

invemar

COLOMBIA
50% MAR



LÍNEA BASE BIOLÓGICA Y FÍSICA EN LOS BLOQUES TUM OFFSHORE 6 Y 7 SUJETOS A EXPLORACIÓN DE HIDROCARBUROS

PRY-BEM-010-12 – ITF



INFORME TÉCNICO FINAL

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras
José Benito Vives De Andrés

Vinculado al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

LÍNEA BASE BIOLÓGICA Y FÍSICA EN LOS BLOQUES TUM OFFSHORE 6 Y 7 SUJETOS A EXPLORACIÓN DE HIDROCARBUROS

PRY-BEM-010-12 – ITF

Directivos INVEMAR

Director General
Francisco Armando Arias Isaza

Subdirector
Coordinación de Investigaciones
Jesús Antonio Garay Tinoco

Subdirectora
Recursos y Apoyo a la Investigación
Sandra Rincón Cabal

Coordinador Programa
Biodiversidad y Ecosistemas Marinos
David A. Alonso Carvajal

Coordinadora Programa
Investigación para la Gestión Marina y Costera
Paula Cristina Sierra Correa

Coordinadora Programa
Geociencias Marinas
Constanza Ricaurte

Coordinadora Programa
Calidad Ambiental Marina
Luisa Fernanda Espinosa

Coordinador Programa
Valoración y Aprovechamiento de Recursos Marinos
Mario Rueda Hernández

Coordinador Oficina Coordinación
de Servicios Científicos
Carlos Pinilla

Cítese como: INVEMAR-ANH, 2013. Línea base biológica y física de los bloques TUM Offshore 6 y 7 sujetos a exploración de hidrocarburos. Informe técnico final, Santa Marta. 258 p.

COORDINACIÓN INVEMAR

David Alonso Carvajal
Erika Montoya-Cadavid

COORDINACIÓN ANH

Ana Cristina Sánchez
Emilio Rodríguez

EQUIPO DE INVESTIGADORES

Componente biológico

Adriana Gracia, M. Sc. Biología Marina
Andrea Polanco, Cand. Ph.D. Ciencias Marinas
Andrés Merchán, M. Sc. Biología Marina
Christian Díaz, B. Sc. Biología Marina
Diego G. Ramírez, M. Sc. Biología
Erika Montoya-Cadavid, B. Sc. Biología Marina
Giomar Borrero-Pérez, Ph.D. Biología
José M. Gutiérrez-Salcedo, M. Sc. Biología Marina
Milena Benavides, M. Sc. Biología Marina
Nancy Suárez Mozo, B. Sc. Biología
Paola Flórez, B. Sc. Biología Marina

Componente físico

Javier Idárraga-García, M. Sc. Ciencias de la Tierra
Dalmiro Gámez-Ramírez, B. Sc. Geología
Carlos Peña, M. Sc. Oceanografía costera
Martha Bastidas, M. Sc. Oceanografía costera

Cartografía y Geoservicios

Mauricio Bejarano, B. Sc., Esp. Geógrafo
José Fuentes, M. Sc. Geógrafo
Julian Pizarro, Esp. Desarrollo de software
Julio Bohórquez, Administrador bases de datos

Asistencia técnica laboratorios

Carlos Henry, Coordinador Labima
Geovanny Marmolejo, Asistente técnico Labima
Jully Ruíz, Asistente técnico LabCAM

Asistencia en campo

Luz Marina Mejía, M. Sc. Biología Marina
Jorge Viaña Tous, Ingeniero Pesquero
Manuel Garrido-Linares, B. Sc. Biología

Soporte MHNMC

Giomar Borrero-Pérez, Curador General
Miguel Martelo López, Técnico

TRIPULACIÓN M/N PERLA VERDE

Henry L. Banguera, Capitán
José Santos
William Olaya
Rubén D. Marsiglia
Segundo J. Cuabu
Cristhian D. Jaramillo
Luis España

APOYO LOGÍSTICO

Farid Rico, Investigador Invemar
Hernando Hurtado, Coord. Sede Pacífico
Javier Castro, AYC Invemar
Javier Sánchez, Logística Invemar
José Dorian Gómez, Compras Invemar
Liliana Montaña, Invemar Sede B/tura.
Manuel Garrido-Linares, B. Sc. Biología
Roberto Ramírez, AYC Invemar
Susana Rojas, Maquilas del Pacífico S.A.

SOPORTE ADMINISTRATIVO

Oswaldo Zuñiga, Coordinador GFI
Mabellinis Osorio, Jefe Presupuesto
Marina Ahumada, Jefe Contabilidad
Bianra Durán, Auxiliar Programa BEM

SOPORTE CONTRATOS

Orieta Gómez, Jefe GCO
Jose Alejandro Rodriguez, Auxiliar GCO

15 de mayo de 2013, Santa Marta - Colombia

*Imagen portada: Mosaico de actividades en campo y área de estudio- Archivo BEM.
Compilación y edición de textos Erika Montoya-Cadavid*

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	15
INTRODUCCIÓN	19
REFERENCIAS	23
CARACTERIZACIÓN FÍSICA.....	24
1. GEOMORFOLOGÍA Y SEDIMENTOLOGÍA	24
1.1 MÉTODOS.....	24
1.2 RESULTADOS GEOMORFOLOGÍA.....	26
1.2.1 Contexto geológico regional del Pacífico.....	26
1.2.2 Geomorfología submarina regional del Pacífico Colombiano	29
1.2.3 Geomorfología submarina local de los bloques de exploración TUM OFF 6 Y 7	32
1.2.4 Descripción de los perfiles sísmicos asociados a las estaciones de muestreo biológico	36
1.3 RESULTADOS SEDIMENTOLOGÍA	44
2. OCEANOGRAFÍA	49
2.1 MÉTODOS.....	49
2.2 RESULTADOS	50
2.2.1 Contexto climático del Pacífico Sur colombiano	50
2.2.2 Contexto oceanográfico del Pacífico Sur colombiano.....	53
2.2.3 Caracterización fisicoquímica.....	56
2.2.4 Circulación.....	61
REFERENCIAS	63
CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA.....	66
1. PLANCTON	66
1.1 MÉTODOS.....	66
1.2 RESULTADOS	72
1.2.1 Fitoplancton.....	72
1.2.2 Zooplancton	86
2. MACRO Y MEGAFAUNA EPIBENTÓNICA	116

2.1 MÉTODOS.....	116
2.2 RESULTADOS	119
2.2.1 Cnidarios.....	123
2.2.2 Moluscos.....	131
2.2.3 Artrópodos marinos – Crustáceos y Chelicerata	142
2.2.4 Equinodermos	153
2.2.5 Anélidos - Poliquetos.....	164
2.2.6 Peces.....	174
REFERENCIAS	185
CARTOGRAFÍA Y GEOSERVICIOS.....	206
1. CARTOGRAFÍA	206
1.1 MÉTODOS.....	206
1.2 RESULTADOS	206
2. SIBM	210
2.1 MÉTODOS.....	210
2.2 RESULTADOS	210
3. GEOVISOR.....	211
3.1 MÉTODOS.....	211
3.2 RESULTADOS	212
4. PORTAL	216
4.1 MÉTODOS.....	216
4.2 RESULTADOS	217
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	219
AGRADECIMIENTOS	222
ANEXOS.....	223

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización de los bloques de exploración TUM OFF 6 Y TUM OFF 7.....	22
Figura 2. Transductor de 38 kHz empleado para el reconocimiento de los fondos submarinos de la zona de estudio (izquierda). Visualización de los perfiles batimétricos en los computadores de la ecosonda ubicados en el puente de la embarcación (derecha).	25
Figura 3. Preparación para el lance del box corer (izquierda). Muestra de sedimentos obtenidos con el box corer (derecha).	25
Figura 4. Configuración geotectónica de la esquina noroccidental de Suramérica. Se resalta en negro el Bloque Norandino (BNA) donde se localiza el Pacífico Colombiano. Nzc: placa Nazca; Coc: placa Cocos; Car: placa Caribe; NA: placa Norteamericana; Afr: placa Africana; Ec: Ecuador; Col: Colombia; Ve: Venezuela. Modificado de Cediel <i>et al.</i> (2003).....	27
Figura 5. Segmentación de la fosa de Colombia y principales rasgos geomorfológicos asociados a ella. Se incluye la localización de los sismos más importantes entre 1965 y 2005. Modificado de INGEOMINAS (2004).....	29
Figura 6. Geomorfología submarina del Pacífico colombiano. Adicionalmente se muestran en línea negra gruesa los bloques objeto de estudio. Modificado de IDEAM <i>et al.</i> (2007).....	32
Figura 7. Batimetría de los bloques TUM OFF 6 y 7. Se muestran 3 perfiles batimétricos representativos. Modelo digital de profundidad tomado de GEBCO (<i>General Bathymetric Chart of the Oceans</i>).	34
Figura 8. Geomorfología submarina de los bloques TUM OFF 6 y TUM OFF 7 en el Pacífico colombiano. Modificada de IDEAM <i>et al.</i> (2007).....	35
Figura 9. Perfil sísmico correspondiente a la estación EA 331 que muestra el aspecto del fondo registrado con el cristal de 38 kHz. Se observa un fondo plano con suaves ondulaciones, de baja pendiente. .	36
Figura 10. Perfil sísmico correspondiente a la estación EA 332 que muestra el aspecto del fondo registrado con el cristal de 120 kHz. El sustrato es subhorizontal y plano con una dureza intermedia.	37
Figura 11. Perfil sísmico correspondiente a la estación EA 334 que muestra el aspecto del fondo registrado con el cristal de 38 kHz. El sustrato es de apariencia monótona, horizontal y plano.....	37
Figura 12. Perfil sísmico correspondiente a la estación EA 335 que muestra el aspecto del fondo registrado con el cristal de 38 kHz. El fondo marino es plano y horizontal. Las irregularidades (picos batimétricos) que se observan en el perfil son errores de adquisición.....	38
Figura 13. Perfil sísmico correspondiente a la estación EA 336 que muestra el aspecto del fondo registrado con el cristal de 38 kHz. El fondo marino es plano y horizontal con algunos picos batimétricos que corresponden a errores de adquisición.....	38

Figura 14. Perfil sísmico correspondiente a la estación EA 337 que muestra el aspecto del fondo registrado con el cristal de 38 kHz. El fondo marino es muy regular y suavemente inclinado.	39
Figura 15. Perfil sísmico correspondiente a la estación EA 338 que muestra el aspecto del fondo registrado con el cristal de 38 kHz. El fondo marino es muy regular y suavemente inclinado.	39
Figura 16. Perfil sísmico correspondiente a la estación EA 339 que muestra el aspecto del fondo registrado con el cristal de 38 kHz. El fondo marino es regular y suavemente inclinado con una pendiente que varía entre 3,9° y 2,3°. Las irregularidades batimétricas en el fondo son errores en la adquisición.....	40
Figura 17. Perfil sísmico correspondiente a la estación EA 341 que muestra el aspecto del fondo registrado con el cristal de 38 kHz. El fondo marino presenta un cambio notorio de pendiente desde horizontal hasta 1,6°. Las irregularidades batimétricas en el fondo son errores en la adquisición....	40
Figura 18. Perfil sísmico correspondiente a la estación EA 342 que muestra el aspecto del fondo registrado con el cristal de 120 kHz. El fondo marino presenta una pendiente muy regular de 0,8°. Los picos batimétricos en el fondo son errores en la adquisición.....	41
Figura 19. Perfil sísmico correspondiente a la estación EA 343 que muestra el aspecto del fondo registrado con el cristal de 120 kHz. El fondo marino es irregular y ondulado con una pendiente promedio de 4,1°.	42
Figura 20. Perfil sísmico correspondiente a la estación EA 344 que muestra el aspecto del fondo registrado con el cristal de 38 kHz. El fondo marino es muy regular y plano con una pendiente de 1,9°.	42
Figura 21. Perfil sísmico correspondiente a la estación EA 345 que muestra el aspecto del fondo registrado con el cristal de 38 kHz. El fondo marino es plano con ondulaciones suaves. La pendiente promedio es de 1,6°.	43
Figura 22. Distribución de tamaños de sedimentos en las muestras analizadas para las estaciones de los bloques TUM OFF 6 y 7.....	45
Figura 23. Tamaño de grano promedio de las las estaciones de los bloques TUM OFF 6 y 7.....	46
Figura 24. Clasificación del sedimento por tamaño de grano para las estaciones de TUM OFF 6 y 7.	47
Figura 25. Selección del sedimento de las muestras analizadas para los bloques TUM OFF 6 y 7.....	48
Figura 26. Estaciones oceanográficas evaluadas durante la campaña Tumaco Offshore 2012 y estaciones tomadas de la climatología WOA09.	50
Figura 27. Delimitación de zonas climáticas en el Pacífico colombiano. Fuente: CCCP, 2002.	52
Figura 28. a. Climatología de precipitación. b. Rosa de vientos anual en el Aeropuerto La Florida de Tumaco. Fuente: IDEAM.	53
Figura 29. Corrientes geostróficas: JFM (Enero, febrero, marzo); JAS (Julio, agosto, septiembre). Tomado de Rodríguez <i>et al.</i> (2003).....	55

Figura 30. Distribución vertical de la temperatura en el transecto delimitado por las tres estaciones realizadas en diciembre de 2012. Las líneas verticales negras indican las estaciones: derecha EC 332, centro EC 333 izquierda EC 334.....	56
Figura 31. Distribución vertical de la salinidad en el transecto delimitado por las tres estaciones realizadas en diciembre de 2012. Las líneas verticales negras indican las estaciones: derecha EC 332, centro EC 333 izquierda EC 334.	57
Figura 32. Distribución vertical del oxígeno en el transecto delimitado por las estaciones evaluadas en diciembre de 2012. Las líneas verticales negras indican las estaciones: derecha EC 332, centro EC 333 izquierda EC 334.	58
Figura 33. Perfil de temperatura (a), salinidad (b) y oxígeno (c) en las estaciones medidas.	59
Figura 34. Masas de agua en la zona de estudio: a. Identificadas en la zona TUM OFF durante la campaña en diciembre de 2012; b. Identificadas a partir de la climatología WOA09 del mes de diciembre. AST (Agua Superficial Tropical), ASE (Agua Superficial Ecuatorial), ASsSt (Agua Subsuperficial Subtropical) y AIP (Agua Intermedia del Pacífico).	60
Figura 35. Corrientes geostróficas registradas: a. 10/12/2012; b. 18/12/2012; c. 20/12/2012. Fuente: http://www.aoml.noaa.gov/phod/dataphod/work/trinanes/INTERFACE/index.html	62
Figura 36. Muestreo plancton: a. Muestreador de aguas tipo Roseta con seis botellas; b. Adaptación para colecta manual de aguas con botella Niskin (izquierda), extracción de muestra (derecha); c. Proceso de filtrado (izquierda), lance de red para arrastre de fitoplancton (derecha).....	71
Figura 37. Representatividad de los grandes grupos del fitoplancton con respecto al número de especies identificadas en las muestras colectadas durante diciembre de 2012 para el proyecto Tumaco Offshore.....	73
Figura 38. Abundancias del fitoplancton colectado en las estaciones del bloque TUM OFF 6 durante diciembre de 2012 para el proyecto Tumaco Offshore.	74
Figura 39. Abundancias del fitoplancton por estación colectadas durante diciembre de 2012 para el proyecto Tumaco Offshore.	75
Figura 40. Números de especies por estación colectadas en el bloque TUM OFF 6 durante diciembre de 2012 para el proyecto Tumaco Offshore.....	76
Figura 41. Especies fitoplanctónicas más representativas obtenidas durante el proyecto Tumaco Offshore en los bloques TUM OFF 6 y 7. <i>Planktoniella sol</i> (sup. izquierda), <i>Chaetoceros didymus</i> (sup. derecha), <i>Rhizosolenia hebetata</i> (inf. izquierda) y <i>Proboscia alata</i> (inf. derecha).	78
Figura 42. Concentraciones de clorofila-a por estación registradas durante diciembre de 2012 para el proyecto Tumaco Offshore.	80
Figura 43. Abundancias del fitoplancton encontradas en el bloque TUM OFF 7 durante diciembre de 2012 para el proyecto Tumaco Offshore.	81

Figura 44. Números de especies por estación colectadas en el bloque TUM OFF 7 durante diciembre de 2012 para el proyecto Tumaco Offshore.....	82
Figura 45. Otras especies observadas en el bloque TUM OFF 7: <i>Skeletonema costatum</i> (izquierda) y <i>Dinophysis caudatata</i> (derecha).	83
Figura 46. Jerarquización de similitud (dendrograma) de los ensamblajes del fitoplancton colectados durante diciembre de 2012 para el proyecto Tumaco Offshore ANH – INVEMAR. B6: bloque TUM OFF 6; B7: bloque TUM OFF 7; O: estación oceánica; C: estación costera.	85
Figura 47. Ejemplares que hacen parte del holoplancton colectado durante diciembre de 2012 en la campaña Tumaco Offshore. a. copépodo del orden Calanoida; b. gusano saeta de la familia Sagitiidae; c. medusa del phylum Cnidaria; d. protista del phylum Foraminifera.	86
Figura 48. Ejemplares que hacen parte del meroplancton colectado durante diciembre de 2012 durante la campaña Tumaco Offshore. a. larva del subphylum Crustacea; b. larva del phylum Chordata; c. larva del subphylum Cephalochordata; d. larva del phylum Echinodermata.	87
Figura 49. Representatividad porcentual de la abundancia de los diferentes phyla en el zooplancton colectado durante diciembre de 2012 durante la campaña Tumaco Offshore.....	87
Figura 50. Zooplancton colectado en la campaña Tumaco Offshore 2012. a. Representatividad porcentual de la biomasa. b. Representatividad porcentual de la abundancia por clases de tamaños corporales. MiZooP: microzooplancton; MeZooP: mesozooplancton; MaZooP: macrozooplancton.....	88
Figura 51. Abundancia por estación del zooplancton (ind/m ³) colectado en el bloque TUM OFF 6 durante diciembre de 2012 para el proyecto Tumaco Offshore ANH – INVEMAR.....	89
Figura 52. Distribución geográfica de la abundancia por estación del zooplancton colectado en el bloque TUM OFF 6 durante la campaña Tumaco Offshore 2012.	90
Figura 53. Número de grupos taxonómicos por estación del zooplancton colectado en el bloque TUM OFF 6 durante la campaña Tumaco Offshore 2012.	91
Figura 54. Distribución geográfica del número de grupos taxonómicos por estación del zooplancton colectado en el bloque TUM OFF 6.	92
Figura 55. Representatividad porcentual de la abundancia de los diferentes phyla en el mesozooplancton colectado en el bloque TUM OFF 6 durante diciembre de 2012 para el proyecto Tumaco Offshore ANH – INVEMAR.	93
Figura 56. Representatividad porcentual de la abundancia de los diferentes grupos taxonómicos por estación en el mesozooplancton colectado en el bloque TUM OFF 6 durante diciembre de 2012 para el proyecto Tumaco Offshore ANH – INVEMAR.....	94
Figura 57. Descriptores ecológicos univariados por estación para el mesozooplancton colectado en el bloque TUM OFF 6. Eje derecho: Uniformidad de Pielou y Dominancia de Simpson; eje izquierdo: diversidad de Shannon.	97

Figura 58. Biomasa en peso húmedo (g/m^3) por estación del zooplancton colectado en el bloque TUM OFF 6 durante la campaña Tumaco Offshore 2012.	98
Figura 59. Distribución geográfica por estación de la biomasa del zooplancton colectado en el bloque TUM OFF 6 durante la campaña Tumaco Offshore 2012.	99
Figura 60. Representatividad porcentual de la abundancia del zooplancton por clases de tamaños corporales colectado en el bloque TUM OFF 6 durante la campaña Tumaco Offshore 2012. MiZooP: microzooplancton; MeZooP: mesozooplancton; MaZooP: macrozooplancton.	100
Figura 61. Abundancia por estación del zooplancton (ind/m^3) colectado en el bloque TUM OFF 7 durante diciembre de 2012 para el proyecto Tumaco Offshore ANH – INVEMAR.	104
Figura 62. Distribución geográfica por estación de la abundancia del zooplancton colectado en el bloque TUM OFF 7 durante la campaña Tumaco Offshore 2012.	105
Figura 63. Número de grupos taxonómicos por estación del zooplancton colectado en el bloque TUM OFF 7 durante diciembre de 2012 para el proyecto Tumaco Offshore ANH – INVEMAR.	106
Figura 64. Distribución geográfica por estación del número de familias del zooplancton colectado en el bloque TUM OFF 7 durante la campaña Tumaco Offshore 2012.	107
Figura 65. Representatividad porcentual de la abundancia de los diferentes phyla en el mesozooplancton colectado en el Bloque TUM OFF 7 durante diciembre de 2012 para el proyecto Tumaco Offshore ANH – INVEMAR.	107
Figura 66. Representatividad porcentual de la abundancia de los diferentes grupos taxonómicos por estación en el mesozooplancton colectado en el bloque TUM OFF 7 durante diciembre de 2012 para el proyecto Tumaco Offshore ANH – INVEMAR.	109
Figura 67. Descriptores univariados ecológicos por estación del mesozooplancton colectado en el bloque TUM OFF 7 durante la campaña Tumaco Offshore 2012. Eje derecho: Uniformidad de Pielou y Dominancia de Simpson; eje izquierdo: diversidad de Shannon.	110
Figura 68. Biomasa en peso húmedo (g/m^3) por estación del zooplancton colectado en el bloque TUM OFF 7 durante diciembre de 2012 para el proyecto Tumaco Offshore ANH – INVEMAR.	111
Figura 69. Distribución geográfica por estación de la biomasa del zooplancton colectado en el bloque TUM OFF 7 durante la campaña Tumaco Offshore 2012.	111
Figura 70. Representatividad porcentual de la abundancia del zooplancton por clases de tamaños corporales colectado en el Bloque TUM OFF 7 durante la campaña Tumaco offshore 2012. MiZooP: microzooplancton; MeZooP: mesozooplancton; MaZooP: macrozooplancton.	112
Figura 71. Jerarquización de similitud (dendrograma) de los ensamblajes del zooplancton colectados durante la campaña Tumaco Offshore 2012. a. Según abundancias de los grupos taxonómicos; b. Según abundancias de las clases de tamaños de los organismos. B6: bloque TUM OFF 6; B7: bloque TUM OFF 7; O: estación oceánica; C: estación costera.	115

Figura 72. a. Motonave Perla verde; b. Tripulación abordo durante la campaña <i>Tumaco Offshore 2012</i> . De izquierda a derecha: Manuel Garrido, Nancy Suárez, Jorge Viaña, Luis España, Erika Montoya, Segundo Cuabu, Wilian Olaya, José Santos, Cristian Jaramillo, Rubén Marsiglia, Capitán Henry Banguera, Luz Marina Mejía y Christian Díaz.	117
Figura 73. Trabajo en cubierta durante el muestreo de macrofauna. Arriba: obtención de las muestra (Izquierda) y separación de los morfotipos (derecha). Abajo: registro fotográfico en fresco de organismos (izquierda) y proceso de empaclado y rotulado del material (derecha).....	118
Figura 74. Representación porcentual general de los grupos biológicos epibentónicos encontrados durante la campaña Tumaco Offshore 2012.	120
Figura 75. Representación porcentual por estaciones de los grupos biológicos epibentónicos encontrados durante la campaña Tumaco Offshore 2012.	122
Figura 76. Algunos cnidaria encontrados en los bloques TUM OFF 6 y 7. Penatulacea (Izq. Superior); Alcyonacea (<i>Primnoidae</i> sp.) (Izq. Infer.); Coralimopharia (<i>Coralimorpharia</i> sp.) (Der. Superior); Actinaria (<i>Actinaria</i> sp. 10) (Der. Centro) y Scleractinia (<i>Caryophyllia</i> sp.) (Der. Infer.).....	125
Figura 77. Proporción de las morfoespecies halladas para cada orden de cnidarios en los bloques TUM OFF 6 y 7.	126
Figura 78. Relación de las morfoespecies de cnidarios y el número de individuos encontrados en los bloques TUM OFF 6 y 7. El <i>Corallimorpharia</i> sp. (morfoespecie 20), fue excluido para no subdimensionar las abundancias de los otras morfoespecies.	127
Figura 79. Distribución de cnidarios por estación en los bloques Tumaco offshore: número de individuos (superior) y número de morfotipos (inferior).	128
Figura 80. Asociaciones encontradas entre cnidarios y otros organismos recolectados en la campaña Tumaco offshore 2012. Gorgonáceo <i>Primnoidea</i> sp. con ophiuros <i>Asteronix</i> cf. <i>Loveny</i> (izquierda); Actiniaria sp.10 sobre el gasterópodo <i>Nassarius</i> sp. (derecha superior) y Actinaria sp.9 sujeta al Alcyonacea sp.1 (derecha inferior).	130
Figura 81. Representantes de las cinco clases de moluscos recolectados en la expedición Tumaco offshore. Cephalopoda: <i>Octopus</i> sp. L=11 cm, EA337 530 m (A), Scaphopoda: Dentaliidae L= 4 cm, EA344 656 m (B), Bivalvia: <i>Delectopecten</i> sp. L=2,2 cm, EA 345 668 m (C), Polyplacophora: <i>Leptochiton</i> sp. L=1,3 cm, EA341 934 m (D), Clase Gastropoda: Opisthobranchia L=1,5 cm, EA 331 350 m (E), <i>Oocorys</i> sp. L=7 cm, EA338 941 m (F).	133
Figura 82. Molusca recolectados en en Pacífico sur colombiano para cada una de las clases: a. Número de individuos; b. número de morfoespecies.....	134
Figura 83. Proporción acumulada del número de individuos por estación en los bloques TUM OFF 6 y 7 para las cinco clases de Moluscos.....	135

Figura 84. Distribución del número de individuos (superior) y número de morfoespecies (inferior) del phylum Mollusca que fueron recolectadas en cada una de las estaciones de la campaña Tumaco Offshore.....	136
Figura 85. Ejemplares de Moluscos asociados a sustratos recolectados en el proyecto Tumaco offshore. <i>Leptochiton</i> sp. L= 1,3 cm, EA341 934 m (A). Turridae L=3,7 cm, EA333 836 m (B). <i>Nassarius</i> L=1,4 cm (C) y L=1,5 cm (D) EA331 350 m, <i>Bathypelta</i> L= 3 mm, EA344 656 m (E), <i>Cocculina</i> L=6 mm, EA342 775 m (F).....	140
Figura 86. Proporción del número de individuos de los artrópodos marinos recolectados durante la campaña en los bloques TUM OFF 6 y 7.....	145
Figura 87. Porcentaje de abundancia acumulada de los artrópodos marinos recolectados en las estaciones de muestreo durante la campaña en los bloques TUM OFF 6 y 7.....	146
Figura 88. Número de individuos (A) y de morfoespecies (B) de los artrópodos marinos recolectados por estación en los bloques TUM OFF 6 y 7.	147
Figura 89. Distribución del número de individuos (a) y de morfoespecies (b) para los artrópodos marinos recolectados por estación en los bloques TUM OFF 6 y 7.....	148
Figura 90. Número de individuos (a) y de morfoespecies (b) de los artrópodos marinos recolectados por profundidad en los bloques TUM OFF 6 y 7.	151
Figura 91. Ejemplares de las morfoespecies recolectadas en los bloques TUM offshore 6 y 7. Infraorden Anomura: Lithodidae (EA344-656 m) (A), infraorden Brachyura: <i>Cancer porteri</i> (EA337-500 m) (B), infraorden Brachyura: <i>Ethusa lata</i> (EA337-530 m) (C), infraorden Caridea: <i>Glyphocrangon</i> sp. (EA342-700 m) (D) e infraorden Brachyura: <i>Acanthocarpus delsolari</i> (EA331-350 m) (E).....	152
Figura 92. Porcentajes de identificación de equinodermos: Crinoidea (Plumas y Lirios de mar), Asteroidea (estrellas), Ophiuroidea (estrellas quebradizas, ofiuros), Echinoidea (erizos o equinoideos) y Holothuroidea (pepinos). Identificados en los bloques Tumaco offshore 6 y 7, Pacífico colombiano. N total 37 morfoespecies.	156
Figura 93. Porcentaje de morfoespecies para cada clase de equinodermos identificados en los bloques TUM OFF 6 y 7. N total 37 especies.....	156
Figura 94. Porcentajes de abundancia para las cinco clases de equinodermos identificadas en cada estación, respecto a los bloques TUM OFF. N total 39.095 individuos.	157
Figura 95. Representantes de las cinco clases de equinodermos recolectados en los bloques TUM OFF 6 y 7. A. <i>Asteronyx</i> cf. <i>lovenyi</i> aferrado a una rama de octocoral B. <i>Brissopsis</i> cf. <i>pacifica</i> en diferentes vistas y coloraciones C. <i>Myxoderma sacculatum</i> adulto y juvenil D. Molpadiidae sp1 E. Antedonidae sp1.	159
Figura 96. Abundancia (número de individuos) de equinodermos por estación en los bloques TUM OFF 6 y 7.....	162

Figura 97. Numero de morfoespecies de equinodermos por estación en los bloques TUM OFF 6 y 7.	163
Figura 98. Proporción de organismos encontrados para las subclases de poliquetos en los bloques TUM OFF 6 y 7.....	166
Figura 99. Número de especies por familias de anélidos encontradas en los bloques TUM OFF 6 y 7....	166
Figura 100. Número de individuos por cada familia de anélidos encontrada en los bloques TUM OFF 6 y 7.	167
Figura 101. Representantes de algunas de las familias de poliquetos recolectadas en los bloques TUM OFF 6 y 7. Aphroditidae (superior izq.); Polynoidea (centro izq.); Sternaspidae (superior der.) y Terebellidae (inferior der.).	168
Figura 102. Representatividad porcentual de la abundancia de los diferentes grupos taxonómicos por estación en el mesozooplancton colectado en el bloque TUM OFF 6 durante diciembre de 2012 para el proyecto Tumaco Offshore ANH – INVEMAR.....	169
Figura 103. Distribución del número de individuos de anélidos para los poliquetos recolectados en las estaciones de los bloques TUM OFF 6 y 7.....	171
Figura 104. Distribución del número de morfoespecies para los poliquetos recolectados en las estaciones de los bloques TUM OFF 6 y 7.....	172
Figura 105. Número de familias (barra oscura) y morfoespecies (barra clara) por cada orden encontrado durante las recolectas del proyecto Tumaco Offshore.....	175
Figura 106. Porcentaje de individuos presentes por cada orden encontrado durante las recolectas del proyecto Tumaco Offshore. El ítem otros incluye todos los órdenes que presentaron 5 o menos individuos.	176
Figura 107. Porcentaje de morfoespecies presentes por cada orden encontrado durante las recolectas del proyecto Tumaco Offshore. El ítem otros incluye todos los órdenes que presentaron una sola morfoespecie.	176
Figura 108. Porcentaje de individuos presentes en cada estación durante las recolectas del proyecto Tumaco Offshore.	177
Figura 109. Ejemplares de las morfoespecies recolectadas durante la campaña en los bloques TUM offshore 6 y 7. Gadiformes: familia Moridae: <i>Physiculus cf. rastrelliger</i> (EA366-612 m); familia Macrouridae: <i>Nezumia cf. orbitalis</i> , (EA366-612 m); Scorpaeniformes, familia Scorpaenidae <i>Pontinus</i> sp., (EA331-350 m); Lophiiformes, familia Ogcocephalidae <i>Dibranchus</i> sp. 2, EA337, 530 m.	178
Figura 110. Porcentaje de morfoespecies presentes por cada orden encontrado en el bloque TUM OFF 6. El ítem otros incluye todos los órdenes que presentaron una sola morfoespecie.....	179
Figura 111. Porcentaje de individuos presentes por cada orden encontrado en el bloque TUM OFF 6. El ítem otros incluye todos los órdenes que presentaron menos de 3 individuos.....	180

Figura 112. Distribución del número de morfoespecies para los peces marinos recolectados por estación en los bloques TUM OFF 6 y 7.	181
Figura 113. Distribución del número de individuos para los peces marinos recolectados por estación en los bloques TUM OFF 6 y 7.....	182
Figura 114. Porcentajes presentes por cada orden encontrado en el bloque TUM OFF 6: a. morfoespecies; b. individuos. El ítem otros incluye todos los órdenes que presentaron menos de 3 individuos.....	183
Figura 115. Proceso metodológico de la cartografía temática acorde a los lineamientos internos de gestión de información del Invemar.	207
Figura 116. Estructura de la geodatabase de ArcGIS.....	208
Figura 117. Visualización del componente batimétrico. Modelo DEM (arriba); Descripción de la información asociada mediante la herramienta Identificar (abajo).	213
Figura 118. Visualización del componente geosférico. Geomorfología (arriba), Información asociada de los sedimentos en el área (abajo).....	214
Figura 119. Visualización muestreos biológicos. Consulta para distribución de cnidarios (arriba). Consulta para distribución del fitoplancton (abajo).	215
Figura 120. Visor para las estaciones de CTDO evaluadas y WAO 09 usadas como información complementaria.	216
Figura 121. Distribución de contenidos en las pestañas del portal "Biodiversidad marina en los bloques de exploración de hidrocarburos".	217
Figura 122. Visualización de las secciones actualizadas del Portal en cuanto a: Metodología para información del pacífico (arriba) y Logros (abajo).....	218

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de tamaños en las muestras analizadas para las estaciones de los bloques TUM OFF 6 y 7.....	44
Tabla 2. Tamaño promedio del grano encontrado en las muestrs de las estaciones de los bloques TUM OFF 6 y 7.....	46
Tabla 3. Clasificación del sedimento por tamaño de grano de las muestras analizadas.	47
Tabla 4. Selección del sedimento de las estaciones de los bloques TUM OFF 6 y 7.....	48
Tabla 5. Número de géneros, especies e individuos sin identificar en cada uno de los grandes grupos fitoplanctónicos colectados en el bloque TUM OFF 6 durante diciembre de 2012 para el proyecto Tumaco Offshore.	77
Tabla 6. Número de géneros, especies e individuos sin identificar en cada uno de los grupos fitoplanctónicos colectados en el bloque TUM OFF 7 durante la campaña Tumaco Offshore 2012...83	
Tabla 7. Valores de los parámetros obtenidos de las regresiones lineales obtenidas a partir de los espectros de biovolumen (Abundancia vs. biovolumen) y el nivel trófico por estación del zooplancton colectado en el bloque TUM OFF 6 durante diciembre de 2012 para el proyecto Tumaco Offshore ANH – INVEMAR.	102
Tabla 8. Valores de los parámetros obtenidos de las regresiones lineales obtenidas a partir de los espectros de biovolumen (Abundancia vs. biovolumen) y el nivel trófico por estación del zooplancton colectado en el bloque TUM OFF 7 durante la campaña Tumaco Offshore 2012.	113
Tabla 9. Descripción del número del material biológico ingresado al Museo de Historia Natural Marina de Colombia (MHNMC), obtenido durante la campaña científica Tumaco Offshore 2012.	121
Tabla 10. Número de morfoespecies e individuos de cada una de las clases de moluscos por familia en los bloques de estudio.....	137
Tabla 11. Número de individuos de los grupos de artrópodos marinos recolectados en los bloques TUM OFF 6 y 7 (O: orden, SO: suborden, IO: infraorden, SF: superfamilia).....	143
Tabla 12. Ordenes, familias y especies exclusivas (negrilla) para cada bloque muestreado.....	184
Tabla 13. Descripción de los productos cartográficos tamaño carta.....	206
Tabla 14. Descripción de los productos cartográficos tamaño media carta.....	208
Tabla 15. Información base almacenada en la geodatabase TUMACO_OFFSHORE_B6-7.gdb.....	209
Tabla 16. Información temática almacenada en la geodatabase TUMACO_OFFSHORE_B6-7.gdb.....	209
Tabla 17. Información temática almacenada en la geodatabase TUMACO_OFFSHORE_B6-7.gdb.....	211

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Listado de las especies y morfoespecies de fitoplancton y zooplancton encontradas en los bloques TUM OFF 6 y 7 durante diciembre de 2012.....	224
Anexo 2. Listado taxonómico de las especies y morfoespecies de macro y megafauna encontradas en los bloques TUM OFF 6 y 7.....	230
Anexo 3. Listado de las estaciones muestreadas durante la campaña Tumaco Offshore 2012 en los bloques TUM OFF 6 y 7.....	239
Anexo 4. Constancias de depósito del Museo de Historia Natural Marina de Colombia, correspondientes al ingreso de material biológico procesado del proyecto Tumaco Offshore, para los grupos de cnidarios (CD 2913), moluscos (CD 3013), crustáceos (CD 3113), equinodermos (CD 3213), anélidos (CD 3313), peces (CD 3413), organismos sin identificar (CD 3513), fitoplancton (CD 3613) y zooplancton (CD 3713).....	241
Anexo 5. Resumen del proyecto Tumaco Offshore, sometido para presentación oral en el SENALMAR 2013.....	250
Anexo 6. Plan de acción del Proyecto Tumaco Offshore ejecutado entre el 01 de octubre de 2012 y el 30 de abril de 2013.....	252
Anexo 7. Certificado de aportes parasfiscales e Informe financiero final para el proyecto Tumaco Offshore.....	255
Anexo 8. Áreas de mayor interés para futuros estudios de biodiversidad en el Bloque TUM OFF 6. Área muestreada con mayor riqueza de invertebrados bentónicos y más abundancia de peces durante la campaña Tumaco offshore (naranja). Colina o banco Tumaco, área no muestreada mediante arrastres con potencial alta riqueza (morado).....	257
Anexo 9. Áreas de interés para futuros estudios de biodiversidad en el Bloque TUM OFF 6 enmarcadas en el área total de los bloques TUM offshore 6 y 7. Se destacan los puntos de muestreo para arrastres bentónicos efectuados durante la campaña Tumaco Offshore 2012.	258

RESUMEN EJECUTIVO

En el marco del Acuerdo Interadministrativo No. 261 de 2012 suscrito entre el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - Invemar y la Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH, se acordó desarrollar desde el 1 de octubre de 2012 y hasta el 30 de abril del 2013 el proyecto "*Línea base biológica y física de los bloques TUM Offshore 6 y 7 sujetos a exploración de hidrocarburos*", referido en adelante y de manera abreviada en este documento como *Tumaco offshore*. El objetivo general del mismo, fue iniciar la caracterización biológica y física (geomorfología y oceanográfica) de las unidades ecosistémicas presentes en los bloques TUM OFF 6 y TUM OFF 7 desde 200 hasta 1000 metros de profundidad, con el objeto de obtener una línea base que sirva de herramienta para futuros procesos de toma de decisiones en el licenciamiento ambiental de proyectos hidrocarburíferos.

El proyecto implicó el desarrollo de una campaña científica de exploración, la cual se ejecutó del 04 al 22 de diciembre de 2012 a bordo de la motonave camaronera Perla verde, contando con la participaron de seis investigadores y siete tripulantes. A través de ella se evaluaron 15 estaciones distribuidas en los bloques, considerando únicamente las áreas con profundidades dentro del límite técnico de muestreo propuesto hasta los 1000 m. En cada estación se efectuó validación de la información de las cartas náuticas, se tomaron datos oceanográficos y muestras de fito y zooplancton, sedimentos y arrastres epibentónicos. A partir de los datos y material biológico y físico recolectado, se llevaron a cabo los análisis en laboratorio y la caracterización respectiva para cada componente.

Acorde a la caracterización física obtenida, el Pacífico colombiano se encuentra localizado en una zona muy compleja desde el punto de vista tectónico, en la cual se presenta la colisión de tres placas mayores: Nazca, Caribe y Suramericana. Debido a la colisión de dichas placas, la costa pacífica colombiana se caracteriza por presentar un alto relieve, una estrecha plataforma que bordea una fosa profunda, cuencas de drenaje pequeñas, y movimientos verticales rápidos. Regionalmente, está dividida en tres sectores morfológicos principales: plataforma continental, talud continental (Baudó) y cuenca del Pacífico. Adicionalmente se presentan otros rasgos geomorfológicos importantes como lo son la Zona de Fractura de Panamá, la Elevación Oceánica Tumaco y la Cordillera de Malpelo.

Los bloques TUM OFF 6 y TUM OFF 7 presentan, en la parte más oriental y cercana a la costa, una plataforma continental hasta una profundidad máxima de -200 m; la cual limita al occidente con un escarpe y con un delta, ambos asociados a la presencia de un cañón submarino que desemboca en un amplio valle a -1000 m de profundidad aproximadamente; también se presentan zonas de mesetas y de colinas hacia las partes más profundas.

Las características oceanográficas encontradas durante diciembre de 2012 mostraron el comportamiento esperado para esta época del año y respondieron a forzantes externos como los vientos y el aporte continental (ríos). Los perfiles analizados hasta los 700 m presentaron una capa superficial de 50 m de espesor, limitada inferiormente por la termoclina estacional, caracterizada por la mezcla y con fuertes gradientes de temperatura, salinidad y oxígeno. Las bajas salinidades registradas en esta capa pudieron estar asociadas con el aporte de agua dulce proveniente del río Mira. El análisis también reveló la existencia de una capa sub-superficial hasta los 400 m con menores temperaturas y mayores salinidades y sin fuertes gradientes de estas variables. Finalmente se identificó una capa de agua intermedia entre los 400 y 700 m, con aguas más frías, salinas y marcada por la presencia de una zona de mínimo oxígeno. El análisis por transectos no reveló la presencia de afloramientos para la zona estudiada.

En relación a la caracterización biológica, para el subcomponente de plancton se evaluaron 15229 individuos, 11576 de ellos correspondientes a organismos zooplanctónicos. El fitoplancton estuvo distribuido en 179 taxones, de los cuales, la mayoría pertenecen a las diatomeas con 97 especies, seguida de los dinoflagelados con 74; las cianófitas y silicoflagelados tuvieron una baja representatividad. El zooplancton por otra parte, estuvo constituido por 56 grupos taxonómicos de 7 phyla, de los cuales 47 grupos pertenecían a organismos que viven siempre como plancton (holoplanctónicos); mientras que los demás fueron estadios larvales de organismos bentónicos o pelágicos, como cangrejos y caracoles (meroplancton). Los artrópodos crustáceos fueron los más abundantes, y estuvieron mayormente representados por los copépodos del orden de los calanoideos. Para ambas comunidades los análisis generales indicaron que los ensamblajes encontrados en cada estación, hacen parte de una misma comunidad al coincidir su estructura y distribución comunitaria con otros estudios de la zona.

Respecto a la macro y megafauna bentónica, se lograron arrastres exitosos en 13 de las 15 estaciones preestablecidas en el área. En total fueron procesados 43694 organismos, los cuales forman parte de 254 morfoespecies distribuidas en seis grupos principales: Peces, Equinodermos, Crustáceos, Anélidos, Cnidarios y Moluscos. Para cada uno de ellos, se realizó la identificación hasta la jerarquía taxonómica más baja posible, logrando llevar 62 organismos hasta especie, 87 a género, 86 a familia, 15 a orden y 4 a clase. Se requieren estudios adicionales especializados de más largo plazo y comparaciones del material obtenido, con el existente para otras partes del Pacífico Americano, los cuales permitirán culminar y confirmar identificaciones, que durante este trabajo no pudieron ser efectuadas por falta de información para la región, ya que en el Pacífico Oriental Tropical (POT) existe un gran vacío en términos del conocimiento básico de las especies que lo habitan, particularmente en las áreas profundas. Hasta ahora, los resultados alcanzados en la investigación son sobresalientes, ya que se han obtenido cerca de 30 primeros registros para el pacífico colombiano, entre los cuales se destacaron dos clases, 10 familias y un género que por primera vez han sido hallados en el POT; con seguridad las futuras revisiones arrojarán nuevos registros que alimentarán el inventario de biodiversidad nacional y regional para el margen continental.

Las tendencias encontradas por grupos para el área de los bloques TUM offshore, indican en términos de abundancia una clara dominancia de los equinodermos para ambos bloques, seguida de lejos por los crustáceos, los peces y los moluscos respectivamente. Así mismo, se evidencia que los crustáceos presentaron el mayor número de morfoespecies en los dos bloques y de un modo particular, en las estaciones más oceánicas de TUM OFF 7 (EA 334, EA 335 y EA 336). Los moluscos sobresalieron por número de individuos y número de morfoespecies en la estación EA 332, la cual se ubicó relativamente cerca a la costa en el área de influencia del río Mira. Si bien los peces no mostraron una tendencia clara a lo largo del área de estudio, cabe resaltar que los valores más altos de abundancia y riqueza, fueron registrados en estaciones localizadas en puntos extremos de los bloques, de tal modo que la EA 331 al norte de TUM OFF 6 tuvo el mayor número de individuos y la EA 333 en TUM OFF 7, el mayor número de morfoespecies. Los otros dos grupos taxonómicos no fueron abundantes en las recolectas, pero siempre se registró su presencia en las estaciones evaluadas, siendo importante destacar para cada uno, el punto donde su número de especies fue más

representativo; es así como la mayoría de cnidarios fueron hallados en las estaciones más septentrionales EA 345 y EA 331, y los anélidos en EA 343 y EA 341; la mayoría de las morfoespecie encontradas para estos dos últimos grupos podrían representar primeros registros para el área. En general una aparente mayor heterogeneidad en las geoformas y sustratos, originada por la presencia de colinas, bajos, cañones y mayor variedad en el tipo de sedimento; además de importantes aportes de materia orgánica provenientes de numerosos afluentes continentales, podrían estar condicionando una riqueza comparativamente mayor en el bloque TUM OFF 6; hecho que podría representar gran interés para el desarrollo de estudios biofísicos complementarios, dirigidos a corroborar esta tendencia y profundizar en las particularidades de las comunidades exploradas, entendiendo mejor así la biodiversidad y características del área.

En general, a partir del proyecto se generaron los dos productos pactados: un documento con la caracterización para el área tanto biológica como física, entre los 200 y 1000 metros de profundidad y la incorporación de la información obtenida al portal web "*Biodiversidad marina en los bloques de Exploración de Hidrocarburos*". Como productos adicionales cabe destacar el fortalecimiento del Museo de Historia Natural Marina de Colombia (MHNMC), a través del ingreso de 762 lotes de organismos, los cuales fueron obtenidos y procesados a partir de las recolectas de la campaña científica. Así mismo, se enriquecieron las bases de datos del Sistema de Información sobre Biodiversidad Marina de Colombia (SIBM) y del geovisor del portal "*Biodiversidad en los bloques de exploración de hidrocarburos*", a través de la incorporación de la información biológica asociada, con la finalidad de que puedan ser consultados libremente por los usuarios. Igualmente se destaca el sometimiento de un resumen para ponencia oral al Seminario Nacional de Ciencias del Mar - SENALMAR 2013, como mecanismo de socialización de la investigación entre la comunidad académica y científica nacional.

Durante la vigencia del proyecto se emitieron tres informes de avance de gestión técnica y financiera y se sostuvieron varias reuniones con el objeto de llevar a cabo una coordinación interinstitucional fluida y eficiente, que concluye con la finalización exitosa de este proyecto, reflejada en el cumplimiento del plan de acción planteado al inicio del mismo (Anexo 6) y respaldado por el respectivo informe final financiero y de aportes parafiscales (Anexo 7).

INTRODUCCIÓN

El territorio marino colombiano sobre el Océano Pacífico comprende aproximadamente 339.100 km² y se extiende por 1300 km de línea de costa, abarcando multiplicidad de ecosistemas y ambientes. La riqueza de esta zona ha sido reconocida, dada la confluencia de condiciones particulares geomorfológicas, climáticas, oceanográficas, biológicas, demográficas y culturales. De hecho, esta área de Colombia junto con las de Costa Rica, Panamá y Ecuador, conforman una de las zonas altamente productivas dentro del Pacífico Oriental Tropical (POT) y una de las provincias biogeográficas más diversas del mundo (NOAA, 2007; Sherman y Hempel, 2008); en la cual se han identificado como de gran valor ecológico, el Corredor Marino del POT, un sector de flujo de poblaciones de organismos migrantes de todo el mundo, y cinco sitios declarados como Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO (Conservation International, 2009).

Tan importante como formar parte de esta privilegiada ubicación, es el compromiso intrínseco de los países para con el uso racional de los recursos allí disponibles y su conservación. En ese sentido, el paso lógico es la generación de conocimiento, orientada paralelamente en diferentes frentes, donde la investigación básica de las especies en el ámbito local y los factores que limitan su distribución, sirvan de base para el manejo sostenible de la biodiversidad. Precisamente, el punto de partida para la generación de esa información se dio al inicio y mediados del siglo XX, con el desarrollo de las expediciones científicas más ambiciosas de la época, a bordo de las hoy emblemáticas embarcaciones *Albatross* (1904), el *Velero III* (1931-1941), *Saint George* (1927) y *Askoy* (1941-1942), entre otras; producto de las cuales, se concibieron numerosos documentos con mediciones de eventos y descripciones de la fauna, flora y ambientes encontrados en sus travesías y que hoy, constituyen un referente obligado de consulta en las investigaciones que se desarrollan en la región. Como antes, esa necesidad de conocimiento continúa vigente, demandando e impulsando con creciente urgencia la búsqueda de un mayor entendimiento ambiental, para una región del país en la que tradicionalmente ha habido menos desarrollo científico, comparado con el Caribe (Díaz y Acero, 2000). Esto, motivó la ejecución por parte del Invemar de la *Expedición Macrofauna III* (2002), en la que se evaluaron las comunidades epibentónicas entre 20 y 500 m en la parte norte del Pacífico colombiano; a la cual siguieron la *Expedición Malpelo* (2002) y el proyecto ANH II-Pacífico (Invemar-ANH, 2010).

En la última década las perspectivas de desarrollo, volcaron el interés del país hacia las áreas profundas del territorio marino nacional, a través de la búsqueda de nuevas fuentes de hidrocarburos y gas natural, en zonas del margen continental que van inclusive hasta los 3000 m de profundidad. Ante este panorama, el escaso conocimiento que se tiene de los fondos marinos, ha llevado a subestimar los impactos que los eventos naturales y las actividades industriales podrían generar sobre los organismos y los ecosistemas presentes. El margen continental comprende la zona de transición desde el continente hasta las llanuras abisales adyacentes, incluyendo la plataforma, el talud, las elevaciones continentales y el margen insular. Esta porción del lecho marino se caracteriza por multiplicidad de procesos geológicos, que favorecen el asentamiento de diferentes comunidades, conformadas principalmente por corales, bivalvos, briozoos, esponjas y gusanos de mar (vestmentífera), los cuales a su vez, generan el incremento relativo de la diversidad de especies respecto a los fondos adyacentes (Mortensen *et al.*, 1995; Koslow, *et al.*, 2000; Korn *et al.*, 2003).

Con este marco, en aras de contar con más y mejor información en preparación para este boom de exploraciones, el Invemar y la ANH han venido trabajando desde el 2007, efectuando estudios de línea base en áreas profundas del Caribe, sobre las cuales existe interés para la exploración y explotación de hidrocarburos, buscando generar información básica de uso potencial en los propósitos de manejo por parte de las autoridades ambientales. Con el mismo objeto y dando continuidad al proceso, esta vez en el Pacífico colombiano, ambas instituciones convinieron celebrar el *Acuerdo Interadministrativo No. 261 de 2012*, para adelantar el proyecto en los bloques de exploración Tumaco offshore 6 y 7.

El proyecto tenía como objetivo general, iniciar la caracterización biológica y física (geomorfología y oceanográfica) de las unidades ecosistémicas presentes en los bloques TUM OFF 6 y TUM OFF 7 desde 200 hasta 1000 metros de profundidad, con el objeto de obtener una línea base que sirva de herramienta para futuros procesos de toma de decisiones en el licenciamiento ambiental de proyectos hidrocarburíferos. Para ello, específicamente se buscaba describir las especies y ensamblajes de macro y megafauna bentónica y plancton, así como las condiciones oceanográficas y geomorfológicas, de los bloques TUM OFF 6 y TUM OFF 7 en el Pacífico colombiano entre 200 y 1000 m de profundidad. Complementariamente, se proponía

alimentar con la información resultante al geovisor del portal *Biodiversidad marina en los bloques de Exploración de Hidrocarburos*.

Finalizado el proyecto, se generó como primer producto el presente documento con la caracterización tanto biológica y física; la cual describe los resultados obtenidos en las dos primeras secciones así:

- Caracterización física con sus subcomponentes: Geomorfología, Sedimentología y Oceanografía.
- Caracterización biológica con sus dos subcomponentes: Plancton y Macro y megafauna epibentónica.

De igual forma y como segundo producto, toda la información fue incorporada al Portal. En la sección de Cartografía y Geoservicios, se encuentra una descripción sucinta de los ajustes y desarrollos que se le aplicaron al portal y al geovisor, los cuales pueden ser consultados por los usuarios libremente en la web; además se especifica la cartografía generada como apoyo a la presentación de los resultados, para los componentes evaluados durante la caracterización.

Como productos adicionales del trabajo efectuado, se fortalecieron las colecciones del Museo de Historia Natural Marina de Colombia (MHNMC) y la base de datos del Sistema de Información sobre Biodiversidad Marina (SIBM), con el ingreso de los 762 lotes de organismos obtenidos durante la campaña, que fueron procesados e identificados hasta la jerarquía taxonómica más baja posible. Adicionalmente, se sometió un resumen para ponencia oral en el Seminario Nacional de Ciencias del Mar - SENALMAR 2013, como mecanismo de socialización del trabajo entre la comunidad académica y científica nacional (Anexo 5)

Contexto regional y área de estudio

El Pacífico Oriental Tropical acorde con lo descrito por Hastings (2000), incluye tres provincias biogeográficas: Cortéz, Mexicana y Panameña. La provincia de Cortéz se extiende desde bahía Magdalena (24°37' N, 112°09' O), incluyendo todo el golfo de California hasta Topolobampo-Sinaloa. La provincia Mexicana comprende desde Mazatlán hasta el golfo de Tehuantepec, incluyendo las Islas Marías y Revillagigedo. Luego se presenta la discontinuidad centroamericana hasta el golfo de Fonseca (costa Rica) y por último, la provincia Panameña va

desde el golfo de Fonseca hasta Punta Aguja (05°48' S, 81°06' O) en Perú, incluyendo las Islas Galápagos. También se involucra dentro del POT, más por su relevancia para la biodiversidad del mar profundo que por ser estrictamente tropical, la expansión del piso oceánico en 21° N (20°50' N, 109°06' O), de la cuenca de Guaymas (27°01' N; 111°25' O), y en las inmediaciones del Archipiélago de Galápagos (En: Salazar-Vallejo y Londoño-Mesa, 2004).

Enmarcada en esta región del POT, se encuentra el área objeto del presente estudio; los bloques TUM OFF 6 y 7 definidos por la ANH, corresponden a una porción de territorio marino con aproximadamente 7.308 Km², que se extiende costa afuera desde el Parque Nacional Natural Sanquianga (departamento de Nariño) hasta la frontera colombo-ecuatoriana, incluyendo profundidades entre los 200 m y los 1300 m (Figura 1). Esta área está fuertemente influenciada por aportes continentales de la bahía de Tumaco y los deltas de numerosos ríos, entre ellos el Patía y el Mira. Para objeto del proyecto se establecieron 15 puntos, asociados a los cuales se definieron las estaciones de muestreo (Figura 1; Anexo 3).

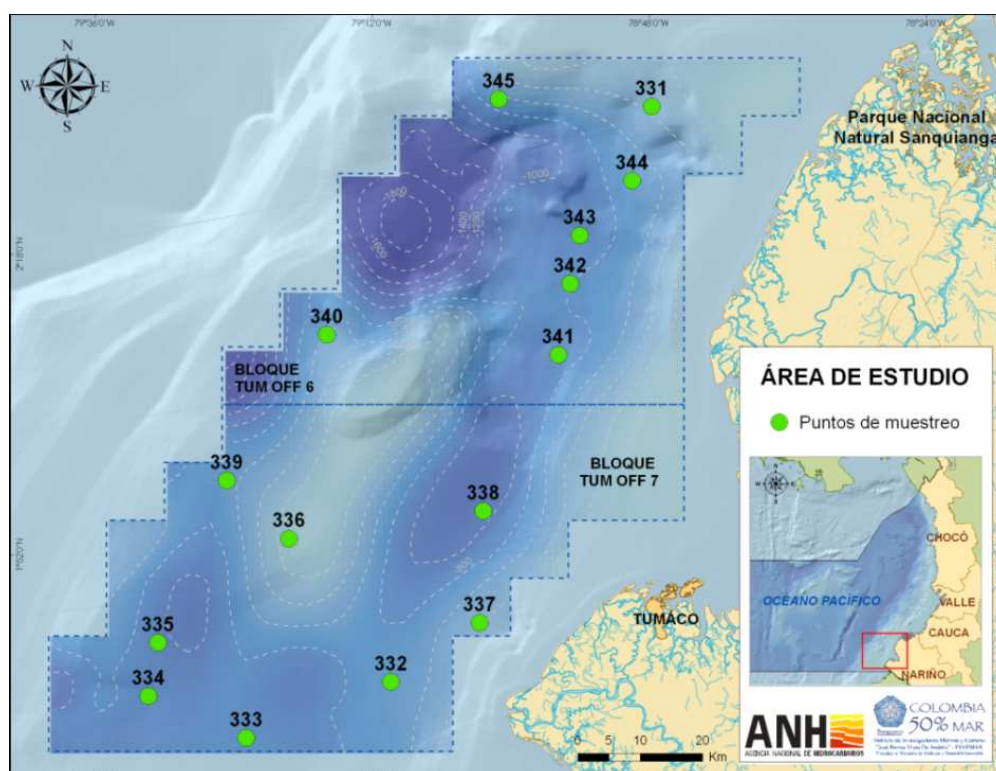


Figura 1. Localización de los bloques de exploración TUM OFF 6 Y TUM OFF 7.

REFERENCIAS

- Conservation International. 2009. A New Future for Marine Conservation Eastern Tropical Pacific Seascape. http://www.conservation.org/documents/CI_Eastern_Tropical_Pacific_Seascape.pdf [Consulta: 10 marzo 2013].
- Díaz, J.M. y A. Acero. 2003. Marine biodiversity in Colombia: Achievements, status of knowledge and challenges. *Gayana*, 67(2): 261-274.
- Hastings, P.A. 2000. Tropical Eastern Pacific Biogeography. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 128:319-335.
- Korn, H. S. Friedrich y U. Feit. 2003. Deep sea genetics resource in the context of the Convention on Biological Diversity and the United Nations Convention on the Law of the Sea. Bundesamt Naturschutz (BfN), Bonn. 84 p.
- Koslow, J.A., G.W. Boehlert, J.D.M. Gordon, R.L. Haedrich, P. Lorange y N. Parin. 2000. Continental slope and deep sea fisheries: implications for a fragile ecosystem. *ICES Journal of Marine Science*, 57: 548-557.
- Mortensen, P.B., M. Hovland, T. Brattergard y R. Farestveit. 1995. Deep water bioherms of the scleractinian coral *Lophelia pertusa* (L.) at 64°N on the Norwegian shelf: structure and associated megafauna. *Sarsia*, 80:145-158.
- NOAA. 2007. Eastern Tropical Pacific Seascape Project. National Marine Sanctuaries. Dirección URL: http://sanctuaries.noaa.gov/management/international/mpa_epacific.html. [Consulta: 4 marzo 2013].
- Salazar-Vallejo, S.I. y M.H. Londoño-Mesa. 2004. Lista de especies y bibliografía de poliquetos (Polychaeta) del Pacífico Oriental Tropical. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología*, 75(1): 9-97.
- Sherman, K. y G. Hempel. (eds.) 2008. The UNEP Large Marine Ecosystem Report: A perspective on changing conditions in LMEs of the world's Regional Seas. UNEP Regional Seas Report and Studies No. 182. United Nations Environment Programme. Nairobi, Kenya. Dirección URL: < www.lme.noaa.gov > - [Consulta: 10 marzo 2013].

CARACTERIZACIÓN FÍSICA

1. GEOMORFOLOGÍA Y SEDIMENTOLOGÍA

1.1 MÉTODOS

Recopilación de información

El insumo principal de información secundaria fue la recopilada para el denominado Bloque Egoró durante el Proyecto ANH III-Pacífico (Invemar-ANH, 2010), la cual sirvió como un marco referente en cuanto a las características batimétricas y geomorfológicas del área de los bloques TUM OFF 6 y 7. Así mismo se usó como de insumo el modelo digital de la batimetría multihaz realizada en la zona de la cuenca de Tumaco offshore por la ANH (2012), el cual fue útil como complemento de los datos que sirvieron en campo a la localización de las estaciones de muestreo previamente definidas más al sur; dicho modelo aunque no cuenta con la escala de profundidades, tiene una alta resolución y brindó una idea de la geomorfología submarina en el área, la cual en cierta medida es complementada por Vargas *et al.* (2012). Este insumo se encuentra publicado para consulta a través de la página web oficial de la ANH en el enlace: http://anh.gov.co/media/métodos%20remotos/Batimetria_Cuenca_Tumaco_Offshore.pdf.

Trabajo en Campo

Para la caracterización geomorfológica y batimétrica de la zona, y la selección de los puntos de muestreo de los arrastres de macrofauna, se adelantó un proceso de validación de la información de las cartas náuticas y los mapas de paisajes prediseñados. Para ello, se llevó a cabo el reconocimiento del fondo con una ecosonda SIMRAD ES70, equipada con transductor de 38 kHz (Figura 2). El perfil arrojado por la misma, permitía verificar si el fondo en el sector de interés presentaba las características requeridas para el arrastre; es decir, que tuviera la profundidad requerida, fuera plano o de baja pendiente y que se proyectara durante la extensión necesaria para efectuar la maniobra a la profundidad deseada; en caso de no ser de ese modo, se ampliaba el reconocimiento del área hasta determinar un punto adecuado y se reposicionaba allí la estación.



Figura 2. Transductor de 38 kHz empleado para el reconocimiento de los fondos submarinos de la zona de estudio (izquierda). Visualización de los perfiles batimétricos en los computadores de la ecosonda ubicados en el puente de la embarcación (derecha).

Por otra parte, para la obtención de sedimentos se realizaron lances de un box corer Gomex II con capacidad de almacenamiento de 32 l; una vez obtenida la muestra se registraba en la bitácora el porcentaje de llenado del box y se empacaban 500 g de sedimento en bolsas previamente rotuladas (Figura 3).

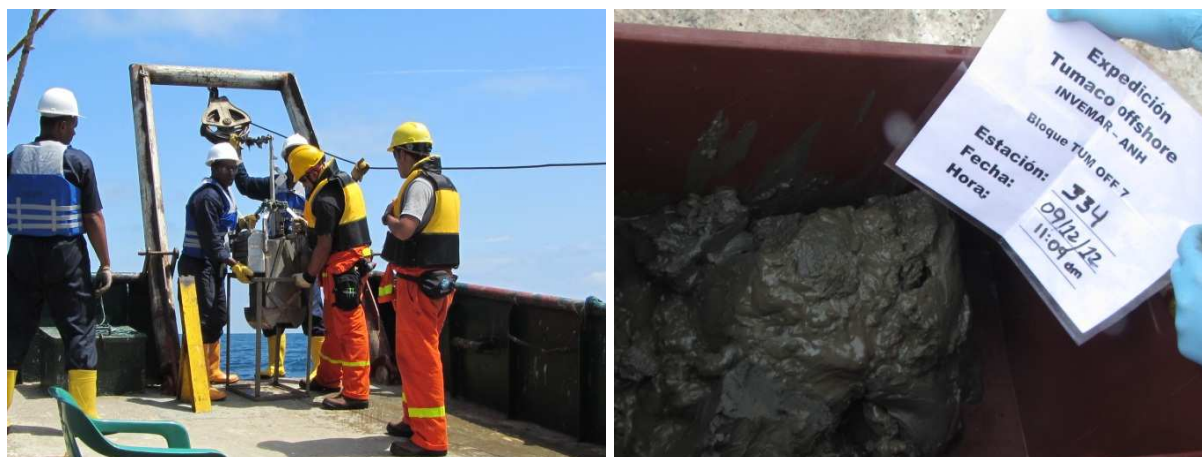


Figura 3. Preparación para el lance del box corer (izquierda). Muestra de sedimentos obtenidos con el box corer (derecha).

Laboratorio y análisis

La caracterización general de la geomorfología submarina se realizó a partir del modelo digital del terreno obtenido de las cartas náuticas publicadas por el CIOH y de la base de datos de GEBCO (*General Bathymetric Chart of the Oceans*), la cual tiene una resolución de 900 m aproximadamente. A partir de este modelo digital y del mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia (IDEAM *et al.*, 2007), se obtuvo la descripción batimétrica y geomorfológica general de todo el Pacífico colombiano y la detallada de los dos bloques de exploración, teniendo en cuenta la nomenclatura de geoformas submarinas propuesta por la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI, 2001).

El análisis granulométrico fue llevado a cabo en el Laboratorio de Instrumentación Marina (Labima) del Invemar, usando como método el tamizaje de arenas. Este consistió en homogenizar y secar al horno la muestra inicial (entre 60-90°C) hasta obtener un peso constante (aproximadamente 5 días); posteriormente la muestra era tratada con el dispersante hexametafosfato de sodio al 0,25%, para luego ser pasada por un tamiz de 63 micras, en el cual sólo queda retenida la fracción de arenas. Para las estimaciones el método asume que la diferencia con respecto a la muestra inicial corresponde a la fracción de lodos complementaria.

1.2 RESULTADOS GEOMORFOLOGÍA

1.2.1 Contexto geológico regional del Pacífico

El Pacífico colombiano se encuentra localizado en una zona de alta complejidad geológica, ya que en la esquina noroccidental de Suramérica se presenta la interacción de 3 placas tectónicas mayores: Nazca, Caribe y Suramericana (Taboada *et al.*, 2000; Audemard y Audemard, 2002; Trenkamp *et al.*, 2002; Cortés y Angelier, 2005) (Figura 4). La placa Suramericana presenta un movimiento relativo general hacia el occidente desde mediados del Cretácico producto de la expansión del fondo oceánico del Atlántico (Duncan y Hargraves, 1984). En consecuencia, la placa oceánica Nazca está siendo subducida por debajo del borde occidental de la placa Suramericana, lo cual es demostrado por la distribución de la sismicidad superficial e intermedia

en el sistema de los Andes de Colombia y Ecuador (Kellogg y Bonini, 1982). Taboada *et al.* (2000) proponen la interacción entre las placas Caribe y Suramericana como una subducción de muy bajo ángulo, mientras que Cediel *et al.* (2003) prefieren interpretar la interacción entre estas dos placas como una colisión en la cual una de ellas es superpuesta de manera forzada sobre la otra (sobrecabalgamiento forzado). Algunos autores proponen la existencia del denominado Bloque Norandino (Figura 4), el cual incluye la parte septentrional de los Andes y el Caribe colombiano, cuya dirección de movimiento es hacia el nororiente con respecto a Suramérica (Taboada *et al.*, 2000; Trenkamp *et al.*, 2002).

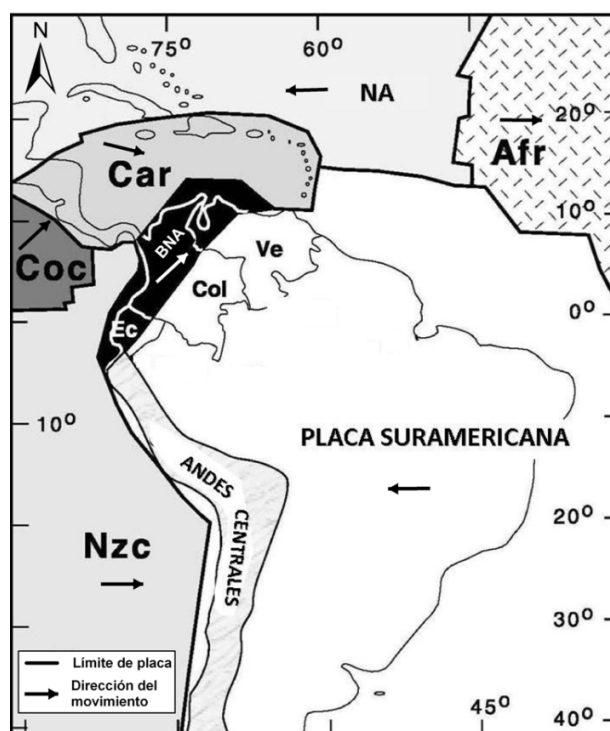


Figura 4. Configuración geotectónica de la esquina noroccidental de Suramérica. Se resalta en negro el Bloque Norandino (BNA) donde se localiza el Pacífico Colombiano. Nzc: placa Nazca; Coc: placa Cocos; Car: placa Caribe; NA: placa Norteamericana; Afr: placa Africana; Ec: Ecuador; Col: Colombia; Ve: Venezuela. Modificado de Cediel *et al.* (2003).

La costa Pacífica colombiana se caracteriza por presentar un alto relieve, una estrecha plataforma que bordea una fosa profunda, cuencas de drenaje pequeñas, y movimientos verticales rápidos (Restrepo *et al.*, 2002). Esto es consecuencia de la colisión de la placa oceánica Nazca con la placa continental Suramericana a una tasa de 60 mm/año (Trenkamp *et al.*, 2002); esta convergencia ha producido una costa inestable caracterizada por la ocurrencia

de terremotos superficiales de gran magnitud, algunos acompañados de tsunamis, como los acontecidos en 1836, 1868, 1906, 1979 y 1991 (Herd *et al.*, 1981; Kellogg *et al.*, 1989; Meyer *et al.*, 1992; INGEOMINAS, 2000).

A partir del análisis integrado de la sismicidad con la morfología de la fosa del Pacífico colombiano, se ha postulado 3 segmentos con características diferentes para la zona de subducción (INGEOMINAS, 2004) (Figura 5):

- El segmento norte, que representa la subducción del bloque Coiba bajo el extremo noroeste de Colombia, presenta una longitud de fosa de 200 km; al norte termina contra una pequeña elevación en la Zona de Falla de Jordán y al sur frente al cabo Corrientes, lugar donde converge la Falla Hey, límite entre la placa Nazca y el bloque Coiba.
- El segmento central, se localiza frente a la costa sur de Chocó y alcanza 150 km de longitud; su extremo norte es perpendicular a la Falla Hey, separado de esta por una elevación en el piso oceánico; el límite sur lo constituye un cambio de dirección en la fosa, en el centro de expansión fósil de Buenaventura.
- El segmento sur, frente a las costas del Valle del Cauca, Cauca, Nariño y norte de Ecuador alcanza los 550 km de longitud; el límite sur de este segmento está claramente marcado por el extremo nororiental de la Cordillera de Carnegie; mar adentro y paralelo a la fosa, se localiza el graben de Yaquina; el mayor sismo instrumental registrado en este segmento fue el terremoto del 31 de enero de 1906 con una Mw de 8,6.

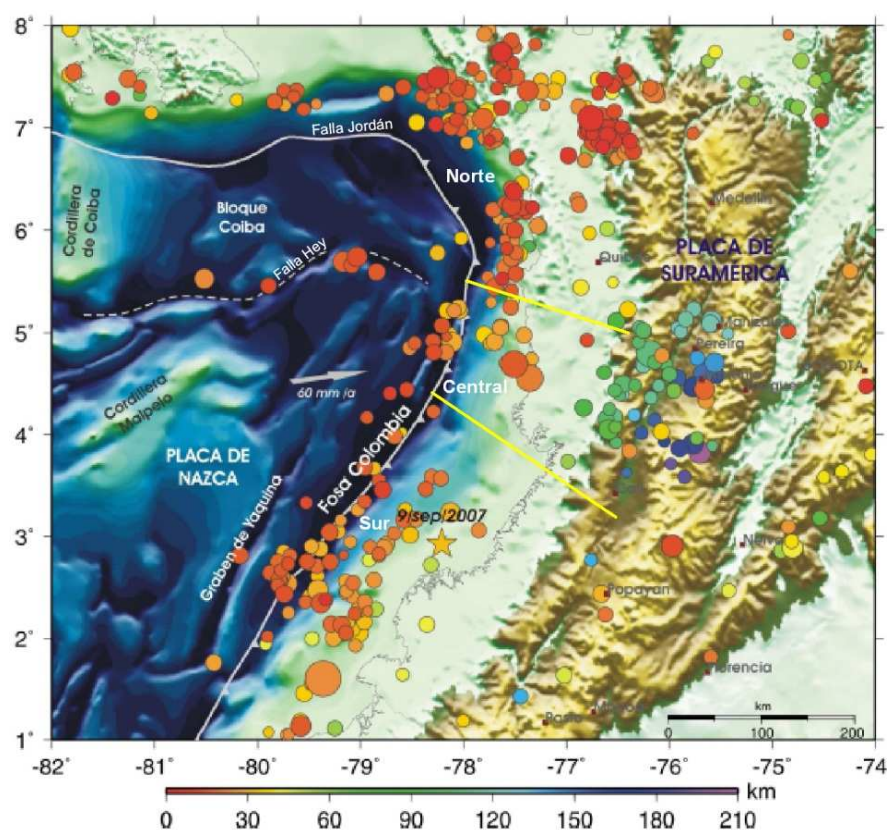


Figura 5. Segmentación de la fosa de Colombia y principales rasgos geomorfológicos asociados a ella. Se incluye la localización de los sismos más importantes entre 1965 y 2005. Modificado de INGEOMINAS (2004).

1.2.2 Geomorfología submarina regional del Pacífico Colombiano

De manera general, el océano Pacífico se divide en 3 sectores morfológicos principales: plataforma continental, talud continental (Baudó) y cuenca del Pacífico (IDEAM *et al.*, 2007).

