudio. Sin embargo se requiere de

mayor resolución en el modelo batimétrico, para poder definir las geoformas y los procesos morfodinámicos en los mismos.

## 1.4 Caracterización climática

A través del uso de los datos del proyecto de Reanálisis climático desarrollado por el National Center for Environmental Prediction (NCEP)/National Center for Atmospheric Research (NCAR), con la colaboración de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA); se analizaron los datos de los campos de presión sobre el nivel del mar en el área de estudio. Estos datos cuentan con una resolución temporal diaria y una resolución espacial de 2.5° (Messinger, et al. 2006). Con el fin de analizar el ciclo anual del campo de presión se promediaron los datos obtenidos y se calculó la desviación estándar para cada mes.

Con el objetivo de caracterizar la variable de viento se usaron datos de la misión Windsat que es un radiómetro desarrollado por la división sensores remotos del laboratorio de investigación naval y el centro naval de tecnologías espaciales de la Marina de Estados Unidos (Gaiser, 2004). WindSat está diseñado para demostrar las capacidades polarimétricas de la radiometría de microondas para medir los vectores de viento sobre la superficie del océano. Es la principal carga de la misión Coriolis que fue desplegada en el año 2003. Los datos utilizados para la caracterización de la variable tienen las siguientes características (Gaiser, 2004):

- Longitud de la serie: 2003-02-05 hasta 2015-05-12
- Resolución espacial: ¼ de grado (25Km)

A través del uso de esta información se utilizaron puntos entre las latitudes 13.125°N - 11.625°N y longitudes 76.125°W - 74.125°W para extraer la serie de tiempo que permite conocer los vientos sobre el área de estudio.

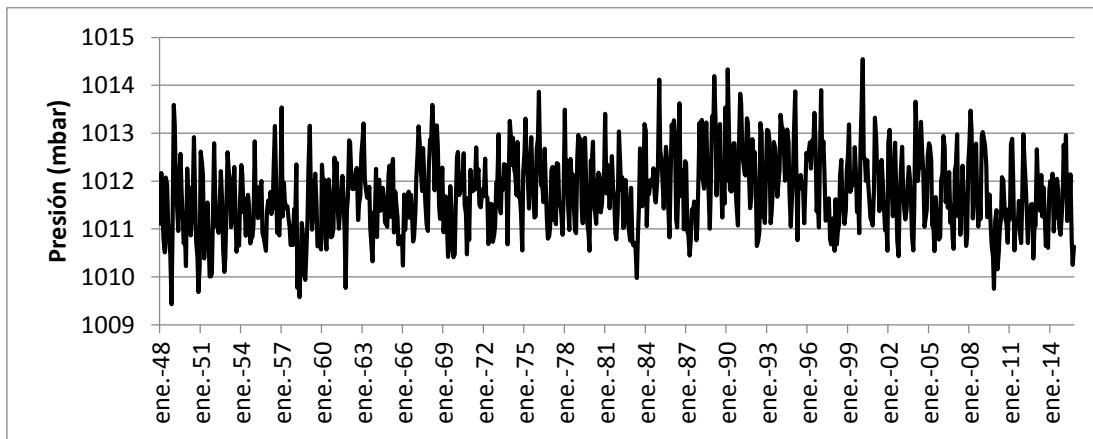
### 1.4.1 Presión

En términos generales el área de estudio está en la zona de influencia del Chorro Tropical del Caribe (Magaña et al., 1999; Amador & Magaña, 1999) en donde la presión a nivel del mar tiene dos picos, uno a mitad de año que coincide con el verano y otro al final, en la época de invierno (Gianni et al. 2000, Wang, 2007).

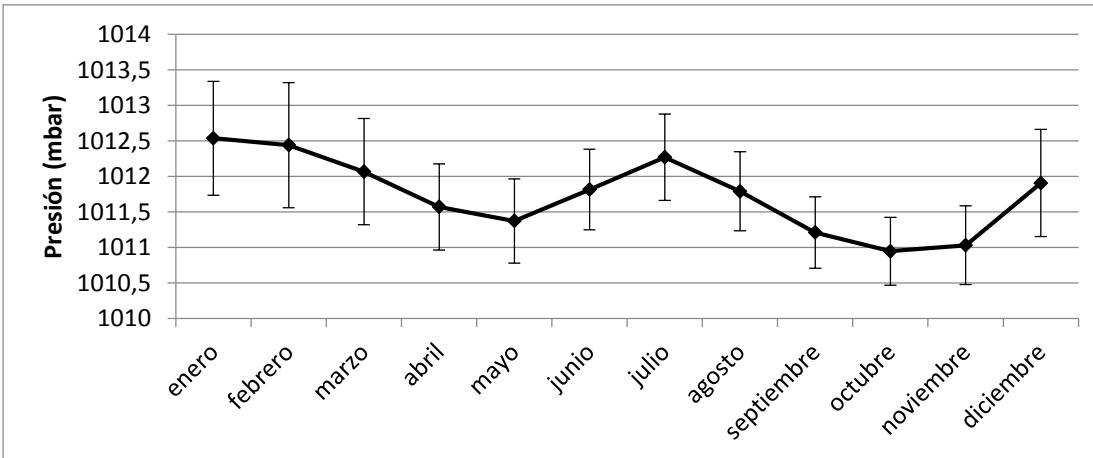
El periodo entre junio y agosto se caracteriza por tener una alta presión a nivel del mar y altas velocidades de viento, que derivan en una temporada de bajas precipitaciones en la zona de estudio denominada “veranillo de San Juan”, que de acuerdo a Bernal et al., (2015), es una época seca menor de la climatología de la región Caribe y el norte de Sur América que se presenta entre los meses de junio y agosto. Coincide con una intensificación de los vientos Alisios en el núcleo del Chorro Tropical del Caribe, genera

cambios notorios en la climatología de las variables oceanográficas de la Cuenca Colombia, e incide en la ocurrencia de eventos extremos y en la respuesta estacional de la cuenca ante los eventos El Niño Oscilación del Sur (ENSO).

Haciendo uso de los datos de reanálisis NCEP-NCAR (Kalnay et al., 1996) de la serie de presión sobre el nivel del mar (Pa) entre los años 1948 – 2015 se observa que a lo largo de la serie analizada, la Pa promedio mensual osciló entre 1014.85 mbar y 1009.43 mbar, el máximo ocurrió en el mes de febrero de 2000, año donde se presentó el fenómeno de La Niña, mientras que el mínimo se presentó en el mes de noviembre de 1948 (Figura 2). Del promedio mensual multianual se obtuvo que la Pa máxima se registra en el mes de enero con un valor de 1012.54 mbar y la mínima en el mes de octubre con 1010.94 mbar, con un promedio de  $1011.74 \pm 0.53$  mbar para todo el año (Figura 3).



*Figura 5. Serie de tiempo de la presión atmosférica en la zona de estudio. Fuente datos: NCEP-NCAR 1948-2014.*



*Figura 6. Presión mensual a nivel del mar en la zona de estudio. Fuente datos: NCEP-NCAR 1948-2014.*

## 1.4.2 Vientos

La costa Caribe se encuentra controlada por la dominancia de corrientes de vientos superficiales atmosféricos (Arias, 2005), entre los que se distinguen el chorro superficial de San Andrés, que se encuentra localizado entre las latitudes 13 y 15 °N con un núcleo más intenso debajo de los 900 hpa, con velocidades máximas mayores a 10 m/s en los trimestres de diciembre a febrero y junio a agosto y velocidades mínimas en el trimestre de septiembre a noviembre (Poveda, 1998). De este modo, la estación seca (diciembre a marzo) y el veranillo de San Juan (finales del mes de junio) están asociados al chorro de San Andrés y a la intensificación de los vientos Alisios del NE; sin embargo, la época de lluvias coincide con una disminución de los vientos Alisios (Bernal et al., 2006).

En la investigación realizada por Thomas et al., (2012) se reporta que la velocidad media del viento históricamente para el mes de octubre es inferior a 12 m/s en el Caribe colombiano y muestra un mínimo entre septiembre a noviembre; así mismo, el viento es siempre mayor por encima de los 12° N latitud y se vuelve más débil hacia la costa colombiana.

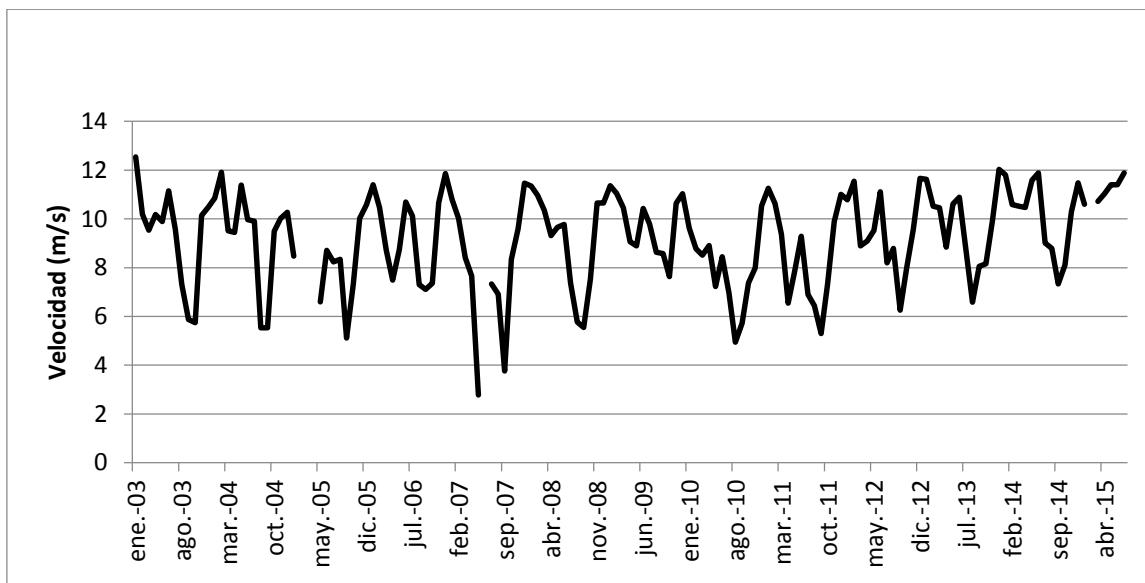


Figura 7. Serie de tiempo de velocidad del viento en la zona de estudio. Fuente de datos: sensor Windsat 2003-2015

En la serie de tiempo de la magnitud del viento entre enero de 1948 a octubre de 2014, derivada de datos de reanálisis del NCEP/NCAR para un punto cercano al área de interés (10 °N y -77.5°W), se identifican patrones estacionales durante el año. Los valores más altos se presentan a principios de cada año con valores que oscilan entre 5 y 8 m/s; mientras que los valores bajos se presentan en el segundo semestre de cada año, con valores entre 2 y 4 m/s.

De otro lado y a partir de la serie de datos del Windsat, se encontró que la magnitud del viento medio mensual oscila entre 2.78 – 12.54 m/s, con un promedio de  $9.18 \pm 1.92$  m/s (Figura 3). De esta figura se puede observar que el máximo ocurrió en el mes de febrero de 2003 y el mínimo en junio de 2007. En la figura 4 se observa que la velocidad media mensual en el área de estudio, presenta el máximo en el mes de enero con 11.05 m/s y un mínimo en el mes de octubre de 6.19 m/s.

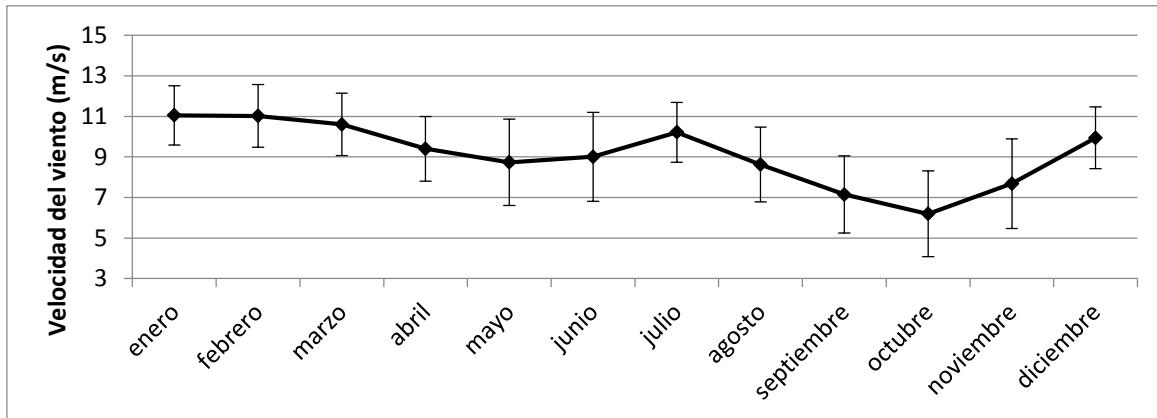


Figura 8. Promedio mensual multi anual de la velocidad del viento en la zona de estudio. Fuente de datos: sensor Windsat 2003-2015.

Finalmente y con respecto a la dirección, las más frecuentes son las noreste (NE) y las nor-noreste (NNE) con una frecuencia de 65.7 y 25.1% respectivamente. En general los aportes de dirección de vientos para el punto Windsat, se ubican en el primer cuadrante (entre  $0^\circ$  y  $90^\circ$ ) como se muestra en la Figura 9.

#### 1.4.3 Eventos extremos

En el boletín meteomarino del caribe colombiano realizado por el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas CIOH, se encontró que para el mes de agosto de 2015 el sistema de alta presión de los Azores disminuyó su influencia sobre el mar Caribe permitiendo un descenso en el flujo de los vientos alisios, especialmente sobre la zona viento de esta región. Los valores más significativos se presentaron la primera semana del mes donde prevalecieron los vientos de dirección este con velocidades entre 25 y 30 nudos (fuerza 6-7). Este sistema se desplazó latitudinalmente sobre los 30N y 45N y longitudinalmente entre los 25W y 40W aproximadamente, manteniendo una presión central entre 1026 y 1033 mbar (CIOH, 2015).

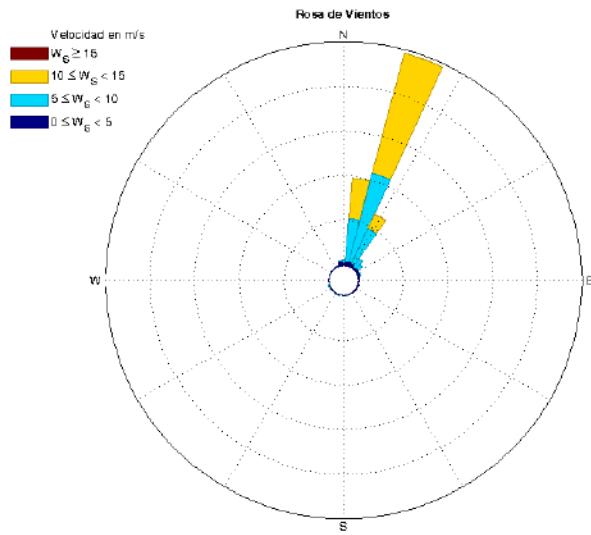


Figura 9. Rosa de vientos para la zona de estudios. Fuente de datos: sensor Windsat 2003-2015.

En este mismo mes la ZCIT tuvo un desplazamiento en ascenso y descenso sobre las latitudes 9 y 11 N lo que provocó que en el transcurso del mes se presentaran condiciones de cielo nuboso a muy nuboso acompañado de lluvias ligeras y moderadas principalmente sobre el centro y sur del litoral caribe colombiano (CIOH, 2015). En el transcurso de agosto se evidenció la influencia de la baja presión del Darién o baja anclada de panamá. Puesto que las condiciones asociadas con la fuerte convección en el pacífico y el fortalecimiento de fenómeno de El Niño propiciaron esta inestabilidad especialmente al principio y finales del mes (CIOH, 2015).

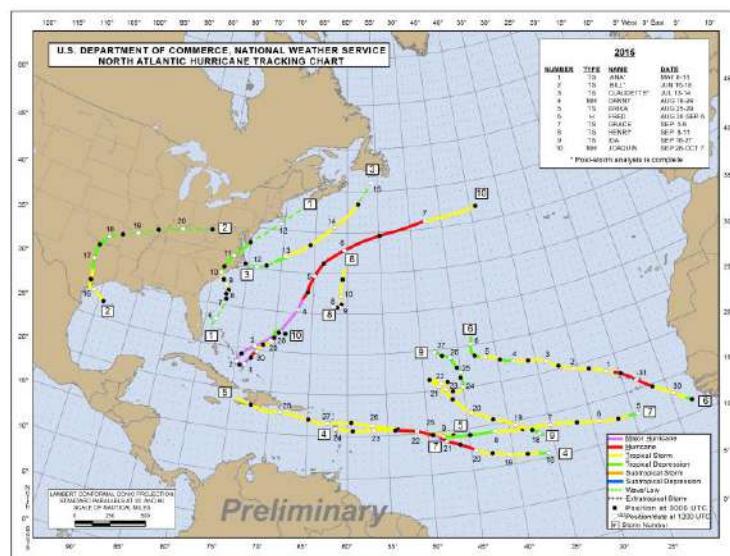
Por otro lado el 25 de agosto se presentó la formación de la tormenta tropical Erika localizada a 840 millas al este de las islas de Sotavento (Antillas menores). Este sistema a ingresó al mar caribe el 26 de agosto sobre el archipiélago de Guadalupe generando vientos máximos sostenidos de 40 nudos. Para las costas colombianas no tuvo afectación directa, sin embargo, propició la formación de mar de fondo que no afectó en rompiente en las costas colombianas pero si afectó oleaje compuesto con alturas significativas de hasta 3 metros (CIOH, 2015).

En el mes de octubre el centro de predicciones climáticas y el Instituto Internacional de Investigación de clima y sociedad generaron una alerta para los eventos El Niño Oscilación Sur (ENSO por sus siglas en inglés) en donde se anuncia que hay una probabilidad aproximada de 95% para que El Niño continúe durante el invierno del hemisferio Norte 2015-16, debilitándose gradualmente durante la primavera de 2016 (NCEP-NOAA, 2015).

**Tabla 1. Resumen preliminar de eventos principales en el caribe durante el año 2015. Fuente Centro Nacional de Huracanes, NOAA.**

Tipo	Nombre	Fechas	Velocidad de viento máxima (mi/h)
Tormenta tropical	Ana	8-11 May	60
Tormenta tropical	Bill	16-18 Jun	60
Tormenta tropical	Claudette	13-14 Jul	50
Huracán Mayor	Danny	18-24 Ago	115
Tormenta tropical	Erika	25-29 Ago	50
Huracán	Fred	30 Ago -6 Sep	85
Tormenta tropical	Grace	5-9 Sep	50
Tormenta tropical	Henri	8-11 Sep	50
Depresión tropical	Nine	16-19 Sep	35
Tormenta tropical	Ida	18-27 Sep	30
Huracán Mayor	Joaquín	28 Sep-7 Oct	155

De acuerdo con el centro nacional de huracanes de la Administración Nacional de los Océanos y la Atmósfera NOAA, no se formaron ciclones tropicales en la cuenca del Atlántico durante el mes de octubre, la figura 6 muestra el resumen preliminar de la trayectoria de los eventos de mayor relevancia hasta el mes de noviembre de 2015. Joaquín fue huracán más notorio que estaba en curso a principios de octubre.



**Figura 10. Figura 6. Mapa de seguimiento de ciclones tropicales para la región del océano Atlántico durante la temporada de huracanes en el año 2015. (Tomado de NHC-NOAA, 2015).**

Más adelante Joaquín se fortaleció a un huracán de categoría 4 y sostuvo su intensidad hasta el 2 de octubre, cuando se debilitó hasta justo por debajo de la categoría 4. Joaquín

se re-intensificó el 3 de octubre llegando por debajo de la categoría 5 mientras se movía lentamente hacia el suroeste en las Bahamas centrales, causando pérdida de vidas humanas. Joaquín se trasladó hacia el noreste y se debilitó progresivamente a medida que pasaba justo al oeste de las Bermudas el 5 de octubre y se convirtió en una tormenta tropical sobre el Atlántico Norte el 7 de octubre.

Basado en una climatología de 30 años (1981 a 2010), dos tormentas nombradas normalmente se forman en la cuenca del Atlántico en octubre, con un solo convertirse en un huracán. Una de las principales formas de huracanes en octubre una vez cada dos años (NOAA, 2015).

## 1.5 Caracterización oceanográfica

La descripción de temperatura superficial de mar (TSM) se hizo a partir de análisis de imágenes mensuales del espectrorradiómetro *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) a bordo del satélite AQUA del sitio Web oficial del *Ocean Color* de la *National Aeronautic and Space Administration* (NASA). Se extrajo una sección que comprende las longitudes 77.0°W a 71.0° y las latitudes 10.41°N a 14.31°N, que abarcara los polígonos de interés COL 1 y 2 (Figura 1). El análisis se realizó con base en los promedios por épocas climáticas:

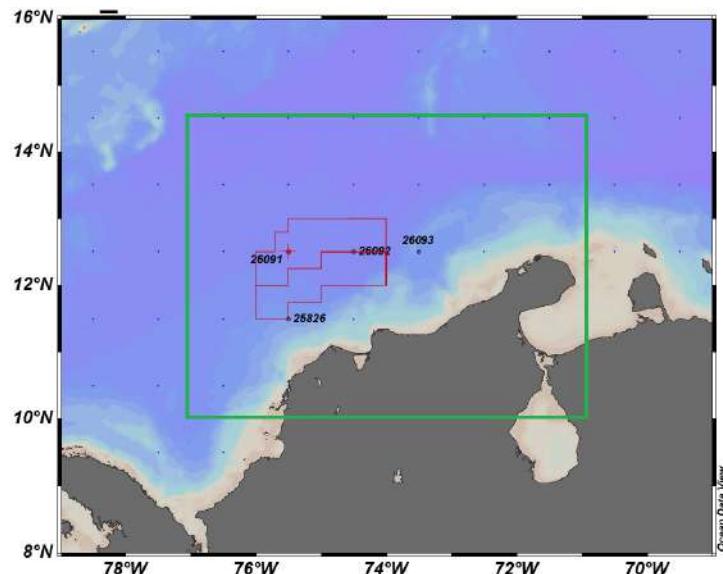
- Época seca: Diciembre, enero, febrero y marzo
- Época de transición: Abril, mayo, junio y julio.
- Época húmeda: Agosto, septiembre, octubre y noviembre.

Para hacer la caracterización de las variables fisicoquímicas (temperatura, salinidad y oxígeno) en columna, así como la descripción de las masas de agua presentes en la zona, se seleccionaron cuatro estaciones (26091-93 y la 25826) de la climatología del Word Data (WOA09) para los meses de noviembre y diciembre, en los cuales se desarrollará el crucero oceanográfico (Figura 11).

Adicionalmente, con el objetivo de analizar la anomalía de nivel del mar (ANM) en el área de interés, se utilizó la base de datos Archiving, Validation, and Interpretation of Satellite Oceanographic data, AVISO, la cual está basada en observaciones altimétricas de los satélites: Jason-1, Jason-2, Ocean TOPOgraphy Experiment (Topex/Poseidon) y European Remote Sensing satellite (ERS-1, ERS-2) (AVISO, 2015). La base de datos obtenida tiene las siguientes características:

- Longitud de la serie: 1993-01-16 hasta 2014-12-27
- Resolución espacial: ¼ de grado (25Km)

Para el análisis de la ANM se seleccionó el mismo polígono y épocas climáticas que se emplearon para el análisis de la TSM.

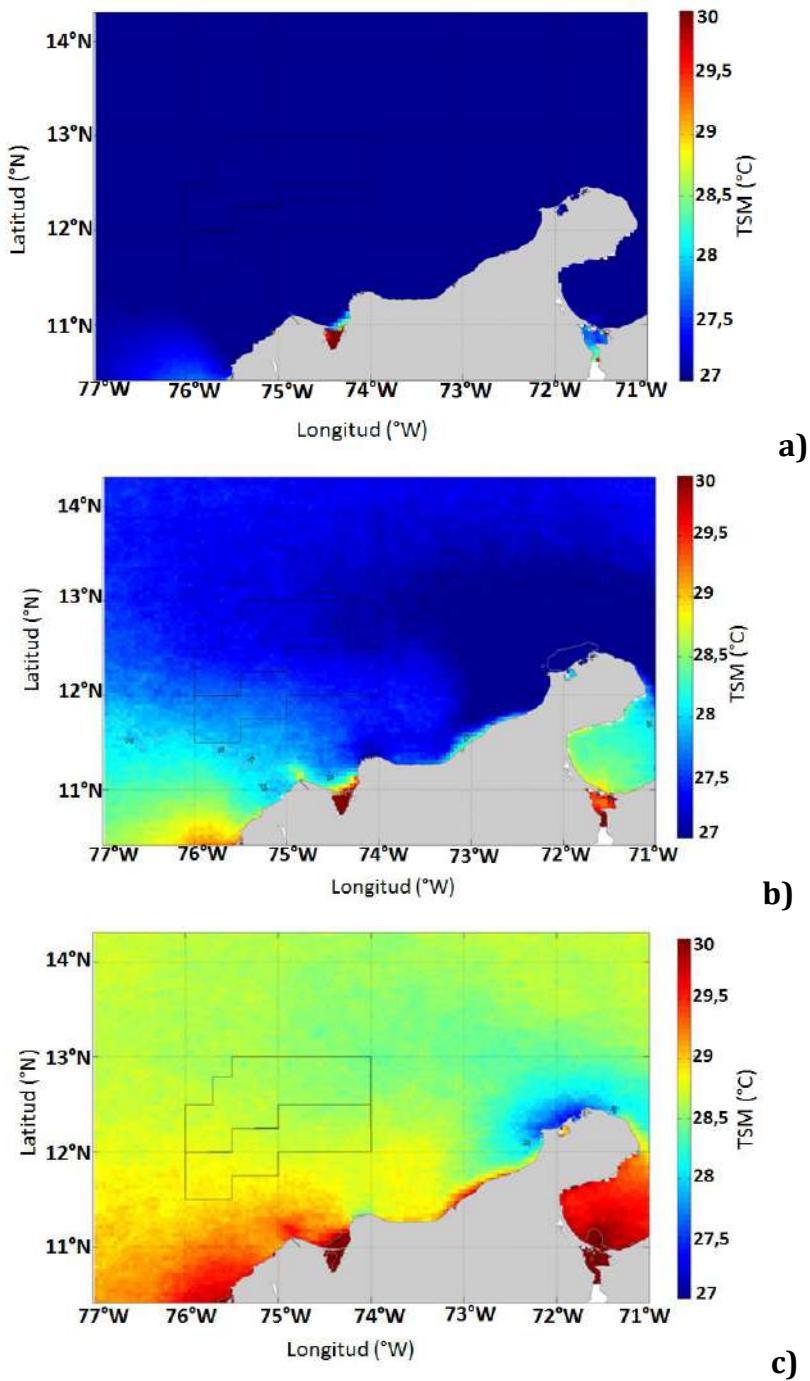


**Figura 11.** Área de estudio donde se evidencia: polígonos de interés COL 1 y 2 (rojo), puntos de la climatología WOA y área de análisis de las imágenes satelitales (verde).

### 1.5.1 Temperatura superficial del mar

A partir de la climatología MODIS-Aqua para un periodo de 13 años (2002-2015), se encontró que para la época seca (diciembre-marzo), la TSM para todo el Caribe colombiano oscila alrededor de los 27 °C (Figura 7) y es homogénea en toda la zona de estudio; lo cual va cambiando al transcurrir el año y pasar de una época climática a otra. Para la época de transición (abril-julio) se presenta un núcleo de altos valores (cercano a 29,5 °C) y es evidente que dentro del polígono de interés (COL 1 y 2), existe un gradiente de temperatura con los mayores valores al suroeste del mismo. Finalmente en la época húmeda, los valores aumentan a 30°C en la zona sur, mientras que en el resto de la cuenca se encuentra alrededor de los 29°C, incluyendo el polígono COL 1 y 2, a excepción de un núcleo de baja temperatura (27°C) que corresponde a la zona donde se encuentra la surgencia de la Guajira.

Estos resultados concuerdan con lo expuesto por Andrade (2009) para el Caribe suroeste, donde la TSM varía entre 26 °C en la estación de vientos (al final del invierno boreal) hasta 29 °C durante la época de lluvias (al final del otoño boreal). Así mismo, Bernal *et al.*, 2006, encontraron una diferenciación entre los sectores suroccidental y nororiental del Caribe asociada con las piscinas cálida del SW (giro de Panamá-Colombia) y fría del NE (surgencias de la Guajira).



**Figura 12 Distribución de la temperatura superficial del Mar en la cuenca del Caribe colombiano. Época seca (Diciembre-Marzo, a) época de transición (Abril-Julio, b) y época húmeda (Agosto-Noviembre, c).**

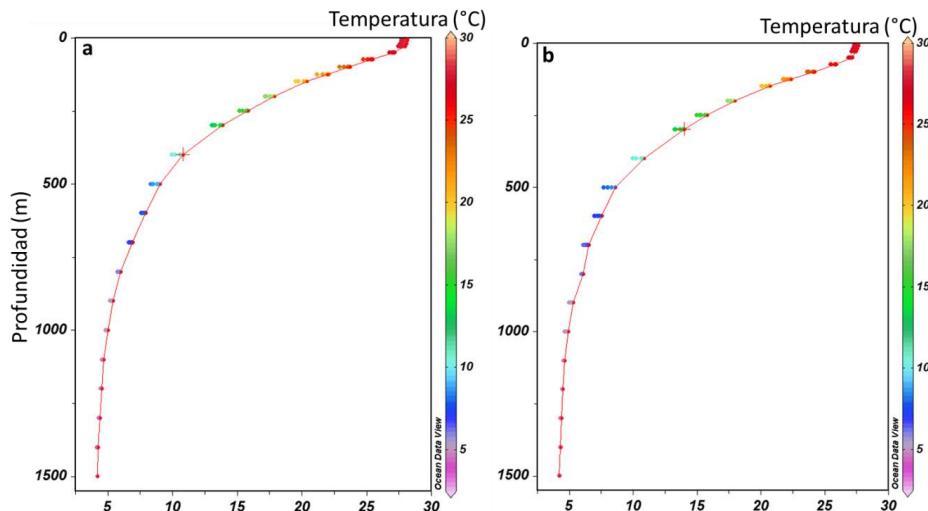
Sobre la variabilidad interanual de la TSM se ha mostrado que el Atlántico Nortropical y el Caribe experimentan anomalías positivas débiles durante los eventos El Niño

(Nobre y Shukla, 1996, Enfield y Mayer, 1997), mucho más fuertes en los meses de marzo a mayo. Según Poveda y Mesa (1997) la TSM del Caribe tiene correlación con el SOI (Índice de la Oscilación del Sur), máxima con un desfase de 5 y 6 meses, es decir, las anomalías positivas de temperatura en el Caribe se presentan con un retraso respecto a los eventos de El Niño en el Pacífico.

Bernal *et al.*, 2006, para el periodo de 1981-2000 de la base de datos COADS (Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set) registró también temperaturas bajas en la época seca, de diciembre a abril, cuando los vientos alisios y la surgencia en la Guajira son más fuertes y TSM altas en la época húmeda, de mayo a noviembre, cuando los vientos Alisios se encuentran débiles y la contracorriente del Darién al nivel superficial está más desarrollada. Registrando además que en la época húmeda hay un mínimo relativo centrado en agosto que coincide con el “veranillo” y que denominó enfriamiento de julio-agosto.

### 1.5.2 Temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en columna

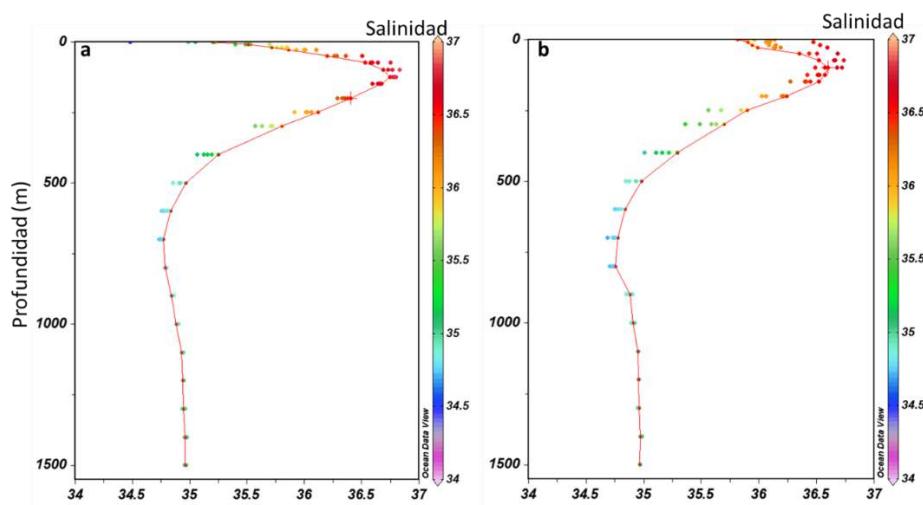
Para los meses de noviembre y diciembre y con base en la climatología del WOA09, la temperatura presenta un comportamiento típico de la zona donde en los primeros metros se comporta de manera constante y disminuye a medida que aumenta la profundidad (Figura 13). Al comparar el mes de noviembre y el mes de diciembre, se encontró que se comportan de manera similar y siguen la misma tendencia. La línea marcada en rojo corresponde a la estación que 26091 la cual se ubica en el centro del polígono.



**Figura 13. Perfiles de temperatura para noviembre (a) y diciembre (b) en las estaciones adyacentes al bloque COL 1 y 2.**  
Fuente de datos: WOA09

En cuanto a la salinidad, se detectó un máximo subsuperficial de 36,75 cerca de los 125 metros de profundidad y contrario a la temperatura para ésta variable si se observa una leve diferencia entre los dos meses, sobre todo en la estación 26091 que es la que se encuentra en el centro del polígono de muestreo (Figura 9), mientras que para el mes de diciembre el máximo se ubicó a los 100 metros.

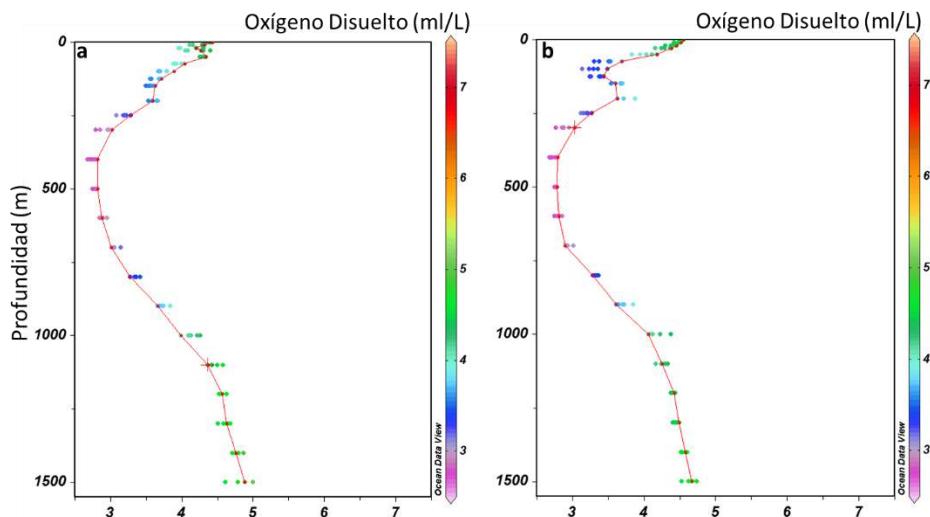
Andrade (2009) reporta valores en el mar Caribe que se encuentran entre 32,0 y 36,5, con un fuerte gradiente meridional desde 35,0 hacia la costa sur; encontrando además los máximos de salinidad cerca de 12° N, 78°W, en el golfo del Darién. Las mediciones hechas en la Cuenca de Colombia indican que esta se encuentra ocupada por aguas centrales con salinidades mayores a 37,0.



**Figura 14. Perfiles de salinidad para noviembre (a) y diciembre (b) en las estaciones adyacentes al bloque COL 1 y 2. Fuente de datos: WOA09**

También se observa que a nivel superficial hubo registros de valores menores a 35 en comparación con el mes de diciembre esto puede deberse a la época de muestreo debido que generalmente noviembre se considera época húmeda donde se presentan lluvias y esto hace que la salinidad a nivel superficial sea menor.

Finalmente el oxígeno de la zona de estudio se caracteriza por presentar una disminución considerable (< 3 ml/L) entre los 205 y los 700 metros para luego aumentar incluso hasta una concentración superior a la que se registra para la superficie (4,53 a 0 metros) y de 4,68 a 1500 metros (Figura 15). Esta característica es típica de la zona, donde la presencia de masas de agua profunda determina este núcleo de baja concentración y otras como la APAN oxigenan la zona.



**Figura 15. Perfiles de oxígeno disuelto para noviembre (a) y diciembre (b) en las estaciones adyacentes al bloque COL 1 y 2.**  
 Fuente de datos: WOA09

### 1.5.3 Masas de Agua

En cuanto a las masas de agua presentes en la zona, generalmente se presentan cinco masas de agua (Tabla 2), y su presencia o ausencia dependen en gran medida de la época en la cual se realice el muestreo y la profundidad.

**Tabla 2. Masas de agua reportadas por diferentes autores para el Caribe colombiano.**

Masa de Agua	Profundidad (m)	Temperatura (°C)	Salinidad	Autores
Agua Superficial del Caribe (ASC)	0 - 50	28	<35,5	Hernández-Guerra y Joyce (2000)
Agua Subsuperficial Subtropical (ASS)	50 - 200	22-23	>36,6	Giraldo (1994), Hernández-Guerra y Joyce (2000)
Agua Central del Atlántico Norte (ACAN)	0 - 500	7 – 20	35 – 36,7	Emery y Meincke, (1986) y Emery(2001)
Agua Intermedia Subantártica (AIS)	500-1500	3 - 9	34 – 35,1	Emery y Meincke, (1986) y Emery(2001)
Agua Profunda del Atlántico Norte (APAN)	>1.500	1,5 - 4	34,8 – 35	Emery y Meincke, (1986) y Emery(2001)

Con base en los diagramas temperatura-salinidad (diagramas TS) empleando datos de la climatología WOA09, se identifican para el mes de noviembre la presencia de las cinco masas de agua típicas presentes en la cuenca de Colombia, como lo son el Agua Superficial del Caribe (ASC), Agua Subsuperficial Subtropical (ASS), el Agua Central del Atlántico Norte (ACAN), el Agua Intermedia Subantártica (AIS) y el Agua Profunda del

Atlántico Norte (APAN), sin embargo para el mes de diciembre, no se detectó la masa de Agua Superficial del Caribe (ASC) y se presenta un amplio dominio de aguas con características del Agua Central del Atlántico Norte (Figura 16 a y b).

García *et al.*, (2012), encontraron que los perfiles de temperatura obtenidos para los periodos seco y de lluvias presentaron diferencias en su distribución; así en el período seco hay un fenómeno de surgencia caracterizado por aguas más frías y densas, mientras que en el período de lluvias las masas de agua son más cálidas, permitiendo la estratificación de la columna de agua. Las aguas costeras en la costa Caribe colombiana están fuertemente afectadas por la descarga fluvial del río Magdalena, el mayor contribuyente de aguas continentales al Caribe; que influye en la relación Temperatura – Salinidad en la cuenca de Colombia.

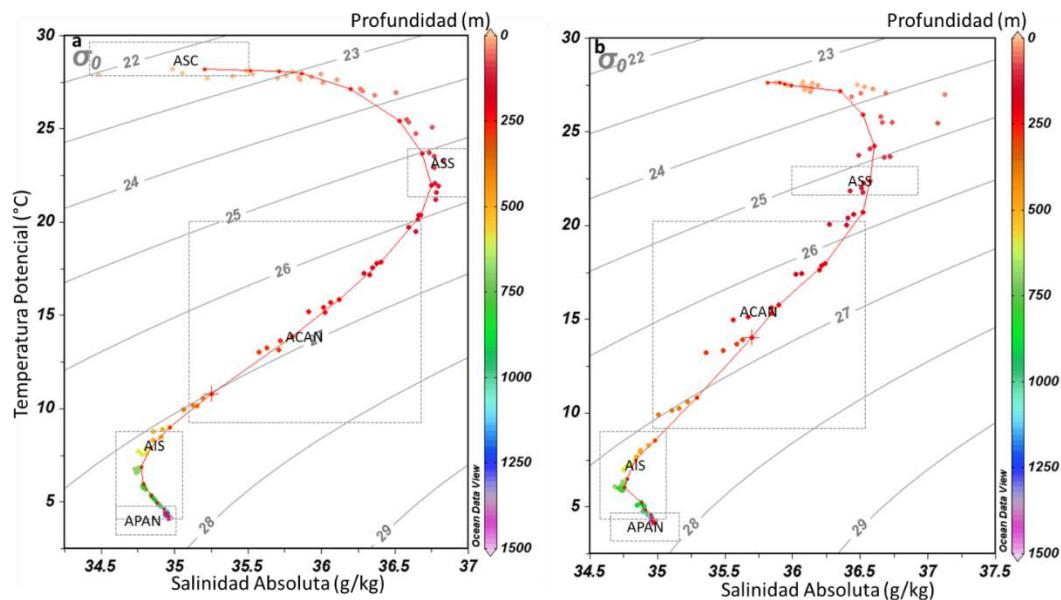


Figura 16. Masas de agua identificadas para noviembre (a) y diciembre (b) en el bloque COL 1 y 2. Fuente de datos: WOA09

### 1.5.4 Anomalía del nivel del mar

A partir de la serie de datos de altimetría, se encontró que la anomalía de nivel del mar oscila entre  $-0.1251 - 0.2101$  m, con un promedio de  $0.03025 \pm 0.0628$  m (Figura 17). La variabilidad estacional de la anomalía de nivel del mar en el área de estudio mostró sus máximos entre septiembre y noviembre, período en el cual la velocidad del viento y la presión a nivel del mar registran sus valores más bajos, consecuente con investigaciones que concluyen que en Colombia, en este período se presentan con mayor intensidad los llamados “mares de leva” (Vernette, 1985).

Los mínimos valores de anomalía se presentan durante el primer trimestre del año, en donde, por el contrario, los vientos y la Pa registran sus máximos. En el período entre

junio y julio se detecta un decrecimiento de la anomalía ( $\sim 0 \text{ m}$ ) que concuerda con el pico de presión a nivel del mar y velocidad de viento característicos del “veranillo”. En la Figura 18 se aprecia la anomalía de nivel del mar mensual en el área de estudio, donde se observa el máximo en el mes de noviembre con  $0.1212 \text{ m}$  y un mínimo en el mes de febrero de  $-0.0236 \text{ m}$ .

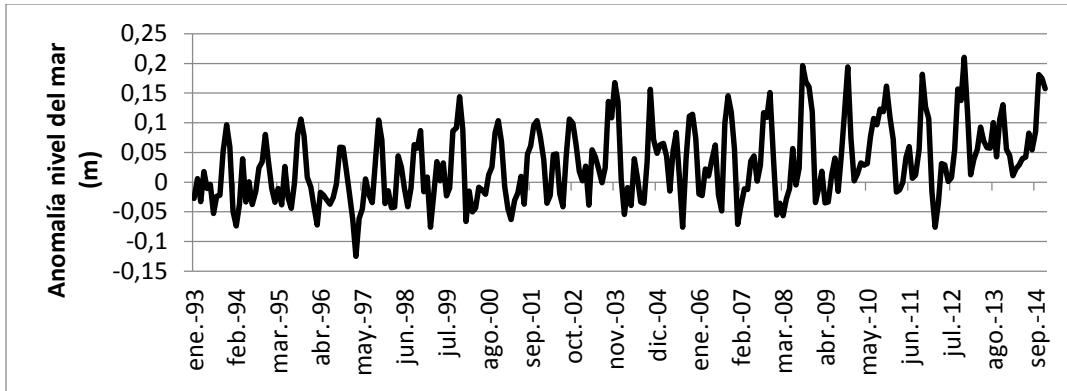


Figura 17. Serie de anomalía de nivel del mar para la zona de estudio. Fuente de datos AVISO 1993-2014.

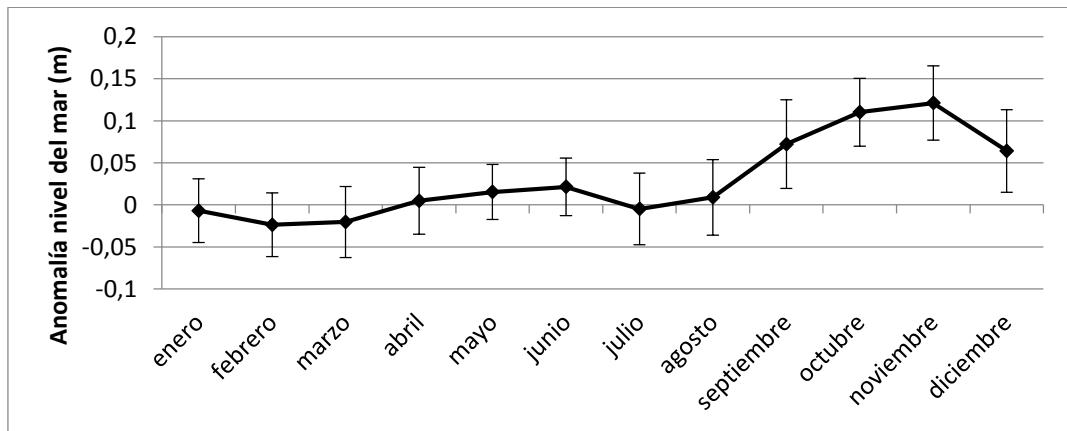
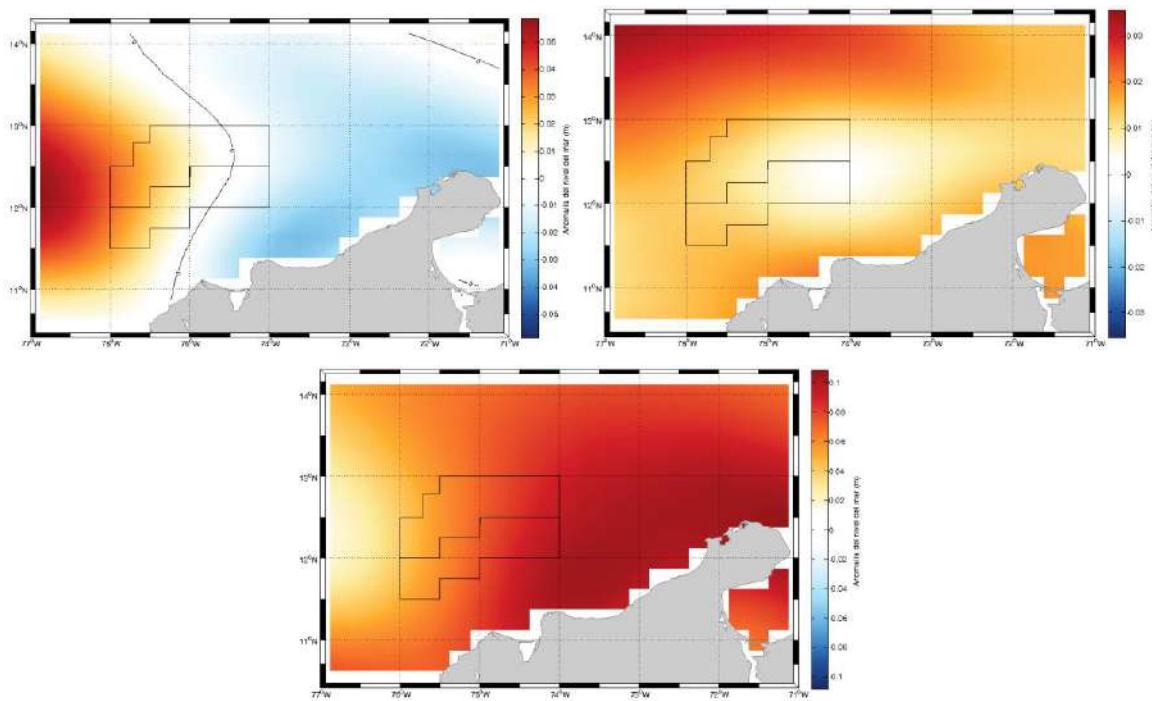


Figura 18. Ciclo anual de la anomalía de nivel del mar para la zona de estudio. Fuente de datos AVISO 1993-2014.

Finalmente, en la Figura 19 se presentan los promedios de la ANM por época climática. En la época seca, la intensificación de los vientos del chorro de bajo nivel del caribe generan en promedio anomalías positivas del nivel del mar al occidente del área de estudio, con un nivel de  $0 \text{ m}$  entre las longitudes  $75.7^{\circ}\text{W}$  y  $74.5^{\circ}\text{W}$  y las latitudes  $11^{\circ}\text{N}$  y  $14^{\circ}\text{N}$ , durante esta época el nivel está presente en las dos zonas de exploración; esta intensificación ocasiona también una depresión del nivel del mar en el centro y el oriente de la zona analizada. Por el contrario, para las épocas de transición y húmeda, la relajación de los vientos provenientes del este generan aumentos de los niveles medios para la zona de estudio teniendo sus máximos en la época húmeda.



**Figura 19. Anomalía del nivel de mar; a) Época seca (DEFM) b) Época de transición (AMJJ) c) Época húmeda (ASON). La curva negra representa el nivel de 0m.**

## 2 Recolección de datos físicos y oceanográficos y de muestras biológicas sobre los bloques COL 1 y COL 2.

Con el fin de dar continuidad y coherencia al levantamiento de información de línea base sobre el Caribe colombiano, se diseñó una campaña de exploración sobre los bloques de interés, siguiendo los parámetros y criterios de los proyectos anteriores. Estos criterios determinan la aproximación del medio marino a partir de la colecta de muestras por componentes. En términos generales estos pueden ser divididos en un componente biológico y un componente físico, que a su vez pueden ser divididos en subcomponentes en dependencia del ambiente y las características del medio que requieran ser analizados.

La Figura 20, ejemplifica los subcomponentes abordados en el presente proyecto. Los métodos utilizados para la colecta de datos o información de estos subcomponentes, fueron consignados en los dos informes técnicos de avance (ITA-1 del 12/11/2015 e ITA- 2 del 4/27/2016) y siguen los estándares del *Manual de métodos de ecosistemas marinos y costeros con miras a establecer impactos ambientales* (INVEMAR-ANH. 2013).

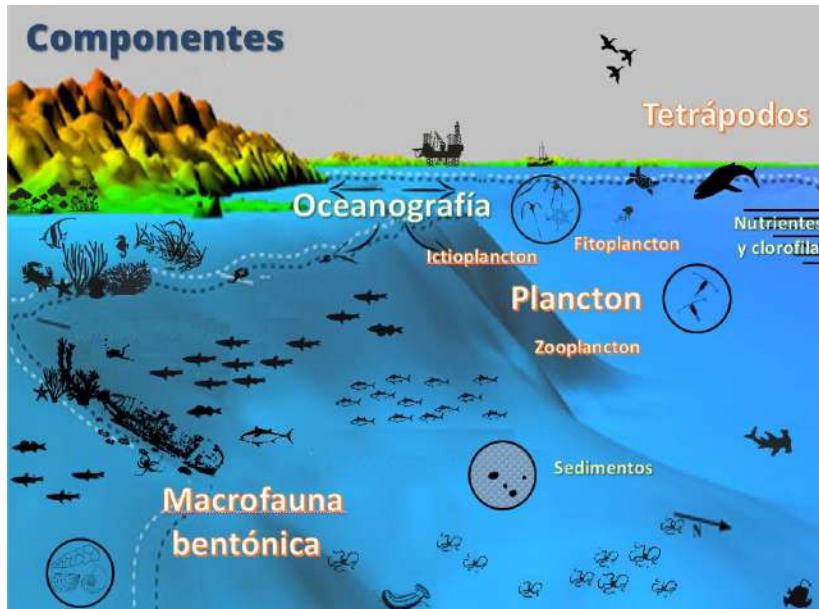
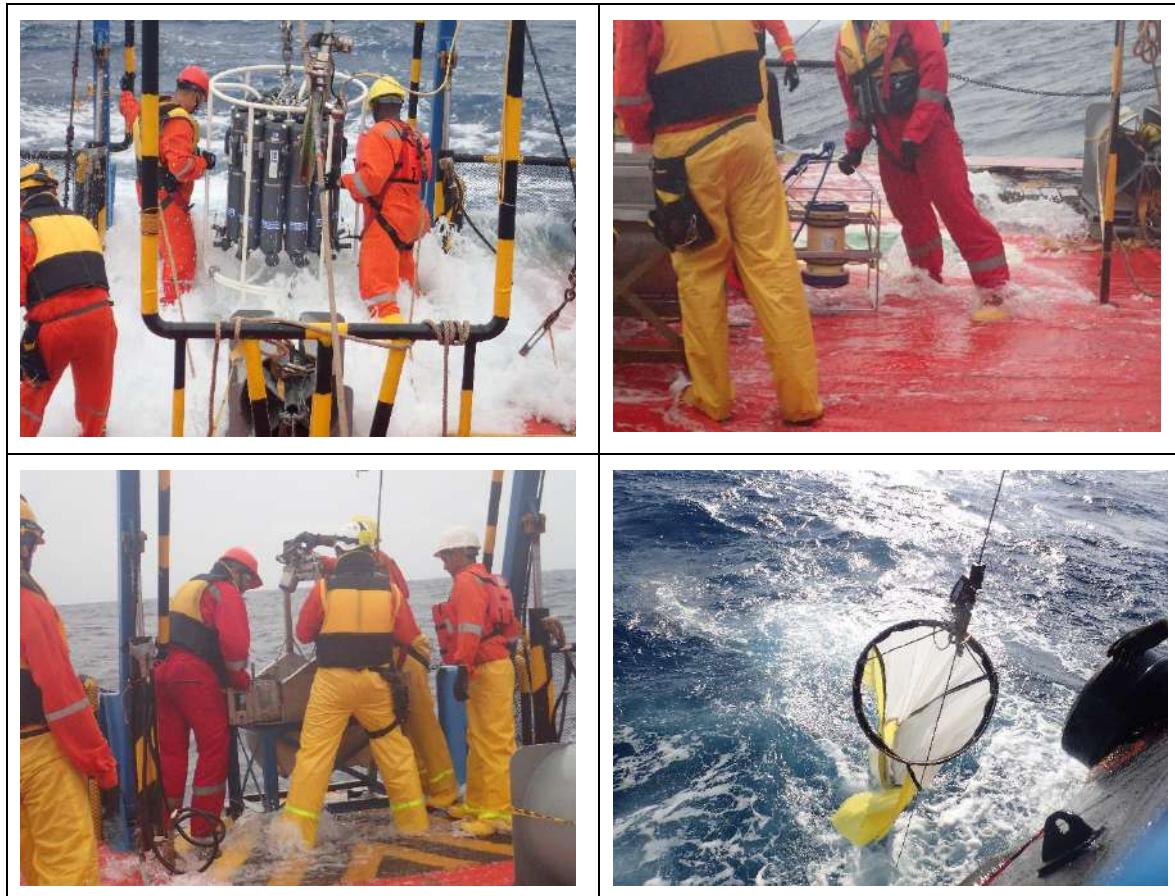


Figura 20. Componentes muestreados en el estudio de línea base sobre COL 1 y COL2

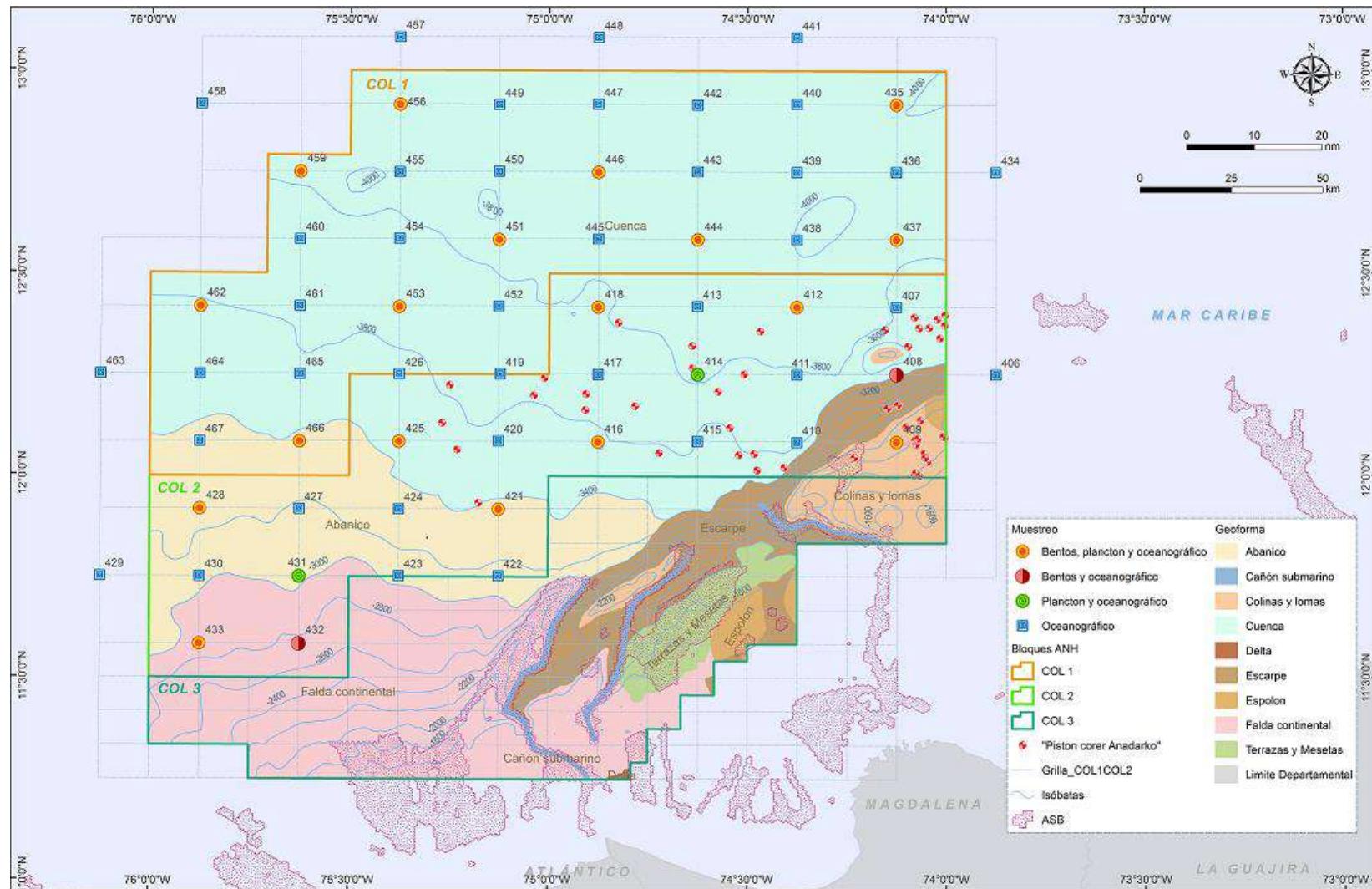
### 2.1 Campañas de exploración

Inicialmente se planeó una única campaña de exploración que abarcara la recolección de datos y muestras sobre ambos bloques a ser desarrollado en el último trimestre del año 2015. Sin embargo debido a que las condiciones mete-oceanográficas previstas para esta época del año, superaron en magnitud y frecuencia los pronósticos de vientos

y elevación de altura de ola, dicho crucero debió ser suspendido y retomado durante el 2016.



Es así como se llevaron a cabo dos cruceros de investigación abarcando cada uno un bloque de exploración. El primer crucero se desarrolló entre el 12 de noviembre y el 8 de diciembre 2015 sobre el área del bloque marino COL2 el cual abarca 1.206.618 ha y fue parte de la Ronda Colombia 2012, adjudicándose luego a la operadora ANADARKO. El segundo crucero se desarrolló sobre el área del bloque de exploración COL1 el cual se encuentra en evaluación técnica con la ANH bajo la operadora ANADARKO en el proceso de la RONDA 2014 y tuvo lugar entre el 5 y el 22 de abril de 2016. La Figura 21, muestra las estaciones planeadas para la recolección de datos y muestras.



La exploración de los bloques COL 1 y COL 2 para generar la línea base ambiental de sistemas marinos y costeros en la cuenca sedimentaria del Caribe colombiano se desarrolló con éxito, cubriendo la mayor parte de estaciones propuestas inicialmente para dichos cruceros. Esta exploración estaba propuesta para que se realizara durante un crucero de investigación con una duración aproximada de 50 días, abarcando 62 estaciones (42 Oceanográficas y 20 biológicas), sin embargo, debido a las malas condiciones ambientales (vientos fuertes (40-50 nudos) y fuertes corrientes superficiales y de fondo), la exploración se dividió en dos cruceros:

### **2.1.1 Crucero bloque COL 2**

Se llevó a cabo durante los meses noviembre y diciembre del año 2015 con una duración total de 33 días, se exploraron 19 de las 28 estaciones propuestas. Durante este crucero el trabajo se realizó en condiciones extremas, con un mar seis en escala Beaufort y unas corrientes profundas fuertes que en algunos casos dificultaban las maniobras tanto oceánicas como biológicas; por esta razón, varias veces la embarcación se vio obligada a entrar a costa en busca de refugio temporal esperando que el mal clima mejorara. Las condiciones para mediados del mes de diciembre fueron más intensas complicando el desarrollo de las actividades a bordo lo que obligó a la suspensión del crucero de investigación. A pesar de las condiciones difíciles las muestras obtenidas son de alta calidad y representan avances importantes tales como el primer muestreo de zooplancton e ictioplancton en un estrato entre 1000 y 1400 m de profundidad.

### **2.1.2 Crucero bloque COL 1**

Se llevó a cabo en el mes de abril del presente año, con una duración de 17 días en los que se abarcó un total de 13 estaciones de las 14 estaciones previamente establecidas. Durante este periodo el tiempo las condiciones climáticas fueron mejores y permitieron el desarrollo de las actividades programadas sin contratiempos. Sin embargo, la presencia de corrientes de fondo impidió la ejecución de la maniobra de box corer en tres estaciones, debido a que el equipo derivó entre 800 y 1100 m dejando el winche con la menor cantidad de cable posible, por lo cual, se tuvieron que cancelar los lanzamientos sin tener éxito en ninguno, lo que obligó a reposicionar estas estaciones en otros sectores accesibles. Como dato importante, se alcanzó la profundidad máxima de 3 820 m, logrando obtener una muestra representativa de esta zona profunda del Caribe colombiano. La tabla siguiente, resume en forma general el número de muestras por estación dentro de cada bloque y la profundidad alcanzada.



**Figura 22. Muestras de macrofauna, sedimento, nutrientes e ictioplancton colectadas durante la campaña de investigación sobre el bloque COL2.**

Fecha	Estación	Bloque	Tipo	Componentes	No Muestras	Tipo de muestra	Estado	Profundidad (m)
17/11/2015	406	COL 2	Oceanográfica	ADCP	1	Registro de datos	Ejecutada	2554
				CTD	1	Registro de datos		
17/11/2015	407	COL 2	Oceanográfica	ADCP	1	Registro de datos	Ejecutada	3700
				CTD	1	Registro de datos		
18/11/2015	408	COL 2	Oceanográfica	ADCP	1	Registro de datos	Ejecutada	3677
				CTD	1	Registro de datos		
18-19/11/2015	409	COL 2	Biológica	Disco Secchi	1	Registro de datos	Ejecutada	2174
				Fitoplancton	2	Muestra biológica		
				Zooplancton	3	Muestra biológica		
				Ictioplancton	3	Muestra biológica		
				Nutrientes	5	Muestra biológica		
				Clorofila	5	Muestra biológica		
				Bentos	17	Muestra biológica		
			Oceanográfica	ADCP	1	Registro de datos		
				CTD	1	Registro de datos		
20/11/2015	410	COL 2	Oceanográfica	ADCP	1	Registro de datos	Ejecutada	3616
				CTD	1	Registro de datos		
20/11/2015	411	COL 2	Oceanográfica	ADCP	1	Registro de datos	Ejecutada	3723
				CTD	1	Registro de datos		
20-21/11/2015	412	COL 2	Biológica	Disco Secchi	1	Registro de datos	Ejecutada	3774
				Fitoplancton	2	Muestra biológica		
				Zooplancton	4	Muestra biológica		
				Ictioplancton	4	Muestra biológica		
				Nutrientes	5	Muestra biológica		
				Clorofila	5	Muestra biológica		
				Bentos	17	Muestra biológica		

Fecha	Estación	Bloque	Tipo	Componentes	No Muestras	Tipo de muestra	Estado	Profundidad (m)
			Oceanográfica	ADCP	1	Registro de datos		
				CTD	1	Registro de datos		
21/11/2015	413	COL 2	Oceanográfica	ADCP	1	Registro de datos	Ejecutada	3771
				CTD	1	Registro de datos		
22/11/2015	414	COL 2	Biológica	Disco Secchi	1	Registro de datos	Ejecutada	3688
				Fitoplancton	1	Muestra biológica		
				Zooplancton	4	Muestra biológica		
				Ictioplancton	4	Muestra biológica		
				Nutrientes	10	Muestra biológica		
				Clorofila	10	Muestra biológica		
			Oceanográfica	ADCP	1	Registro de datos		
				CTD	1	Registro de datos		
				ADCP	1	Registro de datos	Ejecutada	3542
				CTD	1	Registro de datos		
24/11/2015	416	COL 2	Biológica	Disco Secchi	1	Registro de datos	Ejecutada	3536
				Fitoplancton	1	Muestra biológica		
				Zooplancton	4	Muestra biológica		
				Ictioplancton	4	Muestra biológica		
				Nutrientes	5	Muestra biológica		
				Clorofila	5	Muestra biológica		
				Bentos	17	Muestra biológica		
			Oceanográfica	ADCP	1	Registro de datos		
				CTD	1	Registro de datos		
				Disco Secchi	1	Registro de datos		
25/11/2015	418	COL 2	Biológica	Fitoplancton	4	Muestra biológica	Ejecutada	3729
				Zooplancton	4	Muestra biológica		

Fecha	Estación	Bloque	Tipo	Componentes	No Muestras	Tipo de muestra	Estado	Profundidad (m)
29/11/2015	421	COL 2	Biológica	Ictioplancton	4	Muestra biológica	Ejecutada	3342
				Nutrientes	5	Muestra biológica		
				Clorofila	5	Muestra biológica		
			Oceanográfica	ADCP	1	Registro de datos		
				CTD	1	Registro de datos		
			Biológica	Disco Secchi	1	Registro de datos		
				Fitoplankton	1	Muestra biológica		
				Zooplancton	4	Muestra biológica		
				Ictioplancton	4	Muestra biológica		
				Nutrientes	5	Muestra biológica		
				Clorofila	5	Muestra biológica		
				Bentos	17	Muestra biológica		
30/11/2015 - 01/12/2015	425	COL 2	Biológica	ADCP	1	Registro de datos	Ejecutada	3382
				CTD	1	Registro de datos		
				Disco Secchi	1	Registro de datos		
				Fitoplankton	1	Muestra biológica		
				Zooplancton	4	Muestra biológica		
				Ictioplancton	4	Muestra biológica		
				Nutrientes	5	Muestra biológica		
			Oceanográfica	Clorofila	5	Muestra biológica		
				Bentos	17	Muestra biológica		
				ADCP	1	Registro de datos		
30/11/2015	426	COL 2	Biológica	CTD	1	Registro de datos	Ejecutada	3489
				Bentos	17	Muestra biológica		
			Oceanográfica	ADCP	1	Registro de datos		
				CTD	1	Registro de datos		

Fecha	Estación	Bloque	Tipo	Componentes	No Muestras	Tipo de muestra	Estado	Profundidad (m)
03/12/2015	428	COL 2	Biológica	Disco Secchi	1	Registro de datos	Ejecutada	3214
				Fitoplancton	1	Muestra biológica		
				Zooplancton	4	Muestra biológica		
				Ictioplancton	4	Muestra biológica		
				Nutrientes	5	Muestra biológica		
				Clorofila	5	Muestra biológica		
21/04/2016				Bentos	17	Muestra biológica		
03/12/2015			Oceanográfica	ADCP	1	Registro de datos		
				CTD	1	Registro de datos		
01-02/12/2015	431	COL 2	Biológica	Disco Secchi	1	Registro de datos	Ejecutada	3029
				Fitoplancton	1	Muestra biológica		
				Zooplancton	4	Muestra biológica		
				Ictioplancton	4	Muestra biológica		
				Nutrientes	5	Muestra biológica		
				Clorofila	5	Muestra biológica		
				Bentos	17	Muestra biológica		
			Oceanográfica	ADCP	1	Registro de datos		
				CTD	1	Registro de datos		
02/12/2015	432	COL 2	Biológica	Bentos	17	Muestra biológica	Ejecutada	2744
			Oceanográfica	ADCP	1	Registro de datos		
				CTD	1	Registro de datos		
11-12/12/2015	433	COL 2	Biológica	Disco Secchi	1	Registro de datos	Ejecutada	2785
				Fitoplancton	1	Muestra biológica		
				Zooplancton	4	Muestra biológica		
				Ictioplancton	4	Muestra biológica		
				Nutrientes	5	Muestra biológica		

Fecha	Estación	Bloque	Tipo	Componentes	No Muestras	Tipo de muestra	Estado	Profundidad (m)
09/04/2016	435	COL 1	Biológica	Clorofila	5	Muestra biológica	Ejecutada	3860
				Bentos	17	Muestra biológica		
			Oceanográfica	ADCP	1	Registro de datos		
				CTD	1	Registro de datos		
			Biológica	Disco Secchi	1	Registro de datos		
				Fitoplancton	1	Muestra biológica		
				Zooplancton	4	Muestra biológica		
				Ictioplancton	4	Muestra biológica		
				Nutrientes	5	Muestra biológica		
				Clorofila	3	Muestra biológica		
			Oceanográfica	ADCP	1	Registro de datos		
				CTD	1	Registro de datos		
10/04/2016 - 11/04/2016	437	COL 1	Biológica	Disco Secchi	1	Registro de datos	Ejecutada	3766
				Fitoplancton	1	Muestra biológica		
				Zooplancton	4	Muestra biológica		
				Ictioplancton	4	Muestra biológica		
				Nutrientes	5	Muestra biológica		
				Clorofila	3	Muestra biológica		
			Oceanográfica	ADCP	1	Registro de datos		
				CTD	1	Registro de datos		
13/04/2016	442	COL 1	Oceanográfica	ADCP	1	Registro de datos	Ejecutada	3865
				CTD	1	Registro de datos		
11/04/2016 - 12/04/2016	444	COL 1	Biológica	Disco Secchi	1	Registro de datos	Ejecutada	3810
				Fitoplancton	1	Muestra biológica		
				Zooplancton	4	Muestra biológica		
				Ictioplancton	4	Muestra biológica		

Fecha	Estación	Bloque	Tipo	Componentes	No Muestras	Tipo de muestra	Estado	Profundidad (m)	
13/4/2016 - 14/4/2016	446	COL 1	Biológica	Nutrientes	5	Muestra biológica	Ejecutada	3820	
				Clorofila	3	Muestra biológica			
				Bentos	17	Muestra biológica			
				Oceanográfica	ADCP	1	Registro de datos		
					CTD	1	Registro de datos		
				Biológica	Disco Secchi	1	Registro de datos		
					Fitoplancton	1	Muestra biológica		
					Zooplancton	4	Muestra biológica		
					Ictioplancton	4	Muestra biológica		
					Nutrientes	10	Muestra biológica		
					Clorofila	6	Muestra biológica		
					Bentos	17	Muestra biológica		
16/04/2016	449	COL 1	Oceanográfica	Oceanográfica	ADCP	1	Registro de datos	Ejecutada	3831
					CTD	1	Registro de datos		
				Biológica	ADCP	1	Registro de datos		
					CTD	1	Registro de datos		
15/04/2016	451 corregida	COL 1	Biológica	Biológica	Disco Secchi	1	Registro de datos	Ejecutada	3666
					Fitoplancton	1	Muestra biológica		
					Zooplancton	4	Muestra biológica		
					Ictioplancton	4	Muestra biológica		
					Nutrientes	5	Muestra biológica		
					Clorofila	3	Muestra biológica		
					Bentos	17	Muestra biológica		
				Oceanográfica	ADCP	1	Registro de datos		
					CTD	1	Registro de datos		
					Disco Secchi	1	Registro de datos		
17/04/2016	456	COL 1	Biológica				Ejecutada	3815	

Fecha	Estación	Bloque	Tipo	Componentes	No Muestras	Tipo de muestra	Estado	Profundidad (m)
				Fitoplancton	1	Muestra biológica		
				Zooplancton	4	Muestra biológica		
				Ictioplancton	4	Muestra biológica		
				Nutrientes	5	Muestra biológica		
				Clorofila	3	Muestra biológica		
			Oceanográfica	ADCP	1	Registro de datos		
				CTD	1	Registro de datos		
17/4/2016 - 18/4/2016	459	COL 1	Biológica	Disco Secchi	1	Registro de datos	Ejecutada	3739
				Fitoplancton	1	Muestra biológica		
				Zooplancton	4	Muestra biológica		
				Ictioplancton	4	Muestra biológica		
				Nutrientes	5	Muestra biológica		
				Clorofila	3	Muestra biológica		
				Bentos	17	Muestra biológica		
				Oceanográfica	ADCP	1	Registro de datos	
				CTD	1	Registro de datos		
18/4/2016 - 19/4/2016	462	COL 1	Biológica	Disco Secchi	1	Registro de datos	Ejecutada	3528
				Fitoplancton	1	Muestra biológica		
				Zooplancton	4	Muestra biológica		
				Ictioplancton	4	Muestra biológica		
				Nutrientes	10	Muestra biológica		
				Clorofila	6	Muestra biológica		
				Bentos	17	Muestra biológica		
				Oceanográfica	ADCP	1	Registro de datos	
				CTD	1	Registro de datos		
20/04/2016	466	COL 1	Biológica	Disco Secchi	1	Registro de datos	Ejecutada	3343

Fecha	Estación	Bloque	Tipo	Componentes	No Muestras	Tipo de muestra	Estado	Profundidad (m)
21/04/2016	467	COL 1	Biológica	Fitoplancton	1	Muestra biológica	Ejecutada	3300
				Zooplancton	4	Muestra biológica		
				Ictioplancton	4	Muestra biológica		
				Nutrientes	5	Muestra biológica		
				Clorofila	3	Muestra biológica		
				Bentos	17	Muestra biológica		
				Oceanográfica	ADCP	1	Registro de datos	
				Oceanográfica	CTD	1	Registro de datos	
				Disco Secchi	1	Registro de datos		
				Fitoplancton	1	Muestra biológica		
12/4/2016	469	COL 1	Biológica	Zooplancton	4	Muestra biológica	Ejecutada	3855
				Ictioplancton	4	Muestra biológica		
				Nutrientes	5	Muestra biológica		
				Clorofila	3	Muestra biológica		
				Oceanográfica	ADCP	1	Registro de datos	
				Oceanográfica	CTD	1	Registro de datos	
				Bentos	17	Muestra biológica	Ejecutada	3855

La embarcación en la que se realizaron los muestreos corresponden a un remolcador de la empresa Serport que tiene su sede en la ciudad de Cartagena, y desde hace varios años se ha destinado a cruceros de investigación para la toma de muestras de estudios oceanográficos, biológicos y pesqueros, por lo tanto se ha acondicionado para ello (Figura 23). La ficha técnica de la embarcación es la siguiente:

- ✓ Nombre: Don Rodrigo B
- ✓ Matrícula: MC-05-631
- ✓ Bandera: Colombiana
- ✓ Tipo: Remolcador Multipropósito
- ✓ Eslora: 110 pies
- ✓ Manga: 22 pies

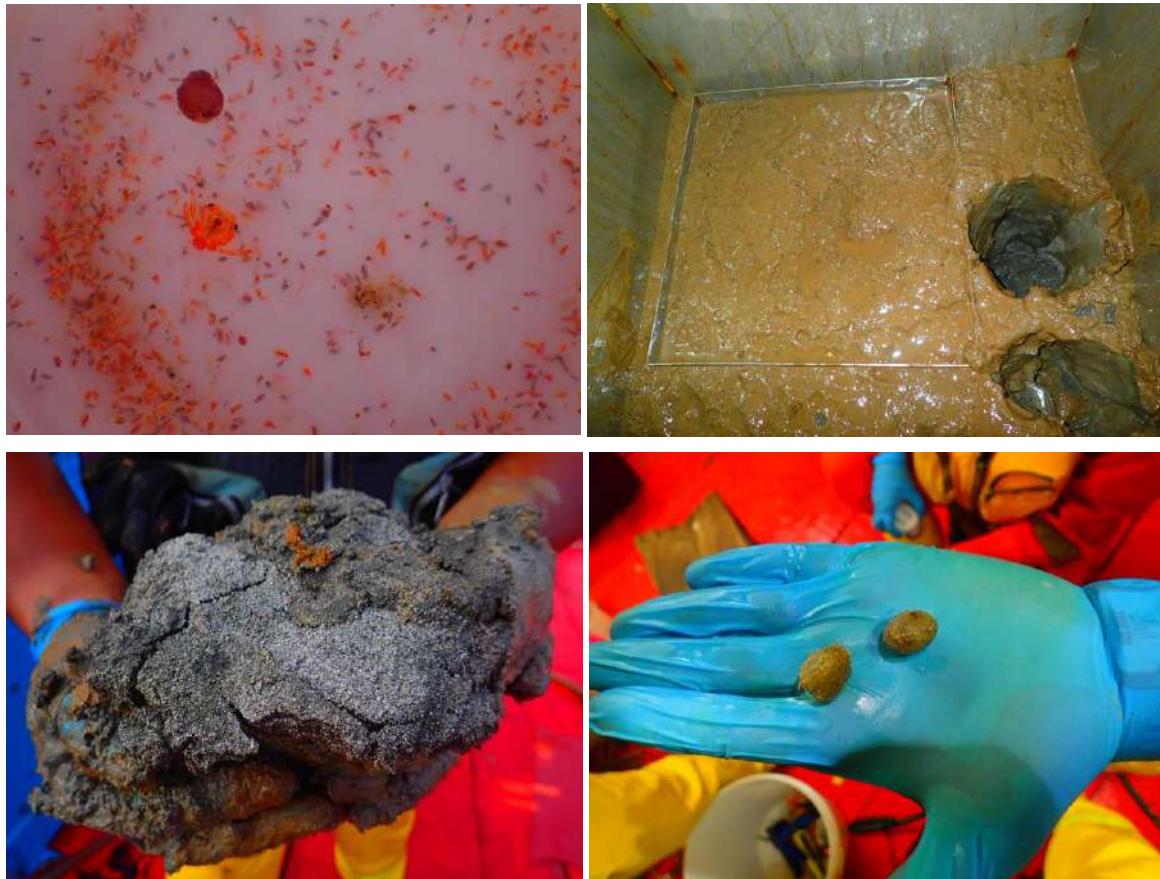


Figura 23. Imagen del remolcador *Don Rodrigo B.*, empleado para el muestreo biológico y oceanográfico sobre los bloques COL 1 y COL 2 (Fuente: Fundación Omacha).

Se cuentan en total 31 estaciones de registros de datos oceanográficos con ADCT y CTD (19 en COL2 y 12 en COL1) y 20 estaciones para toma de datos con Disco Secchi.

En el componente biológico se colectaron 289 muestras de bentos (correspondientes a 17 estaciones), 25 muestras de fitoplancton, 79 de ictioplancton y 79 de zooplancton (correspondientes a 20 estaciones). Al Laboratorio de Calidad Ambiental marina del INVEMAR fueron ingresadas 91 muestras para la medición de clorofila y 115 muestras para el análisis de nutrientes (20 estaciones). De igual forma se cuentan con 20

muestras de sedimentos para llevar a cabo el análisis de calcimetría, granulometría y materia orgánica.



*Figura 24. Muestras biológicas y de sedimento obtenidas durante la campaña de exploración al Bloque COL1.*

Todas las muestras reposan en las instalaciones del Laboratorio del Museo de Historia Natural Marina de Colombia -MAKURIWA y están siendo procesadas para su adecuada preservación y almacenamiento para poder ser analizadas posteriormente. La experiencia adquirida en estos bloques permite proponer nuevas metodologías y estudios que se ajusten a conocer de mejor manera las condiciones observadas en estas aguas profundas poco exploradas del Caribe colombiano manteniendo con eje principal la seguridad del personal, los equipos y las muestras a adquirir.

### 3 Inventario de mamíferos marinos, aves y tortugas en los bloques COL 1 y COL 2

Adicionalmente a las colectas de muestras biológicas y de datos oceanográficos, se realizaron registros de cuatro grupos de fauna marina (mamíferos, peces, aves y tortugas) sobre los bloques de interés, con el fin de dar cumplimiento a las políticas y regulaciones del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), que conducen a evitar efectos perjudiciales sobre las poblaciones de estos grupos (Trujillo *et al.*, 2013).

Dichas medidas pretenden promover el levantamiento de información concerniente a presencia y distribución de las especies a lo largo del mar territorial Colombiano, aprovechando las diversas embarcaciones y plataformas que se encuentran actualmente desarrollando proyectos de levantamiento de información, siendo ésta una de las líneas de acción del plan nacional para la conservación de los mamíferos acuáticos de Colombia (Trujillo *et al.*, 2014).

Esta actividad contó con 5 objetivos específicos:

- Identificar las especies de mamíferos, aves, tortugas y peces marinos presentes en dentro de los bloques COL 1, COL 2, como en las rutas de navegación.
- Registrar información que permita establecer la riqueza y distribución de especies de diferentes grupos taxonómicos de fauna marina en la zona de influencia del área de muestreo.
- Determinar los patrones de distribución de las especies de mamíferos, aves, tortugas y peces marinos que se encuentren en el área de muestreo.
- Registrar embarcaciones que se encuentre realizando actividad pesquera dentro y en zonas circundantes a los Bloques COL 1 y COL 2,
- Capacitar a los tripulantes de la embarcación Don Rodrigo B. en el registro y reporte de especies de mamíferos marinos, tortugas, aves, peces y embarcaciones pesqueras presentes en la zona.

Los métodos, procedimientos y materiales que se utilizaron están basados en los parámetros que ha desarrollado la JNCC desde el año 1995 en el Reino Unido para minimizar afectaciones sobre cetáceos, principalmente por actividades de sísmica marina (Stone, 2015, Omacha e INVEMAR 2015, 2016).

Se contó con un OFM con formación en biología marina para del registro e identificación de la fauna encontrada durante todo el periodo de muestreo mediante búsquedas visuales permanentes que iniciaban desde las 6:00 A.M. hasta las 6:00 P.M. (12 horas), es decir que se aprovechó la luz del día. Este periodo se dividió en dos turnos de tres y uno de cuatro horas con dos recesos de 60 minutos entre cada uno para evitar la fatiga

visual del observador, la cual puede ocasionar deficiencias que se pueden reflejar en la subestimación del número de avistamientos.

Teniendo en cuenta lo anterior se cumplieron con los lineamientos del MMADS respecto a los requisitos que deben cumplir los OFM como son:

- Acreditación de un pregrado en biología, ecología o ciencias afines
- Por lo menos un curso de matemáticas o estadística, o contar con el respaldo de una institución que cuente con cursos en matemáticas y estadística
- Entrenamiento técnico certificado como OFM
- Experiencia específica certificada mínimo de un año como observador pesquero u OFM.

Se escogió un lugar de la embarcación que en primera instancia brindara seguridad a los OFM y además les permitiera tener un campo visual de 360 grados. En este caso fueron las alas del puente de mando (Figura 25). Sin embargo, las condiciones climáticas como la lluvia, altura de olas elevadas, brisa fuerte y bruma, afectan la detección e identificación de mamíferos marinos.



*Figura 25. Puntos de ubicación del OFM durante las horas de avistamiento a bordo de la embarcación Don Rodrigo B.  
(Fuente: Fundación Omacha).*

Toda la información recolectada por el OFM durante el periodo de embarque fue registrada en formatos físicos, mientras que las bases de datos se encuentran archivadas en el programa de OFM de la Fundación Omacha. Los instrumentos de recolección de información incluyen: el formato de esfuerzo, el formato de registro de mamíferos marinos, avifauna, ictiofauna y de tortugas. De igual forma hacen parte de estos instrumentos los formatos de registro de embarcaciones pesqueras.

Aunque el OFM ha sido capacitado en la identificación de los diferentes grupos de fauna y cuenta con experiencia de varios años de trabajo con peces, se apoyó con las siguientes guías identificación para confirmar las especies o taxas más bajas a las que pudo llegar: Guía de identificación de la fauna marina del Caribe y Pacífico Oriental Tropical - cetáceos, sirénidos y tortugas (Garthner *et al.*, 2010), Guía de identificación de la FAO, Marine mammals of the world (Jefferson *et al.*, 1994), Encyclopedia of marine mammals, segunda edición (Perrin *et al.*, 2009), la Guía de campo de las aves de Colombia (McMullan *et al.*, 2011), la Guía de las especies migratorias de la Biodiversidad en Colombia, volumen 1: Aves (Naranjo *et al.*, 2012) y la Guía de peces de la FAO : FAO species identification guide for fishery purposes, Volumenes 1, 2 y 3 (Carpenter, 2002)

Adicionalmente el proceso de identificación fue reconfirmado y avalado por expertos de cada grupo taxonómico de la Fundación Omacha. Una vez confirmadas las identificaciones, se realizó una descripción de cada una de las especies encontradas mediante fichas técnicas.

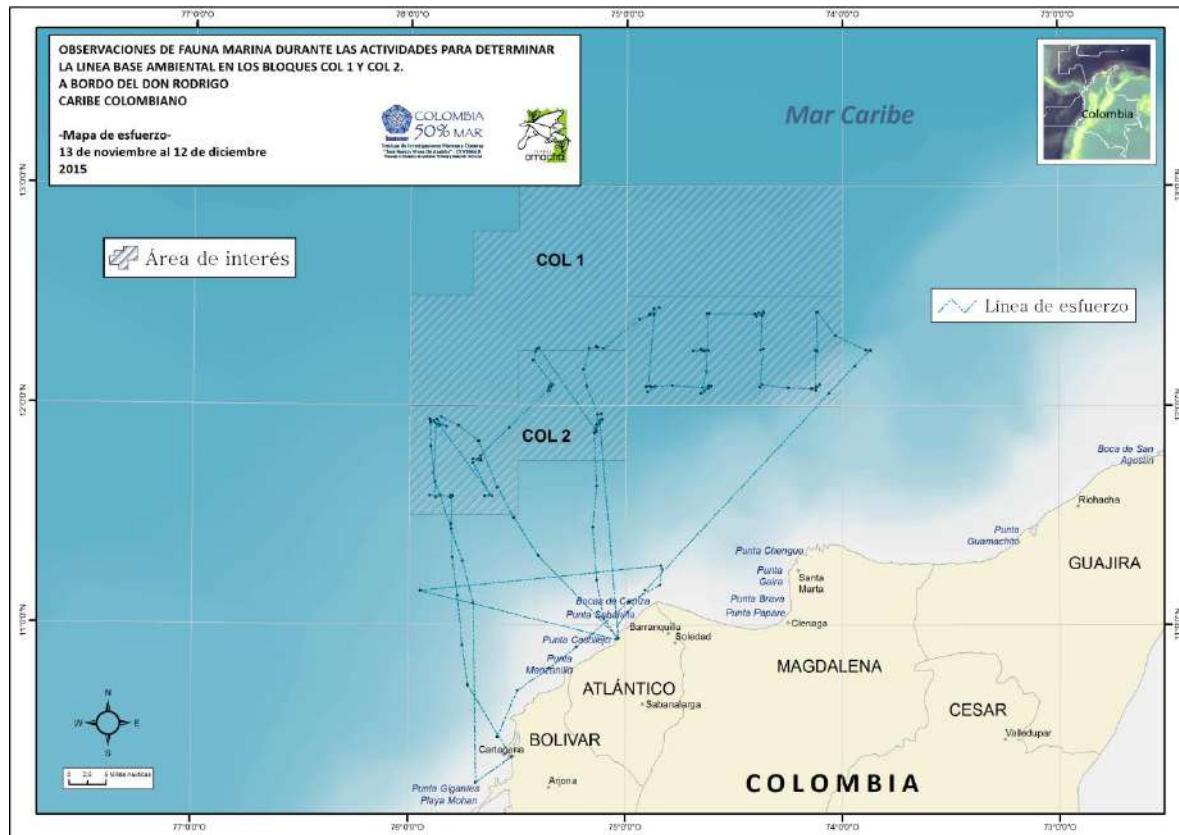
El registro fotográfico de todas las observaciones fue separado en carpetas de acuerdo al grupo de fauna al que correspondieron con el fin de tener soporte de la identificación. Así mismo, éstas fueron seleccionadas y depuradas teniendo en cuenta su calidad. Los OFM contaron, entre otros, con los siguientes equipos:

- Cámara fotográfica profesional Nikon D5100 con lente de 70 – 300 mm, para tener registros de óptima calidad que permitan apoyar la identificación de las especies avistadas y además sean fuente de evidencia.
- Binoculares reticulados TASCO OS36 7x50, para facilitar las observaciones a grandes distancias.
- GPS Garmin: GPS Map 62 Sc, para georeferenciar los lugares donde se presentaron las observaciones.

En complemento se llevó a cabo una corta capacitación a todos los miembros de la tripulación con el fin de dar a conocer la función del OFM dentro de la embarcación y las razones por las cuales el MADS determina la obligación a todas las empresas e instituciones que realizan algún tipo de estudio o intervención del medio marino de llevar a bordo un profesional en este campo.

### 3.1 Observación de fauna marina sobre el bloque COL2.

En total se realizaron 31 días de observación con 260 horas de esfuerzo donde se presentaron 85 registros de fauna que se distribuyeron en 57 de aves, 20 de peces, cinco de mamíferos marinos, uno de tortugas y dos de embarcaciones pesqueras (Figura 26).



**Figura 26.** Ruta de navegación de la embarcación Don Rodrigo B. durante la campaña realizada sobre el bloque COL 2, Caribe colombiano. (Fuente: Fundación Omacha).

Las condiciones climáticas durante el periodo de muestreo predominaron por fuertes vientos provenientes la mayor parte del tiempo del noreste con un promedio general de 3,5 ( $\pm 1,8$ ) medido según la escala Beaufort, donde se encontraron valores que oscilaron entre 1 y 7 (Figura 27). Sin embargo, la visibilidad durante todas las horas del día fue buena con alcances de hasta 5 km. El brillo solar que predominó durante más de la mitad de las horas de observación fue fuerte con ausencia de nubes, pero también se pesetearon algunos días totalmente nublados, principalmente cuando se presentaron ventanas de buen tiempo.

El estado de las condiciones del mar que incluye la altura de las olas y velocidad del viento son factores que influyen en el número de observaciones que pueda llegar a tener un OFM. De hecho se ha documentado que condiciones marinas que presenten una escala Beaufort tres (B3) donde las olas superan los 2 m de altura con visibilidades de menos de 5 km disminuyen la detectabilidad de fauna marina por parte del OFM por lo menos 10 veces (Harwood y Joynt, 2009). También se ha sugerido que condiciones Beaufort cinco (B5) es el límite para la observación de grandes cetáceos (Weir y Dolman, 2007).



Figura 27. Imágenes de las condiciones del mar encontradas durante la campaña al Bloque COL 2: Beaufort 3 (Sup. Izq.), Beaufort 4 (Sup. Der.), Beaufort 5 (Inf. Izq.) y Beaufort 6 (Inf. Der.). (Fuente: Fundación Omacha).

Aunque se presentaron registros de todos los grupos de fauna el número fue bajo teniendo en cuenta la duración de la campaña oceanográfica. Lo anterior se debe al predominio de fuertes vientos que incidieron para que las condiciones del mar no fueran las más favorables para la detección de fauna.

### 3.1.1 Mamíferos marinos

De los cinco registros de mamíferos marinos encontrados en esta área, tres correspondieron a *Stenella frontalis* y dos a individuos de este mismo género que no se pudieron llevar a especie, debido a la corta duración de la observación, a los comportamientos que presentaron los individuos (nado bajo la superficie del agua) y a las desfavorables condiciones del clima (Figura 28).

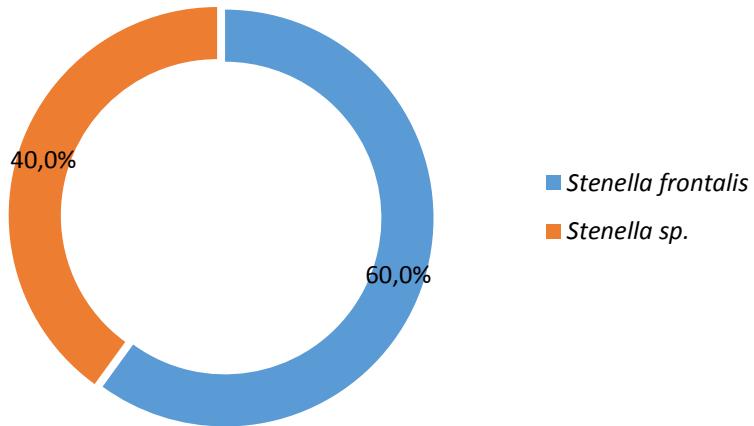


Figura 28. Porcentaje de avistamientos de mamíferos marinos durante la campaña oceanográfica realizada en los Bloque de exploración COL 1 y COL 2 a bordo de la embarcación Don Rodrigo B.

Por otra parte cuatro observaciones se presentaron dentro del área del Bloque COL 2 y la restante en la ruta de navegación establecida para acceder al área de estudio (Figura 29 y Tabla 3)

Tabla 3. Relación del número de avistamientos de mamíferos marinos, durante la campaña sobre el bloque COL 2.

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	UICN*	# REGISTROS EN ÁREA DE ESTUDIO	# REGISTROS EN RUTA	# TOTAL DE REGISTROS
<b>Cetacea</b>	Delphinidae	<i>Stenella frontalis</i>	Delfín manchado del Atlántico	LC	3		3
		<i>Stenella sp</i>	Delfín	LC	1	1	2
<b>TOTAL</b>					2	3	5

\* Categoría UICN. Grado de Amenaza: DD – Datos Insuficientes; LC – Preocupación Menor; NT – Casi Amenazado; VU – Vulnerable; EN – En Peligro; CR – En Peligro Crítico; EX – Extinto. Fuente: (UICN 2015). De las especies de mamíferos registradas ninguna está considera amenazada según la UICN.

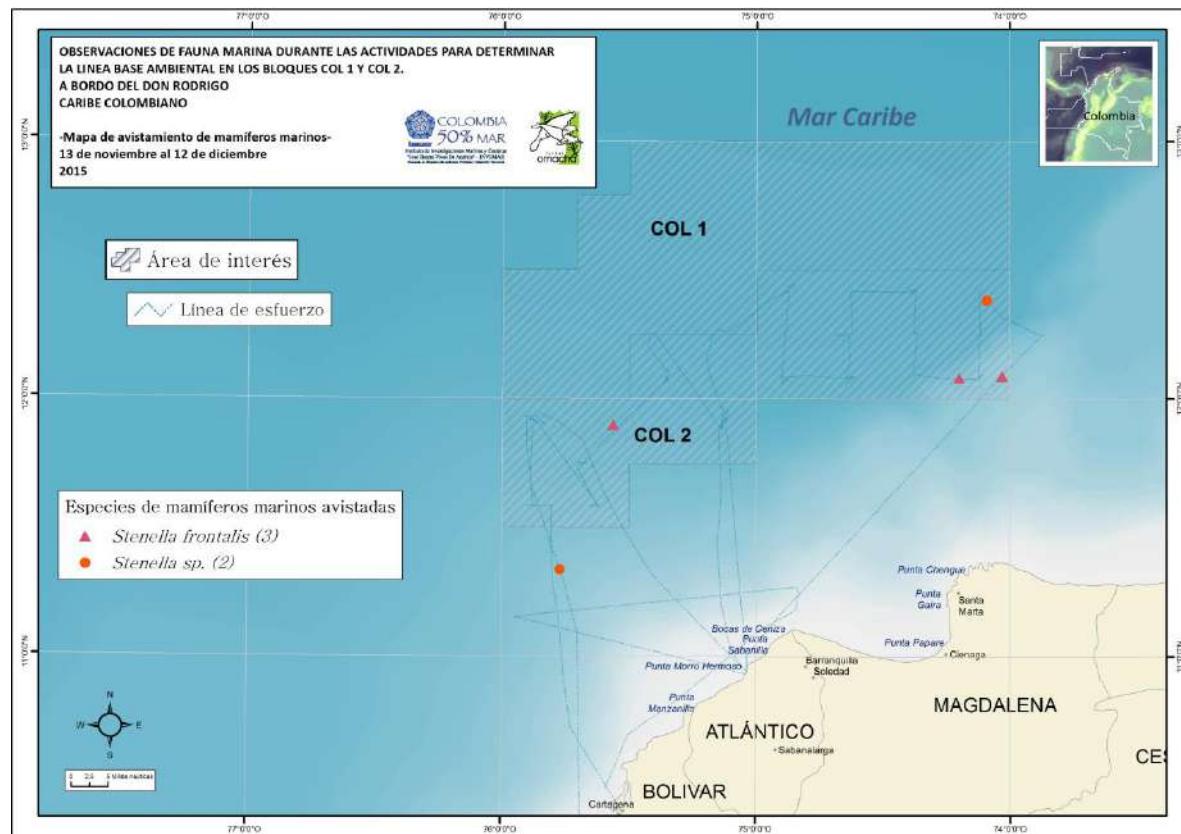


Figura 29. Distribución geográfica de los avistamientos de mamíferos marinos reportados.

El primer registro tuvo una duración de 10 minutos mientras los dos restantes de cuatro minutos cada uno. En dos de ellos los individuos presentaron comportamientos de nado rápido, exposición de la aleta dorsal, exposición parcial y total del cuerpo y bowriding, mientras que en el otro predominó el nado lento, exposición de la aleta dorsal y exposición parcial del cuerpo (Figura 30).



Figura 30. Avistamientos de individuos de *Stenella frontalis* a bordo de la embarcación Don Rodrigo B (Fuente: Fundación Omacha).

### 3.1.2 Aves

Toda la avifauna avistada es común para las zonas costeras y oceánicas del territorio colombiano. Se presentaron en total 57 avistamientos de aves, agrupados en ocho órdenes y 12 familias donde fue posible identificar 14 especies, un individuo hasta género y cuatro se tuvieron dejar como indeterminados ya que no fue posible llevarlos hasta ninguna de estas dos taxas (Tabla 4). Por otra parte el 45,6% de las observaciones se presentaron dentro del área de estudio mientras que el 64,4% restante en las rutas de navegación y en Puerto Velero donde la embarcación se refugió algunos días debido a las malas condiciones climáticas que se presentaron costa afuera (Figura 31).

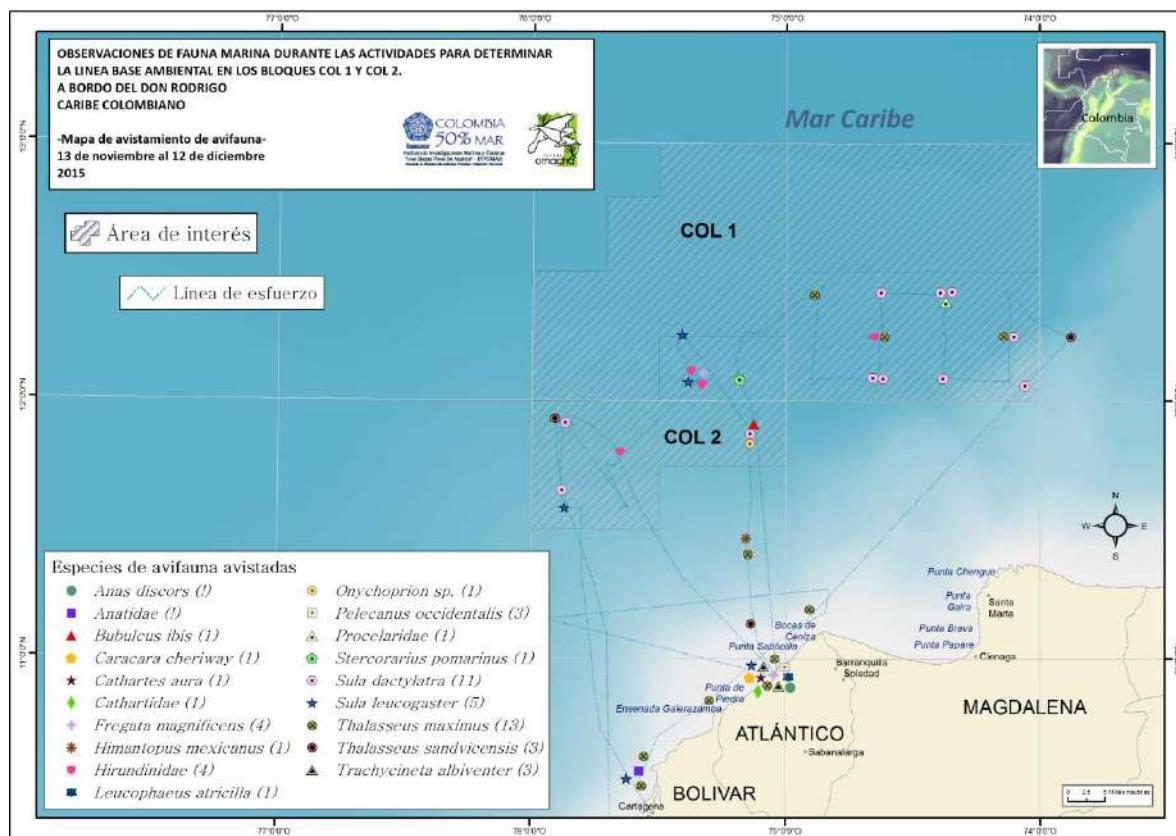
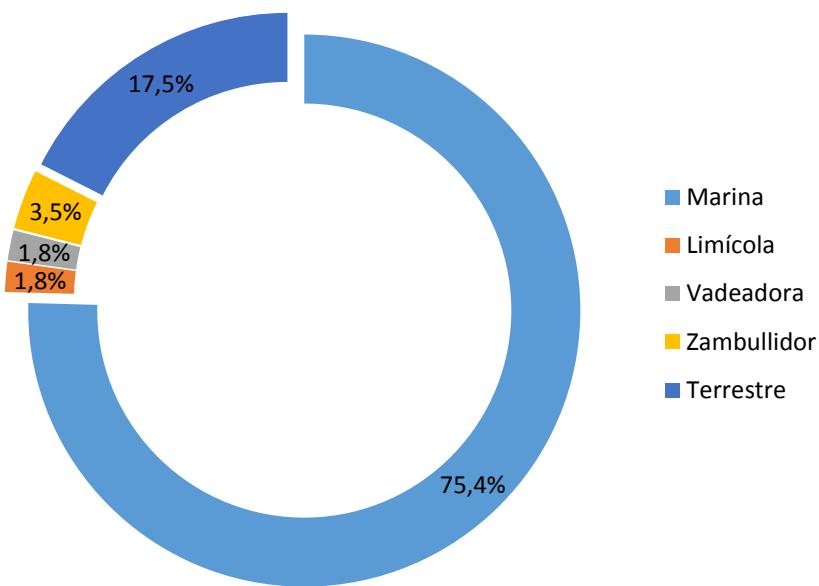


Figura 31. Distribución geográfica de los avistamientos de aves marinas reportados a bordo de la embarcación Don Rodrigo B., durante la campaña realizada sobre el bloque COL 2. (Fuente: Fundación Omacha).

**Tabla 4. Relación del número de avistamientos de aves durante la campaña oceanográfica realizada en los Bloques COL 1 y COL 2, a bordo de la embarcación Don Rodrigo B.**

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	UICN*	# TOTAL DE REGISTROS	# REGISTROS EN ÁREA DE ESTUDIO	# REGISTROS EN RUTA DE NAVEGACIÓN
<b>Anseriformes</b>	Anatidae	<i>Anas discors</i>	Pato careto	LC	1		1
		Indeterminada	Pato	LC	1		1
<b>Procelariiformes</b>	Procellariidae	Indeterminada	Pardela	LC	1	1	
<b>Suliformes</b>	Sulidae	<i>Sula dactylatra</i>	Piquero enmascarado	LC	11	10	1
		<i>Sula leucogaster</i>	Piquero pardo	LC	5	3	2
	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata común	LC	4	1	3
<b>Pelecaniformes</b>	Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano común	LC	3		3
	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garcita de ganado	LC	1	1	
<b>Cathartiformes</b>	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Guala cabeciroja	LC	1		1
		Indeterminada	Guala	LC	1		1
<b>Falconiformes</b>	Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara moñudo	LC	1		1
<b>Charadriiformes</b>	Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Cigueñuela	LC	1		1
	Stercorariidae	<i>Stercorarius pomarinus</i>	Págalo pomarino	LC	1	1	
	Lariidae	<i>Onichoprion sp.</i>	Gaviotín	LC	1		1
		<i>Leucophaeus atricilla</i>	Gaviota reidora	LC	1		1
		<i>Thalasseus maximus</i>	Gaviotín real	LC	13	3	10
		<i>Thalasseus sandvicensis</i>	Gaviotín patinegro	LC	3	2	1
<b>Passeriformes</b>	Hirundinidae	<i>Trachycineta albiventer</i>	Golondrina aliblanca	LC	3		3
		Indeterminada	Golondrina	LC	4	4	
<b>TOTAL</b>					<b>57</b>	<b>26</b>	<b>31</b>

El 82,5% de las observaciones correspondieron a aves acuáticas predominando las de tipo marino. El significativo porcentaje de aves terrestres correspondió a especies observadas durante los días de fondeo en el sector de Puerto Velero (Figura 32).



*Figura 32. Porcentaje de avistamientos de aves de acuerdo a la clasificación establecida según el tipo al que pertenecen.*

A nivel de especie la más observada fue *Thalasseus maximus* que se presentó en áreas cercanas a la costa como dentro del área de estudio, mientras que *Sula dactylatra* la cual presentó el segundo mayor numero registros solo se encontró dentro del área de estudio. Registros de *Sula leucogaster*, *Fregata magnificens* e individuos de la familia Hirundinidae también presentaron valores significativos (Figura 33).

De las 78 especies de aves marinas que se tienen registradas para Colombia (Estela *et al.*, 2010), en este periodo de observaciones de fauna se presentaron 10 especies es decir el 12,8%.

Las aves marinas se definen como aquellas especies cuyo hábitat y principal fuente de alimento es el mar bien sea en ambientes costeros o pelágicos (Harrison, 1983 en: Estela *et al.*, 2010). En general, estas se alimentan de peces u otros recursos marinos, como cefalópodos y crustáceos, suelen tener patas palmeadas, y también se caracterizan por tener glándulas en cavidades especiales del cráneo, que les permiten excretar el exceso de sales que ingieren con su comida y el agua de mar (Schmidt-Nielsen 1960, Schreiber y Burger 2002 en: Estela *et al.*, 2010).

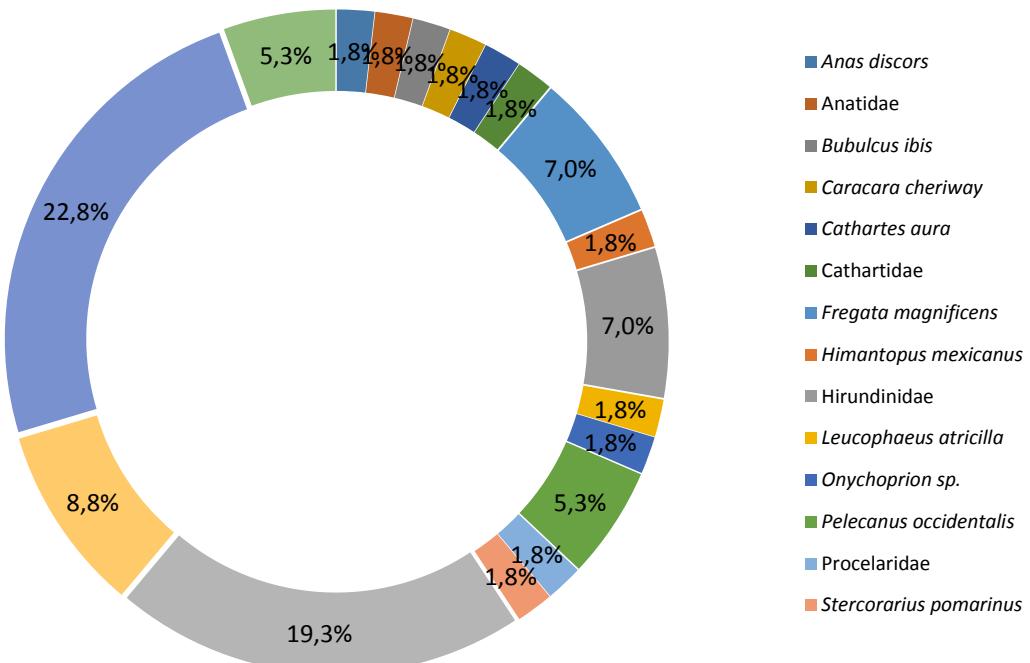


Figura 33. Porcentaje avistamientos para cada una de las taxas de aves que se presentaron durante la campaña.

En Colombia los estudios dirigidos a este tipo de aves son escasos en parte porque se requiere de necesidades logísticas más exigentes con respecto a los estudios de aves terrestres (Estela *et al.*, 2010). Es por esto que la información de muchas de estas especies es limitada.

De las 14 especies que se lograron identificar el 71,4% corresponde a aves migratorias. Aproximadamente el 10% de las aves presentes en Colombia son migratorias latitudinales. La mayoría son migratorias boreales que se reproducen al norte del Trópico de Cáncer. (CALIDRIS, 2004; Gómez *et al.*, 2011).

La información disponible para la migración de aves boreales en el continente americano sugiere tres grandes rutas de migración: la ruta centroamericana, la ruta del Golfo de México y la ruta del Atlántico (CALIDRIS, 2004). La Ruta del Golfo de México hace su ingreso a Colombia alrededor de la Sierra Nevada de Santa Marta, albergándose la mayoría de especies en la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM) para posteriormente continuar su viaje al sur del país (Naranjo *et al.*, 2012). Teniendo en cuenta que la CGSM se encuentra en frente de los Bloques de exploración COL 1 y COL 2 se puede justificar el alto porcentaje de registros de especies migratorias.

Como se mencionó anteriormente *Thalasseus maximus* presentó el mayor número de registros, esta especie a pesar de ser migratoria presenta poblaciones reproductivas en Colombia (Naranjo *et al.*, 2012), caso que no ocurre con *Thalasseus sandvicensis* y

*Leucophaeus atricilla* de las cuales se desconoce el origen de sus poblaciones y muchos aspectos de su ecología (Estela *et al.*, 2010) (Figura 34).



Figura 34. Aves marinas de la familia Lariidae observadas a bordo de la embarcación Don Rodrigo B., durante la campaña: *Thalasseus maximus* (Sup.), *Thalasseus sandvicensis* (Inf. Izq.) y *Leucophaeus atricilla* (Inf. Der.). (Fuente: Fundación Omacha).

En todos los avistamientos *Sula dactylatra* y *Sula leucogaster* se encontraron solitarios con comportamientos al vuelo y de alimentación aprovechando cuando la embarcación estaba en movimiento para capturar los peces voladores que salían del agua a causa del desplazamiento del barco (Figura 35). Estas aves, además de alimentarse de peces Exocoetidae (voladores) que en algunas zonas son los principales componentes de su dieta, también puede consumir individuos de las familias Engraulidae, Scombridae y Clupeidae, entre otros peces que pueda capturar cerca de superficie (Mellink *et al.*, 2001 y Naves *et al.*, 2002). Una de las estrategias de búsqueda de alimento más importante para aves tropicales marinas es alimentarse aprovechando la actividad depredadora subsuperficial de peces como los atunes, los cuales atraen a los peces a superficie para capturarlos (Ballance y Pitman, 1999).

Para el Caribe colombiano han sido reportados en los cayos del Archipiélago de San Andrés y Providencia, también son relativamente comunes al frente de las costas del Parque Nacional Natural Tayrona. Se describen posibles migraciones locales de individuos adultos y juveniles en áreas de influencia de sus colonias. Están catalogados bajo la categoría de “Preocupación Menor” (LC) según la IUCN (Naranjo *et al.*, 2012).