De acuerdo a Molina y Mirmand (1992), la plataforma continental pacífica colombiana tiene un tamaño muy variable, principalmente por el efecto de la tectónica actual con la que está directamente relacionada; esta plataforma es muy estrecha (entre 0 y 3 km) en aquellos sitios donde se presentan los frentes de compresión, como por ejemplo, bahía Málaga, cabo Corrientes, sector septentrional del golfo de Tribugá, golfo de Cupica, zona entre bahía Chirichirí y cabo Marzo, y de punta Ardita a punta Garachiri; su máxima amplitud la alcanza en

la bahía de Buenaventura frente a boca Raposo (51 km) y en el delta del río Patía (54 km) (Molina y Mirmand, 1992; IDEAM *et al.*, 2007) (Figura 6). En cuanto a la pendiente, la plataforma exhibe valores mínimos entre $0,77^\circ$ y $1,44^\circ$ en la zona frente a Buenaventura y valores máximos entre $12,15^\circ$ y $25,65^\circ$ en la ensenada de Tribugá, los cuales tienen características de talud; entre tanto, la zona de quiebre en la plataforma es muy variable, alcanzando un mínimo a los -100 m y un máximo a los -130 (Molina y Mirmand, 1992). Localizadas al borde de la plataforma se presentan las islas volcánicas de Gorgona y Gorgonilla (IDEAM *et al.*, 2007).

El talud continental Baudó se extiende a lo largo de 700 km desde el borde de la plataforma hasta una profundidad máxima de -3000 m; en el sector norte es fuertemente escarpado, producto de la actividad tectónica del área y de la morfología continental, donde la continuidad está representada por un descenso fuerte del talud de tal manera que corresponde a la prolongación submarina de la serranía del Baudó; en el sector sur está cortado por numerosos cañones y valles de dirección E-W, coincidiendo con la morfología continental cuya red de drenaje está bien desarrollada, donde se localizan algunos deltas relacionados con los principales ríos que desembocan en esta zona (San Juan, Patía y Mira) (IDEAM *et al.*, 2007). Además de lo anterior, en el talud se presentan otras geoformas como bancos arenosos, colinas y lomas, espolones, hoyos, terrazas y mesetas (IDEAM *et al.*, 2007) (Figura 6).

Según el IDEAM *et al.* (2007) la cuenca del Pacífico presenta los mayores rasgos geomorfológicos con tendencia general N-S, entre los que se encuentran la fosa colombiana y la depresión (o graben) Yaquina, al igual que una serie de montes, colinas y lomas de gran extensión (Figura 6).

Además de los 3 sectores geomorfológicos principales que conforman el Pacífico colombiano, se presentan otros rasgos paisajísticos de importancia regional como lo son la Zona de Fractura de Panamá, la Elevación Oceánica Tumaco y la Cordillera de Malpelo (IDEAM *et al.*, 2007) (Figura 6).

Según el IDEAM *et al.* (2007) la Zona de Fractura de Panamá se caracteriza por ser una vasta región de carácter linear con marcada tendencia N-S, cuya topografía irregular refleja sucesivas crestas abruptas o asimétricas, depresiones y escarpes (Figura 6).

La Elevación Oceánica Tumaco corresponde a una amplia elevación del fondo oceánico que se alza de manera regular y gradual con una dirección definida N-S a lo largo de 400 km; se observa en ella una serie de colinas, montes y depresiones de tamaños variables (IDEAM *et al.*, 2007) (Figura 6).

La Cordillera Malpelo es una elevación larga y angosta con flancos escarpados que limita con la cuenca del Pacífico al oriente y con la Zona de Fractura de Panamá al occidente; este rasgo se ubica en la región central del Pacífico colombiano y se extiende por aproximadamente 400 km en dirección NE-SW con una amplitud de 218 km en la parte más proximal al continente; esta cordillera es considerada asísmica y en ella se destacan los montes submarinos de Malpelo y Bojacá, además de una pared escarpada denominada el Escarpe Tolima, y otras geoformas características como colinas y lomas, depresiones, terrazas y mesetas, valles submarinos y espolones (IDEAM *et al.*, 2007) (Figura 6). En este sector, la isla oceánica de Malpelo se levanta abruptamente desde los fondos abisales a más de -4000 m de profundidad formando un promontorio rocoso de pocas dimensiones que se eleva varias decenas de metros sobre el nivel del mar; en su base, tiene aproximadamente 31 km de longitud, un ancho máximo de 20 km y 1700 m de altura; no cuenta con una plataforma insular y sus fondos son de naturaleza rocosa y muy inclinada, con mínima sedimentación (IDEAM *et al.*, 2007).

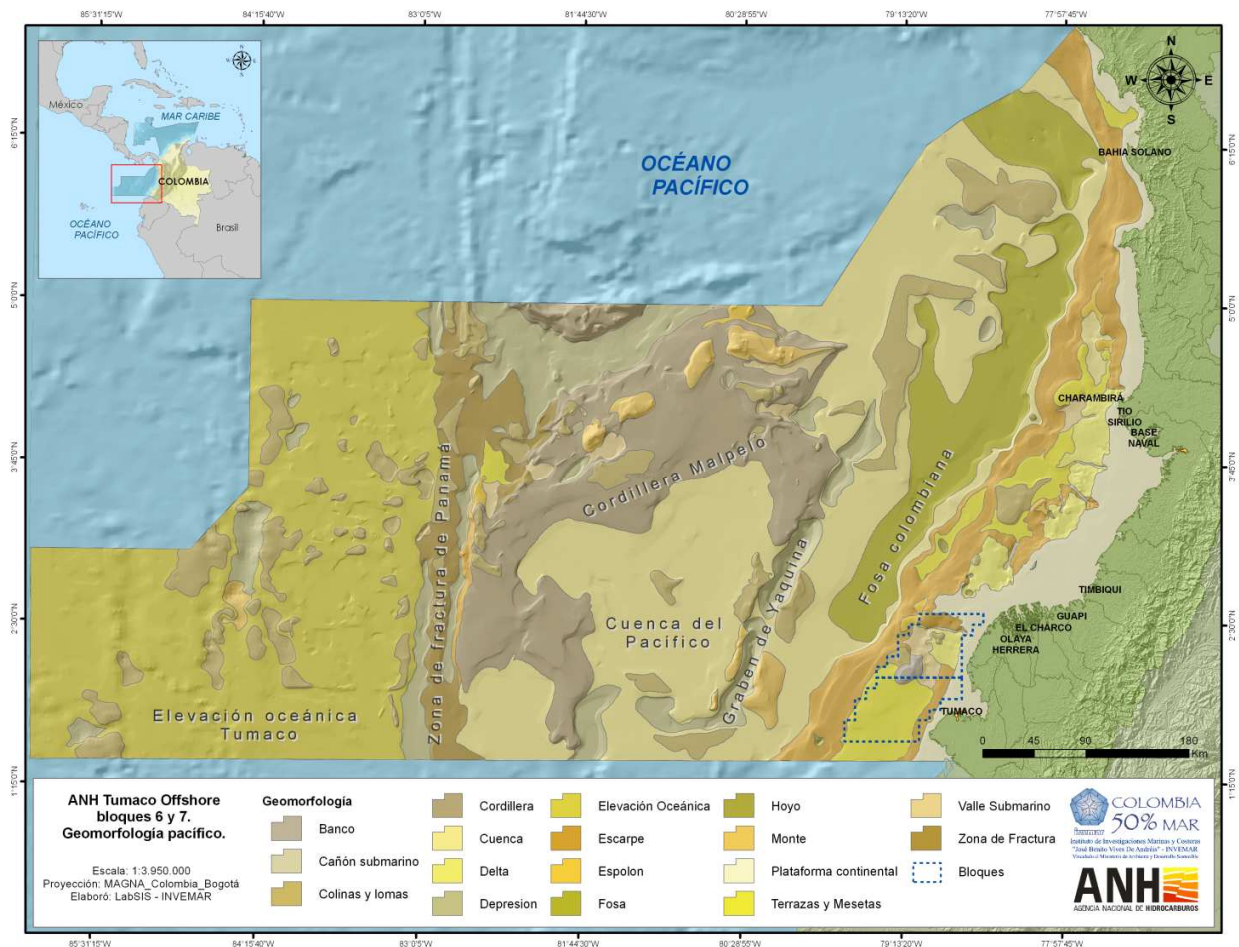


Figura 6. Geomorfología submarina del Pacífico colombiano. Adicionalmente se muestran en línea negra gruesa los bloques objeto de estudio. Modificado de IDEAM *et al.* (2007).

1.2.3 Geomorfología submarina local de los bloques de exploración TUM OFF 6 Y 7

La información batimétrica disponible para estos bloques permite observar que las profundidades aumentan de manera general hacia el occidente, variando desde -2 m hasta -1900 m (Figura 7). La gran cantidad de entrantes y salientes en los contornos batimétricos sugieren un fondo oceánico muy quebrado con relieves positivos y negativos (Figura 7).

En el perfil batimétrico del norte se observa una superficie plana cóncava hacia arriba con una inclinación de 2,2° hasta una profundidad de -825 m aproximadamente, donde empieza a

reducirse hasta tornarse subhorizontal; a aproximadamente -850 m de profundidad se presenta un quiebre abrupto en la pendiente debido a la presencia de un valle submarino en forma de U, cuya vertiente oriental tiene una inclinación de $4,76^\circ$; el fondo de este valle alcanza los -1850 m de profundidad (Perfil 1 en Figura 7). El perfil del centro muestra la presencia de un valle submarino simétrico en forma de U que alcanza los -1250 m de profundidad; la inclinación de sus vertientes es de $4,1^\circ$; al occidente de este valle se insinúa la presencia de una superficie plana de pendiente muy baja (Perfil 2 en Figura 7). En el perfil batimétrico del sur se observa en la parte oriental una superficie plana inclinada con un ángulo de $1,6^\circ$ que se extiende hasta una profundidad de -800 m; al occidente se observa una superficie ondulada con relieves que alcanzan una altura máxima de 125 m por encima del fondo marino (Perfil 3 en Figura 7).

En cuanto a la geomorfología del área conjunta de los bloques (Figura 8), en la parte más oriental y cercana a la costa se presenta la plataforma continental hasta una profundidad máxima de -200 m; en el sector norte, la plataforma limita con un escarpe y con un delta, ambos asociados a la presencia de un cañón submarino que desemboca en un amplio valle a -1000 m de profundidad aproximadamente; el cañón submarino y el delta se encuentran localizados al frente de la desembocadura actual del río Patía, siendo probablemente la prolongación submarina de este sistema fluvial. El sector suroccidental del bloque está dominado por una zona de mesetas y terrazas; localmente se observan colinas y lomas en el sector centro-occidental hacia las partes más profundas (Figura 8).

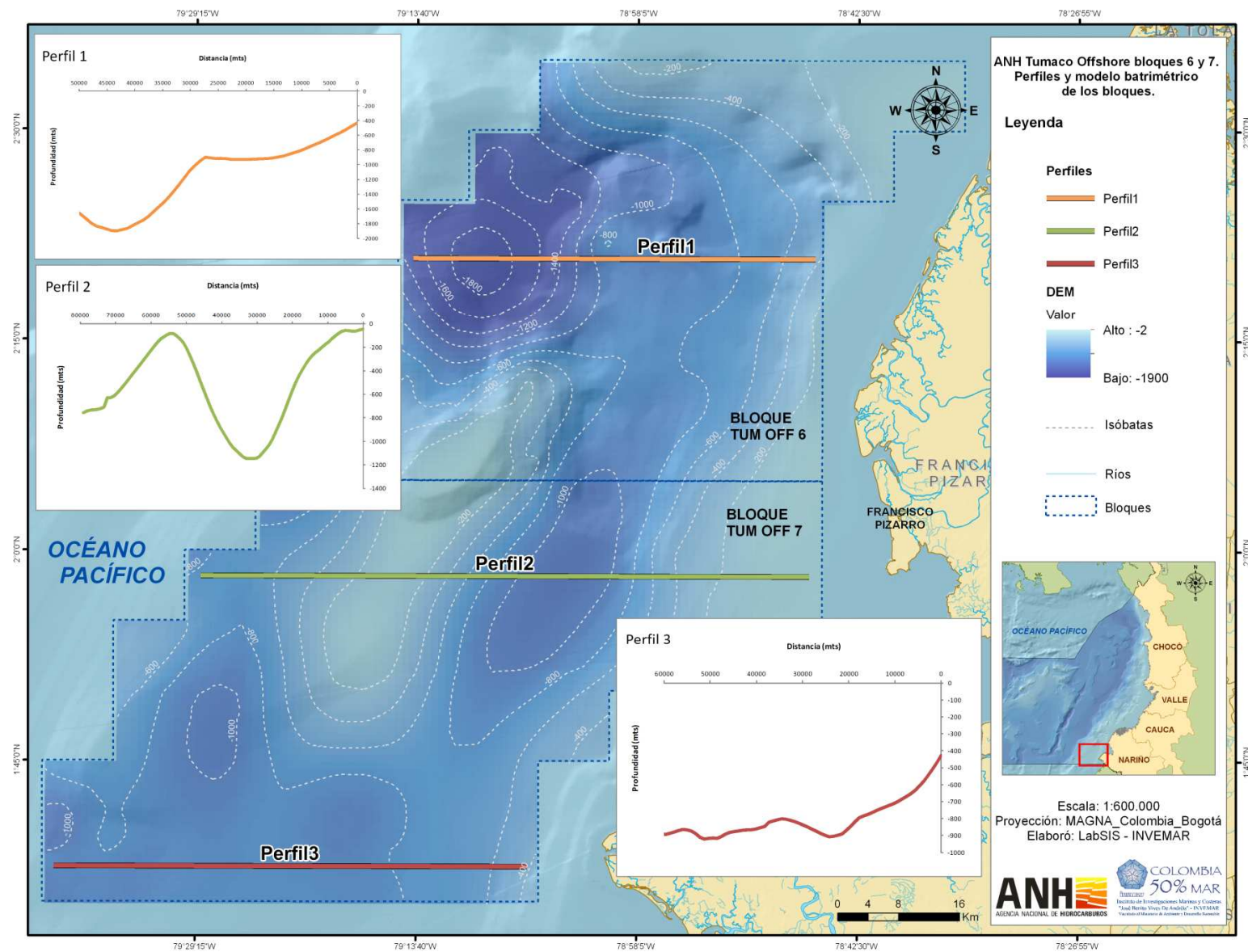


Figura 7. Batimetría de los bloques TUM OFF 6 y 7. Se muestran 3 perfiles batimétricos representativos. Modelo digital de profundidad tomado de GEBCO (*General Bathymetric Chart of the Oceans*).

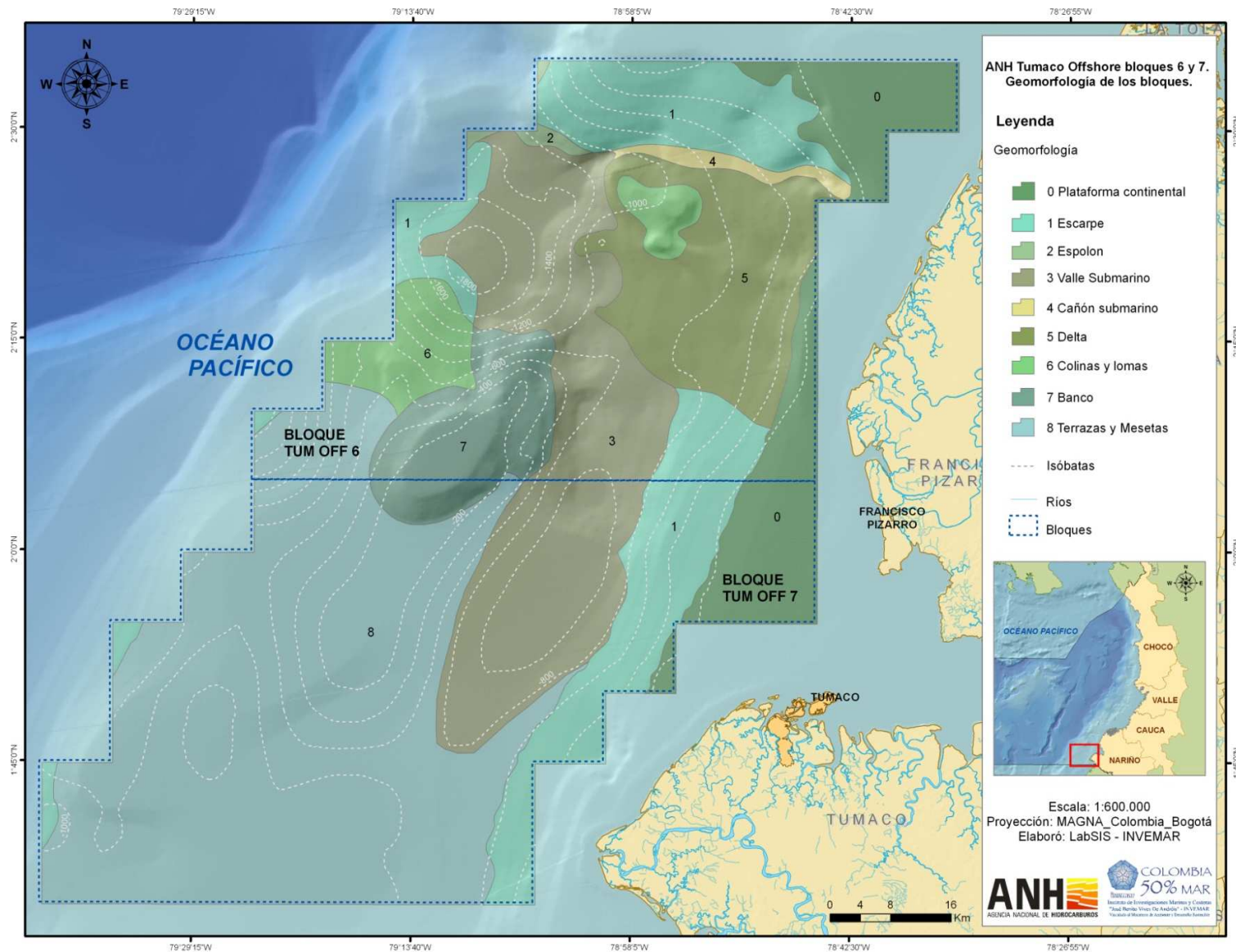


Figura 8. Geomorfología submarina de los bloques TUM OFF 6 y TUM OFF 7 en el Pacífico colombiano. Modificada de IDEAM *et al.* (2007).

1.2.4 Descripción de los perfiles sísmicos asociados a las estaciones de muestreo biológico

A continuación se presenta la descripción de los perfiles sísmicos asociados a cada una de las estaciones de muestreo realizadas durante el crucero. Estos perfiles fueron adquiridos con una ecosonda monohaz SIMRAD ES70 utilizando dos cristales con frecuencias de 38 y 120 kHz. No se presenta perfil de la estación EA 333 debido a que no se obtuvo un buen registro acústico ni de la estación EA 340 debido a que allí no se encontró un fondo arrastrable.

• EA 331

El perfil sísmico correspondiente a esta estación muestra un fondo relativamente plano entre -290 y -340 m de profundidad, con la aparición de algunas ondulaciones suaves; la pendiente del terreno es muy baja ($2,2^\circ$ en promedio) y la dureza relativa del fondo registrada por el instrumento es baja (tonos grises en el registro) (Figura 9).

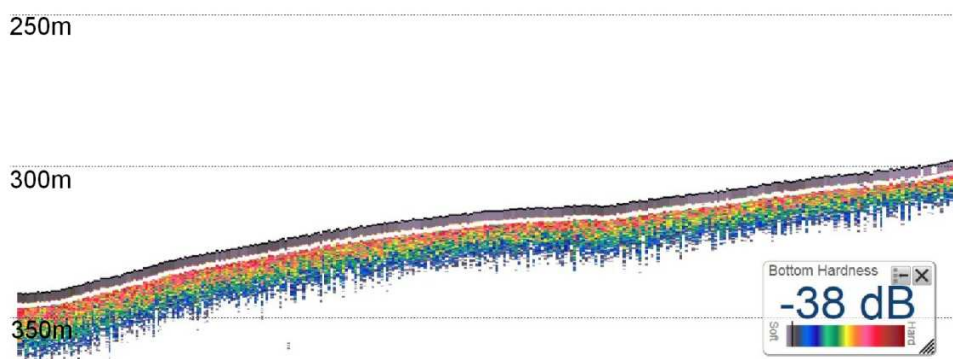


Figura 9. Perfil sísmico correspondiente a la estación EA 331 que muestra el aspecto del fondo registrado con el cristal de 38 kHz. Se observa un fondo plano con suaves ondulaciones, de baja pendiente.

• EA 332

En este perfil se observa un fondo marino subhorizontal, plano, a una profundidad entre -725 y -730 m aproximadamente; aunque no se obtuvo un buen registro de la dureza relativa del sustrato, en algunas partes del perfil se distinguen tonalidades amarillas, verdes y azules que sugieren una dureza intermedia (Figura 10).

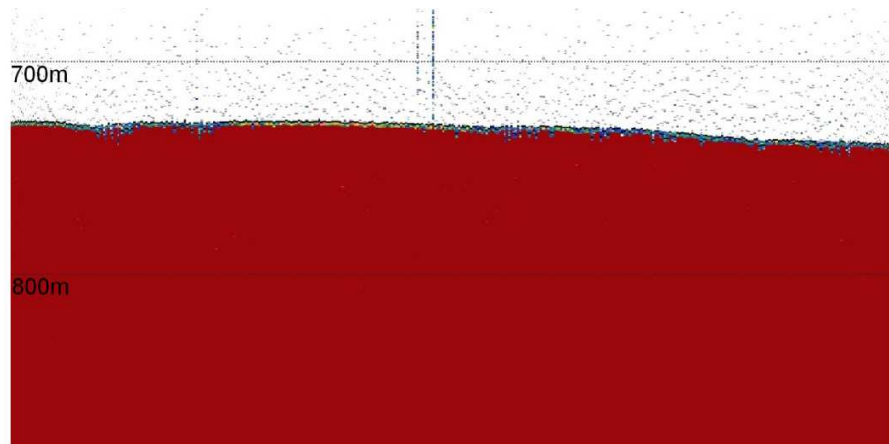


Figura 10. Perfil sísmico correspondiente a la estación EA 332 que muestra el aspecto del fondo registrado con el cristal de 120 kHz. El sustrato es subhorizontal y plano con una dureza intermedia.

- **EA 334**

En esta estación se observa un fondo horizontal y plano a una profundidad entre -860 y 870 m aproximadamente (Figura 11). En este caso no se obtuvo respuesta de la dureza relativa del sustrato.

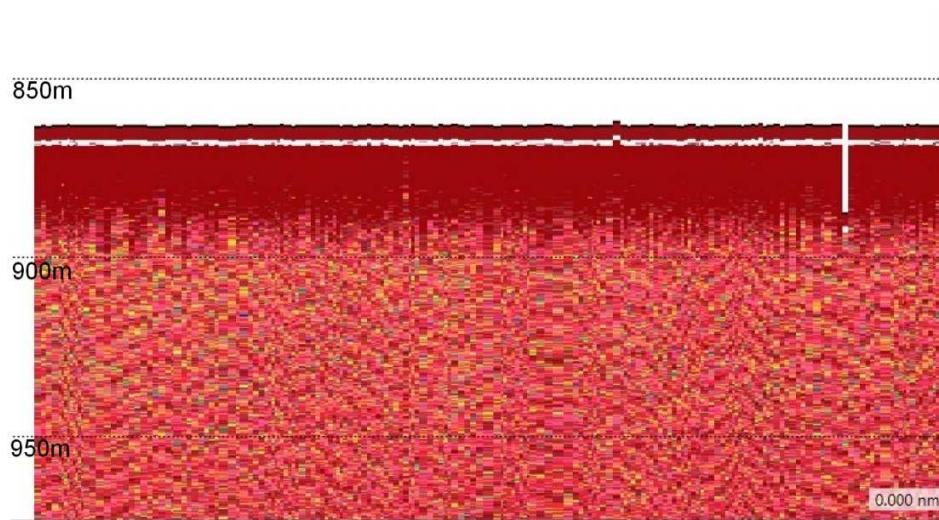


Figura 11. Perfil sísmico correspondiente a la estación EA 334 que muestra el aspecto del fondo registrado con el cristal de 38 kHz. El sustrato es de apariencia monótona, horizontal y plano.

- **EA 335**

El perfil sísmico muestra un fondo marino plano, monótono y horizontal a una profundidad aproximada de 860 m (Figura 12). No se obtuvo información de la dureza relativa del sustrato.

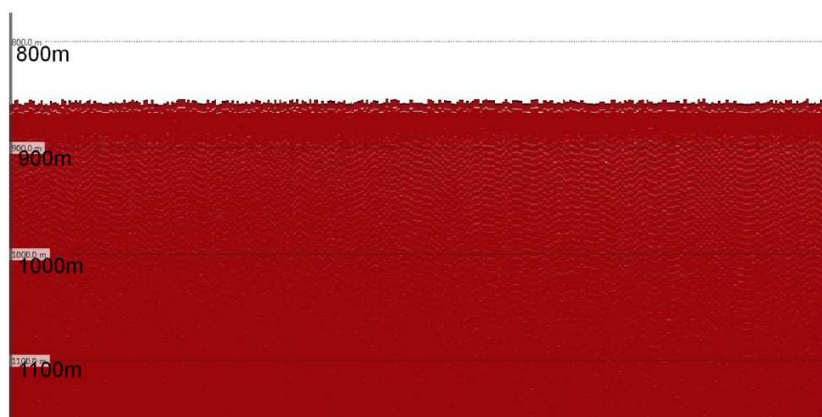


Figura 12. Perfil sísmico correspondiente a la estación EA 335 que muestra el aspecto del fondo registrado con el cristal de 38 kHz. El fondo marino es plano y horizontal. Las irregularidades (picos batimétricos) que se observan en el perfil son errores de adquisición.

- **EA 336**

El perfil muestra un fondo muy similar al de la estación EA 335, muy monótono y de pendiente horizontal a una profundidad de -610 m aproximadamente (Figura 13). No se obtuvo registro de la dureza relativa.



Figura 13. Perfil sísmico correspondiente a la estación EA 336 que muestra el aspecto del fondo registrado con el cristal de 38 kHz. El fondo marino es plano y horizontal con algunos picos batimétricos que corresponden a errores de adquisición.

- **EA 337**

En esta estación se tiene un fondo plano, regular, suavemente inclinado con una pendiente de $1,8^\circ$, entre -520 y -530 m de profundidad aproximadamente (Figura 14). En cuanto a la dureza del sustrato no se obtuvo registro.



Figura 14. Perfil sísmico correspondiente a la estación EA 337 que muestra el aspecto del fondo registrado con el cristal de 38 kHz. El fondo marino es muy regular y suavemente inclinado.

• EA 338

Aunque en el perfil sísmico obtenido se presentan muchos picos batimétricos que corresponden a errores en la adquisición, se puede interpretar que allí se presenta un fondo marino plano, subhorizontal y relativamente regular; la profundidad es de aproximadamente -940 m (Figura 15). Para esta estación no se obtuvo lectura de la dureza relativa del sustrato.

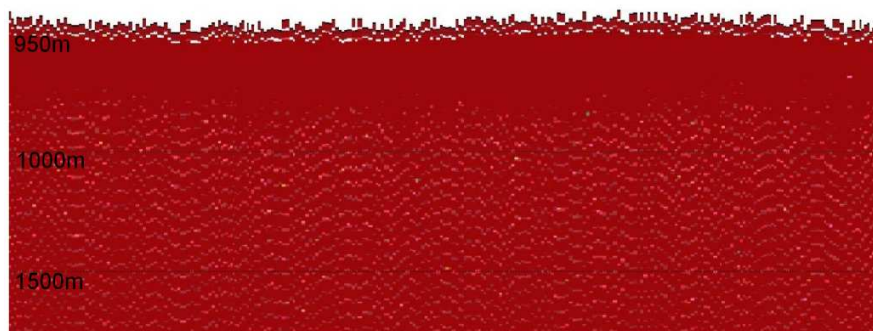


Figura 15. Perfil sísmico correspondiente a la estación EA 338 que muestra el aspecto del fondo registrado con el cristal de 38 kHz. El fondo marino es muy regular y suavemente inclinado.

• EA 339

El perfil de esta estación muestra una apariencia regular y plana con un cambio de pendiente de 3,9° a 2,3°; la profundidad varía entre -710 y -740 m aproximadamente (Figura 16). No se obtuvo información sobre la dureza relativa del sustrato.



Figura 16. Perfil sísmico correspondiente a la estación EA 339 que muestra el aspecto del fondo registrado con el cristal de 38 kHz. El fondo marino es regular y suavemente inclinado con una pendiente que varía entre $3,9^\circ$ y $2,3^\circ$. Las irregularidades batimétricas en el fondo son errores en la adquisición.

• EA 341

El fondo asociado a esta estación muestra una tendencia horizontal hasta la parte media, donde hay un cambio de inclinación que alcanza $1,6^\circ$; el aspecto del fondo es plano y relativamente regular, no obstante la presencia de picos batimétricos que son errores de adquisición; la profundidad varía entre -900 y -930 m aproximadamente (Figura 17). No se obtuvo registro de la dureza relativa del sustrato.

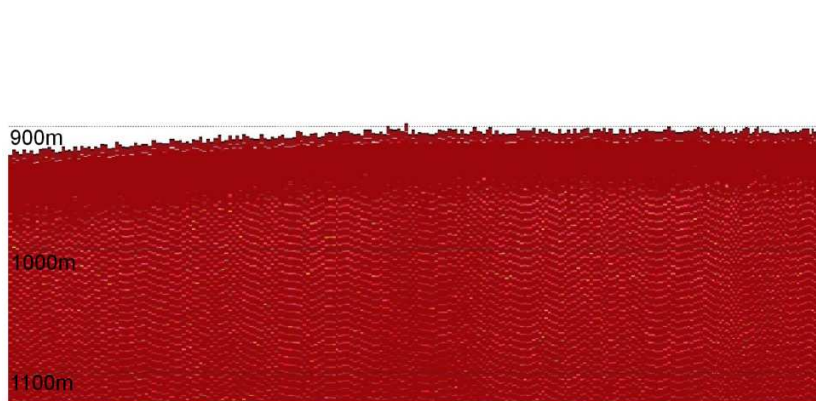


Figura 17. Perfil sísmico correspondiente a la estación EA 341 que muestra el aspecto del fondo registrado con el cristal de 38 kHz. El fondo marino presenta un cambio notorio de pendiente desde horizontal hasta $1,6^\circ$. Las irregularidades batimétricas en el fondo son errores en la adquisición.

- **EA 342**

En esta estación se presenta un fondo marino muy regular, de apariencia plana y suavemente inclinado con un ángulo de $0,8^\circ$; la profundidad varía entre -750 y -775 aproximadamente; aunque el registro de dureza relativo no es bueno, se pueden diferenciar algunas tonalidades azules y grises asociadas al reflector del fondo, por lo cual se puede sugerir una dureza de baja a intermedia para este sustrato (Figura 18).

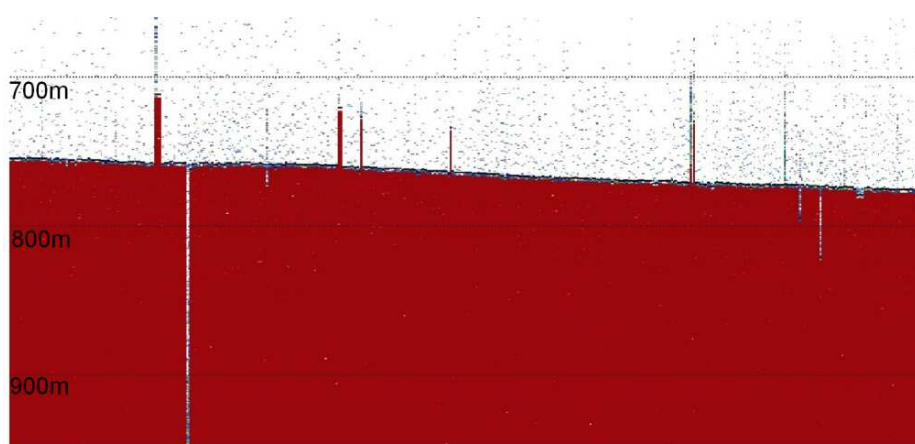


Figura 18. Perfil sísmico correspondiente a la estación EA 342 que muestra el aspecto del fondo registrado con el cristal de 120 kHz. El fondo marino presenta una pendiente muy regular de $0,8^\circ$. Los picos batimétricos en el fondo son errores en la adquisición.

- **EA 343**

En esta estación se observa un fondo irregular y suavemente ondulado con una pendiente promedio de $4,1^\circ$ que se distribuye entre -790 y -830 m de profundidad; el registro sísmico sugiere un sustrato de dureza intermedia (tonalidades amarillas y verdes asociadas al reflector del fondo) (Figura 19).

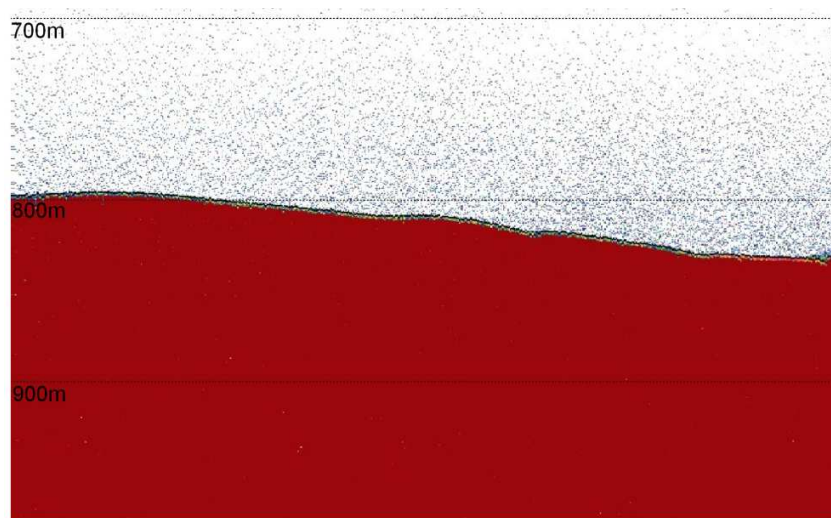


Figura 19. Perfil sísmico correspondiente a la estación EA 343 que muestra el aspecto del fondo registrado con el cristal de 120 kHz. El fondo marino es irregular y ondulado con una pendiente promedio de $4,1^\circ$.

- **EA 344**

El fondo marino asociado a esta estación es muy regular, plano y suavemente inclinado con un ángulo de $1,9^\circ$; la profundidad varía entre -650 y -660 m aproximadamente (Figura 20). No se obtuvo registro de la dureza relativa del sustrato.

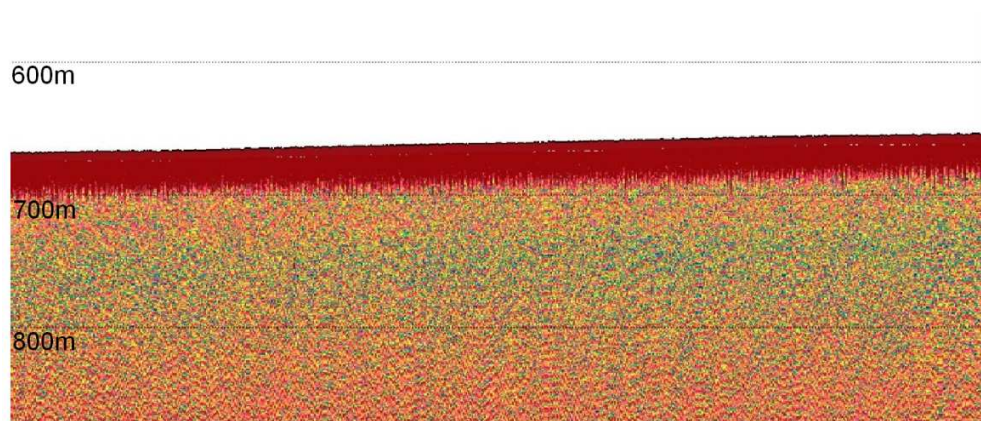


Figura 20. Perfil sísmico correspondiente a la estación EA 344 que muestra el aspecto del fondo registrado con el cristal de 38 kHz. El fondo marino es muy regular y plano con una pendiente de $1,9^\circ$.

- **EA 345**

Esta estación presenta un fondo plano con suaves ondulaciones; su pendiente promedio es de $1,6^\circ$ y las profundidades varían entre -520 y 560 m aproximadamente (Figura 21). No se obtuvo registro de la dureza relativa del sustrato.

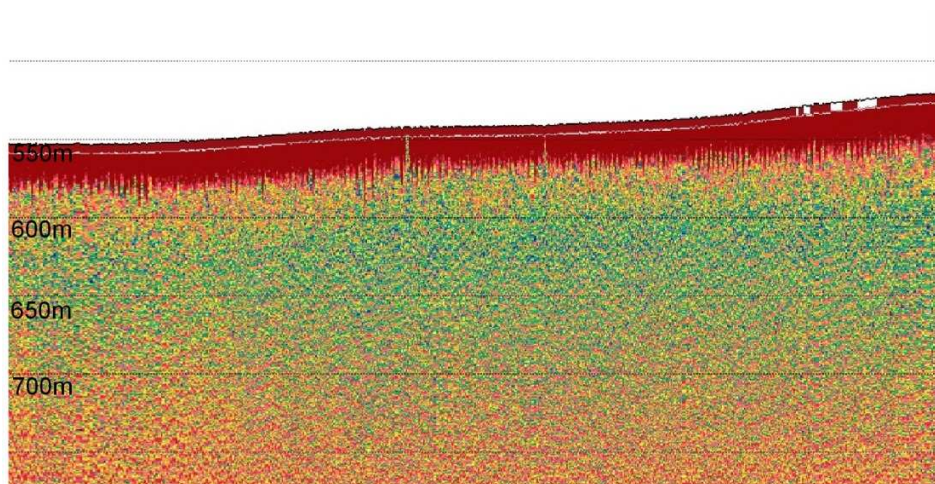


Figura 21. Perfil sísmico correspondiente a la estación EA 345 que muestra el aspecto del fondo registrado con el cristal de 38 kHz. El fondo marino es plano con ondulaciones suaves. La pendiente promedio es de $1,6^\circ$.

1.3 RESULTADOS SEDIMENTOLOGÍA

- Distribución de tamaños de grano**

Al analizar la distribución del tamaño de grano de las siete muestras recolectadas en los bloques TUM OFF 6 Y 7 se observa un predominio de los limos (Tabla 1; Figura 22), con un aumento en el contenido de las arenas hacia el norte desde un valor de 0,7% (EB 334 al suroeste) hasta un valor de 49,7% (EB 345 al noroeste); los contenidos de limo varían entre 50,3% (EB 345) y 99,03% (EB 334), mientras que los de grava están entre 0,0% (EB 333) y 0,2% (EB 341).

De manera general los mayores contenidos de arena (EB 331 y EB 345) se encuentran en la unidad geomorfológica escarpes, la cual está cercana a la Boca del Patía y presenta aportes de sedimentos continentales; en cambio las muestras con mayor contenido de limos (EB 334 y EB 333) están asociadas a las unidades de terrazas y mesetas, las cuales poseen poco o nada de aporte sedimentario del continente.

Tabla 1. Distribución de tamaños en las muestras analizadas para las estaciones de los bloques TUM OFF 6 y 7.

Estación	Profundidad (m)	% Gravas	% Arenas	% Limos
EB 331	320	0,1%	23,2%	76,7%
EB 333	833	0,0%	1,0%	99,0%
EB 334	864	0,0%	0,7%	99,3%
EB 341	894	0,2%	1,1%	98,7%
EB 343	775	0,0%	2,3%	97,7%
EB 344	656	0,0%	2,8%	97,2%
EB 345	570	0,0%	49,7%	50,3%

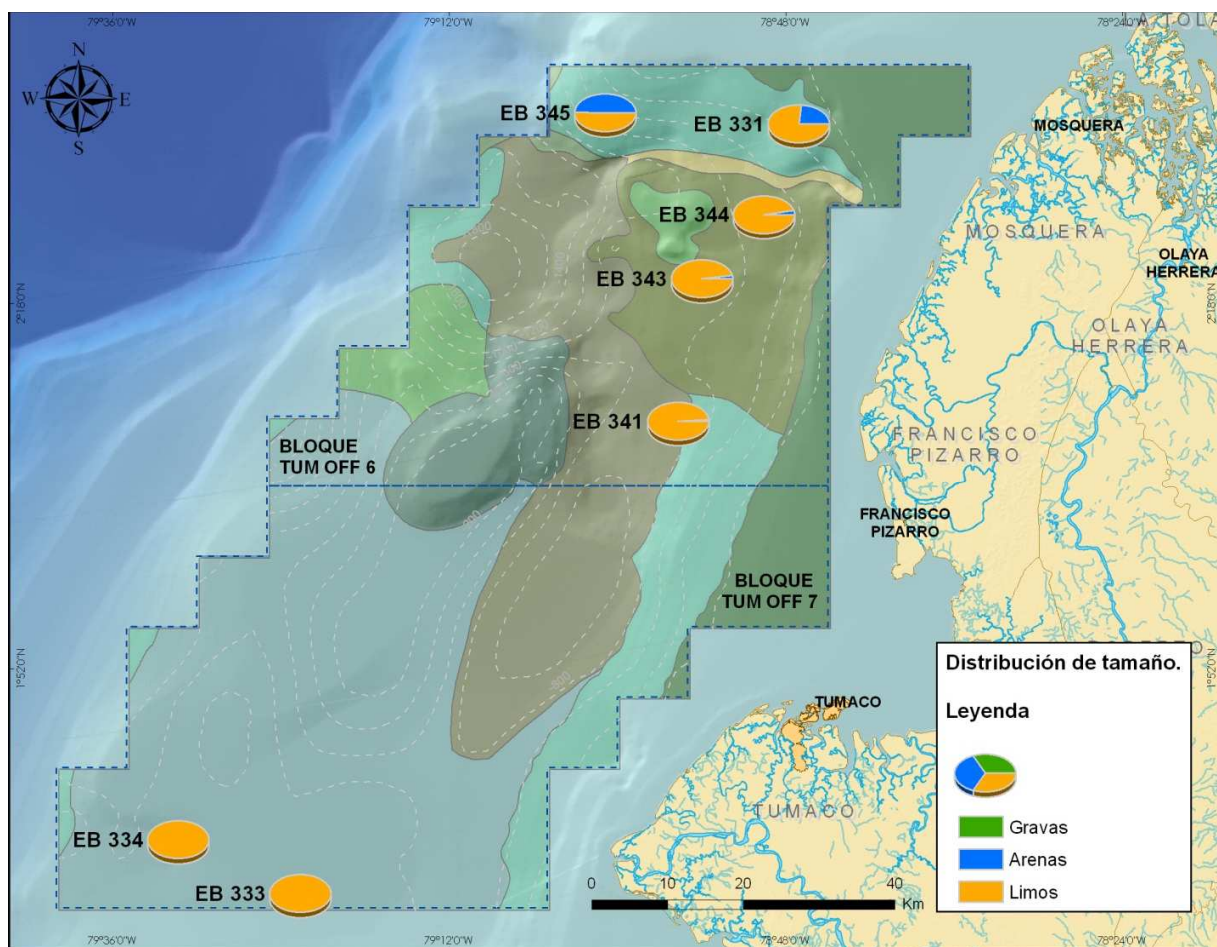


Figura 22. Distribución de tamaños de sedimentos en las muestras analizadas para las estaciones de los bloques TUM OFF 6 y 7.

• Tamaño de grano promedio

Al hacer el análisis para el tamaño promedio de las muestras, se encontró que el limo fue predominante para los Bloques TUM OFF 6 y 7 (Tabla 2; Figura 23). En el bloque TUM OFF 6, frente a la Boca del Patía, se tienen dos muestras con tamaño promedio igual a limo medio y grueso (EB 331 y EB 345), lo cual puede estar relacionado a las cercanías de la Boca del Patía que ocasionan aportes de sedimentos fluviales mientras que el resto de las muestras tienen un tamaño promedio igual a limo fino.

Tabla 2. Tamaño promedio del grano encontrado en las muestras de las estaciones de los bloques TUM OFF 6 y 7.

Estación	Profundidad (m)	Tamaño promedio (Φ)	Nombre sedimento
EB 331	320	5,8985	Limo Medio
EB 333	833	6,9530	Limo Fino
EB 334	864	6,9624	Limo Fino
EB 341	894	6,9439	Limo Fino
EB 343	775	6,9122	Limo Fino
EB 344	656	6,8975	Limo Fino
EB 345	570	4,3490	Limo Grueso

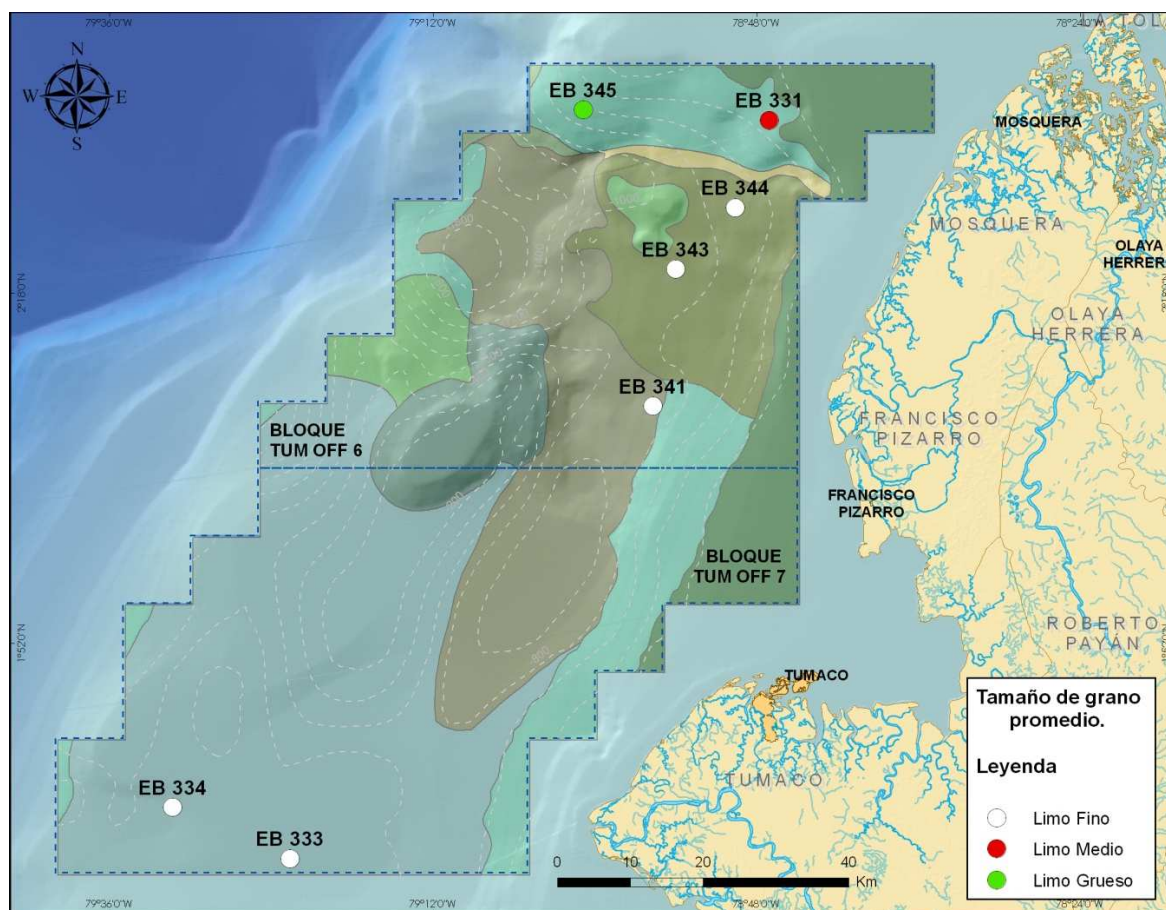


Figura 23. Tamaño de grano promedio de las las estaciones de los bloques TUM OFF 6 y 7.

• Clasificación del sedimento por tamaño de grano

Para la clasificación del sedimento por tamaño de grano se tomó como referencia a Folk (1974), acorde a lo cual el 100% corresponden al grupo de los lodos, de estos el 57% de las muestras analizadas solo tienen la fracción de sedimentos de lodos (Tabla 3; Figura 24) y el 43%

restante contiene lodos con arenas y gravas. Se presentan dos muestras de lodos arenosos levemente gravosos, en las estaciones EB 331 y EB 345, al frente a la boca del Patía, y una última que corresponde a lodo levemente gravoso ubicada frente al cabo manglares (EB 341).

Tabla 3. Clasificación del sedimento por tamaño de grano de las muestras analizadas.

Estación	Profundidad (m)	Clasificación del sedimento
EB 331	320	Lodo Arenoso Levemente Gravoso
EB 333	833	Lodo
EB 334	864	Lodo
EB 341	894	Lodo Levemente Gravoso
EB 343	775	Lodo
EB 344	656	Lodo
EB 345	570	Lodo Arenoso Levemente Gravoso

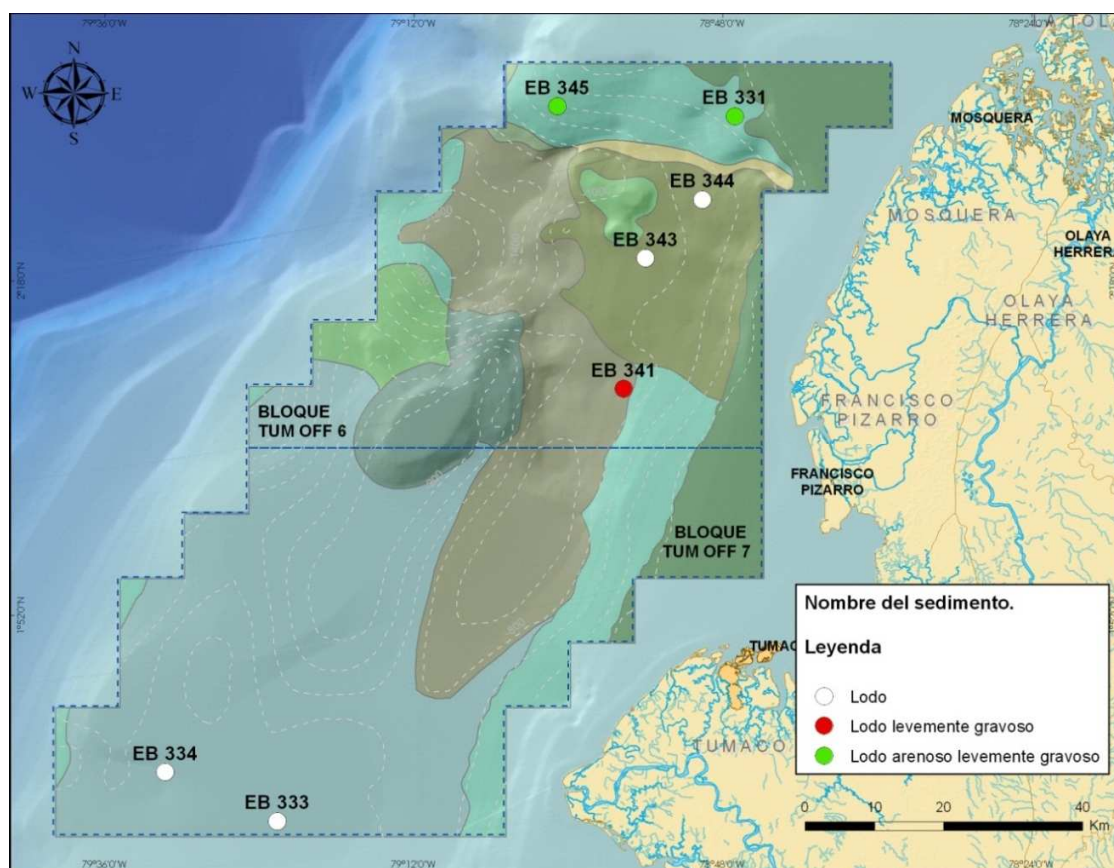


Figura 24. Clasificación del sedimento por tamaño de grano para las estaciones de TUM OFF 6 y 7.

• Selección del sedimento

En las muestras analizadas predominan los sedimentos con selección pobre (Tabla 4; Figura 25). En el bloque TUM OFF 6 al norte, frente a la Boca del Patía se presentan dos muestras con selección muy pobre (EB 331 y EB 345) lo cual conjunto con las demás características ya mencionadas como tamaño, distribución y clasificación indican un medio más turbulento y con mayor energía, que puede ser producto de la desembocadura del Río Patía el cual ha generado una zona de escarpe con una mayor distribución de sedimento.

Tabla 4. Selección del sedimento de las estaciones de los bloques TUM OFF 6 y 7.

Estación	Profundidad (m)	Desviación estándar	Selección
EB 331	320	-0,1425	Selección Muy Pobre
EB 333	833	0,0000	Selección Pobre
EB 334	864	0,0000	Selección Pobre
EB 341	894	0,0000	Selección Pobre
EB 343	775	0,0000	Selección Pobre
EB 344	656	0,0000	Selección Pobre
EB 345	570	0,1501	Selección Muy Pobre

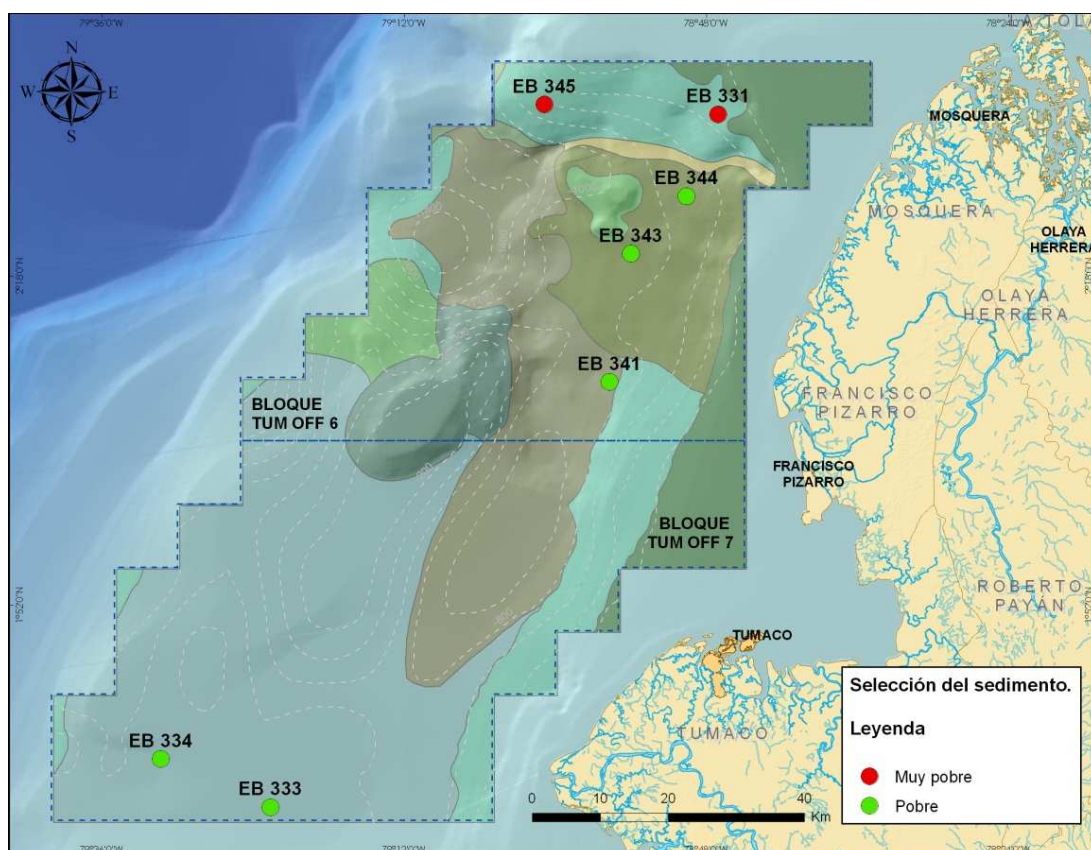


Figura 25. Selección del sedimento de las muestras analizadas para los bloques TUM OFF 6 y 7.

2. OCEANOGRAFÍA

2.1 MÉTODOS

Trabajo en campo

Para realizar la caracterización oceanográfica entre los 200 y 1000 m, se analizaron los datos de temperatura, salinidad y oxígeno tomados durante los días 7, 8 y 9 de diciembre de 2012 en tres estaciones del bloque TUM OFF 6: EC 332, EC 333 y EC 334, para esto se utilizó un perfilador marino CTDO (*Conductivity, Temperature, Depth and Oxygen*) marca Idronaut®. En cada una de las estaciones se obtuvieron perfiles tomando la información desde la superficie hasta donde la profundidad de la estación lo permitía.

Laboratorio y análisis

Los datos adquiridos fueron procesados en el programa *Ocean Data View* y se analizaron como perfiles y como transectos. Adicionalmente, para obtener el contexto oceanográfico del área de estudio y comparar con los datos medidos, se procesaron los datos registrados por el World Ocean Atlas 2009 (WOA09), el cual es un compendio de la climatología de datos *in situ* de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, entre otros parámetros oceanográficos, a profundidades estándar hasta 5500 m y en períodos de tiempo mensual, estacional y anual. Para el análisis se usaron datos de 4 estaciones cercanas a las realizadas durante el crucero (Figura 26).

Para realizar la aproximación a la circulación durante la época del crucero (Diciembre de 2012) se utilizaron las corrientes geostróficas derivadas de información de anomalías del nivel del mar (ANM), los datos derivados de los altímetros JASON-1, TOPEX, ERS-2, ENVISAT y GFO del servicio *CoastWatch* de la NOAA. Los mapas se generaron por interpolación de la ANM correspondiente a un período de 10 días a la fecha seleccionada, utilizando el modelo OCCAM (*Ocean Circulation and Climate Advanced Model*) y con una resolución espacial de 0.25°.

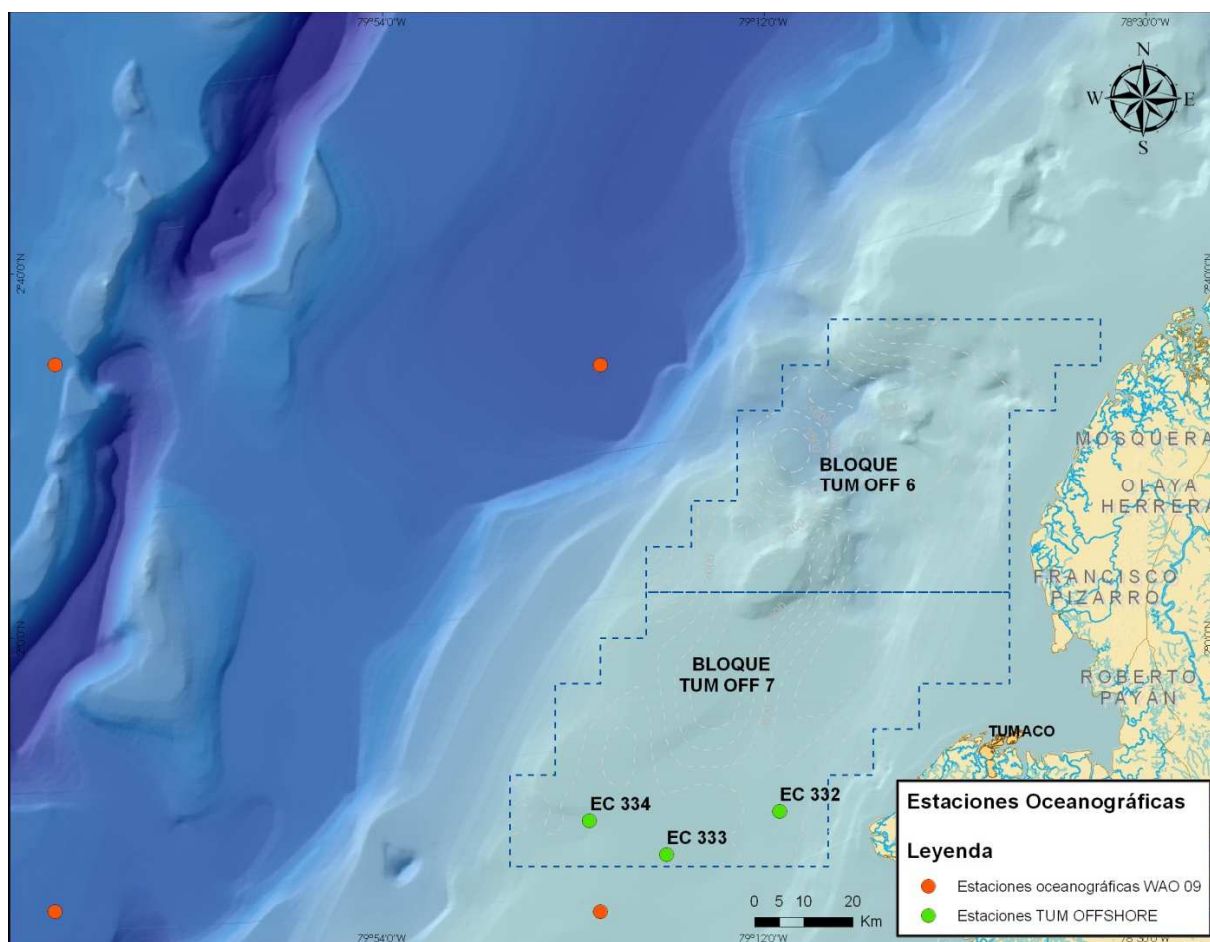


Figura 26. Estaciones oceanográficas evaluadas durante la campaña Tumaco Offshore 2012 y estaciones tomadas de la climatología WOA09.

2.2 RESULTADOS

2.2.1 Contexto climático del Pacífico Sur colombiano

La Cuenca Pacífica Colombiana (CPC) se encuentra en una región donde la presencia de fenómenos atmosféricos y oceánicos como la migración latitudinal de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) y los fenómenos ENOS (El Niño - Oscilación del Sur) influyen en el desarrollo de periodos hidrológicos y meteorológicos locales (Poveda y Mesa, 2000). Estudios climáticos de la zona han permitido realizar caracterización del campo de vientos (Rueda *et al.*,

2007), identificación de masas de aire (Moreno y Villegas, 2008) y descripción de la circulación estacional dentro del *Panamá Bight* (Rodríguez *et al.*, 2003), el cual abarca la CPC y el Golfo de Panamá. Es estudio realizado por el CCCP (2002), presenta la delimitación de cada una de las zonas climáticas en las que se podría dividir la costa Pacífica colombiana, de acuerdo con sus características meteorológicas (Figura 27):

Zona Norte: comprendida desde punta Ardita hasta Pizarro (aproximadamente entre las latitudes 7° 08' y 4° 57' Norte).

Zona Centro: comprendida desde Pizarro hasta punta El Coco – Gorgona (aproximadamente entre latitudes 4°57' y 3° 00' Norte).

Zona Sur: área comprendida desde punta El Coco - Gorgona hasta Cabo Manglares (aproximadamente entre latitudes 3° 00' y 1°36' Norte).

La Zona Sur del Pacífico colombiano (correspondiente al área de estudio) presenta durante el año un sistema de comportamiento definido en sus dos semestres; donde es más estable el primero en relación al comportamiento de los parámetros meteorológicos. El aspecto de lluvias es de tipo monomodal, siendo más fuerte el invierno durante el primer semestre y acentuándose entre los meses de abril a junio; la época de verano corresponde al segundo semestre con un promedio histórico anual de 2300 mm (CCCP, 2002), estando la zona de estudio dentro de este patrón (Figura 28a). La humedad relativa es más regular en el primer semestre, con valores promedio de 86% los cuales son más bien constantes.

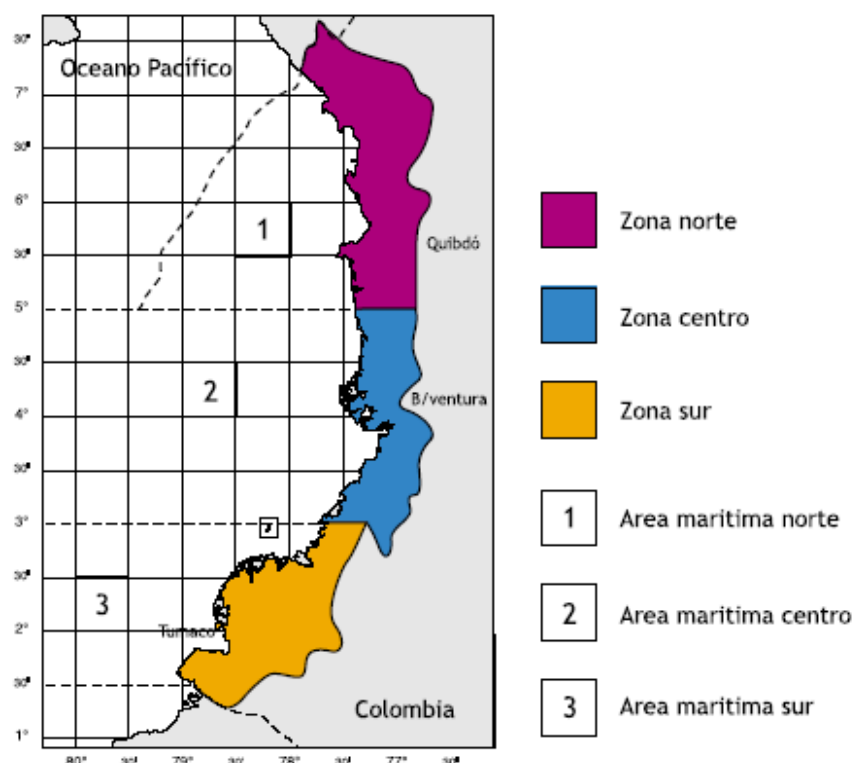


Figura 27. Delimitación de zonas climáticas en el Pacífico colombiano. Fuente: CCCP, 2002.

El campo de vientos en el Pacífico colombiano tiene un comportamiento estacional semestral. Rueda *et al.* (2007) realizaron una caracterización espacio-temporal de los vientos superficiales sobre la CPC y el Golfo de Panamá, en el cual a partir de datos *in situ* y sensores remotos, reportaron que para el primer semestre, los vientos Alisios del noreste (NE) y el jet de Panamá se manifiestan sobre la CPC con intensidades promedio entre los 5 y 7 m/s; mientras que el segundo semestre, la ZCIT y el jet de Panamá se ausentan de la CPC presentándose un predominio de los vientos alisios del suroeste (SW). Dada la ubicación geográfica de los bloques objeto de estudio, esta zona está expuesta constantemente a vientos predominantes del W (Figura 28b).

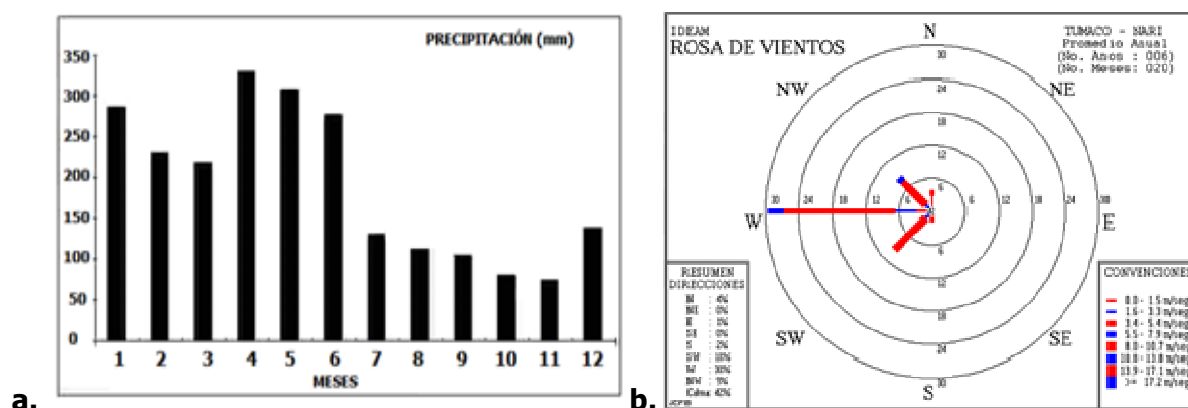


Figura 28. a. Climatología de precipitación. b. Rosa de vientos anual en el Aeropuerto La Florida de Tumaco. Fuente: IDEAM.

2.2.2 Contexto oceanográfico del Pacífico Sur colombiano

La oceanografía en el Pacífico colombiano ha sido objeto de estudio por diferentes instituciones, siendo DIMAR-CCCP quien encabeza el mayor número de publicaciones derivados de la realización de cruceros oceanográficos sobre toda la cuenca (CCCP, 2002). Estos trabajos han estado enfocados a estudiar características termohalinas y determinar el efecto de fenómenos océano-atmosféricos en ellas (Villegas, 1997; Villegas, 2002; Villegas y Málikov, 2006; Díaz *et al.* 2008; Díaz, 2009; Villegas y Málikov, 2009), sin embargo, estudios hidrodinámicos son escasos en el Pacífico. Se destacan los realizados en la bahía de Buenaventura sobre corrientes y nivel del mar efectuados por DIMAR-CCCP (Otero, 2004; Otero, 2005) y el de Escobar (1999).

En general, para la CPC las variaciones de salinidad y temperatura son muy marcadas entre la zona costera y la región oceánica, y un poco menos entre las zonas norte y sur; identificándose salinidades altas en la región oceánica y bajas en la región costera, además de valores de temperatura mayores en la zona norte con respecto a los de la zona sur. La zona sur de la CPC presenta en las capas superficiales dos máximos de temperatura durante los meses de junio-julio y diciembre-enero (29°C) y dos mínimos entre febrero-marzo y septiembre-octubre (26,7°C) influenciados por las corrientes marinas y la dirección de los vientos. La salinidad superficial del mar está influenciada por la precipitación y el aporte de los ríos, así como por el cambio de la dirección de los vientos. Según los análisis realizados por el CCCP (2002), en

general para la región de la CPC se ha observado que las variaciones espaciales son muy marcadas entre la zona costera y la oceánica, de tal forma que a cero (0) metros la salinidad es menor hacia la costa que en el océano abierto. Asimismo, se reportan que los máximos de salinidad para la cuenca se presentan en marzo, cuando los promedios en el sector oceánico alcanzan valores de 33,6 y de 32,2 en la zona costera (4°-7°N); en contraste, los registros mínimos ocurren en diciembre donde los valores no son mayores de 31,6 en zona oceánica y de 30 en la costa, lo cual coincide con la época en la que los caudales y precipitaciones son mayores.

Respecto a las variaciones en columna, de acuerdo con CCCP (2002), para el transecto de latitud sur (2°N entre los 79°W y los 82°W), las isotermas horizontales permanecen constantes en la costa; siendo más profundas en los primeros meses del año y para agosto y octubre se elevan a aguas más superficiales. En los primeros 20 m de profundidad, aparece casi durante todo el año una capa homogénea con temperaturas constantes de 27°C en la costa de la bahía de Tumaco y 26°C en las aguas oceánicas. Por debajo de esta capa, se encuentra la termoclina, de 30 - 50 m de grosor y una variación de la temperatura a nivel vertical entre 26°C a 18°C.

Respecto a la salinidad, la capa superficial está fuertemente estratificada (haloclina) hasta los 50 metros entre marzo y junio; a 70 metros en febrero y a 80 metros entre agosto y diciembre. Los valores superficiales son menores en la costa (79° - 79°30' W) y van aumentando hacia la región oceánica. El límite inferior de la haloclina presente es 34.4 en febrero; 34.6 de marzo a junio; 34.8 en agosto, noviembre y diciembre; y 35 en septiembre y octubre. El límite inferior se incrementa a final del año, debido a que la temperatura superficial aumenta. Desde agosto la salinidad aumenta en toda la columna de agua y sigue así hasta un máximo de 35.5 en septiembre y octubre, para luego disminuir en noviembre y diciembre a 35. En la distribución, con respecto a la profundidad, se observa un aumento en los valores hasta un máximo subsuperficial a los 150 m, a partir del cual disminuye aunque en menor proporción hasta los 500 m.

La circulación oceánica dentro de la CPC y el Golfo de Panamá, fue descrita por Rodríguez *et al.* (2003) a partir de la observación satelital de vientos, altimetría y temperatura superficial del mar (TSM), analizando imágenes a una resolución espacial de 0.25° en latitud y longitud. En

ese trabajo se reportaron dos patrones estacionales de circulación dentro del área de estudio, una circulación anticiclónica en época seca y una ciclónica en época de lluvias, patrones que resultaron directamente influenciados por la migración latitudinal de la ZCIT, la cual se ubica entre 8° y 10°N en época seca y alrededor de 2°N en época de lluvia (Figura 29). Para los primeros meses del año se observa la manifestación de la Corriente de Colombia, la cual se mueve en sentido contrario a las manecillas del reloj, con dirección predominante NNE y se manifiesta con toda intensidad entre Cabo Manglares y Punta del Coco. Esta corriente arrastra agua de baja salinidad hacia el norte a lo largo de la costa colombiana y permite la entrada de aguas oceánicas de temperaturas más bajas provenientes del frente ecuatorial de transición.