**Figura 35.** Aves marinas de la familia Sulidae observadas a bordo de la embarcación Don Rodrigo B., durante la campaña. *Sula dactylatra* (Izq.) y *Sula leucogaster* (Der.). (Fuente: Fundación Omacha).

El págallo pomarino (*Stercorarius pomarinus*) solo se presentó costa afuera dentro del área del Bloque COL 2, esta especie altamente pelágica principalmente en áreas de surgencia de aguas tropicales y subtropicales, solo se acerca a la costa en épocas de crianza (Birdlife International, 2015). Al ser una especie migratoria tiene muchas rutas mar adentro (Figura 36). Estos individuos se caracterizan por presentar un tamaño mediano además de ser excelentes predadores marinos, y de tener habilidades de vuelo que les permite superar a otras especies como las gaviotas en velocidad y disputa para obtener alimento (Naranjo *et al.*, 2012).



**Figura 36.** Págallo pomarino (*S. pomarinus*) observado a bordo de la embarcación Don Rodrigo B., durante la campaña oceanográfica realizada en los Bloques COL 1 y COL 2. (Fuente: Fundación Omacha).

También se presentaron observaciones de otro tipo de aves acuáticas migratorias como es el caso de *Himantopus mexicanus* e individuos de la familia Anatidae las cuales concordaron con el periodo de migración boreal (septiembre-noviembre). Estos invernantes presentan poblaciones reproductivas en Colombia y se caracterizan por habitar lagunas costeras, humedales de agua dulce y salobres (Naranjo *et al* 2012) (Figura 37).



**Figura 37.** Aves acuáticas migratorias observadas a bordo de la embarcación Don Rodrigo B., durante la campaña *Himantopus mexicanus* (Izq.) y *Anatidae* (Der.). (Fuente: Fundación Omacha).

Especies de hábitats costeros como *Pelecanus occidentalis* y *Fregata magnificens* (Naranjo et al., 2012), solo fueron observadas en el sector de Puerto Velero, al igual que especies terrestres como Caracara cheriway, *Cathartes aura* y *Trachycineta albiventer*, que también suelen encontrarse sobre el litoral costero (Figura 38).



**Figura 38.** Aves costeras y terrestres observadas a bordo de la embarcación Don Rodrigo B., durante la campaña al bloque COL 2: *Pelecanus occidentalis* (Sup. Izq.), *Fregata magnificens* (Sup. Cent.), *Caracara cheriway* (Sup. Der.), *Cathartes aura* (Inf. Izq.) y *Trachycineta albiventer* (Inf. Der.). (Fuente: Fundación Omacha).

### 3.1.3 Tortugas

Se presentó solo una observación de tortugas marinas dentro del área del Bloque COL 2 (Figura 39). Esta fue detectada por el capitán de la embarcación durante el periodo de descanso del observador de fauna, y debido a la corta duración que tuvo no se pudieron obtener registros fotográficos en el momento que el OFM subió al puente para hacer el registro, por tanto no fue posible determinar la especie a la que correspondía. Los avistamientos para este grupo son considerados escasos por la dificultad de apreciar los individuos desde la embarcación debido a su comportamiento fuertemente evasivo y a que no suelen permanecer mucho tiempo en superficie.

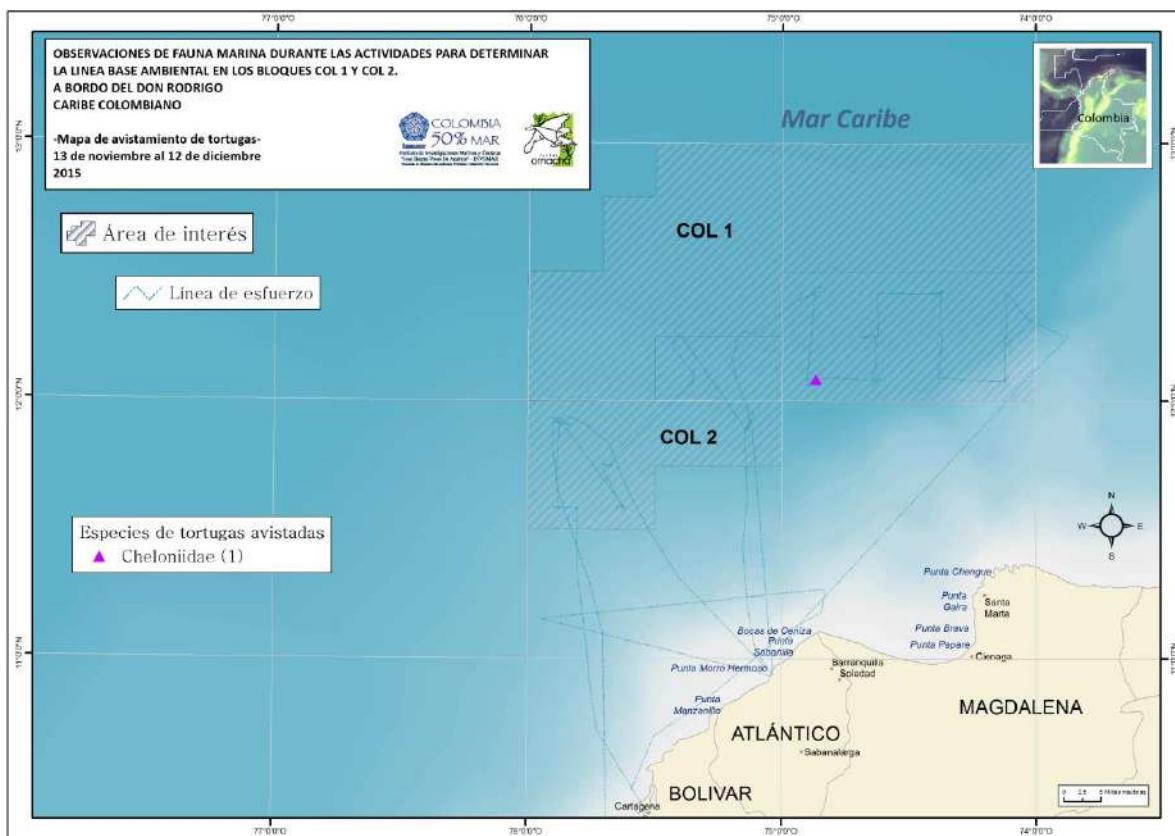


Figura 39. Ubicación geográfica del avistamiento de tortugas marinas a bordo de la embarcación Don Rodrigo B. durante la campaña oceanográfica realizada en los Bloques COL 1 y COL 2. (Fuente: Fundación Omacha).

Las seis especies de tortugas marinas que se presentan en Colombia se encuentran amenazadas de extinción. Es por esto que para su conservación es de especial importancia conocer sus rutas de migración, lugares de anidación y zonas de alimentación ya que este tipo de información es muy escasa y fragmentada y solo se basa en el conocimiento tradicional de comunidades de pescadores (Ministerio del Medio Ambiente, 2002). Por lo tanto la información obtenida durante estos turnos de observación es muy importante para contribuir con este propósito.

### 3.1.4 Peces

En total se presentaron 20 registros de peces distribuidos dentro del área de estudio y en las rutas de navegación (Figura 40). Estos se agruparon en cuatro familias pudiendo identificar solo una especie debido a que las condiciones del mar no permitieron observar características distintivas para la identificación a niveles más bajos (Tabla 5).

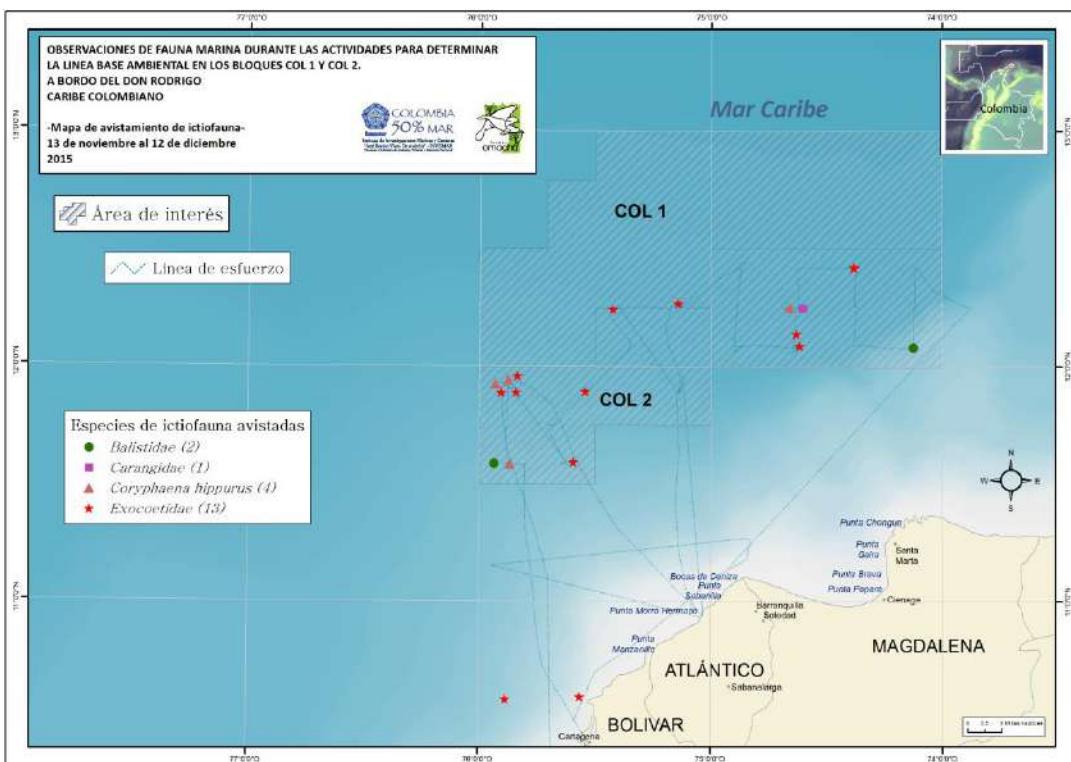
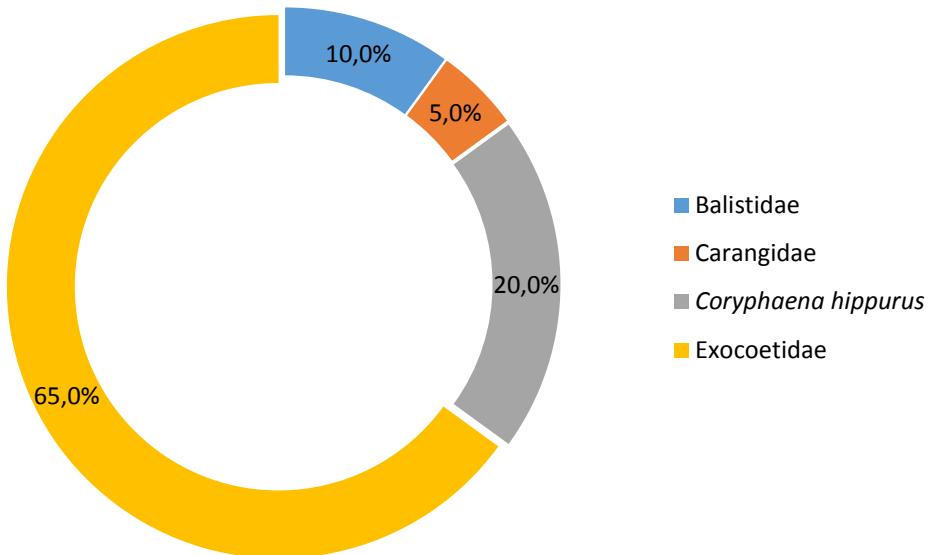


Figura 40. Distribución geográfica de los avistamientos de peces reportados a bordo de la embarcación Don Rodrigo B. durante la campaña oceanográfica realizada en el bloque COL 2. (Fuente: Fundación Omacha).

Tabla 5. Relación del número de peces observados, durante la la campaña oceanográfica realizada en los Bloques COL 1 y COL 2, a bordo de la embarcación Don Rodrigo B.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO Y/O ESPECIE	NOMBRE COMÚN	# REGISTROS
ACTINOPTERYGII	Tetradontiformes	Balistidae	Indeterminado	Pez ballesta	2
	Perciformes	Coryphaenidae	<i>Coryphaena hippurus</i>	Pez dorado	4
		Carangidae	Indeterminado		1
		Beloniformes	Exocoetidae	Volador	13
<b>TOTAL</b>					<b>20</b>

Más de la mitad de las observaciones correspondieron a la familia Exocoetidae seguido por la especie *Coryphaena hippurus* y las familias Balistidae y Carangidae respectivamente (**Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).



**Figura 41. Porcentaje avistamientos para cada una de las taxas de peces que se presentaron durante la campaña oceanográfica realizado en el bloque COL 2 a bordo de la embarcación Don Rodrigo B.**

Los peces voladores son muy abundantes principalmente en aguas oceánicas superficiales de mares cálidos, su forma de torpedo aerodinámico les permite alcanzar bajo el agua la velocidad suficiente para emergir a la superficie y sus grandes aletas pectorales en forma de alas les sirve para transportarse por el aire (Carpenter, 2002) (Figura 41), siendo esta una la razón principal por la cual presentó el mayor número de avistamientos en condiciones climáticas que dificultan la observación de otras especies de peces que no tienen este comportamiento y características morfológicas. Este pez puede alcanzar entre 25 cm y 45 cm de longitud, como también velocidades entre los 50 y 60 km bajo el agua durante períodos de tiempo cortos, además de mantener el vuelo con solo aletear su aleta caudal (Carpenter, 2012). Como muchos animales marinos se sienten atraídos por la luz razón por la cual en muchas ocasiones amanecieron sobre la cubierta de la embarcación. Ecológicamente tienen gran importancia debido a que son fuente de alimento de varias especies de peces, aves, y mamíferos marinos.

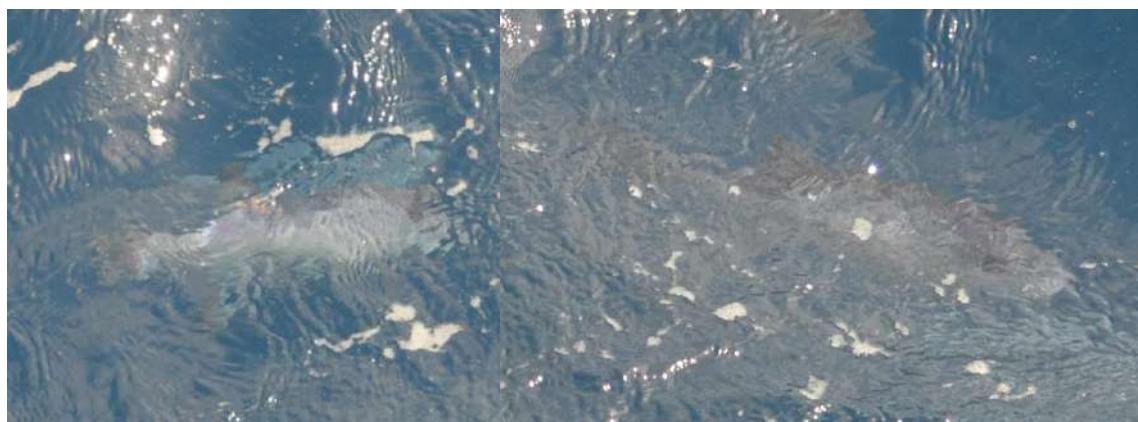
La especie *Coryphaena hippurus* se encuentra presente en áreas pelágicas y aguas oceánicas. Se caracteriza porque se encuentra comúnmente asociada a objetos flotantes, ya sean naturales o artificiales (Kojima, 1961 en: Tripp-Valdez, 2005). Este comportamiento se debe a que se alimentan de peces, en su mayoría juveniles, que

utilizan estos objetos como refugio. Esto se evidenció debido a que se acercaron a la embarcación por varias horas mientras esta se encontraba a la deriva. Morfológicamente presentar colores fuertes y alcanzar tallas de hasta 50 cm en su primer año de vida (Figura 42), además de ser tolerante a amplios rangos de temperatura que pueden oscilar entre los 15 °C hasta los 29 °C. Se le encuentra normalmente cerca de bancos de peces que son su fuente de alimento (Carpenter, 2002).



**Figura 42.** Pez volador de superficie (Exocoetidae) (Izq.) y pez dorado (*Coryphaena hippurus*). (Der.), observados a bordo de la embarcación Don Rodrigo B., durante la campaña oceanográfica realizada sobre el bloque COL 2. (Fuente: Fundación Omacha).

Para la región central occidental del Atlántico se han registrado dos especies pelágicas de la familia Balistidae. La primera, *Canthidermis maculata* que se caracteriza por estar asociada a objetos flotantes, y la segunda *Canthidermis sufflamen* asociada a áreas arrecifales costa afuera donde disminuye la profundidad (bajos) (Carpenter, 2002). Teniendo en cuenta que los individuos observados se acercaron a la embarcación y se presentaron en áreas donde la profundidad fue de 2.153 y 2.860 metros, se cree que los individuos observados pueden pertenecer a la primera especie (Figura 43).



**Figura 43.** Individuos de la familia Balistidae observados a bordo de la embarcación Don Rodrigo B., durante la campaña oceanográfica realizada en el bloque COL 2. (Fuente Fundación Omacha).

### 3.2 Observación de fauna marina sobre el bloque COL1.

Durante el crucero de investigación entre el 7 y el 21 de abril de 2016 sobre el bloque de exploración COL 1, se reportaron un total de seis avistamientos de mamíferos marinos, 41 registros de aves, 20 registros de peces y un registro de otra fauna (*Physalia physalis*), en un total de 150 h de observación efectivas (Figura 44).

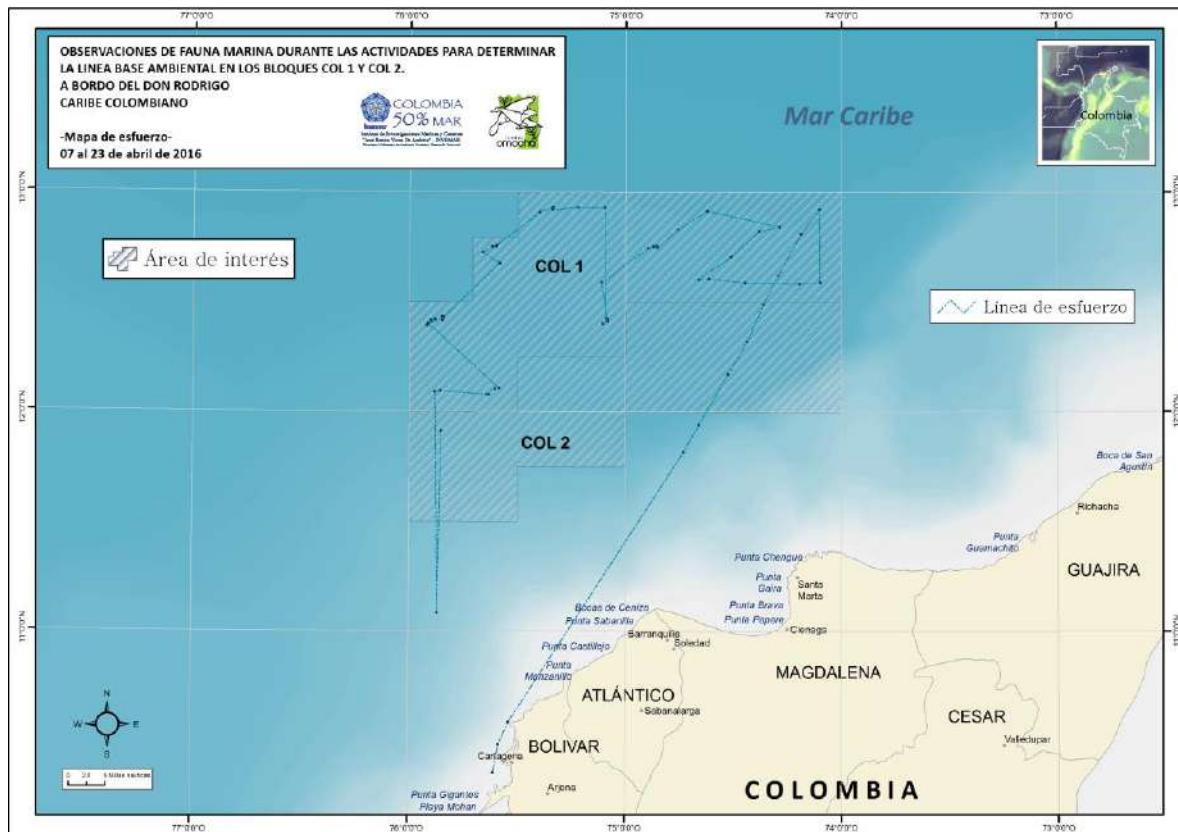


Figura 44. Ruta de navegación de la embarcación Don Rodrigo B. durante la campaña realizada sobre el bloque COL 1, Caribe colombiano. (Fuente: Fundación Omacha).

#### 3.2.1 Mamíferos marinos

Se reportaron un total de seis avistamientos de mamíferos marinos, todos en el bloque COL 1. Dentro de los registros se identificaron dos especies: el delfín moteado pantropical (*Stenella attenuata*) y el Calderón o ballena piloto de aleta corta (*Globicephala macrorhynchus*), además de dos registros que se llevaron a nivel taxonómico de familia (Delphinidae) y uno a género (*Stenella* sp.) (Tabla 6).

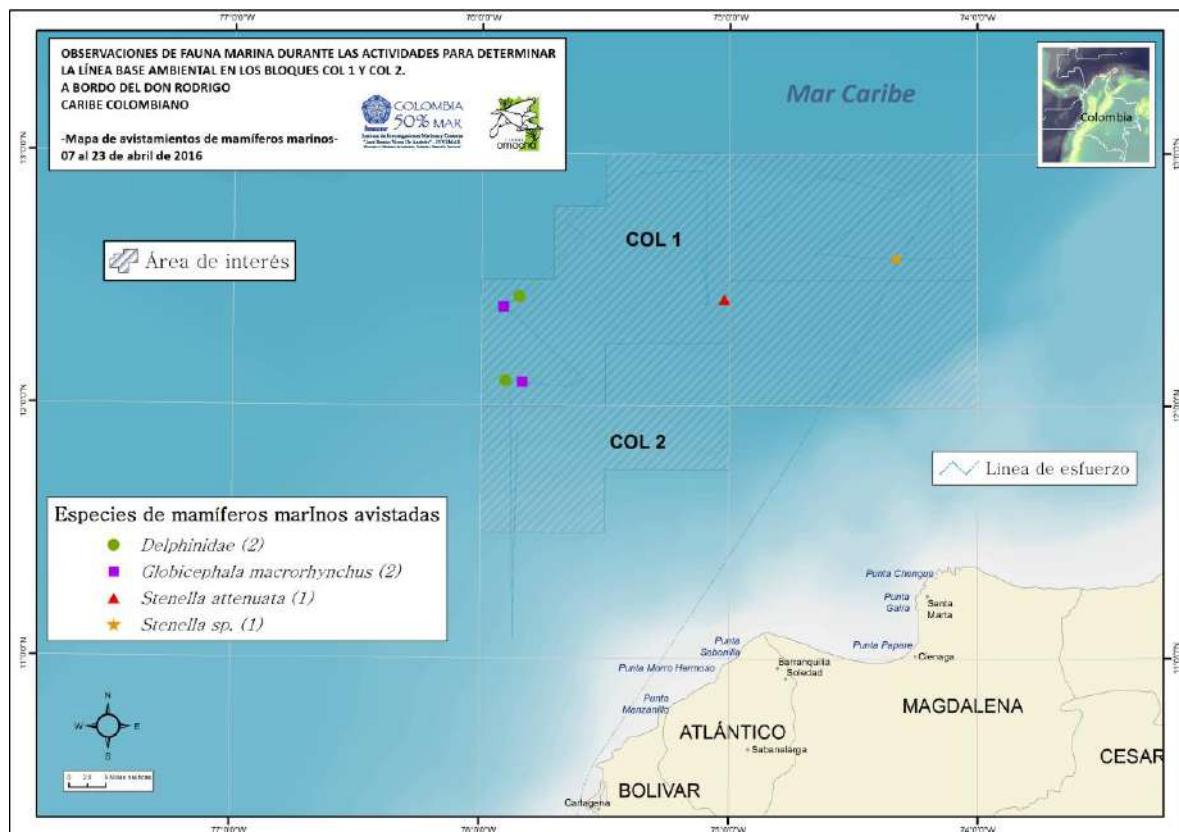
Las especies de delfines observadas se caracterizan por ser oceánicas en su mayoría, presentándose reportes cercanos a la costa ocasionalmente cuando, por ejemplo, los

bancos de peces se centran allí; en esta ocasión el reporte de éstos ejemplares correspondió a aguas estrictamente oceánicas (Figura45).

**Tabla 6. Registro de mamíferos marinos avistados durante el crucero de investigación COL 1**

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	UICN*
Cetácea	Delphinidae	<i>Stenella attenuata</i>	Delfín moteado pantropical	LC
		<i>Stenella sp.</i>	*	*
		<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Calderón de aleta corta	DD

\* Categoría UICN. Grado de amenaza: DD – Datos Insuficientes; LC – Preocupación Menor; NT – Casi Amenazado; VU – Vulnerable; EN – En Peligro; CR – En Peligro Crítico; EX – Extinto. Fuente: IUCN (2015).



**Figura45. Ubicación de los avistamientos de mamíferos marinos durante el crucero de investigación COL 1.**

Un grupo de más de 25 ejemplares de identificados como *Stenella sp.* se acercó desde proa realizando saltos parciales y totales (LP, LF); al estar cerca de la embarcación realizaron “bowriding” (BR) (Figura 46), aprovechando el impulso de la ola, además de

exhibir un nado lento (SS) y de exponer su aleta dorsal (DF). El tiempo total del avistamiento fue de 17 min, la dirección de la embarcación era Oeste y finalmente los animales tomaron rumbo Este; la profundidad promedio fue de 3800 m.



Figura 46. Delfines *Stenella* sp. realizando "Bowriding" en la proa de la embarcación. Fundación Omacha.

A una distancia máxima de la embarcación de 200 m, se registró un grupo de al menos 10 ejemplares de Calderón de aleta corta *Globicephala macrorhynchus*, desplazándose con dirección variable, exponiendo su aleta dorsal (DF) (Figura 47;**Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) , nadando lento (SS) y descansando en la superficie (R). El avistamiento fue de 11 minutos tiempo posterior al cual los animales tomaron rumbo norte. La profundidad promedio de la zona fue de 3700 m (Figura 47).



Figura 47. Ejemplares de *Globicephala macrorhynchus* exponiendo su aleta dorsal (DF) desplazándose lentamente (SS) en la superficie.

Al relacionar los avistamientos con la hora del día se observa que estos se presentaron en horas de la mañana y hasta el medio día; no se obtuvieron registros de mamíferos marinos en horas de la tarde/noche; adicionalmente los encuentros tuvieron una duración aproximada de 11 minutos o más;**Error! No se encuentra el origen de la**

**eferencia.** La hora de cada encuentro con estos animales y la duración de los mismos es dependiente de la composición del grupo, de la actividad que estos estén realizando al momento del paso de la embarcación y de cómo esta los afecta pudiendo presentarse una respuesta a favor (generando que los animales se interesen y se acerquen), en contra (ocasionando que el grupo se aleje) o neutra, de modo que los ejemplares serían indiferentes a la presencia del bote (Perrin et al., 2009). Ninguno de los avistamientos estuvo relacionado con la profundidad de la columna de agua, siendo todos reportados en aguas oceánicas de más de 3000 m de profundidad.

Perrin et al. (2009) y Trujillo et al. (2013) mencionan que estos son animales altamente sociables, por lo que es muy común que realicen saltos y acrobacias en el aire (LP-LF), además del “juego” con las olas de la proa de la embarcación, conocido como “Bowriding” (BR); dichos comportamientos se reportaron en los avistamientos durante el crucero.

Ejemplares como los calderones de aleta corta, por el contrario, se caracterizan por no presentar actividades aéreas y realizar movimientos lentos, aunque pueden en ocasiones golpear la superficie del agua con la cabeza (HH), por lo que es fácil observarlos desde la superficie del agua, ocasionalmente se les puede ver descansando(R) sin desplazarse grandes distancias. El comportamiento que más se registró para los delfines, incluyendo los calderones fue la exposición de la aleta dorsal (DF) Que se observa cuando el animal sale a la superficie para respirar.

Las observaciones realizadas durante este crucero de investigación incrementan la información disponible sobre estas especies para el Caribe colombiano, ya que no se conoce mucho sobre la distribución y abundancia de estas especies en nuestro territorio.

### 3.2.2 Aves

Se reportaron un total de 41 registros de aves dentro de seis órdenes y nueve familias (Tabla 7. Avifauna registrada en el crucero de investigación, bloque COL 1., Figura 48); dentro de los mencionados anteriormente pueden dividirse como órdenes marinos los Charadriiformes, Procellariformes, Pelecaniformes y Suliformes, adicionalmente se observaron ejemplares dentro de los grupos Accipitriformes y Passeriformes.

Las especies más representativas fueron la golondrina tijereta *Hirundo rustica* (7) seguido del pájaro pomarino *Stercorarius pomarinus* y el Piquero enmascarado *Sula dactylatra* con cuatro avistamientos cada uno. Ejemplares como el rabijunco etéreo *Phaethon aethereus* se registraron en una sola ocasión (Figura 48). El mayor porcentaje de reportes correspondió a especies migratorias (50%) y el menor a especies locales (13%).

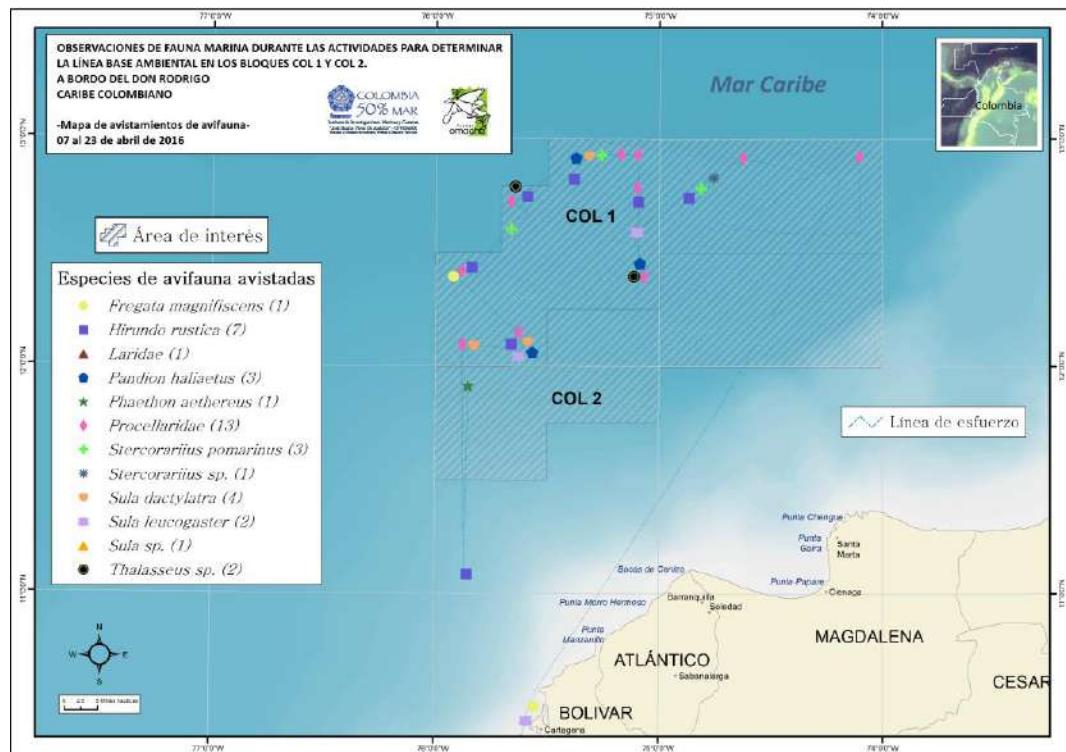


Figura 48. Localización de los avistamientos de avifauna registrados durante el crucero.

Tabla 7. Avifauna registrada en el crucero de investigación, bloque COL 1.

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	UICN *	ESTATUS DE RESIDENCIA
Accipitriformes	Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	Águila pescadora	LC	M-L
Charadriiformes	Stercorariidae	<i>Stercorarius pomarinus</i>	Págalo pomarino	LC	M
		<i>Stercorarius sp.</i>	Págalo	*	*
	Laridae	*	Gaviotín	*	*
	Sternidae	<i>Thalasseus sp.</i>	Gaviota	*	*
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	LC	M
Pelecaniformes	Phaethontidae	<i>Phaethon aethereus</i>	Rabijuncos etéreo	LC	M
Procelariiformes	Procellariidae	*	*	*	*
Suliformes	Sulidae	<i>Sula leucogaster</i>	Piquero pardo	LC	M-L
		<i>Sula dactylatra</i>	Piquero enmascarado	LC	M-L
		<i>Sula sp.</i>	*	*	*
	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata magnífica	LC	L

\* Categoría UICN. Grado de amenaza: DD – Datos Insuficientes; LC – Preocupación Menor; NT – Casi Amenazado; VU – Vulnerable; EN – En Peligro; CR – En Peligro Crítico; EX – Extinto. Fuente: [IUCN \(2015\)](#). M: Migratoria, L: Local, M-L: Migratorio con poblaciones residentes en Colombia (Clasificación según McMullan et al., 2011).

Dentro del orden Suliformes se registro el Piquero pardo *Sula leucogaster*, con dos avistamientos, el Piquero enmascarado *Sula dactylatra* con cuatro y uno perteneciente al género (*Sula sp.*) que no pudo ser llevado a una categoría taxonómica menor; adicionalmente se registró la fragata magnífica *Fregata magnificens* con tres avistamientos. Estas especies se reportaron en su mayoría al vuelo alrededor del barco, a excepción de un registro de *S. leucogaster* que se avistó pescando; en una ocasión uno de los tripulantes de la embarcación arrojó pescado congelado (Exocoetidae, 4 en total) a un ejemplar hembra de *F. magnificens*, el cual fue recogido del mar por el animal e ingerido posteriormente (Figura 49).



**Figura 49. Ejemplares de la familia Sulidae registrados durante el crucero de investigación: Sup. Fregata magnífica *Fregata magnificens*, Inf. Izq. Piquero enmascarado *Sula dactylatra* y Piquero *Sula sp.* Fundación Omacha.**

Las dos especies de piqueros (*S. leucogaster* y *S. dactylatra*) son aves pelágicas estrictamente marinas, se alimentan costa afuera mediante inmersiones o sobre la

superficie; su dieta se basa principalmente de peces voladores, calamares, sardinas y peces pequeños. Pueden ser observadas en todos los océanos tropicales, su anidación y reproducción ocurre en costas Atlánticas del Caribe, Brasil e incluso África, en Colombia se reportan colonias reproductivas en el Caribe sur y en el Archipiélago de San Andrés. Son consideradas “errantes”, indicando que pueden circumvolar el globo durante la estación no reproductiva de modo que pueden ser avistadas a lo largo de todo el año. Se dispersan ampliamente sobre grandes superficies en el océano abierto, pero suelen congregarse en los lugares específicos donde hay alta disponibilidad de alimento (Dorst, 1963; Smith *et al.*, 1996);

En cuanto al orden Charadriiforme, estuvo representado por el pájaro pomarino *Stercorariiuss pomarinus* (4 avistamientos) y un ejemplar que fue identificado hasta género *Stercorariiuss* sp. (1 avistamiento). Adicionalmente se observó un ejemplar de la familia Laridae y un ejemplar del género *Thalasseus* sp. los cuales fueron registrados al vuelo. En los avistamientos el pájaro pomarino, además de reportarse al vuelo, se alimentó de trozos de pescado arrojados por un tripulante de la embarcación; el ave permaneció sobre el agua, cerca de la embarcación por varias horas (Figura 50).



Figura 50. Avifauna perteneciente a la familia Charadriiformes. Sup. Págalo pomarino *Stercorariiuss pomarinus*. Inf. Izq. *Thalasseus* sp. Inf. Der. Págalo *Stercorariiuss* sp. Fundación Omacha.

Dentro de los otros ordenes avistados se encuentra el águila pescadora *Pandion haliaetus* que se observó en tres ocasiones, sobrevolando la embarcación o al vuelo

cerca de esta. Esta es un ave especialista en peces, cosmopolita y altamente migratoria (Naranjo et al., 2012; McMullan et al., 2011).

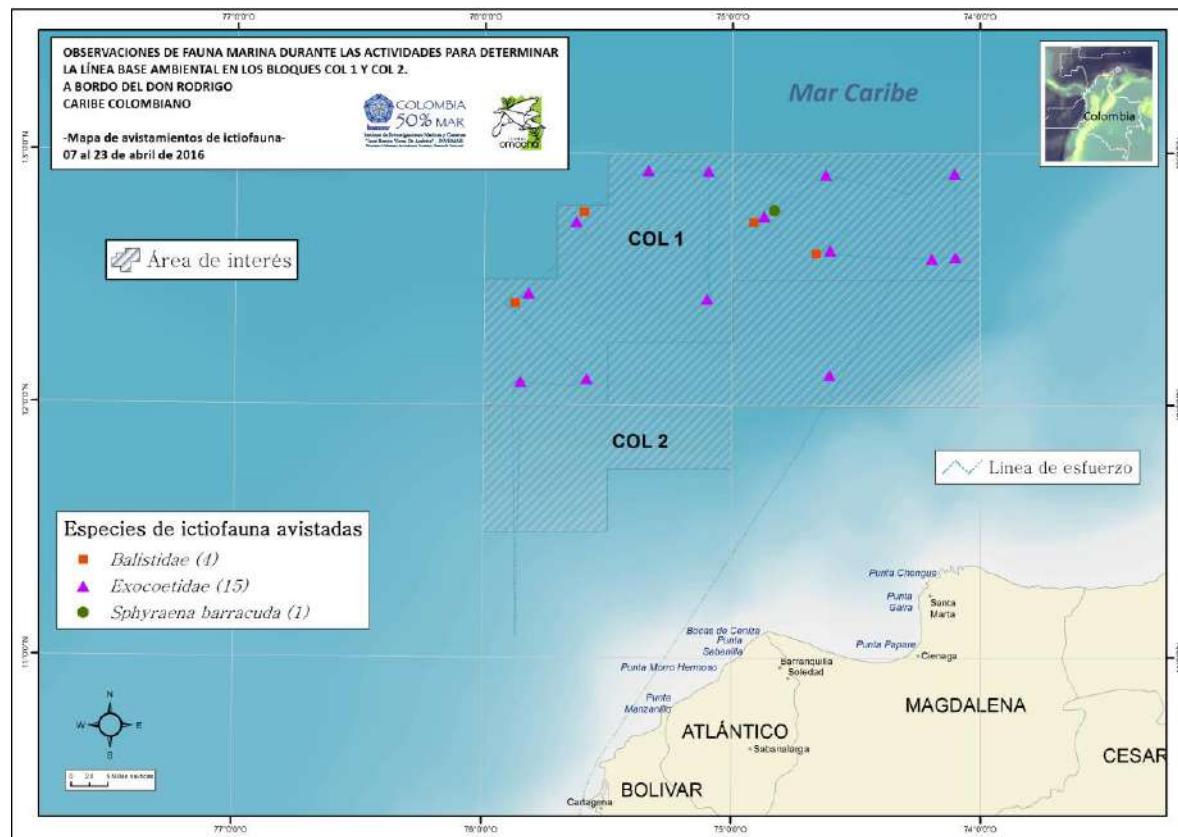
Se realizó un registro del rabijunco etéreo, ave marina migratoria, se observó al vuelo, a una distancia considerable de la embarcación. Los ejemplares de *Hirundo rustica* se avistaron en siete ocasiones, en cada ocasión con al menos tres individuos y siempre dirigiéndose al Norte-Noreste. Por último, y con el mayor número de reportes (12) durante el crucero de investigación se registró a *Procellariidae* (Figura 51).



**Figura 51.** Especies observadas durante el crucero de investigación. Sup. Izq. Águila pescadora *Pandion haliaetus* Sup. Der. Golondrina tijereta *Hirundo rustica*. Inf. Izq. Rabijunco etéreo *Phaethon aethereus* Inf. der. Petrel *Procellaridae*. (Fundación Omacha.)

### 3.2.3 Peces

La ictiofauna registrada estuvo conformada por un total de 20 avistamientos, identificados hasta la categoría taxonómica de familia en su mayoría. Cuatro de los avistamientos estuvieron conformados por ejemplares de la familia Balistidae (Figura 52). Uno de los cuales estuvo acompañado por una barracuda (*Sphyraena barracuda*) estos ejemplares se observaron cerca de la embarcación.



**Figura 52. Localización de los avistamientos de ictiofauna registrados durante el crucero de investigación.**

Los avistamientos restantes estuvieron conformados por peces voladores pertenecientes a la familia Exocoetidae (Figura 53), estos fueron observados con la embarcación en movimiento aprovechando el impulso de las olas sobre la proa, al igual que usando el impulso del viento para desplazarse, aún con el remolcador a la deriva e incluso se registraron algunos muertos sobre la cubierta. Estas familias y especies son comunes en aguas oceánicas y su distribución general incluye el Caribe colombiano (Carpenter, 2002).



Figura 53. Sup. Izq y Sup. Der. Balistidae. Inf. Pez volador Exocoetidae, Izq. planeando sobre las olas y Der. En el agua. Fundación Omacha.

### 3.2.4 Tortugas marinas

No se reportaron tortugas marinas durante el tiempo de observación. El avistamiento de tortugas marinas en altamar es complicado, ya que no permanecen largos períodos de tiempo sobre la superficie. Cuando lo hacen, generalmente se encuentran descansando; de lo contrario, tan solo se observan por unos pocos segundos sacando su cabeza del agua para respirar e iniciar una nueva apnea. Su temporada de reproducción inicia en el mes de mayo y finaliza alrededor de septiembre, mes en el que eclosionan los últimos neonatos de la temporada (Ceballos, 2004; Eckert et al., 2000).

### 3.2.5 Capacitación de la tripulación

Con el fin de promover el programa de observadores pesqueros liderado por la Fundación Omacha el día 28 de noviembre de 2015 se capacitó en identificación de mamíferos marinos de manera muy general a la tripulación que participó en este crucero, la cual estuvo conformada por 15 personas que de alguna manera realizan

actividades permanentemente en el mar ya sea en marinería o investigación, puesto que se pretende concientizar en la importancia del levantamiento de esta información que es de importancia para la implementación de planes de manejo y medidas de conservación de estas especies, sobre todo en este momento en el que el país está un periodo en la búsqueda de recursos mineros en áreas marinas.

Dentro de los temas tratados en la presentación se trajeron los siguientes temas: fundamentos de las funciones de los observadores de fauna marina de la fundación Omacha, explicación de la normativa Colombiana para los OFM, reseña de la fundación Omacha, introducción científica a los mamíferos marinos (diferencias morfológicas, grupos de interés, importancia ecológica), metodologías de observación, inclusión de la tripulación en las observaciones de fauna marina e importancia de la conservación de los mares y biodiversidad marina. Adicionalmente se respondieron preguntas de la tripulación sobre temas científicos y biológicos de los delfines y ballenas.

### 3.3 Consideraciones

La presencia de los Observadores de Fauna Marina en este tipo de cruceros de investigación es una herramienta importante para el Ministerio de Medio Ambiente en la obtención de información de la fauna marina colombiana, especialmente de mamíferos marinos. Brinda información base que servirá como guía para determinar áreas y épocas del año donde se presentan cetáceos, con lo cual podrían generarse herramientas de gestión para proyectos productivos o creación de áreas de protección.

La presencia de mamíferos marinos en el área de los bloques, es de vital importancia siendo este uno de los primeros reportes para estas especies en la zona, incrementando la información disponible sobre el estado de las poblaciones, su composición y el rol ecológico que desempeñan en la región.

Aunque las especies de mamíferos marinos reportadas ya han sido descritas para el Caribe colombiano, esta información enriquece las bases de datos del país al respecto. Los registros de mamíferos marinos realizados y corresponden a los primeros de este tipo para la zona en el país.

La avifauna registrada estuvo compuesta ampliamente por especies migratorias, reforzando la teoría de la Cuenca Colombia como corredor migratorio de especies provenientes del norte, pudiendo enriquecer la información disponible para algunas de las especies en el país.

**TEMATICA 2: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN PARA LA CARACTERIZACIÓN Y  
DIAGNÓSTICO DE LAS PRADERAS DE PASTOS MARINOS CON FINES DE  
ELABORAR LA ZONIFICACIÓN DE LA ZONA MARINO-COSTERA DEL  
DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA Y CHOCÓ CARIBE. FASE I: ÉPOCA CLIMÁTICA DE  
LLUVIAS**

## **OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar un estudio técnico para el levantamiento de información en campo en los aspectos fisicoquímicos, oceanográficos, biológicos y socio-culturales como insumo para la fase II de realización del diagnóstico y zonificación del ecosistema de pastos marinos de la zona marino-costera de los departamentos de La Guajira y Chocó Caribe en lo relacionado con las actividades directas o indirectas del efecto de la exploración y explotación de hidrocarburos, con el fin de que las corporaciones Corpoguajira y Codechocó puedan a futuro desarrollar planes de uso, potencializar y conservar el litoral costero para beneficio de las comunidades y los ecosistemas marino costeros. Fase I: Época climática lluviosa (II semestre de 2015)

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Levantar la información en campo de caracterización fisicoquímica de dos áreas con pastos marinos representativos del departamento de la Guajira y Chocó Caribe en época de lluvia.
- Levantar la información en campo de corrientes y distribución de pastos marinos en dos áreas representativas de los departamentos de La Guajira y Chocó Caribe en época de lluvia.
- Levantar la información en campo biológica de dos áreas con pastos marinos representativos del departamento de la Guajira y Chocó Caribe en época de lluvia.
- Recopilar y analizar el componente socio-cultural a partir información secundaria y entrevistas informales, de dos áreas con pastos marinos representativos del departamento de la Guajira y Chocó Caribe en época de lluvia.

## RESULTADOS

### 1 Introducción

Para realizar la zonificación de un área determinada es indispensable desarrollar previamente análisis de caracterización y diagnóstico del objeto determinado, en este caso del ecosistema de pastos marinos en cuanto a aspectos fisicoquímicos y oceanográficos del hábitat, biológicos específicos de la planta (sus interrelaciones con el medio marino y otros organismos asociados) y por último, mas no menos importante, en los aspectos socio-culturales. Todo con el fin de que la proyección de la zonificación de la zona costera sea congruente con las actividades actuales y futuras para beneficio del departamento sin detrimento de sus recursos naturales.

Los pastos marinos en particular, poseen una dinámica natural contrastante a nivel anual, situación que es indispensable conocer con alta certidumbre con el fin de identificar realmente el efecto que un impacto por actividad antropogénica o natural pudiera estar causándole al mismo.

La distribución espacial de las distintas especies de pastos marinos es una función de las condiciones ambientales, entre las cuales se destacan por su importancia: luz, temperatura, salinidad, sustrato, movimiento del agua y disponibilidad de nutrientes (Díaz *et al.*, 2003). Diferentes estudios han reconocido la importancia de la hidrodinámica en un ecosistema de pastos marinos; encontrando correlaciones entre su distribución y la exposición al oleaje, corrientes o mareas (Fonseca y Bell, 1998). Para los litorales colombianos, no se ha documentado esta asociación; constituyéndose en un reto de investigación en la medida de que los ecosistemas de pastos marinos están protegidos por la normatividad nacional.

Los procesos hidrodinámicos que ocurren en los ecosistemas de pastos marinos son bastante complejos, pues estos involucran una gran cantidad de factores físicos y químicos que repercuten en los aspectos biológicos de estas plantas. De esta manera se puede mencionar a las mareas, corrientes, oleaje y turbidez (Koch *et al.*, 2006) como las variables de mayor incidencia física que repercuten en este tipo de ecosistemas, siendo las mareas un factor de baja incidencia en la región del Caribe colombiano, debido a que están catalogadas como de rango micromareal; es decir, variaciones inferiores a 2 m.

En términos generales, la hidrodinámica dentro de las praderas de pastos marinos involucra varios tipos de escalas, desde microescalas hasta macroescalas donde se pueden observar diferentes procesos que influencian directamente los aspectos biológicos de estas plantas marinas. De acuerdo a Koch *et al.* (2006) hay procesos de microescala que reflejan la interacción entre las mareas y corrientes con partes específicas siendo relevante resaltar aspectos como la velocidad del flujo de agua puesto que a mayores velocidades hay una menor capa límite de difusión y en

consecuencia hay una mayor tasa de transferencia entre la columna de agua y el sedimento. A su vez, dentro de los procesos de macroescala se pueden mencionar las interacciones en la zona del dosel donde la interacción entre la corriente y la relación profundidad/altura de la hoja contribuyen para determinar los efectos hidrodinámicos que se generan ya que de acuerdo a la velocidad de la corriente, hay un efecto diferente entre los nutrientes, especialmente en especies como *Thalassia testudinum* y *Halodule wrightii* las cuales a mayores velocidades tienen mayor cantidad de nutrientes ya que a mayor velocidad, es menor la remoción del amonio.

Los procesos a nivel de paisaje también se encuentran en el nivel de macroescala que involucra la hidrodinámica en grandes extensiones de praderas de pastos marinos, asumiendo la premisa que las áreas de los pastos es homogénea. En este tipo de escala es relevante el estudio de los procesos de erosión, inducida especialmente por el acción del oleaje en zonas poco profundas generando sedimentos de desplazamientos y la tasa de sedimentación que pueden impedir el crecimiento de las praderas de pastos marinos teniendo en cuenta que hay especies que tienen una mayor tolerancia con respecto a este parámetro (Koch *et al.*, 2006).

En Colombia, la región de la Guajira es la que posee la mayor concentración de cobertura de pastos, donde se presenta resuspensión de sedimentos finos causada por la presencia de los vientos Alisios que aumentan la turbidez del agua y por lo tanto afectando la penetración de la luz, que a su vez se traduce en una distribución de los pastos en bajas profundidades (1-4 m). En la zona de Manaure se presenta un aumento en la profundidad alcanzando hasta los 10 m además de ser la zona con mayores coberturas y riqueza de especies (Gómez-Lopez *et al.*, 2014) y por lo tanto es un sector de especial importancia para este estudio. Por otro lado, el sector del golfo de Urabá presenta pocas extensiones de pastos marinos con profundidades que oscilan hasta los 4.5 m siendo el sector de Pinorroa el que mayor área de cobertura posee mientras que la zona de Titumate es la que mayor densidad presenta (Gómez-Lopez *et al.*, 2014).

Colombia se ubica en una posición geográfica privilegiada dentro del Gran Ecosistema Marino del Caribe ( $3'305,077 \text{ km}^2$ ) cuyo territorio comparte con 12 estados continentales independientes, 13 estados isleños independientes y 17 territorios de ultramar, estados asociados o departamentos e islas con condición especial (Whalley, 2011). Estos territorios comparten preocupaciones de gestión ambiental transfronterizas que han sido asociadas a polución de fuentes continentales, explotación no sostenible de recursos pesqueros y la degradación del hábitat con consecuentes modificaciones de comunidades asociadas. Cualquier esfuerzo por conocer y explorar estos territorios, se encuentra justificado en función de la complejidad y características de la diversidad de la región en términos de sus sistemas biogeofísicos, socioeconómicos, legales y culturales.

La exploración del océano, reconocida hoy en día como una ciencia, incluye observaciones rigurosas y documentación sistemática de productos biológicos, químicos, físicos, geológicos y de aspectos arqueológicos del océano. Los hallazgos realizados a través de dicha exploración son fundamentales para la reducción de incógnitas proporcionando información para hacer frente tanto a las necesidades científicas y comerciales actuales, como a las emergentes. Este conocimiento es a menudo la única fuente de información básica necesaria para responder adecuadamente ante los impactos y las necesidades de planificación marino costeras.

Por otro lado, la caracterización del componente socioeconómico y cultural es esencial porque gracias a esta se obtiene con certeza información acerca de las actividades actuales y futuras que se desarrollan en el área y cómo estas actividades deben ser abordadas dentro de un proceso de planeación, con el objetivo de no afectar la economía de las comunidades que se encuentran asentadas y, a su vez, asegurando que estas actividades no vayan en detrimento de los recursos naturales, en este caso las praderas de pastos marinos.

Así mismo, gracias a la información suministrada por este componente se obtiene conocimiento de aquellos usos tradicionales realizados por los grupos étnicos presentes en el área de estudio y los conflictos de usos que puedan presentarse en aquellos zonas en donde se encuentren los ecosistemas de pastos marinos.

Por lo anterior, y como resultado de la primera fase de colecta de información en época relacionada al periodo de lluvias, se presentan los principales resultados de los cuatro componentes fisicoquímicos, físicos, biológicos y socio-culturales de las zonas costeras de los departamentos de La Guajira y el Choco Caribe específicamente relacionados con el ecosistema de pastos marinos.

## 2 Área de estudio

El estudio se realizó en la zona costera del departamento de la Guajira ubicando tres estaciones de seguimiento para todos los ítems en las áreas del Cabo de La Vela, Manaure y Mayapo o el Pájaro.

Así mismo, una réplica temática en el área del Chocó Caribe pero en las dos zonas de mayor confluencia tanto de pastos marinos como de actividades antrópicas, será recopilada en la época de lluvias del 2015.

### 3 Metodología

#### 3.1 Caracterización fisicoquímica de las áreas con pastos marinos en dos áreas representativas del Departamento de la Guajira y Choco Caribe

#### 3.2 Fase de Campo

##### *La Guajira*

En el departamento de La Guajira se seleccionaron tres áreas de estudio, una en El Cabo de la Vela, otra en Manaure y la restante en Mayapo; cada área con tres estaciones en las cuales se evaluaron las condiciones fisicoquímicas de agua y sedimento. La salida de campo inició el 26 de noviembre de 2015 en el Barco de Investigaciones BI ANCON, el 28 de noviembre se estableció el área de estudio en El Cabo de la Vela y se recolectaron muestras de agua de fondo y sedimentos superficiales (Tabla 8). El recorrido continuó hacia Manaure y Mayapo, pero no fue posible realizar el muestreo planificado por las complejas condiciones climáticas existentes en ese momento en la zona.

##### *Chocó-Caribe*

En el departamento de Chocó-Caribe se seleccionaron dos áreas de estudio, una en Titumate y otra en Pinorroa. La salida de campo se realizó el 01 de diciembre de 2015 en una lancha bimotor, iniciando con una inspección en la zona de Titumate donde se observaron barcazas y lanchas y no se encontró presencia de pastos marinos, motivo por el cual no se recolectaron muestras de aguas y sedimentos. El recorrido continuó hacia la zona de Pinorroa, donde se estableció un transepto de 25 m x 25 m (Figura 54) y se recolectaron muestras de agua y sedimento (Figura 55) para evaluar la calidad fisicoquímica.

*Tabla 8. Estaciones de muestreo para calidad de aguas y sedimentos en los departamentos de La Guajira y Chocó, Caribe.*

Área de muestreo	Estación	Nombre de Estación	Muestras recolectadas	
			Aguas de fondo	Sedimentos superficiales
La Guajira	E1-1	Estación 1-1	X	X
	E1-2	Estación 1-2	X	X
	E1-3	Estación 1-3	X	X
Chocó	E2-2	Estación 2-2	X	X



**Figura 54.** Área de estudio establecida en el municipio de Pinorroa, Chocó-Caribe el 01 de diciembre de 2015. a) Recorrido para ubicar áreas con pastos marinos. b) Área con pastos marinos. c, y d) Ubicación del transepto 25 m x 25 m para evaluar los pastos marinos y recolectar muestras de agua y sedimento. Fotos: César García, Max Martínez, Katherin Santana, Programa CAM.



**Figura 55.** Muestreo de sedimentos en el municipio de Pinorroa, Chocó-Caribe, 01 de diciembre de 2015. a) Lance de draga Van Veen para recolectar muestra de sedimento superficial en área con pastos marinos. b) Almacenamiento de muestra de sedimento en recipientes de laboratorio. Fotos: Max Martínez, Katherin Santana, Programa CAM.

En cada estación, se midieron las variables temperatura, salinidad, pH y oxígeno disuelto en el agua de fondo, con los métodos que se describen en la Tabla 9, y se recolectaron muestras de agua y sedimento, las cuales fueron almacenadas en recipientes previamente lavados y rotulados con fecha y modo de preservación. Las muestras se transportaron al Laboratorio de Calidad Ambiental Marina (LABCAM) del INVEMAR para realizar los análisis que se describen en el apartado 3.2. Los sedimentos fueron tomados con una draga de tipo Van Veen con superficie de muestreo de 0,04 m<sup>2</sup>; para evitar perturbar la columna de agua con el material removido, estas muestras se recolectaron después de las muestras de agua.

**Tabla 9. Técnicas analíticas y métodos de referencia para la medición de las variables fisicoquímicas in situ en las muestras de agua recolectadas en La Guajira y Chocó-Caribe.**

Variable	Métodos
Temperatura (°C)	Medición electrométrica con termocupla acoplada a sonda portátil (Standard Methods N° 2550-B, APHA <i>et al.</i> , 2012)
Salinidad	Medición electrométrica de la conductividad con electrodo acoplado a sonda (Standard Methods 2520-B, APHA <i>et al.</i> , 2012).
pH	Medición potenciométrica con sonda portátil (Standard Methods N° 4500-H B; APHA <i>et al.</i> , 2012).
Oxígeno disuelto (OD, mg/L)	Medición en campo con electrodo de membrana (Standard Methods N° 4500-O G; APHA <i>et al.</i> , 2012).

### 3.3 Fase de Laboratorio

Las técnicas de análisis para las muestras de agua y sedimento, los métodos de referencia y los límites de detección del LABCAM del INVEMAR para cada variable se describen en la Tabla 10.

### 3.4 Análisis de aguas

Una vez en el laboratorio, las muestras de agua fueron analizadas siguiendo los métodos de referencia tanto nacionales como internacionales (Tabla 10).

**Tabla 10. Parámetros, límites de detección (LD), técnicas analíticas y métodos de referencia empleados para el análisis de muestras de agua para evaluar las condiciones fisicoquímicas en zonas de pastos marinos de La Guajira y Chocó- Caribe.**

Parámetro	LD	Técnicas analíticas y métodos de referencia
Demandra bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> , mg/L)	0,5	Incubación sin dilución durante 5 días a 20 °C (Standard Methods N° 5210 B; APHA <i>et al.</i> , 2012).
Sólidos Suspensidos Totales (SST, mg/L)	0,54	Filtración en membrana de fibra de vidrio, secado 103-105°C y gravimetría (Standard Methods N° 2540-D, APHA <i>et al.</i> , 2012)

Parámetro	LD	Técnicas analíticas y métodos de referencia
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> , µg/L)	0,7	Método colorimétrico de la sulfanilamida (Strickland y Parsons, 1972).
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> , µg/L)	2,1	Método colorimétrico basado en la reducción con cadmio y reacción por sulfanilamida (Strickland y Parsons, 1972).
Amonio (N-NH <sub>4</sub> , µg/L)	3,1	Método colorimétrico del azul de indofenol (Strickland y Parsons, 1972).
Fosfatos (P-PO <sub>4</sub> , µg/L)	2,4	Método colorimétrico del ácido ascórbico (Strickland y Parsons, 1972).

Los resultados de las variables oxígeno disuelto y pH, se analizaron con base en los criterios de calidad para la preservación de flora y fauna establecidos en el decreto 1594 de 1984 (MinSalud, 1984); las demás variables, con valores reportados en diferentes estudios debido a que no se cuenta con legislación nacional.

### 3.5 Análisis de sedimentos

En las muestras de sedimento se realizó el análisis de carbonatos mediante el método volumétrico, valoración del ácido consumido (Oliveira, et. al, 2006), cuyo límite de detección es 7,7 mg/g. Estos análisis de encuentran en fase de ejecución, por lo cual los resultados serán entregados en el primer bimestre de 2016.

## 4 Resultados y discusión

### 4.1 Calidad del Agua

#### 4.1.1 Variables Fisicoquímicas medidas in situ

En la Tabla 11 se presentan los resultados de las variables fisicoquímicas medidas en el agua de fondo de las estaciones de muestreo de La Guajira y Chocó-Caribe. Cabe resaltar que las mediciones se hicieron a profundidades muy someras, por lo cual se asume que hay pocas diferencias entre el fondo y la superficie.

*Tabla 11. Resultados de las variables medidas en muestras de agua en las estaciones de muestreo de La Guajira y Chocó-Caribe en el marco del PRY-BEM-012-15.*

Variables	Puntos de muestreo			
	La Guajira			Chocó-Caribe
	E1-1	E1-2	E1-3	
Profundidad (m)	1,00	1,50	2,00	2,00
Temperatura (°C)	27,8	27,4	27,7	29,9
Salinidad	37,2	37,2	37,2	31,7
pH	7,40	7,94	7,93	8,15
OD (mg/L)	5,40	6,04	6,46	8,35

### *La Guajira*

La temperatura del agua fluctuó entre 27,4 y 27,8 °C, valores habituales para la hora en que fue medida esta variable (08:00 y 09:30 de la mañana). La salinidad en las tres estaciones fue ligeramente superior a la salinidad característica del agua de mar (33 a 36; Libes, 1992), este resultado puede estar relacionado con la surgencia de aguas subsuperficiales evento que se presenta habitualmente entre diciembre y febrero (Páramo *et al.*, 2006); las aguas bombeadas por el sistema de surgencia de La Guajira son más frías y salinas que las superficiales y poseen además un mayor contenido de nutrientes que estimula el incremento de la producción biológica y la biomasa fitoplanctónica (Corredor, 1979 en Páramo *et al.*, 2006), y de las comunidades de microalgas asociadas a los arrecifes coralinos de la región (Díaz-Pulido y Garzón-Ferreira 2002 en Páramo *et al.*, 2006). En el caso del pH y el oxígeno disuelto, los valores medidos se encontraron dentro de los niveles establecidos para preservación de flora y fauna en aguas marinas y estuarinas por la normatividad colombiana (pH: 6,5 – 8,5; OD>4,00 mg/L; MinSalud, 1984).

No obstante, en la estación E1-1 se registró un valor de pH ligeramente inferior a los propios de agua marina (7,9 - 8,2; Libes, 1992), aspecto que podría evidenciar un bajo consumo del dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) disuelto en el agua, lo cual favorece la formación de ácido carbónico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) y una consecuente disminución del pH; sin embargo, es importante resaltar que se está analizando un dato puntual y para establecer si esta situación se está presentando en la zona, se requiere una mayor serie de datos en el tiempo. Los valores de oxígeno disuelto son ligeramente inferiores a los reportados por la REDCAM (Vivas-Aguas, *et al.*, 2015) en aguas superficiales de la estación “Cabo de La Vela”, en el departamento de La Guajira, comportamiento normal debido a que en el fondo hay menor posibilidad de intercambio con el oxígeno atmosférico. Si bien el pH y OD medido se encuentran dentro de los valores aceptables por la legislación nacional, los valores pueden estar estrechamente relacionados con aguas de surgencia.

### *Chocó-Caribe*

En la estación E2-2 se midió una temperatura de 29,9°C; la diferencia con respecto a los valores medidos en La Guajira es atribuible a que el muestreo en Chocó-Caribe se realizó a las 03:00 de la tarde, hora con mayor intensidad de radiación solar. La salinidad fue ligeramente inferior a los valores característicos de aguas marinas, (33 a 36; Libes, 1992). El pH y el oxígeno disuelto, al igual que las estaciones de La Guajira, estuvieron dentro del rango de valores normales para preservación de flora y fauna (pH: 6,5 – 8,5; OD>4,00 mg/L; MinSalud, 1984). En el caso del pH, el valor medido presentó mayores condiciones de basicidad comparado con los valores registrados en las tres estaciones de La Guajira, y se encuentra dentro del rango establecido por Libes (7,9 – 8,2; 1992) para agua marina.

#### 4.1.1.1. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)

La DBO<sub>5</sub> es la cantidad de oxígeno disuelto consumido por los microorganismos en una muestra de agua, cuando descomponen la materia orgánica a 20 °C en un periodo de cinco días (APHA *et al.*, 2012). Este ensayo se usa para medir la materia orgánica (MO) biodegradable, en términos de la cantidad de oxígeno que se necesita para descomponerla. Las aguas con poca presencia de MO tienen valores de DBO<sub>5</sub> menores de 1,00 mg/L; mientras que aguas con altas cantidades de MO, presentan una DBO<sub>5</sub> mayor a 5,00 mg/L (Kiely, 1999).

Como se observa en la Figura 56, las estaciones del departamento de La Guajira y Chocó-Caribe, presentaron una DBO<sub>5</sub> menor a 5,00 mg/L, hecho que evidencia un bajo contenido de materia orgánica en estas zonas de estudio.

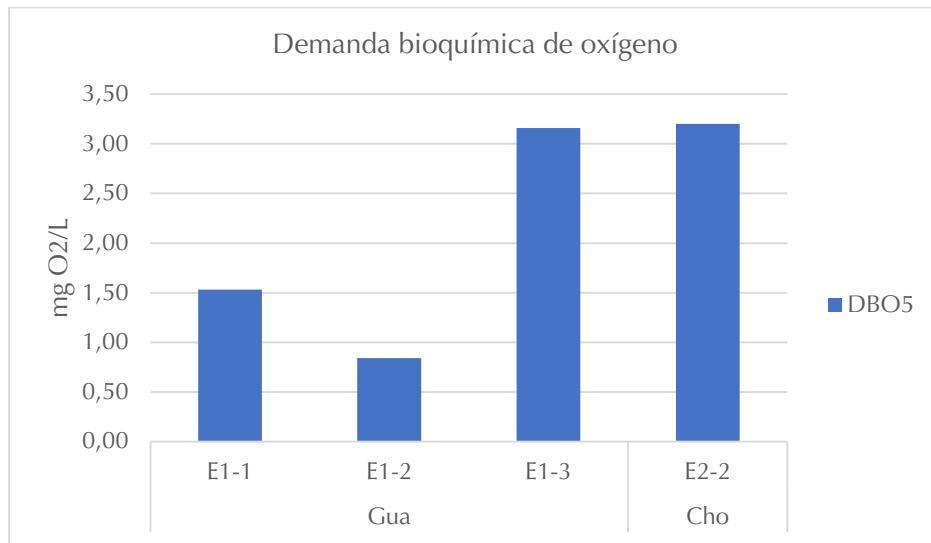


Figura 56. Resultados de la demanda bioquímica de oxígeno en el agua de fondo de las estaciones de muestreo de La Guajira y Chocó-Caribe en el marco del PRY-BEM-012-15.

Pese a que las estaciones E1-3 y E2-2 estaban ubicadas en zonas con condiciones fisicoquímicas diferentes, la estación E1-3 ubicada en el departamento de La Guajira en el cual se recolectaron muestras en un período donde habitualmente se presentan eventos de surgencia, mientras que la E2-2 correspondía al departamento de Chocó-Caribe, la DBO<sub>5</sub> fue similar (3,16 y 3,20 mg/L, respectivamente), mientras que en las estaciones E1-1 y E1-2 fue aproximadamente la mitad (1,53 mg/L) y la cuarta parte (0,84 mg/L) de la DBO<sub>5</sub> medida en la E1-3, indicando que en esta estación había mayor presencia de materia orgánica.

#### 4.1.1.2. Sólidos Suspendidos Totales (SST)

El contenido de sólidos suspendidos totales (SST) hace referencia a la cantidad de material particulado (orgánico e inorgánico) presente en la columna de agua. Esta variable es un indicador del ingreso de materiales sólidos, producto de diferentes actividades antropogénicas y de la resuspensión del sedimento. Los SST participan en generación de turbidez y color en la columna de agua, un aumento en su concentración reduce el paso de la luz e incide en la disminución de la temperatura en el agua de fondo.

En la Figura 57 se observa que en el departamento de La Guajira, la concentración de SST fue superior en las estaciones E1-1 y E1-2, resultados inversamente proporcionales a la DBO<sub>5</sub>, indicando que probablemente la mayor parte del material particulado en estas estaciones es de carácter inorgánico que no involucra consumo de oxígeno.



*Figura 57. Concentración de sólidos suspendidos totales en el agua de fondo de las estaciones de muestreo de La Guajira y Chocó-Caribe en el marco del PRY-BEM-012-15.*

#### 4.1.1.3. Nutrientes

Los nutrientes reciben la denominación de compuestos biolimitantes (Broecker y Peng, 1982; Chester, 1990) por lo cual, la limitación de estos tiene efecto en el crecimiento de pastos marinos. Se ha observado que a mayor disponibilidad de nutrientes, incrementa el crecimiento de los pastos (Fourqurean *et al.*, 1992 y Pérez *et al.*, 1994 en Duarte y Sand-Jensen, 1996), sin embargo, la producción de estas plantas también puede darse en ambientes pobres en nutrientes, debido a su capacidad para reciclarlos internamente (cf. Patriquin, 1972; Borum *et al.*, 1989; Hemminga *et al.*, 1991; Pedersen y Borum, 1992; Pedersen y Borum, 1993 en Duarte y Sand-Jensen, 1996). Pese a que el reciclaje de nutrientes puede desempeñar un papel importante en el mantenimiento de praderas establecidas, su papel en la expansión de los pastos marinos en ambientes pobres es limitado (Duarte y Sand-Jensen, 1996). El reciclaje interno se da por

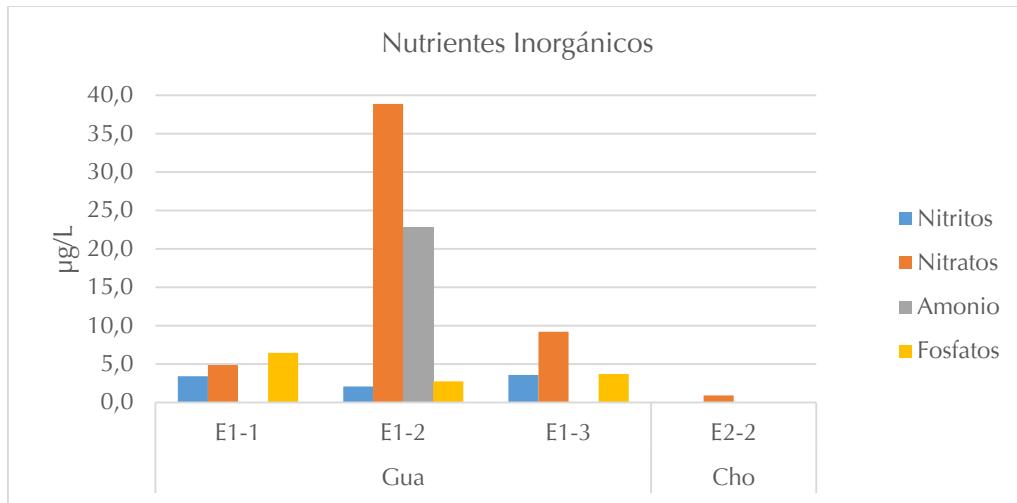
aprovechamiento de los nutrientes contenidos en el tejido de los pastos marinos, pero a su vez, estas estructuras requieren estar en un ambiente con suficiente disponibilidad de nutrientes para lograr su adquisición. A pesar de la evidente importancia de los nutrientes en la expansión de praderas de pastos marinos, su estudio ha recibido poca atención (Duarte y Sand-Jensen, 1996).

En la Tabla 12 se presentan los resultados del análisis de nutrientes inorgánicos en el agua de fondo de las estaciones de estudio en La Guajira y Chocó-Caribe.

**Tabla 12. Resultados de la concentración de nutrientes inorgánicos disueltos en las estaciones de muestreo de La Guajira y Chocó-Caribe en el marco del PRY-BEM-012-15.**

Variables	Puntos de muestreo			
	La Guajira			Chocó-Caribe
	E1-1	E1-2	E1-3	
Nitritos ( $\mu\text{g/L}$ )	3,4	2,1	3,6	<0,7
Nitratos ( $\mu\text{g/L}$ )	4,9	38,9	9,2	0,9
Amonio ( $\mu\text{g/L}$ )	<3,1	22,9	<3,1	<3,1
Fosfatos ( $\mu\text{g/L}$ )	6,5	2,7	3,7	<2,4

En la Figura 58 se observa un predominio en el contenido de nitrato, con respecto a los demás nutrientes; en el caso de la estación ubicada en Chocó-Caribe, este fue el único compuesto cuantificable, los tres restantes, en caso de estar presentes, fueron inferiores al límite de detección de la técnica analítica empleada. Las concentraciones de las formas inorgánicas solubles de nitrógeno estuvieron en niveles bajos comparados con el rango para aguas marinas reportado por Carpenter y Douglas (1983), 0 - 420  $\mu\text{g/L}$ .



**Figura 58. Distribución de los cuatro nutrientes inorgánicos disueltos evaluados en las estaciones de muestreo de La Guajira y Chocó-Caribe en el marco del PRY-BEM-012-15.**

Las concentraciones de fosfatos en las estaciones de La Guajira, fluctuaron entre 2,7 y 6,5  $\mu\text{g/L}$ , niveles inferiores a los reportados en época lluviosa en el agua superficial de

las estaciones “Punta Cabo de La Vela” y “Cabo de La Vela” del monitoreo REDCAM 2014 (Vivas-Aguas, *et al.*, 2014), resultado que evidencia bajos aportes de actividades antrópicas en esta zona.

Las variables pH y oxígeno disuelto, mostraron una calidad del agua adecuada para fines de preservación de flora y fauna de acuerdo a la legislación colombiana, y la demanda bioquímica de oxígeno evidenció bajo contenido de materia orgánica.

Si bien se registró un predominio de nitrato en la mayoría de estaciones, en general, las concentraciones de los nutrientes fueron bajas con respecto a las medidas en el agua superficial de zonas aledañas y a los niveles reportados para aguas marinas, hecho que probablemente no favorecería la expansión de praderas de pastos marinos ni una suficiente acumulación en sus tejidos como mecanismo de reserva.

Se recomienda realizar una evaluación periódica de las condiciones fisicoquímicas, particularmente de nutrientes, con el objetivo de estudiar la viabilidad de crecimiento y expansión de praderas pastos marinos en las áreas de estudio.

## 4.2 Caracterización física del fondo marino y columna de agua

### 4.2.1 Caracterización hidrodinámica

Para tener un contexto local sobre las variaciones en el régimen mensual de precipitación y del campo de vientos, los cuales pueden afectar las condiciones hidrodinámicas y de transparencia del agua en la zona de pastos marinos, se analizaron datos de las estaciones IDEAM. Para ello se seleccionaron dos estaciones costeras en el departamento de La Guajira y dos en el costado oeste del golfo de Urabá (Caribe chocoano) (Figura 59). Del sector de La Guajira se emplearon los resultados obtenidos por Rodríguez-Tobar (2014) y para el golfo de Urabá se procesaron los datos amablemente suministrados por el IDEAM.

De otro lado y para tener una aproximación al oleaje del sector en la zona de rompientes, el análisis del clima de oleaje se realizó con base en los datos del estudio “Generación de regímenes de oleaje medios y extremales en el Caribe colombiano” de Oceánicos-UNAL, GICI-UdeM, Uninorte, (2012), donde obtuvieron datos para boyas virtuales (BV) mediante simulación numérica. Estas series sintéticas de oleaje cuentan con información desde 1979 hasta el 2011 y poseen una frecuencia de datos cada tres horas, es decir, ocho datos diarios de altura significante y dirección de oleaje. Los datos fueron generados usando vientos de entrada del North American Regional Reanalysis (NARR) y batimetrías interpoladas delETOPO1 Global Relief Model.

Para la zona de interés de pastos marinos, se seleccionaron dos boyas virtuales: una ubicada aproximadamente a 25 Km del borde costero de Manaure (La Guajira) denominada BV\_23, con coordenadas 12°N y 72.5°O y la BV\_01, ubicada a 47 Km de Acandí (Caribe chocoano) con coordenadas 8.9°N y 77.15°O. Para el procesamiento de

los datos, el cual incluyó la caracterización de los regímenes del oleaje, se usó la aplicación de libre distribución CAROL, desarrollada por la Universidad de Cantabria. El análisis direccional se basó en una rosa de oleaje que permitió identificar las direcciones de procedencia que predominan generalmente y para describir el régimen medio de la altura de oleaje, se representó la función de distribución de altura significante ( $H_s$ ) versus la probabilidad acumulada, la cual asigna la probabilidad de que una altura de ola tome valores menores o iguales a un valor determinado o lo que es similar, indica la probabilidad de no-excedencia de un valor.

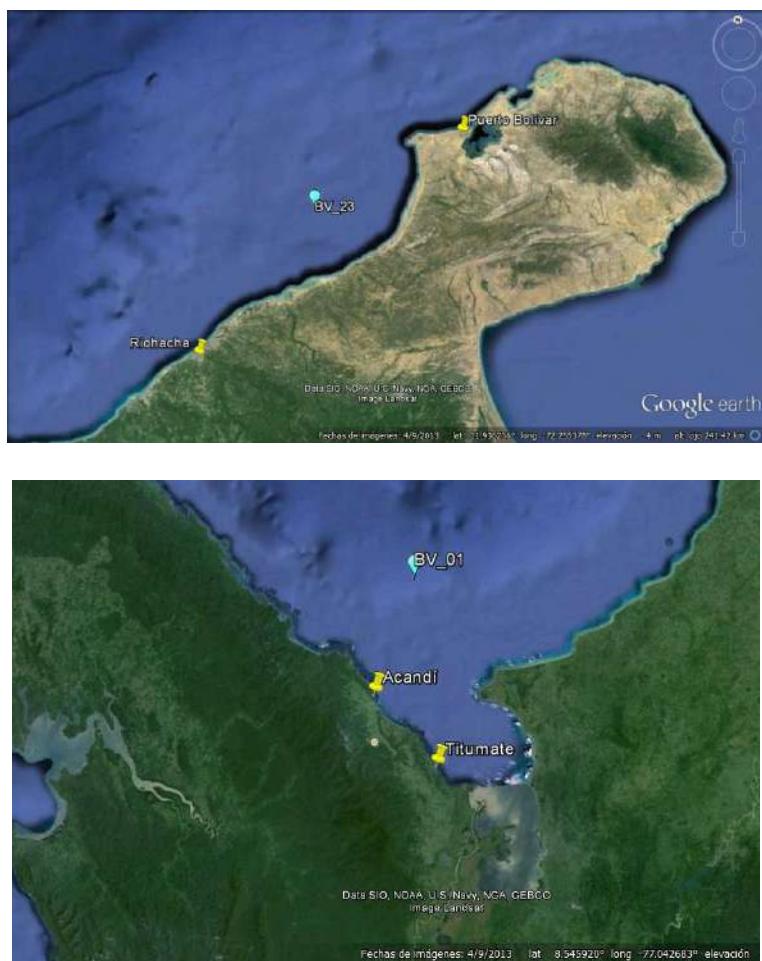


Figura 59 Área de estudio en los departamentos de La Guajira y Chocó Caribe donde se muestran las estaciones costeras IDEAM (amarillo) y la ubicación de las boyas virtuales para análisis de clima marítimo.

#### 4.2.1.1. Información de campo

Con base en las área de pastos marinos identificadas en Gómez-López *et al.* (2014), se harán recorridos con correntómetro acústico tipo ADCP. El equipo a emplear es el perfilador acústico de corriente RiverSurveyor M9, cuyo principio de funcionamiento

es por medio de ondas de sonido, en un fenómeno físico conocido como efecto Doppler (Figura 60). Se realizarán recorridos para abarcar la zona de interés, con especial énfasis en 3 sectores seleccionados frente a Mayapo, Manaure y al sur del Cabo de la Vela, sobre los cuales se realizarán transectos paralelos y perpendiculares a la línea de costa, procurando abarcar la mayor área posible mientras las condiciones climáticas lo permitan.



**Figura 60. Área de pastos marinos en La Guajira (A) identificadas en Gómez-López et al. (2014) en las que se realizarán transectos para la medición de corrientes marinas con correntómetro acústico (B).**

Para la medición de corrientes se emplearon dos correntómetros acústicos; uno en modo estacionario y otro en modo remolcado:

- Modo estacionario (medición euleriana), empleando un perfilador acústico tipo ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*) modelo Workhorse con una frecuencia 1.2 MHz de la marca RDI, el cual se usó para medir en una estación puntual.
- Modo remolcado: empleando el perfilador acústico tipo ADCP modelo RiverSurveyor, que tiene frecuencias de 1.0 y 3.0 MHz de la marca SonTek (Figura 61), el cual se usó para realizar perfiles en movimiento en un trayecto determinado. Ambos tienen el mismo principio de funcionamiento, el cual es por medio de ondas de sonido, en un fenómeno físico conocido como efecto Doppler.



*Figura 61.. Maniobra de medición con equipo acústico remolcado (RiverSurveyor) en la salida de campo en La Guajira.*

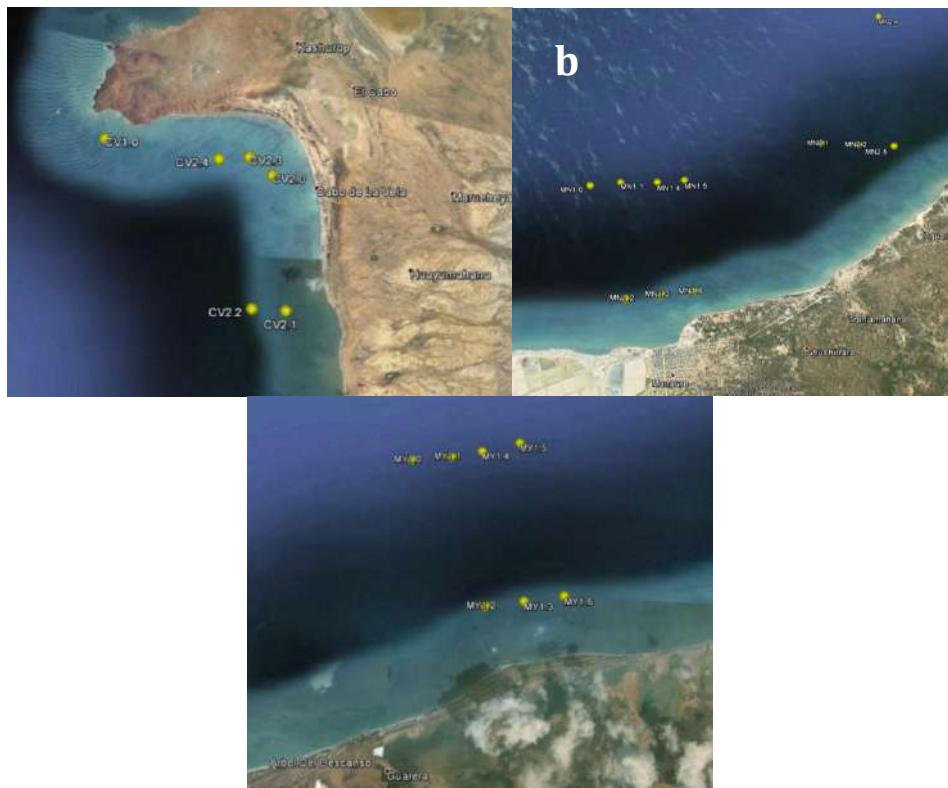
#### *Sector Guajira*

Los datos se colectaron en tres sectores: frente a Ballenas (7 estaciones), Manaure (11 estaciones) y al sur del Cabo de la Vela (7 estaciones), para un total de 32 perfiles puntuales tomados con el ADCP WorHorse Figura 62, Tabla 13). Así mismo se realizaron 7 transectos empleando el equipo RiverSurveyor, de los cuales dos se hicieron en el Cabo de la Vela, cuatro en el sector de Manaure y el restante en el sector de Ballenas (Figura 63, Tabla 14).

El 21 de noviembre se realizaron las mediciones hacia el sector del Cabo de la Vela. En este sector se midieron un total de siete puntos fijos con el ADCP (Figura 62a) y se realizaron dos trayectos medidos con el RiverSurveyor (Figura 63a). El día 22 de noviembre se registraron las corrientes en el sector de Manaure, en las estaciones más alejadas de la costa, en donde se registraron datos de corriente en cuatro puntos de manera fija por medio del ADCP WorkHorse y solamente se hizo un trayecto mediante el equipo RiverSurveyor debido a las condiciones que presentó el mar con olas que alcanzaron alturas superiores 2 m y una periodicidad corta de las mismas; en esta medición se observó movimientos bruscos del equipo que impedían su correcto funcionamiento y una apropiada adquisición de datos por lo cual se determinó no realizar más trayectos.

En el día 23 del mismo mes, se tomaron datos de corriente en otro sector de Manaure que se ubicó más cerca de la costa, en el cual se efectuaron mediciones en siete puntos con el ADCP WorkHorse y se realizaron tres trayectos paralelos a la costa con el RiverSurveyor (Figura 62b, Figura 63b). El último día de campo (24 de noviembre), las mediciones se efectuaron en el sector de Ballenas en donde la toma de datos consistió de un trayecto con el RiverSurveyor debido a que a pesar de comenzar las mediciones a las 7:00 am, las condiciones de oleaje que presentaba el mar impidieron realizar otro

trayecto; adicionalmente se obtuvieron datos de corriente en siete estaciones con el ADCP WorkHorse (Figura 62c, Figura 63c).



**Figura 62.** Malla de estaciones en los tres sectores evaluados del departamento de La Guajira. Cabo de la Vela (a), Manaure (b) y Ballenas (c).

**Tabla 13.** Coordenadas de las estaciones donde se midió corriente con el ADCP WorkHorse.

Sitio	Latitud	Longitud
CV1.0	12°12'10,5"	72°10'43,5"
CV2.0	12°11'50,7"	72°09'13,5"
CV2.1	12°10'39,9"	72°09'06,5"
CV2.2	12°10'41,04"	72°09'24,6"
CV2.3	12°12'00,4"	72°09'25,9"
CV2.4	12°11'59,5"	72°09'42,3"
CV2.5	12°10'47,5"	72°09'39,1"
MN1.0	11°49'0,8"	72°27'57,7"
MN1.1	11°49'3,7"	72°27'32"
MN1.2	11°47'21"	72°27'19,1"
MN1.3	11°47'24,2"	72°26'51,4"
MN1.4	11°49'3,9"	72°27'0,7"
MN1.5	11°49'5,9"	72°26'37,6"
MN1.6	11°47'26,9"	72°26'25,4"
MN2.1	11°49'42,4"	72°24'39"
MN2.2	11°49'40,8"	72°24'06"

Sitio	Latitud	Longitud
<b>MN2.4</b>	11°52'5,1"	72°23'37,2"
<b>MN2.5</b>	11°49'39,6"	72°23'35,5"
<b>MY1.0</b>	11°44'7,5"	72°44'24,8"
<b>MY1.1</b>	11°44'10,9"	72°43'59,1"
<b>MY1.2</b>	11°42'33,6"	72°43'33,2"
<b>MY1.3</b>	11°42'37,8"	72°43'10,0"
<b>MY1.4</b>	11°44'15,9"	72°43'39,5"
<b>MY1.5</b>	11°44'23"	72°43'15,2"
<b>MY1.6</b>	11°42'42,1"	72°42'45,9"

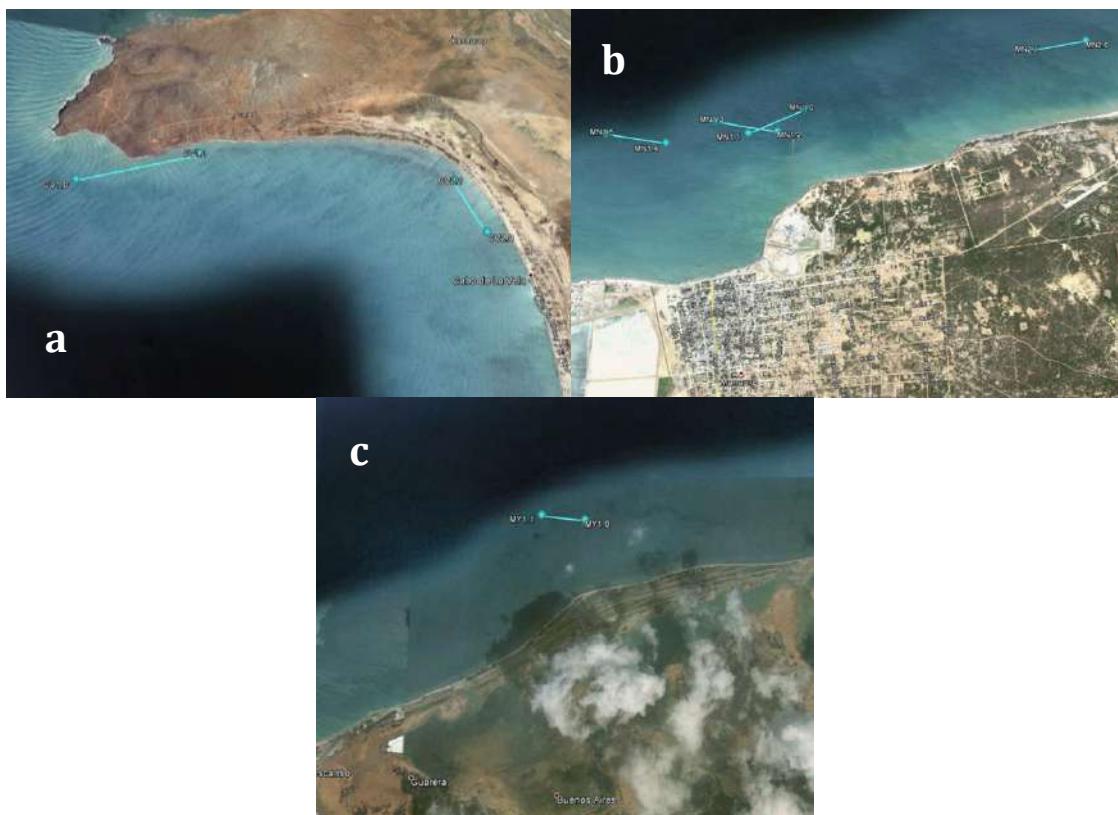


Figura 63. Transectos realizados en los tres sectores evaluados del departamento de La Guajira. Cabo de la Vela (a), Manaure (b) y Ballenas (c).

Tabla 14. Coordenadas de los transectos donde se midió corriente con el HidroSurveyor.

Transecto	Latitud inicial	Longitud inicial	Latitud final	Longitud final	Longitud del transecto (m)
<b>CV1.0-1.1</b>	12°12'10.17"	72°10'40.63"	12°12'18.17"	72°10'10.33"	988
<b>CV2.0-2.1</b>	12°11'54.79"	72° 8'58.51"	12°12' 9.58"	72° 9'4.84"	508
<b>MN1.0-1.1</b>	11°47'28.32"	72°26'26.26"	11°47'21.49"	72°26'41.06"	500
<b>MN1.2-1.3</b>	11°47'22.07"	72°26'33.37"	11°47'24.93"	72°26'50.00"	521
<b>MN1.1-1.2</b>	11°47'18.89"	-72°27'2.61"	11°47'21.43"	-72°27'18.77"	518
<b>MN2.0-2.1</b>	11°47'48.10"	72°25'9.44"	11°47'45.08"	72°25'24.93"	484
<b>MY1.0-1.1</b>	11°42'27.32"	72°43'20.50"	11°42'29.65"	72°43'36.94"	504

#### 4.2.1.2. Distribución del ecosistema de pastos marinos

Se consultó la información bibliográfica relacionada a la plataforma continental de La Guajira y del Golfo de Urabá (Corpoguajira-INVEMAR, 2006; García-Valencia, 2007), con el fin de obtener las generalidades del comportamiento batimétrico, morfológico y de sustratos de las zonas de estudio. Se tuvieron en cuenta las áreas determinadas en la “Actualización Cartográfica del atlas de Pastos Marinos de Colombia” (Gómez-López *et al*, 2014) para la selección de áreas de muestreo.

Para los sectores en el departamento de La Guajira se realizó la adquisición de información en transectos definidos en un área de 2 km<sup>2</sup> utilizando un sonar de barrido lateral de 100 kHz, en segmentos espaciados 50 m considerando cubrir 1 km longitudinal a la línea de costa por 2 km de ancho. Los registros se obtuvieron utilizando el sonar de barrido lateral SES 2000 Compact (INNOMAR), montados en soporte lateral a una embarcación menor (lancha) y debidamente conectados a un sensor de movimiento para hacer correcciones por el oleaje; se conecta a un computador portátil externo utilizando el programa SES para Windows (Figura 64). Se sincronizó la posición del equipo a partir de la señal de GPS.

Utilizando el software ISE 2.9 (INNOMAR) se corrigieron y extrajeron los valores de profundidad del fondos marino, considerando las variaciones por la marea en las fechas de adquisición de los registros (21 – 23 de noviembre 2015) y el oleaje. Los datos fueron almacenados en archivos de texto con coordenadas planas en sistema de referencia geográfico UTM 18N datum WGS84, el valor de profundidad, y el número de referencia al registro o perfil adquirido. Se utilizó software SIG para generar el archivo de vectores (puntos) y el modelo de profundidad utilizando el modelo de interpolación Topo to Raster de ArcGIS.

Las imágenes de los fondos se obtuvieron utilizando el software SSProcessor (Simple Side Scan Processor), versión 1.2 de INNOMAR Technologie (INNOMAR, 2007), generando el mosaico por zonas según la posición geográfica de las líneas seleccionadas; se realizó el procesamiento de la señal, corrigiendo la profundidad por marea y oleaje la distorsión causada a partir del ángulo entre la señal y el fondo, y el cambio de la ganancia del eco recibido con el fin de mejorar el contraste y la definición de la imagen. El resultado son varias imágenes de los fondos en blanco y negro, con diferentes métodos de mosaico para valores máximo o promedio, y permitiendo la interpolación entre pulsos (INNOMAR, 2007).

Para los sectores en el departamento del Chocó, se utilizó el equipo RiverSurveyor M9 con sistema de sondeo vertical de 0,5 MHz y posicionamiento diferencial. Para el levantamiento de información de los fondos se realizaron recorridos paralelos a la línea de costa con separación de 100 m entre sí, utilizando una embarcación menor para remolcar la plataforma de adquisición HydroBoard II. Los datos se exportaron a

archivos ASCII para la extracción de los valores de posición este, norte y profundidad, se incluyó una línea de costa para delimitar el nivel cero en las áreas de interés. Se utilizó software SIG para generar el archivo de vectores (puntos) y el modelo de profundidad utilizando el modelo de interpolación Topo to Raster de ArcGIS.



*Figura 64. Adquisición de registros acústicos empleando sonar de barrido lateral.*

#### *Sector La Guajira*

Particularmente, la región de la península de La Guajira ha sido caracterizada climáticamente de acuerdo al comportamiento de las variables de precipitación y temperatura principalmente, como una zona de clima semiárido y árido (IDEAM, 2005). De acuerdo con Rodríguez-Tobar (2014), donde se analizaron datos de las estaciones IDEAM de Puerto Bolívar y Riohacha, se evidencia un gradiente latitudinal en el comportamiento de la precipitación, descendiendo en volumen hacia el Norte. En la estación Aeropuerto Almirante Padilla se evidencia claramente la incidencia del denominado Veranillo de San Juan, mostrando un régimen de tipo bimodal con dos temporadas de lluvia, la primera de abril- mayo -junio, y una temporada de lluvias mucho más pronunciada de septiembre a noviembre; mientras que en Puerto Bolívar, pese a verse un pequeño pico de lluvias en el mes de mayo, se puede decir que el régimen de precipitaciones es monomodal (Figura 65).

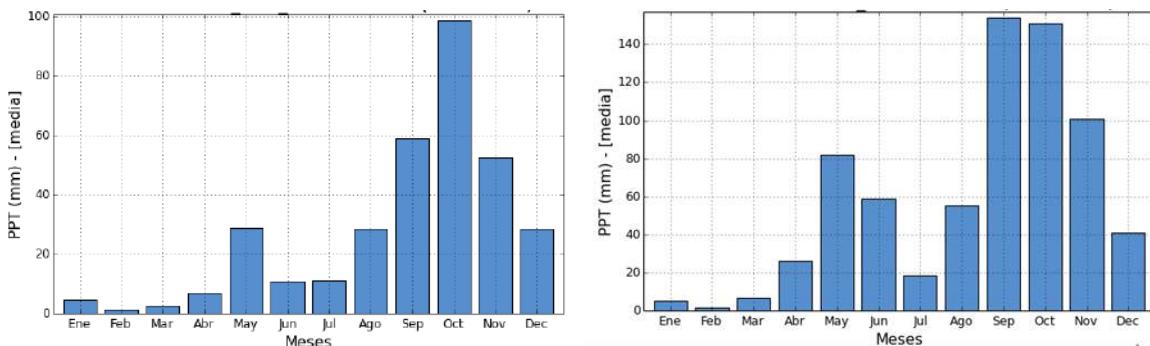


Figura 65. Distribución mensual multianual de la precipitación (mm) en: A. En la estación Puerto Bolívar (período 1988-2012) y B. En la estación Aeropuerto Almirante Padilla (1988 - 2012). Tomado de Rodríguez-Tobar (2014).

La región caribe se encuentra influenciada por la ZCIT presentando un predominio a lo largo del año por los vientos Alisios del Norte, que tienen velocidades altas entre 9 y 12 m s<sup>-1</sup> para la época seca en el sector de Punta Gallina, mientras que en el sector de Riohacha los vientos disminuyen su velocidad (8 a 10 m s<sup>-1</sup>; Paramo, 2011). Según Rodríguez-Tobar (2014), el patrón de vientos es predominante del Este y del Noreste durante todo el año y está dominado por la actividad del anticiclón de los Azores y la corriente en chorro de bajo nivel del Caribe (CLLJ).

Para la estación de Puerto Bolívar, se encontró un comportamiento de tipo bimodal con dos máximos de viento durante los meses de diciembre a marzo y de mayo a junio, con velocidades entre los 6 y 7 m/s, correspondientes con brisas de tipo moderado a fuerte según escala Beaufort, situación producida por la falta de obstáculos físicos en la región ligada a una topografía predominantemente llana y de lomeríos bajos. Con respecto a la estación Almirante Padilla, la velocidad del viento muestra una variación en promedio de 2 a 3 m/s lo que de acuerdo con la escala Beaufort de fuerza del viento, significa predominan brisas entre muy débiles a débiles. En ambas estaciones, la época de mínimos de velocidad del viento por su parte, está relacionada directamente con la época de lluvias entre los meses de agosto a noviembre. Se cree que los incrementos en la velocidad del viento para mediados del año obedecen a efectos de la actividad ciclogenética en el Caribe y el segundo pico de vientos producido por acción de la CLLJ (Figura 66).

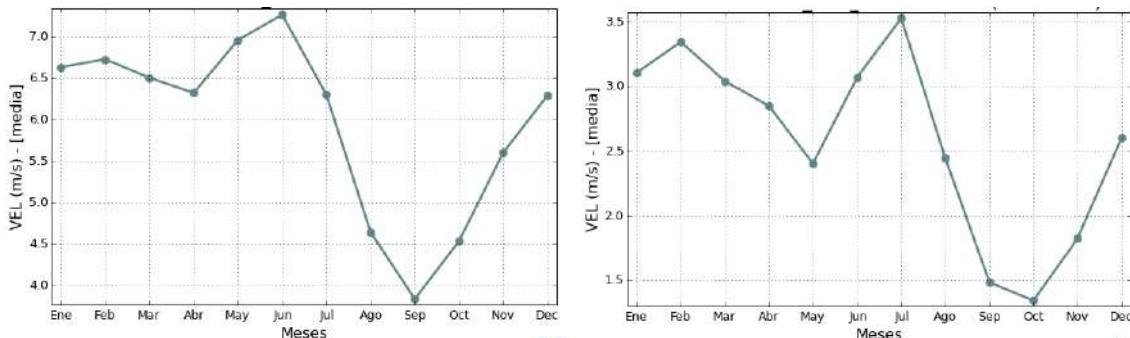


Figura 66. Distribución mensual multianual de la velocidad del viento (m/s) en: A. Puerto Bolívar (período 1988-2012) y B. Aeropuerto Almirante Padilla (1988-2012). Tomado de Rodríguez-Tobar (2014).

En cuanto a hidrodinámica en el sector, el patrón de circulación en la península de la Guajira está determinado por la corriente del Caribe con dirección oeste y una ligera desviación hacia el sureste en sentido paralelo a la costa (Crisales-Hernandez *et al.*, 2006). En este sector se presenta el fenómeno de surgencia costera especialmente en aquellas partes donde los vientos mantienen velocidades altas paralelas a la costa desplazando el agua por efecto de Coriolis, lo que da lugar a la afloración de aguas profundas las cuales son ricas en nutrientes y presentan bajas temperaturas así mismo se presentan una leve disminución en los valores de salinidad alcanzando 36 PSU, sin embargo de acuerdo a Andrade *et al.* (2015) el valor medio de la salinidad es constante a lo largo de todo el año.

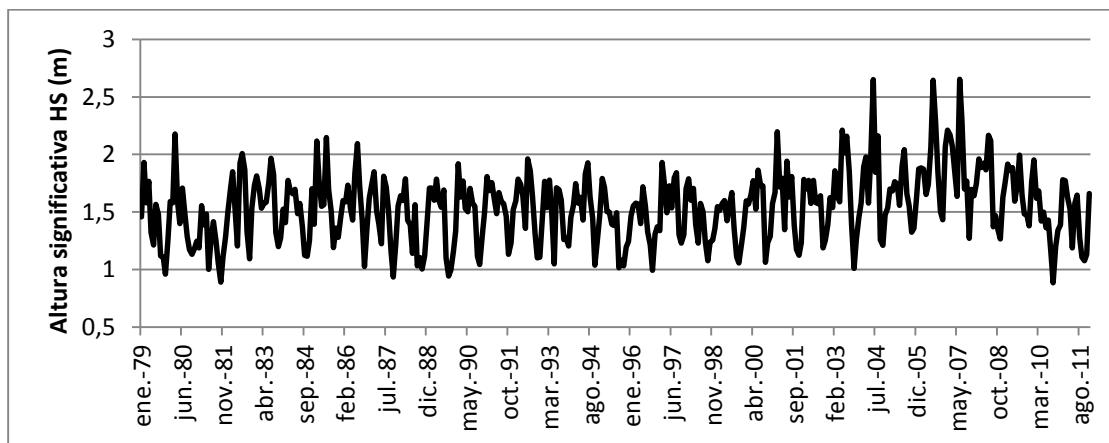
Con respecto al régimen de corrientes, es poco lo que se ha documentado para la zona costera de La Guajira. Recientemente y a partir de simulaciones numéricas, se ha reportado la existencia de una alta dinámica a principios de año asociadas a celdas de circulación y las menores temperaturas; las cuales desaparecen en el segundo semestre (Bastidas *et al.* 2015). Sin embargo, estos resultados corresponden a una caracterización de mesoscala donde los procesos que ocurren en escala de metros sobre la plataforma no pueden ser advertidos y requieren de mediciones en campo.

#### 4.2.1.3. Oleaje

Es importante mencionar que la plataforma continental frente a La Guajira es extensa, por lo tanto, los procesos que ocurren en la zona de rompientes son determinantes para los ecosistemas de pastos marinos que allí existen. En la zona de rompientes, las olas se convierten en oleaje y nivel del mar; además generan las corrientes responsables del transporte de sedimentos (Restrepo *et al.*, 2011). Con respecto al oleaje del sector, está documentado que este responde a la variabilidad espacial y temporal de los vientos predominantes en el Caribe. El trabajo realizado por Mesa-García (2009) muestra que el ciclo anual del oleaje presenta un comportamiento bimodal asociado con el comportamiento de los vientos alisios del NE, presentando dos períodos de vientos y

oleaje intensos (bajas precipitaciones, época seca) y dos periodos de vientos y oleajes débiles (altas precipitaciones, época húmeda).

A partir del análisis de la serie de tiempo de altura significativa de la ola ( $H_s$ ), se observa una variación cíclica mensual en los valores de  $H_s$  (Figura 67). Los valores más bajos de toda la serie se registran de septiembre a noviembre ( $H_s$  avg = 1.23 m;  $H_s$  max = 1.27 m), alcanzándose el valor mínimo en octubre. En los meses siguientes, desde diciembre a marzo, la  $H_s$  se incrementa; en este periodo se alcanzan valores promedio de oleaje de 1.66 m.



**Figura 67.  $H_s$  mensual en la boya virtual BV\_23 ubicada frente a Manaure. Fuente de datos: Oceánicos - UNAL, GICI - UdeM, UniNorte (2012).**

En esta serie de tiempo se destacan tres máximos: junio de 2004, julio de 2006 y junio de 2007. El Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe (CIOH), a través de sus boletines meteomarinos reportaron para las fechas mencionadas, eventos importantes que desencadenaron alturas de ola significativas.

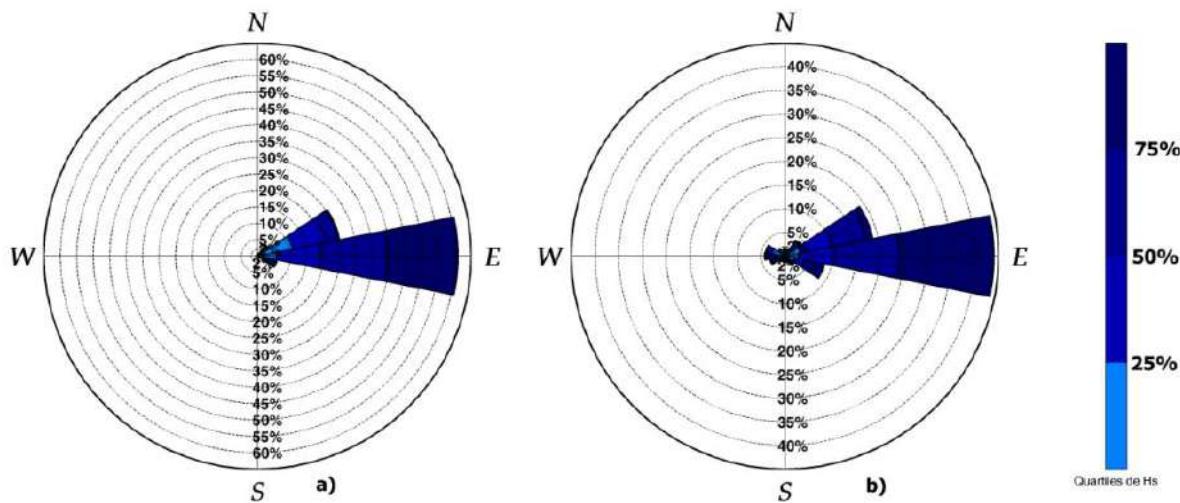
Para el mes de junio de 2004 se presentaron incrementos moderados en la altura de la ola sobre el noreste del litoral Caribe, a la altura de la península de La Guajira debido a un descenso de alta presión de 1025Mb sobre el noreste de las Antillas menores, generando intensificación en el flujo de los viento Alisios (CIOH, 2004). Sobre el mar Caribe durante el mes de julio de 2006, la altura de la ola estuvo entre 0.5 a 1.5 m, mostrando un leve incremento hacia la parte central donde los valores alcanzaron los 2.5 m. En condiciones normales y con el paso de ciclones la altura de la ola mostró fuertes incrementos asociados a estos sistemas. (CIOH, 2006).

Para el mes de junio de 2007 el CIOH informó que el comportamiento del viento sobre el norte del litoral mantuvo una constancia en la dirección E y ENE con una velocidad promedio de 15 nudos. Así mismo según las cartas QuikSCAT emitidas por la NOAA, durante los días 24, 25 y 26 de junio de 2007, hubo un aumento considerable en los vientos con ráfagas de hasta 25 nudos en la franja norte y centro del litoral. Este

comportamiento atmosférico ocasionó un aumento considerable de la altura del oleaje, debido al gradiente de presión que se presentó ya que al descender la alta presión de las Bermudas y encontrarse con la Zona de Convergencia Intertropical ocasionó que se cerraran los campos isobáricos (CIOH, 2007)

De otro lado, la Figura 68 muestra las rosas de oleaje construidas con el conjunto de estados de mar provenientes de la BV\_23, para los dos períodos de vientos identificados en la Figura 66 la de mayores vientos que incluye los meses de diciembre a julio y la de menores vientos que abarca de agosto a noviembre. A pesar de que se encontró una diferenciación en la magnitud del viento (Figura 68), esto no se vio reflejado en las probabilidades de procedencia del oleaje; las cuales dominan en su mayoría del este (E), lo cual se asocia a que el campo de vientos sobre La Guajira proviene del este a lo largo del año.

Para el primer período analizado (diciembre-julio), se identificó que el oleaje más frecuente proviene del E con una probabilidad del 60,9%, el cual es seguido por la dirección este-noreste (ENE) con una probabilidad de 25,4% y una componente minoritaria en el segundo cuadrante (90° y 180°) en la dirección este-sureste (ESE) con una probabilidad del 6,1%. Para el segundo período analizado (agosto-noviembre), las direcciones siguen siendo del primer cuadrante, igual que para el primero. Para esta época, el oleaje más frecuente proviene del este E con una probabilidad del 44%, seguido por las direcciones ENE con un porcentaje de ocurrencia de 19% y un aumento en la componente del segundo cuadrante, ESE con un aporte de 8,5%. Existen aportes de oleaje provenientes del oeste W y el oeste-suroeste (WSW) con aproximadamente 4,3% y 3,2% respectivamente, componentes que no se observan en el primer período analizado.



*Figura 68. Rosas de oleaje para la BV\_23. Período de análisis 1979 - 2011. Fuente de datos: Oceánicos-UNAL, GICI-UdeM, Uninorte, 2012.*

Finalmente, la función de distribución de  $H_s$  se muestra en la Figura 69. Esta es presentada con la probabilidad acumulada de que un nivel dado de altura de ola sea excedido; permitiendo identificar que oleajes superiores a 1.5 m, solo son excedidos el 50 % del tiempo; mientras que aquellos superiores a 2 m, solo son excedidos el 10% del tiempo.

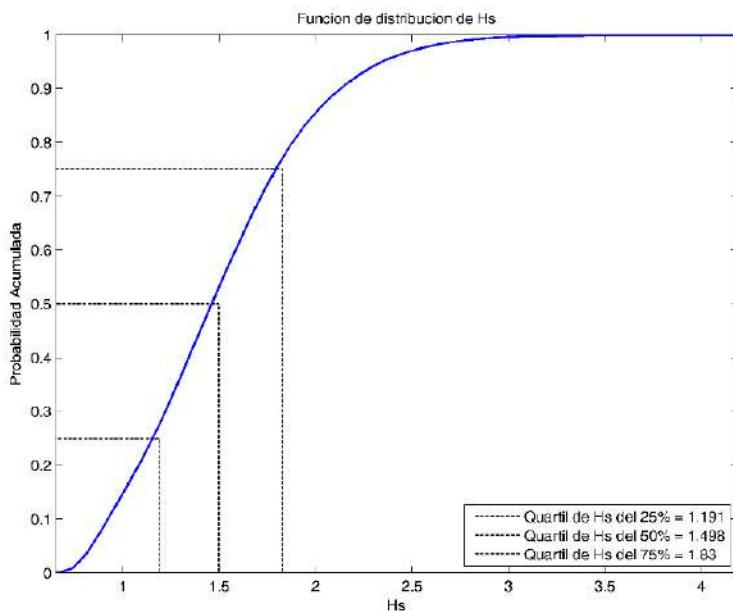


Figura 69. Distribución de la altura de ola significante para los datos de la BV\_23.