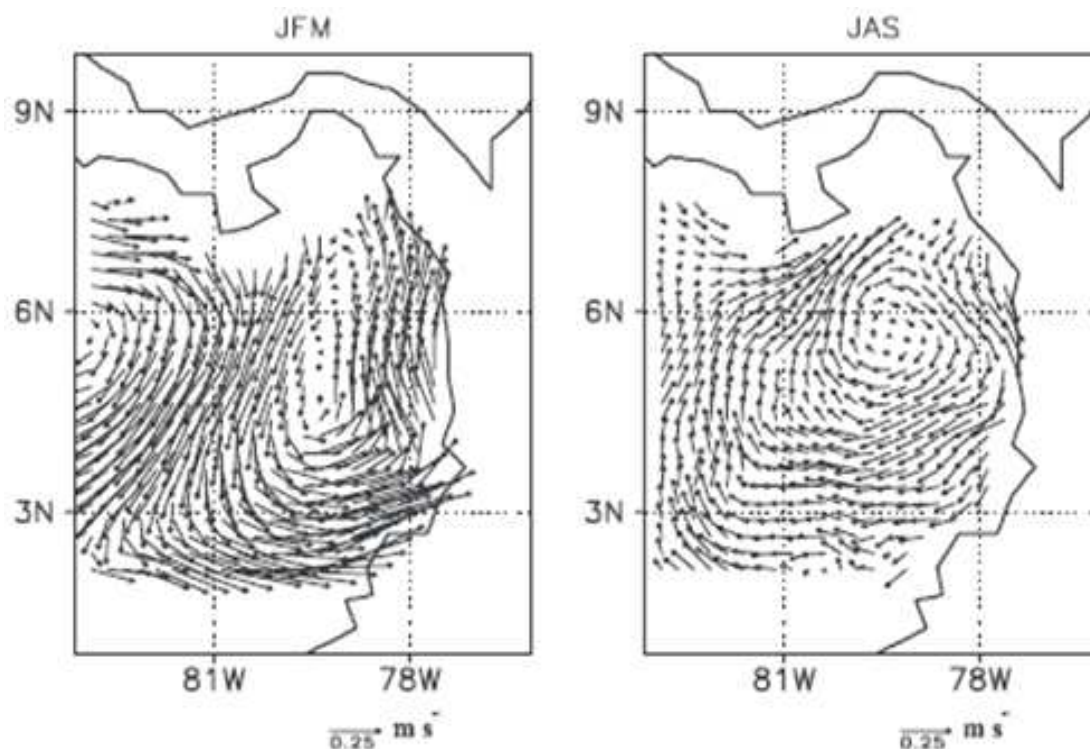


Figura 29. Corrientes geostróficas: JFM (Enero, febrero, marzo); JAS (Julio, agosto, septiembre). Tomado de Rodríguez *et al.* (2003).

2.2.3 Caracterización fisicoquímica

El patrón de estratificación térmica y salina de la columna en el transecto delimitado por las tres estaciones TUM OFF, siguió la tendencia típica que ha sido descrita para ambientes tropicales. Para el periodo de estudio (diciembre de 2012), la distribución vertical de la temperatura mostró tres capas claramente diferenciadas (Figura 30) y sin evidencia de afloramientos en la zona. Una capa superficial entre 20°C y 26°C, de aproximadamente 40 m de espesor y limitado inferiormente por la isoterma de 20°C. Otra capa sub-superficial, de aproximadamente 350 m de espesor con variaciones entre 10°C y 15°C y una capa intermedia más fría y profunda, hasta la máxima profundidad medida (700 m) y con temperaturas ente 5°C y 10°C. Por convención oceanográfica, los perfiles medidos no presentaron capa profunda, puesto que no se superaron los 1000 m en profundidad. Por su parte, la salinidad resultó más estratificada en los primeros 50 metros con fuertes variaciones entre 31 y 35. Posterior a esta profundidad, la columna de agua mostró una distribución homogénea de la salinidad con valores alrededor de los 35 (Figura 31). Esta fuerte estratificación de la salinidad en los primeros metros ya había sido reportada por CCCP (2002) para un transecto a lo largo de 2°N, estudio en cual se menciona que la mayor profundización de la haloclina (hasta 80 m) se logra entre los meses de agosto y diciembre.

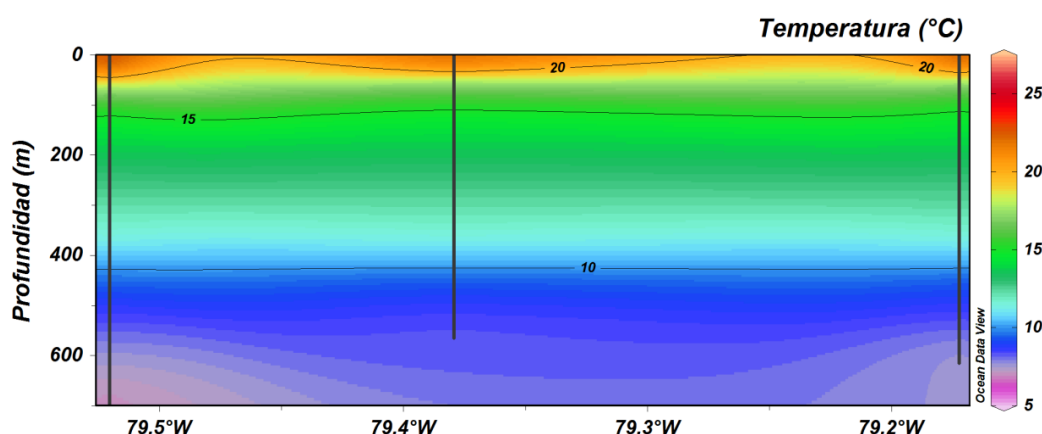


Figura 30. Distribución vertical de la temperatura en el transecto delimitado por las tres estaciones realizadas en diciembre de 2012. Las líneas verticales negras indican las estaciones: derecha EC 332, centro EC 333 izquierda EC 334.

Para el mes de diciembre, el campo de vientos en la zona sur (Figura 28b) recibe la influencia de vientos del SW y aunque en el norte de la CPC se reactiva el Jet de Panamá ocasionado por la intensificación de los Alisios del NE, el segundo semestre del año exhibe mayores magnitudes que el primero, siendo septiembre el mes con mayores vientos provenientes del SW (Rueda *et al.*, 2007). Esta influencia atmosférica altera los procesos de mezcla en los primeros metros de la columna de agua y ocasiona un descenso en la temperatura, comportamiento característico del mes de diciembre donde la termoclina de 15°C desciende hasta los 100 m (CCCP, 2002), característica observada durante este crucero. El campo de vientos también altera la salinidad en la columna de agua, puesto que septiembre exhibe los mayores valores de esta variable en superficie y en columna (CCCP, 2002); mientras que diciembre presenta valores intermedios entre los máximos de septiembre y mínimos en febrero.

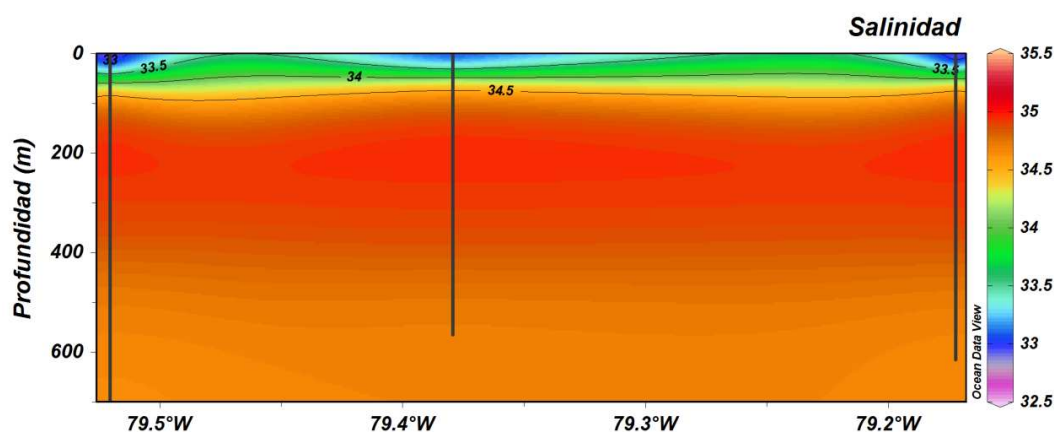


Figura 31. Distribución vertical de la salinidad en el transecto delimitado por las tres estaciones realizadas en diciembre de 2012. Las líneas verticales negras indican las estaciones: derecha EC 332, centro EC 333 izquierda EC 334.

La distribución vertical de oxígeno mostró varias capas. Una capa superficial con los mayores valores, debido al intercambio con la atmósfera y producción de oxígeno por procesos biológicos. A lo largo del transecto, las variaciones de oxígeno resultaron homogéneas en las 3 estaciones, siendo la estación más alejada de la costa (EC 334) la que presentó los menores valores de oxígeno entre los 400 y 500 m (Figura 32).

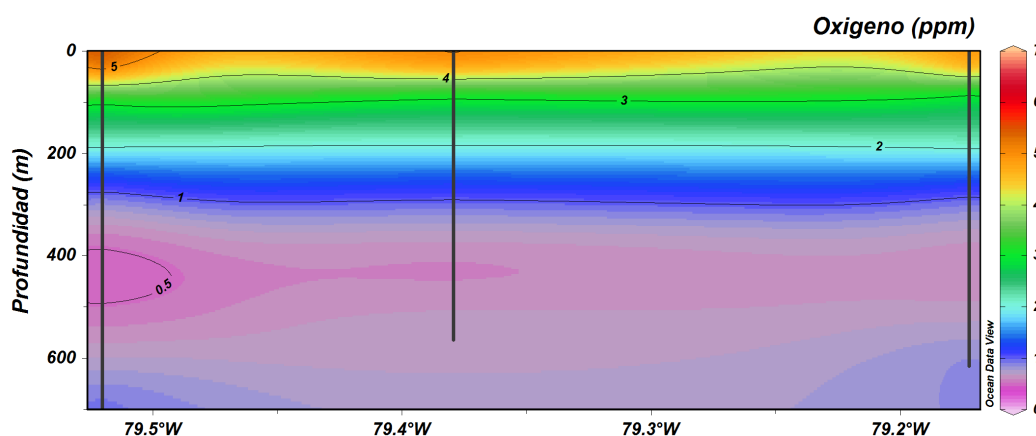


Figura 32. Distribución vertical del oxígeno en el transecto delimitado por las estaciones evaluadas en diciembre de 2012. Las líneas verticales negras indican las estaciones: derecha EC 332, centro EC 333 izquierda EC 334.

La distribución vertical de temperatura permite identificar si determinadas masas de agua o capas sub-superficiales ascienden a zonas de menor profundidad por procesos de circulación local como surgencias, o lo contrario; si aguas de mayor temperatura en superficie, provenientes de afluentes o tributarios continentales se mezclan con las aguas oceánicas generando procesos de mezcla del tipo estuarinos. La distribución del perfil de temperatura en el área de estudio para diciembre de 2012 (Figura 33a) presentó características propias de aguas tropicales, con una capa superficial entre los 0 y 50 m por encima de los 20°C con máximos valores en superficie de 26.5°C y limitada inferiormente por la termoclina estacional; una zona sub-superficial hasta los 400 m con temperaturas entre 10°C y 15°C y una zona intermedia con las menores temperaturas del perfil y hasta la máxima profundidad medida (700 m).

Los perfiles de salinidad (Figura 33b) mostraron una fuerte transición en la capa superficial (0-50 m); con valores entre 31.5 y 35 indicando una fuerte dilución del agua en esta zona, encontrándose los menores valores de este parámetro en la estación más cercana a la costa (EC 332), comportamiento atribuido a la influencia del río Mira. Después de los 50 m, la salinidad presenta un comportamiento homogéneo con una leve disminución de 0.2 después de los 400 m.

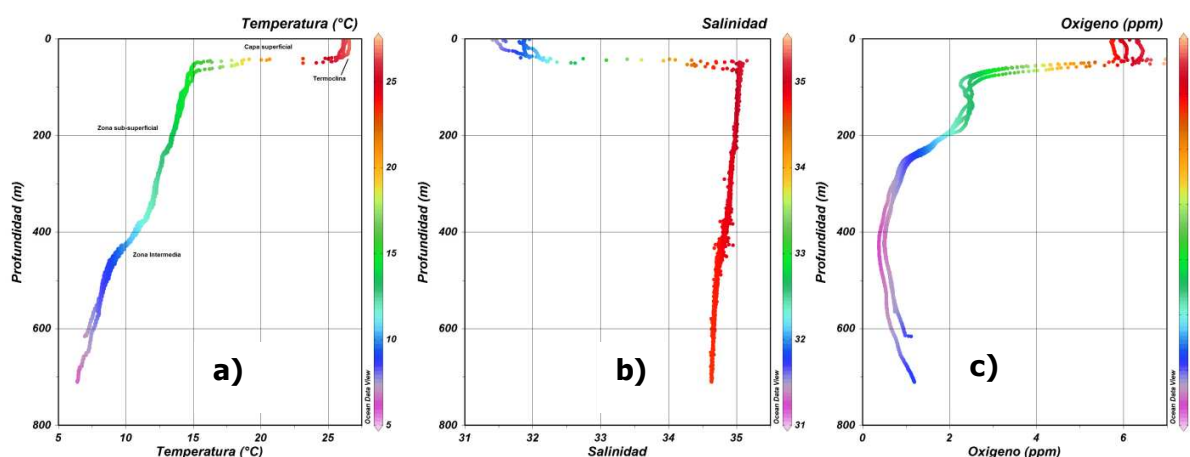


Figura 33. Perfil de temperatura (a), salinidad (b) y oxígeno (c) en las estaciones medidas.

De otro lado, en los perfiles de oxígeno se advierte el comportamiento esperado (Figura 33c), con mayores valores en superficie debido al intercambio con la atmósfera y producción por fotosíntesis, alcanzando valores alrededor de los 6 ppm en los primeros 50 m y con un leve incremento a esta profundidad que puede estar asociado con la presencia de un máximo sub-superficial de clorofila. Después de los 50 m y hasta los 200 m, el oxígeno desciende a valores entre 2 ppm y 3 ppm, asociado a la disminución de la actividad fotosintética por la disminución de la penetración de la luz. Otro factor a tener en cuenta es que la salinidad después de los 50 m se incrementa, reduciendo la capacidad de solubilidad del oxígeno. Finalmente, después de los 200 m, los valores vuelven a descender hasta 0,39 ppm a los 400 m, donde se encuentra el núcleo de la zona de mínimo oxígeno, como ha sido reportado para el Pacífico sudeste por otros autores (CPPS, 2010).

Desde el punto de vista físico, el oxígeno registra una variación de las concentraciones a diferentes profundidades del océano a causa del efecto del viento en la capa de mezcla, el coeficiente extinción de luz y la presencia de una zona de mínimo oxígeno; mientras que para perfiles mayores a los 1000 m (zona profunda), también entran en juego el aporte de oxígeno ocasionado por las corrientes de fondo. El análisis de los perfiles demuestra que, por debajo del estrato superficial, el cual está en permanente contacto con la atmósfera, la temperatura y la salinidad son propiedades conservativas, es decir, sólo pueden ser cambiadas a través de mezclas y advección; mientras que el oxígeno es afectado por procesos biológicos y químicos y en consecuencia es una propiedad no conservativa.

Finalmente, el análisis de masas de agua reveló la presencia de cuatro masas de agua para la zona de estudio y la época medida (Figura 34a). El AST (Agua Superficial Tropical: $T > 25^{\circ}\text{C}$ y $S < 34$), cuyas bajas salinidades se debe probablemente a la dilución por precipitación y aportes de ríos; el ASE (Agua Superficial Ecuatorial: $T < 25^{\circ}\text{C}$ y $S > 34$), característica del Pacífico ecuatorial oriental; el ASsSt (Agua Sub-superficial Sub-tropical: $19^{\circ}\text{C} < T < 25^{\circ}\text{C}$ y $34.5 < S < 35.5$) que tiene su núcleo alrededor de los 200 m y el AIP (Agua Intermedia del Pacífico: $4^{\circ}\text{C} < T < 9^{\circ}\text{C}$ y $34 < S < 35$) que tiene su núcleo a los 500 m y se encuentra en todo el océano Pacífico (Magaña, 2004). Las masas de agua obtenidas para el crucero de diciembre de 2012 (Figura 4.5 a) fueron comparadas con las obtenidas a partir de los datos de temperatura y salinidad de la climatología WOA09 para el mes de diciembre (Figura 34b). Las masas de agua encontradas en el crucero corresponden a las esperadas para esta época del año, con algunas diferencias en la capa superficial donde la salinidad medida fue menor que la esperada.

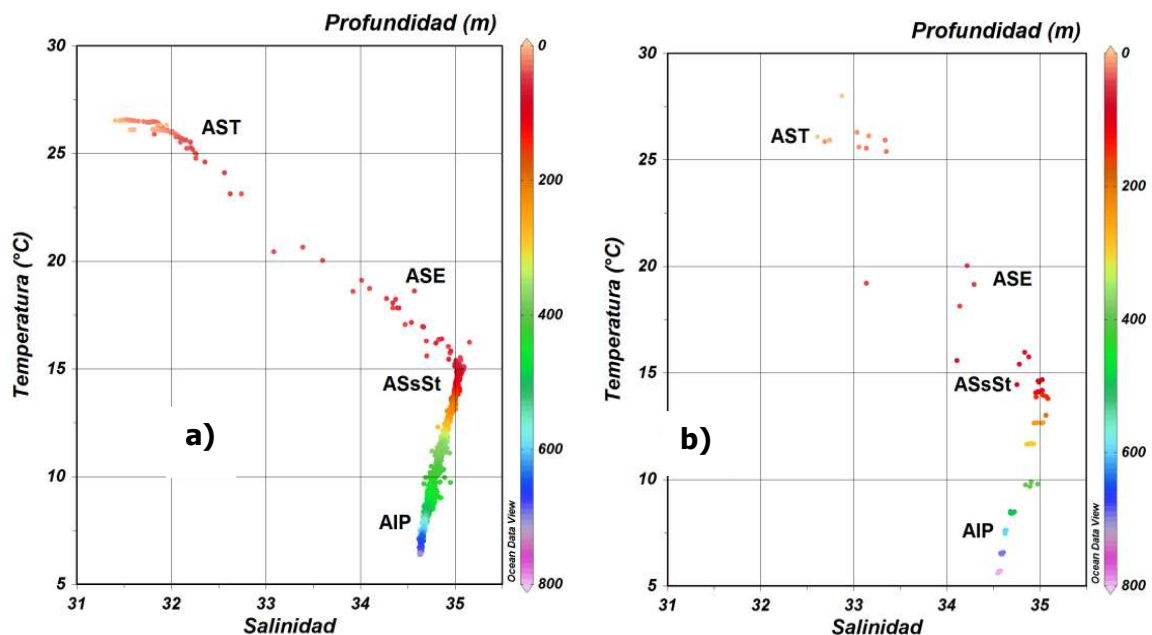


Figura 34. Masas de agua en la zona de estudio: a. Identificadas en la zona TUM OFF durante la campaña en diciembre de 2012; b. Identificadas a partir de la climatología WOA09 del mes de diciembre. AST (Agua Superficial Tropical), ASE (Agua Superficial Ecuatorial), ASsSt (Agua Sub-superficial Subtropical) y AIP (Agua Intermedia del Pacífico).

2.2.4 Circulación

El flujo geostrófico es la circulación en el estado estacionario donde están equilibradas la fuerza del gradiente de presión y la fuerza de Coriolis; sin embargo, más cerca de la superficie y de las fronteras, las corrientes geostróficas son modificadas por fuerzas adicionales. Esta aproximación fue usada en el presente estudio en ausencia de datos de campo; sin embargo, es importante considerar que en la superficie ocurren otros procesos como la mezcla por el viento o descargas continentales locales que influyen en la dinámica.

Ejemplos de esta aproximación se presentan en la Figura 35, donde se muestran las corrientes para los días 10, 18 y 20 de diciembre de 2012, días en que fueron tomadas muestras de plancton y donde se evidencia que en los puntos más alejados de la costa se manifiesta la Corriente de Colombia y el patrón descrito por Rodríguez *et al.* (2003) para esta época del año. Para los días evaluados, las corrientes después del meridiano 80°W son similares; sin embargo, frente de la bahía de Tumaco, las corrientes son mayores los días 10 y 18 de diciembre, observándose para el día 10 dos celdas de circulación anticiclónica al norte y sur de la bahía con elevados valores, los cuales pueden estar asociados a las descargas de los ríos Patía (al norte) y Mira (al sur). Para el día 18 se presenta una sola celda de circulación anticiclónica frente a la bahía, la cual desaparece para el día 20 y las magnitudes decrecen sustancialmente. El comportamiento exhibido para los días evaluados revela la alta dinámica de la zona costera para esta área en particular, la cual está influenciada por la descarga de dos importantes ríos, tiene una configuración fisiográfica particular (bahía abierta) y está sujeta a un amplio rango mareal, típico del Pacífico colombiano; dinámica que puede llegar a condicionar la distribución espacial y temporal de algunos parámetros fisicoquímicos, así como de organismos planctónicos.

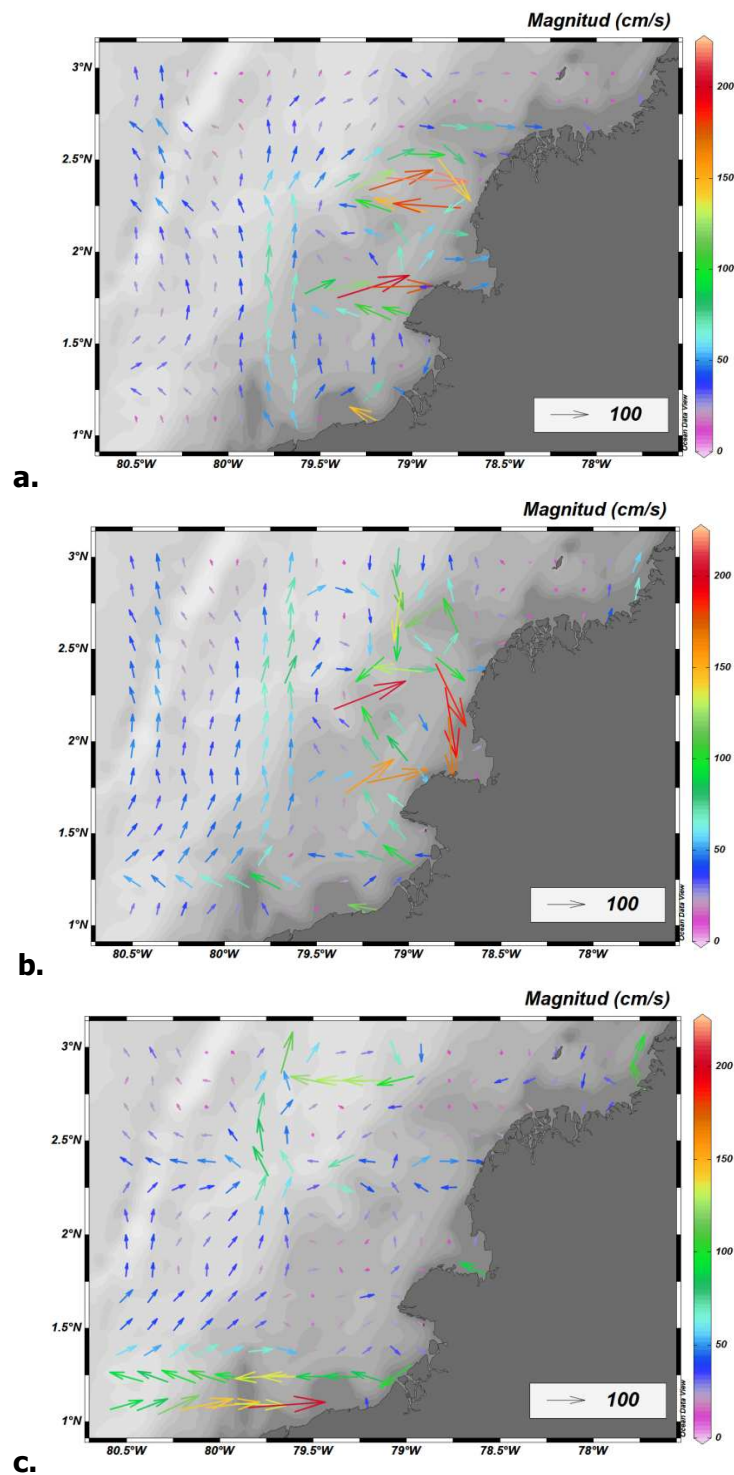


Figura 35. Corrientes geostróficas registradas: a. 10/12/2012; b. 18/12/2012; c. 20/12/2012. Fuente: <http://www.aoml.noaa.gov/phod/dataphod/work/trinanes/INTERFACE/index.html>

REFERENCIAS

- ANH – Agencia Nacional de Hidrocarburos. 2012. Modelo de batimetría multihaz de la Cuenca de Tumaco. Consultado el 21 de noviembre de 2012. Disponible en http://anh.gov.co/media/métodos%20remotos/Batimetria_Cuenca_Tumaco_Offshore.pdf
- Audemard, F. y F. Audemard. 2002. Structure of the Mérida Andes, Venezuela: relations with the South America-Caribbean geodynamic interaction. *Tectonophysics*, 345: 299-327.
- CCCP. 2002. Compilación oceanográfica de la Cuenca Pacífica Colombiana. Colombia. Ed. Centro Control Contaminación del Pacífico – CCCP, Tumaco. 124 p.
- Cediel F., R. Shaw y C. Cáceres. 2003. Tectonic assembly of the northern Andean Block. 815-848 p.p. En: Bartolini, C., R. Buffler and J. Blickwede (eds.). The circum-gulf of Mexico and Caribbean: Hydrocarbon habitats, basin formation and plate tectonics. AAPG Memoir, 79.
- Cortés M. y J. Angelier. 2005. Current states of stress in the northern Andes as indicated by focal mechanisms of earthquakes. *Tectonophysics*, 403: 59–75.
- CPPS. 2009. Informe final XII crucero regional conjunto de investigación oceanográfica en el Pacífico Sudeste. Septiembre-Octubre de 2009.
- Díaz, D. 2009. Migración de la Zona de Convergencia Intertropical y su posible relación con las Zonas de Surgencia en la Cuenca del Pacífico colombiano. Tesis de Maestría (Meteorología), Universidad Nacional de Colombia-Bogotá. Bogotá. 85 p.
- Díaz, D., N. Villegas e I. Málikov. 2008. Ascenso de las aguas de la Cuenca del Pacífico colombiano durante el año y su relación con factores meteorológicos asociados a la Zona de Convergencia Intertropical. *Revista Institucional Universidad Tecnológica del Chocó*, 27(2): 200-206.
- Duncan R.A. y R.B. Hargraves. 1984. Plate tectonic evolution of the Caribbean region in the mantle reference frame. *Geological Society of America Bulletin Memoir*, 162: 81-93.
- Escobar, A. 1999. Estudio hidrodinámico de la Bahía de Buenaventura. Trabajo de grado (Ingeniero civil), Universidad del Valle - Facultad de Ingeniería. Cali. 45 p.
- GEBCO. 2008. General Bathymetric Chart of the Oceans –GEBCO. British Oceanographic Data Centre. Consultado el 14 de mayo de 2010. Disponible en <http://www.bodc.ac.uk/data/>
- Folk, R.L. 1974. Petrology of sedimentary rocks. Hemphill Publishing Company, Austin. 184 p.
- Herd, D.G., T.L. Youd, H. Meyer, J.L. Arango, W.J. Person y C. Mendoza. 1981. The great Tumaco, Colombia earthquake of December 1979. *Science*, 211: 441-445.
- IDEAM, IGAC, IAVH, Invemar, Sinchi e IIAP. 2007. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales-Ideam, Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales-Ideam, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Instituto de

- Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andreis, Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá D.C. 276 p.: ils. mapas a colores + 1 CD-ROM, 37 planchas.
- INGEOMINAS. 2000. Sismicidad registrada por la Red Sismológica Nacional de Colombia (Junio de 1993 a Diciembre de 1999). Mapa a escala 1:2000000.
- INGEOMINAS. 2004. El sismo de Pizarro (Bajo Baudó, Chocó) del 15 de noviembre de 2004: parámetros de la fuente, movimiento y fuertes daños. Informe interno INGEOMINAS, Bogotá. 75 p.
- Invemar-ANH. 2010. Especies, ensamblajes y paisajes de los bloques marinos sujetos a exploración de hidrocarburos. Caracterización de la megafauna y el plancton del Pacífico colombiano. Informe técnico de avance ANH-INVEMAR Fase II - Pacífico. Santa Marta. 226 p.
- Kellogg, J.N. y W.E. Bonini. 1982. Subduction of the Caribbean Plate and basement uplifts in the overriding South American Plate. *Tectonics*, 1(3): 251–276.
- Kellogg, J., T. Dixon y R. Neiland. 1989. Central and South American GPS Geodesy. *EOS Transactions American Geophysical Union*, 70: 649-656.
- Magaña, V. 2004. Los impactos de El Niño en México. Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México, Secretaría de Gobernación. México, 229 p.
- Meyer, H., J.A. Mejía y A. Velásquez. 1992. Informe preliminar sobre el terremoto del 19 de noviembre de 1991 en el Departamento del Chocó. Publicaciones Ocasionales OSSO - Universidad del Valle, Cali. 13 p.
- Molina, A. y M.L. Mirmand. 1992. Estudio sedimentológico de la plataforma continental norpacífica colombiana (Bahía de Buenaventura-frontera con Panamá). *Boletín Científico CIOH*, 10: 27-36.
- Moreno, L. y N. Villegas. 2008. Análisis de la relación entre masas de aire y masas de agua superficiales sobre la Cuenca del Pacífico colombiano para el establecimiento de estaciones hidrometeorológicas de monitoreo. *Boletín Científico CIOH*, 26: 187–205.
- OBIS - Ocean Biogeographic Information System. 2012. Base de datos. Consultado el 21 de noviembre de 2012. Disponible en <http://iobis.org/es/home-es/>
- Otero, L.J. 2004. Determinación del régimen medio y extremal del nivel del mar para la bahía de Buenaventura. *Boletín Científico CCCP*, 11: 30-41.
- Otero, L.J. 2005. Aplicación de un modelo hidrodinámico bidimensional para describir las corrientes y la propagación de la onda de marea en la bahía de Buenaventura. *Boletín Científico CCCP*, 12: 9-21.
- Poveda, G. y O. Mesa. 2000. On the Existence of Lloró (the Rainiest Locality on Earth): Enhanced Ocean-Lando-Atmosphere Interaction by a Low-Level Jet. *Geophysical Research Letters*, 27(N): 1675–1678.
- Restrepo, J.D., B. Kjerfve, I.D. Correa y J. González. 2002. Morphodynamics of a high discharge tropical delta, San Juan River, Pacific coast of Colombia. *Marine Geology*, 192: 355-381.

- Rueda, J., E. Rodríguez-Rubio y J. Ortiz. 2007. Caracterización espacio temporal del campo de vientos superficiales del Pacífico colombiano y el golfo de Panamá a partir de sensores remotos y datos in situ. *Boletín Científico CCCP*, 14: 49-68.
- Taboada A., L.A. Rivera, A. Fuenzalida, A. Cisternas, H. Philip, H. Bijwaard, J. Olaya, y C. Rivera. 2000. Geodynamics of the northern Andes: Subductions and intracontinental deformation (Colombia). *Tectonics*, 19(5): 787–813.
- Trenkamp R., J. Kellogg, J. Freymueller y H. Mora. 2002. Wide plate margin deformation, southern Central America and northwestern South America, CASA GPS observations. *Journal of South American Earth Sciences*, 15(2): 157-171.
- SIBM - Sistema de Información sobre Biodiversidad Marina. 2012. Base de datos. Consultado el 25 de noviembre de 2012. Disponible en <http://siam.invemar.org.co/siam/sibm/index.jsp>
- Vargas, C.A., P. Mann y C. Gómez. 2012. Morphologic Expression of Accretionary Processes and Recent Submarine Landslides Along the Southwestern Pacific Margin of Colombia. En: Yamada, Y. et al. (eds.) submarine Mass Movements and Their Consequences. *Advances in Natural and Technological Hazards Research* 31, DOI 10.1007/978-94-007-2162-3_33
- Villegas, N. 1997. Estudio del movimiento vertical de las aguas en la región Este de la Cuenca del Pacífico colombiano. *Boletín Científico CCCP*, 6: 71-80.
- Villegas, N. 2002. Evolución mensual de las corrientes verticales y zonas de surgencia en la Cuenca del Pacífico colombiano CPC. *Boletín Científico CCCP*, 9: 34-44.
- Villegas, N. e I. Málikov. 2006. Modelación de la estructura dinámica de las aguas de la Cuenca del Pacífico colombiano. *Boletín Científico CCCP*, 13: 97-114.
- Villegas, N. e I. Málikov. 2009. Atlas de las características termohalinas y dinámicas de las aguas de la Cuenca del Pacífico colombiano: con base en simulación matemática. Editorial UNIBLIOS - Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 218 p.

CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA

1. PLANCTON

1.1 MÉTODOS

Trabajo en campo

Fitoplancton

- Estimación de la amplitud de la capa fótica: previo a iniciar las maniobras para adquirir las muestras cualitativas, se lanzaba un disco secchi, anotándose la profundidad en la cual éste dejaba de ser visible; con el objeto de obtener un estimativo de la profundidad máxima en donde se desarrollaba óptimamente la comunidad fitoplanctónica en cada lugar evaluado.
- Muestreo cualitativo: en cada estación se realizaba un arrastre con una red cónica de 2,2 m de longitud, 0,58 m de diámetro de boca y 20 μ m de poro de malla; dicho arrastre consistía en hacer descender la red, manteniendo un ángulo diagonal con la guaya de 45° aproximadamente, hasta llegar a una profundidad de 50 m. Para asegurarse de alcanzar la profundidad deseada, se registraba el ángulo en tres momentos diferentes, aplicando los ajustes de guaya necesarios. Una vez a 50 m, se detenía el descenso y se mantenía el arrastre durante tres minutos; transcurrido dicho tiempo, la red era elevada del mismo modo en que fue lanzada. Todo el proceso se llevaba a cabo a una velocidad constante de 1,54 m/s. Finalizado el arrastre, se registraba el tiempo total del mismo y una vez izada la red en el barco, se procedía a fijar los organismos atrapados, usando formalina al 4% neutralizada con bórax (tetraborato de sodio) acorde con las recomendaciones de Boltovskoy (1981).
- Muestreo cuantitativo: las abundancias de las especies fitoplactónicas se calcularon en casi todas las estaciones (todas las del bloque TUM OFF 6 y las estaciones EF 332, EF 333 y EF 334 del bloque TUM OFF 7), a partir de 600 ml de muestras de agua obtenidas con botellas Niskin a dos profundidades: 25 y 50 m. Estas profundidades se definieron con los valores de clorofila más altos registrados por la CTDO en las primeras tres estaciones muestreadas (EF

332, EF 333 y EF 334). Cada muestra se envasó en un frasco ámbar, fijándose con una solución de Lugol y manteniéndose en la oscuridad hasta su análisis (Figura 36).

- **Clorofila:** se extrajeron 5 litros de agua a las profundidades de 25 y 50 m en las mismas estaciones en donde se realizaron los muestreos cuantitativos del fitoplancton. Todas ellas fueron obtenidas con botellas Niskin y embotelladas a bordo en frascos plásticos oscuros. Posteriormente, mediante una bomba de vacío, se filtraba el agua a través de un filtro Whatman GF/F de poro de 0,7 μm , guardándose éste en un sobre de aluminio debidamente rotulado, y conservándose en el refrigerador hasta su análisis en el laboratorio (Figura 36).

Zooplankton

- **Muestreo cuantitativo:** para poder obtener la abundancia y la biomasa de los zoopláncteres se efectuó un arrastre a una profundidad máxima de 200 m, usando una red con poro de malla de 200 μm , equipada con un flujómetro (ubicado en la boca). Con el objeto de poder efectuar los cálculos posteriores de volumen filtrado, se anotaron en bitácora los valores numéricos registrados por el contador del flujometro antes de iniciarse la maniobra de descenso de la red y al finalizar el ascenso de la misma. El procedimiento de descenso-ascenso de la red, se realizó del mismo modo que el ya descrito para el análisis cualitativo de fitoplancton. Finalmente, una vez izada la red en el barco, se procedía a envasar los organismos atrapados en un frasco plástico de 500 ml previamente rotulado y a fijarlos con formalina al 4%, neutralizada con bórax.

Laboratorio y análisis de la información

Fitoplancton

- **Análisis cuantitativo:** para este fin, cada muestra se sedimentó durante 24 horas con el objeto de que los organismos se precipitaran y poder reducir el volumen de cada muestra a lo mínimo posible. Este nuevo volumen se homogenizó y se tomaron alícuotas de un mililitro, poniéndolas en una cámara de conteo Sedgewick-Rafter (S-R) para ser observadas en un microscopio óptico (100X y 200X), siguiendo la metodología de conteo descrita por Alveal *et al.* (1995).

- **Análisis cualitativo:** con el fin de detallar mejor las estructuras necesarias para la identificación, se siguió el método descrito anteriormente, pero observando un mililitro por muestra en un microscopio óptico compuesto a aumentos de 400X y 1.000X. Los organismos fueron identificados al nivel taxonómico más específico posible, siguiendo las claves taxonómicas propuestas por Jiménez y Pesantes (1978), Yamaji (1980), Jiménez (1983), Pesantes (1983) y Tomas (1993, 1997).
- **Clorofilas:** la determinación de clorofila *a* fue efectuada mediante espectofotometría, utilizando el método tricromático y acidificación SCORE-UNESCO (Strickland y Parsons, 1972). Dichos análisis fueron llevados a cabo en el laboratorio de Calidad Ambiental Marina del Invemar (LabCAM) certificado mediante norma ISO 9000.

Para el tratamiento de la información, los datos obtenidos de la identificación y contabilización de los organismos se tabularon en una matriz de abundancia entre especies de los organismos y estaciones, siendo estandarizados a células por litro. Con esta información se realizó por cada bloque una descripción, teniendo en cuenta la abundancia, el número de grupos taxonómicos encontrados, tanto general como por profundidad muestreada, detallando en cada uno, los géneros o especies más relevantes ecológicamente.

La matriz inicial del análisis cualitativo fue transformada a presencia-ausencia, para determinar la tendencia de asociación de las estaciones utilizando el análisis descriptivo multivariado no paramétrico de Clasificación Cuantitativa (CLUSTER), el cual está basado en una matriz triangular de similitud (Índice de Bray-Curtis); esta rutina se realizó en el programa estadístico PRIMER-E v.5 (Clarke y Warwick, 1994).

Al igual que con el componente taxonómico, para cada bloque se realizaron descripciones utilizando los valores de las concentraciones de la clorofila-*a*, detallando el comportamiento de cada estación tanto en toda la columna de agua, como por profundidades.

Zooplankton

- Análisis cualitativo y cuantitativo: cada muestra obtenida se subdividió con el separador Folsom en partes iguales, hasta obtener una representatividad de organismos que estuvieran entre el rango de 800 a 1.600 individuos, siguiendo las recomendaciones referidas en Sell y Evans (1982) y De Oliveira-Díaz *et al.* (2010). Una de estas submuestras fue separada inicialmente a grandes grupos, para posteriormente, con ayuda de estereoscopio y siguiendo las características morfológicas diagnósticas para cada grupo (ej. Boltovskoy, 1981; Boxshall y Halsey, 2004), ser identificados y contabilizados hasta el nivel taxonómico de familia como la categoría mínima común para todos; con excepción de los isópodos y ostrácodos que se llevaron hasta orden y del meroplancton, que se determinó hasta el nivel de phylum.
- Determinación y análisis de biovolumen: después de la identificación taxonómica y siguiendo los procedimientos descritos por Ocampo-Rojas (2012), los organismos fueron teñidos con Rosa de Bengala, para la toma de imágenes digitales a color (24 bits) en un escáner convencional con resolución de 1200 dpi. Para ello, los organismos se ubicaron en cajas de Petri que facilitaban su organización, evitando el traslape y la pérdida de los mismos. Las imágenes escaneadas, se procesaron con los programas Image J y Corel Draw, con el fin de obtener las áreas de cada individuo y realizar posteriormente los análisis, acorde a las recomendaciones de Cerón (2009) y Gutiérrez-Salcedo (2011). Adicionalmente, se tomaron fotografías digitales al estereoscopio para algunos individuos que representaron interés por su abundancia, rareza, belleza u otra característica.

La información obtenida de la identificación y contabilización, se tabuló en una matriz de abundancia entre familias de los organismos y estaciones, siendo estandarizada a individuos por metro cúbico, multiplicándola por la división Folsom obtenida y dividiéndola por el volumen filtrado en campo. Con esta información se realizó por cada bloque una descripción, teniendo en cuenta la abundancia, el número de grupos taxonómicos encontrados, tanto general como por phylum, detallando en cada uno las familias más relevantes ecológicamente. Para complementar las descripciones por bloque, se realizaron los índices ecológicos uniformidad de Pielou (J), predominio de Simpson (λ) y diversidad de Shannon (H') (análisis descriptivos univariados) (Clarke y Warwick, 1994).

La información obtenida a partir de los organismos digitalizados, se tabuló en una base de datos donde a cada individuo escaneado (filas) se le caracterizaba con la estación, volumen del cuerpo, biovolumen estandarizado por metro cúbico, división del mesozooplankton y clase de tamaño (columnas). El biovolumen de cada organismo se calculó siguiendo los lineamientos establecidos por Gutiérrez-Salcedo (2011), usando la ecuación geométrica de una elipsoide y presentando el volumen final de cada organismo en milímetros cúbicos (Vadrucci *et al.*, 2007). El biovolumen por metro cúbico se obtuvo de forma similar a la estandarización de la abundancia del componente taxonómico. La división del mesozooplankton fue la misma usada por Gutiérrez-Salcedo (2011): microplankton, mesoplankton pequeño, mediano y grande, y macrozooplankton. Por último, las clases de tamaños se obtuvieron multiplicando los valores del biovolumen con logaritmo en base dos y luego siguiendo el procedimiento tradicional del análisis del espectro de tamaños descrito en Ríos-Díaz *et al.* (2011), quedando al final 15 clases diferentes. Con la información de la matriz, se hicieron descripciones similares a las realizadas en el componente taxonómico, mostrando el comportamiento de cada estación según la biomasa general y por división del mesozooplankton. Además de tallas promedio, mínimas y máximas según el tamaño corporal, así como un histograma de clases por abundancia. Asimismo, se realizó una descripción de los grupos basados en la teoría del espectro de biovolumen, siguiendo los procedimientos recopilados por Gutiérrez-Salcedo (2011), obteniéndose una línea recta en una gráfica cartesiana, que permitiera calcular una ecuación lineal de donde se extrae la información de la pendiente (a), el intercepto (b) y el coeficiente de correlación (r^2), los cuales tienen significados ecológicos comprobados (Zhou, 2006).

Por último, las matrices iniciales de abundancia por estación y de clases de tamaños por estación, fueron transformadas al multiplicarlas por "Log + 1", siguiendo las recomendaciones de Taylor (1961) para determinar la tendencia de asociación de las estaciones, utilizando el análisis CLUSTER, mediante la rutina del programa estadístico PRIMER-E v.5 (Clarke y Warwick, 1994).

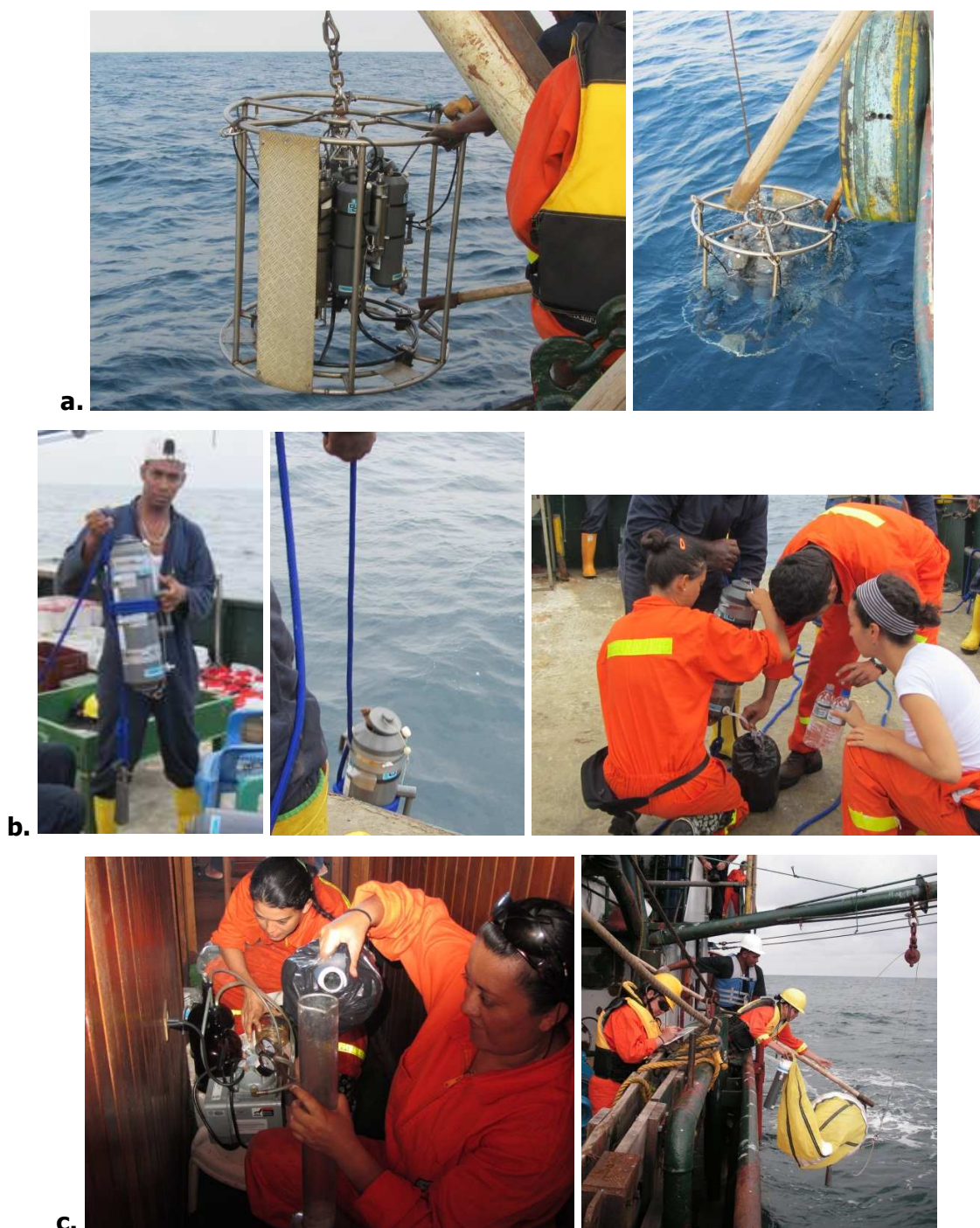


Figura 36. Muestreo plancton: a. Muestreador de aguas tipo Roseta con seis botellas; b. Adaptación para colecta manual de aguas con botella Niskin (izquierda), extracción de muestra (derecha); c. Proceso de filtrado (izquierda), lance de red para arrastre de fitoplancton (derecha).

1.2 RESULTADOS

El plancton en el Pacífico colombiano en comparación con otros grupos funcionales ecológicos, como los bentónicos, los manglares, entre otros, presenta menos estudios enfocados a ellos. En total se tienen 123 referencias bibliográficas, siendo la más antigua de finales de la década de 1960. La mayoría de los estudios pertenece al grupo del zooplancton (58%), aunque se evidencia una mayor constancia temporal en la toma de muestras de fitoplancton. En términos generales, estos estudios se han realizado con miras a entender el Fenómeno El Niño, buscando cambios en la estructura de los ensamblajes planctónicos y bioindicadores que sirvan para predecirlo. Otra parte de los trabajos se han enfocado en las larvas de grupos de organismos que mueven la economía de la región, principalmente peces, moluscos y crustáceos. Ejemplos de estudios importantes para el fitoplancton en el área son los de Calderón (1979), Castillo y Vidal (1982), Vizcaíno (1993) y Ramírez-Roa y Giraldo (2006); mientras que para el zooplancton se reconocen los de Monsalve (1976), López-Peralta (1984), Arboleda (1996), Escarria *et al.* (2006) y López-Peralta y Castañeda-Suárez (2009). Así mismo, se destaca como referente la recopilación bibliográfica general del tema presentada por INVEMAR-ANH (2010).

Durante diciembre de 2012 y a partir de las colectas de plancton efectuadas por el proyecto Tumaco Offshore, se obtuvieron un total de 45 lotes de muestras, de las cuales se procesaron 15229 individuos, 11576 de ellos correspondientes a ejemplares del zooplancton. Todo el material fue documentado y depositado para su catalogación en el Museo de Historia Natural Marina de Colombia – MHNMC (Anexo 4, CD 3613 y CD 3713) y a continuación se describen los resultados obtenidos para las comunidades planctónicas analizadas.

1.2.1 Fitoplancton

Se contabilizaron un total de 3.653 células/litro de fitoplancton distribuidas en 179 taxones, de las cuales, la mayoría pertenecen a organismos del grupo de las diatomeas (Clase Bacillariophyceae) con 97 especies, seguida de los dinoflagelados (Infraphylum Dinofagellata) con 74. Los demás grupos como las cianófitas (Phylum Cyanobacteria) y silicoflagelados (Clase Dictyochophyceae) no superaron el 5% de representatividad, con 3 y 5 especies

respectivamente (Figura 37; Anexo 1). Por otro lado, la clorofila total cuantificada en el estudio fue de 9,57 μg Cla- α /l, repartida equitativamente en las dos profundidades estudiadas.

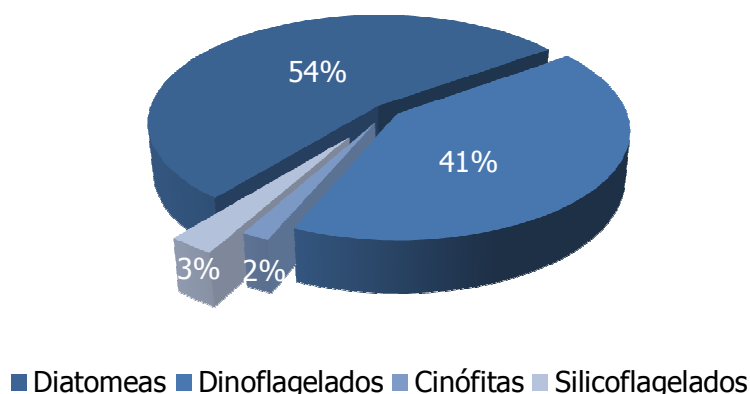


Figura 37. Representatividad de los grandes grupos del fitoplancton con respecto al número de especies identificadas en las muestras colectadas durante diciembre de 2012 para el proyecto Tumaco Offshore.

Fitoplancton en el Bloque TUM OFF 6

En el bloque se contabilizaron 2.439 cél/l (67% del total), con un promedio por estación de 348 ± 215 cél/l. La estación más abundante fue la EF 342, donde se obtuvo una diferencia de aproximadamente 574 cél/l respecto a la estación EF 331, la cual presentó los menores valores (Figura 38). Por profundidad muestreada, la más somera correspondiente a 25 m, fue la que aportó más a esta abundancia con el 56% del total registrado para el bloque y un promedio de 194 ± 141 cél/l, siendo las estaciones más y menos abundantes EF 342 y EF 331 respectivamente, las mismas que para la generalidad del bloque. Para la profundidad menos somera (50 m), el promedio fue de 150 ± 116 cél/l, manteniendo a la estación EF 342 como la más abundante e indicando que la estación la EF 345 fue la menos abundante.

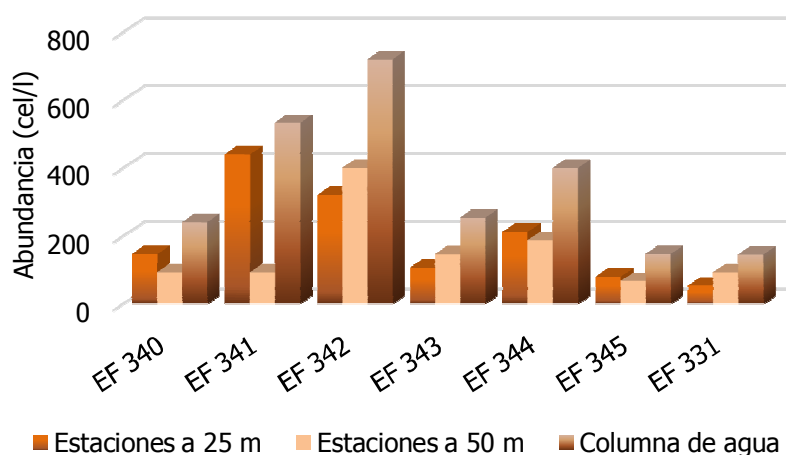


Figura 38. Abundancias del fitoplancton colectado en las estaciones del bloque TUM OFF 6 durante diciembre de 2012 para el proyecto Tumaco Offshore.

Geográficamente, tanto para el total, como por ambas profundidades, puede evidenciarse un pequeño gradiente de abundancia respecto a la costa, siendo las más oceánicas menos abundantes (Figura 39). Se destaca la estación EF 331 que presentó los valores más bajos, lo cual pudo deberse a las condiciones climatológicas y oceanográficas del momento: por un lado, la luminosidad en la columna de agua fue alta y se reflejó en uno de los máximos valores observados de visibilidad del disco Secchi (16 m); de otra parte, se pudo evidenciar una aparente calma y marcada disminución en las velocidades de las corrientes registradas en la fecha correspondiente al muestreo de la estación (ver Oceanografía, Figura 35c), asemejándose a una condición de mar abierto. Estas dos condiciones, más otras no medidas u observadas, probablemente condicionarían al ensamblaje fitoplanctónico a bajar a mayores profundidades para poder realizar eficientemente sus procesos ecológicos y biológicos, y por ende, la abundancia a las profundidades estudiadas sería menor.

Aunque la metodología utilizada no permite comparar con otros estudios previos en la zona y región aledaña, es evidente que se mantuvo una ligera tendencia a presentarse abundancias más elevadas en estaciones cercanas a la costa, sobretodo donde es claro el aporte de aguas continentales, como lo señalaron Ramírez-Roa y Giraldo (2006) y Lozano (2009) al estudiar esta comunidad en la ensenada de Tumaco.

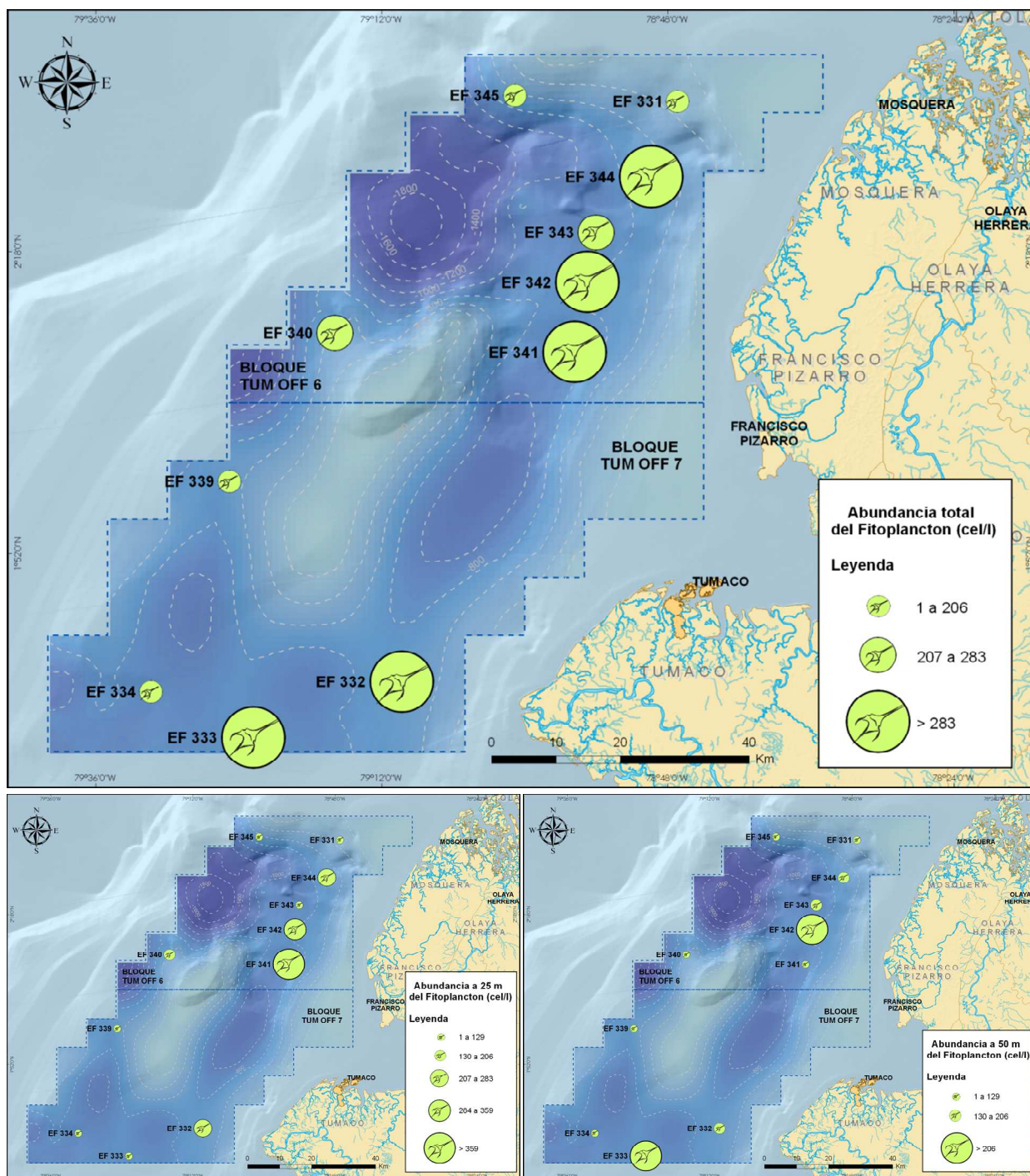


Figura 39. Abundancias del fitoplancton por estación colectadas durante diciembre de 2012 para el proyecto Tumaco Offshore.

La abundancia en la columna de agua estuvo representada por 133 especies (Anexo 1), equivaliendo al 75% de todas las registradas en el estudio, con un promedio por estación de 63 ± 8 , siendo las dos estaciones más cercanas a la costa las que presentaron los valores extremos (EF 343 y EF 341) (Figura 40). A diferencia de la abundancia, no se pudo evidenciar claramente ningún gradiente geográfico y existió una mayor similitud entre las estaciones. La cantidad de especies encontradas en este bloque, está acorde a lo esperado para aguas marinas tropicales como lo describe Balech y Ferrando (1964). Además, la similitud del número de especies por estación, pudo ser debida a que la zona estudiada presenta una dinámica de corrientes muy fuerte y cambiante (como se ha indicado en los resultados de oceanografía), no permitiendo observar un gradiente costero-oceánico, donde se esperaría un mayor número de especies en las zonas más alejadas de la costa, porque la falta de nutrientes genera una mayor especiación y especialización por aprovechar el poco recurso disponible; mientras que en zonas con altos aportes nutricionales, las especies más adaptadas a ese tipo de aportes, prevalecen, generando en algunos casos una alta dominancia (Miller, 2004).

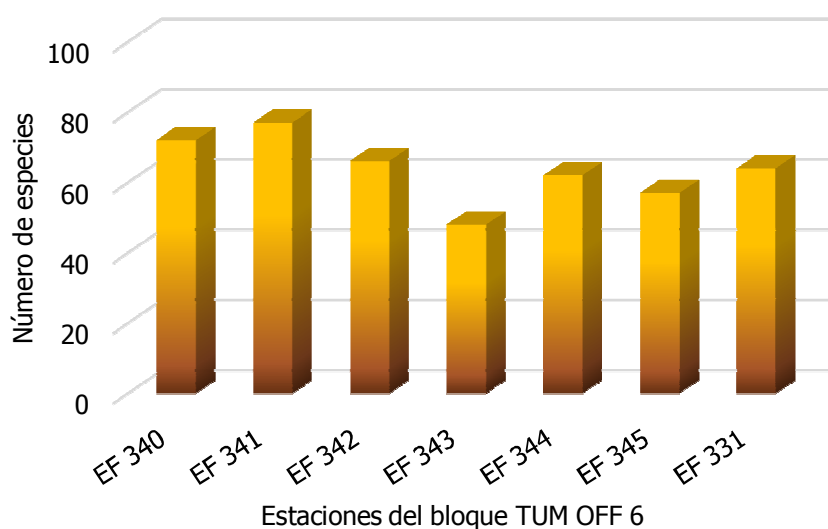


Figura 40. Números de especies por estación colectadas en el bloque TUM OFF 6 durante diciembre de 2012 para el proyecto Tumaco Offshore.

Este número de especies estuvo agrupado en cuatro grandes grupos fitoplanctónicos, de los cuales, la mayor representación fue dada por las diatomeas (Clase Bacillariophyceae), seguida

de los dinoflagelados (Infraphyllum Dinoflagellata) y en muy pocas proporciones de las cianófitas (Phyllum Cyanobacteria) y los silicoflagelados (Orden Silicoflagellata) (Tabla 5). Dentro del grupo de las diatomeas, el mayor número de especies fueron del tipo central (formas cilíndricas) con el 88% del total de diatomeas, en su mayoría especies consideradas marinas. El otro grupo de diatomeas, las pennadas (formas alargadas) representaron el otro 12% del total y a diferencia de las centrales, las registradas en el presente estudio, son consideradas dentro del grupo de especies comunes de aguas continentales o costeras con altos aportes continentales (Balech, 1977; Ramírez, 2000). Esta particularidad en cuanto a la presencia de los dos tipos de diatomeas y la relación de mayor número de centrales sobre pennadas, permite inferir que las aguas de la zona de estudio son de tipo oceánico, pero que presentan aportes de aguas continentales, sobretodo en la parte más costera; esta tendencia corrobora lo descrito oceanográficamente y coincide con otros estudios netamente costeros, en donde la presencia de diatomeas pennadas es más evidente, llegando a ser casi el 30% del total de organismos colectados y cerca del 50% respecto al total de diatomeas (Lozano, 2009).

Tabla 5. Número de géneros, especies e individuos sin identificar en cada uno de los grandes grupos fitoplanctónicos colectados en el bloque TUM OFF 6 durante diciembre de 2012 para el proyecto Tumaco Offshore.

Grupo	Especies	Géneros	Sin identificar
Diatomeas Totales	69	27	2
Diatomeas Centrales	61	22	-
Diatomeas Pennadas	8	5	2
Dinoflagelados	58	12	-
Cianófitas	1	1	-
Silicoflagelados	1	1	2
Total	129	41	4

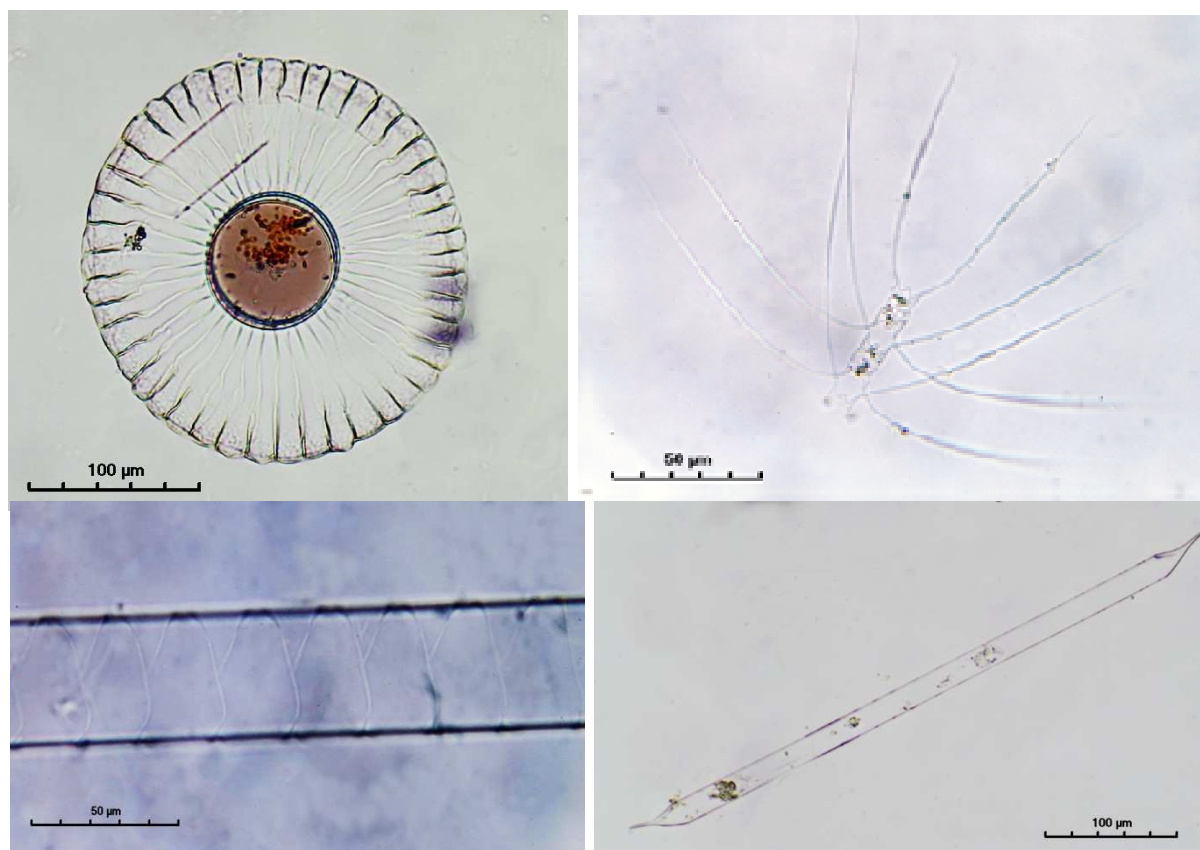


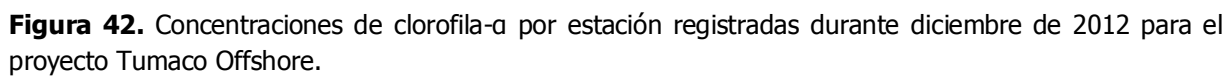
Figura 41. Especies fitoplanctónicas más representativas obtenidas durante el proyecto Tumaco Offshore en los bloques TUM OFF 6 y 7. *Planktoniella sol* (sup. izquierda), *Chaetoceros didymus* (sup. derecha), *Rhizosolenia hebetata* (inf. izquierda) y *Proboscia alata* (inf. derecha).

Las diatomeas centrales con mayor frecuencia de aparición en los conteos cualitativos fueron de los géneros *Rhizosolenia* (*R. hebetata* y *R. sp.*), *Chaetoceros* (*C. didymus* y *C. lorenzianus*) y las especies *Proboscia alata* y *Planktoniella sol* (Figura 41); todas ellas de amplia distribución, cuya presencia ha sido registrada en otros estudios realizados en el Pacífico colombiano (Tomas, 1997).

Rhizosolenia es uno de los géneros más diversos de diatomeas centrales, de características muy similares al género *Proboscia* (Tabassum y Saifullah, 2011), exhibe grandes tamaños llegando a representar una gran proporción de la biomasa fitoplanctónica (Calderón, 1979); normalmente está asociado aguas de bajas latitudes, por lo que requiere aguas más frías (Shipe *et al.*, 1999). Esta información ecológica, corrobora lo descrito anteriormente, en

relación a que las masas de agua de la zona tienen características oceánicas y vienen de la región templada o de afloramientos de aguas profundas. Las especies de los géneros *Proboscía* y *Planktoniella* también se consideran oceánicas, pero de la región Tropical y a diferencia del género *Rhizosolenia*, son más comunes en aguas cálidas (Jiménez, 1983; Tomas, 1997), indicando que en el área de estudio también podrían estar entrando aguas desde la zona norte de Colombia, como evidencian los análisis oceanográficos de la presente investigación. Por otro lado, el género *Chaetoceros* presenta dos subgéneros, que ecológicamente se diferencian porque uno es oceánico (*Phaeoceros*) y el otro costero (*Hyalochaeta*); aunque se hallaron ambos, los más abundantes fueron los del segundo grupo, reafirmando lo descrito anteriormente respecto al aporte de aguas continentales.

En cuanto a la clorofila analizada, en el bloque se cuantificó 5,75 μg Cla- α /l (60% del total) con un promedio de $0,96 \pm 0,40$ μg Cla- α /l y se evidenció un leve gradiente respecto a la cercanía de la costa en dirección sur-norte, siendo las estaciones más oceánicas las que presentaron mayores valores; mientras que entre las estaciones más cercanas a la costa, EF 331 fue la que registró las menores concentraciones (Figura 42). Comparativamente con respecto a la abundancia, se presentó una relación inversa, a mayor abundancia, menor concentración de clorofila; situación que ha sido descrita en otros estudios de la zona (Peña *et al.*, 1989; Ramírez-Roa *et al.*, 2006; Lozano, 2009) y la región (Ryther y Yentsch, 1957). A este respecto, es importante mencionar que la mayor proporción de las concentraciones de clorofila corresponden al nano y picofitoplancton (Steemann-Nielsen, 1960), organismos que por el método de estudio no fueron analizados y que sería significativo evaluar para hacer una comparación más precisa. Esta clorofila estuvo repartida equitativamente entre las dos profundidades estudiadas, siendo la más somera (25 m) la que registró ligeramente mayor proporción en las concentraciones de clorofila (51% del total del bloque), con un promedio de $0,42 \pm 0,27$ μg Cla- α /l; mientras que las concentraciones de la profundidad mayor (50 m) presentaron un promedio de $0,40 \pm 0,09$ μg Cla- α /l, evidenciando una mayor homogeneidad.



Fitoplancton en el Bloque TUM OFF 7

En el bloque se contabilizaron 1.214 cél/l (33% del total), con un promedio por estación de 303 ± 136 cél/l. El valor total es muy cercano a la mitad registrada para el otro bloque y si se considera que las estaciones muestreadas en TUM OFF 7 fueron la mitad de las establecidas, se podría inferir que posiblemente la abundancia total del bloque podría ser similar a la de TUM OFF 6. La estación más abundante fue la EF 333 con una diferencia de aproximadamente 267 cél/l en relación a la estación EF 334, cuyos valores fueron los menores (Figura 43). Por profundidad muestreada, los resultados contrastan con lo obtenido para el bloque TUM OFF 6, ya que la profundidad más somera (25 m), fue la que aportó menos con el 41% del total obtenido para el bloque y un promedio de 123 ± 63 cél/l, siendo las estaciones EF 332 y EF 334 las más y menos abundantes respectivamente. Para el caso de la profundidad menos somera (50 m), el promedio fue de 180 ± 129 cél/l, donde la estación EF 333 fue la más abundante y la EF 339 en la que se registraron menores cantidades. Geográficamente, aunque no fue posible realizar una aproximación más categórica por falta de datos de la mitad de las estaciones, se observó una tendencia similar a la registrada en el otro bloque, que indica una reducción de la abundancia al alejarse de la costa (Figura 39).

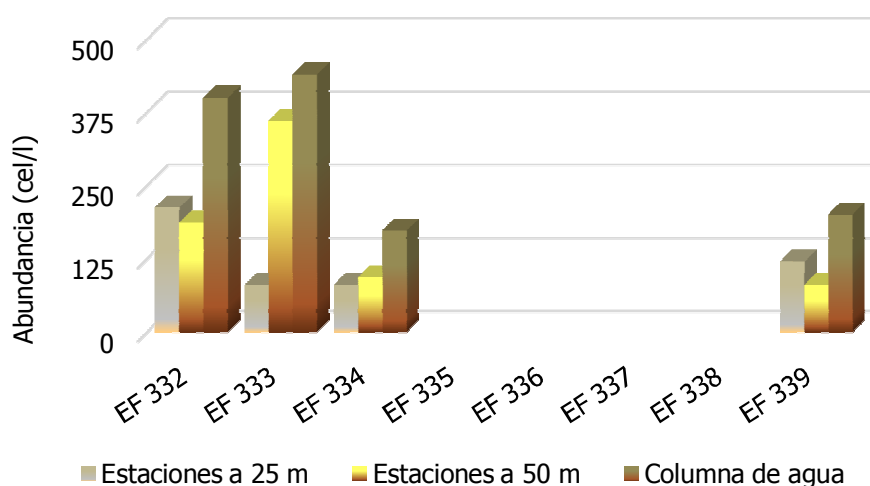


Figura 43. Abundancias del fitoplancton encontradas en el bloque TUM OFF 7 durante diciembre de 2012 para el proyecto Tumaco Offshore.

La abundancia en la columna de agua estuvo representada por 162 especies (Anexo 1), 29 especies más que el bloque TUM OFF 6, las cuales equivalen al 90% de todas las registradas en el estudio, con un promedio de 78 ± 5 especies encontradas por estación. Las estaciones EF 333 y EF 337 fueron las que menos y más especies presentaron respectivamente (Figura 44).

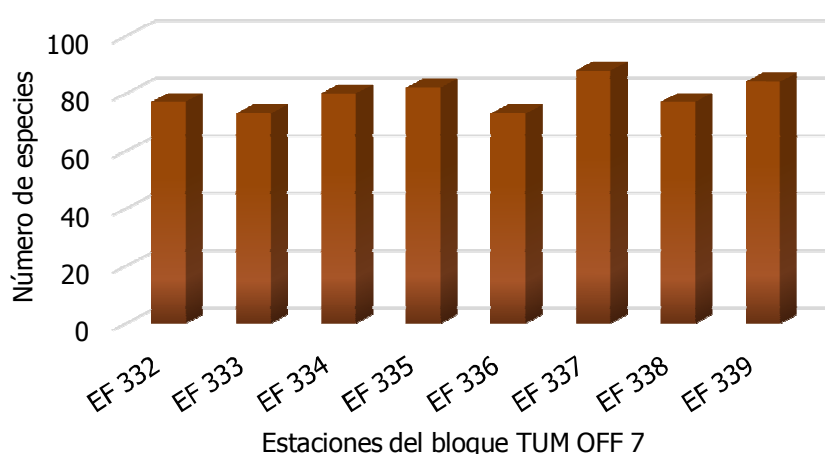


Figura 44. Números de especies por estación colectadas en el bloque TUM OFF 7 durante diciembre de 2012 para el proyecto Tumaco Offshore.