#### 4.2.1.4. Corrientes

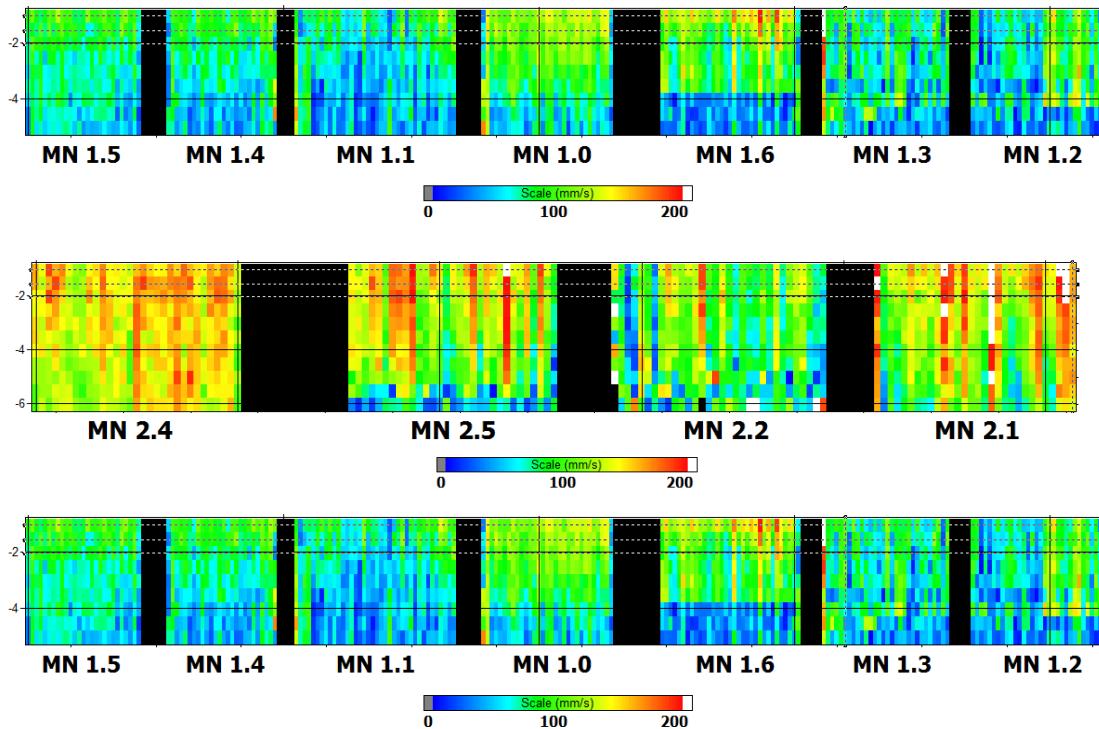
En cuanto a hidrodinámica en el sector, el patrón de circulación en la península de la Guajira está determinado por la corriente del Caribe con dirección oeste y una ligera desviación hacia el sureste en sentido paralelo a la costa (Crisales-Hernandez *et al.*, 2006). En este sector se presenta el fenómeno de surgencia costera a principios de año, especialmente en aquellas partes donde los vientos mantienen velocidades altas paralelas a la costa desplazando el agua por efecto de Coriolis, lo que da lugar a la afloramiento de aguas profundas las cuales son ricas en nutrientes y presentan bajas temperaturas así mismo se presentan una leve disminución en los valores de salinidad alcanzando 36 PSU; sin embargo de acuerdo a Andrade *et al.* (2015), el valor medio de la salinidad es constante a lo largo de todo el año.

Recientemente y a partir de simulaciones numéricas, se ha reportado la existencia de una alta dinámica a principios de año asociadas a celdas de circulación y las menores temperaturas; las cuales desaparecen en el segundo semestre (Bastidas-Salamanca *et al.* 2015). Sin embargo, estos resultados corresponden a una caracterización de

mesoescala donde los procesos que ocurren en escala de metros sobre la plataforma no pueden ser advertidos y requieren de mediciones en campo.

A la fecha de realización del presente informe, solamente se analizaron los datos en el sector de Manaure, en el cual se encuentra la mayor presencia de pastos marinos. Las mediciones fueron hechas el día 22 de noviembre en el sector norte (MN 2.1, 2.2, 2.4 y 2.5) y el día 23 de noviembre en el sector denominado sur (MN 1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5 y 1.6). A partir de los datos medidos con correntómetro ADCP, fue posible identificar que las corrientes en la zona no superaron los 0.20 m/s y que resultaron mayores en superficie con respecto al fondo, que es donde se encuentra el ecosistema de pastos.

Entre sectores analizados (norte y sur), las mayores corrientes se encontraron en el norte, evidenciando un gradiente en la zona de estudio. A partir de registros visuales, tanto en la zona norte como sur, se observaron varios vástagos de *Thalassia testudinum* y de *Syringodium filiforme* flotando en la superficie.



**Figura 70. Perfil de magnitud de la corriente en las estaciones realizadas en el sector Manaure norte (superior) y sur (inferior) en noviembre de 2015.**

En la Figura 71 se presentan los mapas de magnitud de las corrientes en superficie (1.5 m) y fondo (máxima profundidad en cada estación, la cual osciló entre 6.8 y 10.3 m en las estaciones del norte y entre 4.5 y 8.4 m en el sur). Cabe destacar que las condiciones de viento y oleaje en Manaure, fueron las más adversas de los tres sectores analizados.

A partir del mapa en superficie se constata que existe un gradiente en la magnitud de la corriente noreste (NE) – suroeste (SO) y que los mayores valores se presentaron al NE del sector analizado. Con respecto a las direcciones (Figura 72), a 1.5 m se presentó un predominio de corrientes hacia el SO, lo cual concuerda con lo descrito por Bastidas-Salamanca *et al.* (2015) para el mes de noviembre. Este patrón es evidencia del predominio de los vientos en el sector analizado, el cual es predominante del E y NE (vientos Alisios) y de la dirección del flujo del aire proveniente de la corriente en chorro de bajo nivel del Caribe, la cual transita en dirección NE, paralela a la costa de la península de La Guajira (Rodríguez-Tobar, 2014). Las corrientes en el fondo se tornan hacia el norte en las estaciones más próximas a la costa, lo cual es explicado como corrientes de resaca.

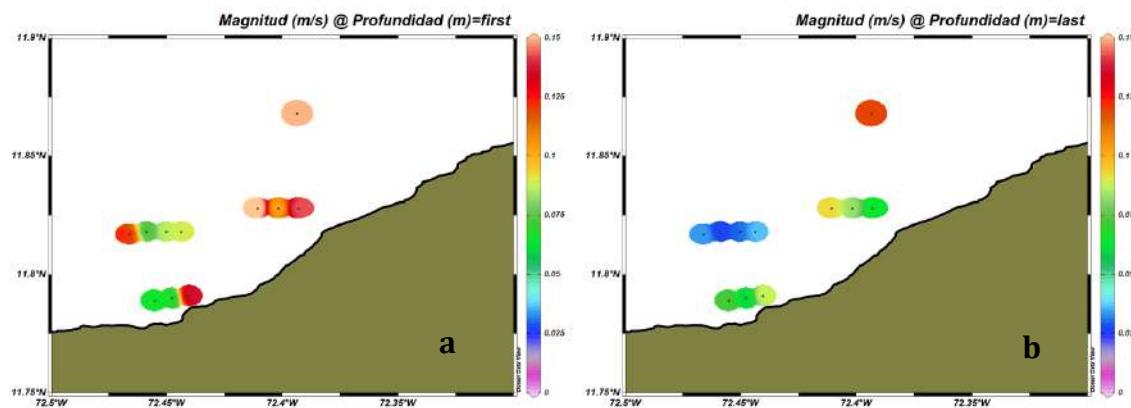


Figura 71. Magnitud de las corrientes en superficie (a) y fondo (b) en el sector de Manaure durante noviembre de 2015

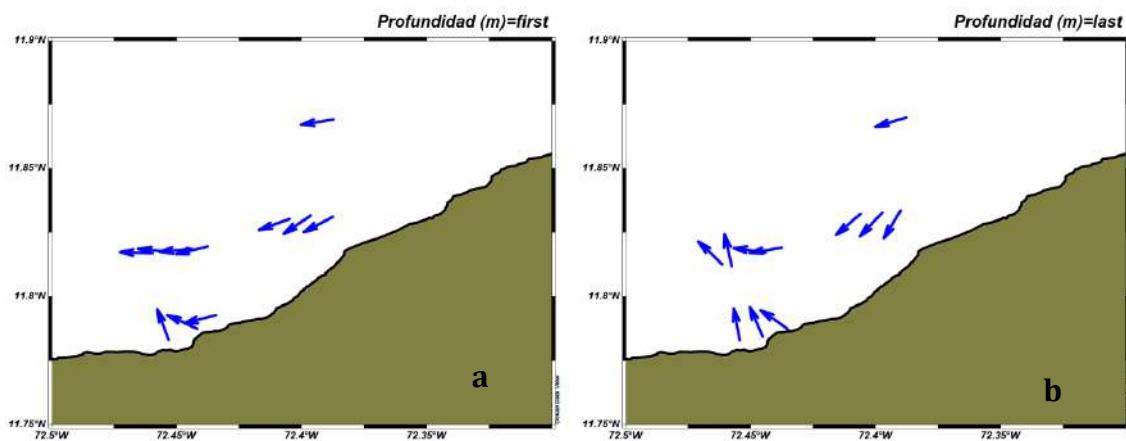


Figura 72. Dirección de las corrientes en superficie (a) y fondo (b) en el sector de Manaure durante noviembre de 2015

### Sector Urabá (Caribe chocoano)

Dada su ubicación geográfica, el golfo de Urabá presenta un clima que se encuentra afectado por el paso de la zona de convergencia intertropical (ZCIT), mostrando dos períodos climáticos bien marcados que coinciden con las épocas de mínimos caudales y de lluvias (Restrepo y López, 2008). Durante la época de sequía, que ocurre entre diciembre y febrero, dominan los vientos Alisios del noreste provenientes del mar Caribe; mientras que durante el resto del año, se tiene una época de lluvias coincidente con los vientos alisios del sudoeste, cuando la ZCIT se encuentra más al norte sobre la costa pacífica del Chocó.

A partir del análisis de datos de precipitación de dos estaciones IDEAM localizadas en Acandí y Titumate (Figura 73), se encontró en la distribución mensual que históricamente no existe un mes de sequía completa, aunque es evidente una distribución monomodal con los mayores acumulados en el periodo abril-diciembre (Figura 73).

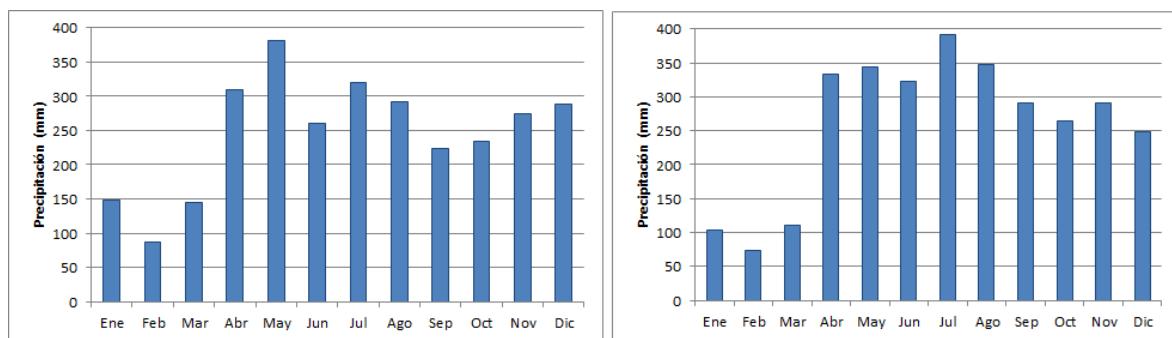


Figura 73. Distribución mensual multianual de la precipitación (mm) en el Chocó Caribe: A. Acandí (periodo 1980-2013) y B. Titumate (1975 - 2013).

A partir del análisis del comportamiento de los valores medios anuales durante el periodo de análisis (1979 - 2011), se observa que la altura significativa de la ola ( $H_s$ ) para el sector analizado; alcanzando los valores medios anuales más altos en el año 2007 con una altura de 2.22 metros, para posteriormente empezar a decaer hasta el 2011. En general, los valores medios anuales de  $H_s$  frente al sector oscilan entre 0.5 y 2.22 m a lo largo de la serie.

Con respecto a la hidrodinámica del sector, Montoya-Jaramillo (2010) empleó modelación numérica y consideró el efecto conjunto del esfuerzo generado por el viento, las corrientes inducidas por las mareas y la circulación baroclínica originada por la diferencia de densidades inducida principalmente por la descarga de los ríos, particularmente la pluma del río Atrato. Como resultado de las simulaciones, se encontró una circulación típica de un estuario fuertemente estratificado, con el desarrollo de una pluma del río que se extiende por gran parte del golfo y que afecta principalmente las capas superficiales. La circulación en esta región además de estar

marcada por la acción de estos esfuerzos, también presenta una importante interacción con un dominio topográfico complejo (semicerrado tipo golfo).

Se simularon las condiciones reportadas durante las campañas de medición y se encontró que para todas las condiciones analizadas, la pluma generada por el río Atrato se extiende hacia el norte, recostada a la margen oriental del golfo y cubriendo gran parte de él, con una tendencia hacia el noroeste, siguiendo el alineamiento impuesto por la línea de costa y saliendo del golfo recostada al margen noreste. De acuerdo con las simulaciones presentadas en Montoya-Jaramillo (2010), la pluma proveniente del Atrato, no alcanza a llegar a las zonas de pastos marinos ubicadas en Acandí y Titumate, los cuales están en el costado oeste del golfo de Urabá.

Con respecto al oleaje y con base en la serie analizada, se detecta una variación cíclica mensual en los valores de altura significativa de la ola  $H_s$  así como menores valores con respecto a los encontrados para La Guajira (Figura 74). Los valores más altos de toda la serie se registran de enero a abril ( $H_s \text{ avg} = 1,52 \text{ m}$ ;  $H_s \text{ max} = 1,65 \text{ m}$ ). En el periodo de mayo a agosto, la  $H_s$  tiene un pico de máximos en el mes de julio con 1,29m; finalmente para el periodo de septiembre a diciembre la altura presenta sus registros más bajos llegando a un mínimo de 0,85 m en el mes de octubre.

Lo más significativo para el mes de marzo del 2007, mes en el que se advierte un incremento en la  $H_s$  de la serie analizada, fue la permanencia semicontinua de la baja presión del Darién sobre el Litoral Caribe centro y sur, lo que generó un incremento en la nubosidad y algunas lluvias aisladas solo hacia el sur del litoral. El comportamiento de la nubosidad fue aumentando a medida que transcurría el mes ocasionando algunas precipitaciones sobre el área del litoral Caribe sur, sobre todo para la segunda quincena del mes cuando hubo una activación de la baja presión del Darién, la cual llegó a situarse inclusive sobre el sur del departamento de Bolívar, Sucre y Córdoba lo que llegó a ocasionar algunas lluvias aisladas al término de la primera quincena y parte de la segunda quincena del mes de marzo (CIOH, 2007).

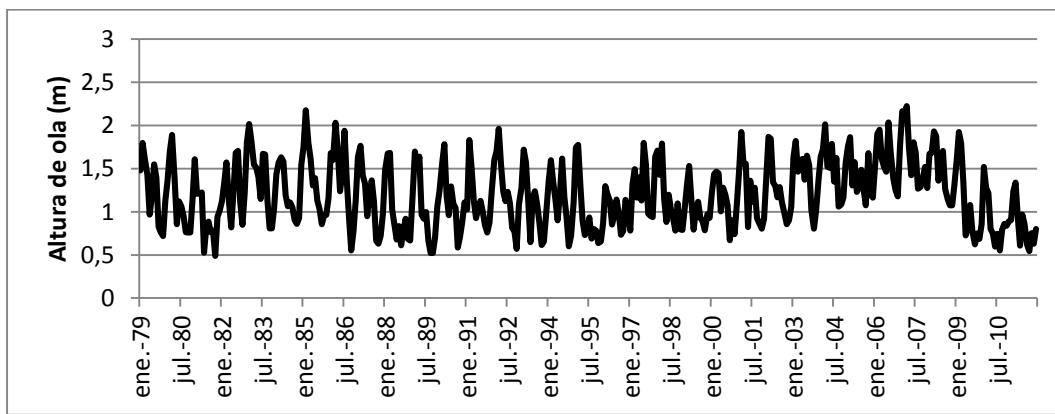
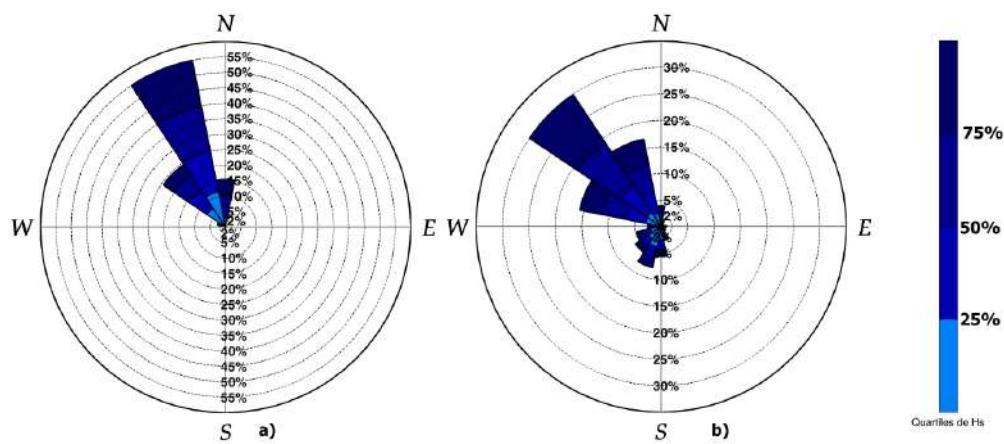


Figura 74.  $H_s$  mensual en la boyta virtual BV\_01 ubicada al norte del golfo de Urabá. Fuente de datos: Oceánicos - UNAL , GICI - UdeM, Uni norte , 2012 .

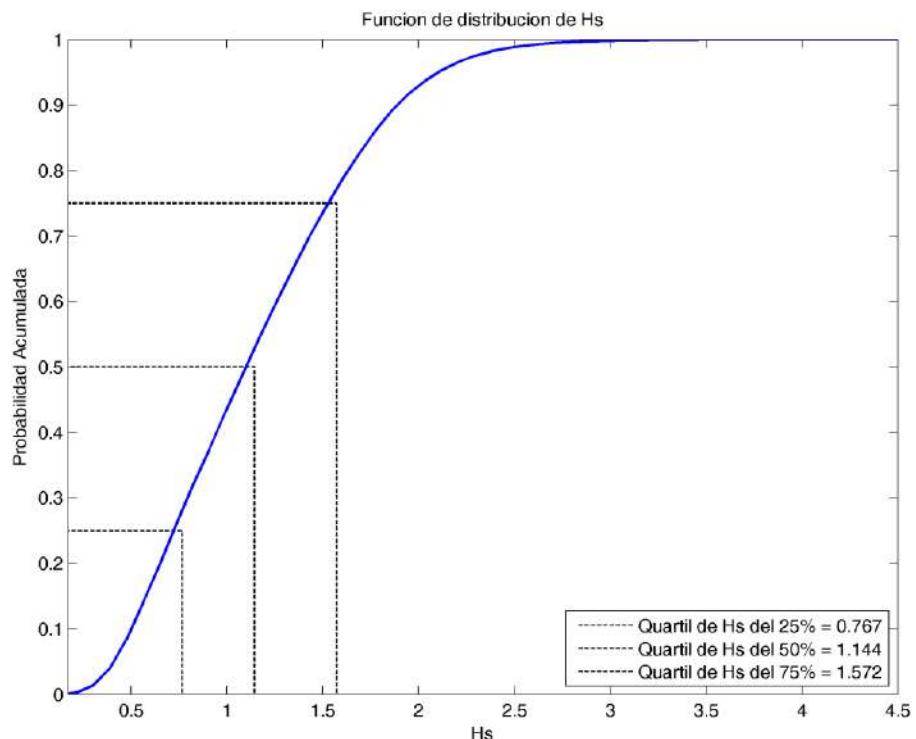
Con respecto a la dirección del oleaje, la Figura 75 muestra las rosas construidas con el conjunto de estados de mar provenientes de la BV\_01, para los dos períodos de precipitación identificados en la figura 8: el de menores caudales que incluye los meses de enero a marzo y el de mayores precipitaciones que abarca de abril hasta diciembre. Aunque se observa un predominio de oleajes provenientes del cuarto cuadrante (entre 270° y 360°), en el segundo período analizado o de mayores lluvias, se observan componentes del tercer cuadrante.



**Figura 75. Rosas de oleaje para la BV\_01. Período de análisis 1979 - 2011. Fuente de datos: Oceánicos-UNAL, GICI-UdeM, Uninorte, 2012.**

Para el primer período analizado (enero-marzo), se identificó que el oleaje más frecuente proviene del nor-noroeste (NNW) con una probabilidad del 55.0%, el cual es seguido por la dirección noroeste (NW) con una probabilidad de 24.3%. Para el segundo período analizado (abril-diciembre), las direcciones siguen siendo del cuarto cuadrante, igual que para el primero, pero aparecen componentes del tercer cuadrante. Para esta época del año, se identifica que el oleaje más frecuente proviene del NW con una probabilidad del 30%. Este oleaje es seguido por las direcciones oeste-noroeste (WNW) y NNW con un porcentaje de ocurrencia de 15.7% y 16.8% respectivamente. Las componentes del tercer cuadrante vienen en su mayoría de la dirección sur-suroeste (SSW) con 8.0% y con componentes del sur (S) y suroeste (SW) con una representatividad de 5.6% y 6.0% respectivamente.

Finalmente, la función de distribución de Hs se muestra en la Figura 76. Esta es presentada con la probabilidad acumulada de que un nivel dado de altura de ola sea excedido; permitiendo identificar que oleajes superiores a 1.5 m, solo son excedidos el 25 % del tiempo; mientras que aquellos superiores a 2 m, solo son excedidos el 5% del tiempo.



*Figura 76. Distribución de la altura de ola significante para los datos de la BV\_01. Fuente de datos: Oceánicos - UNAL, GICI - UdeM, Uni norte, 2012.*

#### 4.2.1.5. Corrientes

A la fecha de realización del presente informe, aún se encontraba en desarrollo la salida de campo para medición de corrientes en el sector de Urabá, por lo cual se describe la hidrodinámica del sector con base en estudios previos. Montoya-Jaramillo (2010) empleó modelación numérica y consideró el efecto conjunto del esfuerzo generado por el viento, las corrientes inducidas por las mareas y la circulación baroclínica originada por la diferencia de densidades inducida principalmente por la descarga de los ríos, particularmente la pluma del río Atrato. Se simularon las condiciones reportadas durante las campañas de medición realizadas durante dicho estudio y se encontró que para todas las condiciones analizadas, la pluma generada por el río Atrato se extiende hacia el norte, recostada a la margen oriental del golfo y cubriendo gran parte de él, siguiendo el alineamiento impuesto por la línea de costa.

Recientemente, Velásquez-Montoya (2013) modeló el transporte de sedimentos en el golfo de Urabá para dos épocas climáticas, encontrando que durante la época húmeda, se generan plumas de sedimentos superficiales que viajan hacia el norte, dirección en

la que disminuye su concentración; mientras que en el fondo en cambio, durante la época húmeda las plumas mencionadas desaparecen (Figura 77).

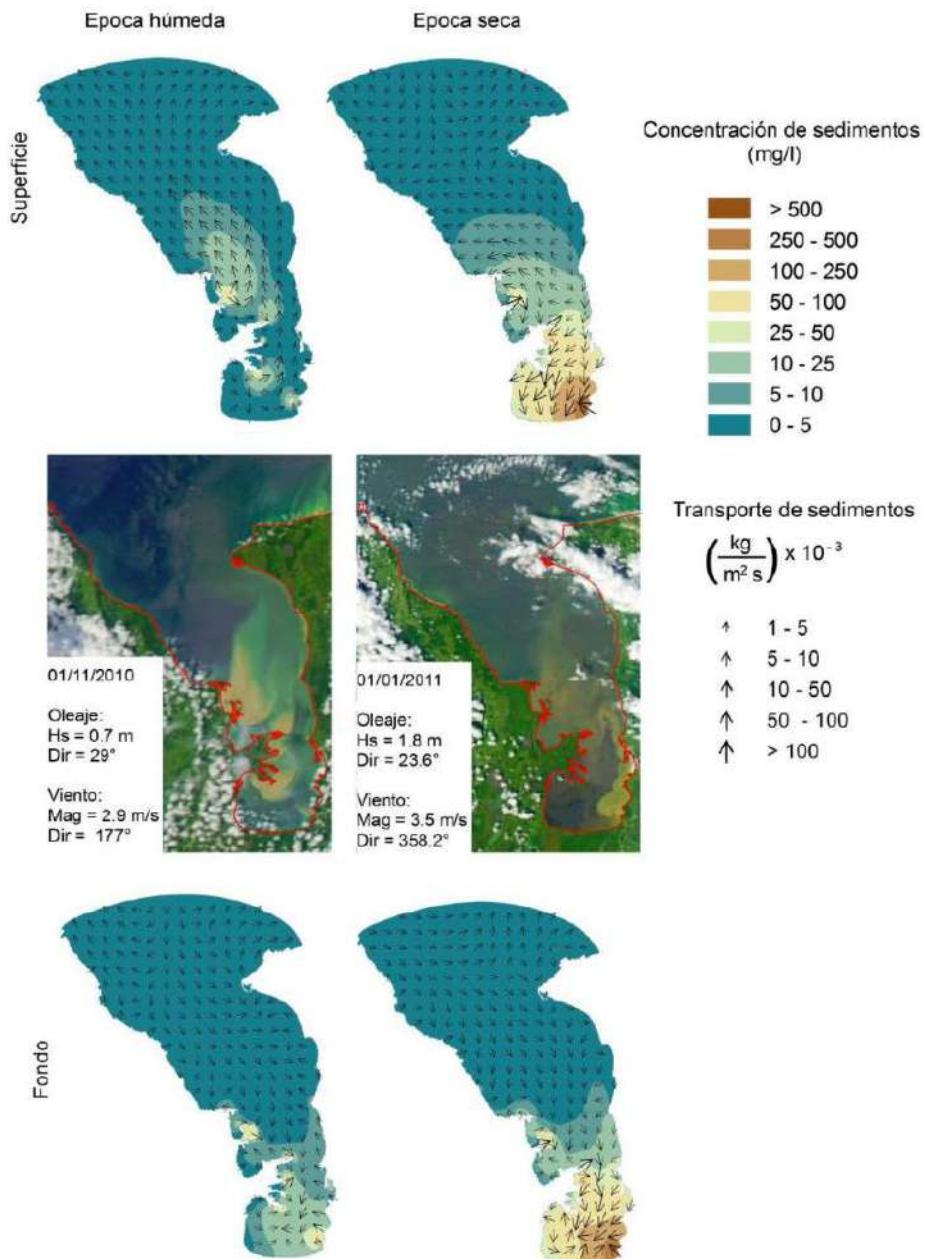


Figura 77. Patrones de concentración y transporte de sedimentos en superficie y fondo para las épocas climáticas del golfo de Urabá e imágenes satelitales MODIS. Tomado de: Velásquez-Montoya (2013).

En la época seca, los sedimentos tienden a permanecer en la zona central y sur del golfo y no se diferenció una pluma boyante en superficie; mientras que en el fondo la dispersión es menor. La alta concentración de sedimentos obtenida en la simulación de la época seca con respecto a la húmeda, se puede explicar en parte, por el incremento en la resuspensión de sedimentos en zonas poco profundas a causa del oleaje y de la turbulencia, esta última afectando directamente el término difusivo en el cálculo de la cantidad de sedimentos en suspensión.

De acuerdo con las simulaciones presentadas en Montoya-Jaramillo (2010) y Velásquez-Montoya (2013), la pluma de sedimentos proveniente del Atrato, no alcanza a llegar a las zonas de pastos marinos ubicadas en Acandí; mientras que para la zona de Titumate, llegan bajas concentraciones en época seca.

#### 4.2.2 Características geomorfológicas - Sector La Guajira

La plataforma continental actual de la Guajira es una antigua porción del continente o una extensión del mismo hacia el mar y su configuración es resultante de ascensos y descensos en el nivel de este, conllevando a que su morfología sea influenciada por el marco geológico y tectónico de la zona emergida, manteniendo una relación con la fisiografía de la región.

Por esta razón se tiene en cuenta la división fisiográfica del departamento de la Guajira: Alta Guajira, Media Guajira y Baja Guajira, para así relacionarla con la morfología de la plataforma, y se reconoció que la pendiente y amplitud de esta guarda una relación o hereda rasgos del continente, siendo la plataforma amplia y de pendiente suave en la Media Guajira que se caracteriza por ser hacia el continente una región de baja elevación de relieve plano y cubierta por depósitos cuaternarios y es la relacionada a los puntos del presente estudio. En la Baja y Alta Guajira la plataforma es estrecha y de una pendiente mayor que en la Media Guajira, la región de la Baja Guajira se caracteriza por estar en las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta y la Alta Guajira por la presencia de serranías que no superan los 650 m.s.n.m, pero representan un cambio en la geomorfología que la diferencia del relieve llano de la Media Guajira.

Las tres regiones fisiográficas de la Guajira se encuentran casi limitadas por rasgos estructurales como la falla de Cuisa cercana al límite entre la Media Guajira y la Alta Guajira y la Falla de Oca que casi coincide con el límite entre la Media Guajira y la Baja Guajira. Estos patrones estructurales tienen su reflejo sobre la plataforma donde el cañón del Río Ranchería una dirección de rumbo similar al que presenta la Falla de Oca (Romero, 2006).

La plataforma continental de la Guajira finaliza alrededor del veril de los 80m, donde el declive se aumenta constituyendo el Talud Continental. (Cuignon, 1987 en Romero, 2006). Por sus características morfológicas Cuignon (1987) subdivide la plataforma en dos sectores, hallando la separación a la altura del Cabo de la Vela.

Sector 1: Según dicha subdivisión tendremos que las pendientes en el área al este del Cabo de la Vela tendrían una pendiente promedio de 1% siendo muy elevada ya que generalmente la pendiente oscila entre el 0,7 y 0,13%.

Sector 2: En el área comprendida entre el Cabo de la Vela y Manaure la pendiente es suave de 0,2%.

Según otra división basada en la revisión de trabajos anteriores es publicada por Álvarez *et al.* (1995), en donde se divide la plataforma en tres zonas (Romero, 2006), teniendo de esta forma que para el área en estudio a partir de la línea de costa hasta una profundidad de 60 m o zona interna, se evidencian varios cordones y bancos cuya morfología completa se caracteriza por una cresta a los 40m de profundidad.

Según Romero (2006) en el sector comprendido entre Laguna de Navío Quebrado y el Cabo de la Vela la cual abarca el área del presente estudio, se encuentra una plataforma ancha con 40 km en promedio y pendiente suave de 0,2%.

#### 4.2.2.1 Sedimentología

Según Javelaud (1987) se definen por cartografía geológica cinco facies sedimentarias para la plataforma continental de la Guajira.

- Tres facies predominantes orgánicas arenas biogénicas, arenas carbonatadas y arenas lodosas carbonatadas.
- Dos facies detríticas de poca extensión: lodos y arenas terrígenas.

Los sedimentos de la plataforma continental de La Guajira generalmente presentan altos contenidos de carbonatos, estando los depósitos netamente terrígenos restringidos a una franja costera estrecha en los alrededores de la Sierra Nevada de Santa Marta (Figura 78).

Según la carta de repartición de facies sedimentarias del CIOH (1999), en el sector entre Las Lagunas y Puerto Bolívar se presenta una fracción compuesta en su mayoría por carbonatos (arena bioclástica con contenido superiores a 90%) que constituye una banda alargada SO-NE entre las isobatas de -10 m y -50 m aproximadamente, en cambio en bahía Portete y bahía Honda estas arenas bioclásticas están limitadas por la isobata de -15 m aproximadamente. Las arenas biolitoclásticas (contenido de CaCO<sub>3</sub> entre 50% y 85%) se encuentran rodeando los sedimentos bioclásticos hasta el sector de bahía Honda y como pequeños parches aislados entre punta Gallinas y Puerto López, mientras que las arenas litobioclásticas (contenido de CaCO<sub>3</sub> entre 15% y 50%) se encuentran formando una franja paralela a la costa entre los sectores de Manaure (al N) donde no sobrepasa la isobata de -10 m y Dibulla (al S) donde penetran hasta la isobata de -50 m aproximadamente; además, algunos parches de arenas y lodos litobioclásticos se presentan al frente de la costa de Manaure entre las isobatas de -50 m y -100 m y al suroriente de punta Gallinas respectivamente. Según Javelaud (1987), el origen

biológico de estos depósitos carbonatados está demostrado por la abundancia de componentes biogénicos donde los elementos predominantes son los fragmentos de algas calcáreas.

A nivel granulométrico, predominan los depósitos sedimentarios arenosos en la parte superficial de la plataforma de La Guajira. Como muestra la carta de repartición de facies sedimentarias del CIOH (1999), las arenas cubren su totalidad la plataforma al oriente del meridiano 73°30', en inmediaciones del corregimiento de Palomino; al occidente de este sector, se presenta una facies arenolodosa en cercanías a la Sierra Nevada de Santa Marta, mientras que al SE de punta Gallinas y en inmediaciones de Puerto López ocurren dos franjas de sedimentos lodosos, dentro de las cuales se observan algunos sectores aislados de sedimentación arenosa (Figura 78). Javelaud (1987) realizó dos perfiles granulométricos al frente de Riohacha hasta la isobata de -100 m. Con relación a estos perfiles, se definen dos zonas de granulometría gruesa (arena gruesa, tamaño de partícula mayor a 500 µm) presente entre las isobatas de -30 m y -50 m en un perfil, mientras en el otro se presenta entre las isobatas de -70m y -100 m; en una zona intermedia, entre -50 m y -70 m, las arenas finas y muy finas (tamaño de partícula entre 62,5 µm y 250 µm) representan entre el 60% y 90% de los sedimentos de la superficie (INVEMAR, 2010).

Dentro de la parte sedimentaria en las zonas de playa fueron encontradas arenas bioclásticas de colores claros, compuestas por cuarzos, carbonatos y fragmentos de conchas. En el sector de Manaure las playas están formadas por arenas biogénica con valores de cuarzo bajos (menos de 20%), carbonatos, fragmentos de conchas y foraminíferos. De Riohacha a Manaure es notoria la disminución en el porcentaje de cuarzo dentro de la muestra; posiblemente ocasionado por un mayor aporte terrígeno o condiciones menos favorables para la vida o desarrollo de los organismos. (Corpoguajira-INVEMAR, 2006).

La granulometría en las playas al norte de Riohacha y en Manaure permitió determinar que las arenas bioclásticas presentadas son predominantemente finas – muy finas; hacia las zonas de plataforma inferior prevaleciendo hasta los 10m de profundidad, encontrando que el 65% de las muestras presentan tamaño de arena fina (Corpoguajira-INVEMAR, 2006).

Además los resultados sedimentológicos presentados por Romero (2006) para profundidades hasta los 10 m muestran arenas y arenas gravosas bioclásticas y biolitoclásticas, de color blanco, compuestas por cuarzo con porcentajes no superiores al 10% y fragmentos de roca ígnea hasta un 4%, el resto de fracción está conformada entre un 50-70% por fragmentos de algas rojas, en proporciones menores se encuentran moluscos, foraminíferos, fragmentos de conchas, espículas, ostrácodos y tubos de poliqueto.

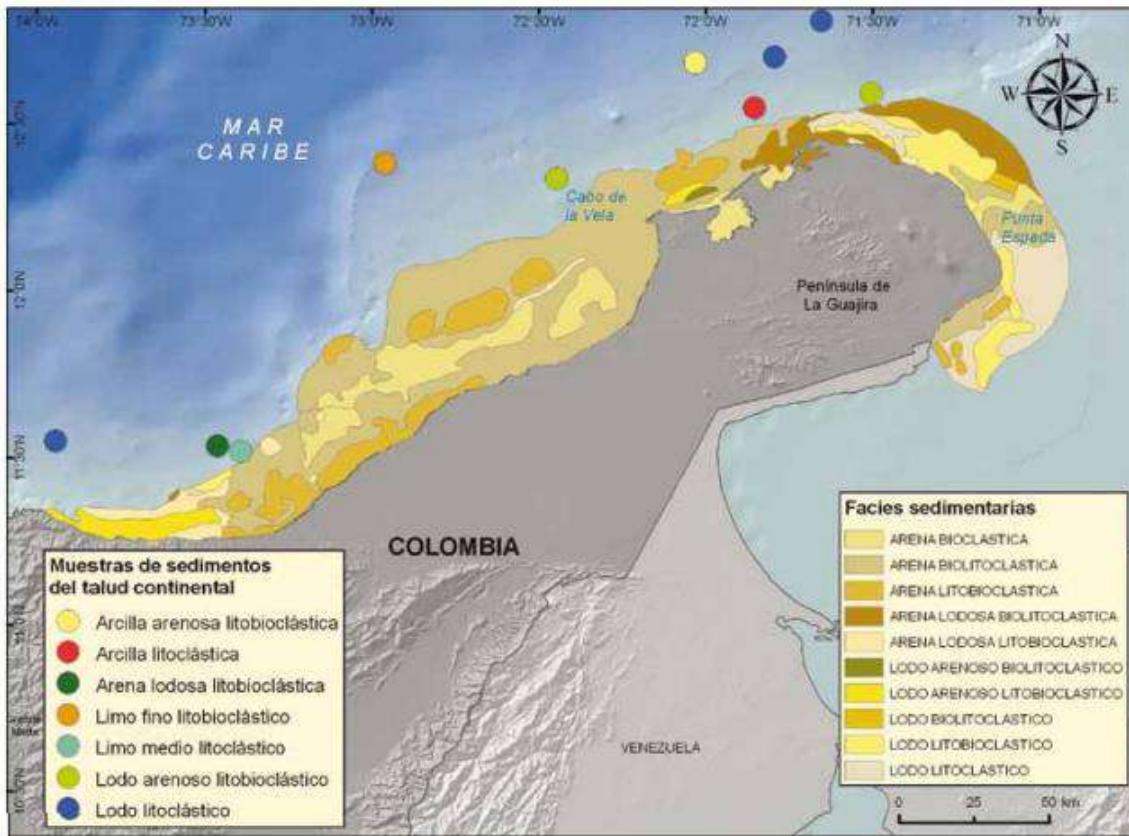


Figura 78. Mapa de distribución de facies sedimentarias para la plataforma continental de los sectores de La Guajira y Tayrona (modificado de CIOH, 1999 en INVEMAR 2010). Se incluye la localización y clasificación de las muestras sedimentológicas recolectadas en el talud continental en los proyectos ANH I y II.

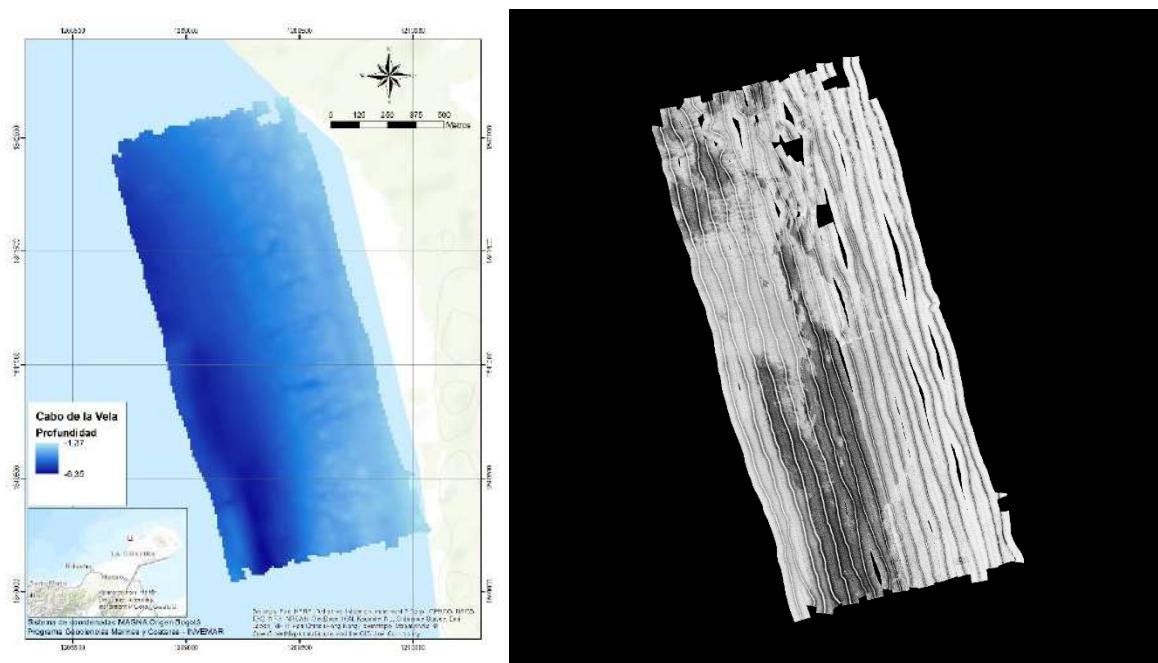
#### 4.2.2.2 Distribución de pastos en las áreas de interés

##### Cabo de la Vela

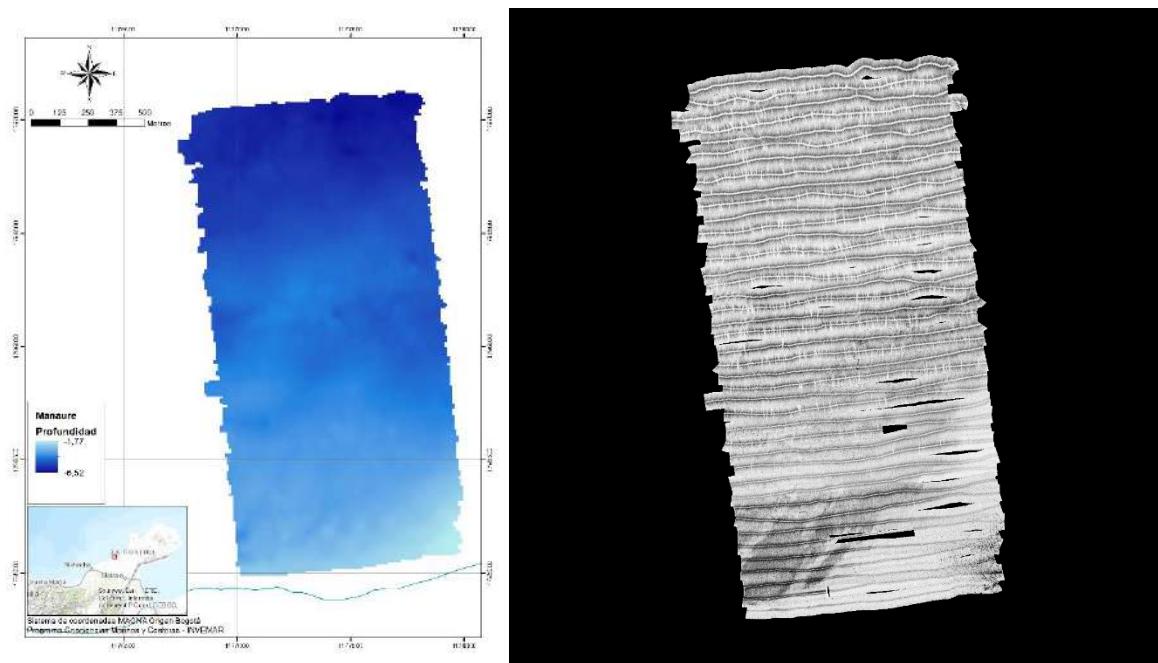
El área evaluada abarcó la plataforma frente al corregimiento del Cabo de la Vela en dirección norte-sur con profundidades entre 1,37 y 6,35 m, el mosaico adquirido tiene un cubrimiento de 1,72 km<sup>2</sup> (Figura 79). De manera preliminar se considera que en el área se encuentran pastos marinos, fondos arenosos y bloques aislados.

##### Manaure

Se realizó la adquisición en la plataforma somera con profundidades entre 1,77 y 6,52 m al costado occidental de la cabecera municipal de Manaure, en cercanías al espolón del muelle de Salinas de Manaure. El área de mosaico adquirida es de 2,09 km<sup>2</sup> (Figura 80). De manera preliminar se considera el fondo extensamente cubierto por pastos marinos limitado hacia el suroriente con campos de arena y bloques aislados.



*Figura 79. Resultados preliminares de batimetría y mosaico de fondo para el área del Cabo de la Vela.*



*Figura 80. Resultados preliminares de batimetría y mosaico de fondo para el área de Manaure.*

### Mayapo (Estación Ballena - Ecopetrol)

Los registros de fondo se obtuvieron en inmediaciones de la estación para la extracción de gas “Ballena”, procurando tener como referencia el paso de la tubería entre el campo “Chuchupa” y la estación. La profundidad en el sector estuvo entre 4,41 y 8,03 m y se adquirió un mosaico con cobertura de 2,02 km<sup>2</sup> (Figura 81). El área preliminarmente se identifica extensamente cubierta por pastos marinos, con dos parches descubiertos hacia el norte, se hace notar la incidencia de la tubería de gas fragmentando la pradera.

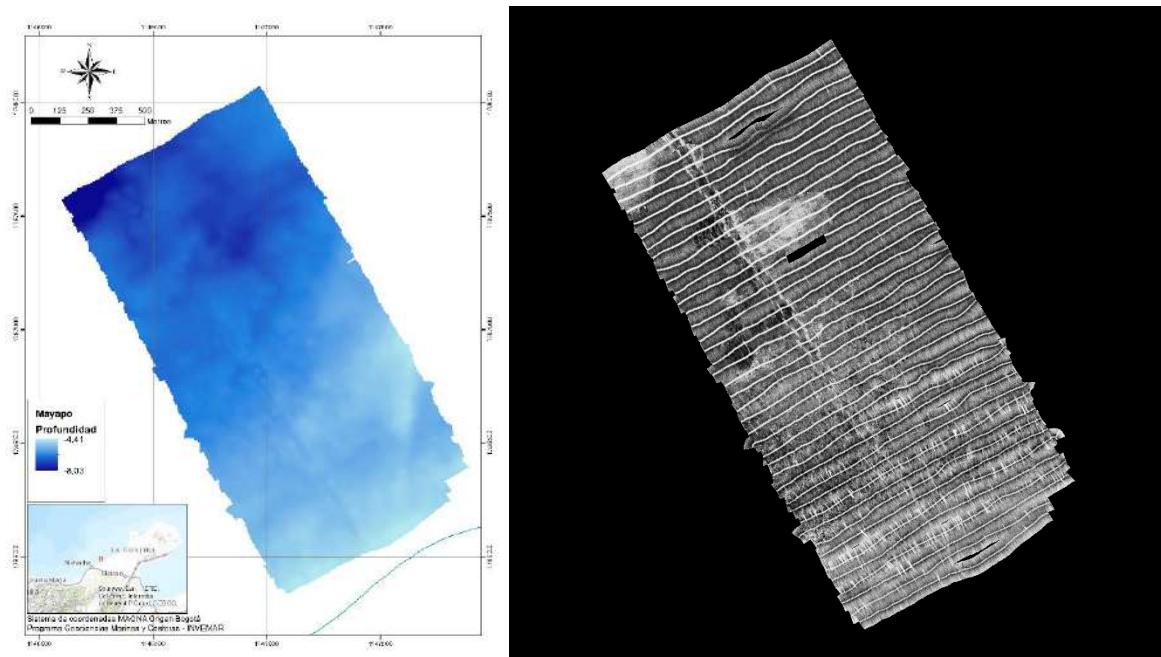


Figura 81. Resultados preliminares de batimetría y mosaico de fondo para el área de Mayapo.

#### 4.2.3 Características geomorfológicas Sector Urabá (Caribe chocoano)

El Golfo de Urabá presenta sobre más de 100 Km una forma alargada, cuyo eje pasa de una orientación N-S a NO-SE a nivel de una línea trazada entre boca Tarena y punta Caimán; la profundidad a lo largo del eje central no supera los 65m a la entrada y 30m en bahía Colombia, mostrando así el carácter uniforme y poco profundo de ésta última (Chevillot *et al.*, 1993).

La topografía en el fondo parece relativamente sencilla, de forma cóncava; sin embargo, su posición intermedia entre las regiones bajas del este y la Serranía del Darién al oeste hace que presente una morfología diferente con pendientes abruptas hacia el costado occidental que se van suavizando hacia el centro y el este del golfo (Chevillot *et al.*, 1993).

#### 4.2.3.1 Sedimentología

Según la carta de repartición de facies sedimentarias del CIOH (1999), en este sector de la plataforma continental del Caribe colombiano los depósitos terrígenos finos tamaño lodo dominan, ocupando la mayor parte de la zona del Golfo de Urabá (Figura 82).

La fracción arenosa calcárea recubre parte occidental de la entrada del Golfo de Urabá. Parches aislados de una fracción arenosa detrítica restringidos a la isóbata de -30m relacionados al delta del río Atrato. Sedimentos arenosos y lodosos moderadamente calcáreos (contenido de CaCO<sub>3</sub> entre 15 y 50%) recubre la parte occidental de la entrada del Golfo de Urabá. Este material bioclástico proviene de dos sistemas arrecifales (Javelaud 1987 en INVEMAR 2010): los arrecifes sumergidos remanentes del norte, entre Cartagena e Isla Fuerte, y el archipiélago arrecifal de San Blas distribuido a lo largo de la costa de Panamá.

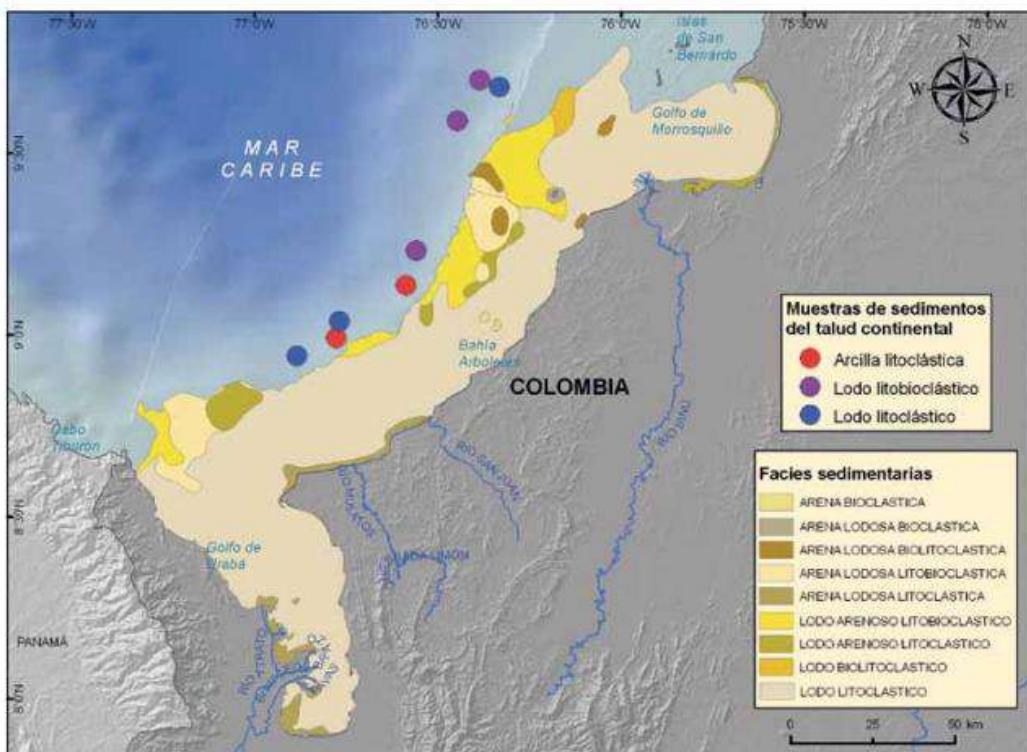


Figura 82. Mapa de distribución de facies sedimentarias para la plataforma continental del sector del Sinú (modificado de CIOH, 1999 en INVEMAR, 2010). Se incluye la localización y clasificación de las muestras sedimentológicas recolectadas en el talud continental en los proyectos ANH I y II.

#### 4.2.3.2 Distribución de pastos en las áreas de interés

##### *Titumate*

Se realizó la adquisición en inmediaciones de la parte externa de la bahía Titumate con profundidades entre 1 y 22,55 m (Figura 83). Se abarcó un área de 2,28 km<sup>2</sup>. Se estima que las praderas de pastos se encuentran en áreas someras y de baja pendiente en bahías protegidas, su extensión está restringida en el Choco debido al rápido aumento de profundidad asociado a las cadenas montañosas emergidas que tienen continuidad hacia el mar y reflejan un fondo irregular.

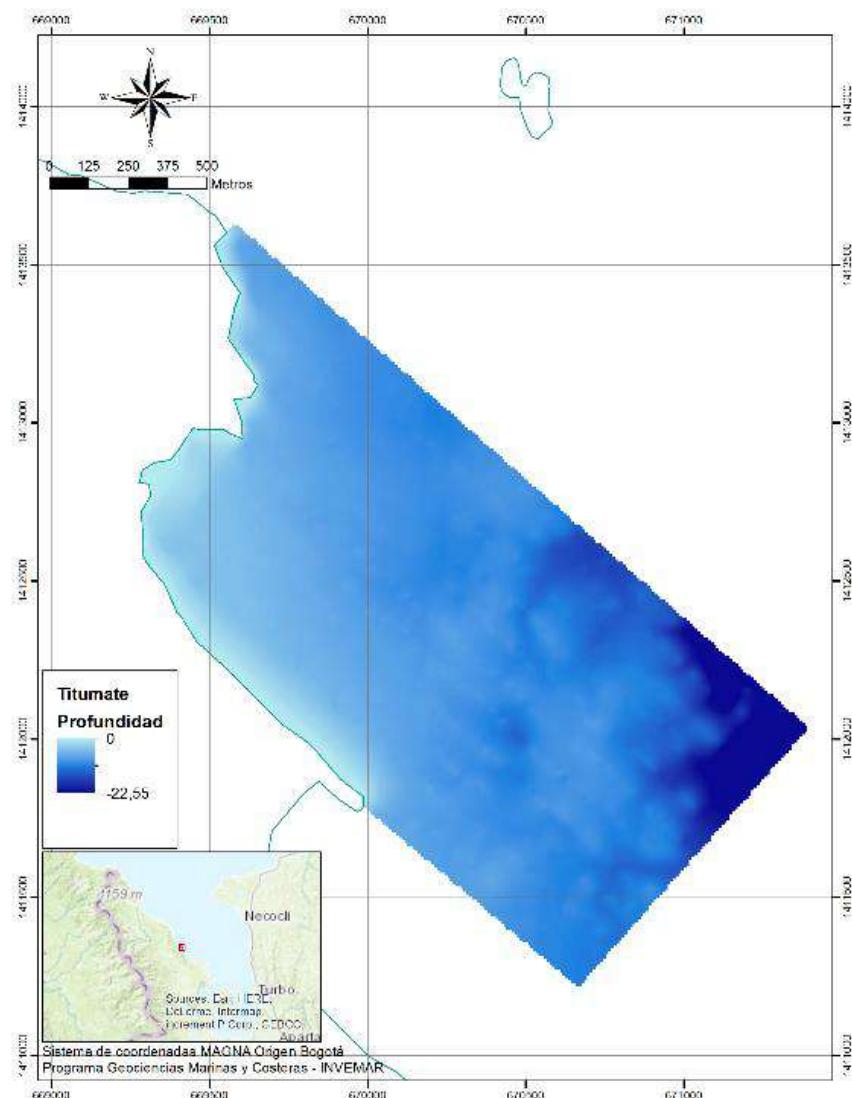
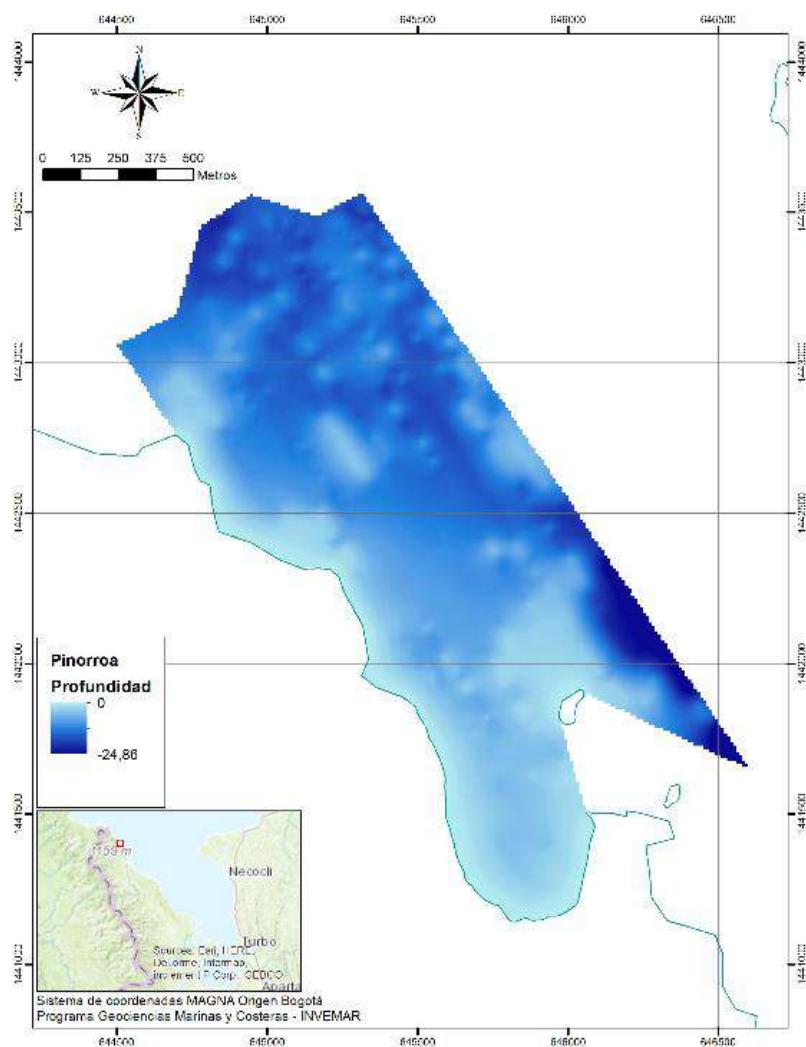


Figura 83. Resultado preliminar de batimetría para el área de Titumate.

### *Pinorroa*

En el sector de Pinorroa (Acandí) el fondo es irregular con profundidades que alcanzan los 24,8 m (Figura 84). El área de adquisición fue de 2 km<sup>2</sup>. El borde costero varía entre terrazas emergidas y playas, esta misma connotación se extiende hacia el mar en donde el área suroriental se encuentra con una forma de bahía y permite la acumulación de sedimentos reduciendo así la profundidad, mientras que hacia el norte la presencia de montículos sumergidos con geometrías similares a los islotes del sector denotan la alta variabilidad de los fondos que restringen la extensión de los pastos marinos.



*Figura 84. Resultado preliminar de batimetría para el área de Pinorroa*

## 4.3 Caracterización biológica de la planta y hábitat de pastos marinos

Previamente a la realización de las salidas a campo, se realizó la evaluación de las posibles áreas a muestrear la cual se acordó conjuntamente en todos las temáticas contempladas, basándose en la información previa colectada con el proyecto de actualización cartográfica de los pastos marinos en los departamentos de La Guajira, Chocó Caribe y Punta San Bernardo (Gómez-López *et al.*, 2014). Tomando en cuenta que el objetivo final del levantamiento de la información física, química, biológica, socioeconómica y cultural en al menos dos ciclos climáticos (lluvias y seca) en las áreas mencionadas, es desarrollar un diagnóstico lo suficientemente argumentado con el fin de identificar los criterios más relevantes para implementar la zonificación del ecosistema en los departamentos de la Guajira y Chocó Caribe en relación a las actividades de exploración y explotación de hidrocarburos. Por lo anterior, los criterios de elegibilidad de los sectores a muestrear estuvieron direccionados a:

1. áreas con suficiente extensión de pastos marinos para instalar las estaciones de muestreo y 2. su asociación o cercanía a áreas pobladas fuente de los principales insumos para la instalación de probables instalaciones para las actividades de la exploración y explotación de hidrocarburos offshore.

Identificándose las áreas a muestrear, el procedimiento a realizar fue el siguiente, con equipo de buceo SCUBA:

- Determinación de las estaciones de muestreo (área y composición de especies específica)
- Instalación de las estacas que determinaran los límites de la estación y de los transectos A, B y C de 50 metros de longitud y que tienen una separación de 25 metros entre sí. El transecto A corresponde al más cercano a la costa, el C al transecto paralelo al A que se encuentra a 50 metros de este y el B es el punto medio del transecto.
- Implementación de los transectos como tal (flexómetros de 50 m o cabo blanco correspondientemente marcado cada metro) sobre los cuales se levantará la información biológica, de flora y fauna asociada y de biomasa en cada uno de los 12 cuadrantes (50x50 cm) aleatorios (ya preestablecidos)en los que divide cada uno de los transectos.
- Lectura de los 36 cuadrantes de toda la estación y colecta de información de flora, fauna (fotos) y de biomasa.
- Aseguramiento de todo el material colectado.

A continuación se relaciona a nivel general la información recopilada en cada una de las zonas de trabajo.

#### 4.3.1 Guajira

En el departamento de la Guajira se llevó a cabo en el cabo de La Vela la instalación de la primera estación de caracterización de pastos marinos. En esta se obtuvieron datos de fauna asociada, abundancia de especies de pastos marinos y una aproximación del estado en que se encuentran las praderas en la época del muestreo (Figura 85).

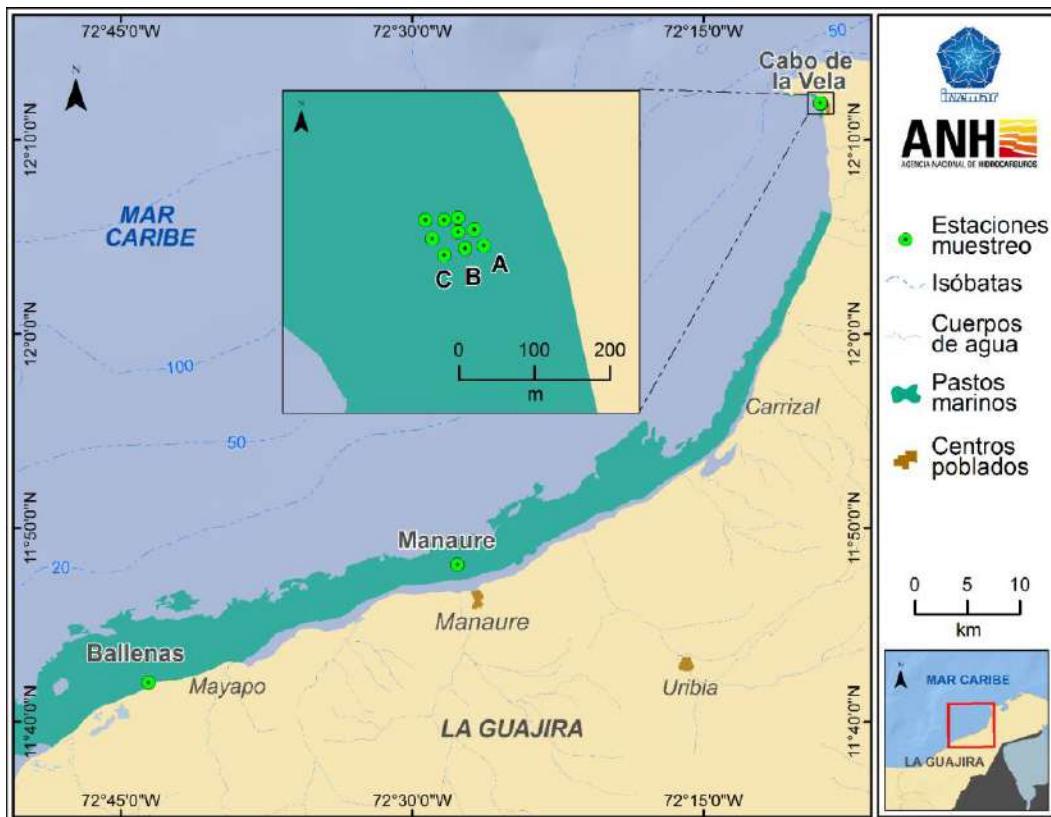


Figura 85. Puntos de caracterización establecidos en la Guajira, donde en el Cabo de La Vela se presentan los tres transectos instalados (A, B, C) y su aproximación al área de la costa.

#### 4.3.2 Cabo de La Vela

La estación de caracterización del Cabo de la Vela (Figura 85) se encuentra ubicada a los 12°11'53.88"N 72° 8'55.61"W a 80 m de la costa aproximadamente (Tabla 15). Los alrededores registran una playa arenosa de pendiente baja, muy cerca a la vía principal del pueblo y a algunas casas. Se evidenció una alta intervención humana en el área donde se ubicó la estación debido a las basuras, paso de lanchas y uso de anclas en el área aledaña. Una de las situaciones que se vivieron en esta época en la Guajira fue la baja visibilidad que no permitió que las fotos subacuáticas tuvieran una claridad suficiente para ser bien detalladas, y esto también dificultó la revisión más extensiva de la fauna acompañante.



Figura 86. Fotografía del área del Cabo de La Vela, Guajira.

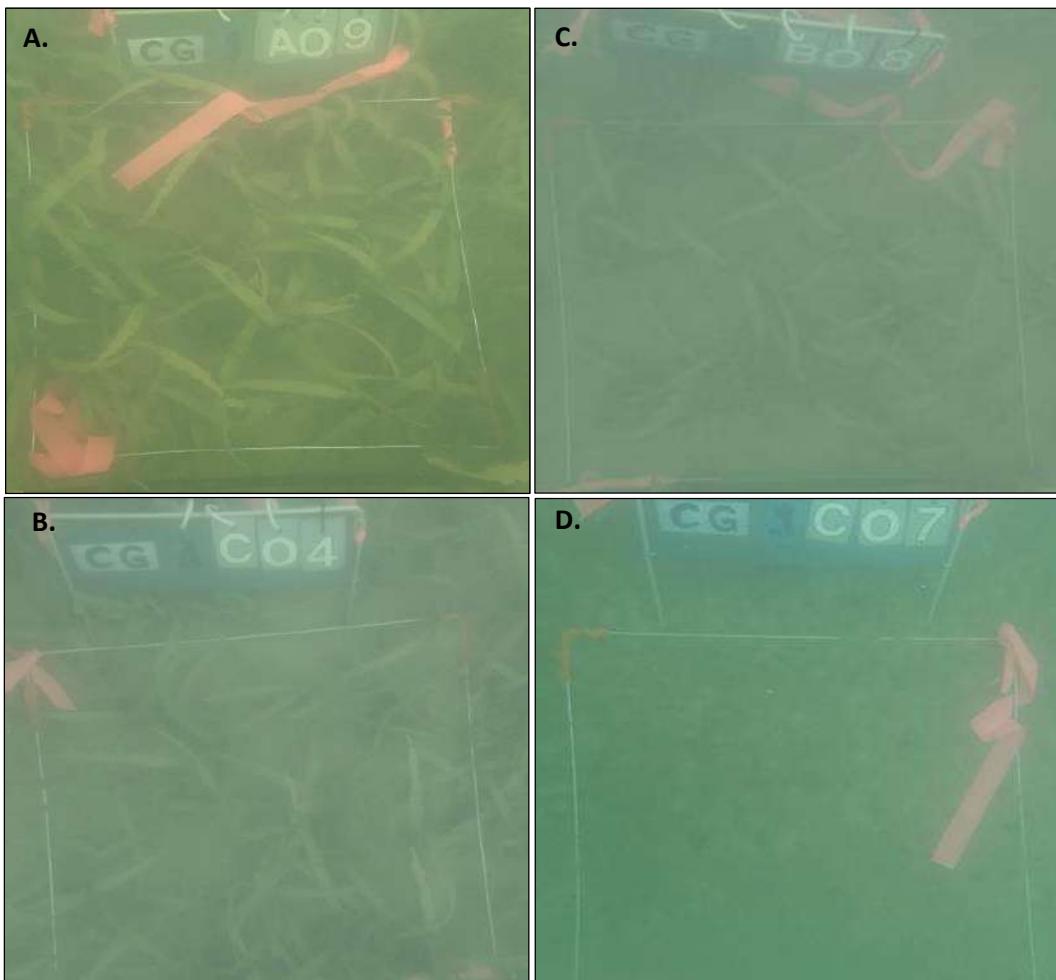
Tabla 15. Coordenadas geográficas de la estación de caracterización instalada en el Cabo de La Vela, Guajira.

Punto	N	W
A0	12° 11' 53,7"	072° 08' 55,6"
A25	12° 11' 54,4"	072° 08' 56,0"
A50	12° 11' 54,9"	072° 08' 56,7"
B0	12° 11' 53,6"	072° 08' 56,4"
B25	12° 11' 54,3"	072° 08' 56,7"
B50	12° 11' 54,8"	072° 08' 57,3"
C0	12° 11' 53,3"	072° 08' 57,3"
C25	12° 11' 54,0"	072° 08' 57,8"
C50	12° 11' 54,8"	072° 08' 58,1"

La estación presenta una mezcla de sedimentos entre lodos y arenas con una composición monoespecífica de *Thalassia testudinum*. Esta estación contó con una cobertura promedio de 50% en el total de sus transectos, con asociaciones de algas

coralinaceas y briozoos. También dentro de los cuadrantes se encontró la presencia del crustáceo *Petrochirus diógenes*, una especie de gasterópodo que se encontraba en alta abundancia entre las hojas de *T. testudinum*, el erizo *Lytechinus variegatus* y la especie de coral *Manicina areolata*.

La ubicación, selección, montaje y toma de datos de la estación se llevó a cabo el día 27 de noviembre de 2015, comenzando a las 7:00 am y finalizando a las 13:00 pm. La estación fue ubicada en dirección oeste noroeste. Las coordenadas de las líneas de transectos elegidos para la estación fueron las siguientes:



**Figura 87.** Imágenes que muestran la poca visibilidad con la que se contó en campo e ilustran la toma de fotocuadrantes en los tres transectos en el marco de levantamiento de información en pastos marinos en Cabo de La Vela, mostrando diferentes porcentajes de cobertura en sus transectos. A. Cobertura alrededor de 80% B. Cobertura alrededor de 50% C. Cobertura alrededor de 20% D. Ausencia de cobertura de pastos marinos.

Los tres transectos presentaron diferentes profundidades siendo para el transecto A un promedio de 0,80 m, para B 1,30 m y C 1,90 m de profundidad. Además, se encontró diferencias en cobertura de *T. testudinum* en los transectos (Figura 87) y signos de herbivoría en todas las parcelas analizadas donde existe presencia de la especie de pastos. Durante todo la caracterización de los transectos no se evidencio ningún órgano reproductivo (flores, primordios florales o frutos) de *T. testudinum*, ni tampoco evidencia de afectación por el hongo *Labyrinthula sp.*

Entre los resultados encontrados en la estación de caracterización, los transectos mostraron una tendencia muy similar a lo que se ha reportado anteriormente (Gómez-López *et al.*, 2014, Gómez-López, 2006) en el que las zonas más someras de las praderas presentan una mayor densidad.

En el transecto A, se encontró una cobertura promedio total de 70%, identificándose una cobertura homogénea y presencia de pastos en todos los cuadrantes analizados manteniendo una densidad promedio de 15 vástagos por 50 cm<sup>2</sup> y una longitud promedio de las hojas de 20 cm.

En el transecto B, se encontró un cuadrante sin cobertura de *T. testudinum* (B-09), dos con una cobertura muy baja ≤ 5 (B-10 y B-11) y el resto con una cobertura homogénea. El promedio de los cuadrantes con pastos fue de 58 %, manteniendo una densidad promedio con presencia de pastos de 15 vástagos por 50 cm<sup>2</sup> y una longitud promedio de las hojas de 17 cm.

En el transecto C, se encontraron cuatro (4) cuadrantes sin cobertura de *T. testudinum*, uno (1) con una cobertura muy baja ≤ 5% (B-6) y el resto con una cobertura heterogénea; el promedio de los cuadrantes con pastos fue de 34%, manteniendo una densidad promedio con presencia de pastos de 3 vástagos por 50cm<sup>2</sup> y una longitud promedio de las hojas de 19 cm.

Las especies del componente ictiológico encontradas en el Cabo de la Vela, muestran una marcada presencia de roncos y loros pertenecientes a las familias Haemulidae y Scaridae, respectivamente. Entre los roncos, *Haemulon aurolineatum* fue el más abundante, así como el pez loro *Sparisoma radians* (Figura 88). Estos peces suelen estar asociados a las praderas de pastos marinos, y hacen parte de los inventarios correspondientes al Caribe colombiano (Díaz *et al.*, 2003). Además, la presencia de los diversos peces reportados (Tabla 16), corrobora entre otras cosas, la importancia de estas praderas para el aprovisionamiento de alimento, crianza y resguardo de diversos organismos conformando una amplia red trófica, aún ante la sobre pesca y la explotación del recurso que viene acrecentándose en la zona.

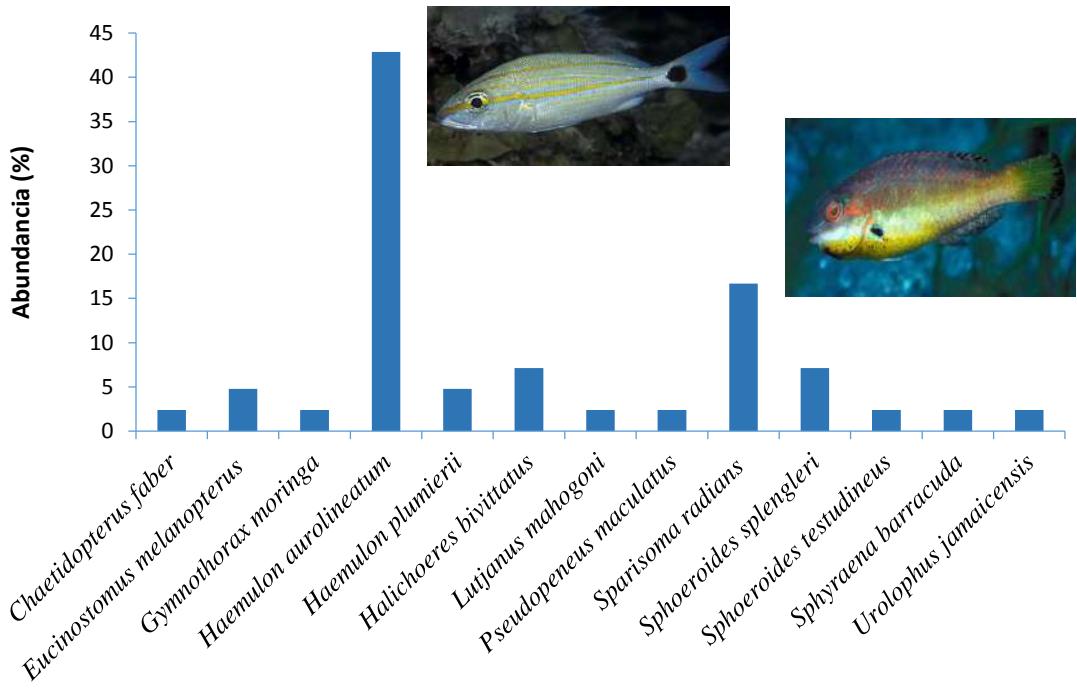


Figura 88. Abundancia relativa de las principales especies ícticas asociadas a las praderas de pastos marinos en el Cabo de La Vela

Tabla 16. Relación de las especies registradas en el cabo de La Vela, según su gremio trófico (C: Carnívoro, O: Omnívoro, H: Herbívoro, NV: Nivel trófico)

Especie	Gremio	NV
<i>Chaetodipterus faber</i>	C	4,5
<i>Eucinostomus melanopterus</i>	O	3,4
<i>Gymnothorax moringa</i>	C	4,5
<i>Haemulon aurolineatum</i>	O	4,4
<i>Haemulon plumieri</i>	O	3,8
<i>Halichoeres bivittatus</i>	C	3,8
<i>Lutjanus mahogoni</i>	C	4,3
<i>Pseudopeneus maculatus</i>	C	3,7
<i>Sparisoma radians</i>	H	2
<i>Sphoeroides splengleri</i>	O	3,3
<i>Sphoeroides testudineus</i>	H	3,4
<i>Sphyraena barracuda</i>	C	4,5
<i>Urolophus jamaicensis</i>	C	3,6
<b>Promedio ponderado</b>	-	3,75

Dentro de los parámetros establecidos en la zona para la biomasa, cabe destacar que a pesar de la vasta extensión de las praderas de pastos marinos en el cabo de La Vela (mayor proporción del territorio nacional), estudios anteriores indican una densidad de vástagos comparativamente baja con respecto a otras zonas del Caribe colombiano,

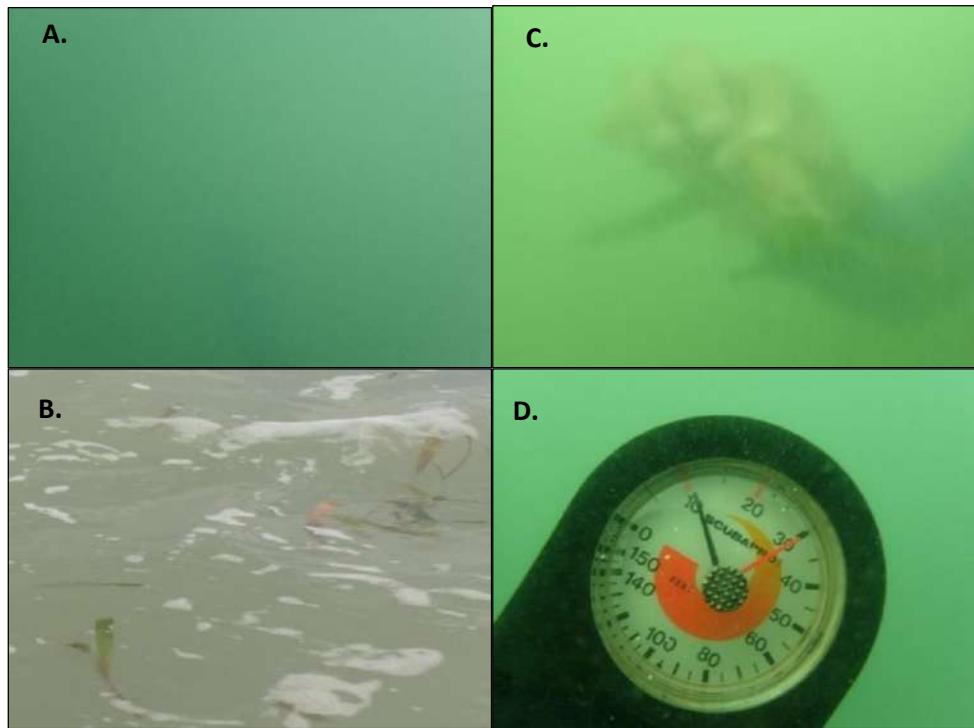
así como una alta biomasa foliar (Díaz *et al.*, 2003). En este sentido, los datos encontrados indican un patrón similar con valores altos de biomasa foliar, característica que puede explicarse dado que las hojas logran longitudes mucho más altas que en otras zonas, como una estrategia de historia de vida para captar la luz con mayor eficacia en zonas de alta turbidez como la alta Guajira (visibilidad promedio de 3 m) (Díaz *et al.*, 2003). Este factor no cambia con respecto a la distancia de la costa, dada la marcada y significativa uniformidad de la biomasa encontrada entre transectos. Dado lo anterior, en general la zona del cabo de La Vela se presenta como una agregación destacable de praderas que proliferan en condiciones cambiantes, y son refugio de una gran cantidad de fauna y flora, por su alta biomasa foliar y rizoidal.

#### 4.3.3 Manaure

Los objetivos establecidos para Manaure ubicada  $11^{\circ}48'06.7''\text{N}$   $072^{\circ}27'40.0''\text{O}$ , no pudieron ser llevados a cabo por condiciones climáticas difíciles al momento del levantamiento de la información en campo a lo largo de toda la costa del departamento (Figura 89). Entre estas condiciones se identificaron:

- Visibilidad nula en el agua: No se obtuvo una clara visibilidad debido a la coloración oscura verdosa y condiciones turbias del agua que no permitieron el desarrollo de la actividad de buceo la cual incluía observaciones de fauna y flora, conteo de vástagos y otras mediciones que requieren del factor visual para ser realizadas.
- Pastos lejanos a la costa: Durante los recorridos en búsqueda del lugar adecuado para la estación no se pudo identificar un lugar cercano a la costa que contara con la cobertura de alguna especie de pastos marinos.
- Oleaje y Corriente: Durante la búsqueda del lugar para la caracterización se presenció un fuerte oleaje con golpe constante a la costa, además de corrientes fuertes lo cual no facilitó las maniobras de buceo.

Sin embargo, se logró evidenciar presencia de pastos marinos de la especie *T. testudinum*, por medio de los detritos de la especie y observaciones directas sobre el agua por lo cual se empezó una búsqueda con inmersiones en puntos aleatorios cercanos a la costa, arrojando como resultado que si hay presencia de praderas a 700 m de la costa las cuales fueron encontradas a una profundidad aproximada de 5 metros pero están muy lejanas para establecer una estación de seguimiento. Por lo anterior, en el sector de Manaure no se pudo levantar ninguna estación de caracterización por las condiciones adversas climáticas y del agua.

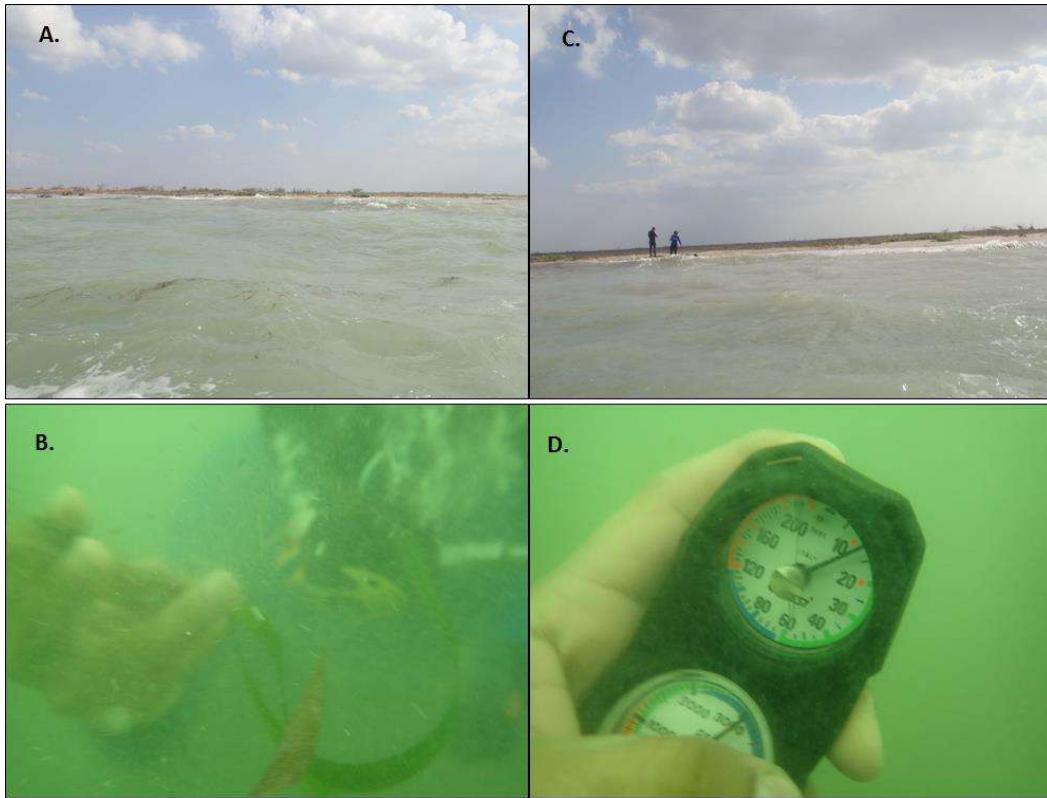


**Figura 89.** Localidad de Manaure. A. visibilidad nula en lugar de muestreo B. Presencia de hojas de *T. testudinum* sobre el agua C. Punto muestreado aleatoriamente con presencia de pastos marinos D. profundidad en la que se encontró una de las pradera.

#### 4.3.4 Ballenas

Los objetivos establecidos para el área de Ballenas ubicada  $11^{\circ}42'1.93''\text{N}$   $072^{\circ}43'34.29''\text{O}$  no se pudieron llevar a cabo, ya que al igual que en la zona de Manaure se presentaron las mismas condiciones ambientales poco favorables para la identificación visual de la flora y fauna, así como las variables in situ que se toman (conteo de vástagos y toma de fotografías) para el establecimiento de las estaciones (Figura 90).

Se logró evidenciar presencia de pastos marinos de la especie *T. testudinum*, por lo cual se empezó una búsqueda con inmersiones en puntos aleatorios cercanos a la costa, arrojando como resultado que la próxima pradera se encontró a 850 m de la costa a una profundidad aproximada de 5,5 metros. Por lo anterior, no se estableció la estación de caracterización ya que no es factible instalar y monitorear una estación en estas circunstancias.



**Figura 90.** Localidad de Ballenas obsérvese la poca visibilidad con la que se contó al momento de realizar la evaluación en campo. A. Presencia de hojas de *T. testudinum* sobre el agua B. Presencia de detritos de *T. testudinum* en la costa C. Punto muestreado aleatoriamente con presencia de pastos marinos con baja visibilidad D. profundidad en la que se encontró una de las praderas.

#### 4.3.5 Chocó Caribe

En el departamento del Chocó se instalaron dos estaciones de caracterización para pastos marinos en las localidades de Triganá y ensenada Pinorroa. Se contempló la realización de caracterización en la bahía de Titumate pero por su alta intervención antrópica actual de presencia y navegación de embarcaciones grandes no fue posible. Para las estaciones establecidas (Pinorroa y Triganá) se obtuvieron datos de fauna asociada, abundancia de especies de pastos marinos y una aproximación del estado en que se encuentran las praderas en la época del muestreo.

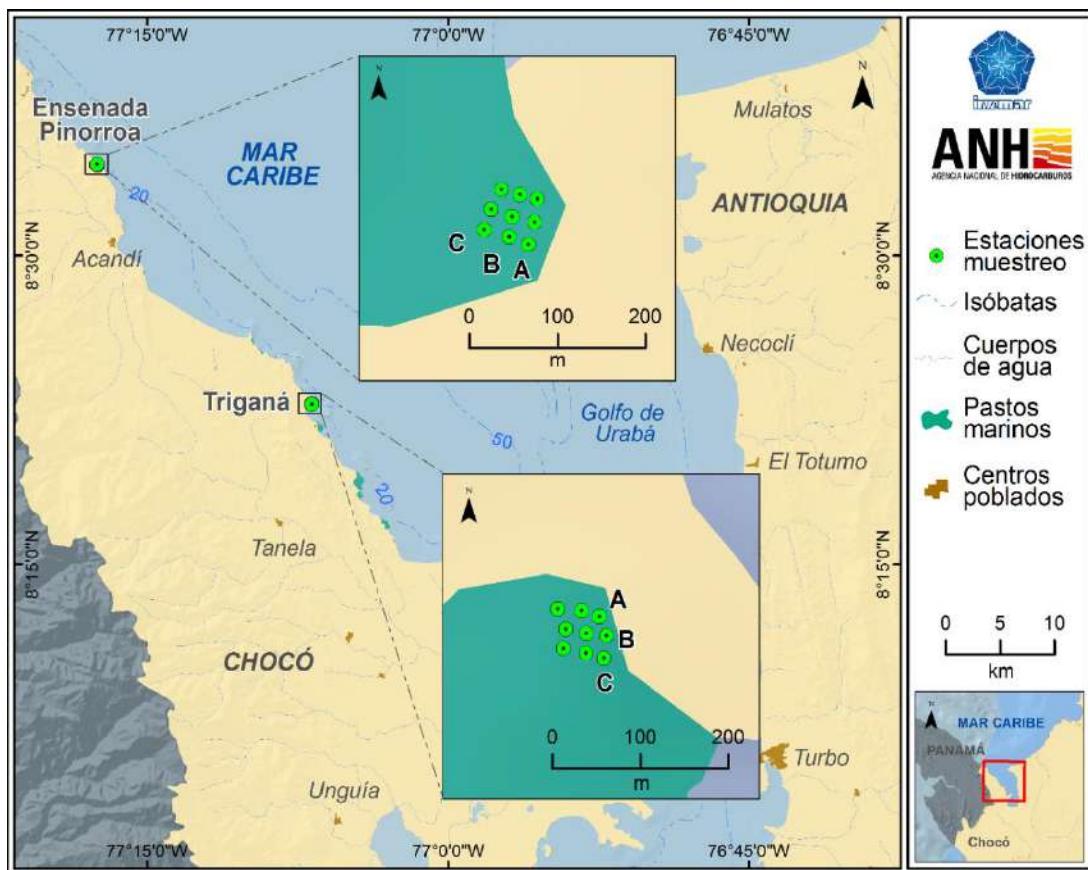


Figura 91. Coordenadas de la estación para caracterización establecida en Chocó Caribe, donde en las dos estaciones se presentan los tres transectos instalados (A, B, C) y su aproximación al área de la costa.

#### 4.3.6 Titumate

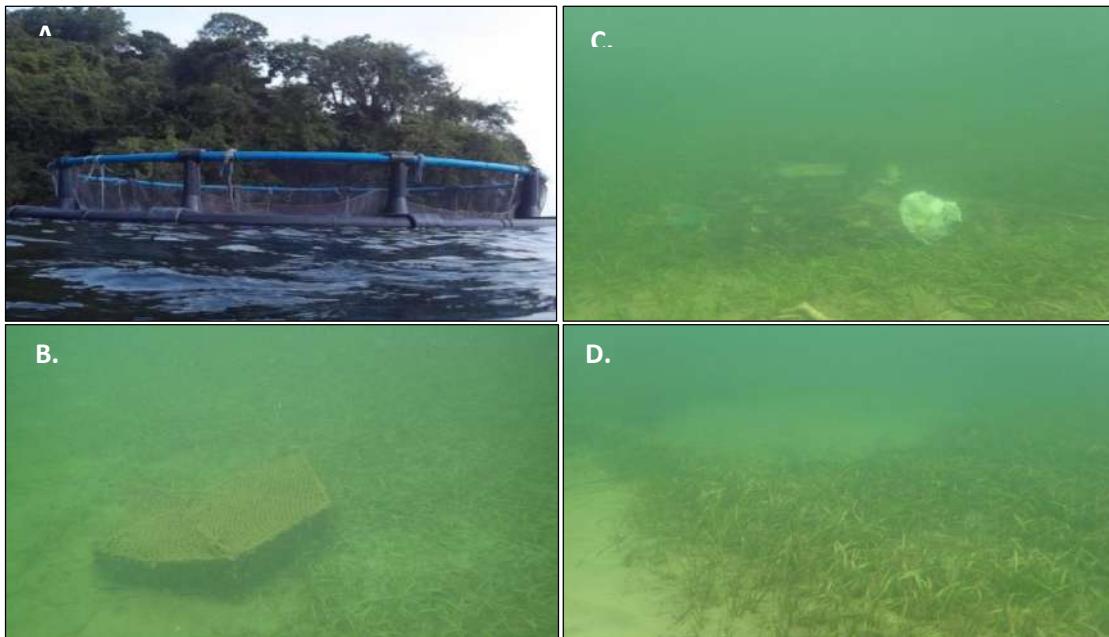
La bahía de Titumate estaba contemplada como locación de una pradera de importante tamaño para la realización del levantamiento de información para caracterización, ( $8^{\circ}18'28.71''N$   $77^{\circ}4'24.41''W$ ) por su extensiva pradera de acuerdo con la información registrada en Gómez-López *et al.*, 2014. Sin embargo, se identificó alta intervención humana que han llevado a la pérdida de cobertura de la pradera y a su fraccionamiento debido a la presencia de planchones que se mueven en la bahía transportando ganado a la ciudad de Turbo, así como evidencia de flujo constante de embarcaciones medianas y mayores (Figura 92), por lo que se descartó la instalación de una estación en esta localidad por seguridad de los buzos.



*Figura 92. Localidad de Titumate. A. Planchones usados para el transporte de ganado dentro de la bahía donde existía cobertura de pastos marinos B. Localización de los parches de *T. testudinum* en sitio donde lanchas fondean*

#### 4.3.7 Triganá

La bahía de Triganá se encuentra ubicada a los  $8^{\circ}22'16.81''$ N  $77^{\circ}7'1.40''$ O, con pueblo turístico en el que se observa el uso de embarcaciones en los puntos designados como muelles de desembarque (actualmente activos dos). Presenta playas arenosas con pendiente baja.



*Figura 93. Fotografías del área de Triganá, Chocó. A. Estanque de engorde para langostas B. Trampa para captura de crustáceos C. Presencia de basuras D. Marcas de anclas.*

La estación de caracterización se instaló a 50 m de la costa aproximadamente. El entorno de la locación está impactado por diferentes artes de pesca, basuras y posible uso para fondeo por parte de lanchas (Figura 93).

La estación está compuesta por un sedimento arenoso y presencia de una sola especie de pastos marinos *T. testudinum*. Esta estación muestra una cobertura promedio de 55 % en el total del área muestreada. También dentro de los cuadrantes se observó la presencia de esponjas.

La ubicación, selección, montaje y toma de datos de la estación se llevó a cabo el día 11 de diciembre de 2015, comenzando a las 8:30 am y finalizando a las 14:50 pm. Las coordenadas de las líneas de transectos elegidos para la estación fueron las siguientes (Tabla 17):

*Tabla 17. Coordenadas geográficas de la estación de caracterización instalada en el Triganá, Chocó.*

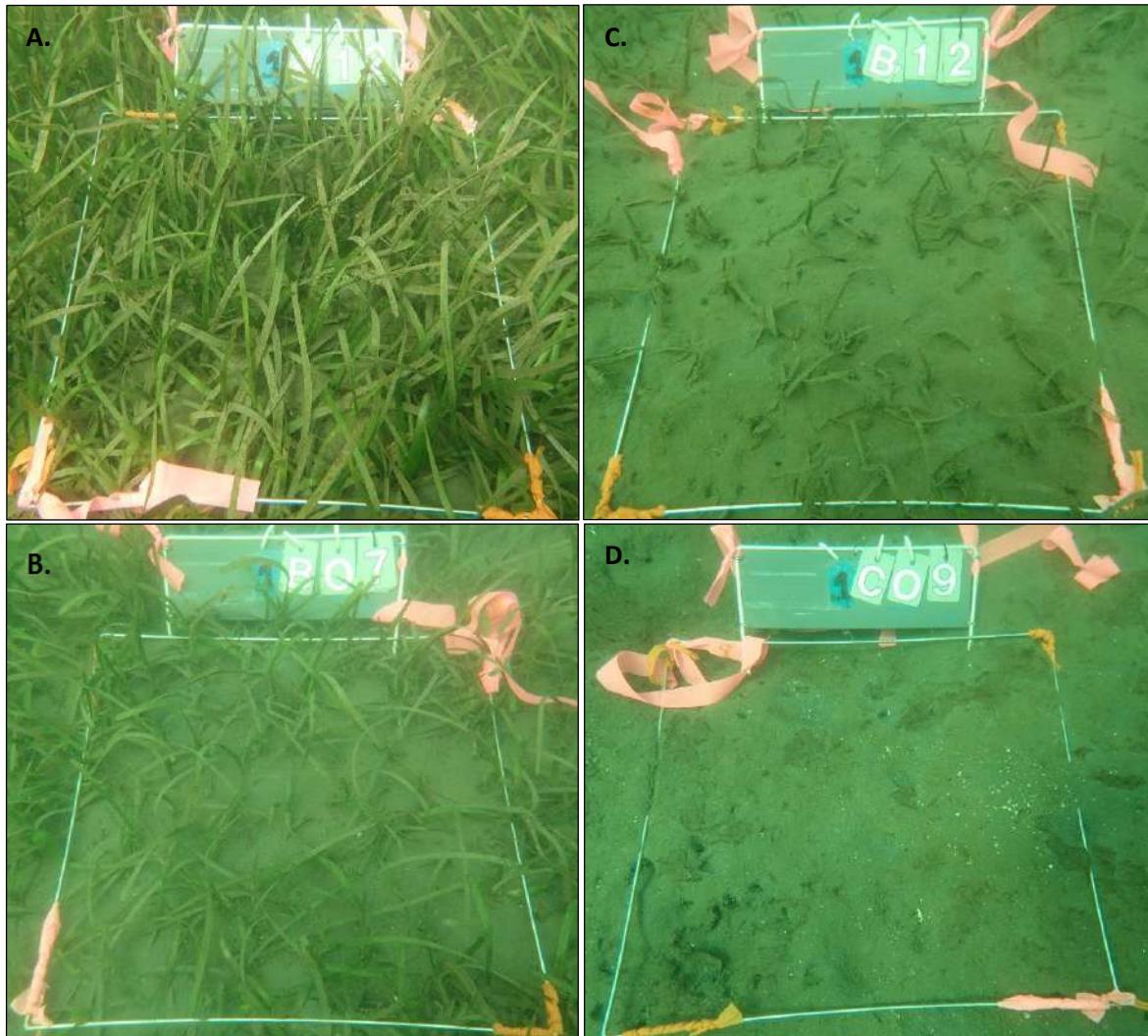
Punto	N	W
A0	8° 22' 48,364"	77° 6' 46,570"
A25	8° 22' 48,572"	77° 6' 47,228"
A50	8° 22' 48,644"	77° 6' 48,107"
B0	8° 22' 47,690"	77° 6' 46,303"
B25	8° 22' 47,762"	77° 6' 47,048"
B50	8° 22' 47,921"	77° 6' 47,808"
C0	8° 22' 47,068"	77° 6' 47,059"
C25	8° 22' 47,230"	77° 6' 47,898"
C50	8° 22' 46,880"	77° 6' 46,400"

Los tres transectos presentaron diferentes profundidades siendo para el transecto A un promedio de 1,80 m, para B 2,0 m y C 2,5 m. Además, se encontró diferencias en cobertura de *T. testudinum* en los transectos (Figura 94) y presencia de herbivoría en todos los cuadrantes estudiados con presencia de pastos. No se encontró evidencia de órganos reproductivos ni evidencia del hongo *Labyrinthula sp.* a lo largo del estudio.

Para el transecto B, el cuadrante 12 presentó una cobertura baja (10%) comparada a los del resto del transecto que se encuentran en rangos de 30% a 90%. Sin embargo, se presentó una cobertura promedio de 60% para *T. testudinum*. Respecto a la presencia de vástagos se presentó un promedio de 17 por 50 cm<sup>2</sup> y un promedio de la longitud de las hojas alrededor de 22 cm.

En el transecto C, se encontraron dos cuadrantes sin cobertura de *T. testudinum* (C-8, C-9) y uno con una cobertura muy baja ≤ 2 (C-10) y el resto con una cobertura promedio

de 53%, manteniendo una densidad promedio con presencia de pastos de 12 vástagos por 50cm<sup>2</sup> y una longitud promedio de las hojas de 20cm.



*Figura 94. Diferentes porcentajes de cobertura dentro de los transectos muestreados en la localidad de Trigana A. Cobertura alrededor de 80% B. Cobertura alrededor de un 40% C. Cobertura alrededor de 10% D. Ausencia de cobertura de pastos marinos.*

Respecto a la condición ictiológica de la localidad, se pudo observar una marcada presencia de lábridos como *Halichoeres pictus*, de la lisa *Mugil curema* así como de varios individuos pertenecientes a la familia Carangidae

Estos individuos, se encuentran frecuentemente en estas zonas de nutrientes enriquecidos no solo desde la productividad primaria que acrecientan las praderas, sino también desde la escorrentía, conformando una red trófica compleja en la que el

componente ictiológico toma parte en las fases juveniles de diversos peces, que se resguardan en zonas donde la biomasa foliar es destacable.

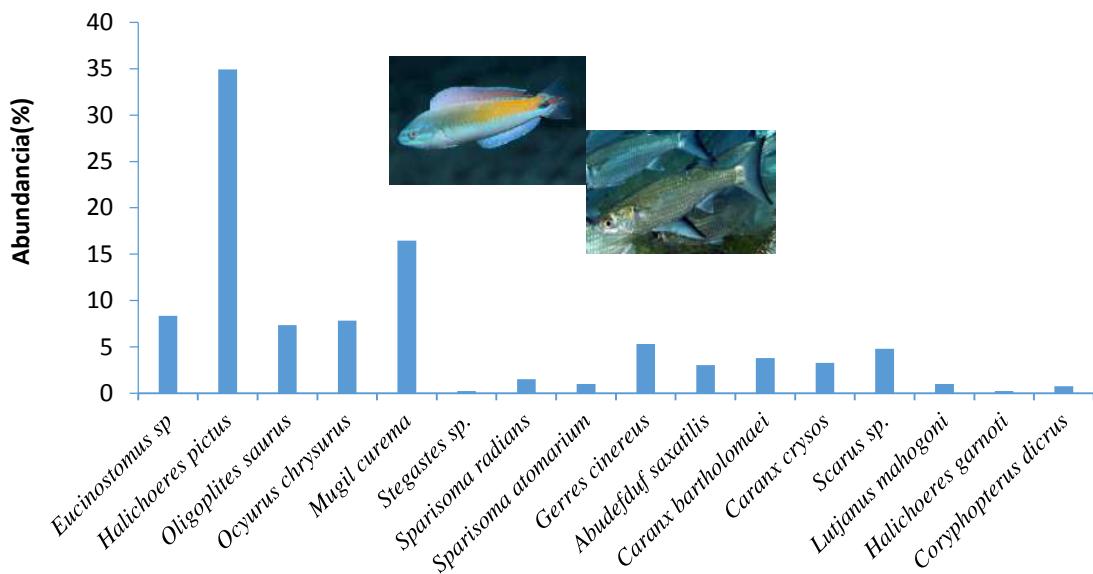


Figura 95. Abundancia relativa de las principales especies ícticas asociadas a las praderas de pastos marinos en Trigandá

Por otro lado, tal como sucede en diversas zonas del Caribe colombiano, se pudo registrar la presencia de diferentes gremios (Tabla 18), destacándose a los omnívoros así como algunos micro - carnívoros y carnívoros en fases juveniles, que frecuentan estas zonas en busca de pequeños invertebrados y otros peces juveniles para alimentarse. En este sentido, la presencia de pocos herbívoros puede deberse a la cantidad destacable de estos individuos carnívoros y omnívoros así como también por procesos de competencia por las algas epífitas presentes en algunas hojas de *T. testudinum*.

En cuanto a la flora asociada, no se evidencio presencia alguna de estas (macroalgas) en el área muestreada.

#### 4.3.8 Ensenada Pinorroa

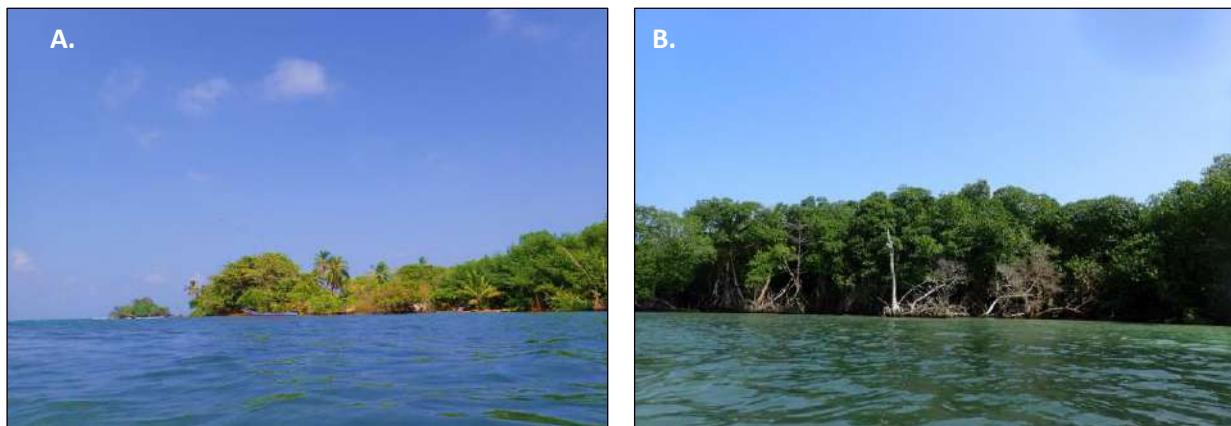
El lugar escogido para la caracterización de pastos marinos se encuentra localizado a 8°35'42.08"N y 77°18'38.34"O, presenta una baja densidad poblacional pero influenciada por el continuo flujo de lanchas y desembarco de turistas para ingresar a la bahía vecina a la ensenada Pinorroa (Figura 96). La instalación de la estación se realizó a 30 m de una playa arenosa con influencias directa de manglares.

El sedimento encontrado corresponde a cascajo, arena y lodos en los cuales se identificó una pradera mixta de *T. testudinum* y *Syringodium filiforme*. Estas especies presentaron

un promedio de cobertura de 32% y 46% correspondientemente. Además, se identificó asociación de varios tipos de algas, un tipo de esponja y briozos.

**Tabla 18. Gremios correspondientes a las especies reportadas en Triganá (C: Carnívoro, O: Omnívoro, H: Herbívoro, NT: Nivel trófico)**

Especie	Gremio	NT
<i>Abudefduf saxatilis</i>	O	3.8
<i>Caranx bartholomaei</i>	C	4.5
<i>Caranx crysos</i>	C	4.1
<i>Coryphopterus dumerilii</i>	O	2.7
<i>Eucinostomus</i> sp.	O	3.2
<i>Gerres cinereus</i>	O	3.5
<i>Halichoeres garnoti</i>	C	3.7
<i>Halichoeres pictus</i>	C	3.5
<i>Lutjanus mahogoni</i>	C	4.3
<i>Mugil curema</i>	H	2.0
<i>Ocyurus chrysurus</i>	C	4.0
<i>Oligoplites saurus</i>	C	4.3
<i>Scarus</i> sp.	H	2.0
<i>Sparisoma atomarium</i>	H	2.0
<i>Sparisoma radians</i>	H	2.0
<i>Stegastes</i> sp.	O	3.3
<b>Promedio ponderado</b>	-	<b>3.76</b>



**Figura 96. Fotografías del área ensenada Pinorroa, Chocó. A. Área desembarco B. Manglar frente a lugar de la estación de caracterización**

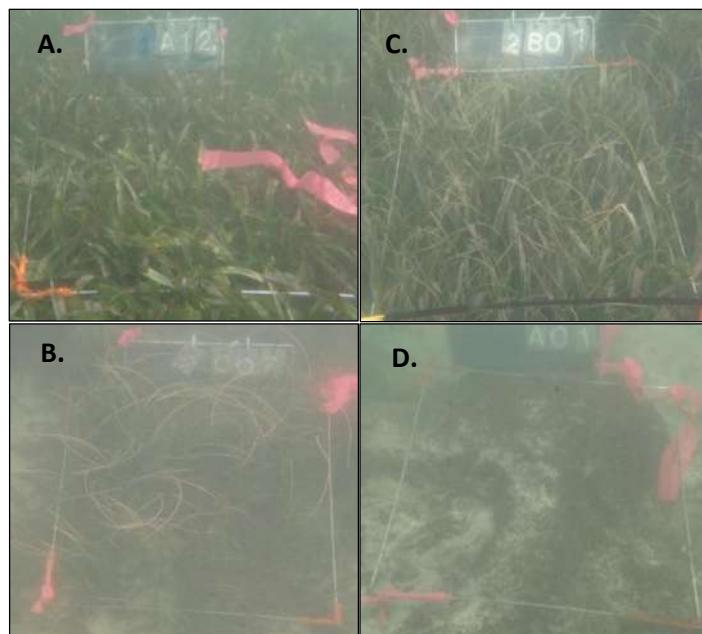
La ubicación, selección, montaje y toma de datos de la estación se llevó a cabo el día 12 de diciembre de 2015, comenzando a las 7:30 am y finalizando a las 13:30 pm. Las

coordenadas de las líneas de transectos elegidos (Tabla 19) para la estación fueron las siguientes:

*Tabla 19. Coordenadas geográficas de la estación de caracterización instalada en el Pinorroa, Chocó.*

Punto	N	W
A0	8° 34' 24,225"	77° 17' 28,594"
A25	8° 34' 25,021"	77° 17' 28,356"
A50	8° 34' 25,853"	77° 17' 28,259"
B0	8° 34' 24,496"	77° 17' 29,296"
B25	8° 34' 25,223"	77° 17' 29,195"
B50	8° 34' 26,022"	77° 17' 28,900"
C0	8° 34' 24,744"	77° 17' 30,214"
C25	8° 34' 25,482"	77° 17' 29,965"
C50	8° 34' 26,198"	77° 17' 29,573"

Las profundidades no fueron diferentes significativamente en cada uno de los transectos, encontrando para el transecto A una profundidad promedio de 1,00 m, para el transecto B 1,70 m y para el transecto C 2,0 m. Las coberturas en los cuadrantes fueron heterogéneas encontrando cuadrantes de praderas mixtas y monoespecíficas por cada una de las dos especies descritas (Figura 97).



*Figura 97. Diferentes porcentajes de cobertura y especies dentro de los transectos muestreados en la localidad de Pinorroa A. 80% de Cobertura en *T. testudinum* B.70% de Cobertura de *S. filiforme* C. Cuadrante mixto de *T. testudinum* y *S. filiforme* D. Ausencia de cobertura de pastos marinos.*

Además, se encontraron signos de herbivoría y se presenciaron parches con mordidas de tortuga en algunas de las hojas en los cuadrantes. No se evidencio la presencia del hongo *Labyrinthula sp* dentro de los cuadrantes ni tampoco órganos reproductivos dentro de los cuadrantes. Sin embargo, en los alrededores externos al área donde se realizó la caracterización, se encontró evidencia de flores masculinas de *T. testudinum*.

Los tres transectos estudiados mostraron una pradera mixta (*T. testudinum* y *S. filiforme*) con diferentes porcentajes de coberturas a lo largo de sus cuadrantes. El transecto A, fue el que presentó la mayor cobertura promedio para *T. testudinum* con un 47 % y una ausencia de cobertura para esta especie en cuatro cuadrantes. Respecto al promedio de vástagos presento 9 por 50 cm<sup>2</sup> y se encontró una longitud promedio para las hojas de 9 cm.

Dentro de los tres transectos, el transecto B mostro un mayor promedio en el número de vástagos por 50 cm<sup>2</sup> comparado a los otros dos transectos (12 vástagos). Lo mismo se halló con la longitud promedio de las hojas que alcanzo un promedio de 18 cm. La cobertura para este transecto mostro condiciones homogéneas al no presentar ausencia de *T. testudinum* en ninguno de sus cuadrantes y manteniendo una cobertura promedio de 40 %.

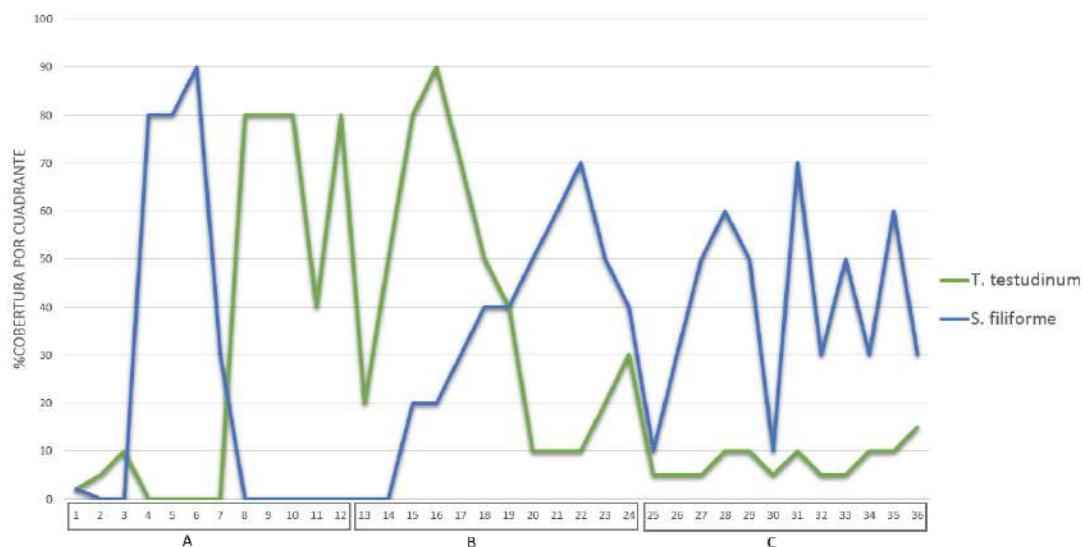


Figura 98. Porcentajes de cobertura en los tres transectos separados por cuadrante para las dos especies de pastos marinos encontrados en Pinorroa.