Al igual que en el bloque TUM OFF 6, el número de especies estuvo agrupado por los mismos cuatro grandes grupos fitoplanctónicos, de los cuales la mayor representación fue dada por las diatomeas (Clase Bacillariophyceae), seguida en menor proporción respecto al bloque anterior, por los dinoflagelados (Infraphyllum Dinoflagellata) y con escasa presencia de las cianófitas (Phyllum Cyanobacteria) y silicoflagelados (Orden Silicoflagellata) (Tabla 6). La tendencia de mayor número de diatomeas centrales sobre las pennadas se mantuvo, aunque comparativamente la representatividad disminuyó 10 puntos porcentuales para las centrales, quedando en 78% del total de diatomeas, principalmente en las estaciones más costeras. Esta situación podría sugerir que en este bloque existe una mayor influencia de aportes continentales, los cuales pueden provenir de la cuenca del río Mira y de la ensenada de Tumaco.

Tabla 6. Número de géneros, especies e individuos sin identificar en cada uno de los grupos fitoplanctónicos colectados en el bloque TUM OFF 7 durante la campaña Tumaco Offshore 2012.

Grupo	Especies	Géneros	Sin identificar
Diatomeas Totales	88	35	-
Diatomeas Centrales	68	24	-
Diatomeas Pennadas	20	11	-
Dinoflagelados	69	14	-
Cianófitas	2	2	1
Silicoflagelados	3	3	1
Total	162	54	2

Las especies más recurrentes al igual que en el bloque 6 fueron *Rhizosolenia hebetata*, *Proboscia alata* y *Planktoniella sol*; sin embargo, se evidenció una mayor proporción del género *Skeletonema* (Figura 45), diatomeas centrales consideradas como cosmopolitas y que se desarrollan poblacionalmente mejor en aguas oceánicas con concentraciones de salinidades medias (Cajas *et al.*, 1998) y temperaturas relativamente altas (24-30°C) (Lozano, 2009), corroborando las condiciones ambientales de la zona anteriormente expuestas.

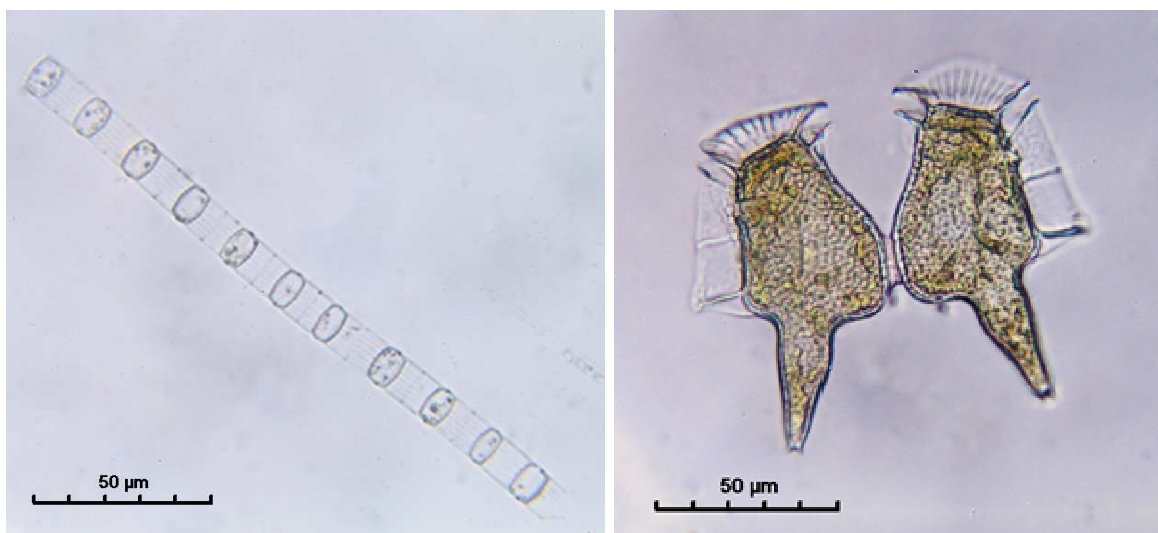


Figura 45. Otras especies observadas en el bloque TUM OFF 7: *Skeletonema costatum* (izquierda) y *Dinophysis caudatata* (derecha).

Otro aspecto a resaltar en comparación con el bloque 6, fue la mayor presencia de especies de dinoflagelados (Figura 45), los cuales están fuertemente relacionados en el Pacífico con aguas oceánicas (Corchuelo y Moreno, 1983; Collazos, 1992); estos han sido usados para ayudar a tipificar las masas de agua de la región y como indicadores de la influencia de los eventos ENSO (Castillo y Vidal, 1982; Constaín y Delgado, 1985; Castillo y Vizcaíno, 1993; Vizcaíno, 1993; Salazar, 2001). En cuanto a la clorofila analizada, en el bloque se cuantificó $3,82 \mu\text{g Cla-}\alpha/\text{l}$ (40% del total), con un promedio de $0,82 \pm 0,27 \mu\text{g Cla-}\alpha/\text{l}$. Aunque no se tiene mediciones en todo el bloque, se pudo evidenciar al igual que en el bloque TUM OFF 6, una ligera tendencia a presentarse mayores concentraciones de clorofila en las estaciones más oceánicas, tanto en el total de la columna de agua, como en cada profundidad estudiada (Figura 42). Con respecto a los aportes de clorofila por profundidad, también se mantuvo la tendencia del bloque anterior de presentar valores similares. Las estaciones más someras presentaron concentraciones de $2,01 \mu\text{g Cla-}\alpha/\text{l}$, con un promedio de $0,50 \pm 0,27 \mu\text{g Cla-}\alpha/\text{l}$ en la profundidad de 25 m, y $1,81 \mu\text{g Cla-}\alpha/\text{l}$, con un promedio de $0,45 \pm 0,16 \mu\text{g Cla-}\alpha/\text{l}$ en la profundidad de 50 m, manteniéndose la mayor homogeneidad entre las estaciones de la mayor profundidad.

Caracterización multivariada integral de los dos Bloques TUM OFF

El análisis multivariado evidenció que todas las estaciones presentaron una similitud superior al 50% (Figura 46); teniendo en cuenta la alta variabilidad de la estructura y distribución del plancton marino (Boltovskoy, 1981), se podría considerar que los ensamblajes encontrados en cada estación, hacen parte de una misma comunidad fitoplanctónica, lo cual como se ya se ha mencionado, coincide con lo descrito para la zona de estudio. Se obtuvo un grupo de ocho estaciones más similares (EF 341, EF 334, EF 338, EF 336, EF 335, EF 340, EF 333 y EF 332), aunque difíciles de separar de las demás, debido a que las otras se unieron en el dendrograma en forma de escalera. Sin embargo, la agrupación evidenció una cierta disposición geográfica donde se relacionaron más las estaciones del bloque TUM OFF 7 y en menor grado las del otro bloque. Al comparar esto con la información oceanográfica de la zona de estudio (ver Oceanografía), mostró una cierta relación con respecto a la distribución de las masas de agua superficiales y la dinámica del sector. Confirmando a nivel biológico que existe la presencia de una masa de agua general, arrastrada hacia el norte por la Corriente de Colombia (Montagut, 1998), que entra a la zona de estudio y que al ser influenciada por aportes continentales, hace

que el ensamblaje de la comunidad fitoplanctónica varíe estructuralmente, pero manteniendo un núcleo de especies constantes. Adicionalmente, por la geomorfología del sector, frente a la ensenada de Tumaco, se generan giros que condicionan esta distribución en la parte más norte (bloque TUM OFF 6), permitiendo que estaciones alejadas entre sí geográficamente, sean más similares que algunas que estén más cercanas, teniendo en cuenta que las velocidades y direcciones de las corrientes varían día a día.

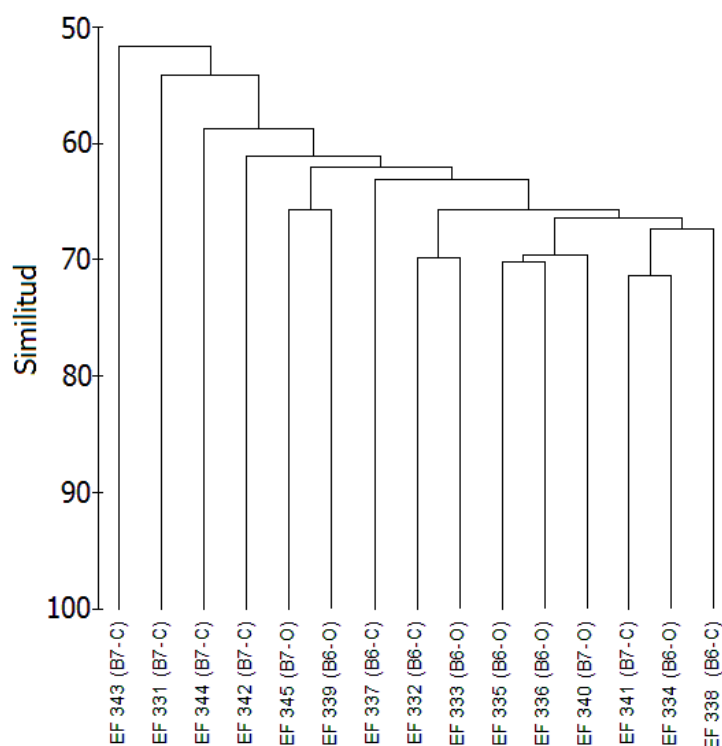


Figura 46. Jerarquización de similitud (dendrograma) de los ensamblajes del fitoplancton colectados durante diciembre de 2012 para el proyecto Tumaco Offshore ANH – INVEMAR. B6: bloque TUM OFF 6; B7: bloque TUM OFF 7; O: estación oceánica; C: estación costera.

Las especies que más aportaron a esta distribución en el dendrograma, fueron las diatomeas centrales *Proboscia alata*, *Chaetoceros lorenzianus*, *Skeletonema costatum*, *Chaetoceros affinis*, *Bacteriastrium hyalinum*, *Rhizosolenia setigera* y *Chaetoceros didymus*, siendo más comunes en las estaciones que conformaron el grupo y con menor presencia en las demás estaciones, la EF 343 fue la que menos organismos comunes presentó respecto al resto de estaciones. Como se ha descrito anteriormente en la descripción de los bloques, estas especies tienen connotaciones ecológicas que corroboran las características de las masas de agua de la zona de estudio.

1.2.2 Zooplankton

En el área de muestreo, la abundancia total colectada del mesozooplankton fue de 46.150 ind/m³, representados en 56 grupos taxonómicos, de los cuales la mayoría (47 grupos) pertenecen a organismos que viven siempre como plancton (holoplanctónicos) (Figura 47), mientras que los demás fueron estadios larvales de organismos bentónicos o pelágicos, como cangrejos, caracoles y demás (meroplancton) (Figura 48; Anexo 1). En ambos casos, estuvieron representados por siete phyla, en donde los artrópodos fueron los más abundantes (Figura 49), siendo todos ellos crustáceos y mayormente representados por los copépodos del orden de los calanoideos.

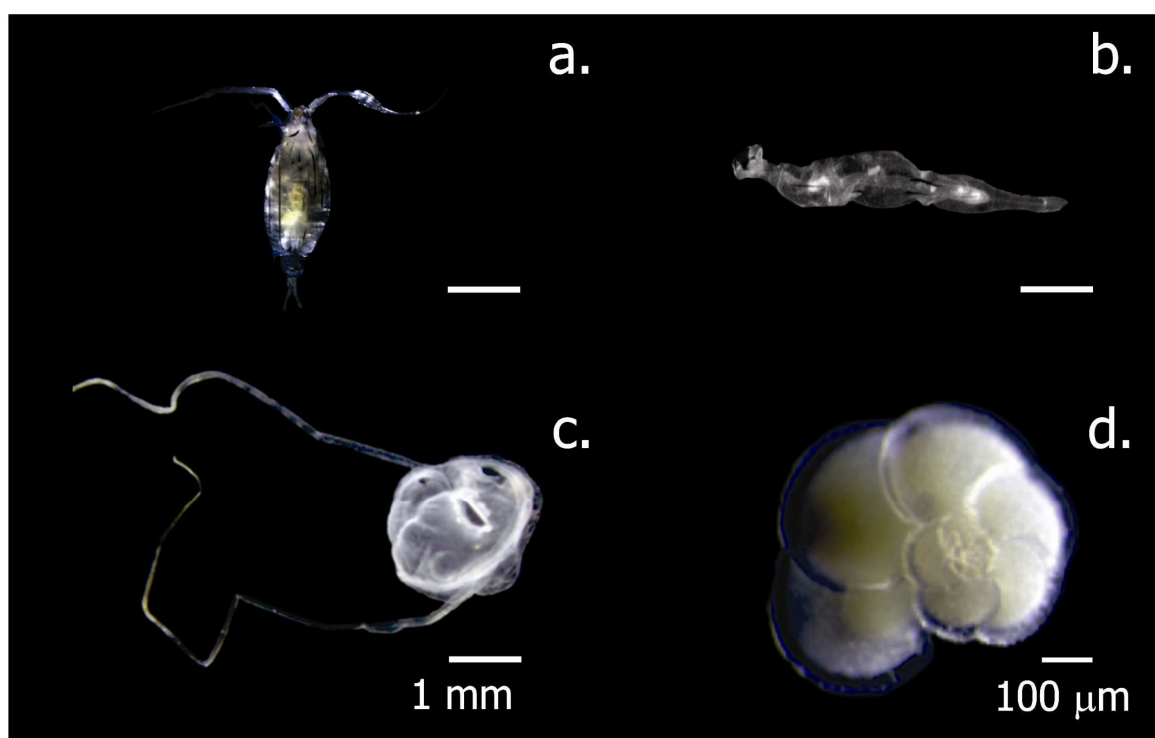


Figura 47. Ejemplares que hacen parte del holoplancton colectado durante diciembre de 2012 en la campaña Tumaco Offshore. a. copépodo del orden Calanoida; b. gusano saeta de la familia Sagitiidae; c. medusa del phylum Cnidaria; d. protista del phylum Foraminifera.

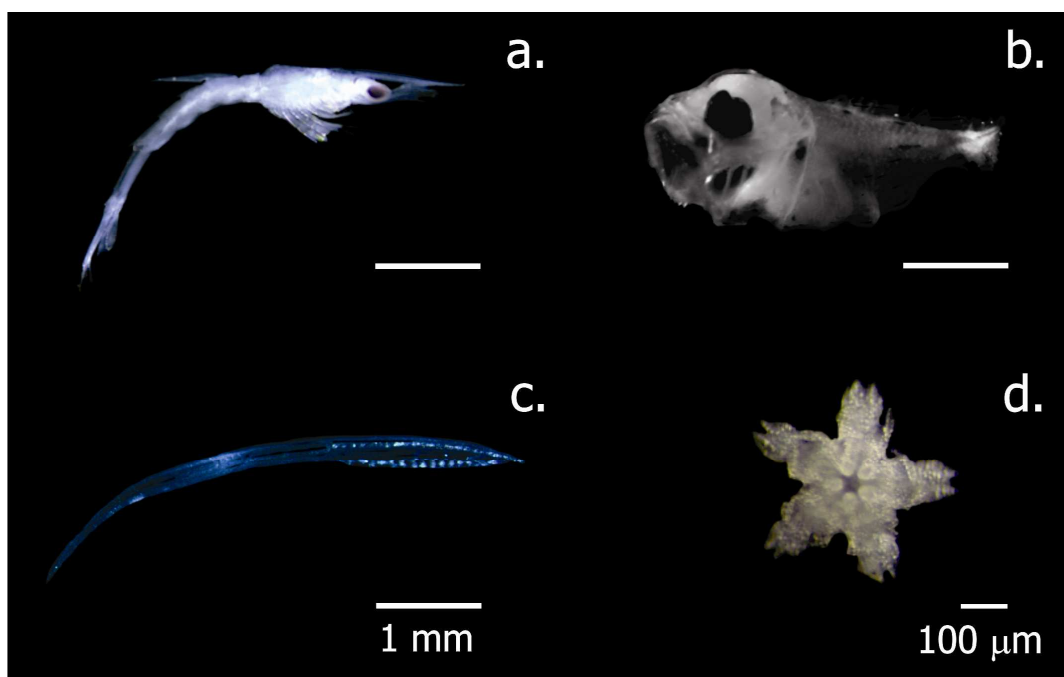


Figura 48. Ejemplares que hacen parte del meroplancton colectado durante diciembre de 2012 durante la campaña Tumaco Offshore. a. larva del subphylum Crustacea; b. larva del phylum Chordata; c. larva del subphylum Cephalochordata; d. larva del phylum Echinodermata.

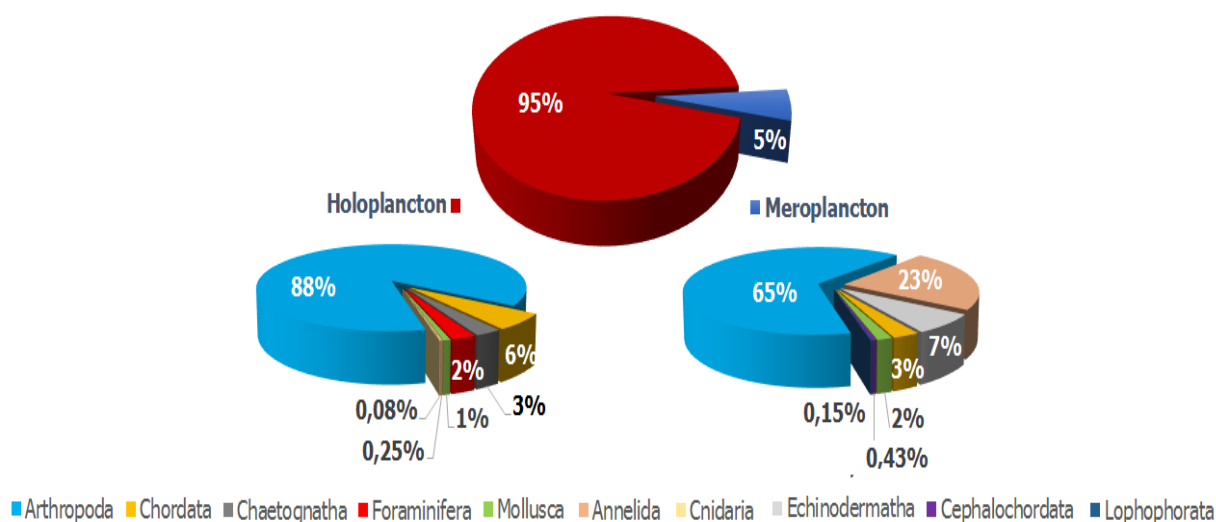


Figura 49. Representatividad porcentual de la abundancia de los diferentes phyla en el zooplancton colectado durante diciembre de 2012 durante la campaña Tumaco Offshore.

En total la biomasa húmeda del zooplancton fue de $5,19 \text{ g/m}^3$, en donde el mesozooplancton pequeño fue el más representativo con el 61% de la biomasa total, seguida del macrozooplancton. Los otros tres grupos (micro, meso zooplancton mediano y grande) solo alcanzaron un 13% de la biomasa total (Figura 50a). En términos de biovolumen (tamaño corporal), se presentaron organismos dentro de un rango de cinco órdenes de magnitud, es decir, entre $0,002 \text{ mm}^3$ a $18,1 \text{ mm}^3$, siendo los más abundantes los de las clases 3, 4 y 5 (mesozooplancton pequeño: $0,0072 \text{ mm}^3$ a $0,044 \text{ mm}^3$) y disminuyendo su abundancia hacia las clases de tamaños más grandes (Figura 50b).

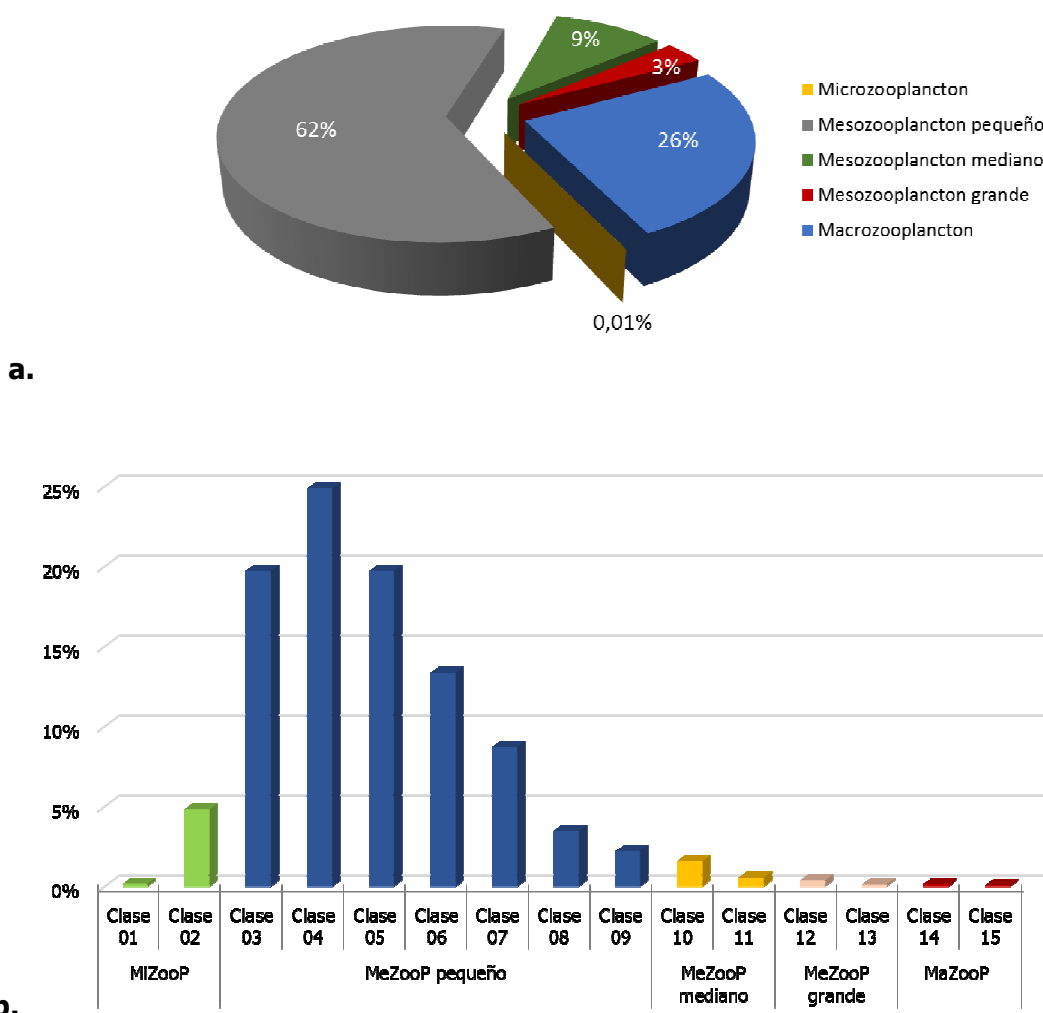


Figura 50. Zooplancton colectado en la campaña Tumaco Offshore 2012. a. Representatividad porcentual de la biomasa. b. Representatividad porcentual de la abundancia por clases de tamaños corporales. MiZooP: microzooplancton; MeZooP: mesozooplancton; MaZooP: macrozooplancton.

Zooplankton en el Bloque TUM OFF 6

En el bloque se contabilizaron 21.721 ind/m³, con un promedio por estación de 3.103 ± 501 ind/m³. La estaciones mas y menos abundantes fueron EZ 341 y EZ 343 respectivamente, con una diferencia entre ellas de aproximadamente 1.578 ind/m³ (Figura 51). Esta distribución es muy homogénea en el bloque, encontrándose valores siempre superiores a los 1.000 ind/m³ (Figura 52); lo cual evidencia que aunque las estaciones se encuentren dentro de la provincia oceánica, donde las abundancias no sobrepasan el orden de magnitud de los millares (Longhurst, 1985 a, b), existe recurso alimentario suficiente como para que las poblaciones sean más grandes de lo esperado. Al revisar información previa de la zona de muestreo y el Pacífico colombiano, los valores se encuentran dentro de los rangos registrados (Giraldo y Gutierrez, 2007), sin importar la época climática en la que fue colectada la muestra, lo que reitera la homogeneidad espacial y temporal de la zona de estudio.

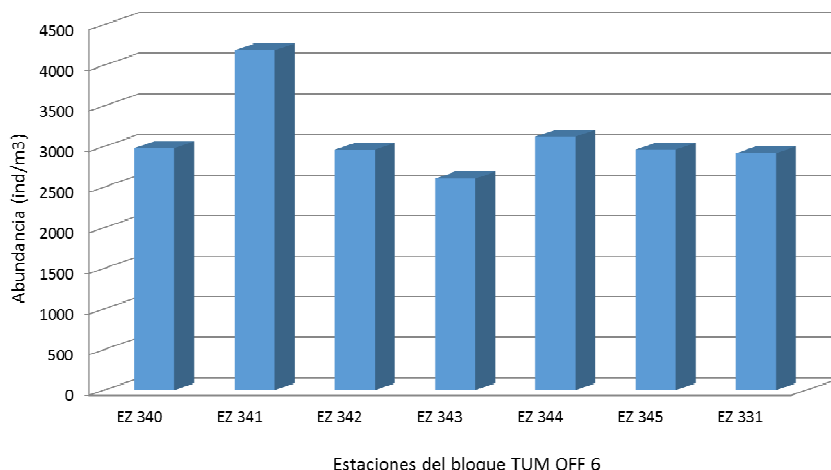


Figura 51. Abundancia por estación del zooplancton (ind/m³) colectado en el bloque TUM OFF 6 durante diciembre de 2012 para el proyecto Tumaco Offshore ANH – INVEMAR.

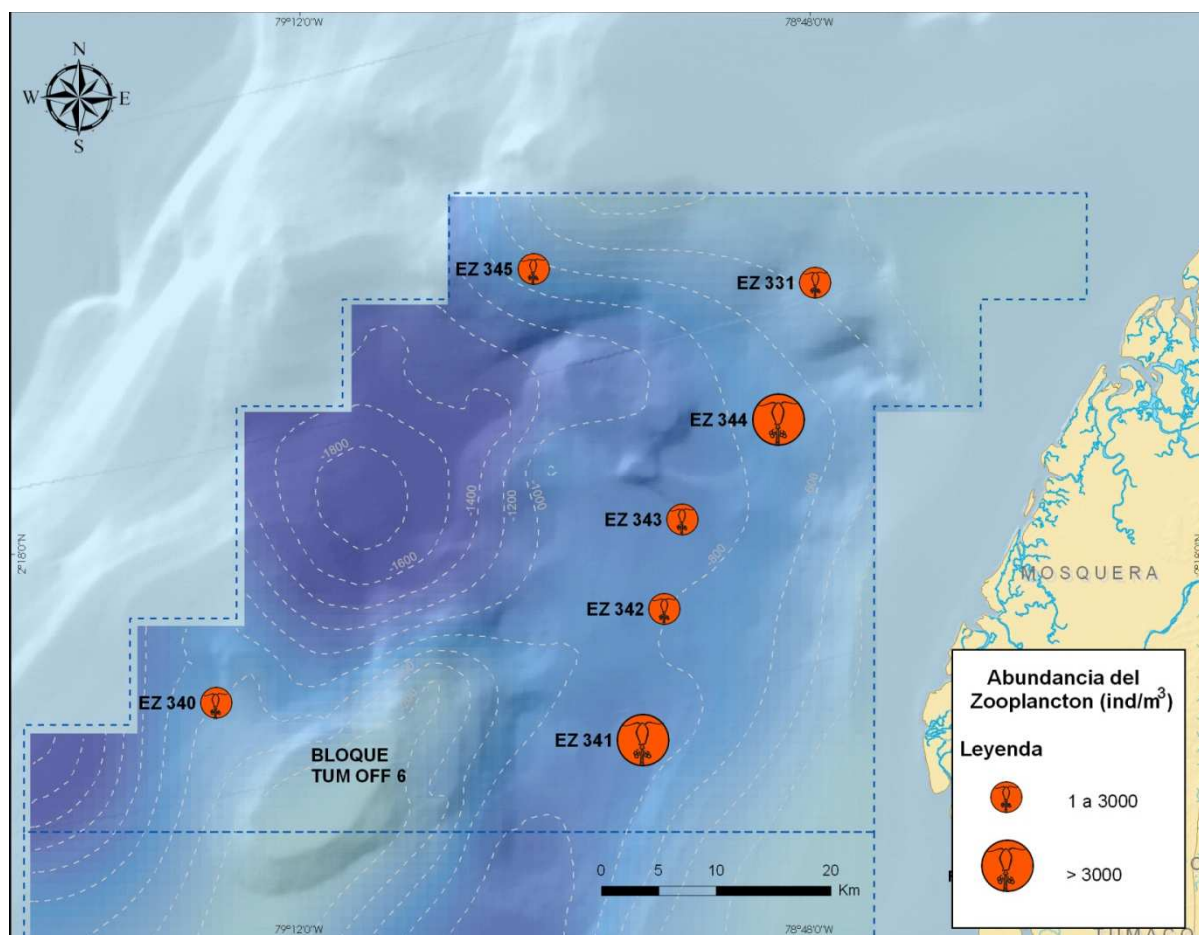


Figura 52. Distribución geográfica de la abundancia por estación del zooplancton colectado en el bloque TUM OFF 6 durante la campaña Tumaco Offshore 2012.

La abundancia estuvo representada por 47 grupos taxonómicos, 9 menos que el consolidado de los dos bloques. De este total, 39 pertenecen al holoplancton y 8 al meroplancton, evidenciando que la ausencia se presentó más en el primer grupo, siendo en este caso particular, todos pertenecientes al subphylum de los crustáceos (Anexo 1). En términos de estaciones muestreadas, el promedio del número de grupos taxonómicos encontrados fue de $33 \pm 2,3$ grupos, siendo la EZ 341 y EZ 344 las que más y menos grupos presentaron respectivamente, con una diferencia entre ellas de 6 grupos taxonómicos (Figura 53). Al igual que con la abundancia, se puede inferir que existe una homogeneidad en el bloque al existir poca variación entre los datos (Figura 54). Comparativamente, tanto los datos del total consolidado como los hallados por estación muestreada, se encuentran dentro o muy cercanos a los registrados para

el Pacífico Oriental Tropical (POT), que corresponden a 39 familias para la zona más norte del área (Longhurst, 1985 a, b). En el Pacífico colombiano, los estudios previos siempre han sido llevados hasta el nivel de grandes grupos taxonómicos (Orden, Clase o Phylum) o una combinación de ellos, prevaleciendo siempre los niveles más altos (ej. Phylum), lo que dificulta hacer comparaciones; sin embargo, cabe destacar el trabajo de Velasco-Vinasco y Rodríguez-Rubio (2010), el cual ha sido el único en llevar hasta familia alguno de los grupos principales, registrando un total de 24 grupos taxonómicos; un número menor que el obtenido en la presente investigación. En términos generales, por punto de muestreo, las provincias oceánicas en el mundo presentan mayor diversidad respecto a las provincias neríticas, pasando de más de 200 especies reunidas entre 50 y 70 familias en el primer caso, a menos de 100 especies en 30 familias o menos en el segundo (Longhurst, 1998); lo cual acorde con los resultados obtenidos en este estudio puede indicar que las condiciones del bloque en los puntos muestreados, tienen una tendencia de mezcla de comunidades oceánicas con costeras.

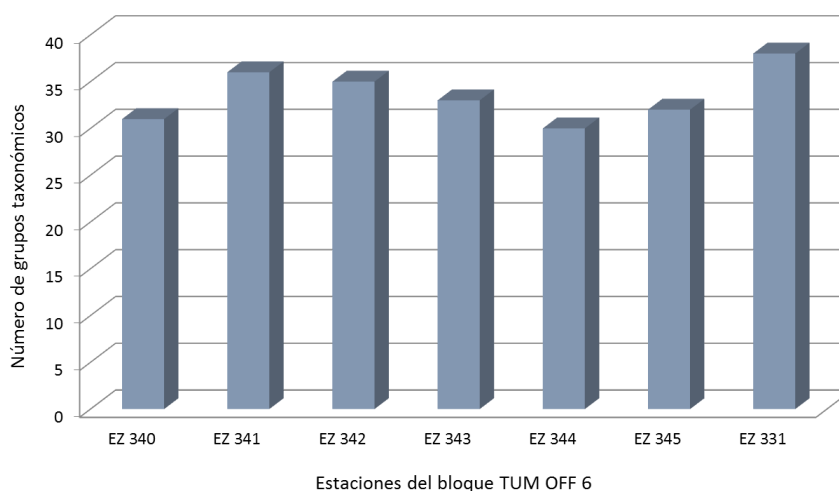


Figura 53. Número de grupos taxonómicos por estación del zooplancton colectado en el bloque TUM OFF 6 durante la campaña Tumaco Offshore 2012.

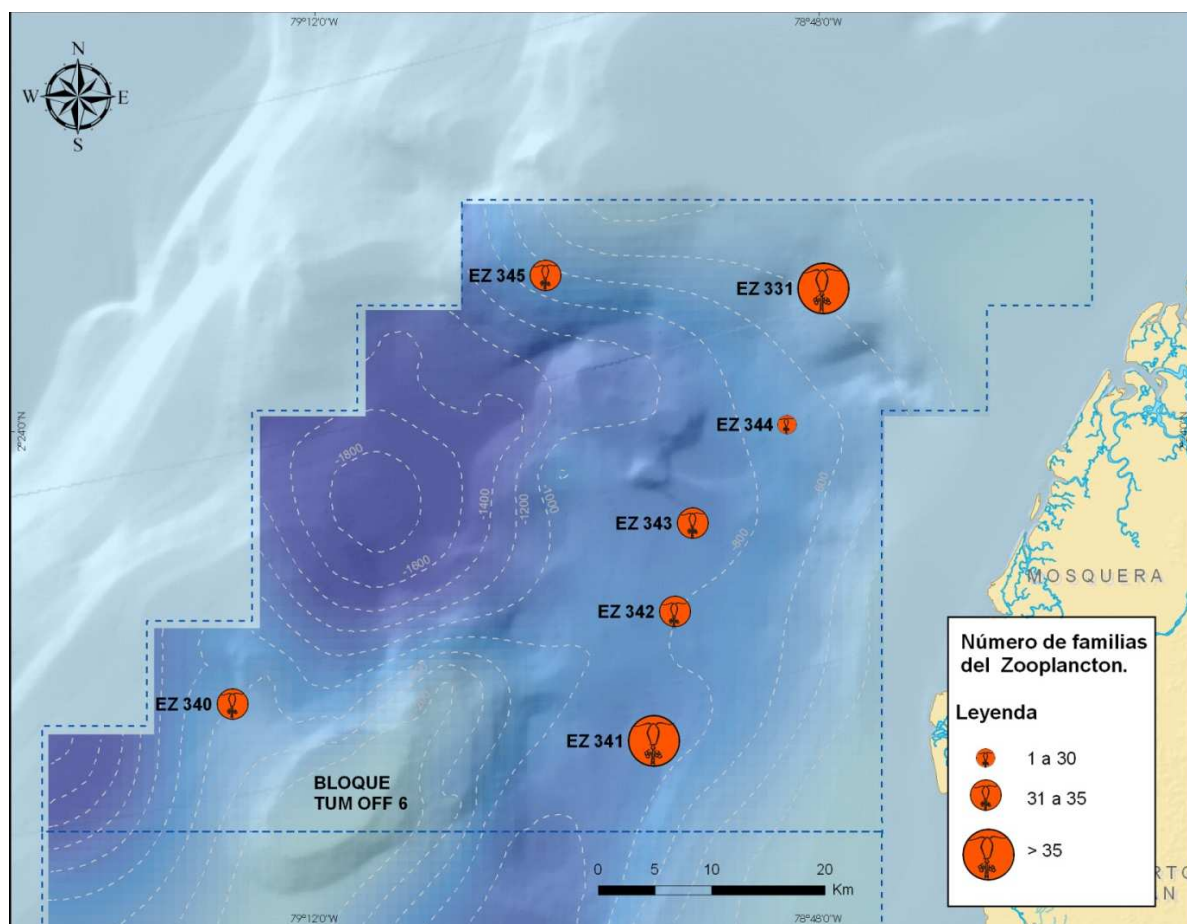


Figura 54. Distribución geográfica del número de grupos taxonómicos por estación del zooplancton colectado en el bloque TUM OFF 6.

Los organismos encontrados están representados por nueve phyla (Figura 55; Anexo 1), de los cuales los artrópodos fueron los más abundantes y los que registraron mayor número de grupos taxonómicos. A este phylum lo siguieron los quetognatos y cordados en cuanto a abundancia, y los anélidos, moluscos y cordados en cuanto a números de grupos taxonómicos. De todos los grupos, el phylum de los cnidarios y el subphylum de cefalocordados, fueron los únicos que no se presentaron en todas las estaciones; el primero se registró en la estación EZ 344 y el segundo en las estaciones EZ 341 y EZ 344. Es importante resaltar que si bien los phyla identificados coinciden con los registrados en los demás estudios (Holmes *et al.*, 1957; Giraldo *et al.*, 2005; Fernández-Álamo y Färber-Lorda, 2006), la poca presencia de cnidarios en todas las estaciones, contrasta con el hecho de que usualmente han sido registrados con altos valores de abundancia en cualquier zona del POT (Cely-Moya y Chiquillo, 1993; Baldrich, 2007). Los

resultados finales en este sentido pudieron estar influenciados por la metodología de muestreo, ya que estos organismos hacen parte en su mayoría del macrozooplancton (>2 mm de longitud) y las redes usadas en el presente estudio (200 μ m de poro de malla), no son las indicadas para colectas específicas de este grupo. Adicionalmente, el uso de agua carbonatada antes de la fijación de los organismos, así como una solución fijadora ácida, afectan la integridad de los organismos gelatinosos, por lo que su presencia siempre será subvalorada.

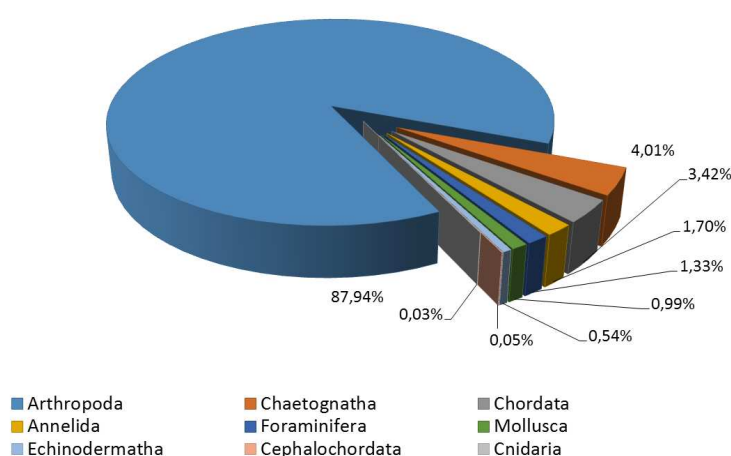


Figura 55. Representatividad porcentual de la abundancia de los diferentes phyla en el mesozooplancton colectado en el bloque TUM OFF 6 durante diciembre de 2012 para el proyecto Tumaco Offshore ANH – INVEMAR.

El phylum de los artrópodos estuvo representado en su totalidad por crustáceos (Anexo 1), encontrándose 28 de los 36 grupos taxonómicos registrados en todo el estudio. Los copépodos del orden de los calanoideos fueron los más abundantes y presentaron el mayor número de grupos taxonómicos, seguido por los copépodos ciclopoideos (Figura 56). Estos organismos son los grupos más abundantes dentro del zooplancton, llegando a alcanzar representatividades superiores del 50% en zonas costeras y más del 70% en zonas oceánicas, siendo en algunos casos más del 90% en las zonas más alejadas de los continentes (Boxshall y Halsey, 2004), coincidiendo los datos del presente estudio con lo estipulado en zonas oceánicas y en otros trabajos del Pacífico colombiano (Fernández-Álamo y Färber-Lorda, 2006). Como particularidades del grupo de los copépodos, las familias más abundantes fueron Paracalanidae, Oncaeidae, Clausocalanidae y Corycaidae, todas familias típicas de aguas mixtas (Boltovskoy, 1981), lo cual revela presencia de aguas tanto de la provincia nerítica como oceánica. En este

sentido se observaron dos evidencias de refuerzo claras: en primera instancia la abundancia de grupos intermedios, cercana a los millares de individuos por metro cúbico en el total del bloque, para familias como Calanidae y Eucalanidae, que usualmente se desarrollan mejor en aguas con altas concentraciones de materia orgánica (Campos y Suárez, 1994), señalando una fuerte influencia de afluentes continentales. En segundo lugar, la presencia de la familia Oithonidae que está relacionada con aguas oceánicas (Boltovskoy, 1981; Boxshall y Halsey, 2004), evidenciándose principalmente en las estaciones más alejadas de la costa. Por otra parte, la ausencia de familias como Nullosetigeridae y Phaennidae, muestra que existen pocas aguas provenientes de afloramientos, ya que son organismos representantes de profundidades intermedias, mayores de 500 m (Boxshall y Halsey, 2004). Cabe resaltar que la información obtenida de los copépodos de la familia Spinocalanidae, mostró una tendencia de presencia y mayor abundancia en dirección Sur-Norte, pudiendo ser un indicador de aguas provenientes del norte del Pacífico; sin embargo, no existe evidencia previa para poder corroborar dicho supuesto, debido a que no se siguió muestreando hacia el norte del Pacífico colombiano.

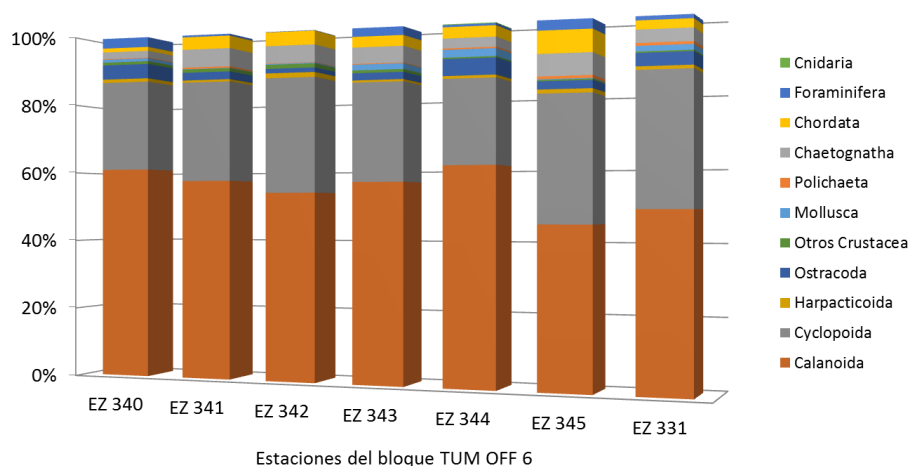


Figura 56. Representatividad porcentual de la abundancia de los diferentes grupos taxonómicos por estación en el mesozooplancton colectado en el bloque TUM OFF 6 durante diciembre de 2012 para el proyecto Tumaco Offshore ANH – INVEMAR.

De los otros grupos de artrópodos, cabe destacar la ausencia de un mayor número de individuos de los cladóceros, lo cual es un indicativo de que aunque haya aguas provenientes de la zona costera y de afluentes continentales en la zona de muestreo, esta agua ha tenido

que moverse un largo trayecto y por mucho tiempo para llegar, por lo que los nutrientes han sido consumidos, generándose a su vez una sucesión fitoplanctónica tardía, es decir, de organismos más grandes. Los cladóceros necesitan de las sucesiones tempranas, o sea, de fitoplancton pequeño para crecer poblacionalmente, como sucede en la zona costera cerca de fuentes de recursos primarios (Sommer y Stibor, 2002). La presencia de los ostrácodos, los pocos isópodos, eufauceáceos y larvas, la familia Vibiliidae (anfípodos) y la ausencia de misidáceos, corrobora que el ensamblaje zooplanctónico hace parte de una comunidad que vive en aguas superficiales mixtas oceánicas y neríticas, con presencia de aportes continentales y sin incidencia de afloramientos. Esto es explicado porque los ostrácodos son típicos de aguas con altos contenidos de materia orgánica (Cohen *et al.*, 2007); los isópodos y eufauceáceos están presentes en aguas profundas (López-Peralta y Medellín-Mora, 2005), pero que pueden migrar fácilmente a la superficie para conseguir alimento; los misidáceos aunque viven relacionados con zonas profundas, suben a la superficie solo por ciclos ontogénicos (Boltovskoy, 1981); y la familia Vibiliidae es típica de aguas superficiales oceánicas (Valencia y Giraldo, 2009).

El phylum de los moluscos estuvo representado por tres familias típicamente planctónicas y por larvas de moluscos bentónicos, principalmente del grupo de los bivalvos. Las familias, Limacinidae y Creseidae se presentaron en estaciones más costeras, mientras que la familia Cavoliniidae se presentó mayormente en las estaciones más oceánicas (EZ 341 y EZ 345). Los valores promedio de abundancias por todas las familias se ubicaron dentro de las decenas por metro cúbico, coincidiendo con otros estudios realizados en el POT (Fernández-Álamo y Färber-Lorda, 2006). Las dos primeras familias tienen tendencias más hacia la herbivoría, alimentándose principalmente de diatomeas pennadas, mientras que la tercera es de tendencia carnívora, alimentándose principalmente de larvas y otros protistos (Gilmer y Harbison, 1986). Estos resultados corroboran que el zooplancton de la zona de estudio es de aguas mixtas y que presenta un leve gradiente espacial respecto a la línea de costa, como se describió anteriormente para los artrópodos.

Los phyla que entran en la categoría de organismos gelatinosos (quetognatos y cordados) presentaron abundancias y número de familias similar a lo registrado en el POT en la capa superficial de la provincia oceánica; sin embargo, pueden estar siendo subvalorados porque al igual que para los cnidarios, el método de muestreo no es el más apto para su captura

específica. Los gusanos quetognatos, doliolidos y salpas (cordados), son organismos carnívoros que están en las últimas categorías de las redes tróficas, siendo recurso para larvas de peces grandes y peces adultos pequeños. La presencia de este tipo de animales indica que el ensamblaje está siendo regulado por ellos, como el estado normal del sistema y que no hay aparentemente un desorden trófico (Atwood-Kofoed, 1907; Segura *et al.*, 1992). Mientras que los larváceos (cordados), son organismos omnívoros facultativos que tienden a alimentarse principalmente del fitoplancton cuando este está presente como el recurso principal de la red trófica. En estas circunstancias, las especies de larváceos tienden a ser más grandes, información observada, más no medida directamente en el estudio; mientras que la presencia de especies más pequeñas, como sucede cerca a la costa, se alimentan de dinoflagelados y otros protistos pequeños (Hopcroft *et al.*, 1998). Esta información complementa lo mencionado anteriormente en los phyla anteriores del tipo de ensamblaje zooplanctónico encontrado.

Como dato aun no comprendido, se encontró la presencia de dos larvas del subphylum de los cefalocordados en las estaciones EZ 341 y EZ 344. Este hecho es llamativo porque tanto los adultos como las larvas de estos organismos son de hábitos bentónicos (Strathmann, 1977) y las muestras planctónicas se obtuvieron máximo a 200 m en las estaciones mencionadas, donde la profundidad del fondo estaba más allá de los 600 m, por lo que no se pudo encontrar una razón que explicara su presencia en las colectas. En ningún estudio previo oceánico se han registrado este tipo de larvas, solamente en arrastres donde las redes pasan muy cerca al fondo, como puede suceder en las zonas costeras (*Com pers.* Martínez-Barragan, 2013).

En cuanto a los análisis descriptivos univariados (dominancia, uniformidad y diversidad), al igual que la abundancia y el número de grupos taxonómicos, las estaciones arrojaron valores muy homogéneos, encontrándose la mayor variación con la dominancia, que sin embargo, no fue superior al 10% (Figura 57). Esta información coincide con otros estudios de la zona (Velasco-Vinasco y Rodríguez-Rubio, 2010) y es esperado para un ensamblaje que vive en aguas mixtas, donde existe diferente y suficiente recurso alimentario, que permite el crecimiento relativamente homogéneo de los distintos grupos taxonómicos, manteniendo las proporciones tróficas y energéticas (Longhurst y Harrison, 1989).

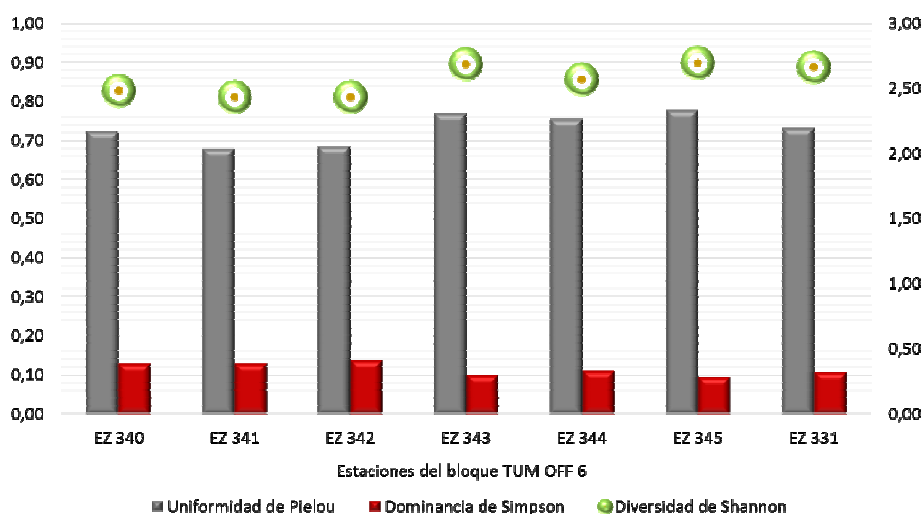


Figura 57. Descriptores ecológicos univariados por estación para el mesozooplankton colectado en el bloque TUM OFF 6. Eje derecho: Uniformidad de Pielou y Dominancia de Simpson; eje izquierdo: diversidad de Shannon.

Este ensamblaje zooplanctónico presentó una biomasa total de $2,69 \text{ g/m}^3$, siendo el 52% del total muestreado, con un promedio de $0,38 \pm 0,22 \text{ g/m}^3$, cuadruplicándose el máximo valor de la estación EZ 341, con respecto a la estación EZ 331, que presentó el menor valor (Figura 58), por lo que a diferencia de la abundancia y el número de grupos taxonómicos, no se evidenció una aparente homogenización de la biomasa en el plano espacial (Figura 59). Es difícil comparar la biomasa obtenida respecto a estudios anteriores tanto en la zona, como en el POT, debido a las diferencias metodológicas tanto de la extracción como de la obtención del valor final. Sin embargo, los valores obtenidos en el presente estudio, se encuentran dentro de los registrados para las zonas más oceánicas y nortes del POT (Franco-Gordo *et al.*, 2001; Hernández-Trujillo *et al.*, 2005), por lo que se podría inferir que la información presentada con esta metodología es fiable, teniendo en cuenta, que ésta determina con mayor precisión la biomasa, eliminando la materia no viva que los otros métodos si tienen en cuenta. Siguiendo el patrón obtenido, las estaciones más cercanas a la costa, fueron las que mayor biomasa presentaron, lo que es de esperarse, debido a la existencia de mayores aportes de recursos alimentarios para los eslabones inferiores de las redes tróficas, que aunque pueden ser organismos más pequeños, presentan poblaciones más abundantes, permitiendo que las demás poblaciones de eslabones tróficos superiores, también presenten poblaciones más abundantes, lo que en la sumatoria final se refleja en mayor biomasa. Según los valores encontrados, el

bloque tendría una tendencia oligotrófica (Harris *et al.*, 2000), donde no existe mucha productividad aparente; sin embargo, al ser un solo muestreo puntual, sin seguimiento en escala temporal, es difícil aseverar dicha interpretación.

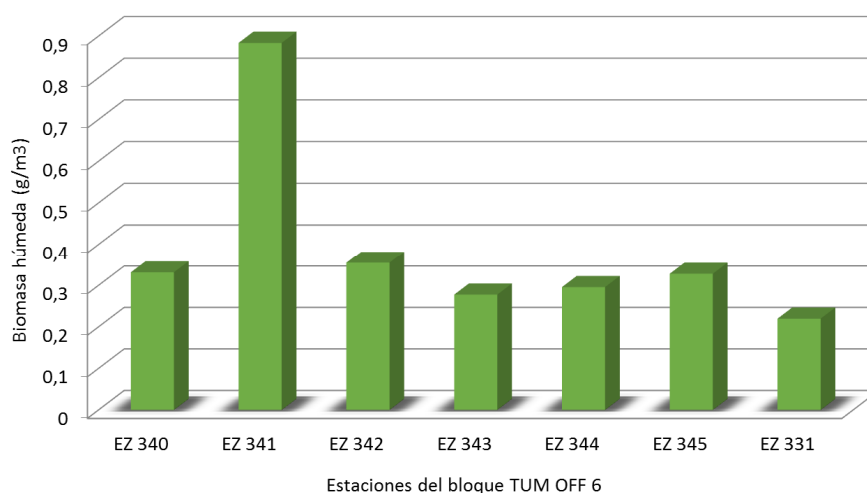


Figura 58. Biomasa en peso húmedo (g/m³) por estación del zooplancton colectado en el bloque TUM OFF 6 durante la campaña Tumaco Offshore 2012.

En este bloque, el promedio de tamaño corporal fue de $0,10 \pm 0,44 \text{ mm}^3$ por organismo, y en todos los casos más del 90% de los organismos estuvieron muy cercanos a este tamaño, es decir, en el mesozooplancton pequeño (clases de tamaño del 2 al 9) (Figura 60). Esta distribución es la típica en cualquier ensamblaje zooplanctónico marino, en donde siempre predominan los organismos pequeños sobre los de mayor tamaño, disminuyendo de forma exponencial (Zhou y Huntley, 1997); sin embargo, se esperaba que el promedio general fuera más grande de lo registrado, debido a que las aguas del pacífico son más frías y con mayor aporte alimentario, lo que le permite a la mayoría de organismos marinos tener tasas de crecimiento mayores (Basedow *et al.*, 2010). Estos valores estuvieron por debajo de lo registrado en otros estudios del POT (ej. Hernández-Trujillo *et al.*, 2005), indicando que se podría haberse estructurado una comunidad de organismos más pequeños a lo esperado comparativamente; lo cual podría deberse a factores físicos, ambientales y geográficos, tales como el efecto del ciclo del fenómeno Niño, que calienta las aguas tropicales del Pacífico; las altas y constantes tasas de escorrentía en las costas del Pacífico colombiano, que también

genera calentamiento del agua superficial costero; y al hecho de que los otros estudios encontrados en el POT fueron realizados en zonas con surgencias como la de Perú, donde las aguas son más frías.

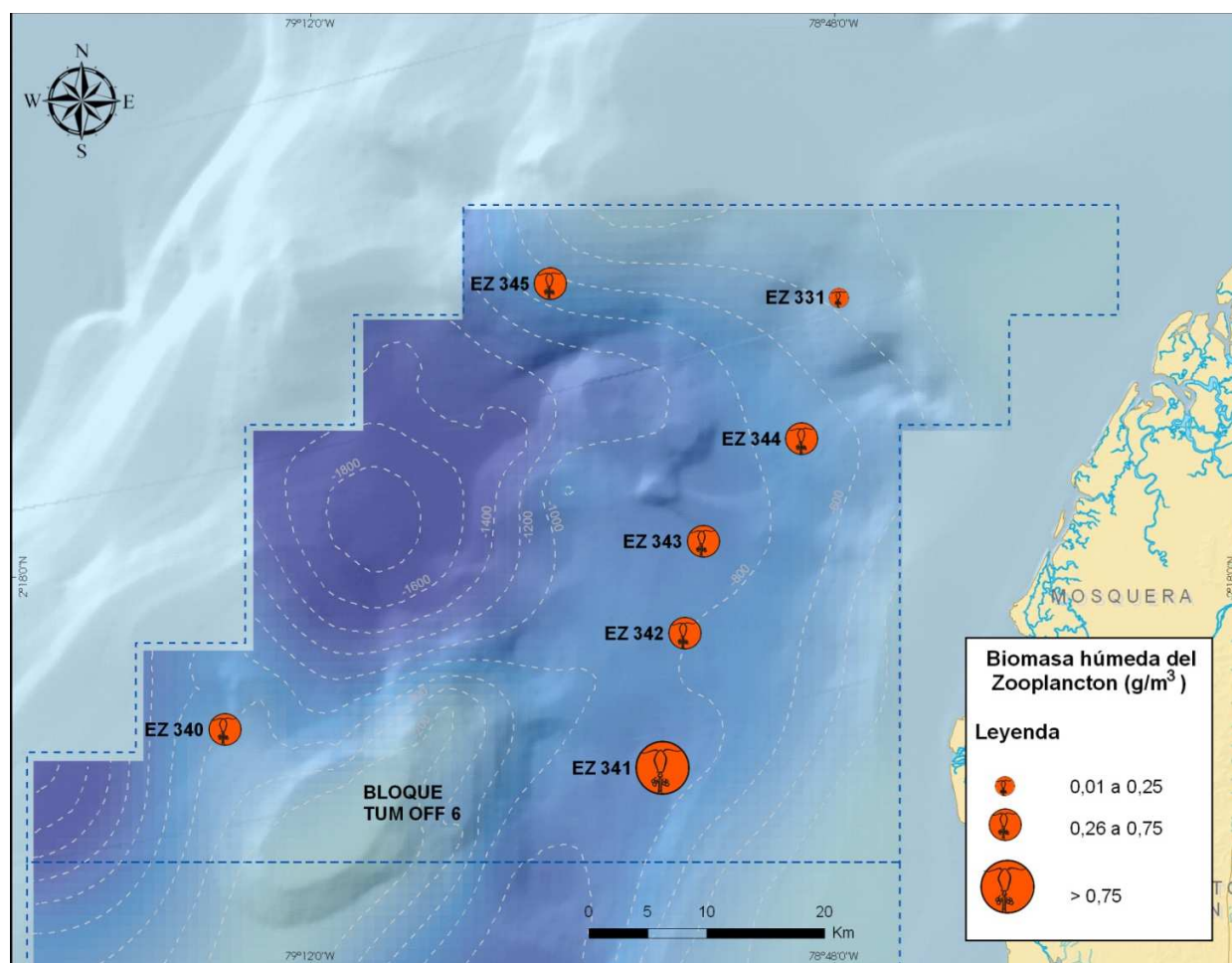


Figura 59. Distribución geográfica por estación de la biomasa del zooplancton colectado en el bloque TUM OFF 6 durante la campaña Tumaco Offshore 2012.

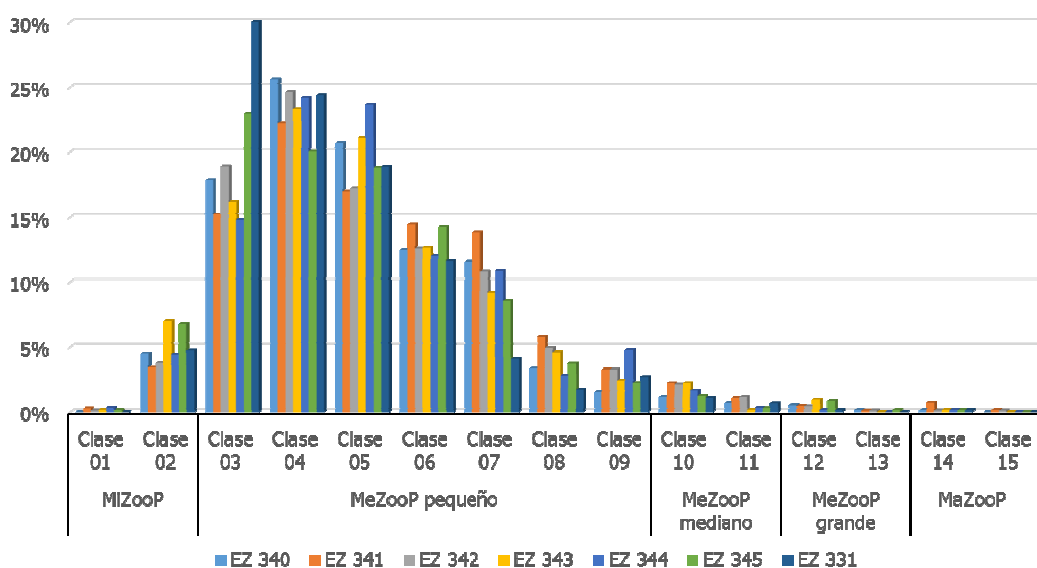


Figura 60. Representatividad porcentual de la abundancia del zooplancton por clases de tamaños corporales colectado en el bloque TUM OFF 6 durante la campaña Tumaco Offshore 2012. MiZooP: microzooplancton; MeZooP: mesozooplancton; MaZooP: macrozooplancton.

El espectro de biovolumen realizado a cada estación, con la información obtenida de los biovolumenes individuales, permiten encontrar variaciones en la estructura del ensamblaje zooplanctónico, que la caracterización taxonómica no puede mostrar, sobretodo en cuanto al flujo de materia y energía en el sistema, lo que ayuda a complementar la información ya descrita hasta el momento.

Los parámetros establecidos en las regresiones lineales (Tabla 7), indican por un lado que, el número de grupos taxonómicos es relativamente alto y que está dentro de los límites superiores de lo que se podría esperar en estas condiciones, debido a que todas las estaciones presentaron valores de los coeficientes de correlación (r^2) cercanos a 1 (Brucet-Balmaña, 2003). Este parámetro, también indica que la organización estructural del tamaño, que influye en el flujo de energía del sistema, está ordenado y no presenta un desequilibrio (Zhou y Huntley, 1997). Adicionalmente, permite conocer si a la zona está entrando suficiente recurso para sostener los ensamblajes zooplanctónicos y comunidades biológicas existentes. Como los valores fueron superiores a 0,9, se puede decir que al sistema, si le está entrando suficiente recurso alimentario (Brucet-Balmaña, 2003). Por otro lado, la variación del intercepto de la línea

recta (b) fue poca entre las estaciones, presentándose valores 1,4 y 1,9, corroborando que las abundancias fueron similares entre las estaciones y relativamente altas dentro del grupo funcional (mesozooplankton) (Vidondo *et al.*, 1997). En cuanto a la pendiente de la regresión lineal (a), a excepción de las estaciones EZ 341 y EZ 342, todas estuvieron por arriba de 0,82. Sin embargo, estas dos estaciones estuvieron muy cercanas a este valor, por lo que se podría considerar que todas ellas pertenecen a un sistema donde no existe mucho reciclamiento de la energía, es decir, que lo que se produce en biomasa se transporta fuera del sistema de forma rápida, donde es usado por otras comunidades, como las pelágicas profundas, demersales, bentónicas u otras planctónicas de sitios aledaños (Zhou, 2006). Espacialmente, se observó una leve disposición, en donde las estaciones oceánicas (EZ 340 y EZ 345) tuvieron un descenso de exportación de materia y energía en dirección sur – norte, dado posiblemente por la dirección de las corrientes y su disminución de velocidad en esa misma dirección, mientras que las estaciones costeras (EZ 340, EZ 342, EZ 343, EZ 344 y EZ 331) tuvieron este comportamiento del flujo de energía en dirección contraria, siguiendo probablemente el patrón de corrientes locales (ver oceanografía).

Con esta misma pendiente, también se puede obtener un valor comparativo y cercano al nivel trófico del sistema. Todos los valores fueron inferiores a 3,5, por lo que estos ensamblajes estuvieron dominados por una red trófica donde los herbívoros son los dominantes y controlan el flujo de energía. Este tipo de sistemas son comunes en donde existe aportes considerables de recursos primarios, como nitrógenos, fósforo, carbono, etc., como sucede en zonas de afloramiento o entradas de aguas continentales (Gascuel *et al.*, 2005), similar a la zona de estudio, en donde se arrastran aguas desde el sur, provenientes de la surgencia del Perú y que se mezclan con los aportes de las cuencas del río Mira y Patia. Este sistema de herbivoría, a medida que se van alejando hacia el norte (estaciones más oceánicas) y hacia el frente de la Bahía de Tumaco (estaciones más cercanas a la costa) tienden al siguiente sistema, donde dominan los carnívoros, siguiendo como ya se ha mencionado, posiblemente el sistema de corrientes locales.

Tabla 7. Valores de los parámetros obtenidos de las regresiones lineales obtenidas a partir de los espectros de biovolumen (Abundancia vs. biovolumen) y el nivel trófico por estación del zooplancton colectado en el bloque TUM OFF 6 durante diciembre de 2012 para el proyecto Tumaco Offshore ANH – INVEMAR.

Estación	Pendiente (a)	Intercepto (b)	Coefficiente de correlación (r^2)	Nivel Trófico
EZ 340	-0,87	-1,75	0,97	2,78
EZ 341	-0,75	-1,48	0,96	3,23
EZ 342	-0,79	-1,59	0,97	3,07
EZ 343	-0,19	-0,45	0,92	12,60
EZ 344	-0,85	-1,68	0,95	2,87
EZ 345	-0,82	-1,69	0,97	2,96
EZ 331	-0,91	-1,92	0,99	2,66

Como caso especial, estuvo la estación EZ 343, porque presentó valores fuera de la tendencia general de las demás estaciones del bloque. El valor del coeficiente de variación estuvo más cercano a 0,9, y el intercepto y la pendiente más cercanas a 0, por lo que el nivel trófico del sistema estuvo por encima de 10, mostrando una dominancia del grupo de los omnívoros en la regulación de la energía del sistema. Este sistema indicaría que no está entrando suficiente energía externa al ensamblaje, por lo que necesita reciclar muchas veces la energía propia, es decir, la red trófica es más grande de lo normal, además, existe una reducción de abundancia de tamaños pequeños (Clase 1-6), se mantienen los tamaños medianos (Clase 7-10) y se aumentan los más grandes (Clase 12 y 14). Revisando la muestra, se observó que las clases de tamaños de los organismos faltantes se alimentan esencialmente de organismos autótrofos (herbívoros), quedando en mayor abundancia, organismos que tienen una alimentación mixta (oligotróficos), así como los de mayor tamaño, que en su mayoría podrían ser carnívoros. Realizando una suposición, las condiciones ambientales permitieron que los carnívoros grandes aparecieran en el ensamblaje y comenzaron a alimentarse de las clases de tamaños 1 al 6, cambiando en el momento la estructura trófica y energética del ensamblaje. Esta situación no se puede corroborar con los datos oceanográficos, al no existir estudios locales en la zona, sin embargo, al observar los modelos de corrientes generados por la NOAA (ver Oceanografía Figura 35) y la posible conformación geomorfológica de la región (Figura 8), se pueden generar dos escenarios posibles más no concluyentes. La primera posibilidad sería que existió una corriente externa que entró al sistema (Figura 35), trayendo consigo una masa de agua con los organismos zooplanctónicos carnívoros, que al entrar en contacto con el ensamblaje de la zona,

comenzaron a alimentarse, reduciendo, como se mencionó un grupo de clases de tamaños específicos. La otra posibilidad sería que los giros, generados geostróficamente o por el efecto de la presencia de una cresta submarina elevada, generan en su centro, celdas de aguas con una composición diferente, una mayor estabilidad y calma, y un aislamiento respecto a las aguas que la rodean (Hamner y Hauri, 1981; Genin, 2004), permitiendo así, que posiblemente los carnívoros tuviesen mayor facilidad de movimiento, por ende, mayor eficiencia en la caza de sus presas, reduciendo notablemente las clases de tamaños ya mencionados. Esta última situación fue observada en un estudio realizado en los cayos de San Andrés, Providencia y Santa Catalina en el Caribe colombiano (INVEMAR-ANH, 2012), y se ha registrado en otros estudios del POT (Saltzman y Wishner, 1997).

Zooplankton en el Bloque TUM OFF 7

En el Bloque TUM OFF 7 se contabilizaron 24.409 ind/m³ con un promedio por estación de 3.051 ± 2.065 ind/m³. La estación menos abundante fue la EZ 333, mientras que la más fue la EZ 337, con una diferencia entre ellas de aproximadamente 5.904 ind/m³ (Figura 61). A diferencia del bloque TUM OFF 6, la abundancia en éste bloque no fue muy homogénea, evidenciándose en que se presentaron diferencias de hasta ocho veces entre las estaciones con valores extremos. En general, las estaciones más abundantes fueron las que se ubicaron más cerca de la línea de costa (EZ 332, EZ 337, EZ 338), mientras que las menos abundantes fueron las más oceánicas (EZ 333, EZ 334, EZ 335, EZ 336), y respecto en la dirección sur-norte, se evidenció una leve disposición a reducir la abundancia hacia el norte en las costeras y hacia el sur, en las oceánicas (Figura 62). Esto permite sugerir que el bloque presenta una estratificación que está dado por las masas de agua y las corrientes del sector. La corriente parece que entra desde el sur, con aguas provenientes de la surgencia del Perú (Kessler, 2006), sin embargo, la zona costera, es bañada por una diversidad de cuencas hidrográficas, la más importante es la del Mira, generando una condición diferente al agua que transita más alejada de la costa, y por ende, en la zona de muestreo, se podría encontrar una separación de la masa de agua que proviene del sur, en dos masas de agua con características bien definidas. Esta situación corroboraría la tesis en donde se dice que las aguas costeras, al tener mayores recursos alimentarios, permitiría una abundancia más alta, respecto a las aguas oceánicas. Sin embargo, estas últimas, parece ser que aun presentan gran cantidad de recursos provenientes

de la surgencia, porque los valores de abundancia, fueron más altos de lo esperado normalmente, es decir, superaron los 1.000 ind/m³, como se evidencian en otros estudios de este tipo de sistemas (Bode *et al.*, 1998). Al igual que en el bloque TUM OFF 6, en éste, los valores también se encuentran dentro de los registrados en otros estudios de la zona (Velasco-Vinasco y Rodríguez-Rubio, 2010).

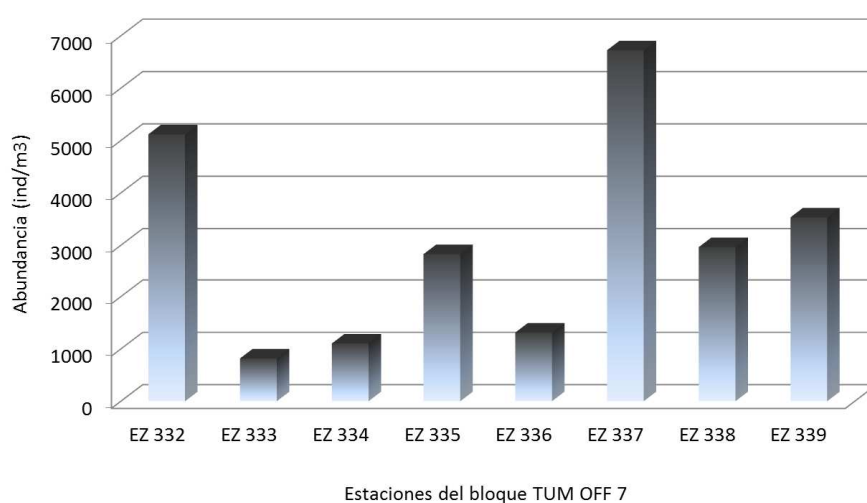


Figura 61. Abundancia por estación del zooplancton (ind/m³) colectado en el bloque TUM OFF 7 durante diciembre de 2012 para el proyecto Tumaco Offshore ANH – INVEMAR.

Esta abundancia estuvo representada por 52 grupos taxonómicos, 4 menos que el consolidado de los dos bloques y 5 más que el otro bloque. De este total, 44 pertenecen al holoplancton mientras 8 al meroplancton, por lo que la mayoría de los grupos taxonómicos ausentes, se registraron en el primer grupo, y que al igual que en el anterior bloque, todos pertenecen al subphylum de los crustáceos (Anexo 1). A nivel de estaciones muestreadas, el promedio del número de grupos taxonómicos encontrados fue de $34 \pm 2,8$ grupos, siendo la EZ 333 la que menor grupos presentó y la EZ 335 la que más, con una diferencia entre ellos de 8 grupos taxonómicos (Figura 63). Al igual que la abundancia, mantuvo una distribución similar respecto a la línea de costa y en dirección sur-norte, siendo en términos generales las estaciones costeras las que más grupos taxonómicos presentaron respecto a las oceánicas (Figura 64). La estación EZ 335, que fue la de mayor número de taxa, es oceánica, y posiblemente se puede

explicar ese valor debido a que en la naturaleza, cuando más difícil es conseguir el recurso, los organismos se adaptan a alimentarse de lo que se encuentra, por lo que mayor probabilidad de diversificación (Margalef, 1991). Sin embargo, todos los valores encontrados en el bloque, al igual que sucedió en el anterior, se encuentran dentro de lo registrado para el POT (Longhurst, 1985 a).