En el transecto C, se encontraron condiciones homogéneas de cobertura pero mostrando la menor cobertura para los tres transectos con solo 8%. Además, se encontró el menor promedio de vástagos con solo 5 promedio por 50 cm<sup>2</sup> y una longitud de hojas baja con 7 cm.

Las variaciones presentadas de *T. testudinum* en su cobertura, vástagos y longitud de hoja, es posible que se deba a la composición de especies en el lugar de la caracterización por las condiciones de sustrato y profundidad observadas en el lugar, que da como resultado un recambio de especies el cual se puede observar en la Figura 98.

Por su parte, la presencia de individuos correspondientes al componente ictiológico fue más reducida a comparación de las demás estaciones. Esto pudo deberse a la pesca o a condiciones particulares de la zona, así como a los cambios en la salinidad que pueden generar los bosques de manglar aledaños a la estación por procesos osmóticos, impidiendo el crecimiento y sostenibilidad de algunas especies estenohalinas.

Debido a esto, solo algunos peces en estadios juveniles como *Haemulon aurolineatum* y *Sphoeroides splengeri* se encuentran con relativa frecuencia (Figura 99), así como algunos depredadores presentes como *Myrichthys breviceps* o *Scorpaena plumieri*.



Figura 99. *Haemulon aurolineatum* juvenil (izq.) y *Sphoeroides splengeri* (der.)

La complejidad de este ecosistema en particular indica entre otras cosas como la intersección de varios complejos bióticos pueden converger en una diferenciación de la flora y fauna allí presentes (Tabla 20).

Tabla 20. Gremios correspondientes a las especies reportadas en Pinorroa (C: Carnívoro, O: Omnívoro, H: Herbívoro, NV: Nivel trófico)

Especie	Gremio	NT
<i>Myrichthys breviceps</i>	C	3.5
<i>Sphoeroides spengleri</i>	H	3.3
<i>Acanthurus coeruleus</i>	H	2.0
<i>Chaetodon striatus</i>	O	3.5
<i>Haemulon aurolineatum</i>	C	4.4
<i>Scorpaena plumieri</i>	C	3.3
Promedio ponderado	-	3.4

Los parches de praderas de la zona del Chocó se ven influenciados por condiciones continentales de origen antrópico, como lo son escorrentía y las descargas de fuentes de agua dulce contaminados como lo son el Río Atrato y otras fuentes de menor tamaño caracterizadas por ser de aguas turbias y eutrofizadas. Debido a esto la condición no es la más adecuada para el desarrollo óptimo de las praderas de pastos marinos. Se encontraron valores altos de biomasa en las raíces y rizomas, pero valores bajos de biomasa foliar y en pie, que se extienden aleatoriamente entre zonas y transectos a pesar de contar con aguas más calmas en ensenadas protegidas (Tabla 21). Puntualmente en el caso de Pinorroa, la presencia de numerosos propágulos de *Rizophora mangle* en los transectos, y la marcada y constante turbidez, indican una fuerte relación con los planos aluviales y los bosques de manglar aledaños, cambiando las condiciones de la zona, donde la biomasa foliar de *T. testudinum* fue comparativamente más baja.

*Tabla 21. Biomasa promedio en gramos (g) de los transectos correspondientes a Triganá y Pinorroa*

Transecto	Variable (g)	Triganá	Pinorroa
A	Hojas	0.399	0.254
	Vástagos	0.297	0.580
	Raíces	1.417	2.077
B	Hojas	0.539	0.545
	Vástagos	0.405	0.711
	Raíces	0.931	2.457
C	Hojas	0.261	0.093
	Vástagos	0.142	0.155
	Raíces	0.724	1.167

Teniendo en cuenta eso, la biomasa tomada para las hojas, los vástagos y las raíces de *T. testudinum* en la zona de Chocó Caribe (Figura 100) hace pensar que las condiciones de cada una de las estaciones muestreadas son las primeras que se toman para esta zona y se espera que con la información tomada de otras áreas puedan compararse debidamente.



Figura 100. Fotografía que muestra el momento de la extracción de biomasa con el nucleador en la ensenada Pinorroa

#### 4.3.9 Conclusiones

- La evaluación en las praderas de pastos marinos para el departamento de la Guajira, no pudo ser llevada a cabo como fue contemplada, ya que el mal tiempo que se presentó durante la salida de campo, impidió que se establecieran las tres estaciones contempladas inicialmente a solamente una estación. La razón más crítica fue la poca visibilidad en las zonas someras cercanas a la costa, mientras que en las zonas más alejadas (500 a 700 m) las condiciones mejoraban visualmente, sin embargo no era conveniente desarrollar una estación de evaluación en esas condiciones ya que por las especificaciones del protocolo, se requiere que las estaciones deberán tener facilidad de acceso y fácil instalación.
- En el área del cabo de La Vela en el que se estableció la única estación de caracterización, se desarrolló todo el protocolo de levantamiento de información y es consistente con los reportes registrados en el área.
- En la zona costera del Chocó Caribe, se presentó que de las dos estaciones que se habían contemplado inicialmente (Pinorroa y Titumate) por su importante extensión de pastos marinos de acuerdo con la literatura consultada, se registró una severa disminución de praderas en el área de Titumate probablemente causada por una intensa actividad antrópica en la zona, lo que obligó a cambiar el área de muestreo para Triganá.

- Las generalidades observadas en el ecosistema en esta zona fueron, la constante presencia de actividades marítimas, muelles costeros, turismo, basuras y movilización de barcas que evidentemente están afectando la amplia presencia de las plantas y su fauna asociada, que en otro tiempo de acuerdo con la literatura secundaria, solía presentarse en la zona.

#### 4.4 Caracterización socio-cultural

Para el desarrollo de la caracterización del componente socioeconómico y cultural se realizó una revisión de información secundaria y una salida de campo a la zona costera de los departamentos de La Guajira y Chocó (Caribe). Estas salidas de campo se realizaron entre el 18 y 21 de noviembre de 2015 (La Guajira) (Tabla 22) y entre el 9 y 14 de diciembre de 2015 (Chocó Caribe) (Tabla 23); además el 16 de diciembre de 2015 se realizó una visita institucional en Riohacha (Tabla 24) a la Corporación Autónoma Regional de La Guajira (Corpoguajira) en la cual se llevó a cabo una reunión con algunos funcionarios de Corpoguajira y al director del Banco de la República, quienes facilitaron información complementaria relacionada con el componente.

*Tabla 22. Itinerario y recorridos de la salida de campo a La Guajira.*

Salida de campo I	Fecha	Segmentos/Recorrido	Actividad a realizar / Sitios importantes a visitar
Zona costera del departamento de La Guajira	18 de noviembre de 2015	Santa Marta – Cabo de la Vela	Entrevistas a algunos pescadores y personas dedicadas a brindar servicios turísticos en el Cabo de la Vela.
			
<i>Figura 101. Foto turismo de aventura (Kite Surf), Cabo de la Vela.</i>			<i>Figura 102. Foto embarcaciones de pescadores, Cabo de la Vela.</i>
Zona costera del departamento de La Guajira	19 de noviembre de 2015	Cabo de la vela - Carrizal Carrizal – El Cardón El Cardón – Manaure	Entrevistas a algunos pescadores, personas dedicadas a brindar servicios turísticos y la autoridad indígena de Carrizal.

Salida de campo I	Fecha	Segmentos/Recorrido	Actividad a realizar / Sitios importantes a visitar
			  <p><i>Figura 103. Foto corregimiento de Carrizal, Uribia.</i></p> <p><i>Figura 104. Foto embarcaciones de pescadores de Manaure.</i></p>
Zona costera del departamento de La Guajira	20 de noviembre de 2015	Manaure - El Pájaro El Pájaro - Mayapo Mayapo - Riohacha	<p>Entrevistas a algunos pescadores y personas dedicadas a brindar servicios turísticos.</p> <p>Durante este recorrido se visitó las Salinas de Manaure, el Distrito de Manejo Integrado (DMI) Musichi, el área costera cercana al campo de gas natural costa afuera Chuchupa, y las playas de Mayapo y de Riohacha.</p>
		 	 <p><i>Figura 105. Foto salinas de Manaure.</i></p> <p><i>Figura 106. Foto Distrito de Manejo Integrado (DMI) Musichi.</i></p> <p><i>Figura 107. Foto corregimiento El Pájaro, Manaure. Al fondo: campo de gas natural costa afuera Chuchupa.</i></p>
			 <p><i>Figura 108. Foto playas de Mayapo, Manaure.</i></p> <p><i>Figura 109. Foto playas de Riohacha.</i></p>
Zona costera del departamento de La Guajira	21 de noviembre de 2015	Riohacha - Camarones Camarones - Santa Marta	<p>Entrevistas a algunos pescadores y personas dedicadas a brindar servicios turísticos.</p>

Salida de campo I	Fecha	Segmentos/Recorrido	Actividad a realizar / Sitios importantes a visitar
			Durante este recorrido se visitó nuevamente la zona turística de Riohacha, incluyendo su muelle turístico el cual es operado por Ecopetrol – Chevron y el Santuario de Fauna y Flora (SFF) Los Flamencos, ubicado en el corregimiento de Camarones.
		<i>Figura 110. Foto zona turística de Riohacha.</i>	<i>Figura 111. Foto muelle turístico de Riohacha.</i>
		<i>Figura 112. Foto Santuario de Fauna y Flora (SFF) Los Flamencos.</i>	<i>Figura 113. Foto Flamenca del Caribe (Phoenicopterus ruber) Santuario de Fauna y Flora (SFF) Los Flamencos.</i>

*Tabla 23. Itinerario y recorridos de la salida de campo a Chocó Caribe.*

Salida de campo II	Fecha	Segmentos/Recorrido	Actividad a realizar / Sitios importantes a visitar
Zona Costera de Chocó Caribe	9 de diciembre de 2015.	Santa Marta - Acandí Chocó	Desplazamiento hacia el municipio de Acandí en Chocó Caribe.
Zona Costera de Chocó Caribe	10 de diciembre de 2105.	Ainandí - Sapzurro Sapzurro - Capurganá	Entrevistas a algunas personas dedicadas a brindar servicios turísticos, al presidente de la Asociación de Pescadores de Capurganá - Pescapur, al presidente de la Junta de Acción Comunal y al vicepresidente del Consejo Comunitario - Cocomanorte.
<p><i>Figura 114. Foto embarcaciones en Sapzurro.</i></p>		<p><i>Figura 115. Foto muelle en Sapzurro.</i></p>	<p><i>Figura 116. Foto playa Sapzurro.</i></p>
<p><i>Figura 117. Foto Capurganá.</i></p>		<p><i>Figura 118. Foto playa Capurganá.</i></p>	
Zona Costera de Chocó Caribe	11 de diciembre de 2015.	Capurganá - Bahía El Aguacate Bahía El Aguacate - Pinorroa Pinorroa - Rufino Rufino - Acandí	Entrevistas a personas dedicadas a brindar servicios turísticos.

<i>Figura 119. Foto 1 - Bahía El Aguacate.</i>	<i>Figura 120. Foto 2- Bahía El Aguacate.</i>	<i>Figura 121. Foto bahía Pinorroa.</i>
<i>Figura 122. Foto playa Soledad.</i>		<i>Figura 123. Foto sector Rufino.</i>
<b>Zona Costera de Chocó Caribe</b>	12 de diciembre de 2015	Arandí - Punta Goleta Punta Goleta – Playa la Playeta Playa La Playeta - Bahía de Triganá Bahía de Triganá - San Francisco San Francisco - Arandí
<i>Figura 124. Foto sector San Francisco</i>		
<i>Figura 125. Foto 1 - Bahía Triganá.</i>		

<b>Figura 126. Foto 2 - Bahía Triganá.</b>	<b>Figura 127. Foto 3 - Bahía Triganá.</b>
<b>Figura 128. Foto 1- Punta Goleta.</b>	<b>Figura 129. Foto 2- Punta Goleta.</b>
Zona Costera de Chocó Caribe	13 de diciembre de 2015
	Acandí – Peñón de Valencia Peñón de valencia – Titumate Titumate - Isla Tarena Isla Tarena - Acandí
<b>Figura 131. Foto pescadores sector Isla Tarena.</b>	<b>Figura 132. Foto Titumate.</b>
Zona Costera de Chocó Caribe	14 de diciembre de 2015.
	Acandí, Chocó - Santa Marta
	Entrevistas a algunos pescadores y personas dedicadas a brindar servicios turísticos.
<b>Figura 133. Foto Peñón de Valencia.</b>	
	Retorno desde el municipio de Acandí, Chocó a la ciudad de Santa Marta.

Tabla 24. Itinerario y recorridos de la visita institucional en Riohacha.

Visita institucional en Riohacha	Fecha	Segmentos/Recorrido	Actividad a realizar / Sitios importantes a visitar
Corpoguajira y Banco de la República (Riohacha, La Guajira)	16 de diciembre de 2015	Santa Marta – Riohacha – Santa Marta	Realización de entrevistas a funcionarios de la Corporación Autónoma Regional de la Guajira Corpoguajira y al director del Banco de la República.

#### 4.4.1 Componente socioeconómico

La toma de información en campo se realizó mediante observación participante, donde se practicó una serie de preguntas a algunos miembros de las comunidades, en relación con los usos que llevan a cabo en el territorio.

La observación participante en campo, parte de la revisión de información secundaria por parte del investigador en cuanto a tipos de asentamientos (rancherías, caseríos, corregimientos) y usos presentes (pesca artesanal, pastoreo de caprinos, actividades agrícolas, comercio, actividades turísticas, de extracción minera, aprovechamiento de fauna), localización de infraestructura industrial (industrias, puertos, áreas de extracción minera de sal y gas natural).

La observación en campo se realizó por sitios de verificación previamente identificados, donde se puede identificar el uso predominante en un área específica, teniendo en cuenta las limitaciones de accesibilidad en términos de condiciones del terreno, predios privados, vías y caminos existentes.

La verificación de los sitios se complementó con ficha de chequeo, registro fotográfico, toma de notas en campo, preguntas a pobladores de la zona, a los cuales se les indagó sobre las actividades de usos que realizan en el territorio y problemáticas o limitaciones que se presentan en el desarrollo de la misma.

#### 4.4.2 Componente cultural

El diseño de los instrumentos de investigación aplicados durante la salida de campo partió de una perspectiva fundamental: el conocimiento empírico de los actores, tanto sociales como institucionales, en relación con el manejo de la zona costera. Se seleccionaron como fuentes de información aquellos actores relacionados directamente con la zona costera visitada, ya fuera porque son sus habitantes o porque son funcionarios vinculados a los procesos de toma de decisiones a nivel institucional.

En el caso particular de la salida de campo en la zona costera del departamento de La Guajira, se partió del indígena Wayuu, habitante de la zona costera como actor social fundamental. Inicialmente se intentaron seleccionar como fuentes de información a aquellos indígenas que desempeñan un rol social dentro de su cultura que los vincula a la toma de decisiones en la comunidad, tales como los líderes y las autoridades tradicionales. Sin embargo, por la dificultad para recorrer la distancia entre una y otra ranchería, se optó por establecer comunicación con las personas presentes en los sitios visitados durante la salida de campo.

Básicamente se aplicaron los siguientes instrumentos: entrevista informal, observación de campo y documentación fotográfica. La finalidad de la entrevista informal fue la de analizar y caracterizar los roles que desempeñan los diferentes actores sociales en relación con la forma cómo se comprende y se habita la zona costera. Así mismo, analizar la capacidad institucional de las entidades presentes en el área para gestionar el uso y la administración de la zona costera de los municipios objeto de estudio.

La observación de campo y la documentación fotográfica se configuraron como instrumentos de investigación interdependientes. Con su aplicación se esperaba

obtener un panorama general de la situación actual de las zonas costeras de los municipios de Riohacha, Manaure y Uribia en el departamento de La Guajira y el municipio de Acandí en el departamento del Chocó, en relación con la vida cotidiana de sus habitantes y las características particulares de las regiones. Los parámetros de observación en campo utilizados para integrar la información obtenida, orientaron de forma transversal el ejercicio de recolección de información primaria que se llevó a cabo (Tabla 25).

*Tabla 25. Parámetros de observación en campo del componente socioeconómico y cultural.*

VARIABLE PRINCIPAL	SUB-VARIABLE	INTERROGANTE
Características demográficas	- Cantidad de familia y personas que componen la comunidad. - Composición por sexo y por grupos de edad. - Definición de rangos de edad según los criterios del grupo.	¿Cuántas familias/personas viven en la comunidad? ¿Del total de población de la comunidad, cuántos son hombres y cuántas mujeres? ¿Aproximadamente cuántos niños, jóvenes y adultos viven en la comunidad?
Composición étnica	Etnia a la que pertenecen.	¿A qué etnia pertenece la población? ¿Existen conflictos entre las distintas etnias al interior de la comunidad? ¿Qué tipo de conflictos?
Tipo de familia	- Composición habitual de los hogares.	¿Cuántos miembros tienen una familia en promedio? ¿Quiénes componen el hogar? Descripción general de esa composición.
Poblamiento	Tipo de ocupación del espacio. Patrones de movilidad del grupo en el territorio.	¿Cómo se distribuyen las familias en el territorio? (asentamientos humanos concentrados o dispersos). ¿La ocupación es estable o nómada?, ¿las familias cambian el lugar de residencia? ¿Cada cuánto tiempo se trasladan? ¿A qué lugares? y ¿por qué razones?
Formas de propiedad	Formas de propiedad o pertenencia hacia el territorio, los recursos naturales y sobre los bienes.	¿De quién es la tierra que ocupa la familia? ¿A quién pertenecen los recursos naturales que existen en el territorio? ¿De quién son los bienes producidos por cada persona/familia?
Organización del trabajo	Organización temporal del trabajo y el descanso.	¿Cuántas horas trabajan al día? ¿Cuántos meses al año se trabaja en la comunidad? ¿Hay períodos de descanso, recreación o fiestas donde se interrumpen las actividades económicas?
Presencia de propietarios privados o empresas	- Identificación de propietarios privados en el área. - Caracterización de las relaciones entre la comunidad y los propietarios privados.	¿Qué propietarios privados (empresas, hacendados, colonos, etc.) se encuentran dentro o aledaños al territorio que ocupa la comunidad? ¿Qué tipo de relaciones se dan con cada uno de estos actores? (relaciones laborales, conflictos territoriales,etc.)
Comunicación y transporte	- Disponibilidad de vías de comunicación. - Alternativas vías de transporte. - Accesibilidad a los mercados.	¿Qué vías de comunicación utilizan las familias de la comunidad para comunicarse entre sí y con otras comunidades o poblados? ¿Cuánto demora en promedio el traslado al mercado más cercano?

VARIABLE PRINCIPAL	SUB-VARIABLE	INTERROGANTE
		¿Existe celular/teléfono u otro tipo de comunicación hacia otras zonas?
Organización de la comunidad	- Formas de organización local. - Afiliación a organizaciones indígenas regionales/nacionales. - Relación de las organizaciones indígenas con organismos estatales.	¿Qué organizaciones locales existen (indígenas, pesqueras, ganaderas, agrícolas, turísticas, etc.)? ¿Se reúnen esas organizaciones? ¿Con qué frecuencia se reúne? ¿Se generan conflictos entre las distintas organizaciones o autoridades locales? ¿Qué relación establecen las organizaciones locales con organizaciones indígenas regionales, nacionales u otras?
Presencia de instituciones en el área de la comunidad	Identificar instituciones externas y áreas de acción. Tipo de relaciones que establece la comunidad con dichas instituciones en la actualidad.	¿Qué instituciones han trabajado en el área? ¿Cuánto tiempo de intervención tiene cada una? (iglesias, alcaldías, ONG's, organismos públicos, partidos políticos, etc.). ¿Qué tipo de proyectos o actividades desarrollan en la actualidad? ¿Qué opinión tiene la comunidad respecto a los beneficios que reporta la intervención de cada una de las instituciones? ¿Qué relación tiene la comunidad con el gobierno municipal y con otras entidades públicas estatales?
Experiencias de gestión en la comunidad	- Participación en iniciativas de mejoramiento.	¿La comunidad o grupo ha tenido participación directa en iniciativas comunitarias que favorezcan su calidad de vida? ¿La comunidad ha emprendido iniciativas que favorezcan la protección ambiental?
Actividades económicas	- Identificar actividades de subsistencia y de generación de empleo.	¿Qué tipo de actividades económicas realizan a diario o la mayor parte del año la comunidad? ¿Cuáles de esas actividades son las más importantes?
Usos del suelo terrestre	- Usos y prácticas tradicionales	¿Qué tipo de prácticas tradicionales realizan en el territorio? ¿Realizan actividades agrícolas, ganaderas, pastoreo? ¿En qué zonas/áreas realizan las actividades/prácticas?
Usos del suelo marino-costero	- Reconocer los principales usos del área marina y las prácticas tradicionales. - Identificar las áreas donde se realizan las actividades/prácticas.	¿Qué tipo de prácticas tradicionales realizan en el área marina? ¿Cómo son las faenas de pesca? ¿Cuáles son los productos que más se pescan? ¿Cuáles son las mejores temporadas del año para pescar? ¿En qué áreas específicas pescan? ¿Realizan actividades turísticas náuticas? ¿Cuáles son las mejores temporadas del año para este tipo de turismo? ¿En qué áreas específicas realizan estas actividades turísticas?

## 4.4.3 Resultados Zona marino-costera del departamento de La Guajira

El departamento de La Guajira se encuentra ubicado en la costa Caribe colombiana en el extremo noroccidental del continente americano (Corpoguajira-Invemar, 2012). El área estudiada está demarcada entre la zona marino-costera del Cabo de la Vela y Camarones, correspondiente a la ubicación de las praderas de pastos marinos entre los municipios de Uribia, Manaure y Riohacha.

En este sentido, se realizó una caracterización y diagnóstico del componente socioeconómico y cultural con la finalidad de conocer los aspectos de mayor relevancia que identifican el área, así como la influencia de las actividades humanas e institucionales desarrolladas sobre ella.

En este apartado se identificaron los usos de las áreas marino-costeras con praderas de pastos marinos es decir, actividades de tipo comercial, turístico, agrícolas incluyendo aquellas de orden cultural y tradicional; los posibles conflictos generados entre las actividades humanas realizadas sobre la zona, los resultados obtenidos en el análisis del componente socioeconómico y cultural al igual que los diversos actores participantes (instituciones, empresas, gremios, comunidades).

### 4.4.3.1 Usos actuales

Los usos de la zona marino-costera en los municipios de Uribia, Manaure y Riohacha en el departamento de La Guajira están orientados principalmente al sector primario (agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca), especialmente la explotación de minas y canteras (extracción de carbón, petróleo, sal y producción de gas natural,). Por otra parte se encuentra el turismo, actividades comerciales, restaurantes y hoteleras (DANE, 2005).

Dentro de los tres municipios visitados durante la salida de campo al departamento de La Guajira (Uribia, Manaure y Riohacha), se encuentran similitudes en cuanto a las actividades desempeñadas siendo la pesca y el turismo (Figura 136 y Figura 137). Sin embargo, en unas zonas se desarrolla la pesca la mayor parte del año

Las actividades diarias son la pesca y el turismo a excepción del corregimiento El Pájaro en donde solo se realiza la primera. Los pescadores se adentran hasta 25 millas en el mar con el fin de recolectar generalmente especies como langosta, pargo, mojarra, sierra, picúa, tiburón y tortuga carey mientras que en el corregimiento de Camarones se obtienen camarón, lisa, mojarra, pargo y sierra. En el Cabo de la Vela la faena es entre la noche y las primeras horas de la mañana, mientras que en Carrizal se realiza entre la mañana y la tarde (Entrevistas informales La Guajira, 2015).

Tradicionalmente existe la pesca y la cría de chivos como una costumbre, sin embargo la caprinocultura artesanal no es tomada como generadora de recursos económicos, así

mismo se observa la ganadería artesanal ovina (Entrevistas informales La Guajira, 2015).

En cuanto al turismo, se desarrolla primordialmente durante las temporadas de diciembre-enero, Semana Santa, vacaciones del mes de junio y semana de receso escolar en octubre, más conocida como “Semana de Uribe”; ofreciendo servicios de hospedaje y restaurante en cabañas turísticas ubicadas a la orilla de la playa cuyos propietarios son habitantes de las comunidades oriundos de la región. Uno de los principales atractivos turísticos es el Santuario de Fauna y Flora (SFF) Los Flamencos ubicado en el corregimiento de Camarones (Entrevistas informales La Guajira, 2015).

Así mismo, se encuentran las actividades de explotación de minas y canteras que incluyen la extracción de carbón (carbón lignítico, turba), petróleo y gas natural en gran medida. Las salinas de Manaure (Figura 134) son las más importantes del país, con un área de explotación de 4.071,45 hectáreas que tiene seis subdivisiones importantes a saber: Área de evaporación (3.633 Ha.), Chara Shorshimana (39,67 Ha.), Charca Manaure (30,45 Ha.), La Nodriza (92 Ha.), Cristalizadores del área mecanizada (206,21 Ha.), Cristalizadores del área artesanal (79,12 Ha.) (Alcaldía de Manaure, 2015).



Figura 134. Foto salinas de Manaure.

#### 4.4.3.2 Conflictos de uso

Los conflictos de uso existentes en la zona de estudio marino-costera de la Guajira están relacionados con las prácticas de pesca, actividades agropecuarias, portuarias, mineras, hidrocarburos y turismo (Figura 135). Presentándose de acuerdo con lo observado en el documento realizado el año 2012 en un convenio entre Corpoguajira e Invemar “Plan

de Manejo para la zona Costera del Departamento de La Guajira” (Corpoguajira-Invemar, 2012).

Es así como en el sector agropecuario existe conflicto entre agricultura tradicional y ganadería ovina y caprina, en donde se afectan las huertas de las comunidades indígenas por la superposición con la agricultura tradicional artesanal y la cría tradicional de cabras y ovejas por parte de la etnia Wayuu (Corpoguajira-Invemar, 2012).



*Figura 135. Conflictos de usos en el departamento de La Guajira. Corpoguajira-Invemar, 2012*

En el caso del sector pesquero se presentan dos inconvenientes, uno entre la pesca industrial y la pesca artesanal, en donde la primera no restringe su zona de acción a aquella con caladeros de pesca artesanal; y el segundo al interior de la misma pesca artesanal, ocasionado por el desplazamiento de los pescadores artesanales a raíz del desarrollo de otras actividades del mar produciendo mayor competencia por el recurso. Del mismo modo la actividad portuaria genera conflicto por su quehacer afectando la pesca artesanal; y en cuanto al sector de hidrocarburos el inconveniente con la pesca se

debe a las actividades de exploración sísmica en búsqueda de estos (Corpoguajira-Invemar, 2012).



*Figura 136. Foto muelle turístico de Riohacha.*



*Figura 137. Foto embarcaciones de pescadores en Manaure.*

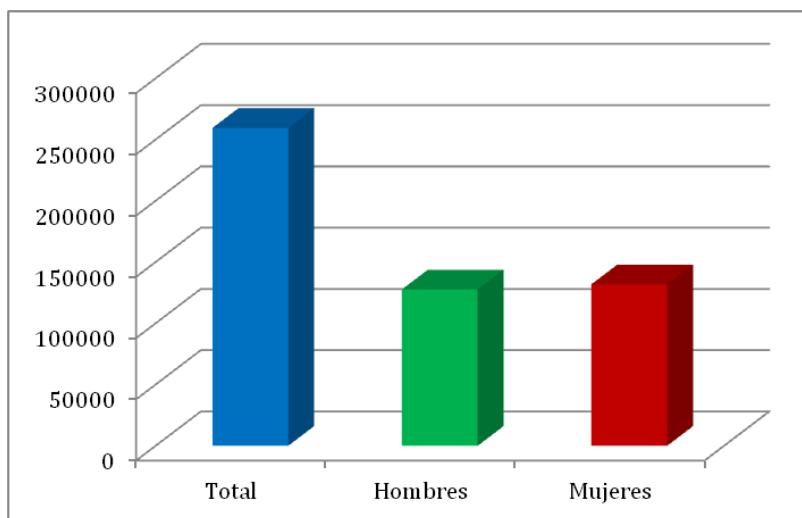
Por su parte, el sector minero-energético presenta conflicto con la comunidad, causado por el manejo deficiente en la explotación de sal en Manaure ocasionando disminución en la productividad. En cuanto al sector turístico, entra en conflicto con la conservación ambiental dada la presión antrópica en los lugares donde hay mayor afluencia de visitantes en detrimento del paisaje y el medio ambiente. Y la construcción de viviendas

en zonas de playas produce desalojos no acatados por las comunidades pues reclaman propiedad sobre los terrenos (Corpoguajira-Invemar, 2012).

#### **4.4.4 Resultados componente socioeconómico y cultural - Sector Guajira**

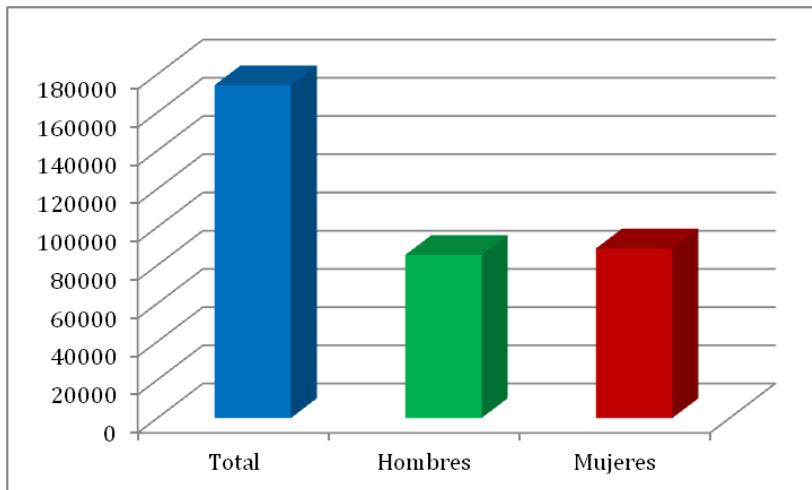
##### **4.4.4.1 Población**

La zona de estudio está enmarcada entre los municipios de Riohacha, Uribia y Manaure en el departamento de La Guajira, siendo esta la zona donde se encuentran praderas de pastos marinos. La población del municipio de Riohacha en su mayoría es femenina con 131.820 mujeres y 127.672 hombres para un total de 259.492 habitantes (Figura 138) de acuerdo con las proyecciones realizadas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE (2005).

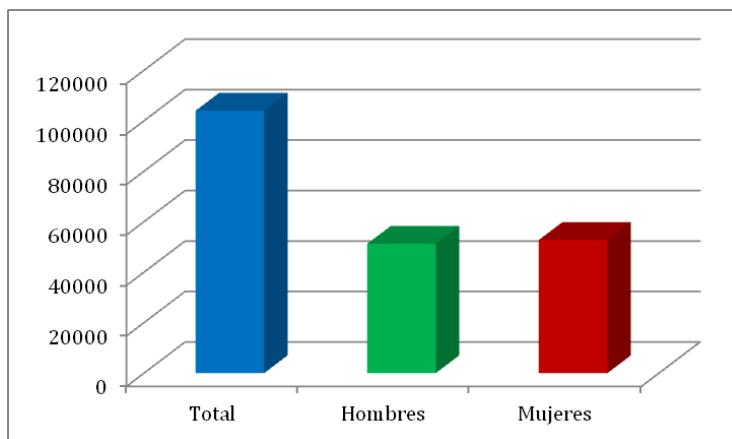


*Figura 138. Proyección de población por sexo del municipio de Riohacha, La Guajira al año 2015. DANE, 2005.*

A su vez el municipio de Uribia cuenta con 88.846 mujeres, 85.441 hombres para un total de 174.287 un número menor de habitantes que el municipio de Riohacha (Figura 139). Igualmente, el municipio de Manaure presenta menor cantidad de habitantes, siendo 52.739 mujeres, 51.222 hombres y un total de 103.961 (Figura 140) (DANE, 2015).



*Figura 139. Proyección de población por sexo del municipio de Uribe, La Guajira al año 2015. DANE, 2005.*



*Figura 140. Proyección de población por sexo del municipio de Manaure, La Guajira al año 2015. DANE, 2005.*

Del total de los habitantes del departamento de La Guajira, del 22% al 61% aproximadamente pertenece a la población indígena, ubicada en los 11 municipios entre ellos Riohacha y Manaure (Cámara de comercio de La Guajira, 2015). Los indígenas Wayuu viven en su mayoría en los resguardos de la Alta y Media Guajira, mientras que los Ijka, Wiwa y Kággaba se agrupan en número inferior en la vertiente noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta, que hace parte de los municipios de Riohacha y Dibulla (Ministerio del Trabajo, 2011).

De acuerdo con el informe “Estrategia de comunicación y participación étnica para la consulta del Plan de Ordenación y Manejo Integrado de la Unidad Ambiental Costera Alta Guajira - POMIUAC ALTA GUAJIRÁ” de Corpoguajira y el economista Johnker

Santamaría, se identificaron 113 comunidades de las cuales el 27,43% se encuentran en el municipio de Manaure y el 72,56% en Uribia; en cuanto a las Autoridades Tradicionales AT, en Manaure 19,35% es de representatividad femenina y el 80,64% es masculina, mientras que en Uribia el 40,24% son mujeres y el 59,67% son hombres (MADS, CORPOGUAJIRA. 2015).

#### 4.4.4.2 Salud, pobreza y condiciones de vida

En los municipios de Riohacha, Manaure y Uribia del departamento de La Guajira, en materia de salud, pobreza y condiciones de vida se observó la proporción de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) y dos de sus indicadores a saber Proporción de Personas en Miseria y Componente de Vivienda (Figura 141).

La proporción de NBI integra los indicadores simples de Viviendas inadecuadas, Viviendas con hacinamiento crítico, Viviendas con servicios inadecuados, Viviendas con alta dependencia económica, Viviendas con niños en edad escolar que no asisten a la escuela (DANE, 2005). Para los municipios de Riohacha, Manaure y Uribia alcanza cifras superiores del 49,1%, 79,7% y 96% respectivamente (DANE, 2005).

Como complemento, la proporción de personas en miseria, es decir aquellas que presentan dos o más carencia de necesidades básicas, también alcanza valores altos siendo para Uribia el 89%, seguido de Manaure con el 58% y finalmente Riohacha 26%. El componente de vivienda conocido como vivienda inadecuada sigue el mismo patrón con el mayor porcentaje para Uribia (86,6%), Manaure (65,9%) y por último Riohacha (29%) con la menor proporción (DANE, 2005).

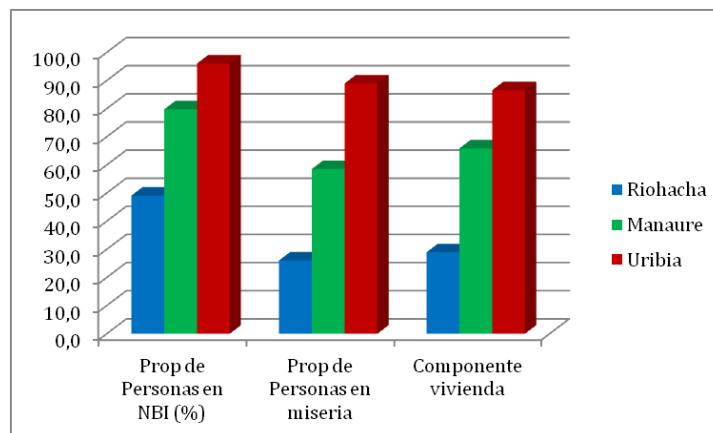
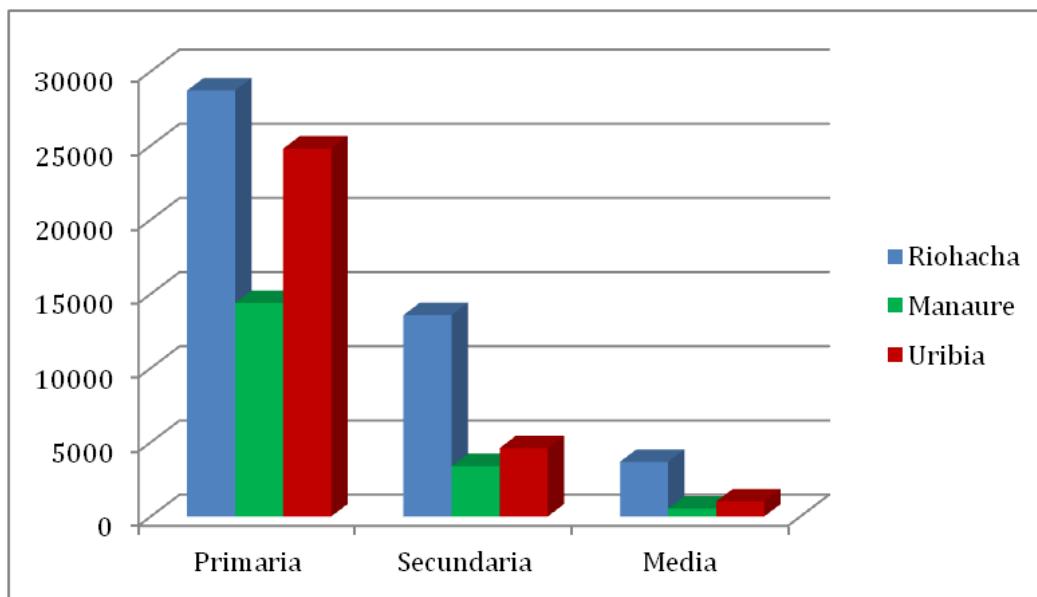


Figura 141. Proyección de NBI en los municipios de Riohacha, Manaure y Uribia - La Guajira. DANE, 2005.

#### 4.4.4.3 Educación

En el departamento de La Guajira, se observa en materia de educación para los municipios en estudio, los alumnos matriculados por nivel educativo, en primaria, secundaria y media. Estas cifras van de acuerdo con lo publicado por el Ministerio de Educación Nacional en el año 2014 en cuanto a educación formal.

Para el caso de Riohacha se registran 28.706 alumnos matriculados en educación primaria, 13.571 en secundaria y 3.681 en educación media para un total de 45.958 matriculados de 81.196 individuos aproximadamente en edad escolar (personas entre los 5 y 16 años para el caso de educación primaria, secundaria y media), presentándose una disminución del número de matriculados a medida que avanzan los niveles educativos. Por su parte, en Manaure se presenta una situación similar en cuanto a relación matriculados/nivel educativo, dada una relación inversa; en primaria se encuentra el mayor número de matriculados (14.387), seguido de secundaria (3.391) y por último la educación media (531). El total es de 18.309 matriculados en comparación con 35.091 individuos en edad escolar. Finalmente, en Uribia el total de matriculados ascienden a 30.408 individuos, discriminados así: en primaria 24.791, para secundaria 4.608 y educación media 1.009 matriculados con un total de personas en edad escolar de 58.970 aproximadamente (Figura 142 y Tabla 26) (Ministerio de Educación Nacional, 2014).



*Figura 142. Número de alumnos matriculados en los municipios de Riohacha, Manaure y Uribia - La Guajira. Ministerio de Educación Nacional, 2014.*

*Tabla 26. Número de alumnos matriculados por nivel educativo en los municipios de Riohacha, Manaure y Uribia - La Guajira. Mineducación 2014.*

Municipio	Primaria	Secundaria	Media	Total
Riohacha	28706	13571	3681	45958
Manaure	14387	3391	531	18.309
Uribia	24791	4608	1009	30.408

#### 4.4.4.4 Economía

La economía de los municipios del departamento de La Guajira está basada principalmente en actividades del sector primario como son la pesca, caza, ganadería artesanal ovina y caprina, explotación minera y de canteras; y el turismo como una práctica primariamente estacional (DANE, 2005).

En este sentido, se observa la participación por rama de actividad dentro del Producto Interno Bruto (PIB) del departamento, siendo la explotación de minas y canteras la rama a la cabeza aportando el 50,6%; siguen las Actividades de servicios sociales, comunales y personales (16,8%), en tercer lugar el Comercio, reparación, restaurantes y hoteles (7%); la rama de Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca suma el 3,7%, la Electricidad, gas y agua aporta un 5,4% (Tabla 27) (DANE, 2005).

*Tabla 27. Proyecciones al 2014 de la participación porcentual por rama de actividad dentro del PIB del departamento de La Guajira. DANE, 2005.*

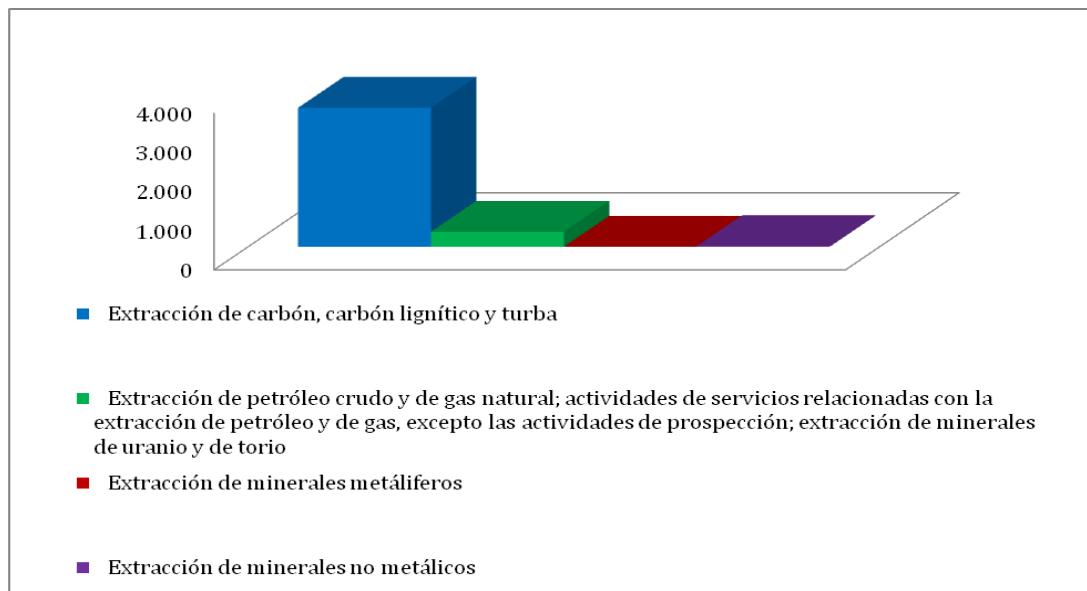
ACTIVIDADES ECONÓMICAS	% DEL PIB DEPARTAMENTAL
Eexploitación de minas y canteras	50,6
Actividades de servicios sociales, comunales y personales.	16,8
Comercio, reparación, restaurantes y hoteles.	7
Electricidad, gas y agua.	5,4
Construcción.	4,6
Transporte, almacenamiento y comunicaciones.	4,6
Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca.	3,7
Establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias y servicios a las empresas.	3,4
Impuestos	2,8
Industria manufacturera.	1,1
<b>Total PIB Departamental</b>	<b>100</b>

Para mayor amplitud, se evidencia que siendo la explotación de minas y canteras es el mayor componente del PIB en el departamento de La Guajira para el año 2014, y de acuerdo con las proyecciones realizadas por el DANE, es la extracción de carbón, carbón lignítico y turba la primera actividad, debido a que tienen la mayor participación en el PIB departamental (45,5%). La extracción de petróleo crudo, gas natural y actividades

relacionadas ocupa el segundo lugar con un aporte inferior del 4,9%; y la extracción de minerales no metálicos corresponde al 0,2% (Figura 143) (DANE, 2005).

Por otra parte, existen otras actividades productivas en la región que no se reflejan en las estadísticas del DANE, debido a su naturaleza informal y en unos casos ilegal a saber el comercio de alimentos y combustibles (mayoría de contrabando) y el transporte informal en la zona alta de La Guajira, constituyendo estas el mayor sustento de las familias (MADS, CORPOGUAJIRA. 2015).

La pesca es de subsistencia realizada artesanalmente a mar abierto por dificultades en el área continental para practicarla y la carencia de condiciones para desarrollar la acuicultura (temperatura, fuentes de agua, entre otras). En cuanto al turismo, en su mayoría se prestan servicios informales aunque con tendencia a la formalización a partir de operadores turísticos ubicados en el municipio de Riohacha. Potencialmente existen las artesanías Wayuu como actividades comerciales, típicas y representativas de esta etnia, elaboradas en la zona rural siendo comercializadas en la cabecera municipal (MADS, CORPOGUAJIRA. 2015).



*Figura 143. Proyección al 2014 del componente de extracción minera en el departamento de La Guajira (en miles de millones de pesos). DANE, 2005.*

Las actividades económicas desarrolladas en la zona son principalmente la pesca y la elaboración de artesanía las cuales son puestas en práctica en la totalidad de las comunidades identificadas, le sigue la extracción de sal (25% ubicadas en Manaure), turismo (9,7% en Uribia y 3,2% en Manaure) y suministro de agua (8,2% en Uribia) en casos de extrema necesidad o que las fuentes de aguas se encuentren lejanas o secas (MADS, CORPOGUAJIRA. 2015).

#### 4.4.4.5 Actores

Los actores se dividen en dos tipos, los sociales y los institucionales de acuerdo con el documento “Plan de Manejo para la zona Costera del Departamento de La Guajira” publicado en el año 2012 en alianza Corpoguajira-Invemar. Los actores sociales presentan dos vínculos, uno es el espacio costero como zona de interacción entre individuos y en el segundo los actores presentan una relación económica debido al aprovechamiento de los recursos marinos y costeros. Los actores culturales tienen una relación en la cual la zona es fundamental para el desenvolvimiento de su identidad (Corpoguajira-Invemar, 2012).

Entre los actores sociales se encuentran los representantes de los sectores productivos (Sociedad Portuaria de la Península S.A. – Pensoport-, Ecopetrol, Chevron, Sama [Sociedad Salina Marítima de Manaure Ltda.], Coosoacha [Proyecto Industrial Sal Marina de Musichi], EPM [Empresas Públicas de Medellín], Sociedad Portuaria Puerto Bolívar [Cerrejón Zona Norte CZN S.A.], Fedegan [Federación Nacional De Ganaderos]), grupos étnicos (autoridades tradicionales indígenas, las organizaciones indígenas; las asociaciones, organizaciones, comités y colectivos comunitarios), visitantes temporales, ONG, fundaciones y asociaciones (asociaciones y cooperativas de pesca artesanal, las asociaciones campesinas y del sector agrícola; las diferentes fundaciones y ONG a nivel internacional, nacional y local), comunidades locales y organizaciones de base (Corpoguajira-Invemar, 2012).

*Tabla 28. Actores institucionales en el departamento de La Guajira. Corpoguajira-Invemar 2012.*

CATEGORÍA	ACTORES INSTITUCIONALES
Política, Ejecución y Planificación	Presidencia de la República, Ministerios, Comisiones Nacionales, Dimar, ICA, Incoder, Inco, Unidades Administrativas Especiales, Corpoguajira, Gobernación, Alcaldías, Concejos de Planeación, DNP, Cabildos Indígenas, Consejos Municipales, Asambleas Departamentales, Comités de Planeación.
Coordinación, Asesoría y Consulta	Consejo Nacional Ambiental, Comisión Colombiana del Océano (CCO), Comité Nacional de Manejo Integrado de los Espacios Oceánicos y zonas Costeras, Consejos y comisiones departamentales, Cámara de Comercio de La Guajira.
Control y Vigilancia	Procuraduría, Contraloría, Personería, Superintendencias, Policía Nacional, Guardacostas, Armada Nacional, Consejos Municipales.
Administración de Justicia	Corte Suprema de Justicia, consejo de Estado, Corte Constitucional, Jurisdicción de los Pueblos Indígenas, Fiscalía General de la Nación, Consejo Superior de la Judicatura, Tribunales, Juzgados, Inspecciones y Comisarías Municipales.
Capacitación	Sena, Universidad de la Guajira, Universidad Nacional a Distancia, Universidad de San Martín-Riohacha, Universidad Antonio Nariño-Riohacha, Umata.
Información e Investigación	Ideam, Invemar, CIOH, Ingeominas, IGAC, ICA-CCI, Comité Técnico Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, DANE, Colciencias.

Los actores institucionales en el departamento de La Guajira se definen, teniendo en cuenta una categoría relacionada con las funciones que cumplen en cuanto a la administración territorial, en formulación de políticas, ejecución, planificación,

coordinación, asesoría y consulta, control y vigilancia, administración de justicia, información e investigación, y capacitación (Tabla 28) (Corpoguajira-Invemar, 2012).

#### 4.4.5 Zona marino-costera del Chocó-Caribe

La zona del departamento de Chocó en el Caribe, se delimitó de acuerdo con la ubicación de las praderas de pastos marinos abarcando el municipio de Acandí. Este municipio se encuentra ubicado en el extremo norte del Chocó y noroccidente de Colombia a orillas del Mar Caribe, históricamente forma parte del territorio del Darién, conformado por la parte costera a lo largo del mar Caribe desde Tarena en la bahía de Cevera hasta el Cabo Tiburón en la frontera con Panamá (Alcaldía de Acandí, Chocó, 2015).

El terreno de estudio se demarcó observando las áreas con pastos marinos, obteniendo así las siguientes zonas a lo largo de la costa del municipio de Acandí: desde Sapzurro en el extremo norte del municipio, pasando por Capurganá, Puna del Aguacate, bahía Pinorroa, Rufino, Punta Goleta, playa La Playeta, bahía Triganá, San Francisco, Peñón de Valencia hasta Isla Tarena en el sur.

En este componente, se analizaron los aspectos socio-culturales y económicos, teniendo en cuenta los actores participantes, así como los usos que se da al territorio marino-costero en cuanto a actividades humanas y la presencia de posibles conflictos de usos.

##### 4.4.5.1 Usos actuales

Las actividades humanas desarrolladas en el municipio de Acandí, pertenecen principalmente al sector primario (pesca artesanal, ganadería, agricultura) y al sector terciario (servicios turísticos y comercio). Todos los corregimientos y playas visitadas durante la salida de campo en el Chocó Caribe, tienen similitudes en cuanto a los usos de la zona marino-costera, con el manejo de lanchas como el medio de transporte principal a través del mar, un aeropuerto en el municipio de Acandí y limitado transporte terrestre debido al estado regular de caminos y senderos (Entrevistas informales Chocó Caribe, 2015).

Realizando un recorrido, se inicia desde la bahía Sapzurro y Capurganá ubicadas en el norte de Acandí, en las cuales se llevan a cabo en gran medida actividades relacionadas con el turismo a saber servicios de hoteles, hostales, restaurantes, comercio, tours, lanchas, siendo en su mayoría negocios familiares, caracterizándose como turismo de sol y playa y de descanso. Para el caso de Sapzurro, este poblado se basa solo en turismo brindando servicios de restaurantes, hoteles, hostales e incluso alquiler de habitaciones en viviendas familiares y transporte a través del mar mediante lanchas. (Entrevistas informales Chocó Caribe, 2015).

Así mismo, Capurganá cuenta con 30 unidades hoteleras (entre hoteles y hostales) y tres clubes o escuelas de buceo con una capacidad máxima para albergar 3.000 turistas

(Figura 144). Quienes visitan Capurganá provienen principalmente de la ciudad de Bogotá, seguido de Medellín y en menor medida del resto del país (primordialmente de Cali y Armenia). Las temporadas altas se desarrollan en diciembre (llegan mayoría de adultos mayores), enero con afluencia de turismo familiar, Semana Santa, junio-julio y en octubre recientemente está aumentando en número de viajeros. Mientras que en Sapzurro, los servicios turísticos están integrados por 30 familias, que conforman hoteles pequeños, hostales, restaurantes y comercio, con una capacidad máxima para alojar 600 turistas (Figura 145) (Entrevistas informales Chocó Caribe, 2015).



*Figura 144. Foto hostales en Capurganá.*



*Figura 145. Foto hoteles, hostales y restaurantes en Sapzurro.*

En cuanto a la actividad pesquera, se desarrolla de forma artesanal pero tanto en Sapzurro como en Capurganá ha diezmado, dado que en las playas aledañas existe escasez de especies marinas por lo cual los pescadores deben alejarse hacia aguas panameñas a riesgo de ser despojados de sus instrumentos de trabajo. Aun así, quedan unos pocos que todavía realizan labores de pesca, entre 4 y 6 pescadores en Sapzurro; 25 pescadores asociados (Pescapur) y 15 pescadores independientes en Capurganá (Entrevistas informales Chocó Caribe, 2015).

Entre las especies recolectadas por los pescadores de Capurganá y Sapzurro, se encuentran el pargo rojo o conoro, Sierra, cangrejos y langostas. Por otra parte, la pesca se realiza a una o dos millas de la costa, influenciada por los vientos y el nivel de la marea es decir, cuando hay muchos vientos (octubre y noviembre) y la marea es muy alta se dificulta la faena, por lo tanto los pecados deben ser comprados en municipios aledaños como Turbo y Necoclí (Entrevistas informales Chocó Caribe, 2015).

Seguidamente, se encuentran las playas de bahía El Aguacate y bahía Pinorroa, ubicadas aún en el norte de Acandí. De estas, bahía El Aguacate presenta mayor afluencia de turistas contando con varios hostales y restaurantes así como la llegada de lanchas; además se practica el deporte náutico de kayak como actividad turística (Figura 146). Por otro lado, culturalmente se celebra la fiesta de la Cigua durante el puente festivo del mes de octubre (Entrevistas informales Chocó Caribe, 2015).



*Figura 146. Foto práctica de kayak en bahía El Aguacate.*

En el sector de Rufino, no hay presencia de actividades turísticas ni pesqueras; mientras que Pinorroa es una bahía donde se encuentran pastos marinos y es utilizada para estacionar las lanchas con los turistas que pasan hacia playa Soledad que se encuentra en la parte posterior (Tabla 29) (Entrevistas informales Chocó Caribe, 2015).

Hacia el sur del municipio de Acandí, se encuentran Punta Goleta, playa La Playeta, bahía de Triganá y San Francisco, las cuales presentan en su mayoría actividad de pesca artesanal. En Punta Goleta y playa La Playeta no se encuentran actividades de turismo ni pesca presentando mareas altas, fuerte oleaje y poca profundidad, lo que impiden la llegada de lanchas a sus orillas; mientras que en la bahía Triganá existe turismo y pesca, cuenta con cinco hoteles y restaurantes (Figura 151).

*Tabla 29. Imágenes desde el sector Rufino hasta playa Soledad.*

 <p><i>Figura 147. Foto sector Rufino.</i></p>	 <p><i>Figura 148. Foto embarcaciones estacionadas en la bahía de Pinorroa.</i></p>
 <p><i>Figura 149. Foto sendero entre Pinorroa y playa Soledad.</i></p>	 <p><i>Figura 150. Foto playa Soledad.</i></p>

Las temporadas altas de turismo son los meses de diciembre-enero y Semana Santa. La pesca es artesanal, empleando caña de pescar y esta actividad la realizan a una milla mar adentro, durante la mañana o la tarde todos los días dependiendo del nivel de la marea. San Francisco corresponde a un pequeño poblado en el cual también sus pobladores se dedican a la pesca y algunas personas poseen fincas ganaderas (Entrevistas informales Chocó Caribe, 2015).

Finalmente, en el extremo sur de Acandí se encuentran Peñón de Valencia, Titumate e Isla Tarena. El primero no admite el paso de visitantes debido a la marea alta y al fondo y orilla rocosos que impide la llegada de lanchas; Titumate por su parte presenta ganadería, pesca artesanal (uso de caña de pescar) y turismo contando con pequeños hoteles, restaurantes y comercio. En Isla Tarena sus habitantes son campesinos y agricultores (Entrevistas informales Chocó Caribe, 2015).



*Figura 151. Foto hoteles en bahía Triganá.*

#### **4.4.5.2 Conflictos de usos**

En el municipio de Acandí del departamento del Chocó en el Caribe, se encuentran conflictos entre los diversos usos dados a la zona marino-costera del territorio, siendo muchos de estos incompatibles entre ellos mismos y a la vez generan un impacto negativo sobre los recursos naturales (Figura 152). Dentro de las actividades identificadas se observan conflictos de uso entre la conservación de la biodiversidad y el paisaje costero y la existencia de muelles, la navegación, desarrollo urbano y rural, la ganadería y la agricultura; en cuanto a construcción inadecuada de obras de defensa costeras, se encuentra incompatibilidad con el turismo, la pesca artesanal y la conservación de la biodiversidad y el paisaje costero; la protección de la calidad del agua marina es incompatible con los muelles, la navegación, la ganadería y la agricultura (Invemar *et al.*, 2008).