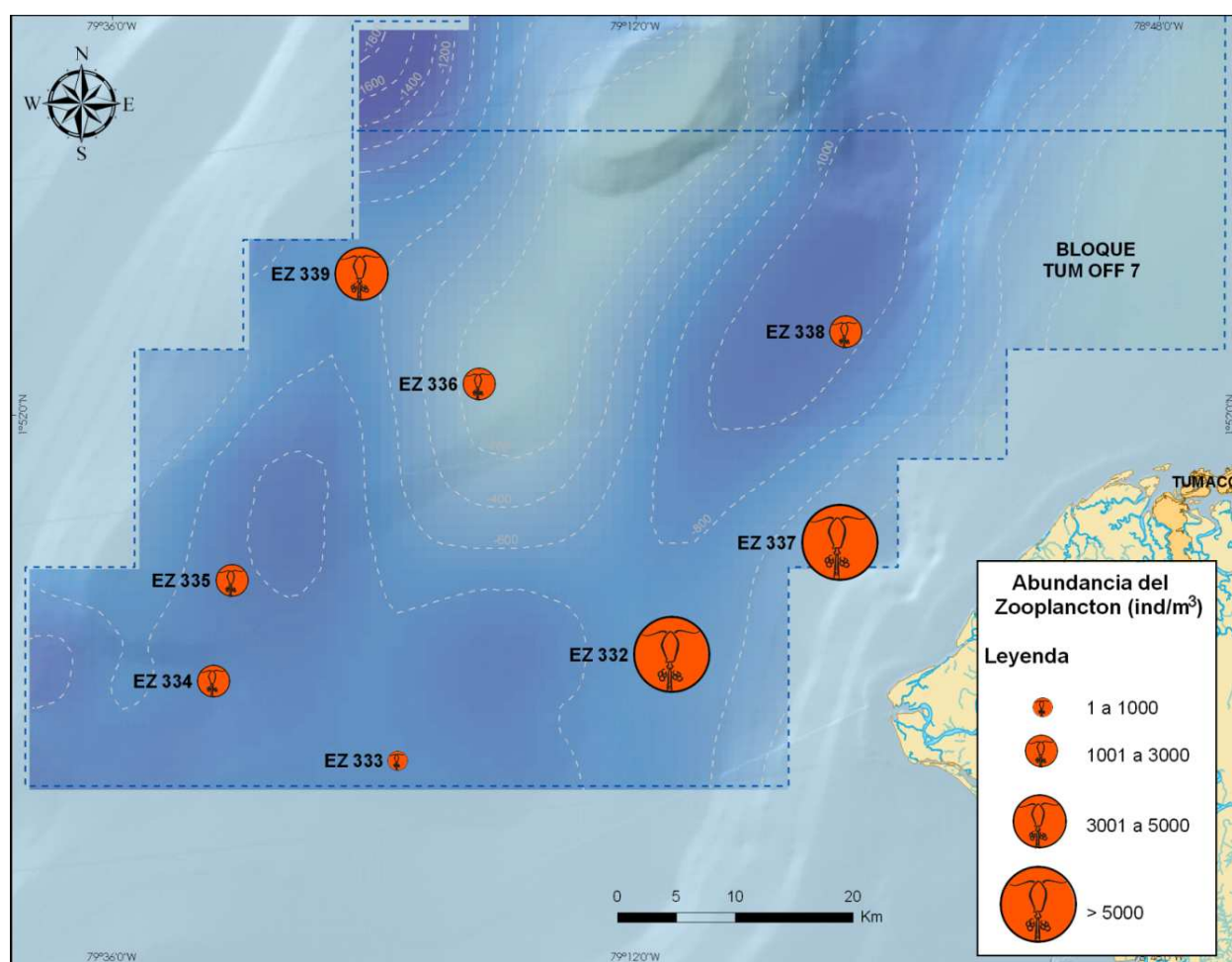


Figura 62. Distribución geográfica por estación de la abundancia del zooplancton colectado en el bloque TUM OFF 7 durante la campaña Tumaco Offshore 2012.

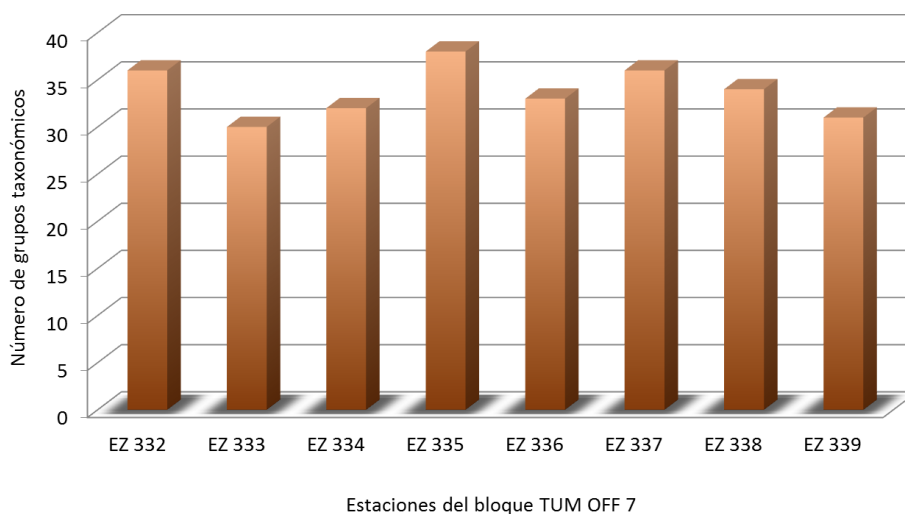


Figura 63. Número de grupos taxonómicos por estación del zooplancton colectado en el bloque TUM OFF 7 durante diciembre de 2012 para el proyecto Tumaco Offshore ANH – INVEMAR.

Al igual que en el bloque TUM OFF 6, estos grupos están representados por nueve phyla (Figura 65), de los cuales el de los artrópodos fue el más abundante y el que registró mayor número de grupos taxonómicos. Seguido a este phylum, en cuanto a abundancia estuvieron los cordados y quetognatos, y en cuanto a número de grupos taxonómicos los de anélidos, moluscos y cordados. De todos los grupos taxonómicos, el phylum de los cnidarios (ej. medusas) y el grupo de los lofoforados, fueron los únicos que no se presentaron en todas las estaciones, siendo las EZ 332, EZ 333 y EZ 337 donde se registró el primero y la EZ 338 para el segundo. Al presentar una estructura similar al bloque TUM OFF 6, se puede decir que también contrasta con la información previa registrada para el Pacífico colombiano (Giraldo y Gutiérrez, 2007) y el Pacífico Oriental Tropical (Fernández-Álamo y Färber-Lorda, 2006) donde se evidencia mayor presencia de especies del phylum de los cnidarios.

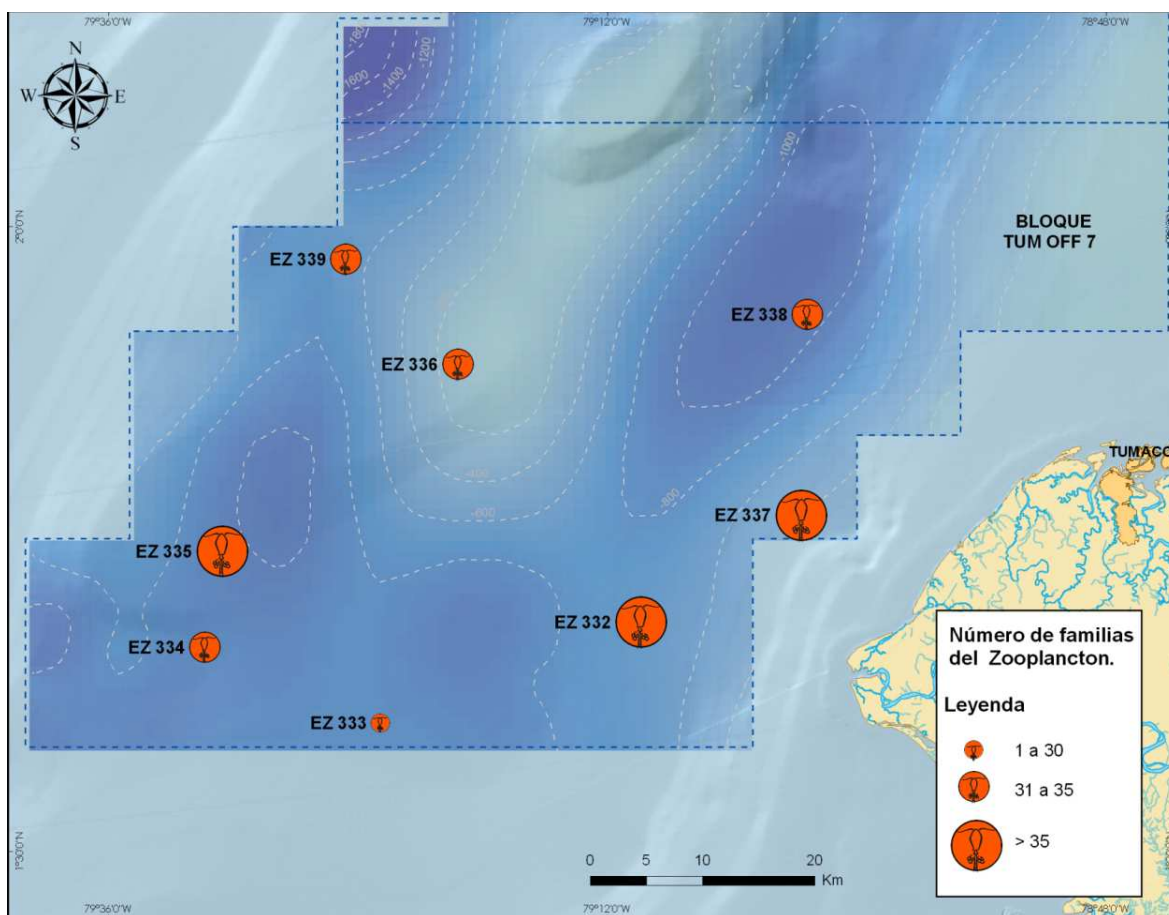


Figura 64. Distribución geográfica por estación del número de familias del zooplancton colectado en el bloque TUM OFF 7 durante la campaña Tumaco Offshore 2012.

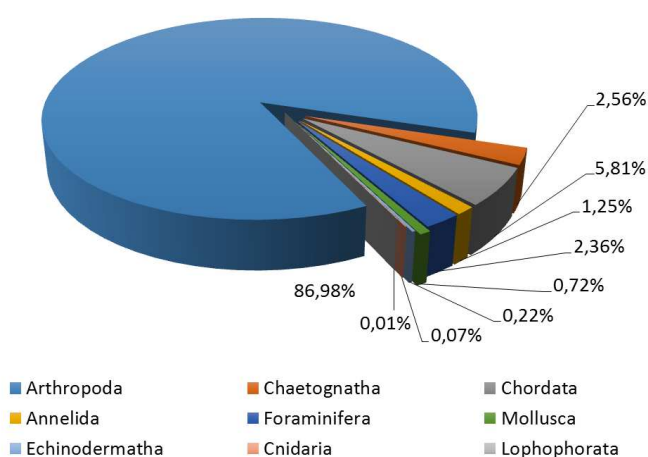


Figura 65. Representatividad porcentual de la abundancia de los diferentes phyla en el mesozooplancton colectado en el Bloque TUM OFF 7 durante diciembre de 2012 para el proyecto Tumaco Offshore ANH - INVEMAR.

El phylum de los artrópodos estuvo representado en su totalidad por crustáceos (Anexo 1), presentándose 33 de los 36 grupos taxonómicos registrados en todo el estudio. El grupo de los copépodos calanoideos fue el más abundante y el que presentó mayor número de grupos taxonómicos, seguido por el grupo de copépodos ciclopoideos (Figura 66). Como ya se mencionó anteriormente, estos grupos son los más abundantes dentro del zooplancton (Boxshall y Halsey, 2004), coincidiendo con lo encontrado en el bloque TUM OFF 6; los datos del presente estudio son similares a los establecidos en zonas oceánicas (Boltovskoy, 1981), así como a los estudios previos del Pacífico colombiano (ej. Giraldo *et al.*, 2005). Las familias de copépodos más abundantes fueron Oncaeidae, Paracalanidae y Clausocalanidae, todas típicas de aguas mixtas (Boxshall y Halsey, 2004). Esto indica que existe presencia de aguas tanto de la provincia nerítica como oceánica, y dada la abundancia de grupos intermedios cercana a los 1.000 ind/m³ en el total del bloque, como la familia Oithonidae, posiblemente la mezcla de agua tiene mayor influencia oceánica que de aguas continentales (a diferencia del bloque TUM OFF 6), ya que dichas familias se desarrollan mejor en aguas más salinas y frías (Campos y Suárez, 1994); aunque la presencia de familias como Calanidae, corrobora el aporte de aguas continentales (Boltovskoy, 1981), sobretodo en las estaciones más cercanas a la costa. A diferencia del bloque TUM OFF 6, la presencia de familias de profundidad (ej. Nullosetigeridae y Phaennidae) y de familias de tamaños grandes como Aetideidae, permite sugerir y confirmar lo descrito anteriormente, que las aguas de éste bloque presenta influencia de aguas profundas y más frías, provenientes posiblemente de una zona de afloramiento.

La presencia de los ostrácodos y anfípodos; los pocos isópodos, eufauceáceos y larvas; la escasez de misidáceos y la ausencia de cladóceros, corrobora que el ensamblaje zooplanctónico hace parte de una comunidad que vive en aguas superficiales mixtas oceánicas y neríticas, con presencia de aportes continentales y, a diferencia del bloque TUM OFF 6, existe un mayor aporte de aguas provenientes de afloramientos, ya que los ostrácodos son típicos de aguas frías y con altos contenidos de materia orgánica (Cohen *et al.*, 2007), los isópodos, misidáceos y eufauceáceos son de aguas profundas (López-Peralta y Medellín-Mora, 2010) y se dio la presencia de gran cantidad de familias de anfípodos típicas de aguas profundas (Paraphronimidae, Lestrigonidae y Hyperiididae) (Valencia y Giraldo, 2009).

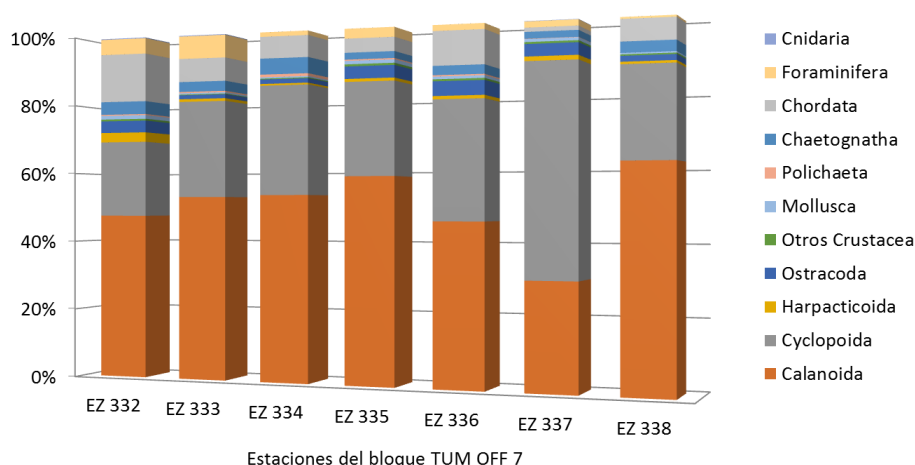


Figura 66. Representatividad porcentual de la abundancia de los diferentes grupos taxonómicos por estación en el mesozooplankton colectado en el bloque TUM OFF 7 durante diciembre de 2012 para el proyecto Tumaco Offshore ANH – INVEMAR.

En cuanto a los análisis descriptivos univariados (dominancia, uniformidad y diversidad) (Figura 67), a excepción de la estación EZ 337, los valores fueron similares entre sí y con respecto a los encontrados en las estaciones del bloque TUM OFF 6, por lo que se podría decir que son muy homogéneos. Al igual que la abundancia y el número de grupos taxonómicos, las estaciones arrojaron valores muy homogéneos, coincidiendo con otros estudios de la zona (Giraldo *et al.*, 2005) y es esperado para un ensamblaje que vive en aguas mixtas, donde existe diferente y suficiente recurso alimentario, que permite el crecimiento relativamente homogéneo de los distintos grupos taxonómicos, manteniendo las proporciones tróficas y energéticas (Margalef, 1991). La variación en la estación EZ 337 fue la presencia en mayor proporción de la familia Oncaeidae, llegando a registrarse 3.529 ind/m³, es decir, un poco más de la mitad de la abundancia de la estación y equiparándose a valores de toda una estación normal, como las encontradas en el estudio. Esta familia tiene representantes de varios niveles tróficos y como no se llevó la identificación a especie, no se puede corroborar que estos individuos estén dentro de la categoría trófica de los herbívoros. Sin embargo, los tamaños de los individuos, fueron más pequeños que los demás morfotipos observados en las otras estaciones y con el dato del nivel trófico del sistema, que se mencionará más adelante, se puede inferir que esta población de Oncaeidae son herbívoros y que las condiciones permitieron desarrollarse más fácilmente que las demás especies, siendo más un evento local y temporal, que una tendencia normal.

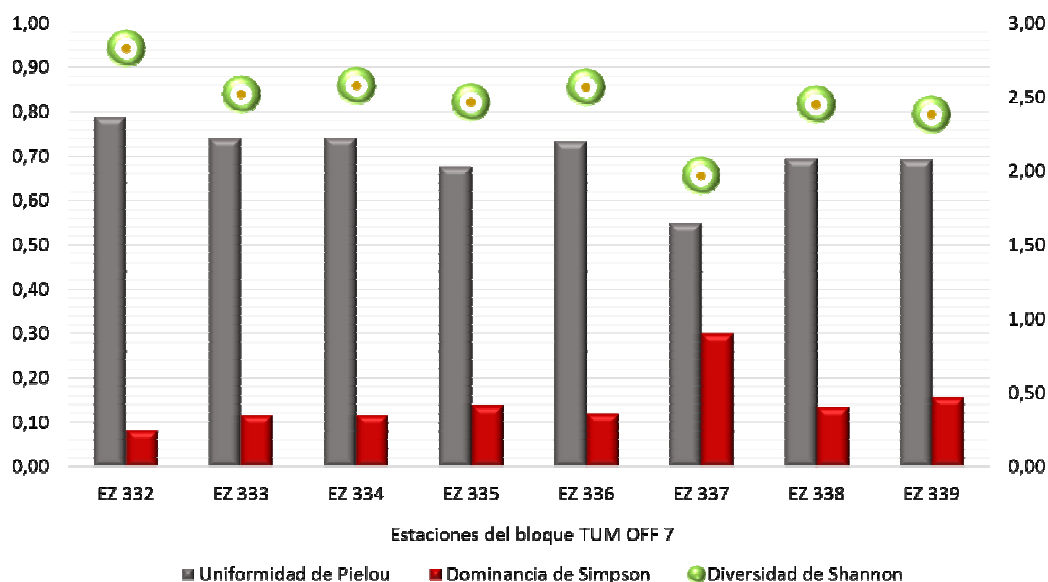


Figura 67. Descriptores univariados ecológicos por estación del mesozooplankton colectado en el bloque TUM OFF 7 durante la campaña Tumaco Offshore 2012. Eje derecho: Uniformidad de Pielou y Dominancia de Simpson; eje izquierdo: diversidad de Shannon.

Este ensamblaje zooplanctónico presentó una biomasa total de $2,5 \text{ g/m}^3$, siendo el 48% del total muestreado, con un promedio de $0,31 \pm 0,21 \text{ g/m}^3$, siendo ocho veces mayor el máximo valor de la estación EZ 332, con respecto a la estación EZ 333, que presentó el menor valor (Figura 68), por lo que a diferencia de la abundancia y el número de grupos taxonómicos, no se evidenció una aparente homogenización de la biomasa en el plano geográfico (espacial) (Figura 69). Estos datos fueron muy similares a lo encontrado en el bloque TUM OFF 6, coincidiendo entonces con los valores mínimos encontrados en el norte del POT (Franco-Gordo *et al.*, 2001; Hernández-Trujillo *et al.*, 2005). También, al igual que en el otro bloque, se observó un patrón de mayor biomasa relacionada a la cercanía de las estaciones a la costa, mismo patrón que la abundancia, por lo que se podría decir que estas dos variables, están relacionadas de forma directa en la zona de estudio.

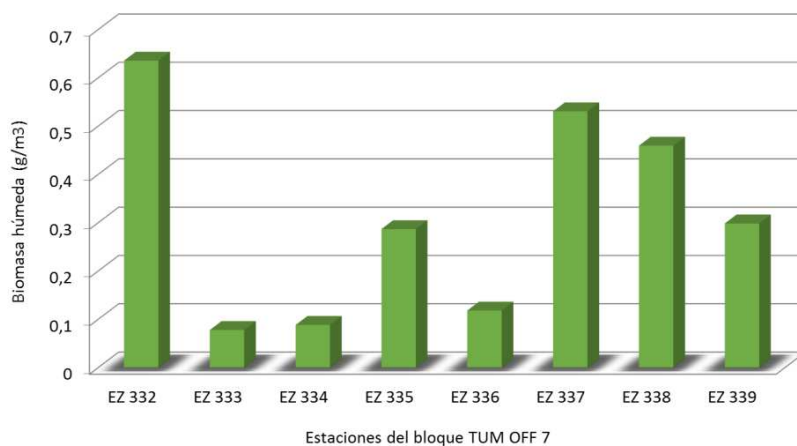


Figura 68. Biomasa en peso húmedo (g/m^3) por estación del zooplancton colectado en el bloque TUM OFF 7 durante diciembre de 2012 para el proyecto Tumaco Offshore ANH – INVEMAR.

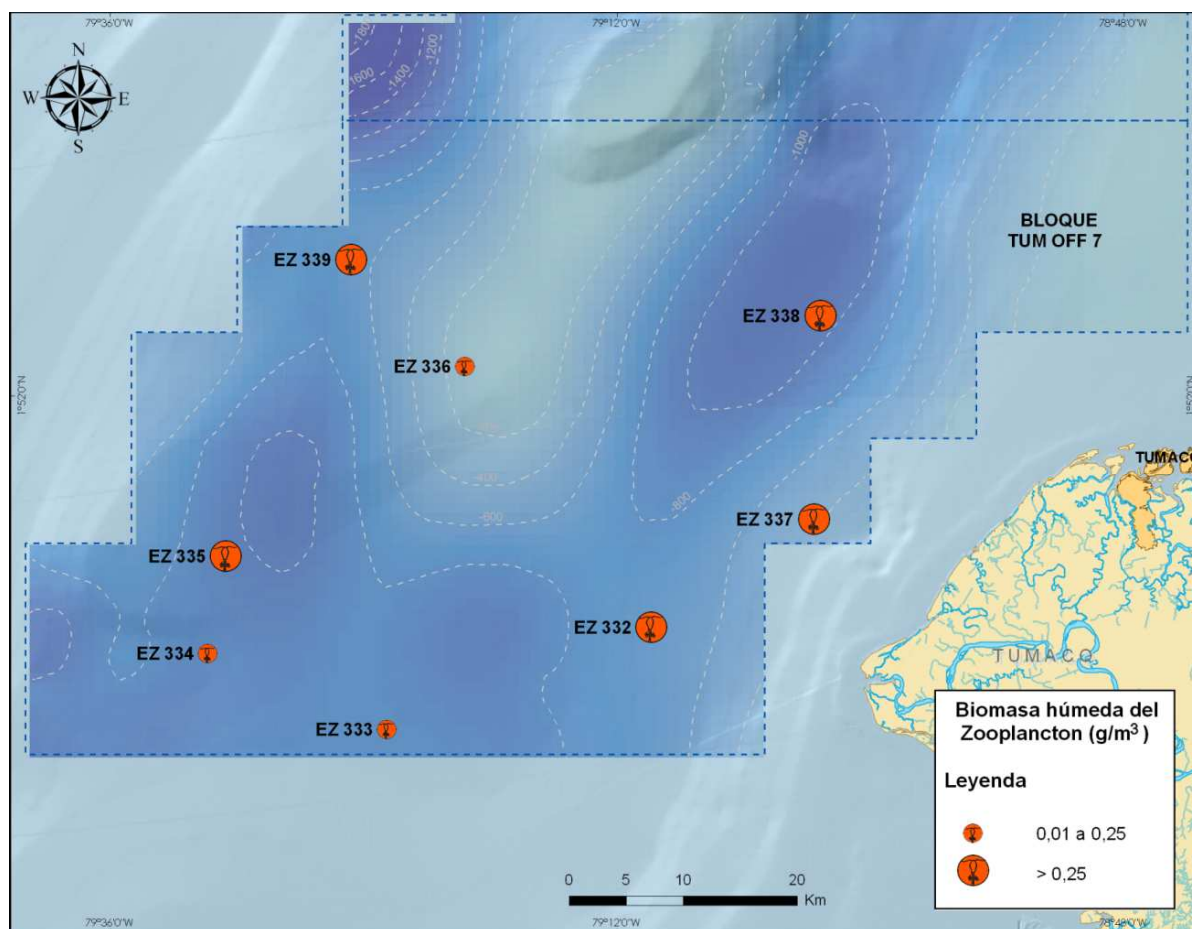


Figura 69. Distribución geográfica por estación de la biomasa del zooplancton colectado en el bloque TUM OFF 7 durante la campaña Tumaco Offshore 2012.

El promedio de tamaño corporal de los organismos en este bloque fue de $0,09 \pm 0,44 \text{ mm}^3$ por organismo, y en todos los casos más del 90% de los organismos estuvieron muy cercanos a este tamaño, es decir, en el mesozooplancton pequeño (clases de tamaño del 2 al 9) (Figura 70). Esta distribución fue similar a la del bloque TUM OFF 6, por lo que se puede decir que también mantiene una típica de un ensamblaje zooplanctónico marino (Zhou y Huntley, 1997), aunque con promedios más pequeños que lo registrado en el POT (Basedow *et al.*, 2010).

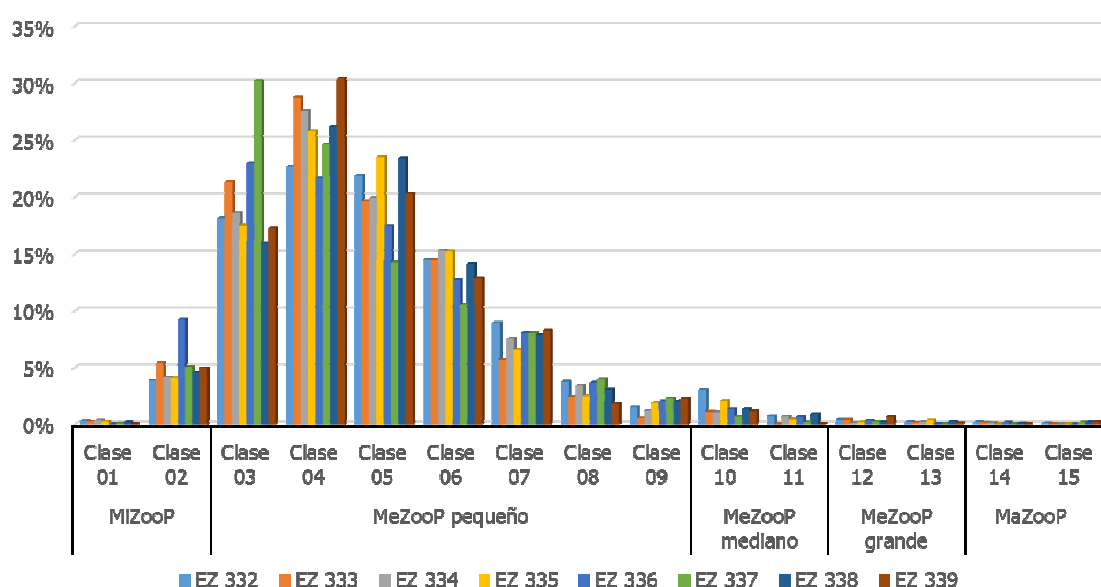


Figura 70. Representatividad porcentual de la abundancia del zooplancton por clases de tamaños corporales colectado en el Bloque TUM OFF 7 durante la campaña Tumaco offshore 2012. MiZooP: microzooplancton; MeZooP: mesozooplancton; MaZooP: macrozooplancton.

Con los parámetros establecidos en las regresiones lineales del espectro de biovolumen y los niveles tróficos realizados a cada estación (Tabla 8), fueron muy similares a los del bloque TUM OFF 6 en cuanto a la distribución y diferencias entre ellas, pero los valores del coeficientes de correlación (r^2) estuvieron más cercanos a 1, los interceptos (b) -2, las pendientes (a) -1 y los niveles tróficos más alejados de 3,5, por lo que se podría considerar que estos ensamblajes estuvieron más cercanos a un sistema de mayor flujo de energía, con entrada de recurso alimentario y alta exportación de la materia y energía transformada dentro del ensamblaje, sin tanto reciclamiento interno de ésta energía, por lo que las redes tróficas son más cortas y dominadas principalmente por organismos herbívoros obligados y facultativos (omnívoros), y en

menor proporción por carnívoros activos de tallas pequeñas. Adicionalmente la estructura comunitaria estaría compuesta por organismos más pequeños, con mayor cantidad de grupos taxonómicos y mayor abundancia general, (Vidondo *et al.*, 1997; Zhou y Huntley, 1997; Brucet-Balmaña, 2003; Zhou, 2006). Espacialmente se observó una leve disposición, similar a lo encontrado con la abundancia y el número de grupos taxonómicos, sugiriendo que en el bloque TUM OFF 7 podrían presentarse dos masas ubicadas paralelamente a la línea de costa, que se moverían en dirección sur-norte. Una de ellas estaría posiblemente ubicada aledaño a la línea de costa, con condiciones más neríticas y aportes continentales evidentes e importantes; la otra, podría ubicarse más alejada de la costa (oceánica) y estaría directamente influenciada por aguas frías, posiblemente provenientes del sur (surgencia del Perú).

Tabla 8. Valores de los parámetros obtenidos de las regresiones lineales obtenidas a partir de los espectros de biovolumen (Abundancia vs. biovolumen) y el nivel trófico por estación del zooplancton colectado en el bloque TUM OFF 7 durante la campaña Tumaco Offshore 2012.

Estación	Pendiente (a)	Intercepto (b)	Coefficiente de correlación (r2)	Nivel Trófico
EZ 332	-0,81	-1,62	0,97	3,01
EZ 333	-0,96	-1,97	0,96	2,53
EZ 334	-0,91	-1,83	0,96	2,67
EZ 335	-0,91	-1,81	0,97	2,68
EZ 336	-0,82	-1,72	0,97	2,95
EZ 337	-0,90	-1,87	0,98	2,71
EZ 338	-0,86	-1,73	0,98	2,81
EZ 339	-0,91	-1,83	0,97	2,68

Caracterización multivariada integral de los dos Bloques TUM OFF

Los diferentes ensamblajes zooplanctónicos encontrados están constituidos estructuralmente de forma muy parecida, tanto taxonómicamente como en tamaños corporales, debido a que la similitud entre las estaciones fue mayor del 70% en ambos casos (Figura 71). Esta característica corroboraría todo lo descrito, en donde se podría considerar cada ensamblaje como parte de una misma comunidad planctónica, y al coincidir su estructura y distribución comunitaria con otros estudios de la zona, encontrarse dentro de la comunidad planctónica del POT. Sin embargo, en la escala de muestreo (mesoescala), se pueden evidenciar subdivisiones

de esta comunidad que podrían relacionarse con la dinámica de masas de agua de la región. Taxonómicamente es más confusa esa subdivisión, pero se pudo observar que las estaciones ubicadas más al norte de la zona de estudio en el bloque TUM OFF 6 (EZ 341, EZ 342 y EZ 343), se encuentran más relacionadas entre sí, y que las demás estaciones son más dísimiles a medida que se alejan del grupo, siendo las estaciones más al sur y oceánicas (EZ 333, EZ 334 y EZ 336), las que menor similitud presentaron respecto a este grupo de estaciones del bloque TUM OFF 6. Por otro lado, al mirar la estructura del dendrograma realizado con los tamaños corporales, se pudo evidenciar una mejor subdivisión, principalmente con la ubicación geográfica respecto a la línea de costa. El primero de los subgrupos une las estaciones costeras más al norte (EZ 331, EZ 344 y EZ 343) con las oceánicas del norte (EZ 345 y EZ 340) y unas del sur (EZ 336 y EZ 335) en dirección norte-sur. El segundo subgrupo recoge las demás estaciones costeras (EZ 332, EZ 337, EZ 338, EZ 341, EZ 342) y la estación oceánica más central de los dos bloques (EZ 339), dejando separadas las otras estaciones oceánicas más sureñas (EZ 333 y EZ 334). Como se mencionó anteriormente, esta distribución evidencia que podría existir una dinámica de corrientes y movimientos de masas de agua muy fuerte. Pareciera ser que existiría un giro anticiclónico en el bloque TUM OFF 6 que baja a nivel costero (norte-sur) hasta la mitad de la ensenada de Tumaco, donde toma una dirección hacia afuera (oriente-occidente), volviendo a subir en la sección más oceánica del bloque, relacionando así, más a las estaciones del bloque 6. Mientras que en el bloque TUM OFF 7, la masa de agua podría provenir del sur y al encontrarse con la masa de agua anteriormente mencionada, la parte más oceánica giraría hacia el occidente, relacionando las estaciones oceánicas más sureñas, mientras que la otra porción seguiría la línea de costa y al pasar frente a la ensenada de Tumaco, volvería a encontrarse con la masa proveniente del norte, y a su vez, volvería a redireccionarse hacia el occidente, relacionando las estaciones del segundo subgrupo. La mezcla de estaciones oceánicas con costeras entre los diferentes bloques, pudo deberse a que el muestreo se realizó en un tiempo de un mes, donde perfectamente podría haber cambiado las condiciones locales de corrientes permitiendo que, por ejemplo, en algunos casos, como la estación EZ 335, que es sureña y oceánica, se relacionara con las más norteñas y costeras, como la EZ 331, que con las estaciones oceánicas vecinas, como la EZ 334.

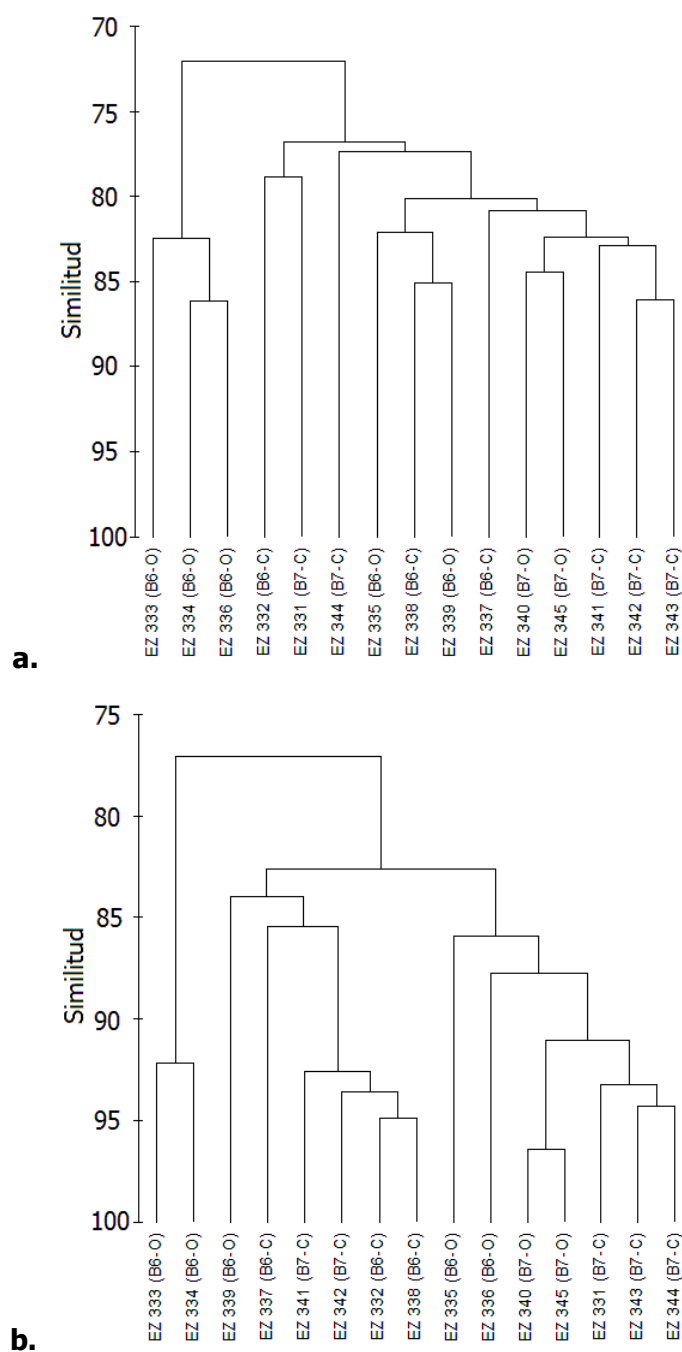


Figura 71. Jerarquización de similitud (dendrograma) de los ensamblajes del zooplancton colectados durante la campaña Tumaco Offshore 2012. a. Según abundancias de los grupos taxonómicos; b. Según abundancias de las clases de tamaños de los organismos. B6: bloque TUM OFF 6; B7: bloque TUM OFF 7; O: estación oceánica; C: estación costera.

2. MACRO Y MEGAFAUNA EPIBENTÓNICA

2.1 MÉTODOS

Recopilación de información

Para la caracterización de la macro y mega fauna bentónica profunda, se evaluó y compiló información de Colombia, Pacífico Oriental Tropical y Pacífico Oriental, sobre los aspectos taxonómicos, biológicos y ecológicos de grupos de organismos con eventual incidencia en el área, principalmente de peces, moluscos, crustáceos, equinodermos, cnidarios, anélidos, briozoos y tunicados; respecto a los cuales se consideraron como de interés los listados de chequeo, artículos, monografías, trabajos de grado, tesis, informes técnicos, libros, bases de datos y colecciones biológicas. Así mismo, se identificaron como insumos de interés directo los resultados de las expediciones Askoy 1942, Allan Hancock Pacific Expeditions 1931-1941, Gerda, Albatross 1904, Macrofauna III (Invemar) y Malpelo 2002 (Invemar); el Proyecto ANH II-Pacífico (Invemar-ANH, 2010) y los datos de ocurrencias registrados del Ocean Biogeographic Information System – OBIS y en el SIBM.

Trabajo en campo

La campaña de investigación "*Tumaco Offshore*" se efectuó del 04 al 22 de diciembre de 2012 a bordo de la motonave camaronera Perla verde, contando con la participación de seis investigadores y siete tripulantes (Figura 72). En total se llevaron a cabo 15 días de trabajo efectivo y tres de desplazamiento, incluyendo tanto la travesía entre el puerto base y el área de interés, como la movilización entre las estaciones. El plan de recorrido para el muestreo de los puntos se estableció en sentido sur-norte, comenzando en el bloque TUM OFF 7.



Figura 72. a. Motonave Perla verde; b. Tripulación abordo durante la campaña *Tumaco Offshore 2012*. De izquierda a derecha: Manuel Garrido, Nancy Suárez, Jorge Viaña, Luis España, Erika Montoya, Segundo Cuabu, Wilian Olaya, José Santos, Cristian Jaramillo, Rubén Marsiglia, Capitán Henry Banguera, Luz Marina Mejía y Christian Díaz.

Selección sitios de muestreo

Previo a realizarse el crucero se depuró la información cartográfica descartando inicialmente los sectores con isóbatas mayores a 1000 m, teniendo en cuenta que esa profundidad era el límite técnico para muestrear con la plataforma de investigación a utilizar. En el área restante se pre-establecieron 20 estaciones, 10 para cada bloque, buscando contar con puntos de muestreo representativos de las diferentes profundidades y unidades de paisaje supuestas acorde la información existente. El número definitivo de estaciones y su localización se ajustaron posteriormente con base en las actualizaciones de cronograma y la validación en campo de las características batimétricas y geomorfológicas del fondo.

Campaña de exploración

Las recolectas de fauna bentónica se realizaron por medio de barridos de fondo de 10 minutos de duración, a una velocidad de crucero de 2,5 nudos y usando una red de arrastre demersal tipo semi-balón. Una vez la red era llevada a cubierta se verificaba la validez del muestreo, se depositaba el material en un tamiz con ojo de malla de 5 mm, se tomaba el registro fotográfico y se anotaba en la bitácora una descripción general de lo obtenido (p.e. abundancia, dominancia del tipo de organismos y cualquier otra información de relevancia). Posteriormente,

se iniciaba la separación de los organismos por morfotipos para cada uno de los grupos taxonómicos; éstos en primera instancia eran lavados y relajados, fotografiados en fresco y luego empacados en bolsas y recipientes rotulados con el código de la estación y el grupo biológico respectivo. Finalmente todos los recipientes eran depositados en canecas de almacenaje debidamente selladas y marcadas con la información relativa a la estación y el tipo de preservante (Figura 73).



Figura 73. Trabajo en cubierta durante el muestreo de macrofauna. Arriba: obtención de las muestra (Izquierda) y separación de los morfotipos (derecha). Abajo: registro fotográfico en fresco de organismos (izquierda) y proceso de empacado y rotulado del material (derecha).

Laboratorio y análisis

Finalizada la campaña de exploración se procedió a trasladar el material biológico recolectado al laboratorio del Invemar; una vez allí se efectuó un segundo filtro de separación con el fin de

garantizar una mejor preservación y facilitar el proceso de identificación, se realizó un recambio de preservante y etiquetas (en los casos que así lo ameritaba) y se depositaron los especímenes en los recipientes adecuados para su almacenaje dentro de las instalaciones del Museo de Historia Natural Marina de Colombia (MHNMC).

2.2 RESULTADOS

Con el objeto de evaluar los bloques TUM OFF 6 y 7 se efectuaron arrastres exitosos en 13 de las 15 estaciones preestablecidas en el área; siendo descartada en primera instancia la EA 339, donde se presentó un arrastre fallido ocasionado por la ruptura de la red y en segundo lugar, la estación EA 340, que debió ser eliminada como punto de muestreo tras efectuar la validación en campo y encontrar que el fondo circundante era muy irregular y duro, por lo que no permitía efectuar un muestreo de este tipo.

Para el subcomponente epibentónico fueron procesados un total de 43694 organismos, los cuales forman parte de 254 morfoespecies distribuidas en seis grupos principales: Peces, Equinodermos, Crustáceos, Anélidos, Cnidarios y Moluscos (Figura 74). Para cada uno de ellos, se realizó la identificación hasta el nivel taxonómico más bajo posible, logrando llevar 62 organismos hasta especie, 87 a género, 86 a familia, 15 a orden y 4 a clase. De acuerdo a dichos resultados, la identificación completa se alcanzó en un 24% y aun así, ha quedado en evidencia el hecho de contar con varios primeros registros para el Pacífico colombiano, algunos de los cuales probablemente lo son también para la región del Pacífico Oriental Tropical (POT). En consecuencia, se requiere profundizar en estos resultados y llevar a cabo estudios complementarios que permitan identificar totalmente los ejemplares, especialmente teniendo en cuenta que en el POT existe un gran vacío en términos del conocimiento básico de las especies que lo habitan, particularmente en las áreas profundas.

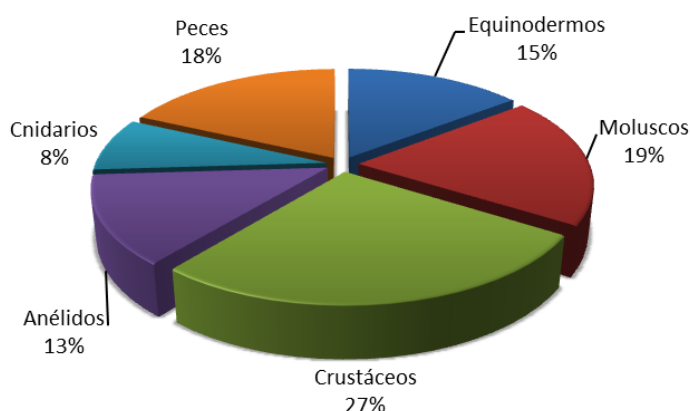


Figura 74. Representación porcentual general de los grupos biológicos epibentónicos encontrados durante la campaña Tumaco Offshore 2012.

De un modo general, la Figura 75 resume las tendencias encontradas por grupos para el área de los bloques TUM offshore; indicando en términos de abundancia una clara dominancia de los equinodermos para ambos bloques, seguida de lejos por los crustáceos, los peces y los moluscos respectivamente. Así mismo, se evidencia que los crustáceos presentaron el mayor número de morfoespecies en los dos bloques y de un modo particular, en las estaciones más oceánicas de TUM OFF 7 (EA 334, EA 335 y EA 336). Los moluscos sobresalieron por número de individuos y número de morfoespecies en la estación EA 332, la cual se ubicó relativamente cerca a la costa en el área de influencia del río Mira. Si bien los peces no mostraron una tendencia clara a lo largo del área de estudio, cabe resaltar que los valores más altos de abundancia y riqueza, fueron registrados en estaciones localizadas en puntos extremos de los bloques, de tal modo que la EA 331 al norte de TUM OFF 6 tuvo el mayor número de individuos y la EA 333 en TUM OFF 7, el mayor número de morfoespecies. Los otros dos grupos taxonómicos no fueron abundantes en las recolectas, pero siempre se registró su presencia en las estaciones evaluadas, siendo importante destacar para cada uno, el punto donde su número de especies fue más representativo; es así como que la mayoría de cnidarios fueron hallados en las estaciones más septentrionales EA 345 y EA 331, y los anélidos en EA 343 y EA 341. La descripción detallada de los resultados obtenidos para cada grupo se presenta a continuación.

Resultados adicionales del proyecto y que merecen mención son el fortalecimiento del Museo de Historia Natural Marina de Colombia (MHNMC), a través del ingreso de los 717 lotes de

organismos obtenidos y procesados a partir de las recolectas de la campaña científica (Tabla 9; Anexo 4); y el enriquecimiento de las bases de datos del Sistema de Información sobre Biodiversidad Marina de Colombia (SIBM) y del geovisor del portal "*Biodiversidad en los bloques de exploración de hidrocarburos*", a los cuales se les incorporó la información biológica asociada y que pueden ser consultados libremente por los usuarios.

Adicionalmente, se sometió un resumen para ponencia oral a la reciente convocatoria del SENALMAR 2013 que se llevará a cabo en el mes de septiembre, con el ánimo de socializar el trabajo entre la comunidad académica y científica nacional (Anexo 5).

Tabla 9. Descripción del número del material biológico ingresado al Museo de Historia Natural Marina de Colombia (MHNMC), obtenido durante la campaña científica Tumaco Offshore 2012.

Taxón		No. de lotes ingresados	No. Constancia de depósito
Cnidarios		37	CD2913
Moluscos		125	CD3013
Crustáceos		195	CD3113
Equinodermos		97	CD3213
Anélidos		68	CD3313
Peces		160	CD3413
*Organismos	sin	35	CD3513
identificar			

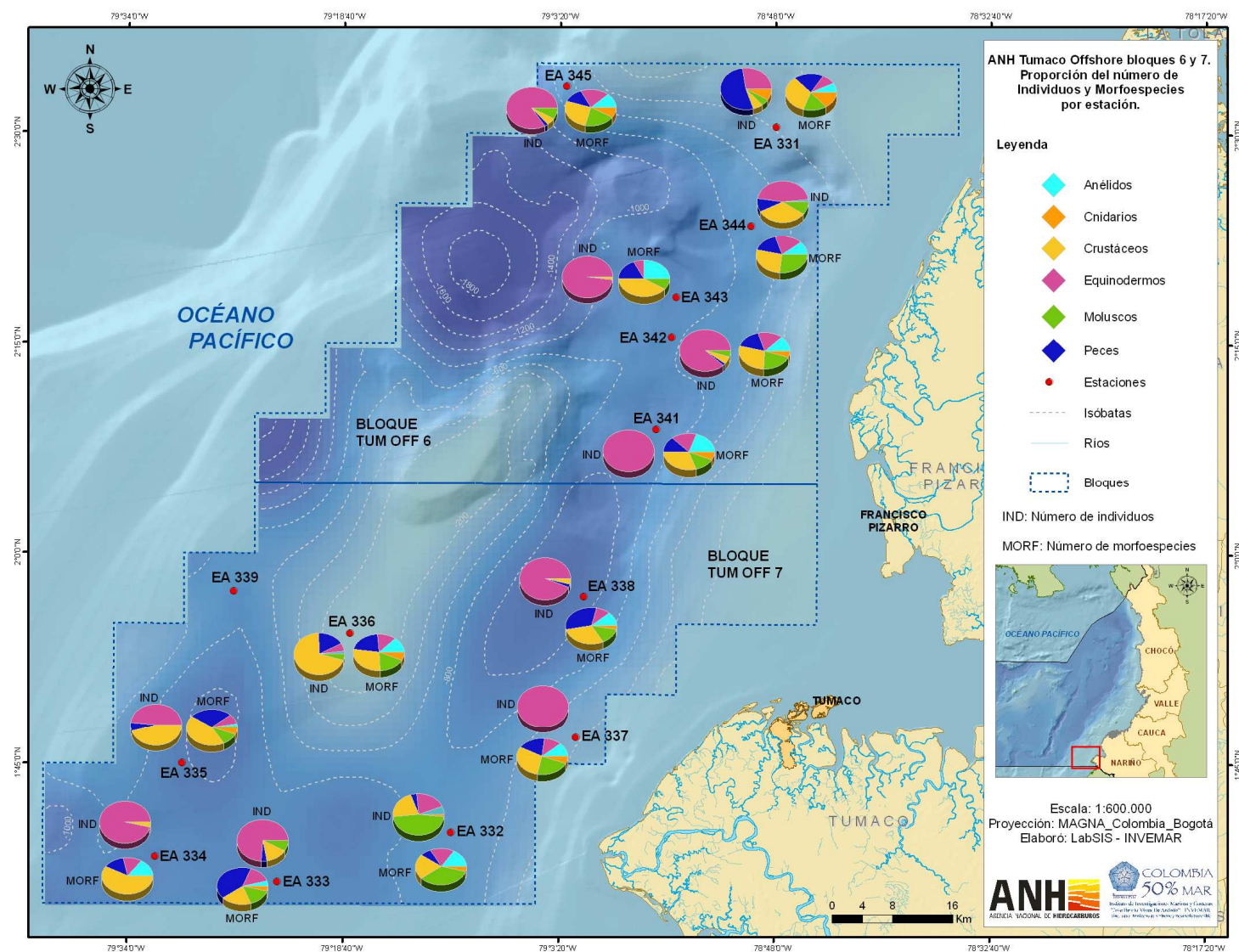


Figura 75. Representación porcentual por estaciones de los grupos biológicos epibentónicos encontrados durante la campaña Tumaco Offshore 2012.

2.2.1 Cnidarios

El phylum Cnidaria está compuesto por un grupo diverso de animales que poseen organelos llamadas cnidocitos y que tienen la capacidad de sintetizar productos celulares altamente complejos; agrupa cinco clases bien definidas: Anthozoa, Cubozoa, Hydrozoa, Scyphozoa y Staurozoa (Daily *et al.*, 2007). Sus miembros comúnmente conocidos como corales, hidroides, medusas, anémonas y plumas de mar, se encuentran ampliamente distribuidos en el mundo, tanto en aguas someras como profundas, siendo parte fundamental de los ecosistemas marinos pelágicos, bentónicos y litorales (Cairns, *et al.*, 2009).

En el Pacífico Oriental Tropical, los estudios sobre cnidarios iniciaron con las grandes expediciones efectuadas en el área por el *Albatross* (1904) y el *Velero III* (Allan Hancock 1931-1941); producto de las cuales se generó información que continúa siendo referente en las investigaciones (Bigelow, 1909; 1911; Fraser, 1938a; 1938b; 1948; Durham, 1947; Durham y Barnard, 1952). En general, el conocimiento actual de los ordenes que componen el phylum se encuentra en estados de avance diferente y se ha ido incrementando con los años, principalmente para localidades de Norte America y Mexico (Fautin *et al.*, 1998; Glynn *et al.*, 2001; Ketchum y Reyes-Bonilla, 2001; Daly, 2004; Opresko, 2005; Yoklavich y Love, 2005), Galápagos-Ecuador (Durham, 1962; Cairns, 1986; Cairns, 1991) e Isla Cocos-Costa Rica (Cortés y Guzmán, 1998; Breedy y Guzman, 2003; Breedy *et al.*, 2009; Cortés, 2011; Breedy y Cortés, 2011; Breedy *et al.*, 2012; Cortés, 2012).

En cuanto a las formaciones coralinas de profundidad en la región, cabe resaltar la evaluación de las comunidades del monte submarino Davison frente al estado de California, el cual es uno de los más grandes conocidos en la costa de Estados Unidos, registrándose hasta ahora 20 taxa de corales (Hovland, 2008). Dentro de las comunidades de profundidad, el orden Scleractinia es uno de los principales constituyentes, por lo que ha sido especialmente estudiado dada la importancia de sus especies como agregadoras de biodiversidad en los ecosistemas, característica que redundo en una alta productividad biológica y por ende representa gran interés económico.

Para el Pacífico colombiano, los estudios se han enfocado principalmente en corales escleractinios y alcyonaceos de localidades someras, donde se presentan pequeñas formaciones arrecifales, como es el caso de las Islas de Gorgona y Malpelo, la ensenada de Utría y la Bahía de Málaga (Birkeland *et al.*, 1975; Grahamk, 1975; Glynn *et al.*, 1982; Prah *et al.*, 1986; Prah, 1987; Cantera *et al.*, 1989; Estupiñan, 1989; Prah y Estupiñan, 1990; Brando *et al.*, 1992; Escobar y Neira, 1992; Vargas-Ángel, 1996; Garzón-Ferreira y Pinzón, 1999; Díaz *et al.*, 2000; Garzón-Ferreira y Díaz, 2000; Reyes, 2000; Zapata *et al.*, 2007; Lozano-Cortés *et al.*, 2012; entre los más importantes). En el caso particular de aguas profundas mayores a 200 m, se cuenta con muy poca información; a la fecha no se tiene evidencia de la presencia de comunidades de corales de profundidad en el Pacífico colombiano, sin embargo si se cuenta con registros de especies que son reconocidas por formar parte de este tipo de comunidades en otros lugares y que potencialmente podría serlo en esta parte del territorio nacional (Latting y Cairns, 2000; Invemar-ANH, 2010; Reyes, *et al.*, 2010).

Cnidarios en los Bloques TUM OFF 6 y 7

A partir de las muestras obtenidas durante la campaña Tumaco offshore 2012, se recolectaron basicamente organismos de la clase Anthozoa, encontrándose seis ordenes de las dos subclases que la componen, siendo de los Hexacorallia: Actinaria, Antipatharia, Corallimorpharia y Scleractinia, y de Octocorallia: Alcyonacea y Pennatulacea (Figura 76). En total se obtuvieron 20 morfoespecies, cuya identificación se efectuó hasta la jeraquía taxonómica más baja posible, llevando 15 de ellas a orden, una a familia y cuatro a género (Anexo 2).

El orden Actiniaria fue el más conspicuo en términos del número de morfoespecies con 12; seguido de lejos y con pocos registros por Alcyonacea y Scleractinia (Figura 77 y Figura 78). Los actinarios fueron encontrados en 9 de las 13 estaciones muestreadas y su identificación en un 100% fue llevada hasta la jerarquía de orden, lo cual estuvo determinado directamente por dos razones; en primer lugar por la escasez de información para anémonas de aguas profundas, ya que en general para Pacífico Oriental hay muy pocos estudios (Eash-Loucks y Fautin, 2012). En segunda instancia, con la imposibilidad de efectuar análisis histológicos y de morfología interna, dado el alcance temporal de desarrollo del presente proyecto, los cuales son

reconocidos como necesarios en el trabajo taxonómico con este tipo de organismos, porque las características externas de los polipos suelen ser problemáticas (Daily *et al.*, 2007). No obstante y con base en los resultados alcanzados, es evidente la existencia de varios primeros registros entre el material recolectado, los cuales una vez confirmados con seguridad incrementarán el conocimiento para el Pacífico colombiano y la región.

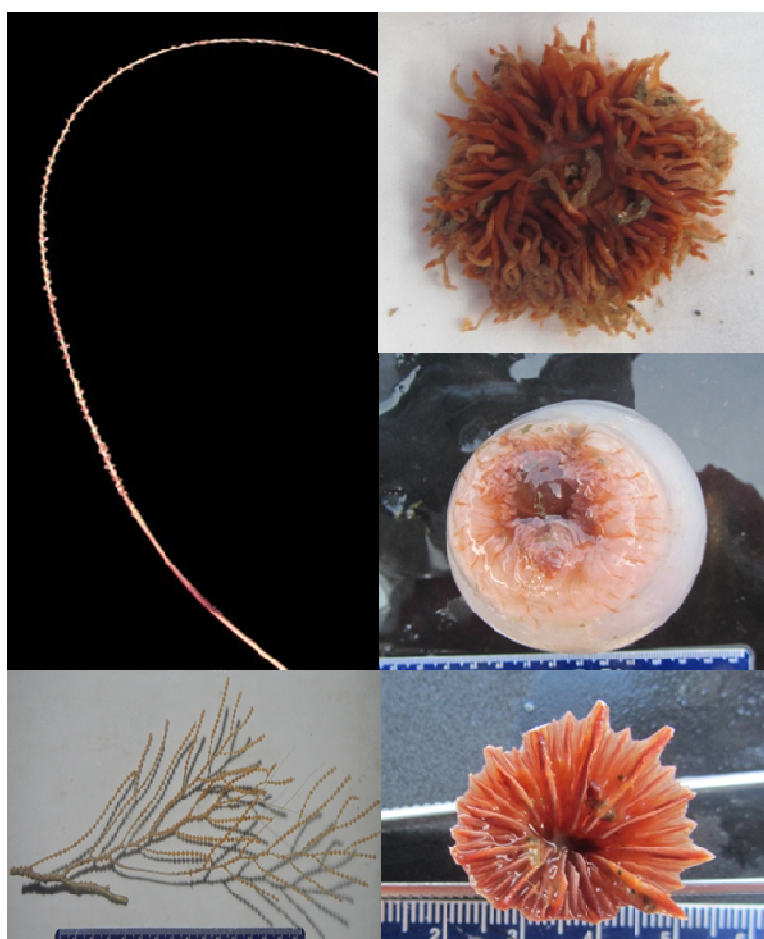


Figura 76. Algunos cnidaria encontrados en los bloques TUM OFF 6 y 7. Penatulacea (Izq. Superior); Alcyonacea (*Primnoidae* sp.) (Izq. Infer.); Coralimorpharia (*Coralimorpharia* sp.) (Der. Superior); Actinaria (*Actinaria* sp. 10) (Der. Centro) y Scleractinia (*Caryophyllia* sp.) (Der. Infer.).

El orden Alcyonacea estuvo representado por tres morfoespecies, dos octocorales (Alcyonacea sp. 1 y Alcyonacea sp. 2) y un gorgonáceo (*Primnoidae* sp.), los cuales fueron obtenidos en las estaciones EA 337 y EA 345, entre 530 y 668 m de profundidad. Se considera que para afinar la

identificación alcanzada, es necesaria una revisión profunda de la estructura esquelética mediante microscopía electrónica, que permita entender la distribución y conformación de los escleritos en los ejemplares hallados. El trabajo de Invemar-ANH (2010) recoge registros de cuatro especies de Alcyonacea previamente registrados para el Pacífico colombiano, ninguno de los cuales coincide aparentemente con los encontrados en el presente estudio, lo cual podría reflejarse en probables nuevos registros para el área. En general la fauna de octocorales profundos en el POT es poco conocida, ya que como indican Breedy *et al.* (2012) los trabajos de ese grupo se han efectuado principalmente hasta los 40 m, lo que hace más relevantes para la región los resultados acá obtenidos.

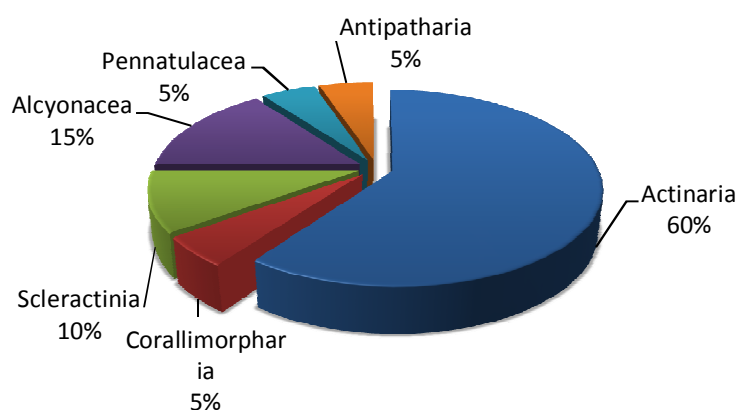


Figura 77. Proporción de las morfoespecies halladas para cada orden de cnidarios en los bloques TUM OFF 6 y 7.

En cuanto a los Scleractinia, estos estuvieron representados por dos morfoespecies: *Caryophyllia* sp. (familia Caryophyllidae) y *Polymyces* sp. (familia Flabellidae), ambas recolectadas en la estación EA 345 a 668 m de profundidad. Dichas morfoespecies pertenecen a familias que se caracterizan por ser corales solitarios, carentes de zooxantelas y ahermatípicos. Según Clarkson (1998), los miembros de la primera familia constituyen las dos terceras partes de los corales de profundidad y son abundantes alrededor de los 500 m. Los análisis efectuados para el ejemplar de la segunda familia, indican que podría tratarse de un primer registro, por lo que se requiere una revisión cuidadosa que permita su confirmación.

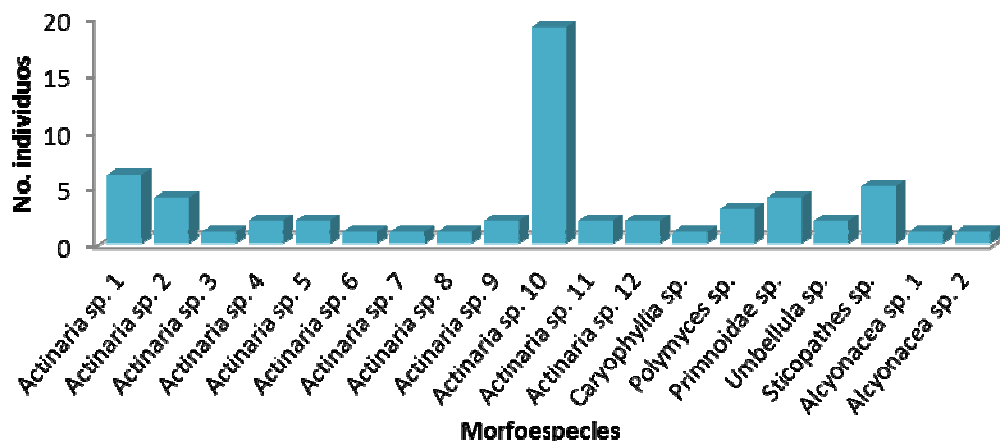


Figura 78. Relación de las morfoespecies de cnidarios y el número de individuos encontrados en los bloques TUM OFF 6 y 7. El Corallimorpharia sp. (morfoespecie 20), fue excluido para no subdimensionar las abundancias de los otras morfoespecies.

Respecto a los ordenes Antipatharia, Pennatulacea y Corallimorpharia, cuya representatividad estuvo dada por una única morfoespecie para cada uno; es importante mencionar que es reconocida su presencia en los ambientes profundos del Pacífico Oriental, donde se les encuentra viviendo solitarios o conformando gregarios (Whitmire y Clarke, 2007).

Considerando los resultados generales para toda el área Tumaco offshore (Figura 79), se encontraron cnidarios en un total de 10 estaciones, observándose una leve tendencia al incremento en sentido sur-norte, tanto en morfoespecies como en el número de individuos, siendo las localidades EA 331 y EA 345 las que evidenciaron los mayores valores en ambos sentidos.

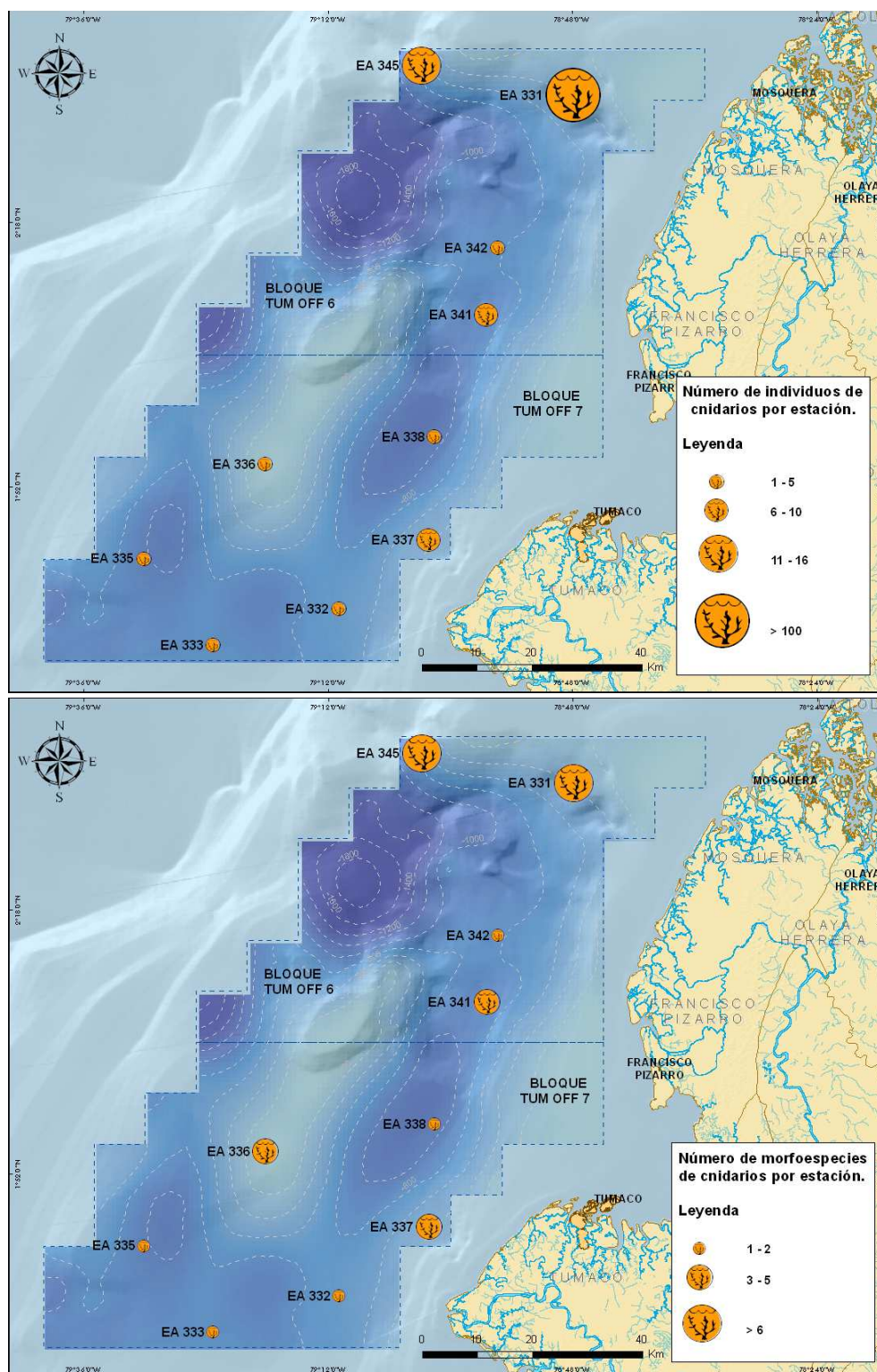


Figura 79. Distribución de cnidarios por estación en los bloques Tumaco offshore: número de individuos (superior) y número de morfotipos (inferior).

En el bloque TUM OFF 6, se encontraron 15 morfoespecies, principalmente de Actinaria; la mayoría de las cuales estuvieron asociadas a las localidades EA 331 y EA 345, con 6 taxones en cada caso. A su vez, estos mismos puntos de muestreo concentraron la mayor cantidad de individuos (Figura 79). A este respecto cabe mencionar que los resultados están claramente influenciados por el valor contabilizado para el *Corallimorpharia* sp. (Figura 76), del cual se hallaron 110 individuos en la estación EA 331 a 350 m. Para dicho lugar, los análisis sedimentológicos indicaron que sus fondos están conformados por arenas y limos, siendo un área influenciada por los aportes continentales provenientes del río Patía, cuya boca se encuentra en inmediaciones del punto de muestreo y originan un medio turbulento de mayor energía (ver resultados sedimentológicos), rico en nutrientes y materia orgánica (como se evidenció durante la recolecta). Dichas condiciones resultan favorables para el establecimiento de tales organismos, que viven semienterrados en el fondo de este tipo de ambientes. Previo registro de abundancias semejantes para otro coralimorfario, habría sido efectuado en una estación ubicada frente a la desembocadura del río Baudó en el Pacífico norte colombiano (Invemar-ANH, 2010). Respecto a la estación EA 345, resultó de especial interés el hallazgo de *Caryophyllia* sp. y *Polymyces* sp., las únicas dos especies de corales scleractinios obtenidas en los arrastres. Igualmente se registró una ocurrencia única para el octocoral *Sticopathes* sp. y para el Alcyonacea sp.1.

Para el bloque TUM OFF 7 (Figura 79), se obtuvieron 10 morfoespecies en total, la mayoría de ellas actinarios. Aunque los valores observados, tanto para abundancia como para el número de morfoespecies, fueron relativamente homogéneos y bajos, sobresalió ligeramente la estación EA 337 con 6 individuos, tres de ellos del Primnoidae sp. En esta misma localidad se destacó la ocurrencia única de dos especies, el penatuláceo *Umbellula* sp. y el Alcyonacea sp.2. En relación al número de morfoespecies, EA 336 y EA 337 presentaron iguales valores, sin denotar ninguna tendencia significativa.

Asociaciones con otros organismos, sustratos o ambientes

Tres asociaciones aparentemente específicas y una no muy clara, fueron observadas entre cnidarios y otros organismos recolectados (Figura 80). En primer lugar, para la anémona Actinaria sp.10, la cual fue hallada adherida a todas las conchas de moluscos gastrópodos del

género *Nassarius*, que fueron recolectados a 350 m de profundidad en EA 331 (TUM OFF 7), la estación más somera de todas las evaluadas. Así mismo, se encontró a *Actinaria* sp. 12 establecida sobre el gastrópodo *Turridae* sp.3, obtenido en el bloque TUM OFF 6 en las estaciones EA 333 y EA 336 a 836 y 612 m respectivamente. Un hallazgo similar con anémonas de la familia Hormathiidae incrustadas sobre conchas de gastrópodos, había sido previamente registrado en estaciones profundas del Pacífico norte colombiano que fueron muestreadas durante el proyecto Macrofauna III (Invemar-ANH, 2010). El tercer caso, fue observado en las estaciones EA 345 y EA 337 donde varias las colonias del octocoral *Primnoidae* sp. obtenidas a 668 m y de profundidad respectivamente, se encontraron portando numerosos ejemplares del ofiuero *Asteronix* cf. *loveny* (Figura 76). Las colonias del octocoral eran ramas abanicada de gran dimensión, donde dichos equinodermos se hallaban sujetos fuertemente con sus brazos, evidenciando en esa estación una aparente preferencia por este cnidario como sustrato. Es de mencionar como observación adicional, la obtención de *Actinaria* sp. 9 establecida sobre el axis del *Alcyonacea* sp.1. No se obtuvieron más ejemplares, por lo cual no es posible inferir si hay alguna tendencia a preferir este sustrato o si solo se trata de una ocupación oportunista.



Figura 80. Asociaciones encontradas entre cnidarios y otros organismos recolectados en la campaña Tumaco offshore 2012. Gorgonáceo *Primnoidea* sp. con ophiuros *Asteronix* cf. *Loveny* (izquierda); *Actinaria* sp.10 sobre el gastropodo *Nassarius* sp. (derecha superior) y *Actinaria* sp.9 sujeta al *Alcyonacea* sp.1 (derecha inferior).

2.2.2 Moluscos

Los moluscos de aguas profundas son el segundo grupo de invertebrados por orden de dominancia a nivel global, estos se encuentran en todos los ecosistemas marinos y en los diferentes niveles batimétricos, inclusive hasta los fondos abisales. La diversidad alcanzada por este grupo en las grandes profundidades es muy elevada y consiste esencialmente de especies filtradoras de depósito (Gage y Tyler, 1992).

En varias localidades de los océanos se han registrado diversidades muy altas en el caso de los bivalvos y los gasterópodos. El uso de artes específicamente diseñados para muestrear cuantitativamente los fondos blandos (nucleadores de caja), añadido al hecho de que los moluscos de la infauna (casi en su totalidad bivalvos) son relativamente poco móviles, ha favorecido ciertamente su captura (Hendrickx y Zamorano, 2012). En el caso de los gasterópodos, son frecuentes en las muestras de sedimentos y en redes de arrastre. Un tercer grupo de moluscos, los Cefalópodos son extremadamente móviles y es muy poco lo que se ha avanzado acerca de la presencia y ecología de las especies profundas; mientras que los poliplacóforos, son mucho menos diversificados en aguas profundas y presentan una distribución particular ya que requieren de un soporte relativamente duro para establecerse. En el caso de las clases Solenogastres y Caudofoveata, grupos que habitan principalmente en la infauna, y que habían pasado desapercibidos a través del tiempo debido a su talla y forma vermiforme, se han venido incluyendo en los inventarios de especies con mayor frecuencia (Gage y Tyler, 1992). De la clase Scaphopoda se conoce que viven típicamente enterrados en el sedimento (infauna), sin embargo, los estudios sobre macro megafauna fueron diseñados para estudiar la epifauna por lo cual se podría estar subestimando el número de especies que en realidad se encuentran en estos ecosistemas.

Exploraciones dirigidas al conocimiento de la malacofauna en el Pacífico oriental, son diversas y se han realizado a través de varios períodos de investigación. Entre estos se destacan el estudio de moluscos (e.g., Dall, 1872; 1889a; 1889b; 1907; 1908 y 1913) de la expedición Albatross donde el material recolectado dio como resultado la publicación de una serie de monografías editadas por el "Museum of Comparative Zoology" de Harvard, EE.UU. Estos trabajos representan hoy en día la base para el estudio de la fauna de aguas profundas del Pacífico

Oriental Tropical, particularmente debido a los muestreos realizados entre las islas Galápagos y Ecuador, frente a Panamá-Colombia, alrededor de las islas Malpelo y Cocos, y en el centro y sur del Golfo de California.