De alguna manera, estos inconvenientes están relacionados con temas concernientes al deficiente desarrollo del turismo que implica escasa planificación de servicios e infraestructura turística así como la competencia entre prestadores locales de servicios y empresarios; la desarticulación territorial genera aislamiento en los sitios costeros causado por los deficientes sistemas de comunicación obstaculizando el transporte y la conexión territorial, mermando la formación de tejido social así como la conformación de asociaciones y redes; y la expansión de la frontera ganadera y la potrerización por

su parte disminuyen las áreas agrícolas y forestales o bosques costeros (Figura 152) (Invemar *et al.*, 2008).



Figura 152. Conflictos de usos en el municipio Acandí - Chocó Caribe. Invemar *et al.*, 2008.

#### 4.4.6 Resultados componente socioeconómico y cultural - Sector Chocó norte

##### 4.4.6.1 Población

La zona de estudio en el Chocó-Caribe está enmarcada dentro del municipio de Acandí, en donde se encuentran las praderas de pastos marinos. Esta área se conforma por los corregimientos, playas y bahías de Sapzurro en el extremo norte del municipio, pasando por Capurganá, bahía El Aguacate, bahía Pinorroa, Rufino, Punta Goleta, playa La Playeta, bahía Triganá, San Francisco, Peñón de Valencia hasta Isla Tarena en el sur. La población existente en este municipio se caracteriza por ser variada conformada por afrocolombianos y mestizos procedentes de Córdoba y del interior de Antioquia. (Invemar *et al.*, 2008).

De acuerdo con las proyecciones realizadas por el DANE, el municipio de Acandí en el extremo norte del departamento del Chocó, presenta un total de 9.584 habitantes, de los cuales 4.801 son hombres y 4.783 son mujeres (Figura 153) (DANE, 2005).

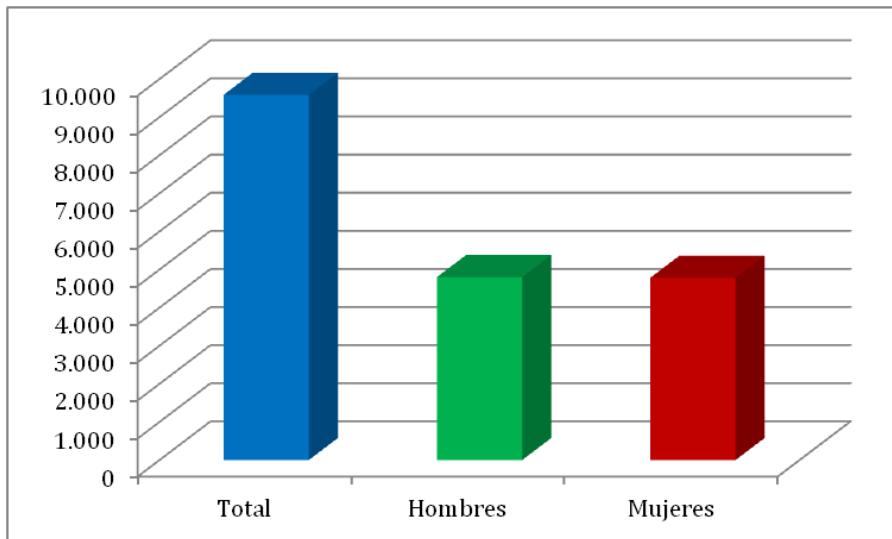


Figura 153. Proyección de población del municipio de Acandí - Chocó Caribe, por sexo al año 2015. DANE, 2005.

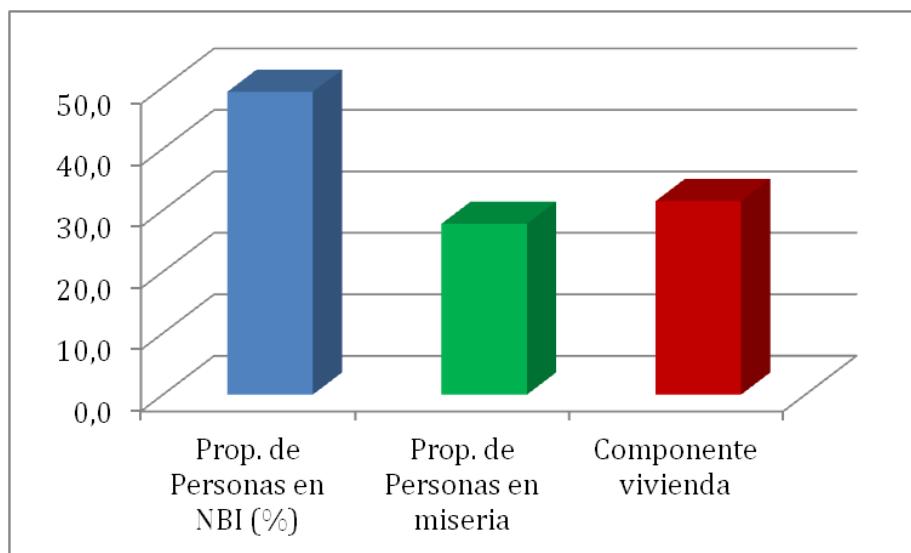
#### 4.4.6.2 Salud, pobreza y condiciones de vida

Para el municipio de Acandí, se observó el nivel de vida mediante el indicador de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), conformado por un conjunto de indicadores simples siendo estos Viviendas inadecuadas, Viviendas con hacinamiento crítico, Viviendas con servicios inadecuados, Viviendas con alta dependencia económica y Viviendas con niños en edad escolar que no asisten a la escuela (DANE, 2005).

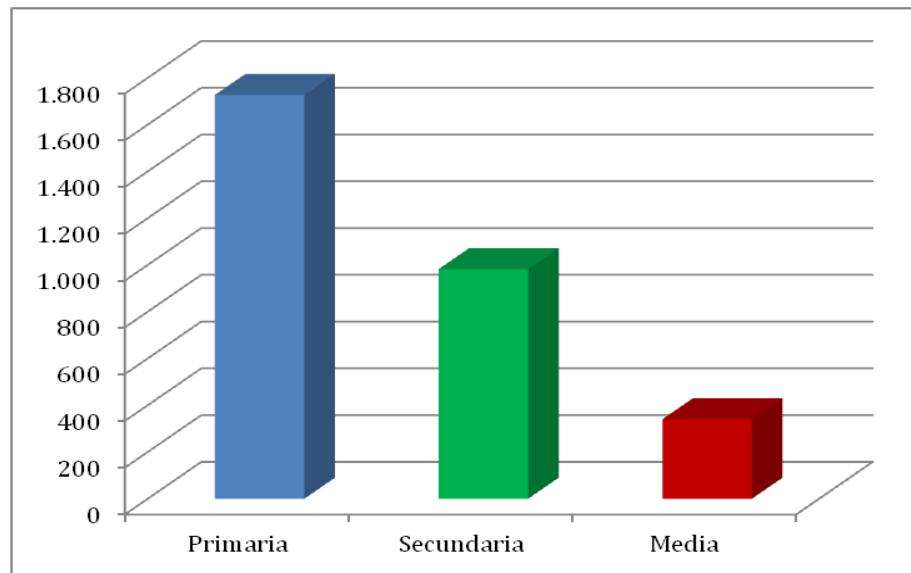
Dentro de las Necesidades Básicas Insatisfechas del municipio de Acandí, se observa una proporción del 49,2% aproximadamente la mitad de la población se encuentra en condiciones de pobreza, de la cual el 27,8% vive en miseria es decir, aquellas que presentan dos o más carencia de necesidades básicas y el 31,5% habitan viviendas inadecuadas (Figura 154) (DANE, 2005).

#### 4.4.6.3 Educación

Para el municipio de Acandí en el Chocó-Caribe, en materia de educación se observaron el número de alumnos matriculados por nivel educativo es decir, primaria, secundaria y media. De acuerdo con estadísticas del Ministerio de Educación Nacional (MEN), en el nivel primaria se registraron para el año 2014, 1.727 alumnos matriculados, en secundaria 982 y en educación media 340, observando una disminución de matriculados a medida que avanzan los niveles. En general se reporta un total de 3.049 matriculados de 3.075 aproximadamente en edad escolar (Figura 154) (Ministerio de Educación Nacional, 2014).



*Figura 154. Proyecciones de NBI en el municipio de Acandí - Chocó Caribe. DANE, 2005.*



*Figura 155. Número de alumnos matriculados por nivel educativo en el municipio de Acandí - Chocó Caribe. Ministerio de Educación Nacional, 2014.*

#### 4.4.6.4 Economía

El municipio de Acandí – Chocó Caribe, presenta una economía basada en gran medida en el sector primario (agricultura, ganadería, pesca artesanal) y sector terciario (servicios turísticos, comercio). En el sector primario, se observa una producción principalmente para el autoconsumo siendo el plátano el único cultivo permanente, en el año 2008 presentó un área sembrada de 160 hectáreas con producción de 1.920

toneladas. Los demás cultivos son de carácter transitorio: arroz, maíz, yuca y ñame; una parte de los suelos explotados están dedicados a la ganadería bovina con predominancia en la producción de carne, observándose un inventario de 32.584 cabezas bovinas para el año 2008 (Cepeda, 2010).

Las técnicas empleadas en esta práctica, son de tipo tradicional, consistente en la remoción de la cobertura vegetal, preparación de la tierra, siembra, control de malezas y cosecha, con una productividad baja y presencia de dificultades para desarrollarse debido a la carencia de plantas de procesamiento productivo y el mal estado de las vías de acceso terrestre, dado que solo se emplean las lanchas para transporte a través del golfo de Urabá (Invemar *et al.*, 2008).

La ganadería bovina es de tipo extensiva tradicional, la comercialización se realiza directamente desde la finca donde es trasladada hacia el matadero para ser comercializada en las cabeceras municipales, la oferta ganadera se lleva desde Titumate hacia Turbo en embarcaciones con capacidad para 20 toneladas. Por otro lado, la producción de especies porcina y avícola es escasa e igualmente de tipo tradicional (Invemar *et al.*, 2008).

La pesca por su parte, es concebida como una actividad de subsistencia mas no de producción, la cual se comercializa en el mercado local principalmente en los hoteles y restaurantes. Los métodos de pesca son tradicionales empleando redes de enmalle, la atarraya y anzuelos sus embarcaciones son de madera y fibra de vidrio propulsadas con remos o motores externos (Cepeda, 2010); las especies capturadas en mayor medida, de acuerdo con Cepeda (2010) son: pargo rojo o (*Lutjanus peru*), róbalo (*Centropomus undecimalis*), la sierra carite (*Scomberomorus regalis*), el cojinoa negra (*Caranx cryos*) y bonito (*Euthynnus alletteratus*), y la lisa anchoa (*Mugil incilis*).

Por otra parte, el turismo se desarrolla en Capurganá, Sapzurro, en la bahía El Aguacate y Triganá, donde se emplean cabañas, viviendas familiares, hostales, fincas y hoteles, siendo este un turismo tradicional de sol y playa y de descanso. Esta actividad se presenta en dos características, la primera es la prestación de servicios turísticos por empresas formales y hoteles; y la segunda los servicios turísticos generados por hoteles familiares y el sector informal. En los servicios turísticos ofrecidos se encuentran actividades como bucear, caretear (snorkel), caminatas ecoturísticas por la selva hasta Cabo Tiburón, excursiones hacia playa Soledad, El Aguacate, Sapzurro, La Miel y archipiélago de San Blás en Panamá (Invemar *et al.*, 2008).

Las festividades celebradas en Acandí son: Festival Tortuga Caná (marzo), fiestas patronales (julio), fiestas de la Cigua en Capurganá (octubre), festival de la Jagua en Triganá (octubre), celebración día de la Cruz en Sapzurro (mayo), fiesta de San Juan (junio), fiesta de la Escuela (octubre) y feria artesanal en el corregimiento de Capurganá (Invemar *et al.*, 2008).

En cuanto al sector comercio, en Acandí existen variadas unidades comerciales como restaurantes, hoteles, graneros, tiendas, carnicerías, discotecas, residencias, ferreterías y algunos almacenes, pero no cuenta con entidades financieras para lo cual encuentran apoyo en los servicios financieros de Turbo (Invemar *et al.*, 2008).

#### 4.4.6.5 Actores

El municipio de Acandí – Chocó Caribe, está conformado por una variedad de actores socioeconómicos que participan e interactúan con los diversos recursos ambientales, con influencia en la conservación y administración de los mismos; entre estos grupos se encuentran: Grupos étnicos, pobladores y comunidad, organizaciones sociales, empresas privadas y gremios, desplazados, población flotante e instituciones de nivel local, regional y nacional (Invemar *et al.*, 2008).

Los consejos comunitarios son tres: Cocomanorte, Cocomacentro y Cocomasur, que incluyen los corregimientos del norte, centro y sur de Acandí. Por su parte, se encuentra la Asociación de hoteleros de Capurganá y Sapzurro nombrada “A Preservar” que integra todos las personas prestadoras de servicios turísticos; también se encuentra la Asociación Ecoturística de Capurganá. En Capurganá existe la asociación de pescadores llamada “Pescapur” conformada por 25 pescadores (Entrevistas informales Chocó Caribe, 2015).

*Tabla 30. Actores en el municipio de Acandí – Chocó Caribe. Invemar et al., 2008.*

ACTORES	INTEGRANTES
Grupos étnicos	Comunidades Afrocolombianas.
Pobladores y comunidad	No pertenecen necesariamente a un grupo étnico, aunque pueden estar mimetizados dentro de la población colonia y oriunda de la zona.
Las organizaciones sociales	Organizaciones comunitarias.
	Organizaciones de pescadores.
	Organizaciones de agricultores.
	Familias guardabosques y Guardagolfo.
	ONG's y organizaciones de cooperación internacional y agentes humanitarios.
Las empresas privadas y gremios	Hoteleros y demás prestadores de servicios turísticos.
	Ganaderos.
	Pescadores
Los desplazados	Desplazados por la violencia.
La población flotante	Turistas, comerciantes, entre otros.
Las instituciones	Gobernación Chocó.
	Entes municipales.
	Corporaciones regionales y entidades del Estado.
	Comisión de vecindad Colombia-Panamá.
	Instituciones Académicas.
	Nación.

Otra organización presente en el área es la Asociación de Agricultores de Capurganá “Asocap” conformada por 22 miembros. También se hallan asociaciones que brindan apoyo al municipio como la Asociación Frutícola de Colombia (Afrucol), el Fondo de Turismo (Fontur) y las familias Guardagolfo (Tabla 30) (Entrevistas informales Chocó Caribe, 2015).

Otros actores en el municipio de Acandí que han sido agrupados de acuerdo con su función en política, ejecución y planificación, coordinación, asesoría y consulta, control y vigilancia y capacitación, información e investigación, se presentan en la Tabla 31.

*Tabla 31. Actores institucionales en el municipio de Acandí – Chocó Caribe. Invemar et al., 2008.*

CATEGORÍA	ACTORES INSTITUCIONALES
Política, Ejecución y Planificación	Presidencia de la República, Ministerios, Comisiones Nacionales, Unidades Administrativas Especiales, Gobernación del Chocó, Alcaldía Municipal de Acandí, Concejos de Planeación, Consejos Municipales, Asambleas Departamentales, DNP, Secretarías, Consejos de Gobierno Municipal.
Coordinación, Asesoría y Consulta	Consejo Nacional Ambiental, Comisión Colombiana del Océano (CCO), Consejos y comisiones departamentales, Dirección de Atención y Prevención de Desastres, Consejos municipales, Comités Locales.
Control y Vigilancia	Procuraduría, Contraloría, Personería, Superintendencias, Policía Nacional, Guardacostas, Armada Nacional, Consejos Municipales.
Capacitación, Información e Investigación.	Universidad de Antioquia-Instituto de Investigaciones Regionales (INER) Universidad EAFIT, Universidad Jaime Isaza Cadavid, Sena, Universidad Cooperativa de Colombia, Universidad Nacional de Colombia, Universidad Tecnológica del Chocó, La cátedra del agua, Centro Nacional de producción más limpia, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD, Universidad nacional de Colombia, Colciencias, Ideam, Invemar, CIOH, Ingeominas, IGAC, ICA, Comité Técnico Nacional para la Prevención y Atención de Desastres.

#### 4.4.6.6 Conclusiones

El trabajo conjunto en convenio de cooperación entre el INVEMAR y la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), incluyó la realización del componente Socio-cultural y Económico de los municipios de Riohacha, Manaure y Uribia en el departamento de La Guajira y el municipio de Acandí en el departamento del Chocó-Caribe, dado que estos lugares corresponden a las zonas con ecosistemas de pastos marinos. Este trabajo se basó principalmente en salidas de campo, entrevistas informales y recolección de información secundaria, con los cuales se lograron identificar los usos de las zonas marino-costeras, los conflictos de usos, actores sociales y en general la perspectiva socioeconómica y cultural de las regiones estudiadas.

Al interior de los municipios del departamento de La Guajira (Riohacha, Uribia y Manaure), se observó una economía basada principalmente en actividades del sector primario como son la pesca, caza, ganadería artesanal ovina y caprina, explotación minera y de canteras; y el turismo como una práctica primariamente estacional. Gran

parte de su población pertenece a la etnia Wayuu en donde se lograron identificar 113 comunidades distribuidas principalmente en Manaure y Uribia.

La principal rama de actividad dentro del PIB del departamento de La Guajira es la explotación de minas y canteras entre ellas la extracción de carbón lignítico, turba, petróleo crudo, gas naturas y sal marina en el municipio de Manaure. Se registran igualmente actividades no reflejadas en las estadísticas debido a su naturaleza informal como es el caso del comercio de alimentos y combustibles así como el transporte informal.

En este orden de ideas, se evidenciaron conflictos entre los diferentes usos dados a las zonas marino-costeras, en donde existe afectación entre la agricultura tradicional y la ganadería ovina y caprina por superposición con actividades agropecuarias de la etnia Wayuu; en cuanto a la actividad pesquera, existen inconvenientes entre la pesca artesanal y la no restricción de la zona de pesca industrial, así como el desplazamiento entre los mismos pescadores artesanales generado por la competencia por los recursos naturales. El sector minero-energético presenta conflicto con la comunidad, causado por el manejo deficiente en la explotación de sal en Manaure ocasionando disminución en la productividad; y el sector turístico entra en conflicto con la conservación ambiental en los lugares con mayor afluencia de visitantes y construcción de viviendas en playas.

Por otro lado, se encuentra el municipio de Acandí en el departamento del Chocó-Caribe, cuya economía se basa en el sector primario incluyendo agricultura, ganadería, y pesca artesanal y sector terciario con la prestación de servicios turísticos y comercio. Su población incluye comunidades afrocolombianas, mixtas así como la población flotante correspondiente a los turistas y comerciantes principalmente.

La pesca se considera una actividad de subsistencia en la cual se emplean técnicas tradicionales, cuya comercialización de los productos se realiza en el mercado local; por su parte, el turismo o también ecoturismo se presenta en dos características, la primera es la prestación de servicios turísticos por empresas formales y hoteles; y la segunda los servicios turísticos generados por hoteles familiares y el sector informal.

Así mismo, existen una serie de actores que interactúan en el municipio, siendo las comunidades afrocolombianas, los pobladores y la comunidad en general, las organizaciones sociales (Asociación de pescadores "Pescapur", Asociación Ecoturística de Capurganá, Asociación de Agricultores de Capurganá "Asocap", Familias guardabosques, Guardagolfo y ONG's), empresas privadas y gremios, desplazados y las diferentes instituciones.

A su vez, existen conflictos de usos por las actividades desarrolladas en la zona marino-costera del municipio de Acandí, relacionados con la desarticulación territorial que produce aislamiento en los lugares costeros causado por los defectuosos sistemas de

comunicación, deficiente desarrollo del turismo que implica escasa planificación de servicios e infraestructura turística así como la competencia entre prestadores locales de servicios y empresarios.

## REFERENCIAS

- Alcaldía de Acandí - Chocó, 2015. Nuestro Municipio, Geografía: Descripción física. Tomado el 18 de diciembre de 2015 de [http://www.acandi-choco.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.acandi-choco.gov.co/informacion_general.shtml).
- Alcaldía de Manaure - La Guajira 2015. Nuestro Municipio: Economía. Tomado el 6 de diciembre de 2015 de [http://www.manaurelaguajira.gov.co/informacion\\_general.shtml#economia](http://www.manaurelaguajira.gov.co/informacion_general.shtml#economia).
- Alvarez, W. 1967. Geology of the Simarua and Carpintero areas, Guajira Peninsula, Colombia. Tesis Ph.D., Princeton Univ., 168 p. New Jersey.
- Andrade C y E. D. Barton. 2000. Eddy development and motion in the Caribbean Sea. *Journal of geophysical research*, 105(Cll): 26191-26201.
- Andrade C. 2001. Las corrientes superficiales en la cuenca de Colombia observadas con boyas de deriva. *Rev. Acad. Colomb. Cienc*, 25(96):321-335.
- Andrade, C. 2009. Variaciones temporales termo-halinas en la Cuenca de Colombia. *Boletín Científico CIOH*, 27:8-21.
- Andrade, C.A., O.E. Rangel y E. Herrera. 2015. Atlas de los datos oceanográficos de Colombia 1922-2013 temperatura, salinidad, densidad, velocidad geostrófica. Dirección General Marítima-Ecopetrol S.A. Ed. Dimar. Bogotá, Colombia. 117 p.
- ANH – Agencia Nacional de Hidrocarburos. (2015). Estrategia ambiental. Recuperado de: <http://www.anh.gov.co/Seguridad-comunidades-y-medio-ambiente/Estrategia%20Ambiental/Paginas/defa.ul.aspx>. Fecha de consulta 27 de diciembre de 2015.
- APHA – American Public Health Association, AWWA – American Water Works Association y WEF – Water Environment Federation. 2012. Standard methods for the examination of water and wastewater. 22 ed. United States of America. 1406 p.
- Archivage, Validation et Interprétation des données des Satellites Océanographiques, AVISO (2015). The altimeter products were produced by Ssalto/Duacs and distributed by Aviso, with support from Cnes (<http://www.aviso.altimetry.fr/duacs/>)

- Arias, P. A. 2005. Diagnóstico y predicción de la variabilidad intraanual de la hidrología colombiana. Tesis de grado, Magíster en Ingeniería – Recursos Hidráulicos. Universidad Nacional de Colombia, Medellín. 192 p.
- AUNAP – Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca. (2014). Estado de la pesca y la acuicultura en Colombia. Documento de compilación de información. Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca –AUNAP. 26p
- Ballance, L. T. and R. L. Pitman. 1999. Foraging ecology of tropical seabirds. En: Adams, N. J. y R. H. Slotow (Eds.). Proceedings of the 22 International Ornithological Congress, Durban (2057-2071). Johannesburg, South Africa.
- Bastidas, R., D. Rodriguez., J. Desojo y L. Rivero. 2001. La presencia del delfín listado, *Stenella coeruleoalba* (Meyer, 1833), en el mar argentino. *Mastozoología Neotropical*, 8: 111-127.
- Bastidas-Salamanca, M., O. Artal-Arreita y C. Ricaurte-Villota. Simulación de la circulación y estructura térmica en el Caribe colombiano. XVI COLACMAR – XVI SENALMAR, Santa Marta, Octubre 18-22 de 2015.
- Bender, C. E., Herzing L. y D. F. Bjorklund. 2009. Evidence of teaching in Atlantic spotted dolphins (*Stenella frontalis*) by mother dolphins foraging in the presence of their calves. *Anim Cogn*, 12: 43-53.
- Bernal G., Osorio A., Beier E., Pelaez D., Devis A., Montoya R., Ruiz-Ochoa M. (2015). Manifestaciones oceanográficas del “Veranillo de san juan” en la cuenca Colombia, mar caribe. XVI Congreso Latinoamericano de Ciencias Del Mar - Colacmar y XVI Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar. Del 18 al 22 de Octubre 2015, Santa Marta – Colombia.
- Bernal, G., G. Poveda, Roldán P. y C. Andrade. 2006. Patrones de variabilidad de las temperaturas superficiales del mar en la costa Caribe colombiana *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 30(115):195-208.
- Betancourt, J. 2012. Granulometría por tamiz. Protocolo del Laboratorio de Calidad de Aguas (PR-LABCAM-22) versión 01, INVEMAR. 5 p.
- Betancourt, J. 2012. Materia orgánica oxidable en sedimentos (Walkey - Black). Protocolo del Laboratorio de Calidad de Aguas (PR-LABCAM-16) versión 01, INVEMAR. 6 p.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL. 2015. IUCN Red List for birds. Recuperado de: <http://www.birdlife.org>. Fecha de consulta 26 de diciembre de 2015.

Boletín meteomarino del caribe colombiano julio de 2006. Central de pronósticos meteorológicos y oceanográficos centro de investigaciones oceanográficas e hidrográficas - CIOH (2006). <http://www.cioh.org.co>

Boletín meteomarino del caribe colombiano julio de 2007. Central de pronósticos meteorológicos y oceanográficos centro de investigaciones oceanográficas e hidrográficas - CIOH (2007). <http://www.cioh.org.co>

Boletín meteomarino del caribe colombiano junio de 2004. Central de pronósticos meteorológicos y oceanográficos centro de investigaciones oceanográficas e hidrográficas - CIOH (2004). <http://www.cioh.org.co>

Boletín Meteomarino mensual del Caribe Colombiano. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas de la Dirección General Marítima – CIOH (2015). <http://www.cioh.org.co>

Boltovskoy, D. 1981. Atlas del zooplancton del atlántico sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino (No. C/592 S6/1981).

Broecker, W.S. y T.H. Peng. 1982. Tracers in the sea. Lamont-Doherti Geological Observatory. Nueva York. 690 p.

Caicedo, J. D. P., & Lozano, J. A. (2009). Aspectos relacionados con las estimaciones globales y regionales del ascenso del nivel del mar, y su aplicación a Colombia. Cuadernos de Geografía: *Revista Colombiana de Geografía*, (14), 97-106.

CALIDRIS. 2004. Manual para el monitoreo de aves migratorias. Cali: Calidris – Asociación para el estudio y la conservación de las aves acuáticas de Colombia – Asociación red colombiana de reservas naturales de la sociedad civil – WWF Colombia. 54p.

Cámara de comercio de La Guajira. 2015. Informe socioeconómico del departamento de La Guajira 2014. Riohacha, La Guajira. 122 p.

Carpenter, E. y C. Douglas. 1983. Nitrogen in the marine environment. Academic Press. New York. 900 p.

Carpenter, K. 2002. Bony fishes (Opistognathidae and Molidae) sea turtles and marine mammals. En FAO (Ed.). The living marine resources of the Western Central Atlantic, species identification guide for fishery purposes, vol 3 (1375-2127). Rome.

Centro Nacional de Huracanes, NHC-NOAA (2015). <http://www.nhc.noaa.gov>

Cepeda, L. 2010. El Caribe Chocoano: Riqueza Ecológica y Pobreza de Oportunidades. Centro de Estudios Económicos Regionales (CEER). Documentos de Trabajo sobre Economía Regional. Banco de La República. No. 125, Cartagena. Tomado el 17 de

- diciembre de 2015 de  
[http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura\\_finanzas/pdf/DTSER-125.pdf](http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/DTSER-125.pdf).
- Chester, R. 1990. Marine Geochemistry. Blackwell Science Ltd. Oxford. 506 p.
- Chevillot et al. 1993. Estudio Geológico e hidrológico del golfo de Urabá. Misión. CIOH. Colombia.
- Chicote, C., J. Vázquez, A. Cañadas y M. Gazo. 2013. Manual del observador de mamíferos marinos para operaciones off-shore generadoras de ruido en aguas españolas. Barcelona: Fundación Biodiversa – SUBMON. 137p.
- Chollett, I., P. Mumby, Müller-Karger F. y Chuanmin Hu. 2012. Physical environments of the Caribbean Sea. Association for the Sciences of Limnology and Oceanography. *Limnol. Oceanogr.*, 57(4), 2012, 1233–1244.
- CIOH. 1999. Carta de repartición de facies sedimentarias. Escala 1:300000. Cartagena.
- Climate Prediction Center National Centers for Environmental Prediction NOAA/National Weather Service (2015). <http://www.cpc.ncep.noaa.gov>
- Corpoguajira-INVEMAR. 2006. Caracterización física. Caracterización de la zona costera del departamento de la Guajira: Una aproximación para su manejo integrado. Informe Técnico Final. Colombia.
- Crisales-Hernandez, M., C. García. y M. Wolff. 2006. Flujos de biomasa y estructura de un ecosistema de surgencia tropical en La Guajira, Caribe Colombiano. Revista de Biología Tropical, 54(4): 1257-1282.
- Cuignon, 1987. Estudio Plataforma del Caribe Colombiano, Fase Guajira. Boletín Científico CIOH No 7, p. 53-72, Cartagena.
- DANE, 2005. Estadísticas por tema 2005. Tomado el 3 de diciembre de 2015 de <http://www.dane.gov.co/>
- Díaz, J. M., L. M. Barrios y D. I. Gómez (Eds.). 2003. Las praderas de pastos marinos en Colombia: estructura y distribución de un ecosistema estratégico. Invemar. Serie de publicaciones especiales No. 10. Santa Marta.
- Duarte, C.M. y K. Sand-Jensen. 1996. Nutrient constraints on establishment from seed and on vegetative expansion of the Mediterranean seagrass *Cymodocea nodosa*. *Aquatic Botany*, 54: 279-286.
- Duque-Garcia, D. L. y R. Franke-Ante. 2011. Aves. En Zarza-González, E. (Ed.). El entorno ambiental del Parque Nacional Natural Corales del Rosario y de San Bernardo (246-25). Cartagena de Indias, Colombia. PNNCRSB
- Emery, W y Meincke, 1986. Global water masses summary and review. *Oceanologica*, 9: (4): 383-391.

- Emery, W. J. 2001. Water types and water masses. In: Holton. J. R., J. A. Curry. J. A. PyleElsevier 2 ed Encyclopedia of Atmospheric Sciences. p 1556-1567
- Enfield, D.B. & D.A. Mayer. 1997. Tropical Atlantic sea surface temperature variability and its relation to El Niño – Southern Oscillation. *Journal of Geophysical Research*, 102 (C1): 929-945.
- Estela, F. A., M. López-Victoria, L. F. Castillo y L. G. Naranjo. 2010. Estado del conocimiento sobre aves marinas en Colombia, después de 110 años de investigación. *Boletín SAO*, 20: 2-21.
- Fonseca, M y S. Bell. 1998. Influence of physical setting on seagrass landscapes Near Bourtfort, North California, USA. *Marine Ecology Progress Series*, 171: 109-121.
- Fundación Omacha e INVEMAR. 2015. Informe técnico final. Observaciones de fauna marina, durante las actividades de toma de muestras oceanográficas para el proyecto “Estudio de línea base ambiental de los bloques COL 1 y COL 2”, a bordo de la embarcación Don Rodrigo B. Periodo de embarque: 12 noviembre a 14 abril. 95 p
- Fundación Omacha e INVEMAR. 2016. Informe Técnico. Observaciones de fauna marina, durante la campaña de investigación COL 1 en el proyecto “Línea Base Ambiental Preliminar de los Bloques de Exploración de Hidrocarburos Caribe Colombiano: Fase COL 1 y COL 2” – Caribe Colombiano, a bordo de la embarcación R/M Don Rodrigo B. 57p
- Gaiser, Peter W., et al. "The WindSat spaceborne polarimetric microwave radiometer: Sensor description and early orbit performance." *Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on* 42.11 (2004): 2347-2361.
- Garay, J., G. Ramírez, J. M. Betancourt, B. Marín, B. Cadavid, L. Panizzo, L. Lesmes, J.E. Sanchez, S.H. Lozano y A. Franco. 2003. Manual de técnicas analíticas para la determinación de parámetros fisicoquímicos y contaminantes marinos: Aguas, sedimentos y organismos. INVEMAR, Santa Marta. 148 p.
- García, F., G. Chang y C. Palacio. 2012. Calibración y validación de un modelo 3D para el área costera de Santa Marta (Colombia). *Rev. Fact. Ing. Univ. Antioquia*, 62-177-188.
- Gärtner, A., D. Caicedo-Herrera, M. C. Diazgranados, A Venturotti y F. Trujillo. 2010. Guía de identificación de la fauna marina del Caribe y el Pacífico Oriental Tropical - cetáceos, sirénidos y tortugas. Bogotá: NOAA, Conservación Internacional Colombia y Fundación Omacha. 126p.
- GEOHIDROECO. 2010. Estudio de impacto ambiental para el área de perforación exploratoria marina RC 9 en el Caribe colombiano. (Informe Técnico de Evaluación de Impacto Ambiental para Ecopetrol). Geohidroeco. Bogotá. 56p.

- Giannini, A., Kushnir, Y., & Cane, M. A. (2000). Interannual variability of Caribbean rainfall, ENSO, and the Atlantic Ocean\*. *Journal of Climate*, 13(2), 297-311.
- Giraldo, L. 1994. Análisis de las masas de agua y control de calidad de la información oceanográfica. *Boletín Científico CIOH*, 15 p.17-38.
- Gómez, C., N. Bayly, A. González y E. Abril. 2011. Avances en la investigación sobre aves migratorias neárticas – neotropicales en Colombia y retos para el futuro: trabajos del III congreso de Ornitología Colombiana, 2010. *Ornitología Colombiana*, 11: 3-13.
- Gómez-López, D. 2006. Ecosistemas marinos y costeros del departamento de La Guajira con especial énfasis en praderas de fanerógamas marinas Capítulo 3.2 (Pág. 463-678). En: Caracterización de la zona costera del departamento de La Guajira: Una aproximación para su manejo integrado" INFORME FINAL Convenio 001 de 2004 CORPOGUAJIRA-INVEMAR. Santa Marta. 741 pags.
- Gómez-Lopez, D., C. Díaz, E. Galeano, L. Muñoz, S. Millán, J. Bolaños y C. Garcia. 2014. Informe técnico Final Proyecto de Actualización cartográfica del atlas de pastos marinos de Colombia: Sectores Guajira, Punta San Bernardo y Chocó: Extensión y estado actual. PRY- BEM-005-13 (convenio interadministrativo 2131068 FONADE - INVEMAR). INVEMAR, MADS, FONADE Y ANH. Circulación restringida. Santa Marta. 136 págs.
- Harwood, L. and A. Joynt. 2009. Factors influencing the effectiveness of marine mammal observers on seismic vessels, with examples from the Canadian Beaufort sea. Canadian Science Advisory Secretariat, 48: 9p.
- Hernández González, M., & Marzo Lovaina, O. (2009). Variabilidad estacional del nivel del mar en el Archipiélago cubano.
- Hernández-Guerra, A., y Joyce, T. M. 2000. Water masses and circulation in the surface layers of the Caribbean at 66 W. *Geophysical research letters*, 27(21), 3497-3500.
- Ibarra, K. 2015. Clorofila a y feopigmentos en aguas (Espectrofotometría UV-VIS). Protocolo del Laboratorio de Calidad de Aguas (PR-LabCAM-04) versión 05, INVEMAR. 9 p.
- IDEAM. 2005. Atlas Climatológico de Colombia. Bogotá: Imprenta Nacional.
- INVEMAR – GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA – CORPOURABA - CODECHOCO. 2008. Formulación de los lineamientos y estrategias de manejo integrado de la Unidad Ambiental Costera del Darién. Editado por: A.P. Zamora, A. López y P.C. Sierra-Corra. Santa Marta. 208 p + Anexos cartográficos + 5 Anexos digitales. (Serie de Documentos Generales Invemar No. 22).

- INVEMAR, 2005. Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia: Año 2004. Serie de Publicaciones Periódicas. Santa Marta. 124 p.
- INVEMAR. 2005. Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: Año 2005. Serie de publicaciones periódicas Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andreis. INVEMAR, Santa Marta. 360p.
- INVEMAR. 2010. Biodiversidad del Margen Continental del Caribe Colombiano, p. 32-48. Santa Marta. Colombia.
- INVEMAR-ANH. 2013. Manual de métodos de ecosistemas marinos y costeros con miras a establecer impactos ambientales. Convenio. 262 de 2012. Santa Marta. 230 p.
- Javelaud. O. 1987. La sedimentation du plateau continental de la Colombie Caraïbe au cours du Quaternaire terminal. These d'Etat, Universite de Bordeaux, Bordeaux, 382 p.
- Jefferson, T. A., S. Leatherwood and M. A. Webber. 1994. Species identification guide, Marine mammals of the world. Roma: FAO. 320p.
- Jouanno J y J Sheinbaum. 2012. Heat Balance and Eddies in the Caribbean Upwelling System. *Journal of Physical Oceanography*. 43: 1004-1014.
- Kalnay, E., Kanamitsu, M., Kistler, R., Collins, W., Deaven, D., Gandin, L., ... & Joseph, D. (1996). The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project. *Bulletin of the American meteorological Society*, 77(3), 437-471.
- Kiely, G. 1999. Ingeniería Ambiental. Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión. Mc Graw Hill. España. 133 p.
- Knopf, A. A. 2002. Guide to marine mammals of the world. New York: National Audubon Society. 527p.
- Koch, E., Ackerman, J., J. Verduin y M. van Keulen. 2006. Fluid dynamics in seagrass ecology – from molecules to ecosystems. En: Larkum, A.W.D, Orth, R.J., Duarte, C.M. (Eds.), Seagrass: Biology, Ecology and Conservation. Springer, The Netherlands, pp. 193–225.
- Lee, S.-K., D. B. Enfield, and C. Wang, 2007: What drives seasonal onset and decay of the Western Hemisphere warm pool? *J. Climate*, 20, 2133–2146.
- Libes, S.M. 1992. An Introduction to Marine Biogeochemistry. John Wiley and Sons, Inc., Nueva York. 734 p..
- MADS, CORPOGUAJIRA. 2015. Santamaría, J (Ed). Estrategia de comunicación y participación étnica para la consulta del Plan de Ordenación y Manejo Integrado de la Unidad Ambiental Costera Alta Guajira - POMIUAC ALTA GUAJIRA. 51 p.

- Mcmullan, M., A. Quevedo y T. Donegan. 2011. Guía de campo de las aves de Colombia. Bogotá: Proaves. 230p.
- Mellink, E., J. Domínguez and J. Luévano. 2001. Diet of eastern Pacific brown boobies *Sula leucogaster brewsteri* on Isla San Jorge, north-eastern gulf of California, and an April comparison with diets in the middle gulf of California. *Marine Ornithology*, 29: 23–28.
- Mesa-García, J. 2009. Metodología para el reanálisis de series de oleaje para el Caribe Colombiano. Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar por el título de Magister en Ingeniería – Recursos Hidráulicos. Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín.
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). 2014. Estadísticas Sectoriales, Estadísticas de Educación Preescolar, Básica y Media. Tomado el 20 de diciembre de 2015 de <http://bi.mineducacion.gov.co:8380/eportal/web/planeacion-basica/sector>.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. 2002. Programa nacional para la conservación de tortugas marinas y continentales en Colombia. Bogotá, Colombia: Imprenta Nacional. 63p.
- Ministerio del Trabajo. 2011. Programa Nacional de Asistencia Técnica para el Fortalecimiento de las Políticas de Empleo, Emprendimiento y Generación de Ingresos en el ámbito Regional y Local: Diagnóstico Riohacha. Pág. 13. Tomado el 2 de diciembre de 2015 de <http://riohacha-laguajira.gov.co/apc-aa-files/31643062326363373265326539623265/riohacha-1-.pdf>.
- Minsalud – Ministerio de Salud. 1984. Decreto No. 1594 del 26 de junio. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI – Parte III - Libro II y el Título III de la Parte III – Libro I – del Decreto – Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos, Bogotá. 61 p.
- Montoya-Jaramillo, L. 2010. Dinámica oceanográfica del golfo de Urabá y su relación con los patrones de dispersión de contaminantes y sedimentos. Trabajo presentado como requisito parcial para optar por el título de Doctor en ingeniería – Recursos hidráulicos, Universidad Nacional de Colombia.
- Mooers, C.N. y G.A. Maul. Intra-Americas sea circulation (La circulación del Mar Intra-American). En: The Sea, editores. K. H. Brink and A. R. Robinson, Wiley New York. 1998. p. 1062
- Moreno, I. B., Zerbini, A. N., Danilewicz, De Oliveira-Santos, M.C., Simões-Lopes, C., Laison-Brito, J. y A. F. Acevedo. 2005. Distribution and habitat characteristics of dolphins of the genus *Stenella* (Cetacea: Delphidae) in the Southwest Atlantic Ocean. *Marine Ecology Progress Series*, 300: 229-240.

- Muller-Karger, F. E., C. R. McClain., T. R. Fisher., W. E. Esaias y R. Varela. 1989. Pigment distribution in the Caribbean Sea: Observations from space. *Prog. Oceanogr.* 23: 23–64.
- Muller-Karguer F.E., R. Varela, R. Thunell, Y. Astor, H. Zhang, R. Luerssen y C. Hu. 2004. Processes of coastal upwelling and carbon flux in the Cariaco Basin. *Deep-Sea Res. II* 51: 927–943.
- Naranjo, L., J. Amaya, D. Eusse-González, y Y. Cifuentes-Sarmiento. 2012. Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Aves. Volumen. 1. Bogotá D. C., Colombia: Ministerio del medio Ambiente y Desarrollo Sostenible y WWF Colombia. 710p.
- Naves, L. C., L. F. Brusques and C. M. Vooren. 2002. Feeding ecology of *Sula leucogaster*, *Anous stolidus* and *Anous minutus* at Saint Peter and Saint Paul's Rocks, Brazil. Ararajuba, 10(1): 21-30.
- Nobre, P. & J. Shukla. 1996. Variations of sea surface temperature, wind stress and rainfall over the Tropical Atlantic and South America. *Journal of Climate*, 9: 2464-2479.
- OCEÁNICOS-UNAL, GICI-UDEM, UNINORTE, 2012. Generación de regímenes de oleaje medios y extrémales en el Caribe Colombiano". Programa de investigación Análisis y Valoración de los procesos erosivos en la Costa continental e Insular del Caribe Colombiano – Convenio Especial de Cooperación 153 entre el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "Jose Benito Vives de Andréis" INVEMAR y el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación COLCIENCIAS.
- Oliveira, J., E. Afif y M. Mayor. 2006. Análisis de suelos y plantas y recomendaciones de abonado. Ediciones de la Universidad de Oviedo. 161 pp
- Páramo, J., M. Correa y S. Núñez. 2011. Evidencias de desacople físico-biológico en el sistema de surgencia en La Guajira, Caribe colombiano. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* Vol. 46, Nº3: 421-430.
- Perrin, W., B. Würsig and J. Thewissen. 2009. Encyclopedia of marine mammals. San Diego, EEUU: Academic Press, 1355p.
- Poveda, G y O.J. Mesa. 1997. Feedbacks between hydrological processes in tropical South America and large scale ocean -atmospheric phenomena. *Journal of Climate*, 10(10): 2690-2702.
- Poveda, G. 1998. Retroalimentación dinámica entre el fenómeno El Niño-Oscilación del Sur y la hidrología de Colombia. Tesis como requisito para el título de Doctor en Ingeniería en Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos. Universidad Nacional de Colombia.

Pronóstico de pleamar y bajamar en la costa caribe colombiana. Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales IDEAM (2015). <http://www.ideam.gov.co>

Pujos, M., J. L. Pagliardin, R. Steer, G. Vernette y O. Weber. 1986. Influencia de la contracorriente norte colombiana para la circulación de las aguas en la plataforma continental: su acción sobre la dispersión de los efluentes en suspensión del río Magdalena. *Boletín Científico CIOH*, 6: 3-15.

Restrepo, J. y S. López. 2008. Morphodynamics of the Pacific and Caribbean deltas of Colombia, South America . *Journal of South American Earth Sciences*. 25, 1-21.

Richardson, P.L., 2005. Caribbean Current and eddies as observed by surface drifters. *Deep Sea Res. Part II Top. Stud. Oceanogr.* Direct observations of oceanic flow: A tribute to Walter Zenk 52, 429–463.

Rodríguez-Tobar, T. 2014. Caracterización climática de dos sectores costeros de la península de La Guajira a partir de datos in situ. Informe final de contrato de prestación de servicios PS-003-14 para INVEMAR. Santa Marta, 215 p.

Romero, J.A. 2005. Estudio Sedimentológico de la Plataforma continental de la Guajira entre los 10 y 50 m de profundidad. Colombia. Trabajo de grado para optar por el título de Geólogo. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Schmitz, W.J y M. S. McCartney. 1993. On the North Atlantic Circulation. *Rev. Geophys.* 31, 29–49. doi:10.1029/92RG02583.

Stewart, R. 2008. Introduction to Physical Oceanography. Department of Oceanography Texas A & M University.

Stone, C. J. 2015. Marine mammal observations during seismic surveys 1994-2010. (Report No 63): Joint Nature Conservation Committe - JNCC, Peterborough. 64p.

Strickland, J.D.H. y T.R. Parsons. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Fish. Res. Board of Canada. Segunda Edición. Otawa. 328 p.

Tardin, R. H., Espécie, M. A., Lodi, L. Y S. M. Simão. 2013. Parental care behavior in the Guina dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) in Ilha Grande Bay, souteastern Brazil. *Zoología*, 1: 15-23.

Thomas, Y., A. Nicolae-Lerma y B. Posada (2012). Atlas climatológico del mar Caribe colombiano. Convenio Especial de Cooperación Colciencias – Gobernación del Magdalena – INVEMAR. Serie de Publicaciones especiales # 25. Santa Marta. 132 págs.

- Tripp-Valdez, A. 2005. Ecología trófica del dorado *Coryphaena hippurus* (Linnaeus, 1958) en dos áreas del Sur del Golfo de California. "Tesis de Maestría no publicada". Instituto Politécnico Nacional. La Paz, México. 138p.
- Trujillo, F., A. Gärtner, D. Caicedo y M. C. Diazgranados (Eds.). 2013. Diagnóstico del estado de conocimiento y conservación de los mamíferos acuáticos en Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Fundación Omacha, Conservación Internacional y WWF, Bogotá. 312p.
- Trujillo, F., D. Caicedo y M. C. Diazgranados (Eds.). 2014. Plan de acción nacional para la conservación de los mamíferos acuáticos de Colombia (PAN mamíferos Colombia). Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Fundación Omacha, Conservación Internacional y WWF Colombia. 54p.
- UICN – Unión Internacional para la Conservación de Especies. 2015. The IUCN Red List of Threatened Species Recuperado de: <http://www.iucnredlist.org>. Fecha de consulta 29 de octubre de 2015.
- Velásquez-Montoya, L. 2013. Modelación del transporte de sedimentos en el golfo de Urabá, Colombia. Trabajo de grado presentado para optar por el título de Magíster en ciencias de la Tierra. Universidad EAFIT.
- Vides, M. P. y P. C. Sierra-Correa. 2003. Atlas de paisajes costeros de Colombia. Instituto de Investigaciones Marinas y costeras-INVEMAR y Corporación Autónoma Regional y de Desarrollo Sostenible de San Andrés, Providencia y Santa Catalina-CORALINA. Santa Marta, Colombia: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR. 132p.
- Vivas-Aguas, L.J., K. Ibarra, J. Sánchez, M. Martínez, Y. Nieto, Y. Moreno, I. Cuadrado, P. Obando, O. Garcés-Ordoñez, D. Sánchez, M. Villarraga y O. Sierra. 2015. Diagnóstico y Evaluación de la Calidad de las aguas Marinas y Costeras del Caribe y Pacífico colombianos. Serie de publicaciones periódicas del Invemar No. 2015. Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia (REDCAM). Informe técnico 2014. Invemar, Santa Marta. 320 p.
- Weir, C. and S. Dolman. 2007. Comparative review of the regional marine mammal mitigation guidelines implemented during industrial seismic surveys, and guidance towards a worldwide standard. *Journal of International Wildlife Law and Policy*, 10: 1-27.
- Wust, G. 1963. On the stratification and the circulation in the cold water sphere of the Antillean-Caribbean basin. Deep Sea Research. vol. 10. 165-187 pp.

## Productos de los convenios de cooperación entre el INVEMAR y la ANH

	<p>INVEMAR-ANH, 2008. Especies, ensamblajes y paisajes de los bloques marinos sujetos a exploración de hidrocarburos. Convenio 008-2007. Informe técnico final, Santa Marta, 461p + Anexos.</p>
	<p>INVEMAR-ANH, 2010. Especies, ensamblajes y paisajes de los bloques marinos sujetos a exploración de hidrocarburos. Fase II; Identificación de áreas significativas para la biodiversidad y lineamientos de manejo. Convenio 008-2008. Informe técnico final, Santa Marta, 454 p.</p>
	<p>INVEMAR-ANH, 2010. Especies, ensamblajes y paisajes de los bloques marinos sujetos a exploración de hidrocarburos – Fase II; Herramientas WEB (Portal y Geoservicio). Convenio 008-2008. Informe Técnico Final, Santa Marta, 30p.</p>
	<p>INVEMAR-ANH, 2010. Especies, ensamblajes y paisajes de los bloques marinos sujetos a exploración de hidrocarburos – Fase II; Caracterización de la macrofauna y el plancton del Caribe Colombiano. Convenio 008-2008. Informe Técnico Final, Santa Marta, 30p.</p>
	<p>INVEMAR-ANH, 2010. Especies, ensamblajes y paisajes de los bloques marinos sujetos a exploración de hidrocarburos – Fase II; SIBM. Convenio 008-2008. Informe Técnico Final, Santa Marta, 22p.</p>
	<p>INVEMAR-ANH, 2010. Especies, ensamblajes y paisajes de los bloques marinos sujetos a exploración de hidrocarburos. Convenio 008-2009. Informe de actividades INVEMAR – ANH Fase III-Pacífico. Modelamiento ecológico y Herramientas WEB, Santa Marta, 35p.</p>

## Productos de los convenios de cooperación entre el INVEMAR y la ANH

	<p>INVEMAR-ANH, 2010. Especies, ensamblajes y paisajes de los bloques marinos sujetos a exploración de hidrocarburos. Convenio 008-2009. Informe de actividades INVEMAR – ANH Fase III-Pacífico. Caracterización de la megafauna y el plancton del pacífico colombiano, Santa Marta, 226 p</p>
	<p>INVEMAR-ANH, 2010. Especies, ensamblajes y paisajes de los bloques marinos sujetos a exploración de hidrocarburos. Convenio 008-2009. Informe de actividades INVEMAR – ANH Fase III-Pacífico. Componente SIBM, Santa Marta, 6 p.</p>
	<p>INVEMAR (eds.). 2010. Biodiversidad del margen continental del Caribe colombiano. Serie de Publicaciones Especiales, Invemar No. 20 p. 458</p>
	<p>INVEMAR-ANH. 2012. Área de Régimen Común Colombia-Jamaica; Un reino dos soberanos. Serie de Publicaciones Generales No. 54 Santa Marta, Colombia. 36p</p>
	<p>CORALINA E INVEMAR. 2010 Proyecto: implementación de acciones integradas de recuperación de poblaciones de caracol pala (<i>Strombus gigas</i>) en dos complejos arrecifales de la Reserva de Biosfera Seaflower" Convenio 001/2009.Informe final. 91 p.</p>
	<p>Rueda M., D. Marmol, E. Viloria, O. Doncel, F. Rico-Mejia, L. García y A. Girón. 2010. Identificación, ubicación y extensión de caladeros de pesca artesanal e industrial en el territorio marino-costero de Colombia. Informe Técnico Final. Convenio 023 2009. INVEMAR – Incoder, ANH. Santa Marta, 141 p.</p>

## Productos de los convenios de cooperación entre el INVEMAR y la ANH

<p>ATLAS DE LA PESCA MARINO-COSTERA DE COLOMBIA TOMO PACÍFICO</p>	<p>Invemar 2012. Atlas de la pesca marino-costera de Colombia: 2010 – 2011. Rueda, M., O. Doncel, E.A. Viloria, D. Mármol, C. García, A. Girón, L. García, F. Rico., A. Rodríguez, C. Borda, C. Barreto. (Eds). Tomo Pacífico. INVEMAR, ANH e Incoder. Serie de publicaciones del INVEMAR. Santa Marta. 96 p.</p>
<p>COLOMBIA 50% MAR ANH Línea base ambiental para el régimen común Jamaica - Colombia como aporte al aprovechamiento sostenible de los recursos marinos compartidos. Informe Técnico Final. Convenio 016 de 2010. Santa Marta. 774 p</p>	<p>INVEMAR-ANH, 2012. Línea base ambiental en el Área de Régimen Común Jamaica - Colombia como aporte al aprovechamiento sostenible de los recursos marinos compartidos. Informe Técnico Final. Convenio 016 de 2010. Santa Marta. 774 p</p>
<p>COLOMBIA 50% MAR ANH Estudio línea base ambiental y pesquera en la Reserva de Biosfera Seaflower (Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina) como aporte al conocimiento y aprovechamiento sostenible de los recursos para la región - Fase I. Informe técnico final. Convenio. 008-2011. Santa Marta. 141 p +anexos.</p>	<p>INVEMAR-ANH. 2012. Estudio línea base ambiental y pesquera en la Reserva de Biosfera Seaflower (Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina) como aporte al conocimiento y aprovechamiento sostenible de los recursos para la región - Fase I. Informe técnico final. Convenio. 008-2011. Santa Marta. 141 p +anexos.</p>
<p>COLOMBIA 50% MAR ANH Línea base biológica y física de los bloques TUM Offshore 6 y 7 sujetos a exploración de hidrocarburos. Informe técnico final, Convenio 261 de 2012. Santa Marta. 258 p.</p>	<p>INVEMAR-ANH. 2013. Línea base biológica y física de los bloques TUM Offshore 6 y 7 sujetos a exploración de hidrocarburos. Informe técnico final, Convenio 261 de 2012. Santa Marta. 258 p.</p>

## Productos de los convenios de cooperación entre el INVEMAR y la ANH

	<p>INVEMAR-ANH. 2013. Manual de métodos de ecosistemas marinos y costeros con miras a establecer impactos ambientales. Convenio. 262 de 2012. Santa Marta. 230 p.</p>
	<p>Garrido-Linares, M., D. Alonso- Carvajal, J.M. Gutiérrez-Salcedo, E. Montoya- Cadavid, A. Rodríguez, M. Bastidas, N. Rangel, A. Jiménez, <i>et al.</i>, 2014. Línea base ambiental preliminar del bloque de exploración de hidrocarburos Guajira offshore 3 en el Caribe colombiano. Informe técnico Final. Convenio 171 de 2013. INVEMAR- ANH, Santa Marta, 342. p. +adjuntos + anexos</p>
	<p>Garrido-Linares M., Alonso-Carvajal D., Rueda M., Ricaurte C., Polanco A., Cárdenas A., Cedeño C., Montoya E., Escarria E., Dorado F., Gutierrez J.M., Ayala K., Tavera L., Mutis M.A., Aguilar M.I., Vides-Casado M., Rodriguez O., Yepes-Narváez V., Pizarro J., Valencia F., Rodríguez-Jiménez A., Murcia M., Peña C., Bastidas-Villegas M., Giraldo, C. 2014. Informe técnico Final "Línea base ambiental preliminar de los bloques de exploración de hidrocarburos Caribe colombiano: Fase Col 4 y Col 5. Convenio 188 de 2014. INVEMAR- ANH, Santa Marta, 284 p. +anexos.</p>
	<p>INVEMAR. 2015. Caracterización de las comunidades coralinas del Parque Nacional Natural Corales de Profundidad en el Caribe Colombiano: una aproximación a la conservación de su biodiversidad. Informe técnico final. CONVENIO 291-14, Santa Marta. 128 p + anexos.</p>
	<p>Alonso, D., Vides, M., Cedeño, C., Marrugo, M., Henao, A., Sanchez, J.A., Dueñas, L., Andrade, J.C., Gonzalez, F. y M. Gomez. 2015. Parque Nacional Natural Corales de Profundidad: descripción de comunidades coralinas y fauna asociada. Serie de Publicaciones Generales del Invemar No. 88, Santa Marta. 20 p.</p>