Posterior a los anteriores trabajos, se resalta lo realizado por Hertlein y Strong (1955), quienes con información proveniente del crucero Askoy (1941), realizado frente a Panamá, Colombia y Ecuador registraron la presencia de 211 especies de Gastropoda, Bivalvia y Scaphopoda. Igualmente Olsson (1961), aportó a la malacofauna de bivalvos encontrados desde Panamá hasta Perú, con varias localidades en el litoral colombiano. De los anteriores trabajos Keen (1971) realizó el primer inventario de la fauna malacológica para el Pacífico americano subtropical y tropical, el cual comprende 3325 especies entre monoplacóforos, cefalópodos, bivalvos, gastrópodos, escafópodos y poliplacóforos. Muchas de estas especies actualmente no cuentan con localidad específica para el Pacífico colombiano, por lo que su presencia debe ser confirmada.

Más recientemente, otro sector estudiado es el Pacífico panameño, en donde para la clase Gastropoda se han registrado un total de 1222 especies (Vega y González, 2002). Mientras que en el Pacífico de Costa Rica, Cruz (1996) identificó unas 157 especies entre 20 y 200 m de profundidad, de las cuales 108 son de la clase Gastropoda y 49 de Bivalvia. Una de las zonas mejor documentadas en todo el Pacífico Oriental se encuentra en el Golfo de California, donde a partir de los resultados obtenidos durante las campañas TALUD y basándose en datos comparativos disponibles en la literatura. El número de especies en profundidades mayores a los 200 m, respecto al número total de especies conocidas en el golfo de California para los moluscos, es para la clase Gastropoda, 51 de 560 y para la clase Bivalvia, 23 de 286 (Hendrickx *et al.*, 2005).

De moluscos de aguas más o menos profundas, encontrados desde los 70 hasta 500 m de profundidad para el Pacífico colombiano se tienen los resultados del proyecto Macrofauna III liderado por Invemar y llevado a cabo entre el 6 y 13 de octubre de 2002, en donde se realizaron un total de 38 arrastres siguiendo la misma metodología empleada en este estudio, pero abarcando el área norte correspondiente al departamento del Chocó. De dicho proyecto se obtuvo la presencia de aproximadamente 108 especies y 4371 individuos, representados por 62

gastropodos, 38 bivalvos, 10 cefalópodos y 2 escafópodos. Tan solo de bivalvos el 84% comprenden primeros registros para el Pacífico colombiano (Gracia y Valentich-Scott, en prep.), lo que indica que esta zona del país ha sido poco explorada y que aún se requieren de esfuerzos investigativos de línea base para comprender su verdadera diversidad.

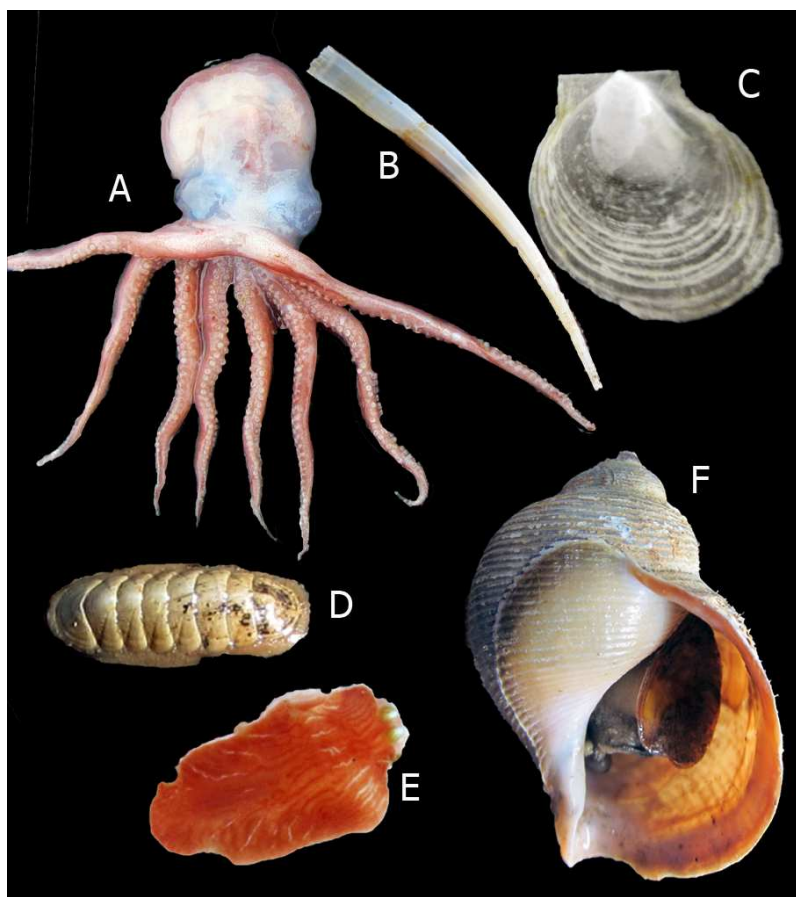


Figura 81. Representantes de las cinco clases de moluscos recolectados en la expedición Tumaco offshore. Cephalopoda: *Octopus* sp. L=11 cm, EA337 530 m (A), Scaphopoda: Dentaliidae L= 4 cm, EA344 656 m (B), Bivalvia: *Delectopecten* sp. L=2,2 cm, EA 345 668 m (C), Polyplacophora: *Leptochiton* sp. L=1,3 cm, EA341 934 m (D), Clase Gastropoda: Opisthobranchia L=1,5 cm, EA 331 350 m (E), *Oocorys* sp. L=7 cm, EA338 941 m (F).

Moluscos en los Bloques TUM OFF 6 y 7

En total se encontraron cinco clases (Figura 81), 32 familias y 644 individuos, incluyendo tanto animales completos como conchas/valvas vacías). La clase Bivalvia presentó el mayor número

de individuos, de las cuales *Delectopecten* sp. (106 valvas) y *Malletia* sp.2 (75 valvas) tuvieron el mayor número de ejemplares (Figura 82a). Además, se encontraron un total de 51 morfoespecies (identificados a diferentes niveles taxonómicos), representados en 21 gastrópodos, 20 bivalvos, cuatro escafópodos, dos polioplacóforos y tres cefalópodos (Anexo 2); la clase Gastropoda presentó el mayor número de morfoespecies (21) en donde la familia Turridae contribuyó con un total de seis (Figura 82b).

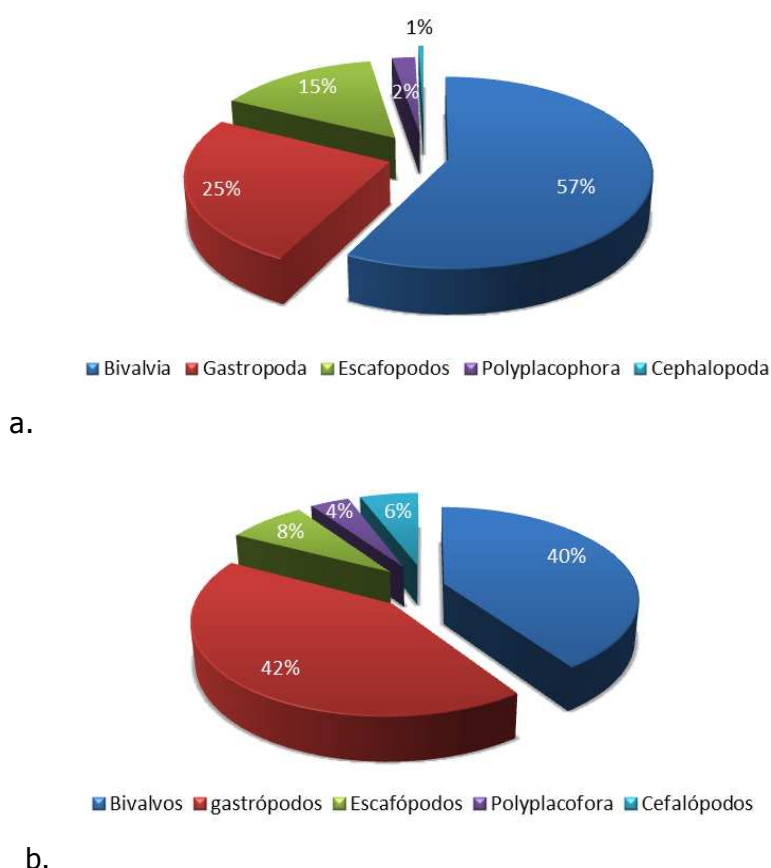


Figura 82. Mollusca recolectados en en Pacífico sur colombiano para cada una de las clases: a. Número de individuos; b. número de morfoespecies.

Con relación a la representatividad de cada clase en las estaciones muestreadas, se encontró que la clase Bivalvia estuvo presente en casi todas las estaciones a excepción de la estación EA 343 (780 m), donde se encontró un solo individuo perteneciente a los gastrópodos. En cuanto a la clase Gastropoda se presentó en todas la estaciones; mientras que la clase Scaphopoda en

seis. Finalmente Polyplacophora y Cephalopoda estuvieron en tres estaciones cada una (Figura 83).

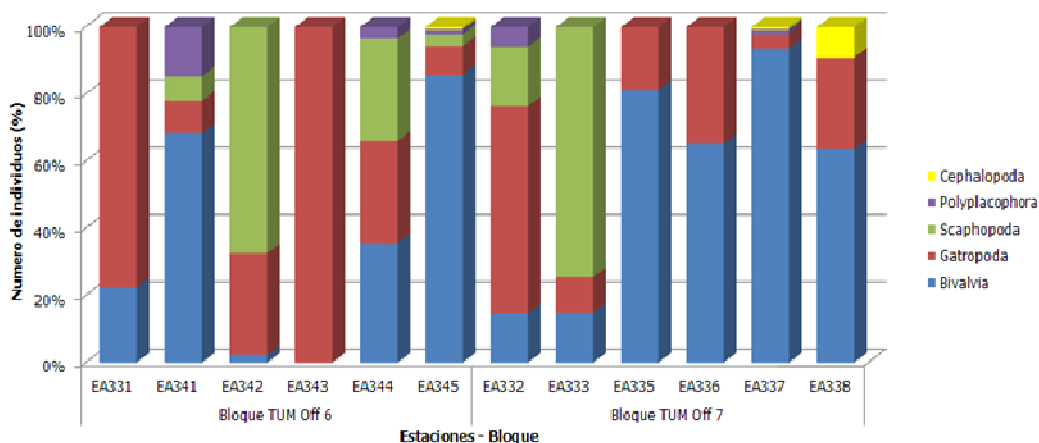


Figura 83. Proporción acumulada del número de individuos por estación en los bloques TUM OFF 6 y 7 para las cinco clases de Moluscos.

En términos generales para el Pacífico colombiano, la información sobre el número de especies y abundancia en cada una de las estaciones son representadas en la Figura 84, donde se observan las áreas donde se destacan tanto el número de individuos como de morfoespecies, tal es el caso de la zona norte (bloque TUM OFF 6), mientras que en la zona sur (Bloque TUM OFF 7) se concentra un número menor tanto de individuos como de morfoespecies.

A continuación, se realiza una descripción de los organismos encontrados en cada uno de los bloques objeto de estudio, destacando principalmente el mayor número de individuos y especies encontradas en las estaciones y con alta frecuencia de aparición. De tal manera, se obtuvo que el mayor número de individuos se encontraron en el bloque TUM OFF 6 (371) agrupados en 43 especies, mientras que en el bloque TUM OFF 7 se hallaron 273 individuos de 27 especies (Tabla 10).

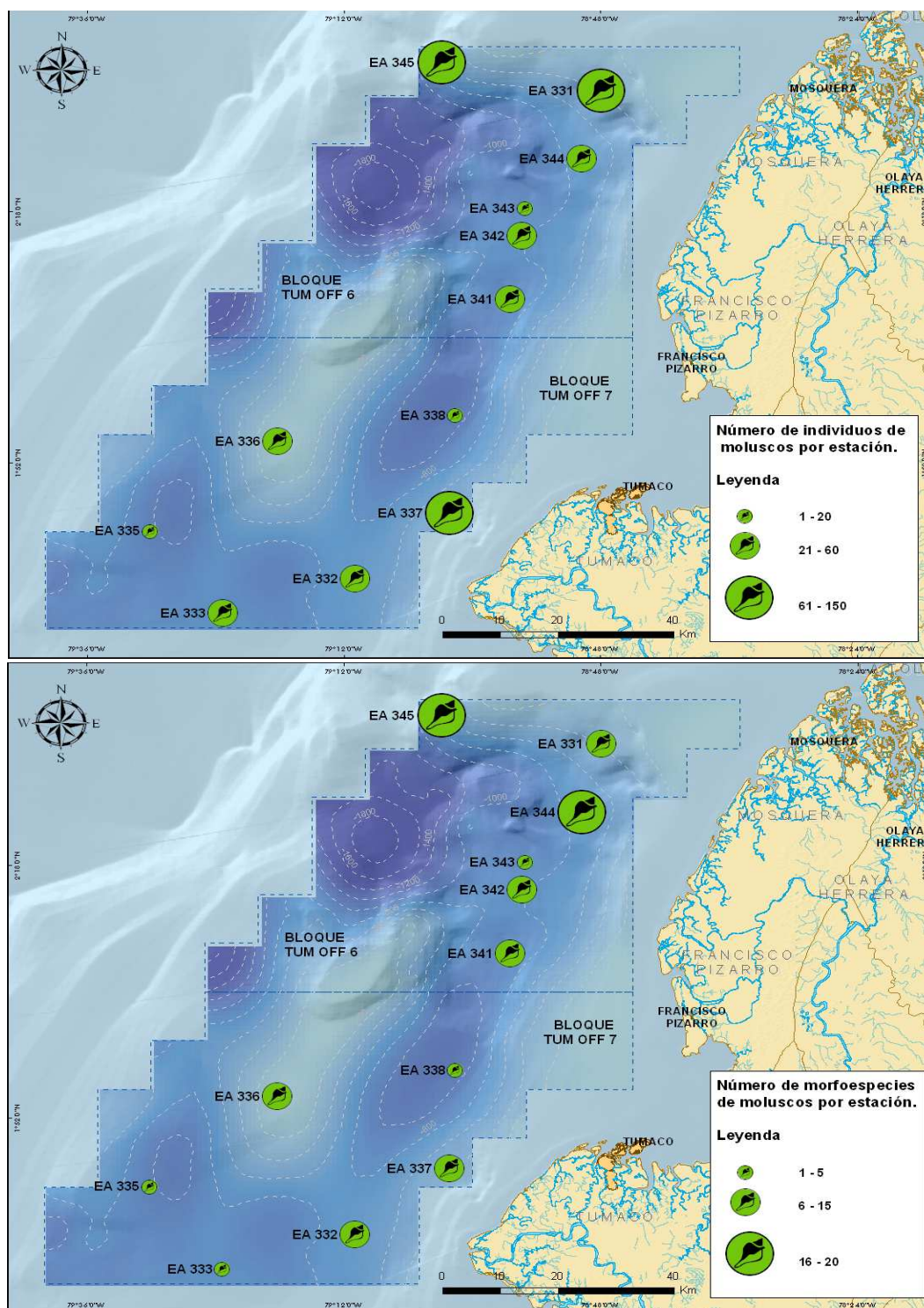


Figura 84. Distribución del número de individuos (superior) y número de morfoespecies (inferior) del phylum Mollusca que fueron recolectadas en cada una de las estaciones de la campaña Tumaco Offshore.

Tabla 10. Número de morfoespecies e individuos de cada una de las clases de moluscos por familia en los bloques de estudio.

Clase	Familia	Número de morfoespecies		Número de individuos	
		TUM OFF 6	TUM OFF 7	TUM OFF 6	TUM OFF 7
Bivalvia	Corbulidae	1	0	1	0
	Cuspidariidae	1	1	8	5
	Kelliellidae	1	1	1	3
	Limidae	0	1	0	2
	Lucinidae	1	0	3	0
	Malletiidae	2	2	15	112
	Mytilidae	2	2	11	9
	Nuculanidae	1	2	2	4
	Nuculidae	2	1	4	3
	Pectinidae	1	0	106	0
	Tellinidae	1	0	1	0
	Lyonsiellidae	1	1	1	24
	Vesicomyidae	1	0	1	0
	Pholadidae	1	1	18	5
	Yoldiidae	1	1	18	13
Cephalopoda	Octopodidae	0	1	0	2
	Opisthoteuthidae	1	0	1	0
	Cassidae	0	1	0	2
	Cocculinidae	1	1	9	4
	Columbellidae	1	1	5	4
Gastropoda	Cylichnidae	1	1	2	1
	Cissurellidae	2	0	4	1
	Bathysciadiidae	1	0	5	0
	Nassariidae	1	0	66	0
	Naticidae	2	0	5	0
	Pyramidellidae	1	0	1	0
	Scaphandridae	1	1	4	17
	Trochidae	1	0	1	0
	Turridae	6	1	11	17
	Opisthobranchia	2	0	2	0
Polyplacophora	Leptochitonidae	2	1	10	4
Scaphopoda	Dentaliidae	4	2	89	7

Para el bloque TUM OFF 6, se encontraron un total de 14 familias de Bivalvia, 12 familias de Gastropoda, una familia de Dentaliidae, una familia de Polyplacophora y una familia de Cephalopoda (Tabla 1).

Las morfoespecies más representativas teniendo en cuenta el número de ejemplares, se encontraron para los Bivalvia con *Delectopecten* sp. (106 valvas), *Orthoyoldia* sp. (10 valvas y 8 individuos) y *Xylophaga* sp. (6 valvas y 12 individuos). Para la clase Gastropoda se destacaron *Nassarius* sp. (23 individuos vacíos y 43 individuos vivos) y *Cocculina* sp. (9 individuos vivos); para la clase Scaphopoda se presentaron cuatro morfoespecies: *Dentaliidae* sp.1 (3 individuos vacíos), *Dentaliidae* sp.2 (1 individuo), *Dentaliidae* sp.3 (un individuo vacíos y 4 vivos) y *Dentaliidae* sp.4, esta última fue la de mayor número de individuos (44 individuos vacíos y 36 individuos vivos). Para la clase Polyplacophora *Leptochiton* sp.1 incluyó el mayor número de ejemplares (9 individuos), mientras que de *Leptochiton* sp.2 solo un individuo fue recolectado; finalmente para la clase Cephalopoda se encontró un solo individuo *Opisthoteuthis* sp.

En este mismo bloque, se destacó la estación EA 345 (668 m) como la que presentó la mayor frecuencia de aparición de morfoespecies con un total de 14 familias (Cuspidaridae, Lucinidae, Pectinidae, Lyonsiellidae, Vesicomidae, Yoldiidae, Opisthoteuthidae, Fissurellidae, Trochidae, Turridae, Leptochitonidae y Dentaliidae). Adicionalmente, se encontraron 11 morfoespecies exclusivas para una sola estación, estas corresponden a *Carycorbula* sp. (EA331), *Lucionoma* sp. (EA 345), *Delectopecten* sp. (EA 345), *Tellina* sp. (EA 331), Vesicomidae (EA 345), *Opisthoteuthis* sp. (EA 345), Fissurellidae, *Fissurisepta* sp. (EA 345), *Bathypelta* sp. (EA 344), Pyramidellidae (EA 342) y Trochidae (EA 345).

Para el bloque TUM OFF 7, se resalta un menor número de especies y de individuos con respecto al bloque TUM OFF 6, donde se encontró un total de 12 familias de Bivalvia, seis familias de Gastropoda, una de Dentaliidae, una de Polyplacophora y una de Cephalopoda (Tabla 1).

En la clase Bivalvia, las morfoespecies más representativas teniendo en cuenta el número de ejemplares comprenden a *Malletia* sp.2 (75 valvas y 19 individuos vivos), *Dallicordia* sp. (10 valvas y 14 vivos) y *Malletia* sp.1 (5 valvas y 13 vivos). Para la clase Gastropoda se destacó el *Scaphander* sp. (6 individuos vacíos y 11 vivos) y la familia Turridae donde se encontraron un total de 17 individuos (5 vacíos y 12 vivos) con cuatro morfoespecies. En la clase Scaphopoda, en comparación con el bloque TUM OFF 6, se encontraron solamente dos morfoespecies: *Dentaliidae* sp.2 (3 individuos vacíos) y *Dentaliidae* sp.4 (3 individuos vacíos y 1 individuo vivo);

con respecto a la clase Polyplacophora se halló a *Leptochiton* sp.1 (4 individuos); mientras para la clase Cephalopoda se encontró al género *Octopus* con un ejemplar respectivamente.

Respecto a la estación que presentó la mayor frecuencia de aparición de morfoespecies, se destacó la estación EA 337 (530 m) donde se encontraron un total de 12 familias (Kelliellidae, Malletiidae, Nuculanidae, Lyonsiellidae, Pholadidae, Yoldiidae, Octopodidae, Cocculinidae, Columbelloidae, Cylichnidae, Turridae y Leptochitonidae). Otro dato a resaltar corresponde a la estación EA 335 (866 m) en la que se encontró la morfoespecie *Limatula* sp.

En general para los bloques TUM OFF 6 y TUM OFF 7 se encontraron varias familias con frecuencias de aparición altas. Fueron los casos de la familia Turridae encontrada en ocho estaciones (EA 331, EA 344, EA 345, EA 332, EA 333, EA 335, EA336 y EA337), Mytilidae encontrada en siete estaciones (EA 341, EA 342, EA 344, EA 333, EA 335, EA 336, EA 338) y Dentaliidae encontrada en seis estaciones (EA 341, EA 342, EA 344, EA 345, EA 332 y EA 333). Entre los organismos que presentaron frecuencias bajas y que solo estuvieron en uno de los bloques, se encontraron los Opisthobranchia hallados solamente en el bloque TUM OFF 6; el género *Octopus* sp.1 y sp.2, y el género *Oocorys* sp. encontrado solo en el bloque TUM OFF 7.

Asociaciones con otros organismos, sustratos o ambientes

Algunas especies fueron encontradas asociadas a otros organismos, en la superficie o entre los espacios de materiales vegetales sumergidos. Fue el caso de la gran mayoría de lapas pertenecientes a la familia Cocculinidae del género *Cocculina* (Figura 85F), así como del chitón *Leptochiton* (Figura 85A), los cuales que fueron encontrados sobre restos de madera recolectados en el muestreo. De los bivalvos se destacaron algunos Mitílidos y otras especies con hábitos perforadores halladas en el interior de la madera, correspondientes a la familia Pholadidae del género *Xylophaga*.

Por otra parte, conchas y partes de moluscos, sirvieron también como sustratos para invertebrados como anemonas (Figura 85D), ermitaños (Figura 85C) (hallados sobre y dentro de conchas de gastrópodos del género *Nassarius*) y cirripedios (sobre ejemplares de la familia

Turridae) (Figura 85B). Igualmente se encontró una lapa del género *Bathypelta*, cuyos individuos estaban adheridos a un pico de calamar (Figura 85E).

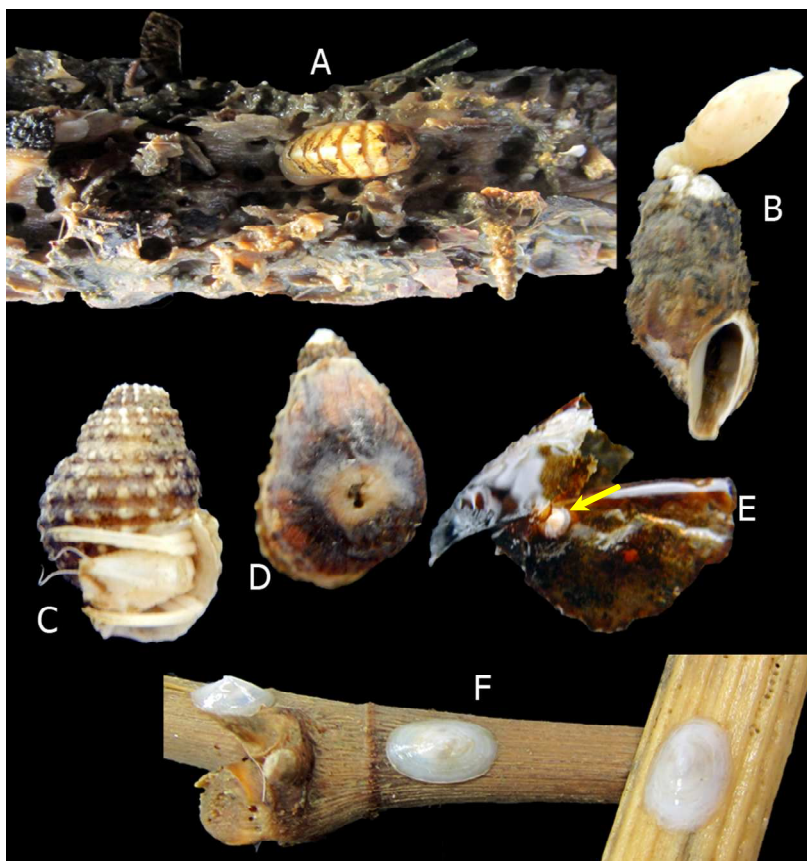


Figura 85. Ejemplares de Moluscos asociados a sustratos recolectados en el proyecto Tumaco offshore. *Leptochiton* sp. L= 1,3 cm, EA341 934 m (A). Turridae L=3,7 cm, EA333 836 m (B). *Nassarius* L=1,4 cm (C) y L=1,5 cm (D) EA331 350 m, *Bathypelta* L= 3 mm, EA344 656 m (E), *Cocculina* L=6 mm, EA342 775 m (F).

Es importante resaltar que varias de las especies encontradas, amplían no solo la distribución geográfica de la misma para el margen continental colombiano, sino que también representan incrementos en el gradiente batimétrico y en algunos casos de tallas. En comparación con otros estudios (Bernard, 1983; Scarabino 1979, 1986a, b), se ha encontrado que las morfoespecies *Malletia* sp.1, *Nucula* sp., *Orthoyoldia* sp., *Cuspidaria* sp. y la clase Scaphopoda podrían encontrarse a profundidades mayores a las registradas por este proyecto.

Con respecto a la clase Polyplacophora, no se encontró una rica fauna en este sector del Pacífico colombiano, sin embargo se siguen describiendo con frecuencia especies de aguas profundas, en especial de las asociadas y adaptadas para vivir en restos de material vegetal, que comprenden depósitos naturales para invertebrados de agua profunda (Sigwart y Sirenko, 2012). El género encontrado *Leptochiton* habita en aguas profundas, y en algunos casos ha sido relacionado con áreas que presentan fluidos hidrotermales y filtraciones de metano (Gracia y Ardila, 2010). Sería importante que para futuros muestreos se considerara otro tipo de tecnologías con el fin recolectar información que aporte a la biodiversidad de este grupo en aguas profundas.

En comparación con el estudio Macrofauna III realizado al norte del Pacífico colombiano, donde se encontró que el 84% de las especies de clase Bivalvia se consideraban primeros registros para el país, en este proyecto realizado al sur de la misma costa, se encontró que de las 20 especies de la clase Bivalvia el 45% son primeros registros. Es importante resaltar que para el estudio realizado en el norte, fueron considerados un número mayor de estaciones (34); mientras que para el presente trabajo se consideraron 13, obteniendo igualmente resultados satisfactorios que aportan importante información biológica, ecológica y de distribución del grupo en aguas colombianas. Esto reafirma que el phylum Mollusca presenta aún vacíos de información en esta área del país, en especial en lo relativo a aguas profundas.

2.2.3 Artrópodos marinos – Crustáceos y Chelicerata

El Pacífico Oriental Tropical (POT) es considerada como una de las subregiones del Pacífico en donde se ubica una mayor diversidad de organismos (Hendrickx, 1994), sin embargo el conocimiento de los decápodos en el Pacífico colombiano es el más escaso del Pacífico tropical americano, debido a que ha sido poco explorado (Lemaitre y Álvarez, 1992), pese a presentar una variedad de ambientes ecológicos que la convierte en una zona con alto potencial de biodiversidad. Los estudios de distribución de éstos organismos en el Pacífico colombiano se resumen a aguas someras y a muestreos esporádicos en algunas localidades, en donde la mayoría de trabajos realizados se concentran principalmente en las bahías de Buenaventura, Málaga y Útria, y en las islas de Gorgona y Malpelo, como lo son los desarrollados por Prah *et al.* (1978a; 1978b; 1978c); Prah (1986); Cenipacífico (1986a; 1986b; 1986c); Wicksten (1988); Ramos-Tafur (1989) y Ríos *et al.* (1990). Recientemente, se cuenta con la información obtenida en bahía Málaga por el Invemar en conjunto con la Universidad del Valle y el Instituto para la Investigación y la Preservación del Patrimonio Cultural y Natural del Valle del Cauca (INCIVA) (Invemar *et al.*, 2006) y la recopilación de trabajos existentes sobre la presencia de especies de crustáceos en esta Bahía (Lazarus-Agudelo y Cantera-Kintz, 2007).

Dentro de los estudios sobre crustáceos en aguas profundas del Pacífico colombiano, se resalta el elaborado por Lemaitre y Álvarez (1992), quienes mediante una exhaustiva revisión de la literatura sobre trabajos de crustáceos decápodos del Pacífico colombiano, elaboraron un listado de las familias, géneros y especies de esta región; igualmente el desarrollado por el Invemar (2004), en el cual se obtuvieron muestras en 18 estaciones ubicadas en la zona norte del Pacífico colombiano a 70, 150, 300 y 500 m de profundidad. Entre los dos estudios se registraron para las aguas del Pacífico colombiano mayores a 200 m de profundidad un total de 59 especies de crustáceos decápodos.

Artrópodos marinos en los Bloques TUM OFF 6 y 7

A través del proyecto se recolectaron un total de 2.296 individuos pertenecientes a los suphyllum Chelicerata y Crustacea. El subphyllum Chelicerata estuvo representado por 13 individuos de dos morfoespecies de picnogónidos conocidos comúnmente como arañas de mar

(orden Pantopoda); por su parte, el subphyllum Crustacea agrupó 2.283 individuos que correspondieron a 67 morfoespecies, ubicadas en cinco ordenes del superorden Peracarida (Amphipoda, Cumacea, Isopoda, Lophogastrida y Tanaidacea), dos ordenes del superorden Thoracica (Lepadiformes y Sessilia), un orden de la subclase Hoplocarida (Stomatopoda) y un orden del superorden Eucarida (Decapoda). El orden Decapoda sobresalió por agrupar la mayor diversidad de grupos, reuniendo a los talasinidos (infraorden Axiidae), las langostas de profundidad (infraorden Astacidea y Polychelida), los camarones peneidos y carideos (superfamilia Penaeoidea e infraorden Caridea), los anomuros como langostillas y cangrejos ermitaños (superfamilia Galattheoidea y superfamilia Paguroidea) y los cangrejos verdaderos (infraorden Brachyura) (Tabla 11; Anexo 2).

Tabla 11. Número de individuos de los grupos de artrópodos marinos recolectados en los bloques TUM OFF 6 y 7 (O: orden, SO: suborden, IO: infraorden, SF: superfamilia).

Grupo	Estaciones TUM OFF 6						Estaciones TUM OFF 7						
	331	341	342	343	344	345	332	333	334	335	336	337	338
O. Pantopoda			5		1					4		2	1
SO. Balanomorpha										1			
SO. Lepadomorpha			2		7			9		3	20		24
O. Stomatopoda	4												
O. Amphipoda		2			5	1				1	1	2	
O. Cumacea					1								
O. Isopoda						1					1		
O. Lophogastrida				1									
O. Tanaidacea							2						
IO. Axiidea			1		1	5	3				9	2	
IO. Astacidea		2								1			
IO. Polychelida			1			3			1	7		2	1
SF. Penaeoidea	1	6	2		27	7		4		31	50	50	19
IO. Caridea	49	49	39	5	183	41	8	56	2	898	172	48	34
SF. Galattheoidea	25	10	6	2	6	27	2	23	2	72	3	3	6
SF. Paguroidea	18					3					109	7	
IO. Brachyura	17	2	2		1	16		2			2	7	2

En el mar Pacífico colombiano se han registrado alrededor de 400 especies de crustáceos decápodos, los cuales se obtuvieron durante las exploraciones Invemar-Macrofauna III (Invemar, 2004) y en recolectas puntuales efectuadas por expertos (programa BEM-generales) (SIBM, 2013). Los crustáceos decápodos registrados en profundidades mayores a 200 m suman

un total de 59 especies, por lo cual el material biológico recolectado en la presente campaña, representa un 16,9% de las especies registradas; el restante 85,5% no han sido aún plenamente identificadas, teniendo en cuenta que del total de morfoespecies se lograron determinar 3 hasta la jerarquía de orden, 4 a suborden, 1 a infraorden, 20 a familia, 29 a género y 10 hasta especie. Este material (59 especies) podría constituirse en nuevos registros para el Pacífico colombiano, e incluso en algunos casos posiblemente en nuevas especies para la ciencia.

La proporción del número de individuos recolectados evidenció una tendencia similar en los bloques TUM OFF 6 y 7, en donde los camarones (peneidos y carideos) presentaron los mayores porcentajes con valores de 69,7 (409 individuos) y 80,3% (1.218 individuos), respectivamente; seguido de los anomuros (langostillas y cangrejos ermitaños) con 16,5 (97 individuos) y 13,3% (227 individuos) para cada bloque. Por su parte, los cangrejos braquiuros estuvieron mejor representados en el bloque 6 con 6,5% (38 individuos) en comparación con el bloque 7 con 0,4% (13 individuos) (Figura 86). Lo anterior corrobora lo que se presenta en otras áreas profundas en el Pacífico oriental tropical, como sucede en el Pacífico mexicano, en donde los camarones carideos son el grupo representativo con más del 36% de las especies de crustáceos decápodos conocidos (Hendrickx, 2012). Esto también responde a que los camarones son un componente importante en las comunidades de invertebrados en los ecosistemas profundos, ya que constituyen un eslabón significativo en la cadena trófica, puesto que su flexibilidad en hábitos alimenticios los hacen depredadores oportunistas, pastoreadores y comedores de detritus (Neil y Maris, 1985).

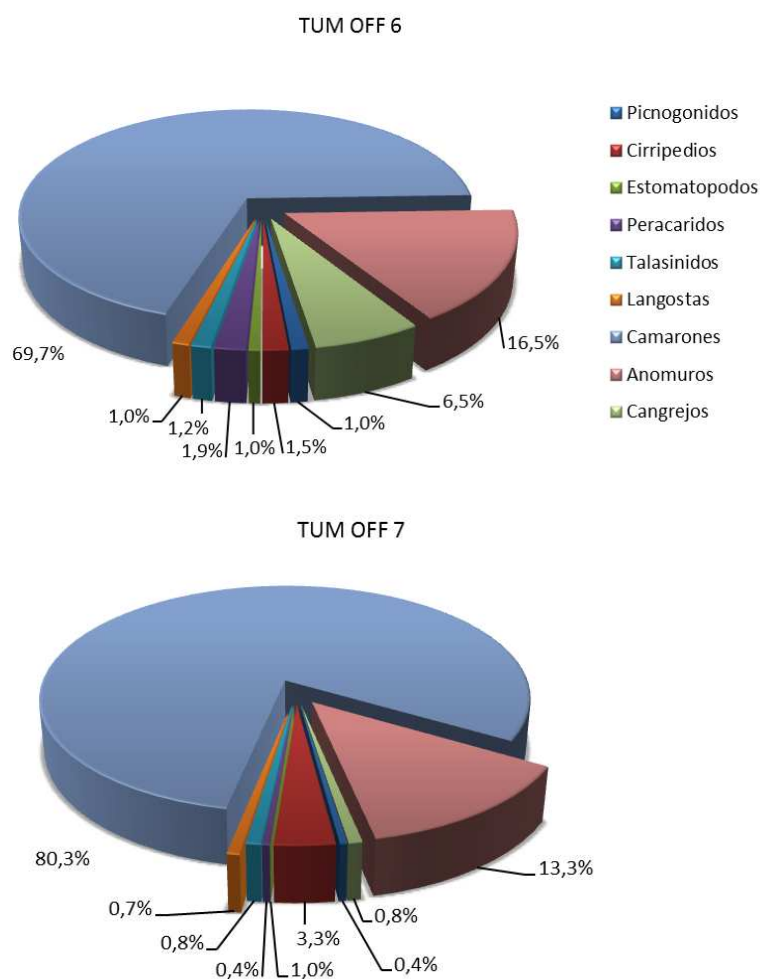


Figura 86. Proporción del número de individuos de los artrópodos marinos recolectados durante la campaña en los bloques TUM OFF 6 y 7.

La composición por grupo taxonómico en los arrastres, presentó un comportamiento similar al registrado de modo general, manteniendo los mayores porcentajes de abundancia relativa para los camarones y anomuros a lo largo de las estaciones, sin embargo, se resalta el aumento de este porcentaje para los braquiuros en las estaciones EA 331 y EA 345, al igual que la presencia o ausencia de algunos grupos en determinadas estaciones, como es el caso de las langostas que se recolectaron en su mayoría en la EA 334, los talasinidos en la EA 332, los cirriperios en la EA 338 y los picnogónidos en la EA 342, mientras que en el resto de las estaciones estos grupos presentaron valores bajos e incluso estuvieron ausentes (Figura 87). Lo anterior se atribuye a que la presencia de algunas morfoespecies fue puntual, teniendo en cuenta que el

56,5% (39 morfoespecies) se recolectaron en solo una estación y el 18,8% (13 morfoespecies) se recolectaron en solo dos de las 13 estaciones en las que se realizaron arrastres, del mismo modo, 28 morfoespecies fueron exclusivas en el bloque 6 y 12 morfoespecies en el bloque 7. Esto puede obedecer a que todas estas morfoespecies, podrían estar haciendo parte de microhábitats de parche que pueden encontrarse ampliamente esparcidos como para aparecer en varias muestras, teniendo un tipo de distribución restringida por tratarse de especies raras (Grassle, 1989).

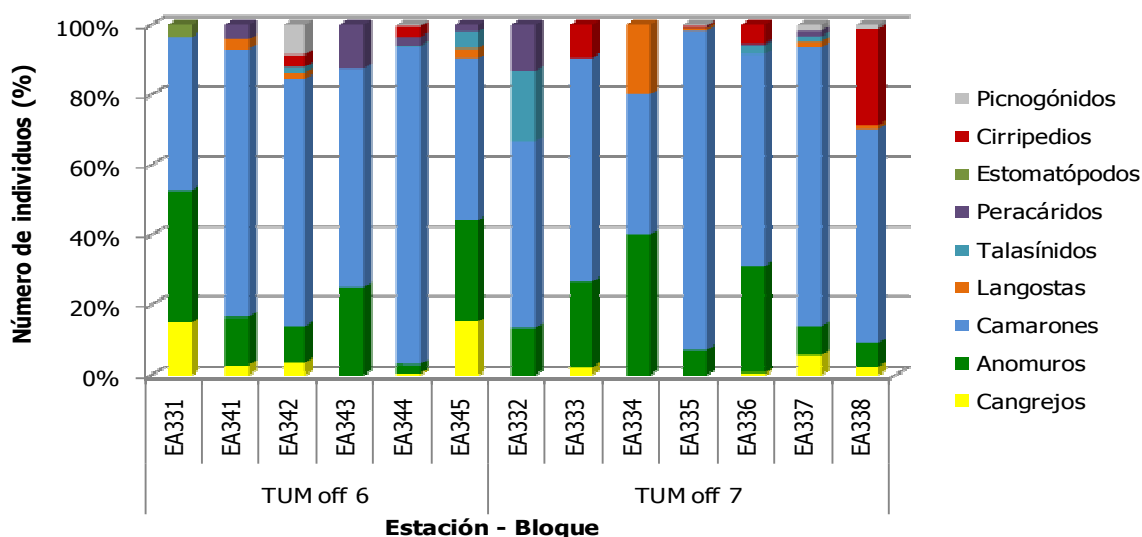
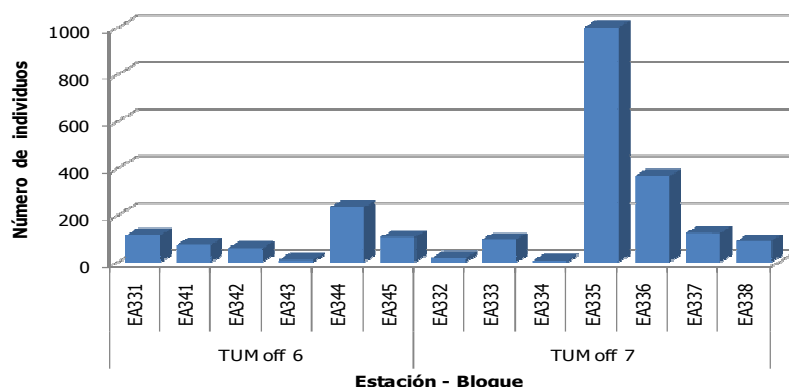
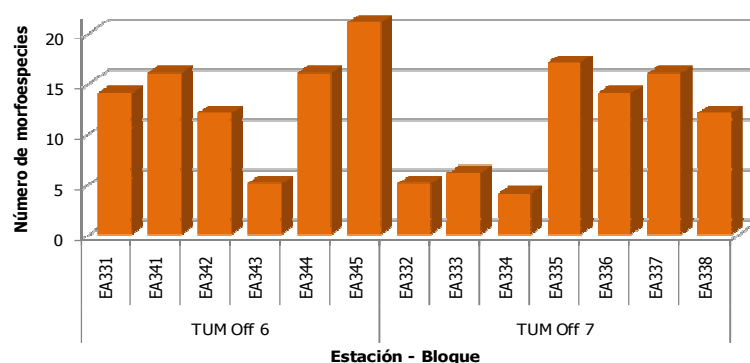


Figura 87. Porcentaje de abundancia acumulada de los artrópodos marinos recolectados en las estaciones de muestreo durante la campaña en los bloques TUM OFF 6 y 7.

El mayor número de individuos recolectados por estación se presentó en el bloque TUM OFF 7 en las estaciones EA 336 (1.018 individuos) y EA 335 (367 individuos), debido a que en estas estaciones se recolectó la especie más abundante (*Nematocarcinus agassizii*), la cual representó un 83,3% (848 individuos) en la primera y un 40,3% (148 individuos) en la segunda estación. Las menores abundancias se obtuvieron en las estaciones EA 334 (5 individuos) y EA 343 (8 individuos), ubicadas en los bloques 7 y 6, respectivamente (Figura 88A y Figura 89A).



A.



B.

Figura 88. Número de individuos (A) y de morfoespecies (B) de los artrópodos marinos recolectados por estación en los bloques TUM OFF 6 y 7.

Con respecto al número de especies recolectadas por estación, los valores oscilaron entre 5 (EA 332) y 21 especies (EA 345), y evidenciaron que no existe alguna relación entre el número de individuos y el número de especies, como se observó en la estación con mayor riqueza, en la cual no se presentaron las mayores abundancias (Figura 88B y Figura 89B). Se destaca que en el bloque TUM OFF 6 se recolectó un menor número de organismos (587 individuos) en comparación con el bloque 7 (1.709 individuos), sin embargo, en el bloque 6 se identificó un mayor número de morfoespecies con 57 y 41, respectivamente. Esta distribución de los crustáceos depende de la tolerancia de cada especie y de factores, como el tipo de fuentes alimenticias, predadores, competidores y lugares de refugio entre otros (Vegas, 1971), a su vez, la combinación de factores físicos y biológicos generan condiciones favorables para que se presenten altas abundancias (Parsons *et al.*, 1984).

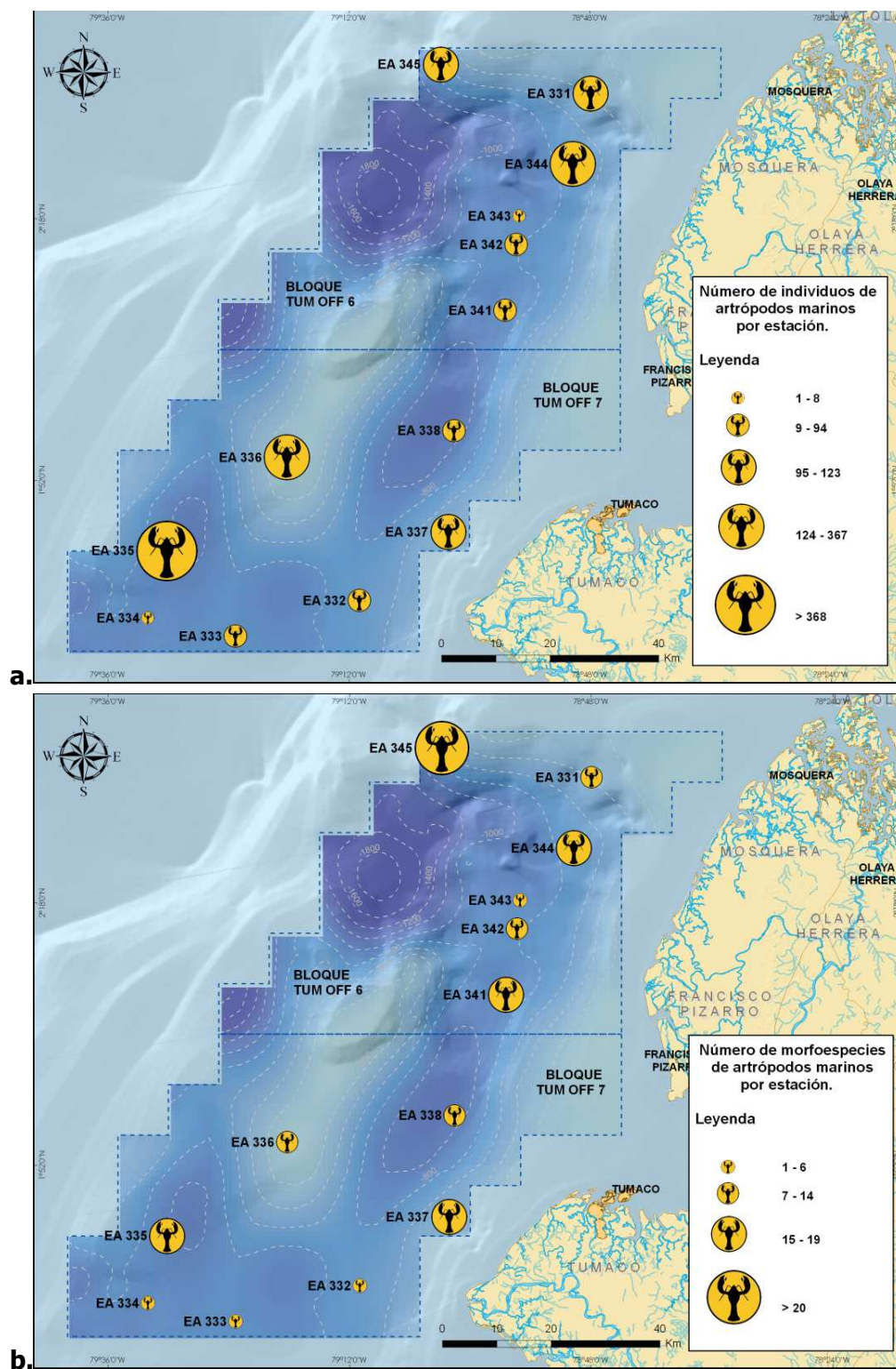


Figura 89. Distribución del número de individuos (a) y de morfoespecies (b) para los artrópodos marinos recolectados por estación en los bloques TUM OFF 6 y 7.

Las familias que tuvieron la mayor riqueza fueron Galatheididae (infraorden Anomura) con tres géneros y 14 morfoespecies (*Munida* con tres, *Munidopsis* con diez y *Pleurocondes* con una morfoespecie) y Ethusidae (infraorden Brachyura) con dos géneros y cuatro morfoespecies (*Ethusa* con tres y *Ethusina* con una morfoespecie). Los galateidos corresponden a uno de los grupos de crustáceos decápodos de aguas profundas más característicos a nivel mundial, siendo a menudo dominante por su diversidad y abundancia en las comunidades del talud continental, a su vez, es considerado como un componente de notable importancia en las cadenas tróficas profundas a lo largo del mundo (Hendrickx, 2003; 2012). Del mismo modo, la familia Ethusidae en otras áreas también se ha considerado como la familia con mayor riqueza específica, como se presenta en aguas profundas del Pacífico mexicano (Hendrickx, 2012).

Las familias con un mayor número de individuos recolectados fueron Nematocarinidae y Solenoceridae, teniendo en cuenta que las especies *Nematocarcinus agassizii* y *Haliporoides diomedae* fueron las más abundantes con 1.372 y 162 individuos, respectivamente. A su vez, estas dos especies fueron las que mayor frecuencia de aparición presentaron a lo largo de las estaciones, siendo recolectada la primera en un 92,3% (12 estaciones) y la segunda en un 69,2% (9 estaciones). Se señala que especímenes del género de *Nematocarcinus* han sido recolectados abundantemente en otros muestreos de aguas profundas realizados con equipos de arrastre bentónicos en áreas profundas del Pacífico oriental tropical (frente a las costas de México durante el proyecto TALUD) (Hendrickx, 2012) y que *Solenocera* es un género frecuente en estos ambientes, porque los individuos se encuentran asociados a fondos blandos en los que se incluyen a los fondos lodosos y los arenosos-lodosos (Hendrickx, 1995), los cuales son características en el área de estudio (ver tabla de distribución de tamaños de grano en las muestras analizadas en el componente Geomorfología y sedimentología).

Es de subrayar que los valores del presente estudio para el número de individuos y de especies de crustáceos recolectados, es menor si se compara con los trabajos desarrollados en aguas profundas del Caribe colombiano, en los cuales se ha recolectado un total aproximado de 8.000 ejemplares pertenecientes a 103 especies (Campos *et al.*, 2005), esto a su vez, puede atribuirse a que en estas regiones no se presenta la Zona del Mínimo Oxígeno (ZMO), la cual podría estar restringiendo la distribución y abundancia de las especies de crustáceos en el Pacífico colombiano. Esta ZMO es típica del Pacífico este, y determina una amplia franja batimétrica en

donde las concentraciones de oxígeno disuelto bajan dramáticamente, por ejemplo en el Golfo de California y en la porción suroeste de México esta franja, se extiende desde 50-150 m hasta 700-800 m (Hendrickx y Serrano, 2010). Estos valores mínimos de oxígeno se evidenciaron en las estaciones EA332, EA333 y EA334, con valores menores a 1 mg.l⁻¹ en profundidades cercanas a los 400 m, y se mantuvieron con estas bajas concentraciones a mayores profundidades a lo largo de toda la columna de agua (ver perfiles verticales de la temperatura - °C en el componente Oceanografía).

Por lo expuesto anteriormente, a continuación se muestran los resultados obtenidos con respecto a la profundidad, en donde se observó de manera general, una mayor abundancia y riqueza en zonas menos profundas entre 350 y 668 m en comparación con los arrastres desarrollados entre 730 y 941 m de profundidad (Figura 90). A su vez, se evidencio que el camarón *Benthescymus tanneri* presentó la mayor distribución batimétrica recolectándose desde 612 hasta 941 m de profundidad, al igual que el camarón *Glyphocangron* sp. y la morfoespecie 1 de la familia Picnogonidae, las cuales se recolectaron entre 656 y 941 m de profundidad. Adicionalmente, se amplía el intervalo de distribución batimétrica para tres especies teniendo en cuenta que *Ethusa lata* se registra de 3,5 a 180 m (Rathbun, 1937) ampliado por Varila (2004) hasta 300 m, *Acanthocarpus delsolari* (Figura 91) entre 100 y 301 (Del Rosario y Abele, 1976) m y *Cancer porteri* (Figura 91B) entre 290 y 400 m (Rathbun, 1937) ampliado por Varila (2004) a 500 m de profundidad y en el presente estudio se recolectaron hasta 775 m, 350 m y 550 m, respectivamente.

Esto puede atribuirse a que la profundidad es uno de los factores que influye de mayor forma sobre la composición de las especies de decápodos (Labropoulou y Kostikas, 1999) y que conforme aumenta la profundidad los ambientes tienden a ser homogéneos, lo que se refleja en una disminución en el número de especies presentes en una zona (Sander y Hessler, 1969). Incluso, algunas especies de crustáceos presentan una distribución limitada a un intervalo determinado de profundidad (Takaeda y Okutani, 1983). No obstante, estas agregaciones pueden estar dadas por la relación entre los cambios de composición de especies y la profundidad, las cuales tienden a estar condicionadas por gradientes verticales como la temperatura, salinidad, la concentración de oxígeno, sedimento y la materia orgánica, factores

considerados importantes en el establecimiento de comunidades de organismos bentónicos (Torodova y Konsulva, 2000).

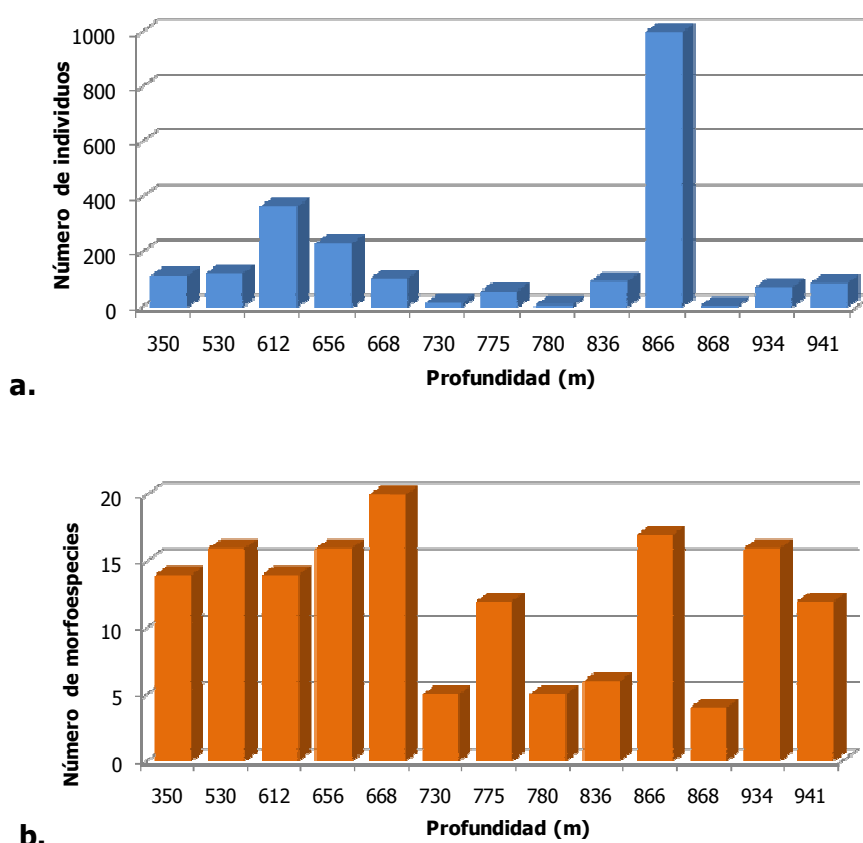


Figura 90. Número de individuos (a) y de morfoespecies (b) de los artrópodos marinos recolectados por profundidad en los bloques TUM OFF 6 y 7.

En la Figura 91 se incluyen algunos ejemplares de crustáceos recolectados durante la campaña de muestreo indicando la estación y la profundidad en la que se encontraron, destacando entre otros la presencia del género *Glyphocrangon* (Figura 91D) el cual a nivel mundial está asociado típicamente con aguas profundas (Komai, 2006), al igual que el ejemplar de la familia Lithodidae (Figura 91A), presente en aguas profundas de la región circuntropical y en aguas de la plataforma continental en mayores latitudes, esta familia incluye a los conocidos "king crabs" de Alaska, el cual es un recurso pesquero importante en el Pacífico noreste (Otto y Jamieson, 2003) al igual que a las "centollas" de Chile (Retamal, 1981).

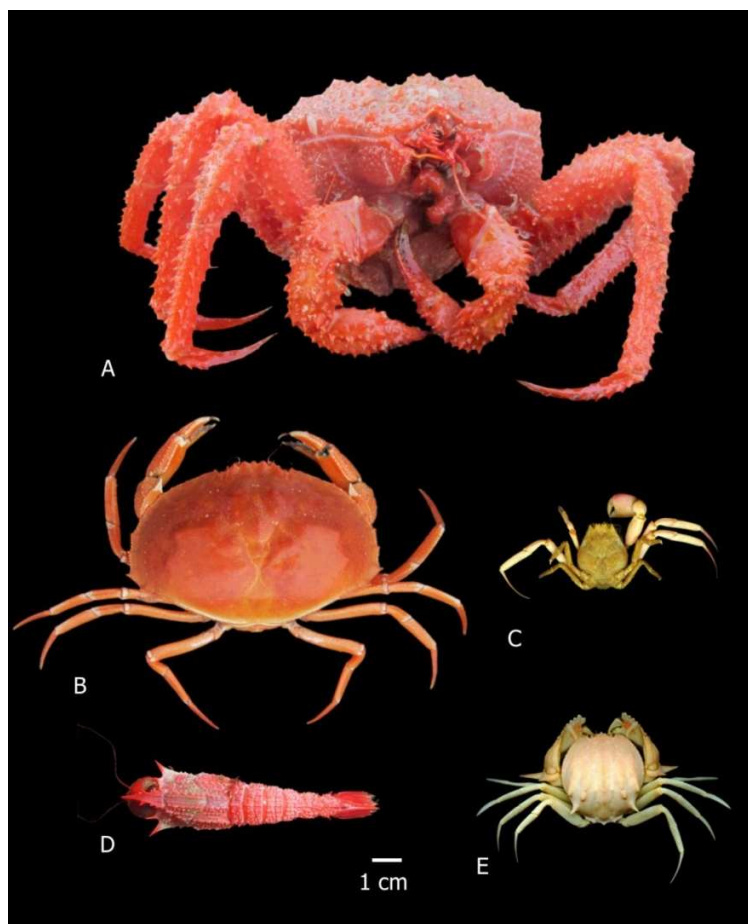


Figura 91. Ejemplares de las morfoespecies recolectadas en los bloques TUM offshore 6 y 7. Infraorden Anomura: Lithodidae (EA344-656 m) (A), infraorden Brachyura: *Cancer porteri* (EA337-500 m) (B), infraorden Brachyura: *Ethusa lata* (EA337-530 m) (C), infraorden Caridea: *Glyphocrangon* sp. (EA342-700 m) (D) e infraorden Brachyura: *Acanthocarpus delsolari* (EA331-350 m) (E).

A pesar de la importancia de este grupo de invertebrados marinos, aun se desconocen muchos de los aspectos biológicos, ecológicos y pesqueros de gran cantidad de especies, por lo que es importante el fortalecimiento de iniciativas para impulsar y desarrollar estudios de manera sistemática e intensiva en varias porciones del territorio marino nacional enfocados no solo en los crustáceos decápodos, sino también en grupos menores de crustáceos. Este conocimiento es fundamental, para determinar las condiciones base, que permitan detectar cambios naturales y antropogénicos en el ecosistema marino, a su vez, facilita la comprensión de su funcionamiento, teniendo en cuenta que los crustáceos en las comunidades tropicales, forman la base del flujo de energía del bentos hacia muchas especies demersales y pelágicas (Longhurst y Pauly, 1987).

2.2.4 Equinodermos

Los equinodermos (Phylum Echinodermata) son invertebrados marinos que se desarrollan generalmente mediante larvas microscópicas que viven en la columna de agua, y posteriormente sufren una serie de cambios morfológicos para llegar a vivir asociados al fondo marino alcanzando en algunos casos tamaños considerables (Pawson, 2007). Mundialmente se conocen unas 7000 especies vivas y 13.000 fósiles que se pueden clasificar en cinco clases: Crinoidea (Plumas y Lirios de mar), Asteroidea (estrellas), Ophiuroidea (estrellas quebradizas, ofiuros), Echinoidea (erizos o equinoideos) y Holothuroidea (pepinos).

En términos generales para el Pacífico Oriental Tropical (POT) se conoce que los estudios sobre la fauna de equinodermos iniciaron a mediados del siglo XIX con la descripción de nuevas especies, numerosos reportes geográficos principalmente para aguas someras (Gray, 1841; Lütken, 1859; Lyman, 1865; Selenka, 1867 y Verrill, 1867) y algunos de aguas profundas (Sladen, 1889). Hacia comienzos del siglo XX se realizaron varias expediciones biológicas internacionales que incluyeron algunas estaciones en el Pacífico colombiano (Agassiz, 1863-1872; Deichmann, 1938; Clark, 1940-1948; Birkeland *et al.* 1975; Downey, 1975).

Un importante referente en el POT es el trabajo de Maluf (1988) quien presentó la primera síntesis de la distribución y composición de equinodermos desde California hasta Perú identificando 630 especies. El reporte indica que la riqueza de especies se incrementa desde las altas hacia las bajas latitudes, con picos en el Golfo de California, Panamá y el archipiélago de Galápagos, teniendo en cuenta que son las áreas donde se han realizado mayor cantidad de investigaciones. Asimismo, se sabe que en el Pacífico Americano Central, la zona entre Panamá y Costa Rica posee un alto grado de endemismo y es una unidad de transición, mientras que Panamá, Colombia y Ecuador tienen mayor afinidad en la composición taxonómica. Recientemente, Pérez-Ruzafa *et al.* (2013) revisaron la información sobre el phylum y encontraron que la clase Ophiuroidea es la más dominante en la mayoría de regiones, excepto en la provincia de Chile que es dominada por Asteroidea; el área de las islas del este es dominada por Echinoidea, mientras que México es dominado por la riqueza de la clase Holothuroidea. Crinoidea comúnmente es la clase menos abundante y la ausencia de registros en la provincia Panámica es de resaltar, incluyendo Colombia.

Actualmente para las costas del POT e islas oceánicas se conocen 620 especies de equinodermos con información sobre su distribución (batimetría y sustrato). Del total conocido, 336 especies han sido reportadas entre los 20 y 200 m de profundidad con dominancia de la clase Asteroidea incluso en aguas más someras <20 m. La clase Ophiuroidea se considera predominante entre 200-1000 m y 1000-2000 m. La clase Holothuroidea se considera predominante a profundidades entre 2000-4000 m y entre 4000-6000 m (Pérez-Ruzafa *et al.*, 2013). Por su parte, la mayoría de especies conocidas habitan en ambientes con fondos rocosos aunque asociados a arrecifes coralinos la clase Ophiuroidea y Holothuroidea han sido predominantes. La clase Holothuroidea también ha sido predominante sobre fondos lodosos mientras que las clases Asteroidea y Ophiuroidea lo han sido en ambientes con fondos arenosos.

En el Pacífico colombiano se ha estudiado la biodiversidad de equinodermos por parte de científicos del país después de la década de los 80 (Neira-Ortíz y Cantera, 2005) y se considera que es poco lo que se sabe sobre el phylum. En términos generales se puede decir que su conocimiento presenta dos escenarios científicos, por un lado mayor conocimiento de este grupo de invertebrados hacia la región litoral somera de varias localidades (Valle, Valle del Cauca, Choco y Nariño) e islas (isla Malpelo y Gorgona), principalmente en sustratos rocosos someros y en algunos casos fondos arenosos (Neira y Prah, 1986; Pardo y Neira 1990; Neira *et al.*, 1991; Cohen-Rengifo, 2009). El segundo escenario se presenta después de la plataforma continental donde biológicamente se conoce poco sobre la composición y distribución de las especies que habitan a profundidades mayores de 200 m hacia el talud continental. No obstante, hacia el norte del Pacífico colombiano se han realizado recopilaciones para establecer la línea base de información sobre la macrofauna del bentos (>200 m de profundidad), las cuales han permitido identificar varias morfoespecies de equinodermos entre otros grupos (Gracia *et al.*, 2002; Invemar-ANH, 2010).

Actualmente, en el Pacífico colombiano se han registrado 124 especies en total, la mayoría de éstos provenientes de profundidades menores a 200 m; para la clase Asteroidea se conocen 34 especies, 30 para Ophiuroidea, 28 para Echinoidea y 32 para Holothuroidea; no se tienen registros para la clase Crinoidea (Benavides-Serrato *et al.*, 2013). Varias de las especies de equinodermos se han encontrado habitando uno o más ambientes principalmente en litorales

costeros e islas, ya que la variedad de ecosistemas en el Pacífico colombiano es importante teniendo en cuenta que hacia el sur predominan las zonas externas de bahías y estuarios con abundantes sedimentos blandos de arena y lodo, mientras que hacia el norte predominan los acantilados y fondos rocosos (Benavides-Serrato *et al.*, 2013).

En cuanto a la distribución de este grupo de invertebrados, en el sector de Malpelo se cuenta con 44 registros de especies, seguido por el sector de Gorgona con 41. En el Pacífico norte se tienen 17 registros de especies y en el sector del Baudo 16. En los sectores de Tumaco, Sanguiangá, Nariño y Buenaventura se conocen 8, 6, 14 y 31 especies, respectivamente. Por otra parte, específicamente para la Unidad Ambiental Pacífico Oceánico (Ministerio de Ambiente, 2000) donde se encuentran los bloques TUM OFF 6 y 7, se han encontrado 52 especies de equinodermos. El evidente escaso conocimiento de este grupo de fauna, específicamente después de los 200 m de profundidad, sugiere que es imperativo realizar mayores investigaciones.

Equinodermos en los Bloques TUM OFF 6 y 7

Echinodermata fue un grupo conspicuo con 37 morfoespecies identificadas (Anexo 2), las cuales incrementan en más del 50% el inventario de equinodermos para la Unidad Ambiental Pacífico Oceánico (Benavides-Serrato *et al.*, 2013). La identificación fue realizada hasta la jerarquía taxonómica más baja posible, llevando el 5% del material hasta clase, el 41% hasta familia y el 54% hasta género (Figura 92). Con seguridad varias de las identificaciones realizadas en este estudio pueden representar primeros registros para la región aunque se requieren estudios más detallados para confirmar la identidad de algunos organismos hasta especie.

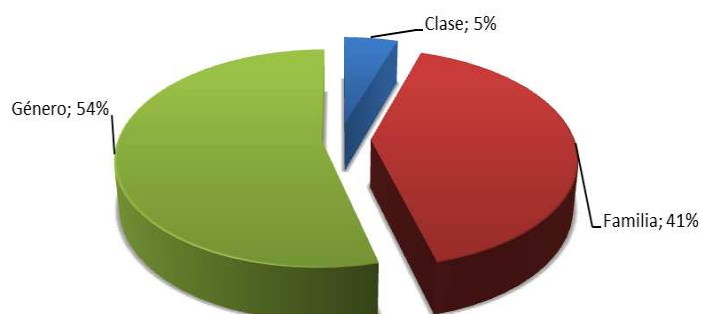


Figura 92. Porcentajes de identificación de equinodermos: Crinoidea (Plumas y Lirios de mar), Asteroidea (estrellas), Ophiuroidea (estrellas quebradizas, ofiuros), Echinoidea (erizos o equinoideos) y Holothuroidea (pepinos). Identificados en los bloques Tumaco offshore 6 y 7, Pacífico colombiano. N total 37 morfoespecies.

En los bloques TUM OFF 6 y 7 los equinodermos tuvieron una importante representación con un total de 39.095 individuos o especímenes a lo largo de las estaciones muestreadas. El bloque TUM OFF 6 presentó 18 morfoespecies con un total de 19.449 individuos; mientras que en el bloque TUM OFF 7 se obtuvieron treinta morfoespecies con un total de 19.646 individuos. Los equinodermos fueron recolectados en las 13 estaciones evaluadas durante la campaña (seis estaciones en el bloque TUM OFF 6 y siete estaciones en el bloque TUM OFF 7) evidenciando la importancia de este grupo de invertebrados en las comunidades estudiadas (Figura 93).

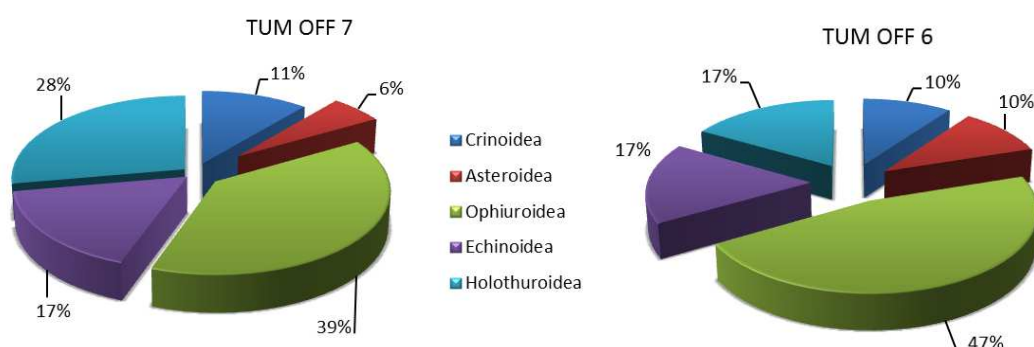


Figura 93. Porcentaje de morfoespecies para cada clase de equinodermos identificados en los bloques TUM OFF 6 y 7. N total 37 especies.

En ambos bloques la clase de equinodermos más conspicua fue Echinoidea (Erizos de mar), ya que presentó el 98% de la abundancia total para el Phylum Echinodermata. Cinco morfoespecies de erizos de mar fueron identificados en los dos bloques estudiados, pero *Brissopsis* cf. *pacifica* fue la más abundante con el 96% (TUM OFF 6) y 99% (TUM OFF 7) de la abundancia total respecto a cada bloque. La alta dominancia de estos erizos se debe a que se recolectaron >15.000 individuos tanto en la estación EA 337 a 530 m de profundidad (TUM OFF 7) como en la estación EA 341 a 934 m de profundidad (TUM OFF 6). En consecuencia, esta morfoespecie fue la más abundante durante todo el estudio (Figura 94).

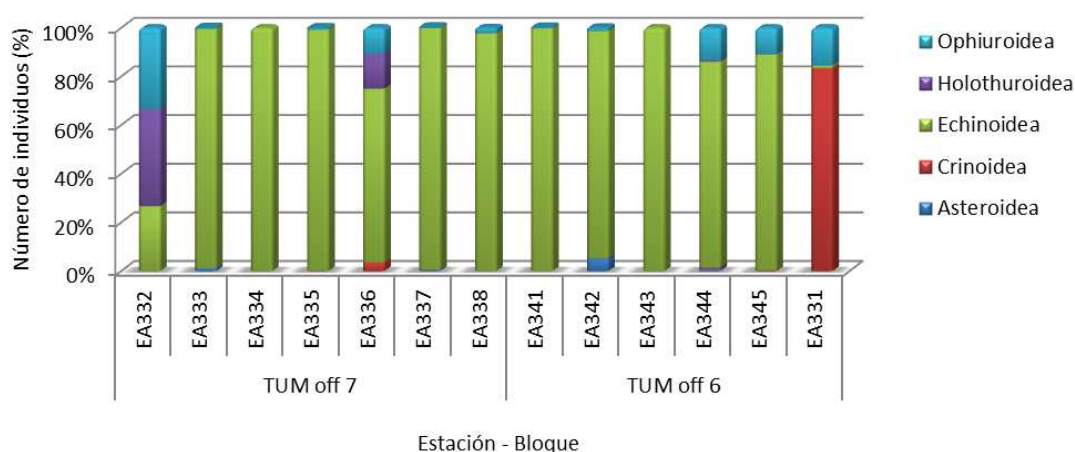


Figura 94. Porcentajes de abundancia para las cinco clases de equinodermos identificadas en cada estación, respecto a los bloques TUM OFF. N total 39.095 individuos.

La dominancia en términos de abundancia para *B. cf. pacifica* aunque fue inesperada debido al desconocimiento de su presencia en el área de estudio, se puede explicar a partir de la información ecológica que se tiene de la especie en otras regiones, ya que se distribuye desde el Ecuador hasta el Pacífico norte (Hendrickx, 2012) incluyendo Colombia. Por ejemplo, hacia el talud continental de California es uno de los tres erizos que dominan las comunidades bentónicas, ya que se caracteriza por habitar en sustratos finos alimentándose de materia orgánica disponible entre los sedimentos (Lissner y Hart, 1996). Esta morfoespecie se encontró en 12 de las 13 estaciones evaluadas en el área de estudio, alcanzando la mayor frecuencia de aparición entre los equinodermos, por lo cual además de ser dominante presentó un amplio ámbito de distribución geográfica respecto a los puntos de muestreo visitados. Las estaciones

donde dicha morfoespecie fue más abundante (EA 337 y EA 341), se localizaron aproximadamente a 30 km frente a la desembocadura de la bahía de Tumaco, lo que podría relacionarse con la disponibilidad de materia orgánica como alimento proveniente de las aguas continentales de los deltas del río Patía y el río Mira, aunque dichos aspectos ambientales no fueron evaluados directamente.

B. cf. pacifica presentó gran cantidad de ejemplares con estados de desarrollo entre juveniles y adultos, lo cual se evidenció por la amplia variación morfológica de los especímenes, en términos de talla principalmente. Sin embargo, aunque la mayoría de ejemplares analizados presentaron las principales características que describen a la especie *B. pacifica* (A. Agassiz, 1898), también se detectó que algunos individuos (principalmente juveniles) exhiben variaciones morfológicas importantes, que no se incluyen dentro de la descripción consultada (Mortensen, 1951). Por lo tanto, la identificación de las muestras recolectadas se estableció como *B. cf. pacifica*, es decir por confirmar, ya que se necesitan estudios taxonómicos integrados para afirmar que las variaciones morfológicas observadas corresponden a una misma especie.

En otros sentidos, cabe destacar a especies como *Brisaster cf. townsendi* que fue encontrada en ambos bloques; a la morfoespecie *Brissopsis* sp.1 quien fue exclusiva de la estación EA 331 del bloque TUM OFF 6; así como la identificación de un posible primer registro del género *Plethotaenia* cf. para el Pacífico colombiano, proveniente de las estaciones EA 344 y EA 345 (TUM OFF 6), lo cual incrementa el valor biológico de las muestras analizadas.

Otra clase de equinodermos que resaltó por su representatividad en términos de la biodiversidad para el Pacífico colombiano, fueron las Plumas de mar (Crinoidea: Comatulida). Este estudio permitió recolectar por primera vez en el área numerosos ejemplares de esta clase, lo que constituye un enorme aporte al conocimiento de la fauna marina del país. En las muestras se obtuvieron un total de 410 individuos, que estuvieron representados con tres morfoespecies de la familia Antedonidae. La mayor abundancia de esta clase fue para la morfoespecie Antedonidae sp.1 con 391 individuos, recolectados exclusivamente en TUM OFF 6 en la estación más somera del estudio EA 331 a 350 m de profundidad (Figura 95), donde se encontraron gran cantidad de restos vegetales que brindan sustratos para estos organismos.

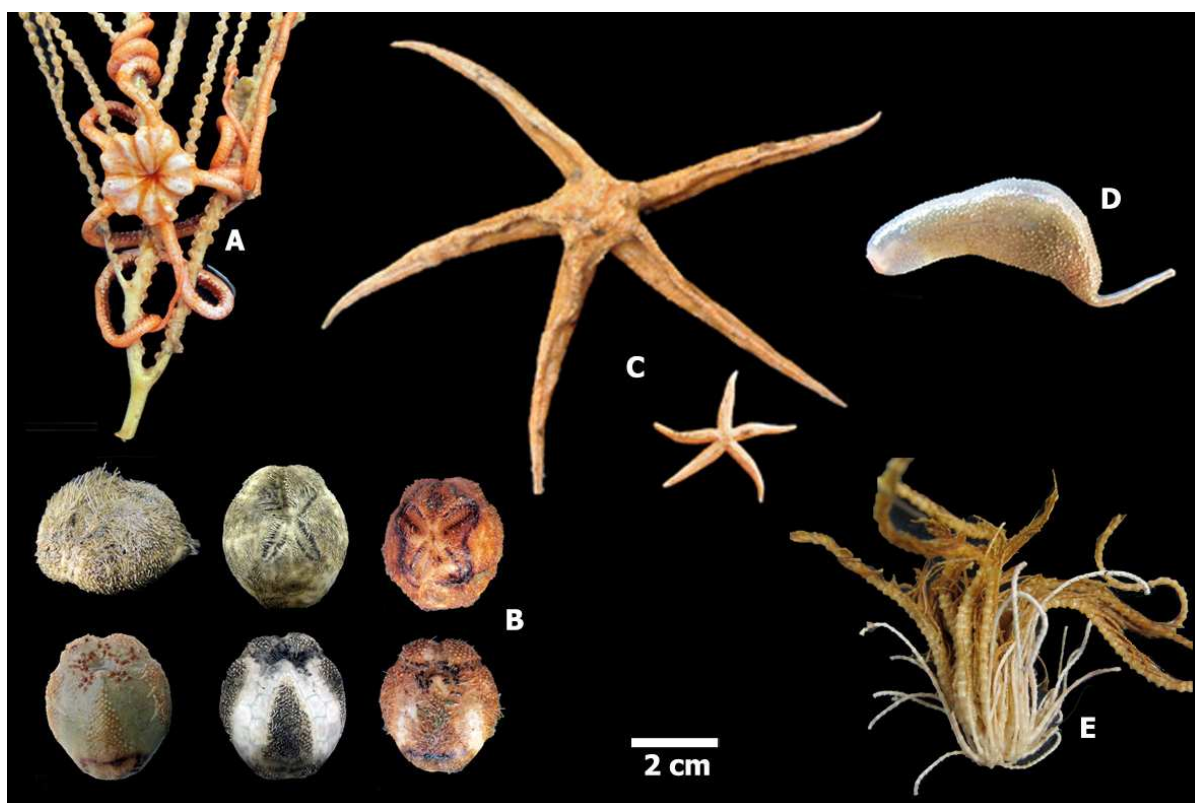


Figura 95. Representantes de las cinco clases de equinodermos recolectados en los bloques TUM OFF 6 y 7. A. *Asteronyx* cf. *lovenyi* aferrado a una rama de octocoral B. *Brissopsis* cf. *pacifica* en diferentes vistas y coloraciones C. *Myxoderma sacculatum* adulto y juvenil D. Molpadiidae sp1 E. Antedonidae sp1.

En las estaciones EA 335 – EA 337 (TUM OFF 7) y EA 345 – EA 344 – EA 342 – EA 341 del bloque TUM OFF 6, se recolectaron los ejemplares de la morfoespecie Antedonidae sp.2 cf. que tuvo la mayor frecuencia de aparición, por lo cual presentó un amplio ámbito de distribución geográfica. Solamente se encontró un ejemplar de Antedonidae sp.3 en la estación EA 345. Por su parte, en el bloque TUM OFF 7 se recolectaron en total 10 individuos, de los cuales nueve correspondieron a la morfoespecie Antedonidae sp.2 cf. y un individuo de Antedonidae sp.3 en la EA 336.

En cuanto a la clase Asteroidea (estrellas de mar) se encontraron tres especies, las estrellas identificadas como *Myxoderma sacculatum* fueron las más abundantes con 97 individuos en el bloque TUM OFF 7 y 3 individuos en el bloque TUM OFF 6. La frecuencia de aparición de dicha especie fue baja ya que se encontró solo en dos estaciones de cada bloque. La mayor

abundancia de estrellas se dio en la estación EA 337 a 530 m de profundidad, localizada al sur del delta de la bahía de Tumaco, donde la disponibilidad de materia orgánica en el sedimento que sirve como alimento para estos invertebrados bentónicos podría ser mayor. Esta especie también fue recolectada al norte del Pacífico colombiano, durante un estudio de la macrofauna del bentos del talud (Invemar-ANH, 2010). En otras regiones (Hendrickx *et al.*, 2011) se conoce que *M. sacculatum* también puede habitar aguas más profundas, como en el Seamount Davidson a 2675 m de profundidad ubicado en el Pacífico norte cerca de la península de California; por lo cual es necesario realizar estudios a mayor profundidad (>1000 m) en el Pacífico colombiano, para verificar la distribución batimétrica de la especie.

En el bloque TUM OFF 6 también se recolectaron otras dos especies de estrellas de mar, *Astropecten* sp. se obtuvo en la estación EA 344 a 650 m de profundidad con un solo individuo. *Nymphaster* sp. fue recolectada únicamente en la estación EA 342 a 775 m de profundidad, aunque su abundancia fue importante ya que 48 individuos indican agregaciones particulares que pueden llegar a explicarse con estudios ecológicos adicionales. En términos generales, el hallazgo de estrellas de mar en los bloques TUM offshore estudiados es importante ya que no se conocían reportes de esta clase de equinodermos en aguas profundas de la región (Neira-Ortíz y Cantera, 2005).

Dentro del phylum echinodermata se considera que la clase Ophiuroidea domina en riqueza de especies entre los 200 y 1000 m de profundidad en el Pacífico Oriental Tropical (Pérez-Ruzafa *et al.*, 2013). Efectivamente en el presente estudio esta fue la clase con mayor riqueza, 16 morfoespecies fueron identificadas con un total de 409 ejemplares (80 en el bloque TUM OFF 7 y 329 en el bloque TUM OFF 6); sobresaliendo los ejemplares identificados como *Amphiura* sp. por su alta frecuencia de aparición, lo cual indica un amplio ámbito de distribución geográfica en el área de estudio. Por su parte, los ofiuros identificados como *Asteronyx* cf. *loveni* fueron los más abundantes con 141 individuos recolectados en la estación EA 345 a 735 m de profundidad (TUM OFF 6) y 5 individuos en la estación EA 337 a 530 m de profundidad (TUM OFF 7).

Algunas morfoespecies parecen tener cierto tipo de preferencia por diferentes sustratos, como es el caso de los ofiuros *Asteronyx* cf. *loveni* que en las estaciones de ocurrencia, se

encontraron asociados específicamente a colonias de octocorales de los cuales se aferraban. Así mismo, los ofiuros *Ophiacantha* sp.2 que predominaron en la estación EA 331, se encontraron en gran cantidad de restos vegetales que brindan sustratos para estos organismos.

La dominancia de Ophiuroidea es explicada por las características biológicas de este grupo, siendo la clase más abundante y rica dentro phylum Echinodermata a escala mundial (Hendler *et al.*, 1995). El éxito de su alta diversidad es debido posiblemente a su movilidad, variedad de hábitos alimentarios y escasas dimensiones en términos de talla, lo que les permite explorar ambientes inaccesibles para otros equinodermos.

De otro lado, dentro del phylum echinodermata la clase Holothuroidea se considera predominante en el Pacífico Oriental Tropical a profundidades entre 2000-4000 m y entre 4000-6000 m (Pérez-Ruzafa *et al.*, 2013). Aunque este estudio no tuvo como objetivo estudiar la macrofauna bentónica después de los 1000 m de profundidad, la composición de pepinos de mar fue importante ya que se identificaron morfoespecies representadas por las familias Synallactidae y Molpadidae; el hallazgo de estas dos familias en los bloques Tumaco offshore es relevante porque no se contaba con material de esta clase de equinodermos provenientes de aguas profundas de la región sur del Pacífico colombiano.

En términos generales, las comparaciones entre los bloques sujetos a exploración de hidrocarburos TUM OFF 6 y 7 respecto a la abundancia y número de morfoespecies de equinodermos son limitadas; ya que el número de estaciones estudiadas dentro de cada bloque no fue homogénea, así como tampoco las profundidades a las que se recolectaron las muestras (Figura 96).

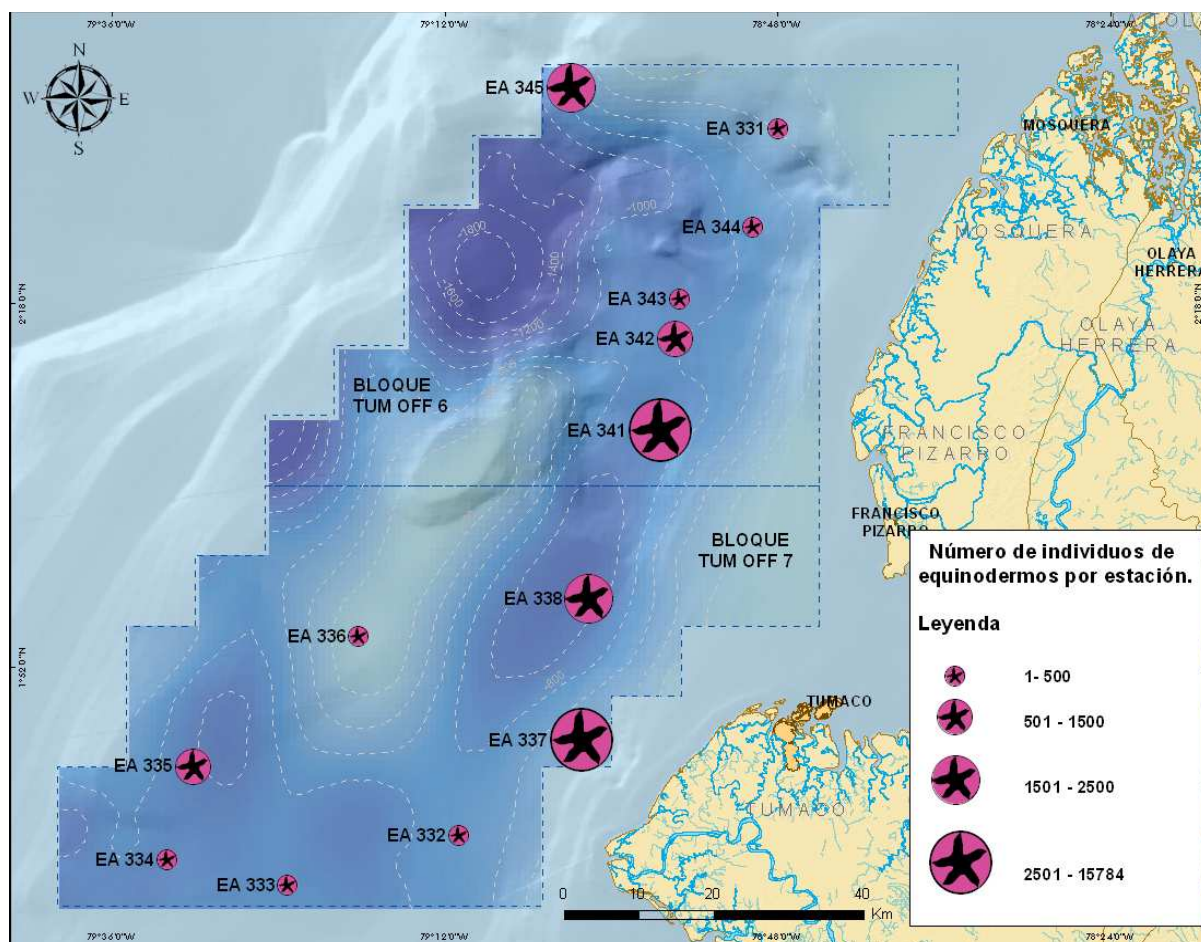


Figura 96. Abundancia (número de individuos) de equinodermos por estación en los bloques TUM OFF 6 y 7.

Las morfoespecies que se encontraron exclusivamente en el bloque TUM OFF 6 fueron 19, conformadas por el Crinoidea (lirios de mar) *Antedonidae* sp.1; los Asteroidea (estrellas de mar) *Astropecten* sp. y *Nymphaster* sp.; los Ofiuroidea (ofiuros) *Ophiacantha* sp., *Ophiacanthidae* sp.1, *Amphiophiura* cf., *Ophiomusium* cf., *Amphioplus* sp., *Amphipholis* sp., *Ophiacantha* sp.1, *Ophiacantha* sp.2, Ophurida sp.1; los Echinoidea (erizos) *Brissopsis* sp.1, *Plethotaenia* cf., y los ejemplares identificados como *Aspidodiadematidae* sp. De igual forma sucede con los Holothuroidea (pepinos de mar) identificados como *Synallactidae* sp.1, *Synallactidae* sp.2, *Synallactidae* sp.5 y *Bathyplores* sp.

Las morfoespecies que se encontraron exclusivamente en el bloque TUM OFF 7 fueron seis: el Ofiuroidea *Ophiurus* *adpersus* *annectes*; los Holothuridea identificados como *Synallactidae*

sp.3, Synallactidae sp.4, Molpadiidae sp.2 y Molpadiidae sp.3. Las restantes 12 morfoespecies se encontraron tanto en el bloque TUM OFF 6 como en el bloque TUM OFF 7 (Anexo 2).

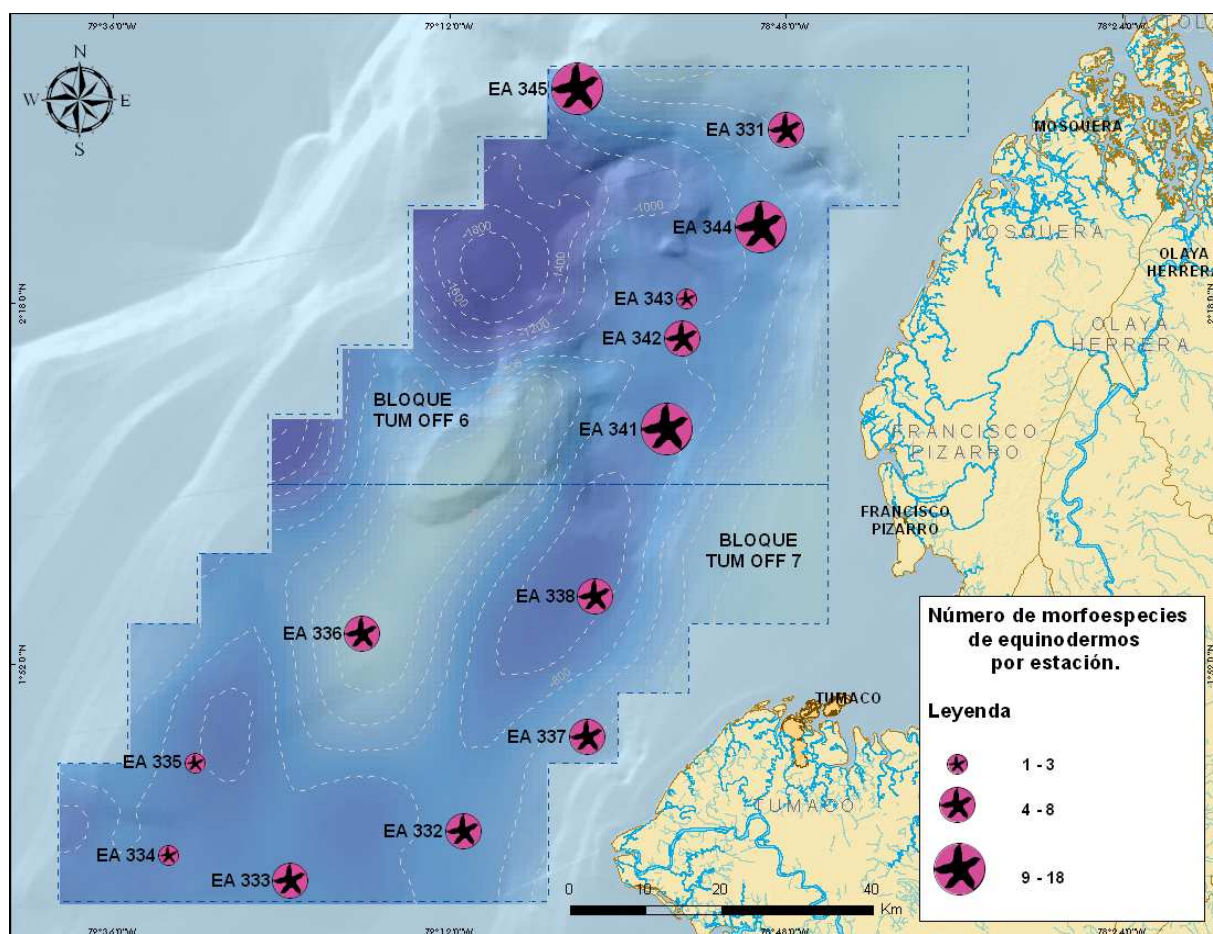


Figura 97. Numero de morfoespecies de equinodermos por estación en los bloques TUM OFF 6 y 7.

Es importante resaltar los aspectos ecológicos de la estación EA 345 ya que presentó la mayor frecuencia de aparición de morfoespecies de equinodermos con 18 (Figura 97). En dicha estación se encontraron diferentes ofiuros, erizos y crinoideos principalmente, quienes podrían estar habitando asociados a sedimentos de lodo y arena principalmente. Dichos hallazgos incrementan el conocimiento sobre la representatividad de los fondos blandos sedimentarios (Segura-Quintero *et al.*, 2012) y por ende también de los sistemas oceánicos como es el caso del área estudiada al sur del Pacífico colombiano.

2.2.5 Anélidos - Poliquetos

Los poliquetos son gusanos acuáticos que se caracterizan por presentar en cada segmento apéndices laterales con racimos de cerdas y ganchos (quetas), que los ayudan en su locomoción; generalmente son el grupo mejor representado de la macrofauna béntica marina, especialmente en los ambientes lodosos y arenosos, donde superan en densidad incluso a los moluscos y crustáceos, también habitantes de este tipo de sedimentos (Rouse y Pleijel, 2001). Actualmente se han identificado unas 86 familias que reflejan la diversidad de formas y estilos de vida de estos organismos, los cuales tienen amplia distribución en todos los océanos y ambientes marinos, desde el intermareal hasta las grandes profundidades (Read y Fauchald, 2013).

Tradicionalmente, la identificación de estos animales ha representado grandes dificultades en los estudios bentónicos, respecto a lo cual Salazar-Vallejo y Londoño-Mesa (2004) consideraron como factores determinantes, la dispersión de la literatura relacionada y la falta de listados actualizados de especies para las regiones. En ese sentido cabe mencionar algunos de los trabajos más importantes sobre poliquetos y que se han convertido en referentes obligados para los estudios del grupo en el Pacífico Oriental Tropical: Chamberlin 1919; Monro 1933 a,b (colectas en el S.Y George); Treadwell 1941; Allan Hancock Pacific Expeditions 1943 (en el *Velero III*); Hartman 1944, 1963, 1969; Bayer 1966 y Voss 1971 (Universidad de Miami Deep-sea Expeditions 1962-1975); Rioja 1941; Reish 1968; Fauchald 1972; Fauchald y Reimer 1975 (clave de especies panameñas); Fauchald 1977; Desbruyères y Laubier 1980, 1982, 1991; Salazar-Vallejo *et al.* 1989 (libro blanco); Solís 1997; Blake *et al.* 1994, 1995, 1996, 2000 (atlas taxonómicos del Museo de Santa Barbara para Annelida); Bastida-Zabala *et al.* 2001 (Proyecto ECOSUR, Universidad de Miami); Dean 2001; Salazar-Vallejo y Londoño-Mesa 2004 (listado de poliquetos del Pacífico Oriental Tropical); De León-González *et al.* 2009 (volumenes taxonómicos de Poliquetos de Mexico y América Tropical) y García-Garza y De León-González 2011.

Para el Pacífico colombiano, los primeros listados y descripciones fueron realizados por Monro (1933 a,b) a partir de el material recolectado por Crossland en el S.Y. George a su paso por Gorgona y posteriormene por Hartman (1940), quien realizó colectas en el puerto de Utría. A

partir de esos trabajos, han sido pocos los estudios publicados y básicamente éstos se han centrado en áreas muy someras de Gorgona, Malpelo, Buenaventura y Bahía Málaga; entre estos se encuentran los desarrollados por von Phral *et al.* (1979); Laverde-Castillo 1986, 1989; Invemar-Univalle-INCIVA 2006; García-Suárez *et al.* 2011 y Lozano-Cortés *et al.* 2012. Cabe mencionar que existen numerosos informes técnicos producto de consultorías realizadas en áreas someras, especialmente de Buenaventura y alrededores, pero estos suelen estar restringidos para la consulta pública. Respecto a los ambientes profundos, la información de poliquetos para el área es inexistente.

Anélidos en los Bloques TUM OFF 6 y 7

En los arrastres de macrofauna epibentónica se obtuvieron organismos de las tres subclases definidas para poliquetos, además de un ejemplar que no pudo ser identificado y se considera podría constituir una categoría *Incertae sedis*. Entre dichas subclases, Aciculata fue la más representativa (Figura 98) tal y como era de esperarse, teniendo en cuenta que este es el grupo con mayor número de especies existentes. En total se recolectaron 33 morfoespecies, que fueron identificadas hasta la jeraquía taxonómica más baja posible, llevando 1 hasta phylum, 1 a subclase, 17 a familia, 1 a subfamilia y 13 a género (Anexo 2). Si bien los organismos de este grupo no fueron muy numerosos, pues sólo se hallaron 82 en total; es de resaltar el hecho, de que se presentó una variedad relativamente alta en términos de número de familias, encontrándose que la mayoría estuvieron constituidas por una o dos morfoespecies básicamente (Figura 99). Comparativamente con lo obtenido en otros grupos en este mismo estudio, el total de morfoespecies es interesante si se tiene en cuenta que el muestreo no estaba dirigido a recolectar específicamente este tipo de animales y que los valores son semejantes a los encontrados para phyla como los equinodermos (37) y los moluscos (49); estos resultados podrían indicar una fauna rica en el área de estudio, que merece ser evaluada con miras a enriquecer el conocimiento de los poliquetos de profundidad en el pacífico colombiano y en la región del POT. Si bien son necesarios estudios más completos para confirmar la identidad de las especies evaluadas, las evidencias indican la probabilidad de contarse con varios primeros registros.

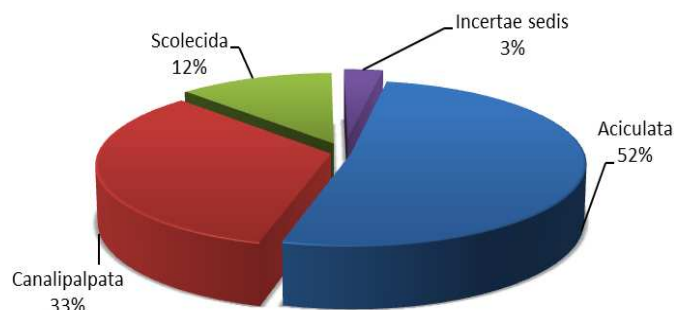


Figura 98. Proporción de organismos encontrados para las subclases de poliquetos en los bloques TUM OFF 6 y 7.

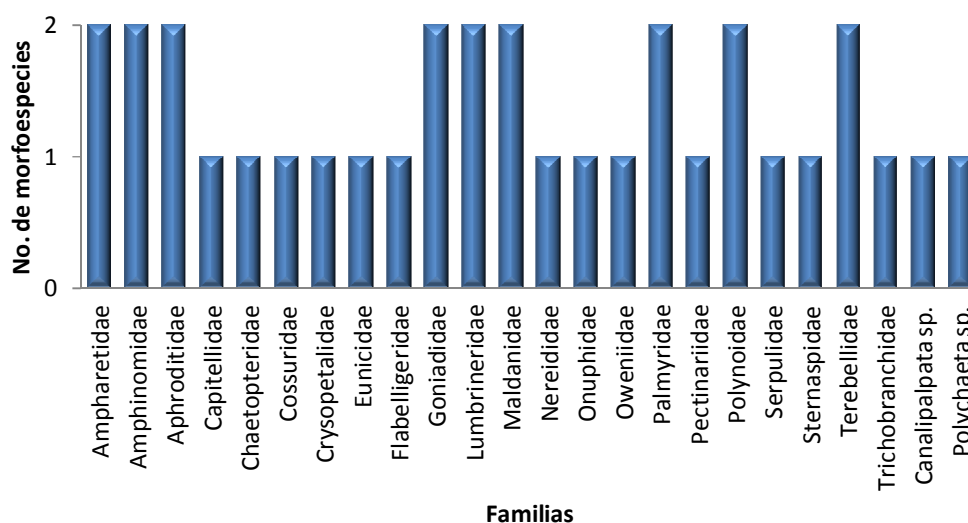


Figura 99. Número de especies por familias de anélidos encontradas en los bloques TUM OFF 6 y 7.

En términos del número de individuos obtenidos por familias, se destacaron en orden respectivo Aphroditidae, Polynoidae, Terebellidae y Sternaspidae (Figura 100 y Figura 101), siendo algunas de ellas frecuentes y cosmopolitas en los estudios bénticos.

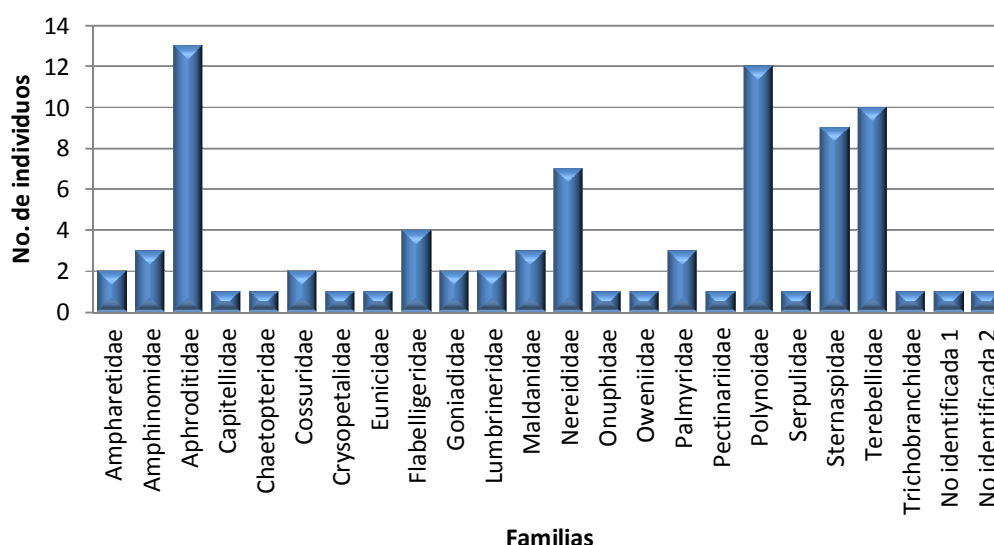


Figura 100. Número de individuos por cada familia de anélidos encontrada en los bloques TUM OFF 6 y 7.

Los Aphroditidae identificados en los bloques TUM offshore fueron *Laetmonice* sp. y *Aphrodita* sp., de los cuales se obtuvieron 6 individuos para cada uno. Los miembros de esta familia forman parte especialmente de la epifauna e infauna de aguas profundas (Hutchings y McRae, 1993; Rouse y Pleijel, 2001), habitando fondos lodosos y arenosos donde están adaptados para excavar el sedimento (Petibone, 1953); se les considera depredadores muy activos que se alimentan de otros anélidos, hidrozoos, esponjas, crustáceos pequeños, moluscos, ofiuros holoturias y diatomeas (Hernández-Moreno, 2009); en el mundo la familia está representada por 9 géneros y 70 especies, de las cuales 3 géneros y 14 especies han sido registradas en el POT (Hernández-Moreno, 2009).

Por otra parte, los polinoideos estuvieron representados en este estudio por las morfoespecies Polinoidea sp.1 y Polinoidea sp.2, con 9 y 3 ejemplares respectivamente. Esta familia es diversa en el mundo y de ella se reconocen para el POT unas 60 especies (Salazar-Vallejo y Londoño-Mesa, 2004; Salazar-Silva, 2006; 2009); sus miembros presentan variabilidad morfológica dependiendo del ambiente donde se encuentran, lo cual tiende dificultar el trabajo taxonómico con sus especies.



Figura 101. Representantes de algunas de las familias de poliquetos recolectadas en los bloques TUM OFF 6 y 7. Aphroditidae (superior izq.); Polynoidea (centro izq.); Sternaspidae (superior der.) y Terebellidae (inferior der.).

Los Terebellidae estuvieron conformados por el Thelepodinae sp. y el Terebellidae sp., de los cuales se hallaron 7 ejemplares para la primera morfoespecie y 3 para la segunda. Los miembros del grupo se caracterizan por construir tubos con materiales del fondo que habitan, encontrándose varias especies escavadoras de los sedimentos blandos; cuenta con más de 60 géneros y 400 especies en el mundo y en el POT con unos 21 géneros y 53 especies, muchas de las cuales requieren exhaustiva revisión (Londoño-Mesa, 2009). Acorde con Hilbig (2000) en aguas profundas no son muy abundantes, pero si ricos en especies; las dificultades más relevantes para su identificación son la fragilidad del cuerpo y los tentáculos, sumada a la producción excesiva de mucus cuando se expone el organismo a los fijadores, ambas situaciones experimentadas con algunos ejemplares del material recolectado.

Sternaspide, la cuarta familia más abundante del estudio con 9 ejemplares de una sola morfoespecie; se trata de un grupo pequeño de poliquetos sedentarios, conformado por 13 especies y dos subespecies, pero reconocidas como constituyentes comunes y en muchos casos abundantes, de los ambientes de fondos blandos en todos los océanos del mundo, donde se les considera consumidores no selectivos de depósitos (Sendall y Salazar-Vallejo, 2013); usualmente han sido recolectados alrededor de los 200 m, pero existen registros de su presencia hasta 4418 m de profundidad (Fauchald, 1977; Kirkegaard, 1983).

En cuanto a la representatividad por localidad de las jeraquías superiores, en términos de ordenes y subclase para el caso de Scolecida (que no tiene ordenes), se observó en primera instancia que el orden Phyllodocida fue el que aportó más especies al total recolectado por estación en ambos bloques (Figura 102); sin embargo, se deben considerar cuidadosamente los valores del 100% obtenidos en EA 331, EA 333, EA 334 y EA 335, ya que en esas estaciones sólo se obtuvo un ejemplar que resultaba ser del mencionado orden, por lo que se podrían sobreestimar los resultados. El otro orden que sobresalió por su representatividad fue Terebellida, el cual en el bloque TUM OFF 6 se impuso tanto en las estaciones EA 343 como EA 344 y se mantuvo semejante con Phyllodocida en la EA 341; mientras en el bloque TUM OFF 7 sobresalió considerablemente en EA 336 y EA 338.

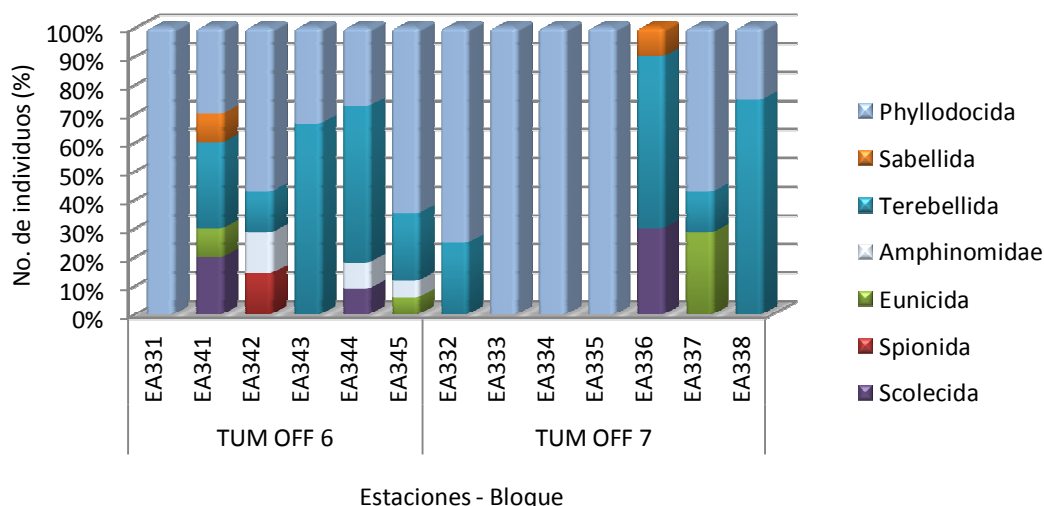


Figura 102. Representatividad porcentual de la abundancia de los diferentes grupos taxonómicos por estación en el mesozooplankton colectado en el bloque TUM OFF 6 durante diciembre de 2012 para el proyecto Tumaco Offshore ANH – INVEMAR.

Considerando el área completa de los bloques (Figura 103 y Figura 104), se obtuvieron poliquetos en todas las estaciones muestreadas, encontrándose una tendencia en sentido sur-norte al aumento en el número de morfoespecies e individuos por estación, siendo EA 345 (668 m) en el extremo norte más oceánico, la que presentó los valores más altos en ambos sentidos.

Por bloques, en TUM OFF 6 se obtuvieron 20 familias, destacandose en términos de mayor número de morfoespecies y también de abundancias. Al igual que para la generalidad, la estación que más contribuyó a estos resultados fue la EA 345 (Figura 102); donde Phyllodocida aportó la mayor abundancia, representada por el Polynoide sp. 1 y *Laetmonice* sp., con 9 ejemplares de la primera morfoespecie y dos de la segunda respectivamente. Terebellida contribuyó con el mayor número de morfoespecies a través de *Anobothrus* sp., *Lagis* sp. y *Sternaspis* sp. El Amphinomidae sp.2, el Lumbrineridae sp. y dos morfotipos no identificados complementan los resultados obtenidos para esta localidad, con un ejemplar para cada uno. La estación EA 344 (656 m) fue la segunda en representatividad para el bloque, con seis familias y seis morfoespecies, entre las cuales *Sternaspis* sp. fue la más abundante. La abundancia de esta especie, podría ser explicada por las características físicas en dicha estación, la cual se encuentra localizada en el área de influencia del delta del río Patía, donde en consecuencia hay aportes continentales y un flujo de gran cantidad de materia orgánica, los cuales favorecen su establecimiento; este hecho ha sido registrado en otros lugares del mundo, donde se ha observado que la abundancia de sternáspidos se incrementó dependiendo de la cantidad de materia orgánica aportada por los ríos (Harmelin-Vivien *et al.*, 2009; Joydas y Damodaran, 2009).

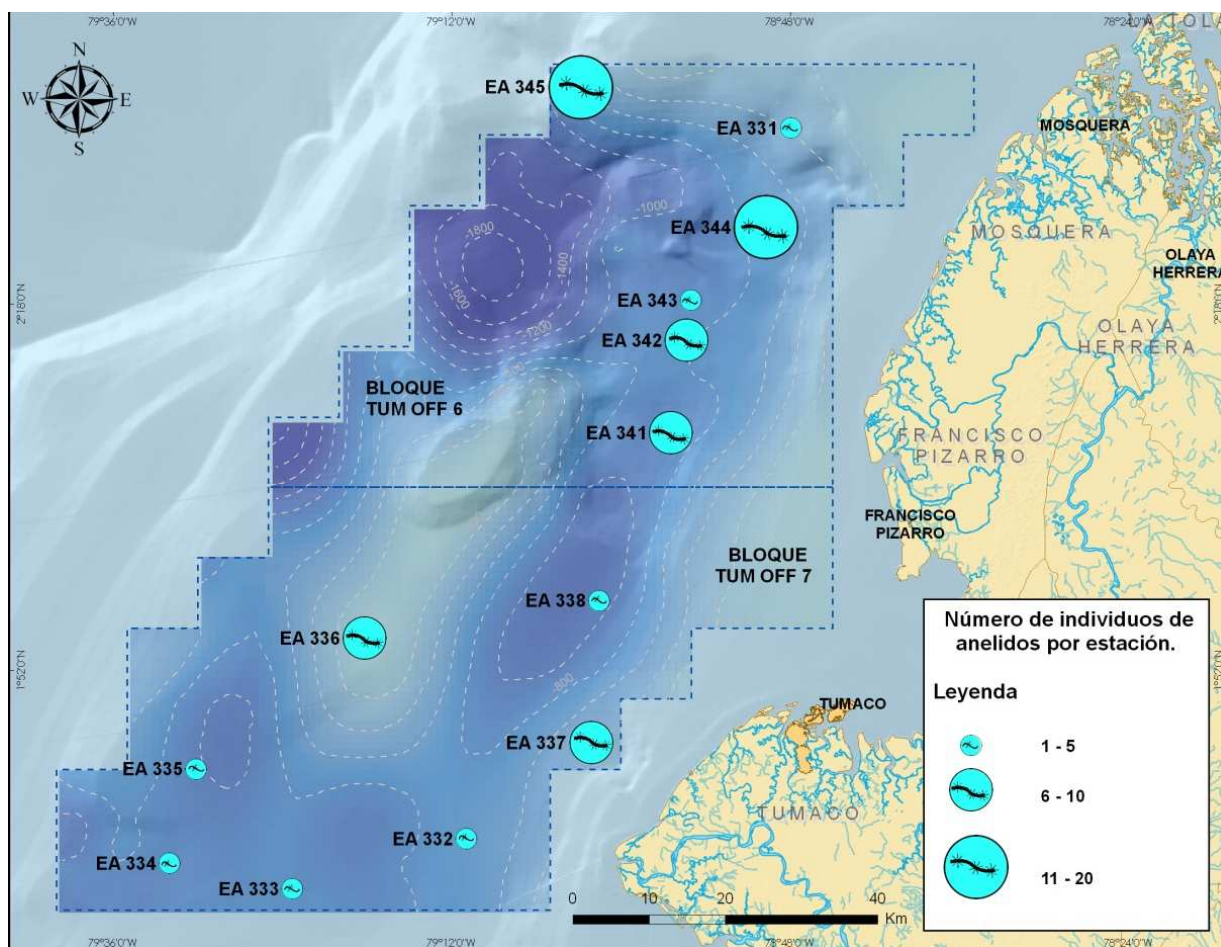


Figura 103. Distribución del número de individuos de anélidos para los poliquetos recolectados en las estaciones de los bloques TUM OFF 6 y 7.

Para TUM OFF 7 se registraron 13 familias y 15 morfoespecies; las localidades más representativas fueron EA 336 y EA 337, con valores semejantes tanto en términos del número de morfoespecies como en número de individuos. En la primera estación se encontraron 10 organismos correspondientes a 6 familias con igual cantidad de morfoespecies: Serpulida sp., Ampharetidae sp., Sternaspis sp., Thelepodinae sp., Cossura sp. y Maldanidae sp. Entre ellas, primaron ligeramente en abundancia los terebélicos como ya se indicó, y a su vez se obtuvieron las mayores representatividades del orden Scolecida (Figura 102) por cuenta de los ejemplares de las familias Cossuridae y Maldanidae recolectados.

Para EA 337 se hallaron 7 individuos pertenecientes a 5 familias y 6 morfoespecies, entre las cuales *Aphrodita* sp. con dos ejemplares tuvo las mayores abundancias; así mismo, se destacó la ocurrencia única en esta localidad de las especies *Eunicidae* sp. y *Hyalinoecia* sp.

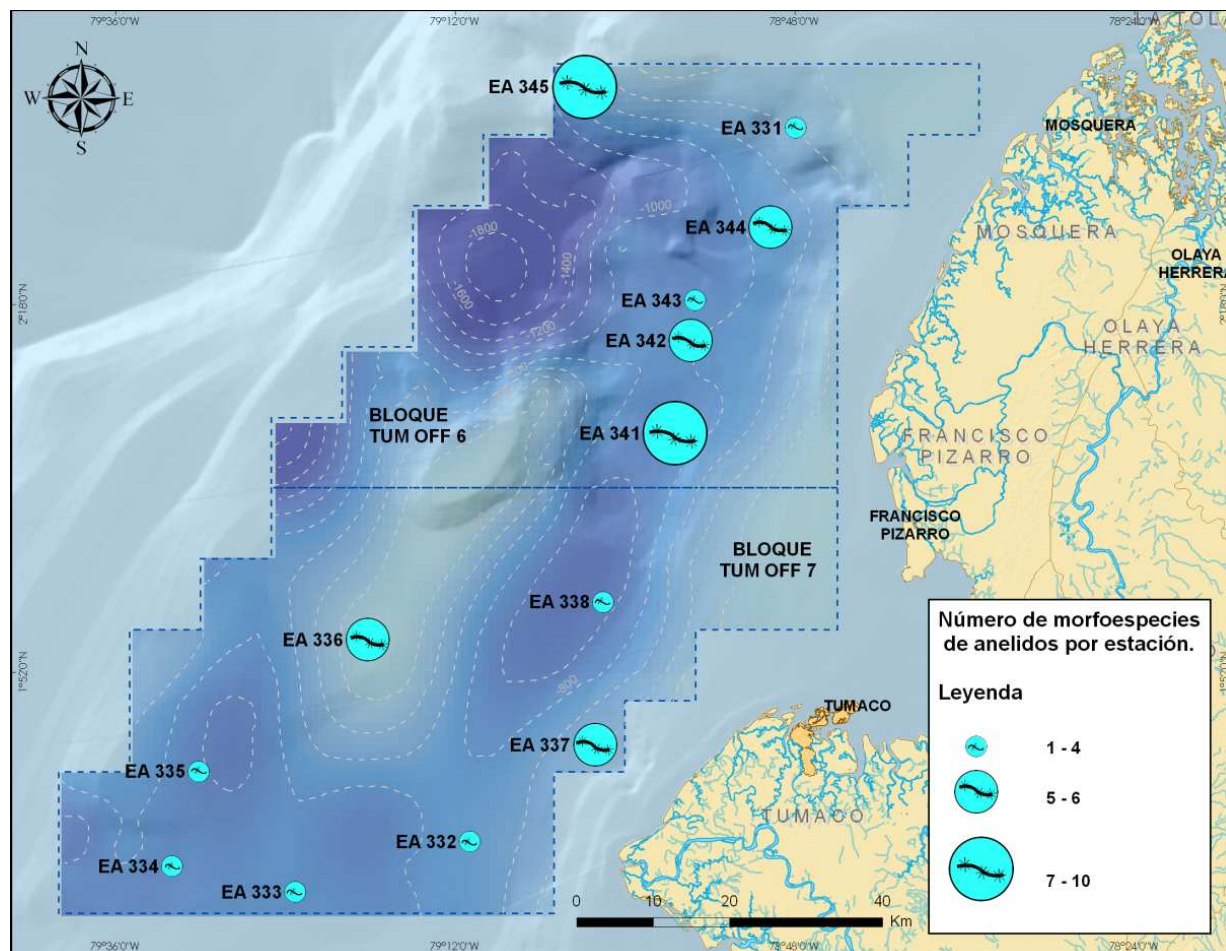


Figura 104. Distribución del número de morfoespecies para los poliquetos recolectados en las estaciones de los bloques TUM OFF 6 y 7.

Es importante resaltar, que dada la falencia de información sobre la fauna de poliquetos de áreas profundas en el pacífico colombiano, los resultados obtenidos en este estudio constituyen un aporte muy importante para cubrir los vacíos de conocimiento sobre la biodiversidad; especialmente a través del registro directo de numerosas familias y derivado de éste, con posteriores revisiones para la identificación total y confirmación de potenciales nuevos registros.

Todo lo cual en suma aportará con seguridad valiosa información no sólo en el ámbito local-nacional sino también en del POT. Los poliquetos merecen atención dada su importancia como proveedores de heterogeneidad en los fondos marinos, por su papel ecológico en las tramas bénticas y su utilidad como indicadores de diferentes circunstancias ambientales (Herring, 2002); llegando a ser de gran utilidad en el monitoreo de ambientes donde se pueden desarrollar actividades de exploración y explotación de recursos hidrocarburíferos, como es el caso del territorio evaluado durante este proyecto.

2.2.6 Peces

El conocimiento de los peces de profundidad (200 m en adelante) en el Pacífico americano, está concentrado en algunas áreas como el Pacífico norte de Estados Unidos, golfo de California, México, Perú y Chile, en las cuales se han realizado esfuerzos de muestreo considerables. En el Pacífico colombiano, el conocimiento taxonómico de la ictiofauna se concentra en aguas de la plataforma continental, principalmente en ecosistemas costeros, donde según una estimación determinada por un rectángulo de área sobre el Pacífico colombiano, se conocen actualmente alrededor de 800 especies (Robertson y Allen, 2008).

A diferencia de esto, la mayor parte del conocimiento actual de los peces del talud en el Pacífico Oriental Tropical (POT) se centra en su mayoría en expediciones oceanográficas extranjeras que desde finales del siglo diecinueve realizaron muestreos pasando por aguas colombianas: Albatross (U.S.), Dana (Dinamarca), EASTROPAC (varios barcos de Estados Unidos, Centro y Sur América), y expediciones rusas a bordo de los buques de investigación Akademik Kurchatov, Ob, Baikal, Lira y Proffesor Deryugii. Esta información, sumada a algunos estudios de autores nacionales que registraron especies pertenecientes a estos ambientes profundos (Sterling, 1976; Beltrán-León y Rubio, 1994); estudios de estadios larvales (Beltrán-León y Ríos, 2000); publicaciones de pesca incidental de camarón (Puentes, 2007); una recopilación de información sobre la distribución de muchas de las especies de aguas profundas del Pacífico colombiano, la mayoría de estas sin colecta para aguas colombianas (Rubio, 1987) y el proyecto Macrofauna III (Invemar, 2004), del cual aún se encuentran muestras en proceso de identificación; entre otros, son las fuentes de información sobre la ictiofauna presente a partir de los 200 m.

Como resultado de los muestreos realizados en el proyecto Tumaco Offshore, se recolectaron un total de 1410 individuos, incluidos en 16 órdenes y 24 familias, en 13 estaciones muestreadas en el talud del Pacífico sur colombiano, en profundidades entre 350 y 941 m (Anexo 2). Se identificaron 46 morfoespecies: 18 se llevaron a especie, 25 a género y tres hasta familia. La mayor parte de las muestras quedó identificada en género debido a que la información taxonómica disponible del área para la ictiofauna de estas profundidades es escasa e incompleta y se encuentra muy dispersa, lo cual dificultó acceder a ella en muchos casos.

Asimismo las descripciones originales presentan características vagas que no permitieron alcanzar un carácter concluyente en las identificaciones.

Peces en los Bloques TUM OFF 6 y 7

La composición de las colectas evidenció la presencia de un mayor número de familias del orden Anguilliformes, seguida por los Gadiformes (Figura 105). Este último orden exhibió una predominancia general tanto en número de individuos recolectados, con un 48% (Figura 106), número de morfoespecies, correspondiendo a un 20% de la muestra (Figura 105 y Figura 107) y frecuencia de aparición, presente en todas las estaciones muestreadas (Figura 108).

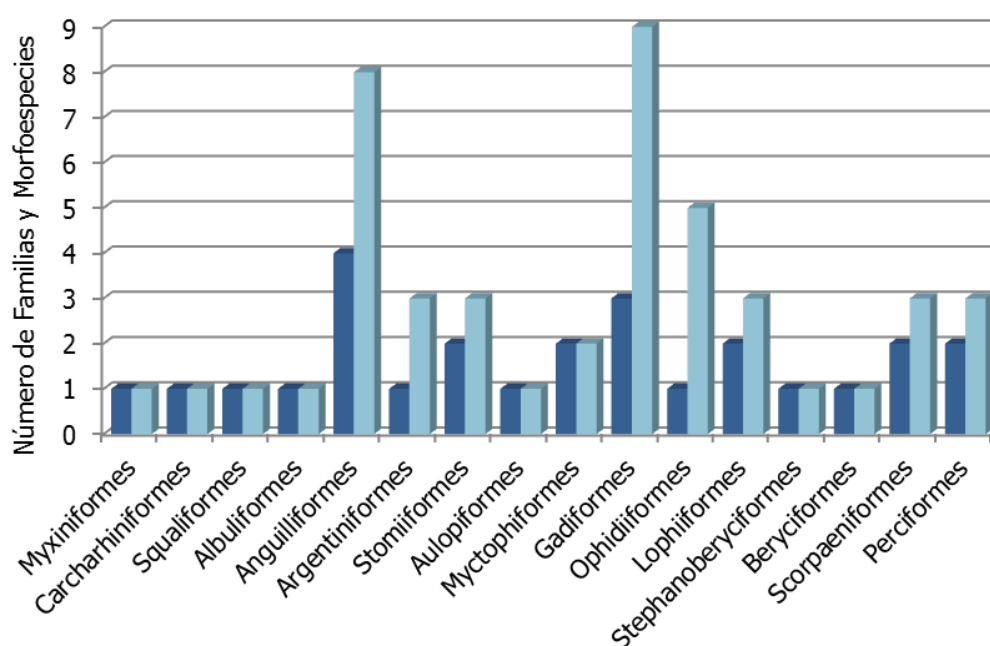


Figura 105. Número de familias (barra oscura) y morfoespecies (barra clara) por cada orden encontrado durante las recolectas del proyecto Tumaco Offshore.

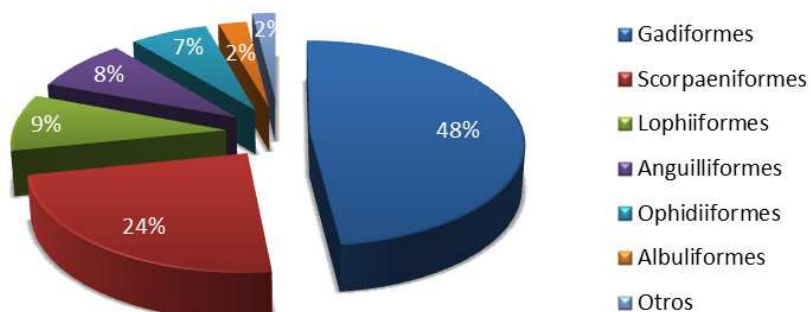


Figura 106. Porcentaje de individuos presentes por cada orden encontrado durante las recolectas del proyecto Tumaco Offshore. El ítem otros incluye todos los órdenes que presentaron 5 o menos individuos.

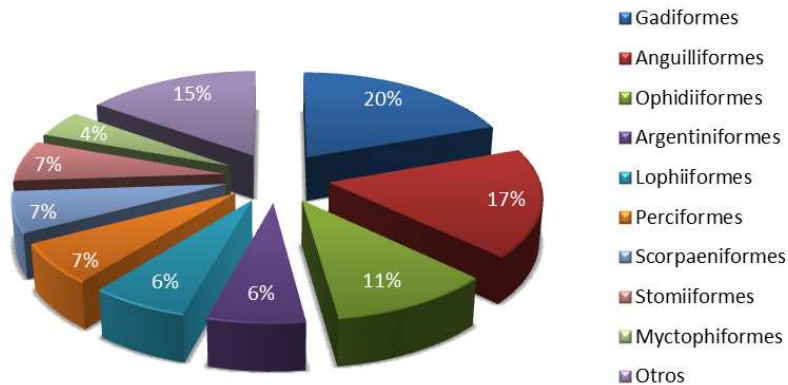


Figura 107. Porcentaje de morfoespecies presentes por cada orden encontrado durante las recolectas del proyecto Tumaco Offshore. El ítem otros incluye todos los órdenes que presentaron una sola morfoespecie.

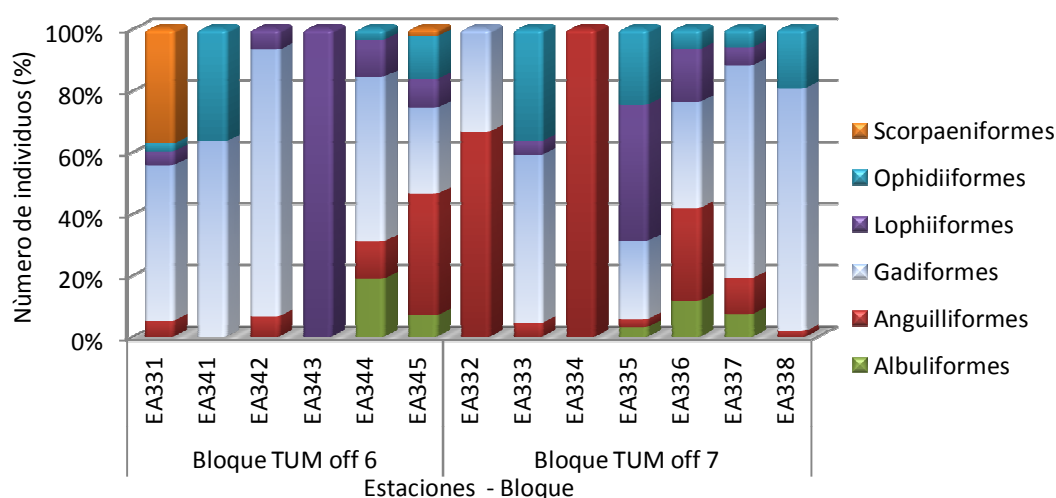


Figura 108. Porcentaje de individuos presentes en cada estación durante las recolectas del proyecto Tumaco Offshore.

En relación al número de individuos el orden Gadiformes se encontró seguido por los órdenes Scorpaeniformes, Lophiiformes y Anguilliformes con más de 100 individuos recolectados por cada uno (Figura 105). Sin embargo, este resultado referente al orden Scorpaeniformes estuvo claramente influenciado por la presencia de una sola especie (*Physiculus cf. rastrelliger*), que fue recolectada en gran cantidad en una sola estación (EA 331) como se indica en la Figura 107. Igualmente se observó la composición exclusiva de individuos de un solo orden en las estaciones EA 343 y EA 334, Lophiiformes y Anguilliformes respectivamente. Con respecto a las estaciones, todas presentaron valores menores a 100 individuos, excepto en las estaciones EA 331 con 893 y la estación EA 335 con 124.

En cuanto al número de morfoespecies, el orden Gadiformes presentó el mayor número, seguido de los órdenes Anguilliformes y Ophidiiformes (Figura 107), que a su vez representaron los órdenes con mayor frecuencia de aparición en las estaciones (Figura 108). Las especies con el mayor número de individuos capturados fueron *Physiculus cf. rastrelliger* (457), *Pontinus sp.* (329) y *Nezumia cf. orbitalis* (145). Las dos primeras colectadas casi enteramente en la estación 331, con 7 individuos de *P. cf. rastrelliger* (Figura 109) presentes en otras dos estaciones.

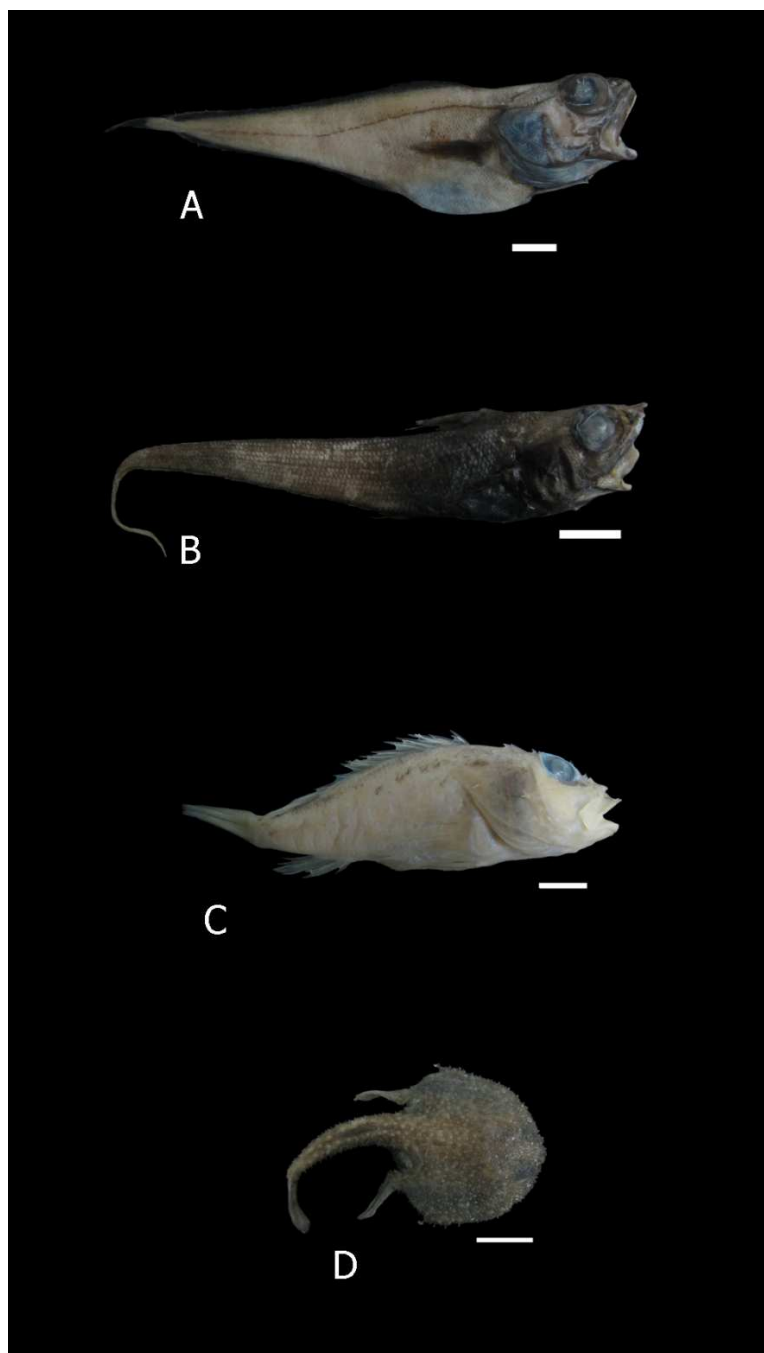


Figura 109. Ejemplares de las morfoespecies recolectadas durante la campaña en los bloques TUM offshore 6 y 7. Gadiformes: familia Moridae: *Physiculus* cf. *rastrelliger* (EA366-612 m); familia Macrouridae: *Nezumia* cf. *orbitalis*, (EA366-612 m); Scorpaeniformes, familia Scorpaenidae *Pontinus* sp., (EA331-350 m); Lophiiformes, familia Ogcocephalidae *Dibranchius* sp. 2, EA337, 530 m.

Nezumia cf. *orbitalis* (Figura 109) por su parte, fue al mismo tiempo la especie que tuvo mayor frecuencia de aparición, siendo recolectada en 8 de las 13 estaciones muestreadas. El número de morfoespecies se mantuvo en un intervalo de 5 a 12 por estación, con excepción de tres estaciones que presentaron una o dos morfoespecies (EA 343, EA 332 y EA 334).

Los bloques muestreados exhibieron una composición biológica diferente, referente a la ictiofauna presente en ellos. En el bloque TUM off 6, donde se muestrearon seis estaciones efectivas, se recolectaron un total de 1033 individuos incluidos en 12 órdenes, 19 familias y 32 morfoespecies. Los órdenes Anguilliformes y Gadiformes mostraron el mayor número de familias, 3 por cada orden y el mayor número de morfoespecies, 6 por cada orden (Figura 110). En cuanto a número de individuos, los órdenes con los mayores valores fueron los Gadiformes, seguidos por los Scorpaeniformes y los Anguilliformes (Figura 111).

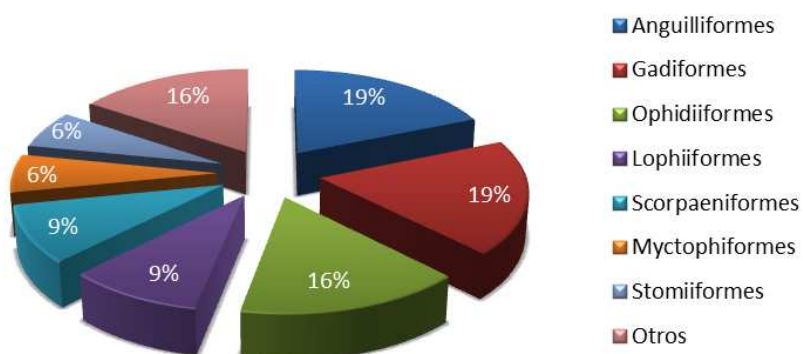


Figura 110. Porcentaje de morfoespecies presentes por cada orden encontrado en el bloque TUM OFF 6. El ítem otros incluye todos los órdenes que presentaron una sola morfoespecie.

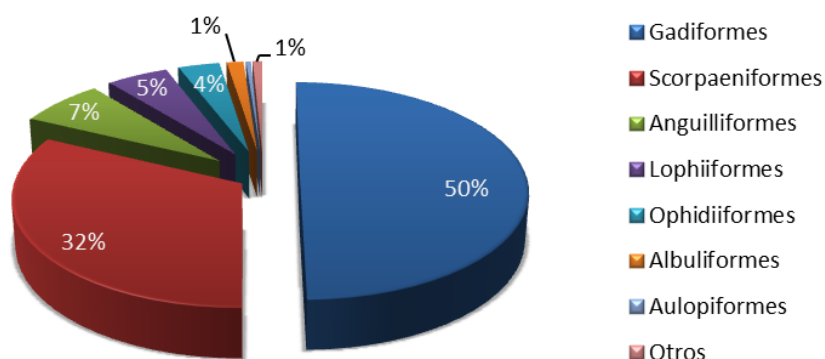


Figura 111. Porcentaje de individuos presentes por cada orden encontrado en el bloque TUM OFF 6. El ítem otros incluye todos los órdenes que presentaron menos de 3 individuos.

Las especies que presentaron el mayor número de individuos capturados en el bloque fueron: *Physiculus cf. rastrelliger* con 450, *Pontinus* sp. con 329 (Figura 109) y *Dibranchus* sp.2 con 45; las dos primeras especies concentradas en la estación 331. *Dibranchus* sp.2 (Figura 109) y *Nezumia cf. orbitalis* son las especies que tuvieron mayor frecuencia de aparición en las estaciones muestreadas, siendo recolectadas en 4 de las 6 estaciones del bloque. En las estaciones de TUM OFF 6, el número de morfoespecies se mantuvo en intervalos bajos en comparación con los que se evidenciaron en el bloque TUM OFF 7 (Figura 112). En cuanto al número de individuos, se observó un mayor número en la estación 331 con más de 501 individuos y el resto de estaciones con menos de 100 (Figura 113).

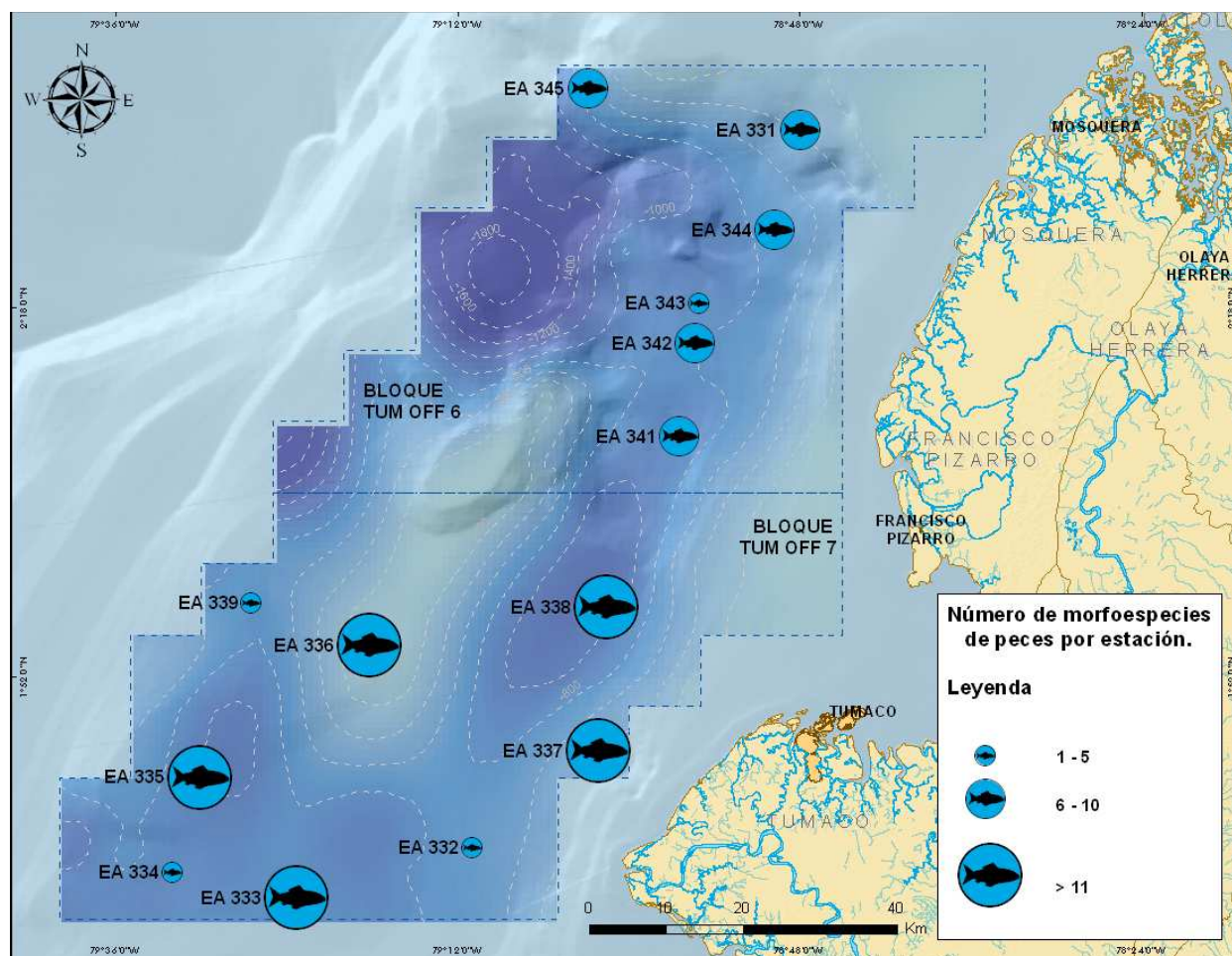


Figura 112. Distribución del número de morfoespecies para los peces marinos recolectados por estación en los bloques TUM OFF 6 y 7.

En el bloque TUM off 7, donde se muestrearon siete estaciones efectivas, se recolectaron un total de 377 individuos incluidos en 13 órdenes, 20 familias y 34 morfoespecies. Los órdenes Anguilliformes y Gadiformes presentaron el mayor número de familias, 3 por cada orden. En cuanto al número de morfoespecies, el orden Gadiformes exhibió el mayor número seguido de los Anguilliformes y los Ophidiiformes (Figura 114 a). Los órdenes que mostraron los mayores valores en número de individuos fueron los Gadiformes, seguidos por los Lophiiformes y los Ophidiiformes (Figura 114 b). Las especies que tuvieron el mayor número de individuos capturados en el bloque fueron *Nezumia cf. orbitalis* (93) y *Dibranchius sp.1* (70). *Nezumia cf.*

orbitalis y *Xenomystax atrarius* fueron las especies con mayor frecuencia de aparición en las estaciones muestreadas, siendo recolectadas en 4 de las 7 estaciones totales del bloque. En las estaciones del bloque TUM off 7, el número de morfoespecies fue mayor a 11 en cinco de las siete estaciones efectivas muestreadas (Figura 110). En cuanto al número de individuos se observó que la estación EA 335 presentó los mayores valores, con la presencia de más de 101 individuos (Figura 113).

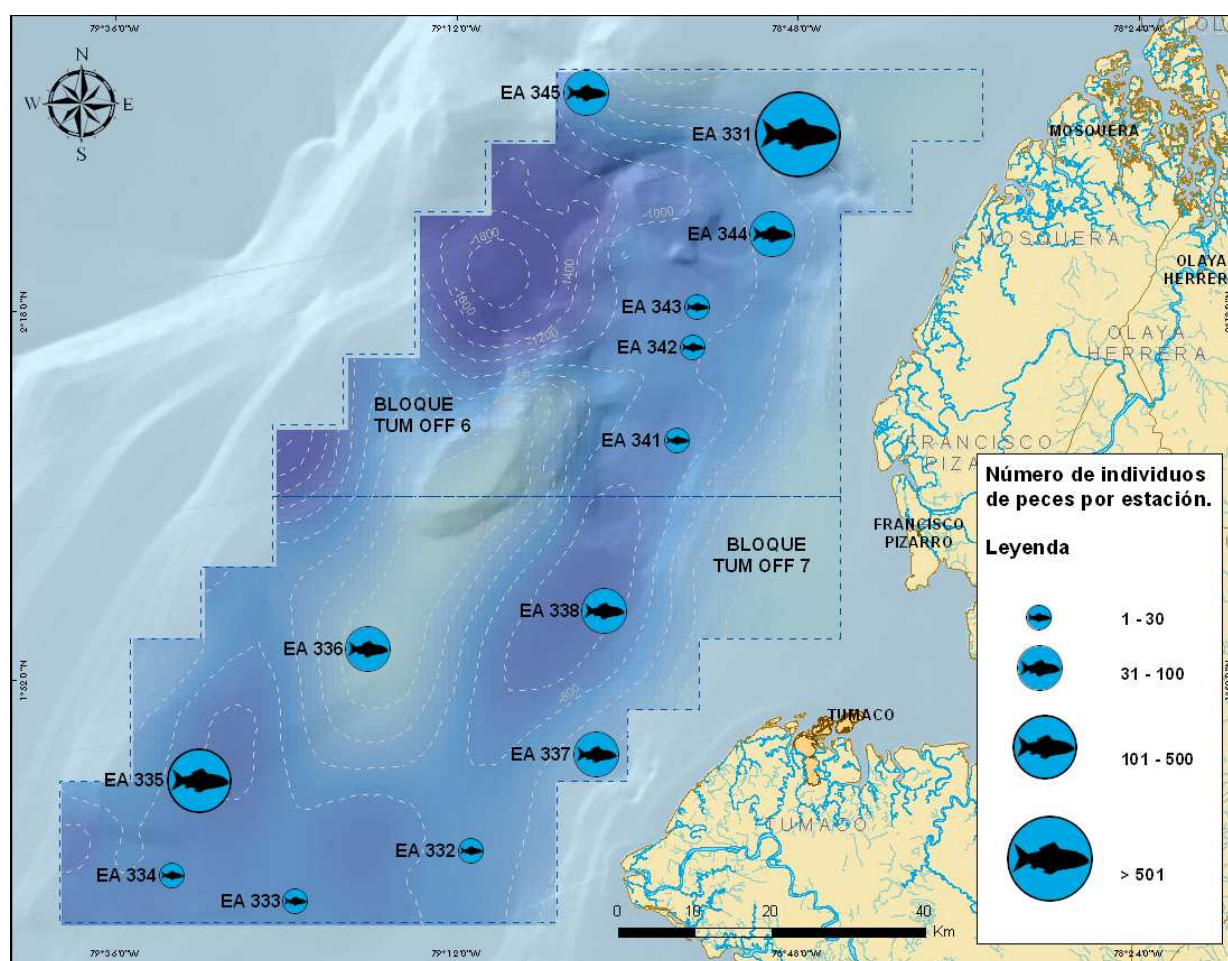


Figura 113. Distribución del número de individuos para los peces marinos recolectados por estación en los bloques TUM OFF 6 y 7.

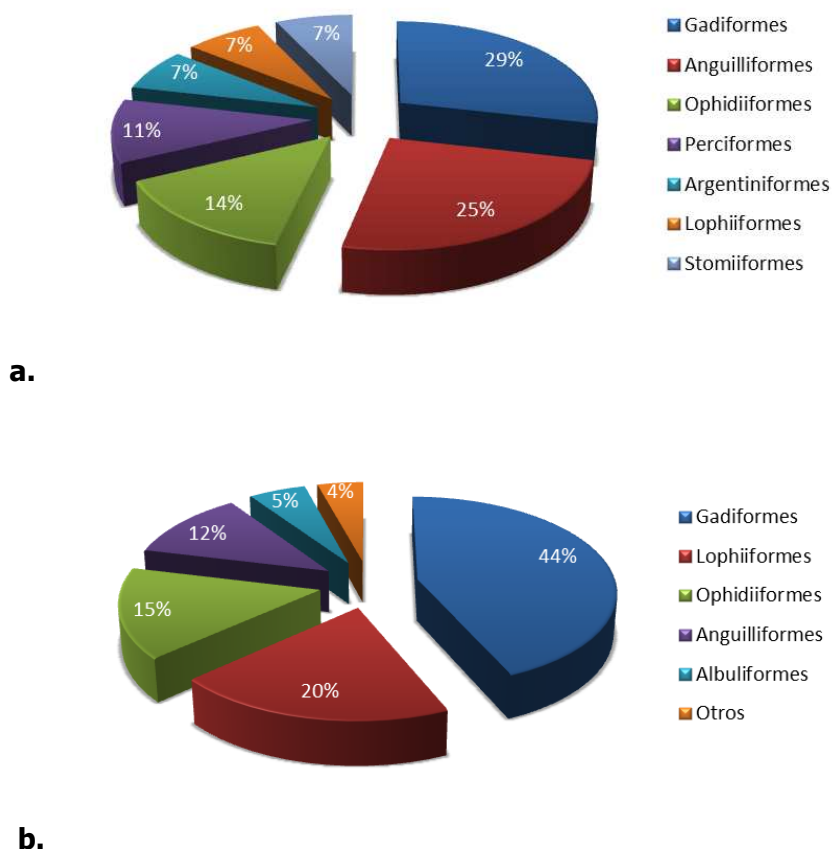


Figura 114. Porcentajes presentes por cada orden encontrado en el bloque TUM OFF 6: a. morfoespecies; b. individuos. El ítem otros incluye todos los órdenes que presentaron menos de 3 individuos.

Los bloques presentaron 20 especies generalistas, que fueron encontradas en estaciones de ambos bloques y algunas especies exclusivas. Para el bloque TUM off 6 se obtuvieron dos órdenes y 12 morfoespecies exclusivas (Tabla 2); mientras en el bloque TUM off 7 se encontraron cuatro órdenes y 14 especies exclusivas (Tabla 12). Como se mencionó anteriormente, el orden Scorpaeniformes es el segundo en presentar mayor número de individuos (333) en el muestreo general, de los cuales 332 fueron capturados en la estación EA 331 y uno en la estación EA 345, ambas estaciones pertenecientes al bloque TUM off 6, lo cual debe ser considerado con atención para no ser utilizado como un indicador de la generalidad del muestreo.

Tabla 12. Ordenes, familias y especies exclusivas (negrilla) para cada bloque muestreado.

ESPECIES EXCLUSIVAS				
Bloque TUM OFF 6			Bloque TUM OFF 7	
Anguilliformes:	Ophichthidae	<i>Ophichthus</i> sp.1	Nemichthyidae	<i>Nemichthys</i> sp.
			Nettastomatidae	<i>Venefica</i> sp.
Argentiniformes:	Alepocephalidae	sp.	Alepocephalidae	<i>Bajacalifornia</i> sp.
			Alepocephalidae	<i>Talismania</i> sp.
Stomiiformes:	Sternoptychidae	<i>Argyropelecus</i> sp.	Stomidae	<i>Stomias</i> sp.
Gadiformes:	Macrouridae	<i>Coryphaenoides</i> cf. <i>capito</i>	Macrouridae	<i>Caelorinchus</i> sp.
			Macrouridae	<i>Coryphaenoides carminifer</i>
			Macrouridae	<i>Nezumia stelgidolepis</i>
Aulopiformes:	Ipnopidae	<i>Bathypterois</i> sp.		
Myctophiformes:	Myctophidae	<i>Benthoosema</i> sp.		
	Neoscopelidae	<i>Scopelengys</i> sp.		
Ophidiiformes:	Ophidiidae	<i>Neobythites</i> sp.		
Lophiiformes:	Lophiidae	<i>Lophius</i> cf. <i>spilurus</i>		
Scorpaeniformes:	Peristiidae	<i>Peristedion</i> cf. <i>crustosum</i>		
	Scorpaenidae	<i>Pontinus</i> sp.		
	Scorpaenidae	<i>Scorpaena</i> sp.		
Carcharhiniformes:			Scyliorhinidae	<i>Apristurus brunneus</i>
Squaliformes:			Squalidae	<i>Centroscyllium nigrum</i>
Stephanoberciformes:			Melamphidae	<i>Scopeloberyx</i> sp.
Perciformes:			Carangidae	<i>Caranx</i> sp.
			Zoarcidae	sp.1
			Zoarcidae	sp.2

La composición de las muestras capturadas, estuvo acorde con la distribución teórica de los órdenes en el ámbito batimétrico, presentándose una predominancia de los Scorpaeniformes en las estaciones de la parte superior del talud continental (Merrett y Haedrich, 1997), como se evidenció con la presencia de este orden casi exclusivamente en la estación EA 331, sumado a la aparición de un ejemplar de la familia Scorpaenidae a 668 m de profundidad en la estación EA 335. Igualmente se observaron picos de predominancia en los órdenes de Anguilliformes y Gadiformes en las estaciones restantes con profundidades correspondientes a la zona media del talud continental, como lo afirman Merrett y Haedrich (1997) en su descripción de estos ensamblajes.

REFERENCIAS

- Agassiz, A. 1863. List of Echinoderms sent to different Institution in exchange for other specimens with annotations. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology Harvard*, 1: 253-308.
- Agassiz, A. 1872. Revision of the Echini. III. *Catalogue of the Museum of Comparative Zoology Harvard*, 3: 1-744.
- Allan Hancock Pacific Expeditions. 1943. *Allan Hancock Foundation Publications, Vol. I, II, III*. The University of Southern California Press, Los Angeles, California.
- Alveal, K., M.E. Ferrario, E.C. Oliveira y E. Sar. 1995. Manual de métodos ficológicos. Universidad de Concepción, Concepción. 863 p.
- Arboleda-Correa, E. 1996. Los quetognatos de la parte norte del Pacífico colombiano (Cabo Marzo-Buenaventura) durante el crucero Pacífico IX ERFEN VI - Mayo-Julio 1986. Memorias VI Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar (Diciembre 5-6 y 7 de 1988: Bogotá) p. 327-337.
- Atwood-Kofoed, C. 1907. The Coincident Distribution of Related Species of Pelagic Organisms as Illustrated by the Chaetognatha. *The American Naturalist*, 41(484): 241-251.
- Baldrich, A. 2007. Hidromedusas del Pacífico Colombiano durante los cruceros 2001-2004 del estudio regional del fenómeno El Niño. Trabajo de grado (Biología Marina), Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. 151 p.
- Balech, E. 1977. Introducción al fitoplancton marino. EUDEBA Editores, Buenos Aires. 211 p.
- Balech, E. y H.J. Ferrando. 1964. Fitoplancton Marino. EUDEBA Editores, Buenos Aires. 157 p.
- Basedow, S.L., K.S. Tandel y M. Zhou. 2010. Biovolume spectrum theories applied: spatial patterns of trophic levels within a mesozooplankton community at the polar front. *Journal of Plankton Research*, 32(8): 1105-1119.
- Bastida-Zabala, J.R., L.F. Carrera-Parra, M.H. Londoño-Mesa, P. Salazar-Silva y S.I. Salazar-Vallejo. 2001. Polychaetes (Polychaeta) from the Gulf of Guinea, the Grand Caribbean Sea, and the Gulf of Panama deposited in the Museum of Marine Invertebrates, University of Miami. Final Report ECOSUR project. Miami. 63 p.
- Bayer, F.M. 1966. The R/V Pillsbury Deep-sea Biological Expedition to the Gulf of Guinea, 1964-65.3. Dredging and trawling records of R/V John Elliott Pillsbury for 1964 and 1965. *Studies of Tropical Oceanography Miami*, 4: 82-105.
- Beesley, P.L., G.J.B Ross y A. Wells (eds). 1998. Fauna of Australia, Vol.5 Parte B, Mollusca: The Southern Synthesis. CSIRO Publishing, Melbourne. 1117 p.
- Beltrán-León, B. y E.A. Rubio. 1994. Nuevos hallazgos y distribución de algunas especies de aguas profundas del Pacífico de Colombia I. Sternoptychidae (Pisces: Stomiiformes). *Boletín científico INPA*, 2: 170-180.

- Beltrán-León, B. y R. Ríos. 2000. Estadios tempranos de peces del Pacífico colombiano. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura – INPA, Buenaventura. 727 p.
- Benavides-Serrato, M., G.H. Borrero-Perez., J.R. Cantera, M. Cohen-Rengifo y R. Neira. 2013. Echinoderms of Colombia. p. 145-182. En: Alvarado, J.J y F. Solís-Marín (eds.). Echinoderm Research and Diversity in Latin America. Springer, London. 480 p.
- Bernard, F.R. 1983. Catalogue of the living Bivalvia of the Eastern Pacific Ocean: Bering Strait to Cape Horn. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*, 61: 1-102.
- Bigelow, H.B. 1909. Reports on the scientific results of the expedition to the Eastern Tropical Pacific, 1904–1905. The Medusae. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 37: 1–243.
- Bigelow, H.B. 1911. Reports on the scientific results of the expedition to the eastern tropical Pacific, 1904–1905. The Siphonophorae. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 38: 171–402.
- Blake, J.A., B. Hilbig y P. Scott. 1994. Taxonomic Atlas of the benthic fauna of Santa Maria Basin and the western Santa Barbara Channel. Vol 4. The Annelida Part 1. Oligochaeta and Polychaeta: Phyllodocida (Phyllodocidae to Paralacydoniidae). Santa Barbara Museum of Natural History, Santa Barbara. 368 p.
- Blake, J.A., B. Hilbig y P. Scott. 1995. Taxonomic Atlas of the benthic fauna of Santa Maria Basin and the western Santa Barbara Channel. Vol 5. The Annelida Part 2. Polychaeta: Phyllodocida (Syllidae and scale bearing families), Amphinomida, and Eunicida. Santa Barbara Museum of Natural History, Santa Barbara. 378 p.
- Blake, J.A., B. Hilbig y P. Scott. 1996. Taxonomic Atlas of the benthic fauna of Santa Maria Basin and the western Santa Barbara Channel. Vol 6. The Annelida Part 3. Polychaeta: Orbiniidae to Cossuridae. Santa Barbara Museum of Natural History, Santa Barbara. 418 p.
- Blake, J.A., B. Hilbig y P. Scott. 2000. Taxonomic Atlas of the benthic fauna of Santa Maria Basin and the western Santa Barbara Channel. Vol 7. The Annelida Part 4. Polychaeta: Falbelligeridae to Sternaspidae. Santa Barbara Museum of Natural History, Santa Barbara. 348 p.
- Birkeland, C., D. Meyer, J. Stames y C. Buford. 1975. Subtidal Communities of Malpelo Island. p. 55-68. En: J.B. Graham (ed.). The Biological Investigation of Malpelo Island, Colombia. *Smithsonian Contribution to Zoology*, 176. 98 p.
- Bode, A., M.T. Álvarez-Ossorio y N. González. 1998. Estimations of mesozooplankton biomass in a coastal upwelling area off NW Spain. *Journal of Plankton Research*, 20(5): 1005-1014.
- Boltovskoy, E. (ed.) 1981. El Atlántico Sudoccidental. p. 219-254. En: A. Alvareño *et al.* Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Publicación especial del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero-INIDEP, Mar del Plata. 938 p.

- Bouchet, P. y J.P. Rocroi. 2005. Classification and nomenclator of gastropod families. *Malacologia*, 47(1-2): 1-397.
- Boxshall, G.A. y S.H. Halsey. 2004. An introduction to copepod diversity: Part I-II. The Ray Society, London. 966 p.
- Brando, A., H.V. Prahll y J.R. Cantera. 1992. Malpelo Isla Oceánica de Colombia. Banco de Occidente, Bogotá. 195 p.
- Breedy, O. y H.M. Guzman. 2003. Octocorals from Costa Rica: The genus *Pacifigorgia* (Coelenterata: Octocorallia: Gorgoniidae). *Zootaxa*, 281: 1-60.
- Breedy, O. y J. Cortés. 2011. Morphology and taxonomy of a new species of *Leptogorgia* (Cnidaria: Octocorallia: Gorgoniidae) in Cocos Island National Park, Pacific Costa Rica. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 124: 62-69.
- Breedy, O., H.M. Guzmán y S. Vargas. 2009. A revision of the genus *Eugorgia* Verrill, 1868 (Coelenterata: Octocorallia: Gorgoniidae). *Zootaxa*, 2151: 1-46.
- Breedy, O., L.P. Van Ofwegen y S. Vargas. 2012. A new family of soft corals (Anthozoa, Octocorallia, Alcyonacea) from the aphotic tropical eastern Pacific waters revealed by integrative taxonomy. *Systematics and Biodiversity*, 10: 351-359.
- Briggs, J.C. 1974. Marine zoogeography. McGraw-Hill, New York. 475 p.
- Brucet-Balmaña, S. 2003. Zooplankton structure and dynamics in Mediterranean Marshes (Emporda Wetlands): a size-based approach. Tesis (Doctor en Ciencias). Universitat de Girona, Girona. 239 p.
- Cairns, S.D. 1986. Stylasteridae (Hydrozoa: Hydroida) of the Galápagos Islands. *Smithsonian Contribution to Zoology*, 426: 1-41.
- Cairns, S.D. 1991. A revision of the ahermatypic Scleractinia of the Galápagos and Cocos Islands. *Smithsonian Contribution to Zoology*, 504: 1-32.
- Cairns S.D., L.A. Gershwin, F.J. Brook, P. Pugh, E.W. Dawson, O. Ocaña, W. Vervoort, G. Williams, J.E. Watson, D.M. Opresko, P. Schuchert, P.M. Hine, D.P. Gordon, H.J. Campbell, A.J. Wright, J.A. Sánchez y D.G. Fautin. 2009. Phylum Cnidaria: Corals, medusae, hydroids, myxozoans. p. 59-101. En: Gordon, D.P. (ed.) New Zealand inventory of biodiversity. Volume 1. Kingdom Animalia. Radiata, Lophotrochozoa, Deuterostomia. Canterbury University Press, Christchurch.
- Cajas, C., D. Coello y C. Domínguez. 1998. Comunidades de fitoplancton y zooplancton en el estuario interior del golfo de Guayaquil durante 1994-1996. Informe técnico. Instituto Nacional de Pesca, Guayaquil. p. 261-284.
- Calderón, E. 1979. Contribución al conocimiento del fitoplancton nerítico de Tumaco y sus alrededores. Trabajo de grado (Biología marina), Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. 87 p.
- Campos A. y E. Suárez. 1994. Copépodos pelágicos del Golfo de México y mar Caribe. Biología y sistemática. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, México. 357 p.

- Campos, N.H., G.R. Navas, A. Bermúdez y N. Cruz. 2005. Los crustáceos decápodos de la franja superior del talud continental (300-500 m) del mar Caribe colombiano. Editorial Unibiblos - Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 272 p.
- Cantera, J.R., H. von Prael, J.C. Escobar y E. Peña. 1989. Sistemática de los corales del género *Pocillopora* del pacífico colombiano utilizando taxonomía numérica. *Revista Biología Tropical*, 37(1): 32-28.
- Castillo, F. y A. Vidal. 1982. Los indicadores biológicos del fitoplancton del Pacífico colombiano como indicadores de masas de agua. Fase I. CIOH, Cartagena. 57 p.
- Castillo, F. y Z. Vizcaíno. 1993. Observación del fitoplancton del Pacífico colombiano durante 1991-1992 en condiciones El Niño. *Bulletin de l'Institut Français d'Etudes Andines*, 22(1): 179-190.
- Cely-Moya, H. y J. Chiquillo. 1993. Quetognatos, sifonóforos e hidromedusas de la región costera del pacífico colombiano. Trabajo de grado (Biología Marina), Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. 120 p.
- Cenipacífico. 1986a. Impacto Ecológico en la bahía de Málaga a raíz de los desarrollos de la base Naval del Pacífico y carretera de acceso. Informe final. Cenipacífico. Tomo III. 223 p.
- Cenipacífico. 1986b. Impacto Ecológico en la bahía de Málaga a raíz de los desarrollos de la base Naval del Pacífico y carretera de acceso. Informe final. Cenipacífico. Tomo IV. 325 p.
- Cenipacífico. 1986c. Impacto Ecológico en la bahía de Málaga a raíz de los desarrollos de la base Naval del Pacífico y carretera de acceso. Informe final. Cenipacífico. Tomo VI. 289 p.
- Cerón, M.A. 2009. Caracterización de la fauna de copépodos calanoideos en tres localidades del mar Caribe colombiano (La Guajira, el Magdalena y Morrosquillo) con base en la distribución de tamaños. Trabajo de grado (Biología), Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 38 p.
- Chamberlin, R.V. 1919. The Annelida Polychaeta of Albatross Tropical Pacific Expedition, 1891-1905. *Memoirs of the Museum of Comparative Zoology Harvard University*, 48: 1-514.
- Clark, H.L. 1940. Notes on Echinoderms from the West coast of Central America. *Eastern Pacific Expedition of the New York Zoological Society*, 21(25): 331-352.
- Clark, H.L. 1948. A report on the Echini of warmer Eastern Pacific, based on the collection of Velero III. *Allan Hancock Pacific Expedition*, 8(5): 225-351.
- Clarke, K.R. y R.M. Warwick. 1994. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Natural Environment Research Council, London. 141 p.
- Clarkson, E.N. 1998. Invertebrate palaeontology and evolution. Blackwell science, Oxford. 452 p.
- Coan, E., P.V. Scott y F.R. Bernard. 2000. Bivalve seashells of Western North America. Marine Bivalve Mollusks from Artic to Baja California. Monographs 2. Santa Barbara Museum of Natural History, Santa Barbara. 764 p.

- Cohen-Rengifo, M. 2009. Echinoderms, Malpelo Fauna and Flora Sanctuary, Colombian Pacific: New reports and distributional issues. *Check List*, 5(3): 702–711.
- Cohen, A.C., D.E. Peterson y R.F. Maddocks. 2007. Ostracoda. p. 417-446. En: Carlton, J.T. (ed.). The Light & Smith Manual: Intertidal Invertebrates from Central California to Oregon. University of California Press, Berkeley. 1001 p.
- Collazos, A. 1992 Contribución al estudio del fitoplancton en la ensenada de Tumaco (Pacífico colombiano). Trabajo de grado (Biología), Universidad del Valle. Cali. 80 p.
- Constaín, L.F. y L.F. Delgado. 1985. Dinoflagelados del Pacífico colombiano como indicadores del fenómeno El Niño. Crucero Pacífico VIII, ERFEN X. Trabajo de grado (Biología Marina), Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. 44 p.
- Corchuelo, C. y G. Moreno. 1983. Contribución al conocimiento del fitoplancton y algunos tintínidos del Pacífico colombiano. Trabajo de grado (Biología Marina), Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. 84 p.
- Cortés, J. 2011. Eastern Tropical Pacific coral reefs. p. 351-358. En: Hopley, D. (ed.). The Encyclopedia of Modern Coral Reefs: Structure, Form and Process. Springer, Berlín.
- Cortés, J. 2012. Marine biodiversity of an Eastern Tropical Pacific oceanic island, Isla del Coco, Costa Rica. *Revista Biología Tropical*, 60(Supl. 3): 131-185.
- Cortés, J. y H. Guzmán. 1998. Organismos de los arrecifes coralinos de Costa Rica: Descripción, distribución geográfica e historia natural de los corales zooxantelados (Anthozoa: Scleractinia) del Pacífico. *Revista Biología Tropical*, 46(1): 55-92.
- Cruz, R.A. 1996. Annotated checklist of marine molluscs collected during the R.V. Victor Hensen Costa Rica Expedition 1993/1994. *Revista Biología Tropical*, 44(3): 59-67.
- Dall, W.H. 1872. Descriptions of sixty new forms of mollusks from the Westcoast of North America and the North Pacific Ocean, with notes on others already described. *American Journal of Conchology* [New Series], 7: 93-160.
- Dall, W.H. 1889a. Reports on the results of dredging "Blake" XXIX. Report on the Mollusca. Part 2: Gastropoda & Scaphopoda. Addenda & Corrigenda to Part 1, 1886. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 18: 433-439.
- Dall, W.H. 1889b. A preliminary catalog of the shell-bearing marine mollusks and brachiopods of the southeastern coast of the United States, with illustrations of many of the species. *Bulletin of the United States National Museum*, 37: 1-232.
- Dall, W.H. 1907. Descriptions of new species of shells, chiefly Buccinidae, from the dredgings of the U.S.S. "Albatross" during 1906, in the north-western Pacific, Bering, Okhotsk, and Japanese Seas. *Smithsonian Miscellaneous Collections*, 50(4-1): 139-173.

- Dall, W.H. 1908. Reports on the dredging operations off the west coast of Central America to the Galapagos, to the west coast of Mexico, and in the Gulf of California, in charge of Alexander Agassiz, carried on by the U.S. Fish Commission steamer "Albatross", during 1891, Lieut. Commander Z.L. Tanner, U.S.N., commanding. XXXVII. Reports on the scientific results of the expedition to the eastern tropical Pacific, in charge of Alexander Agassiz, by the U.S. Fish Commission steamer "Albatross", from October, 1904, to March, 1905, Lieut. Commander L.M. Garret, U.S.N., commanding. XIV. The Mollusca and Brachiopoda. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard University*, 43(6): 205-487.
- Dall, W.H. 1913. Diagnoses of new shells from the Pacific Ocean. *Proceedings of the United States National Museum*, 45: 587-597.
- Daly, M. 2004. Anatomy and taxonomy of three species of sea anemones (Cnidaria: Anthozoa: Actiniidae) from the Gulf of California, Including *Isoaulactinia hespervolita* Daly, n. Sp. Pacific. *Science*, 58(3): 377-390.
- Daly, M., M.R. Burger, P. Cartwright, A.G. Collins, M.N. Dawson, D. Fautin, S.C. France, C.S. Mcfadden, D.M. Opresko, E. Rodríguez, S.L. Romano y J.L. Stake. 2007. The phylum Cnidaria: A review of phylogenetic patterns and diversity 300 years after Linnaeus. *Zootaxa*, 1668: 127-182.
- Dean, H.K. 2001. Capitellidae (Annelida: Polychaeta) from the Pacific Coast of Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 2: 69-84.
- De León-Gonzalez, J.A., J.R. Bastida-Zabala, L.F. Carrera-Parra, M.E. Gacia-Garza, A. Peña-Rivera, S.I. Salazar-Vallejo y V. Solís-Weiss (eds.). 2009. Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México y América Tropical. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey. 737 p.
- Deichmann, E. 1938. Holothurians from the western coast of Lower California and Central America, and from the Galápagos Islands; Eastern Pacific Expeditions of the New York Zoological Society XVI. *Zoologica*, 23: 361-187.
- Del Rosario, J.B. y L.G. Abele. 1976. Description of the male and new distribution records for *Acanthocarpus delsolari* Garth, 1973 (Decapoda, Calappidae) from the Pacific coast of Panama. *Crustaceana*, 30(3): 225-228.
- De Oliveira-Díaz, C., A. Valente de Araujo, R. Paranhos y S.L. Costa-Bonecker. 2010. Vertical Copepod Assemblages (0-2300 m) off Southern Brazil. *Zoological Studies*, 49(2): 230-242.
- Desbruyères, D. y L. Laubier. 1980. *Alvinella pompejana* gen. sp. Nov., Ampharetidae aberrant des sources hydrothermales de la ride Est-Pacifique. *Oceanologica Acta*, 3(3): 267-274.
- Desbruyères, D. y L. Laubier. 1982. *Paralvinella grasslei*, new genus, new species of Alvinellidae (Polychaeta: Ampharetidae) from Galapagos rift geothermal vents. *Proceedings of Biological Society of Washington*, 95(3):484-494.

- Desbruyères, D. y L. Laubier. 1991. Systematics, Phylogeny, ecology and distribution of the Alvinellidae (Polychaeta) from deep sea hydrothermal vents. *Ophelia*, 5: 31-45.
- Díaz, J.M., J. Cantera y M. Puyana. 1998. Estado actual del conocimiento en sistemática de moluscos marinos recientes de Colombia. *Boletín Ecotrópica*, 33: 15-37.
- Díaz, J.M., L.M. Barrios, M.H. Cendales, J. Garzon-Ferreira, J. Geister, M. López-Victoria, G.H. Ospina, F. Parra-Valencia, J. Pinzón, B. Vargas-Angel, F.A. Zapata y S. Zea. 2000. Áreas coralinas de Colombia. INVEMAR, Serie publicaciones especiales No 5, Santa Marta. 176 p.
- Downey, M.E. 1975. Asteroids from Malpelo Island with a description of a new species of the genus *Tamaria*. p. 86-90. En: J.B. Graham (ed.). *The Biological Investigation of Malpelo Island, Colombia. Smithsonian Contribution to Zoology*, 176. 98 p.
- Durham, J.W. 1947. Corals from the Gulf of California and the North Pacific coast of America. *Memoirs of the Geological Society of America*, 20: 1-68.
- Durham, J.W. 1962. Corals from the Galápagos and Cocos Islands. *Proceedings of California Academy of Science*, 32(2): 41-56.
- Durham J.W. y J.L. Barnard. 1952. Stony Corals of the Eastern Pacific collected by the velero III y Velero IV. *Allan Hancock Pacific Expeditions*, 16(1):1-110.
- Eash-Loucks, W.E. y D.G. Fautin. 2012. Taxonomy and distribution of sea anemones (Cnidaria: Actiniaria and Corallimorpharia) from deep water of the northeastern Pacific. *Zootaxa*, 3375: 1-80.
- Escarria, E., B. Beltrán-León y A. Giraldo. 2006. Ictioplankton superficial de la cuenca del océano Pacífico colombiano (Septiembre 2003). *Investigaciones Marinas Valparaíso*, 34(2): 169-173.
- Escobar, J. y R. Neira. 1992. Primer registro de un coral hermatípico (*Pocillopora Capitata* Verrill, 1864) y su fauna asociada, en el Área de Bahía Málaga, Pacífico colombiano. *Memorias del VIII Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar*: 370-376.
- Estupiñán, F. 1989. Estudio sobre las ecoformas coralinas del género *Pocillopora* en la ensenada de Utría, Pacífico colombiano. Tesis (Biólogo), Universidad del Valle. Cali. 63 p.
- Fauchald, K. 1972. Benthic polychaetous annelids from deep water off Western Mexico and adjacent areas in the Eastern Pacific Ocean. *Allan Hancock Foundation University of Southern California*, 7: 1-155.
- Fauchald, K. 1977. The polychaete worms: Definitions and keys to the orders, families and genera. *Natural History Museum of Los Angeles County, Science Series*, 28: 1-190.
- Fachald, K. y A.A. Reimer. 1975. Clave de poliquetos panameños con la inclusión de una clave para todas las familias del mundo. *Boletín del Instituto de Oceanografía Universidad de Oriente*, 14:71-94.
- Fernández-Álamo, M.A. y J. Färber-Lorda. 2006. Zooplankton and the oceanography of the eastern tropical Pacific: A review. *Progress in Oceanography*, 69: 318-359.

- Franco-Gordo, C., E. Godínez-Domínguez y E. Suárez-Morales. 2001. Zooplankton Biomass Variability in the Mexican Eastern Tropical Pacific. *Pacific Science*, 55(2): 191-202.
- Fraser, C.M. 1938a. Hidroids of the 1934, 1933 Allan Hancock Pacific Expeditions. *Allan Hancock Pacific Expeditions Reports*, 4(1):1-105.
- Fraser, C.M. 1938b. Hidroids of the 1932, 1933, 1935, and 1939 Allan Hancock Pacific Expeditions. *Allan Hancock Pacific Expeditions Reports*, 4(3):129-153.
- Fraser, C.M. 1948. Hidroids of the Allan Hancock Pacific Expeditions since March, 1938. *Allan Hancock Pacific Expeditions Reports*, 4(5):179-335.
- Gage, J.D. y P.A. Tyler. 1992. Deep-sea biology: a natural history of organisms at the deep-sea floor. Cambridge University Press, London. 504 p.
- García-Garza, M.E. y J.A. De León-González. 2011. Review of the Capitellidae (Annelida, Polychaeta) from the Eastern Tropical Pacific region, with notes on selected species. *ZooKeys*, 151: 17-52.
- García-Suárez, S.D., A. Acost., E. Londoño-Cruz, K. Cantera K. 2011. Organismos Sésiles y Móviles del Litoral Rocosos: en el Pacífico Colombiano: Una Guía Visual para su Identificación. XXX., Bogotá. 132 p.
- Garzón-Ferreira, J. y J. Pinzón. 1999. Evaluación rápida de estructura y salud de las formaciones coralinas de la isla de Malpelo (Pacífico colombiano). *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 28: 137-154.
- Garzón-Ferreira, J. y J. M. Díaz. 2000. Assessing and monitoring coral reef condition in Colombia during the last decade. p. 51-58. En: Done, J. y D. Lloyd (eds.). Information management and decision support for marine biodiversity protection and human welfare: coral reefs. AIMS. Townsville, Australia.
- Gascuel, D., Y-M. Bozec, E. Chassot, A. Colomb y M. Laurans. 2005. The trophic spectrum: theory and application as an ecosystem indicator. *ICES Journal of Marine Science*, 62: 443-452.
- Genin, A. 2004. Bio-physical coupling in the formation of zooplankton and fish aggregations over abrupt topographies. *Journal of Marine Systems*, 50: 3-20.
- Gilmer, R.W. y G.R. Harbison. 1986. Morphology and field behaviour of pteropod molluscs: feeding methods in the families Cavoliniidae, Limarinidae and Peraclididae (Gastropoda: Thecostomata). *Marine Biology*, 91: 47-57.
- Glynn, P.W., J.L. Maté y T.A. Stemmann. 2001. Pavona chiriquiensis, a new species of zooxanthellate scleractinian coral (Cnidaria: Anthozoa: Agariciidae) from the Eastern Tropical Pacific. *Bulletin of Biological Society of Washington*, 10: 210-225.
- Giraldo A. y E. Gutiérrez. 2007. Composición taxonómica del holoplancton superficial en el Pacífico colombiano (septiembre 2003). *Investigaciones Marinas Valparaíso*, 35(1): 117-122.

- Giraldo A., D. Ramírez y M. Murcia. 2005. Producción primaria, biomasa fitoplanctónica y composición taxonómica del fitoplancton y zooplancton del Pacífico colombiano: Una aproximación holística a la base del sistema pelágico. Campaña oceanográfica Pacífico XXXIX-ERFEN XXXVII. Informe técnico final, UNIVALLE. Cali. 33 p.
- Glynn, P., H. von Prahl y F. Guhl. 1982. Coral reefs of Gorgona island, Colombia, with special reference to corallivores and their influence on community structure and reef development. *Anales del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras de Punta Betín*, 12: 185-214.
- Gracia, A. y N.E. Ardila. 2010. Moluscos de la plataforma y talud superior del Caribe colombiano (20-940 m): 12 años de investigación. Resultados y perspectivas. p. 180-227. En: INVEMAR. 2010. Biodiversidad del margen continental del Caribe colombiano. Serie de Publicaciones Especiales, Invemar No. 20. 458 p.
- Gracia, A., A., Vélez, B., Posada, G., Borrero, J., Reyes y J. Betancourt. 2002. Informe preliminar Expedición Pacífico Norte Colombiano, Octubre 2002. A bordo del B/O ARC MALPELO. INVEMAR-DIMAR.
- Graham, J. 1975. The biological investigation of Malpelo Island, Colombia. Introduction. *Smithsonian Institution Press*, 176: 1-8.
- Grassle, J.F. 1989. Species diversity in deep-sea communities. *Tree*, 4(1): 12-15.
- Gray, J.E. 1840-1841. A Synopsis of the Genera and species of the Class Hypostoma (Asterias Linn). *Annals and Magazine of Natural History*, 6: 157-184, 275-290.
- Gutiérrez-Salcedo, J.M. 2011. Estructura vertical del zooplancton oceánico del mar Caribe colombiano. Tesis de Maestría (Ciencias Biológicas), Universidad Nacional de Colombia - Bogotá. Bogotá. 124 p.
- Hamner, W.M. e I.R. Hauri. 1981. Effects of Island Mass: Water Flow and Plankton Pattern Around a Reef in the Great Barrier Reef Lagoon, Australia. *Limnology and Oceanography*, 26(6): 1084-1102.
- Harmelin-Vivien, M.L., D. Bănar, J. Dierking, R. Hermand, Y. Letourner y C. Salen-Picard. 2009. Linking benthic biodiversity to the functioning of coastal ecosystems subjected to river runoff (NW Mediterranean). *Animal Biodiversity and Conservation*, 32: 135-145.
- Harris, R.P., P.H. Wiebe, J. Lenz, H.R. Skjoldal y M. Huntley (eds.). 2000. ICES Zooplankton Methodology Manual. Academic Press, Londres. 707 p.
- Hartman, O. 1940. The Polychaetous Annelids collected by the Presidential Cruise of 1938. *Smithsonian Miscellaneous Collections*, 98: 1-22.
- Hartman, O. 1944. Polychaetous annelids from California, including the descriptions of two new genera and nine new species. *Allan Hancock Pacific Expeditions, California*, 10: 239-307.
- Hartman, O. 1963. Submarine canyons of Southern California, 3. Systematics: Polychaetes. *Allan Hancock Pacific Expeditions*, 27: 1-93.

- Hartman, O. 1969. Atlas of the Sedentariate polychaetous annelids from California. Allan Hancock Foundation-University of Southern California, California. 812 p.
- Hendrickx, M.E. 1994. Base de información bibliográfica de los crustáceos decápodos bentónicos del pacífico este tropical. Centro de Investigación y Desarrollo de los Recursos Naturales de Sonora. Sonora. 54 p.
- Hendrickx, M.E. 1995. Introducción. p. 1-7. En: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem. (eds.). Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. Vol. I. Plantas e Invertebrados. FAO, Roma. 646 p.
- Hendrickx, M. 2003. Geographic and bathymetric distributions of species of Munidopsis (Crustacea: Decapoda: Galatheaidae) in the SE Gulf of California, Mexico. p. 21-30. En: Hendrickx, M. (ed.). Contributions to the Study of East Pacific Crustaceans. 2. [Contribuciones al Estudio de los Crustáceos del Pacífico Este 2]. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. México. 303 p.
- Hendrickx, M. 2012. Crustáceos decápodos (Arthropoda: Crustacea: Decapoda) de aguas profundas del Pacífico mexicano: lista de especies y material recolectado durante el proyecto TALUD. p. 283-313. En: Zamorano, P., M. Hendrickx y M. Caso (eds.). Biodiversidad y comunidades del talud continental del Pacífico mexicano. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales e Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). Mexico. 468 p.
- Hendrickx, M. 2012. Listado sistemático de los equinodermos de aguas profundas del Pacífico mexicano. p. 373-395. En: Zamorano, P., M., Hendrickx y M. Caso (eds.). Biodiversidad y comunidades del talud continental del Pacífico mexicano. Mexico. 466 p.
- Hendrickx, M. y D. Serrano. 2010. Impacto de la zona de mínimo de oxígeno sobre los corredores pesqueros en el Pacífico mexicano. *Interciencia*, 35(1): 12-18.
- Hendrickx, M.E., R.C. Brusca y L.T. Findley (eds.). 2005. A Distributional Checklist of the Macrofauna of the Gulf of California, Mexico. Part I. Invertebrates. [Listado y Distribución de la Macrofauna del Golfo de California, México, Parte I. Invertebrados]. Arizona-Sonora Desert Museum, Tucson. 429 p.
- Hendrickx, M., C. Mah y C. Zárate-Montes. 2011. Deep-water Asteroidea (Echinodermata) collected during the TALUD cruises in the Gulf of California, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82(3): 798-824.
- Hendrickx, M.E., R.C. Brusca, M. Cordero y G. Ramírez. 2007. Marine and brackish-water molluscan biodiversity in the Gulf of California, Mexico. *Scientia Marina*, 71(4): 637-647.
- Hendler, G., J. Miller, D. Pawson y M. Porter. 1995. Echinoderms of Florida and The Caribbean. Sea Stars, Sea Urchins and allies. Smithsonian Institution, Hong Kong. 390 p.

- Hernández-Moreno, P. 2009. Aphroditidae Malmgren, 1867. Cap. 8 p. 89-99. En: de León-González J.A. *et al.* (eds.). Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México y América Tropical. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México. 737 p.
- Hernández-Trujillo, S., A. Zárate-Villafranco y G.M. Esqueda-Escárcega. 2005. Estudio inicial de la distribución vertical de biovolumen del zooplancton en Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. *CICIMAR Oceánides*, 20(1,2): 9-16.
- Hertlein, G. y A.M. Strong. 1955. Marine mollusks collected during the "Askoy" expedition to Panamá, Colombia and Ecuador in 1941. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 107(2): 163-317.
- Hilbig, B. 2000. Family Terebellidae Grube, 1851. p. 231-293. En: Blake, J.A., B. Hilbig y P.V. Scott (eds.). Taxonomic Atlas of Benthic Fauna of Santa Maria Basin and the Western Santa Barbara Channel. Volume 7. The Annelida Part 4, Polychaeta: Flabelligeridae to Sternaspidae. Santa Barbara Museum of Natural History, California. 348 p.
- Holmes, R. Schaefer y B. Shimada. 1957. Producción primaria, clorofila, y volúmenes del zooplancton en la zona tropical del Océano Pacífico Oriental. *Boletín Comisión Interamericana del Atún Tropical*, 2(4): 1-44.
- Hopcroft, R.R., J.C. Roof y H.A. Bouman. 1998. Zooplankton growth rates: the larvaceans *Appendicularia*, *Dritillaria* and *Oikopleura* in tropical waters. *Journal of Plankton Research*, 20(3): 539-555.
- Hovland, M. 2008. Deep-Water coral reefs, Unique Biodiversity Hot-Spots. Springer, Praxis Publishing, Chichester. 278 p.
- Hutchings, P. y J. McRae. 1993. The Aphroditidae (Polychaeta) from Australia, together with a Redescription of the Aphroditidae collected during the Siboga Expedition. *Records of the Australian Museum*, 45: 279-363.
- INVEMAR. 2004. Caracterización de la macrofauna de la plataforma continental y talud superior de la parte norte del océano Pacífico colombiano, con énfasis en la taxonomía, sistemática y biogeografía de las especies americanas de las familias de crustáceos Porcellanidae y Galatheidae (Decapoda: Anomura). Informe final para Colciencias, INVEMAR. Santa Marta. 106 p.
- INVEMAR, UNIVALLE e INCIVA. 2006. Biomálaga: Valoración de la biodiversidad marina y costera de Bahía Málaga (Valle del Cauca), como uno de los instrumentos necesarios para que sea considerada un área protegida. Informe científico final INVEMAR-UNIVALLE-INCIVA. Cali. 813 p.
- INVEMAR-ANH. 2010. Especies, ensamblajes y paisajes de los bloques marinos sujetos a exploración de hidrocarburos. Caracterización de la megafauna y el plancton del Pacífico colombiano. Fase II. Informe técnico final. Santa Marta. 226 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. Santa Marta. 774 p.
- Invemar, Univalle e Inciva. 2006. Valoración de la biodiversidad marina y costera de Bahía Málaga (Valle del Cauca), como uno de los instrumentos necesarios para que sea considerada un Área Protegida. Informe Científico Final. INVEMAR-UNIVALLE-INCIVA, Cali. 813 p.
- Jiménez, R. 1983. Diatomeas y Silicoflagelados del fitoplancton del golfo de Guayaquil. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 2(2): 1-280 p.
- Jiménez, R. y F. Pesantes. 1978. Fitoplancton, producción primaria y pigmentos en aguas costeras ecuatorianas. Instituto Oceanográfico de la Armada. Guayaquil. 30 p.
- Joydas, T.V y R. Damodaran. 2009. Infaunal macrobenthos along the shelf waters of the west coast of India, Arabian Sea. *Indian Journal of Marine Science*, 38: 191–204.
- Keen, A.M. 1971. Sea shells of Tropical West America. Marine mollusks from Baja California to Perú. Stanford University press, California. 1064 p.
- Kessler, W.S. 2006. The circulation of the Eastern Tropical Pacific: A review. *Progress in Oceanography*, 69: 181-217.
- Ketchum, J.T. y H. Reyes-Bonilla. 2001. Taxonomía y distribución de los corales hermatípicos (Scleractinia) del Archipiélago de Revillagigedo, México. *Revista Biología Tropical*, 49(3-4): 803-848.
- Kirkegaard, J.B. 1959. The Polychaeta of West Africa. *Atlantide Report*, 5: 7–117.
- Komai, T. 2006. Revision of the Glyphocrangon caeca species group (Crustacea, Decapoda, Glyphocrangonidae). p. 243-264. En: B. Richer de Forges y J.-L. Justine (eds.). Tropical Deep-Sea Benthos, Vol. 24. Mémoires du Muséum national d'Histoire Naturelle, Zoologie. Paris. 193 p.
- Labropoulou, M. y I. Kostikas. 1999. Patterns of resource use in deep - water decapods. *Marine Ecology Progress Series*, 184: 171–172.
- Lattig, P. y S.D. Cairns. 2000. A new species of *Tethocyathus* (Cnidaria: Anthozoa: Scleractinia: Caryophylliidae), a trans-isthmian azooxanthellate species. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 113: 590-595.
- Laverde-Castillo, J.J.A. 1986. Lista anotada de los poliquetos (Annelida) registrados para el Pacífico Colombiano, con notas preliminares sobre su zoogeografía. *Actualidades Biológicas*, 15(58): 123–130.
- Laverde-Castillo, J.J.A. 1989. (1988). Notas sobre algunos serpúlidos (Annelida: Polychaeta) de Bahía Málaga, Pacífico colombiano. *Anales del Instituto de Investigaciones de Punta Betín*, 18: 83-93.

- Lazarus-Agudelo, J.F. y J.R. Cantera-Kintz. 2007. Crustáceos (Crustacea: Sessilia, Stomatopoda, Isopoda, Amphipoda, Decapoda) de Bahía Málaga, Valle del Cauca (Pacífico colombiano). *Biota Colombiana*, 8(2): 221-190.
- Lemaitre, R. y R. Álvarez. 1992. Crustáceos decápodos del Pacífico colombiano: lista de especies y consideraciones zoogeográficas. *Anales Instituto de Investigaciones Marinas de Punta Betín*, 21: 33-76.
- Lissner, A. y D. Hart. 1996. Class Echinoidea. p. 181-194 p. En: J. Blake, P. Scott y A. (ed.). Lissner Taxonomic atlas of the benthic fauna of the Santa Barbara channel. Vol 14. Miscellaneous Taxa. Santa Barbara. 305 p.
- Londoño-Mesa, M.H. 2009. Terebellidae Grube, 1850. Cap. 49 p. 641-655. En: de León-González J.A. *et al.* (eds.). Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México y América Tropical. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Mexico. 737 p.
- Longhurst, A.R. 1985a. Relationship between diversity and the vertical structure of the upper ocean. *Deep-Sea Research*, 32: 1535-1570.
- Longhurst, A.R. 1985b. The structure and evolution of plankton communities. *Progress in Oceanography*, 15: 1-35.
- Longhurst, A. y D. Pauly. 1987. Ecology of tropical oceans. Academic Press, San Diego. 497 p.
- Longhurst, A.R. 1998. Ecological Geography of the Sea. Academic Press, New York. 398 p.
- López-Peralta, R. 1984. Descripción, distribución y abundancia del ictioplancton entre 0 y 10 metros de profundidad para el Pacífico colombiano (Nov-Dic.de 1982). Trabajo de grado (Biología Marina), Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. 231 p.
- López-Peralta, R. y D. Castañeda-Suarez. 2009. Probable influencia de algunas variables abióticas y bióticas sobre la distribución de paralarvas de cefalópodos en la capa de mezcla en el Océano Pacífico colombiano. Memorias XIII Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar- COLACMAR. VIII Congreso de Ciencias del Mar Cuba. Habana (Cuba). 03-27 septiembre 2005.
- López-Peralta, R.H. y J. Medellín-Mora. 2010. Distribución de Eufausiáceos (Crustacea: Malacostraca) en el océano Pacífico colombiano durante el período 02 a 07 de septiembre de 2005. *Revista Facultad de Ciencias Básicas Universidad Militar Nueva Granada*, 6(2): 240-255.
- Lozano, Y. 2009. Estructura de la comunidad fitoplanctónica y su relación con factores abióticos en la ensenada de Tumaco, Pacífico colombiano. Tesis de Maestría (Ciencias Biológicas), Universidad del Valle. Cali. 127 p.
- Lozano-Cortés, D., E. Londoño-Cruz, V. Izquierdo, F. Arias, M. Barona y V. Zambrano. 2012. Checklist of benthonic marine invertebrates from Malaga Bay (Isla Palma and Los Negritos), Colombian Pacific. *Check List*, 8(4): 703-708.

- Lütken, C.F. 1859. Berskrivelse af de fra Vestindien og Central Amerikas Veskyst hidtil be kjendte Slangestjerner. Additamenta ad historian Ophiuridarum. p. 179-271.
- Lyman, T. 1865. Ophiuridae and Astrophytidae. *Illustrated Catalogue of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College*, 1: 1-200.
- Maluf, L.Y. 1988. Biogeography of the Central Eastern Shelf Echinoderms. p. 389–398. En: Burke, R.D., P.V. Mlademov, P. Lambert, R.L. Parsley (eds.). Echinoderm biology. Balkema Press, Rotterdam.
- Margalef, R. 1991. Teoría de los sistemas ecológicos. Publicaciones de la Universitat de Barcelona, Barcelona. 951 p.
- Merrett, N.R. y R.L. Haedrich. 1997. Deep sea demersal fish and fisheries. Chapman and Hall Press, Londres. 282 p.
- Miller, C. 2004. Biological Oceanography. Blackwell Publishing Company, Malden. 402 p.
- Miloslavich, P., E. Klein, J.M. Díaz, C.E. Hernández, G., Bigatti, L. Campos, F. Artigas, J. Castillo, P.E. Penchaszadeh, P.E. Neil, A. Carranza, M.V. Retana, J.M. Díaz de Astarloa, M. Lewis, P. Yorio, M.L. PirizD. Rodríguez, Y. Yoneshigue-Valentin, L. Gamboa y A. Martín. 2011. Marine Biodiversity in the Atlantic and Pacific Coasts of South America: Knowledge and Gaps. *PLoS ONE*, 6(1): e14631. doi:10.1371/journal.pone.0014631
- Ministerio del Ambiente. 2000. PNAOCI-Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia. Bogotá. 81 p. + anexos.
- Monsalve, B. 1976. Copépodos del Pacífico colombiano cruceros Pacífico V y VI (1976). *Divulgación Pesquera*, 18(3,4): 2-9.
- Montagut, E.A. 1998. Principales cambios en la línea de costa del municipio de San Andrés de Tumaco. *Boletín Científico Centro Control Contaminacion del Pacífico*, 7: 67-77.
- Monro, C.C.A. 1933a. The Polychaeta Errantia collected by Dr. C. Crossland at Colón, in the Panama Region, and The Galapagos Islands during the expedition of the S.Y. "George". Part I. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 1-96.
- Monro, C.C.A. 1933b. The Polychaeta Sedentaria collected by Dr. C. Crossland at Colón, in the Panama Region, and The Galapagos Islands during the expedition of the S.Y. "George". Part II. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 1039-1092.
- Mortensen, T. 1951. A Monograph of the Echinoidea. V2. Spatangoida II. Amphisternata II. Spatangidae, Loveniidae, Pericosmidae, Schizasteridae, Brissidae. C. A. Reitzel Press, Copenhagen. 593 p.
- Neil, R.A. y R.C. Maris. 1985. Fisheries biology of shrimps and shrimplike animals. p. 1-100. En: J.A Provenzano y D. Bliss (eds.). The biology of Crustacea Economic Aspects: Fisheries and Culture, The biology of crustacean. Acadey Press, New York. 331 p.

- Neira-Ortíz, R. y J.R. Cantera. 2005. Composición taxonómica y distribución de las asociaciones de equinodermos en los ecosistemas litorales del Pacífico Colombiano. *Revista Biología Tropical*, 53 (Supl 3): 195–206.
- Neira, R. y H. von Prael. 1986. Notas sobre los equinodermos de la isla de Gorgona. p. 29-57. En: Prael, H. von y M. Alberico (eds.). *Isla de Gorgona*. Banco de la República, Bogotá. 252 p.
- Neira, R., R. Pardo y J.R. Cantera. 1991. Equinodermos de la costa pacífica del Valle del Cauca. *Memorias Gobernación del Valle del Cauca*, Instituto Vallecaucano de Investigaciones Científicas INCIVA. Cali. p. 41-63.
- Ocampo-Rojas, M.A. 2012. Deep water masses and zooplankton biomass at the Avilés Canyon during March 2012: The Biocant I Cruise. Tesis de Maestría (Biodiversidad Marina y Conservación), Universidad de Oviedo. Oviedo. 30 p.
- Olsson, A. 1961. Mollusks of the Tropical Eastern Pacific: Panamic-Pacific Pelecypoda. Paleontological Research Institution, New York. 143 p.
- Opreko, D.M. 2005. A new species of antipatharian coral (Cnidaria: Anthozoa: Antipatharia) from the southern California bight. *Zootaxa*, 852: 1-10.
- Otto, R.S. y G.S. Jamieson. 2003. Commercially Important Crabs, Shrimps and Lobsters of the North Pacific Ocean. p. 235-303. En: Hendrickx, M. (ed.). *Contributions to the Study of East Pacific Crustaceans. 2. [Contribuciones al Estudio de los Crustáceos del Pacífico Este 2]*. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. México. 303 p.
- Pardo, R. y R. Neira. 1990. Lista anotada de los equinodermos de la Ensenada de Tumaco. *Memorias del VII Seminario de ciencias y tecnologías del mar*, Cali. p. 422-430.
- Parsons, T., M. Takahashi y B. Hargrave. 1984. *Biological Oceanographic Process*. Pergamon Press. Oxford. 330 p.
- Pawson, D. 2007. Phylum Echinodermata. *Zootaxa*, 1668: 749-764.
- Peña, L., M. Lewis y G. Harrison. 1989. Primary productivity and size structure of phytoplankton biomass on a transect of equator at 135°W in the Pacific Ocean. *Deep-Sea Research*, 37(2): 295-315.
- Pérez-Ruzafa, A., J.J. Alvarado, F.A. Solís-Marín, J.C. Hernández, A. Morata, C. Marcos, M. Abreu-Pérez, et al. 2013. Latin America Echinoderm Biodiversity and Biogeography: Patterns and Affinities. p. 511-542. En: Alvarado, J.J. y F.A. Solis-Marin (eds.). *Echinoderm Research and Diversity in Latin America*. Springer-Verlag, Berlin. 658 p.
- Pesantes, F. 1983. Dinoflagelados del fitoplancton del golfo de Guayaquil. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 2(2): 283-399.
- Pettibone, M.H. 1953. Some scale-bearing polychaetas of Puget Sound and adjacent waters. University of Washington Press, Seattle. 89 p.

- Prahl, von, H., F. Guhl y M. Gröl. 1979. Poliquetos de Gorgona. p. 131-140. En: Prahl von, H., F. Guhl y M. Gröl (eds.). Gorgona. Futura, Bogota.
- Prahl, H. von. 1986. Crustáceos decápodos asociados a diferentes hábitats en la ensenada de Útria, Chocó, Colombia. *Actualidades Biológicas*, 15(57): 95-99.
- Prahl, H. von. 1987. Corales ahermatípicos colectados en el Pacífico colombiano. *Revista Biología Tropical*, 35(2): 227-232.
- Prahl, H. von y F. Estipiñan. 1990. Estudio sobre las formas coralinas del género Pocillopora en la ensenada de Utría, Pacífico colombiano. *Revista de Ciencias - Universidad del Valle*, 2: 45-54.
- Prahl, H. von, F. Guhl y M. Groggl. 1978a. Crústaceos decápodos comensales del coral Pocillopora damicornis en la Isla de Gorgona, Colombia. *Anales del Instituto de Investigaciones Marinas de Punta Betín*, 10: 81-93.
- Prahl, H. von, M. Gardeazabal y R. Arreaza. 1978b. Observaciones sobre la biología del camarón azul (*Penaeus stylirostris* Stimpson). *Cespedesia*, 7(25-26): 25-47.
- Prahl, H. von, F. Guhl y M. Groggl. 1978c. Carídeos (Decapodos, Natantia, Palaemonidae) de Gorgona. *Cespedesia*, 7(25-26): 49-64.
- Prahl, H. von, H. Escobar y D. Molina-Torrealba. 1986. Octocorales (Octocorallia: Gorgoniidae y Plexauridae) de aguas someras del Pacífico colombiano. *Revista Biología Tropical*, 34(1): 13-33.
- Puentes, V. 2007. Catch composition of the deep sea shrimp fishery (*Solenocera Agassizi* Faxon, 1893; *Farfantepenaeus californiensis* Holmes, 1900 and *Farfantepenaeus brevisrostris* Kingsley, 1878) in the Colombian Pacific Ocean. *Gayana*, 71(1): 84-95.
- Ramírez, J. 2000. Fitoplancton de agua dulce. Bases ecológicas, taxonómicas y sanitarias. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín. 207 p.
- Ramírez-Roa, D.G. y A. Giraldo. 2006. Estructura comunitaria del fitoplancton de la cuenca del océano Pacífico colombiano durante la campaña oceanográfica Pacífico XXXIX – ERFEN XXXVII. *Boletín Científico CCCP*, 13: 65-84.
- Ramírez-Roa, D.G., A. Giraldo y J. Tovar. 2006. Producción primaria, biomasa y composición taxonómica del fitoplancton costero y oceánico en el Pacífico colombiano (septiembre-octubre 2004). *Investigaciones Marinas*, 34(2): 211-216.
- Ramos-Tafur, G. 1989. Estudio biosistemático de los camarones alfeidos (Crustacea: Caridea: Alpheidae) de la costa pacífica de Colombia. Trabajo de grado (Biología), Universidad del Valle. Cali. 119 p.
- Rathbun, M.J. 1937. The oxystomatous and allied crabs of America. Smithsonian Institution United States, *National Museum Bulletin*, 166: 1-278 p.
- Read, G. y K. Fauchald (Ed.). 2013 World Polychaeta database. Accessed at <http://www.marinespecies.org/polychaeta> on 2013-05-20.

- Reish, D.J. 1968. A biological survey of Bahía de Los Angeles, Gulf of California, Mexico, Benthic polychaetous annelids. *Transactions of the San Diego Society of Natural History*, 15: 67–106.
- Retamal, M.A. 1981. Catálogo ilustrado de los crustáceos decápodos de Chile. *Gayana, Zoología*, 44: 1-110.
- Reyes, J. 2000. Lista de los Corales (Cnidaria: Anthozoa: Scleractinia) de Colombia. *Biota Colombiana*, 1(2): 164- 76.
- Reyes, J., N. Santodomingo y P. Flórez. 2010. Corales escleractinios de Colombia. Invemar, Serie de Publicaciones Especiales, No. 14. Santa Marta. 246 p.
- Rioja, E. 1941. Estudios anelidológicos III. Datos para el conocimiento de la fauna de poliquetos de las costas del Pacífico de México. *Anales del Instituto de Biología, Serie Zoología-UNAM*, 12: 669–746.
- Ríos, R., G.E. Ramos y H. von Prael. 1990. Notas sobre un extraño ermitaño, *Xylopagurus cancellarius* Walton, 1950 (Crustácea: Anomura: Paguridae) del Pacífico colombiano. *Revista de Ciencias Universidad del Valle*, 2: 77-81.
- Ríos-Díaz, F., F.J. Barón-López, E. Sánchez-Font y L. Parras-Guijosaste. 2011. Versión electrónica del manual de la Universidad de Málaga: Bioestadística, métodos y aplicaciones. U.D. Bioestadística. Facultad de Medicina-Universidad de Málaga, Málaga. 332 p.
- Robertson, R. y G.R. Allen. 2008. Shorefishes of the Tropical Eastern Pacific online information system. Version 1.0. Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, Panamá. www.neotropicalfishes.org/sftep, www.stri.org/sftep
- Rouse, G.W. y F. Pleijel. 2001. Polychaetes. Oxford University Press, New York. 354 p.
- Rubio, E.A. 1987. Lista sistemática de peces costeros y de profundidad del Pacífico colombiano. Centro de Publicaciones Facultad de Ciencias - Universidad del Valle, Cali. 258 p.
- Ryther, J.H. y C.S. Yentsch. 1957. The Estimation of phytoplankton production in the ocean from chlorophyll and light data. *Limnology and Oceanography*, 6: 235-238.
- Salazar, C.S. 2001. Caracterización de la estructura fitoplanctónica en aguas del Pacífico colombiano y su relación con eventos asociados al fenómeno del Niño. Trabajo de grado (Biología), Universidad del Valle. Cali. 59 p.
- Salazar-Silva, P. 2006. Scaleworms (Polychaeta: Polynoidae) from the Mexican Pacific and some other Eastern Pacific sites. *Investigaciones Marinas, Valparaíso*, 34(2): 143-161.
- Salazar-Silva, P. 2009. Polynoidae Kinberg, 1856. Cap. 39 p. 449-471. En: de León-González J.A. *et al.* (eds.). Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México y América Tropical. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México. 737 p.
- Salazar-Vallejo, S.I. y M.H. Londoño-Mesa. 2004. Lista de especies y bibliografía de poliquetos (Polychaeta) del Pacífico Oriental Tropical. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología*, 75(1): 9-97.

- Salazar-Vallejo, S.I., J.A. De León-González y H. Salaices-Polanco. 1989. Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México. Libros universitarios UABCS, La Paz. 212 p.
- Saltzman, J. y K.F. Wishner. 1997. Zooplankton ecology in the Eastern Tropical Pacific oxygen minimum zone above a seamount: 1. General trends. *Deep-Sea Research I*, 44(6): 907-930.
- Segura, L., R.M. Hernández y L. Morones. 1992. Distribución y abundancia de los quetognatos (Chaetognatha) en la región del Domo de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 40(1): 35-42.
- Sell, D.W. y M.S. Evans. 1982. A Statistical analysis of subsampling and an evaluation of the Folsom plankton Splitter. *Hydrobiología*, 94: 223-230.
- Sendall, K. y S.I. Salazar-Vallejo. 2013. Revision of *Sternaspis* Otto, 1821 (Polychaeta, Sternaspidae). *ZooKeys*, 286: 1-74.
- Shipe, B., M. Brzezinski, C. Pilskaln y T. Villareal. 1999. *Rhizosolenia* mats: an overlooked source of silica production in the open sea. *Limnology and Oceanography*, 44: 1282-1292.
- Smayda, T.J. 1990. Harmful algal blooms: their ecophysiology and general relevance to phytoplankton blooms in the sea. *Limnology and Oceanography*, 42(5, part 2): 1137-1153.
- Sommer, U. y H. Stibor. 2002. Copepoda - Cladocera - Tunicata: The role of three major mesozooplankton groups in pelagic food webs. *Ecological Research*, 17: 161-174.
- Steemann-Nielsen, E. 1960. Fertility of the oceans: productivity, definition and measurement. p. 129-164. En: Hill, M.N. (ed). The composition of Sea-water-comparative and descriptive oceanography. Harvard University Press, Harvard. 572 p.
- Sterling, J.E. 1978. Estudio taxonómico de los peces marinos del Pacífico colombiano: p. 678-708. En: Vegas, M. y R. Rojas (eds.). Memorias del primer seminario sobre el Océano Pacífico Sudamericano Cali, Colombia 1976. Universidad del Valle - Colciencias, Cali. 767 p.
- Sanders, H.L. y R. Hessler. 1969. Ecology of deep sea benthos. *Science*, 163: 1419-1424.
- Scarabino, V. 1979. Les Scaphopodes bathyaux et abyssaux de l'Atlantique Occidental (Systematique, Distribution, Adaptations). Nouvelle classification pour l'ensemble de la classe. Tesis Doctoral (Oceanología), Université d'Aix- Marseille II. Marsella. 154 p.
- Scarabino, V. 1986a. Nuevos taxos abisales de la clase Scaphopoda (Mollusca). *Comunicaciones Zoológicas del museo de Historia Natural de Montevideo*, 11(155): 1-9 + 24 figs.
- Scarabino, V. 1986b. Systematics of Scaphopoda (Mollusca). I. Three new bathyal and abyssal taxa of the orden Gadilia from south and North Atlantic Ocean. *Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo*, 11(161): 1-6 + 3 láms.
- Segura-Quintero, C., D. Alonso y L.F. Ramírez. 2012. Análisis de vacíos de representatividad en las áreas marinas protegidas del sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 41(2): 299-322.

- Selenka, E. 1867. Beitrage zur Anatomie und Systematik der Holthurien. *Zeitschrift fur wissenschaftliche Zoologie, Leipzig*, 17: 291-374.
- SIBM - Sistema de Información sobre Biodiversidad Marina. 2013. Base de datos. Consultado el 14 de marzo de 2012. Disponible en <http://siam.invemar.org.co/siam/sibm/index.jsp>
- Sigwart, J. y B. Sirenko. 2012. Deep-sea chitons from sunken wood in the West Pacific (Mollusca: Polyplacophora: Lepidopleurida): Taxonomy, Distribution, and Seven New Species. *Zootaxa*, 3195: 1-38.
- Sladen, W.P. 1889. Asteroidea. *Report of the Scientific Results Voyage of H.M.S. "Challenger" 1873-76*, 30: 1-893.
- Steiner, G. y A.R. Kabat. 2001. Catalogue of supraespecific taxa of Scaphopoda (Mollusca). *Zoosystema*, 23(3): 433-460.
- Solís Weiss, V. 1997. Atlas de anélidos poliquetos de la plataforma continental del Golfo de California, México, UNAM. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. B113. México, D.F.
- Strathmann, R.R. 1977. Egg size, larval development, and juvenile size in benthic marine invertebrates. *The American Naturalist*, 111(978): 373-376.
- Tabassum, A. y S. Saifullah. 2011. Centric diatoms from the North Arabian Sea Shelf of Pakistan: species composition and distribution of centric diatoms from the North Arabian Sea Shelf of Pakistan. *Pakistan Journal of Botany*, 43(4): 2187-2193.
- Takeda, M. y T. Okutani. 1983. Crustaceans and mollusks trawled off Suriname and French Guiana. Japan Marine Fishery Resource Research Center, Tokio. 185 p.
- Taylor, L.R. 1961. Aggregation, variance, and the mean. *Nature*, 189: 732-735.
- Tomas, C.R. (Ed.). 1993. Marine phytoplankton. A guide to naked flagellates and coccolithophorids. Academic Press, San Diego. 263 p.
- Tomas, C.R. (Ed.) 1997. Identifying marine phytoplankton. Academic Press, San Diego. 858 p.
- Torodova, V. y T. Konsulova. 2000. Long term changes and recent state of macrozoobenthic communities along the Bulgarian Black Sea coast. *Mediterranean Marine Science*, 1: 123-131.
- Treadwell, A.L. 1941. Eastern Pacific Expeditions of the New York Zoological Society. 23. Polychaetous annelids from the west coast of Mexico and Central America. *Zoologica*, 26: 17-24.
- Uribe, H.J. 2003. Relación entre las condiciones ambientales y la comunidad fitoplanctónica (diatomeas y dinoflagelados) de la cuenca del Pacífico colombiano (1996-2001). Trabajo de grado (Biología Marina), Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. 89 p.
- Vadrucchi, M.R, M. Cabrini y A. Basset. 2007. Biovolume determination of phytoplankton guilds in transitional water ecosystems of Mediterranean Ecoregion. *Transitional Waters Bulletin*, 2: 83-102.

- Valencia, B. y A. Giraldo. 2009. Hipéridos (Crustacea: Amphipoda) en el sector norte del POT colombiano. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 37(2): 265-273.
- Valentich, P. y J. Blake (ed.). 1998. Taxonomic atlas of the benthic fauna of the Santa Maria Basin and western Santa Barbara Channel. Volume 3. The Cnidaria. Special Publications of the Santa Barbara Museum of Natural History, Santa Barbara. 150 p. + illustrations.
- Vargas-Ángel, B. 1996. Distribution and community structure of the reef corals of ensenada de Utría, Pacific coast of Colombia. *Revista Biología Tropical*, 44(2): 643-651.
- Varila, D.A. 2004. Diversidad y distribución de los crustáceos decápodos del Infraorden Brachyura de la plataforma continental y talud superior de la parte norte del Pacífico colombiano. Trabajo de grado (Biología Marina), Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. 129 p.
- Vega, A.J. y A. González. 2002. Moluscos del Pacífico Veraguense, Parte II (Gasterópoda). *Tecnociencia*, 4(1): 23-45.
- Vegas, M. 1971. Introducción a la ecología del bentos marino. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Washington. 100 p.
- Velasco-Vinasco, E. y E. Rodríguez-Rubio. 2010. Variabilidad mareal y temporal del zooplancton en la Bahía de Tumaco, Pacífico colombiano. *Boletín Científico CIOH*, 28: 227-247.
- Verrill, A.E. 1867. The Echinoderms of Panama and west coast of America. *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Science*, 1: 251-322.
- Vidondo, B., Y.T. Prairie, J.M. Blanco y C.M. Duarte. 1997. Some aspects of the analysis of size spectra in aquatic ecology. *Limnology and Oceanography*, 42: 184-192.
- Vizcaíno, Z. 1993. Fitoplancton del Pacífico colombiano como indicador del fenómeno del Niño. Trabajo de grado (Biología), Universidad del Valle. Cali. 71 p.
- Voss, G.L. 1971. Narrative of R/V John Elliott Pillsbury, cruise P-7101 to Central America, 20 January - 5 February 1971. 31 p.
- Wicksten, M.K. 1988. A new species of snapping shrimp from the Pacific coast of Colombia (Decapoda: Caridea: Alpheidae). *Crustaceana*, 54(1): 1-4.
- Whitmire, C.E. y M.E. Clarke. 2007. State of deep coral ecosystems of the U.S. Pacific Coast: California to Washington. p. 109-154. En: Lumsden, S.E., T.F. Hourigan, A.W. Bruckner y G. Dorr (eds.). The State of deep coral ecosystems of the United States NOAA.
- Yamaji, I. 1980. Illustrations of marine Plankton of Japan. Oikusha Publishing Co., Osaka. 537 p.
- Yoklavich, M.M. y M.S. Love. 2005. Christmas tree corals: A new species discovered off Southern California. *Journal of Marine Education*, 21: 27-30.
- Young R.E., M. Vecchione y K.M. Mangold. 2010. Cephalopoda Cuvier 1797. Octopods, Squids, nautilus, etc... Version 03, Mayo 2010 (en construcción). <http://tolweb.org/Cephalopoda/19386/2010.05.03> en: The Tree of Life Web Project, <http://tolweb.org/>.

- Zamorano, P. y P.E. Hendrickx. 2012. Moluscos de aguas profundas del sur del Golfo de California. p. 243-281. En: Zamorano, P., M.E. Hendrickx y M. Caso (eds.). Biodiversidad y comunidades del talud continental del Pacífico mexicano. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales e Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). Mexico. 468 p.
- Zamorano, P., P.E. Hendrickx y A. Toledano-Granados. 2007a. Distribution and ecology of deep-water mollusks from the continental slope, southeastern Gulf of California, Mexico. *Marine Biology*, 150: 883-892.
- Zamorano, P., P.E. Hendrickx y A. Toledano-Granados. 2007b. New geographic and depth records for deep-water mollusks in the Gulf of California, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78: 311-318.
- Zapata, F.A., M. Rodríguez-Ramírez, C. Rodríguez-Morenoy, M. Muñoz y M. Lopez-Victoria. 2007. Confirmation of the cocurrence of the coral *Pavona Chiriquiensis* Glynn, Maté and Stemann (Cnidaria: Anthozoa: Agariciidae) in the Colombian Pacific. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 36: 307-312.
- Zhou, M. 2006. What determines the slope of a plankton biomass spectrum?. *Journal of Plankton Research*, 28(5): 437-448.
- Zhou, M. y M.E. Huntley. 1997. Population dynamics theory of plankton based on biomass spectra. *Marine Ecology Progress Series*, 159: 61-73.

CARTOGRAFÍA Y GEOSERVICIOS

1. CARTOGRAFÍA

1.1 MÉTODOS

El INVEMAR acorde con su sistema de gestión de calidad estableció 11 actividades a seguir para la administración de datos y productos cartográficos de un proyecto. Dentro de los cuales esta la recopilación de información, modelo y estructuración de datos, análisis espacial, generación de salidas gráficas y metadatos. El diagrama de la Figura 115 muestra los distintos procesos realizados para llegar a los productos cartográficos, desde la recolección y organización de los datos insumos, hasta el diseño de los mapas y representación cartográfica.

La información temática fue suministrada por los investigadores de cada componente, haciendo el ajuste necesario para su posterior edición. Toda la información espacial fue procesada bajo estándares SIG, de este modo se creó una base de datos espacial (GDB) Geodatabase, que funciona como repositorio de los archivos georreferenciados bajo el sistema de coordenadas Magna Sirgas.

1.2 RESULTADOS

Se realizaron un total de 31 mapas en formato media carta (139,7mm x 107,95mm) a diversas escalas. Asociados a estos, se realizaron 4 mapas en tamaño carta, incluidos en el Informe Técnico Final (Tabla 13 y Tabla 14).

Tabla 13. Descripción de los productos cartográficos tamaño carta.

Producto	Formato
1) Mapa de geomorfología del bloque	Digital
2) Mapa de geomorfología pacífico	Digital
3) Mapa de perfiles batimétricos	Digital
4) Mapa de proporción de individuos y morfoespecies	Digital

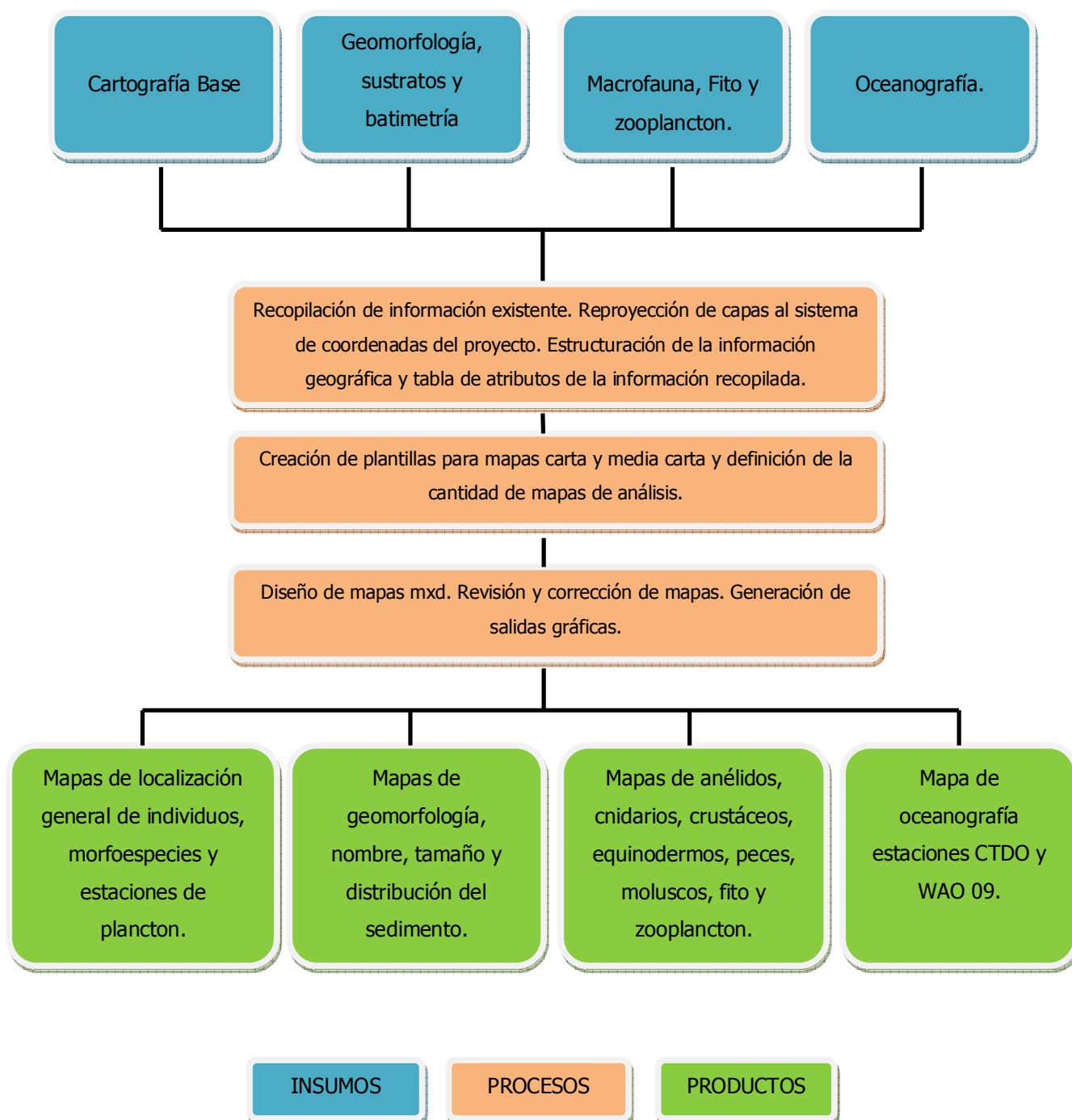


Figura 115. Proceso metodológico de la cartografía temática acorde a los lineamientos internos de gestión de información del Invemar.

Tabla 14. Descripción de los productos cartográficos tamaño media carta.

Producto	N° de mapas	Formato
1) Mapas de Anélidos	2	Digital
2) Mapas de Cnidarios	2	Digital
3) Mapas de Crustáceos	2	Digital
4) Mapas de Equinodermos	2	Digital
5) Mapas de Fitoplancton abundancia	3	Digital
6) Mapas de Fitoplancton clorofila	3	Digital
7) Mapas de Moluscos	2	Digital
8) Mapas de Peces	2	Digital
9) Mapa de Oceanografía	1	Digital
10) Mapa de Plancton general	1	Digital
11) Mapas de Zooplancton	6	Digital
12) Mapas de Sedimentos	4	Digital
13) Mapa del Área de estudio	1	Digital

Estructura e incorporación de información base y temática a la geodatabase

Una vez la información espacial esta lista, se carga al modelo de datos implementado en una geodatabase de ArcGIS. La geodatabase TUMACO_OFFSHORE_B6-7.gdb, como se observa en la Figura 116, está clasificada en cinco "Feature Data Set" denominados: Base, Batimetría, Biotico, Geomorfología y Oceanografía. Cada Data Set almacena las capas que le corresponden de acuerdo a su clasificación básica y temática. Se generaron metadatos bajo el formato ISO 19139 en el software ArcGis® de Esri.



Figura 116. Estructura de la geodatabase de ArcGIS.

Información básica y temática para capas almacenadas en la geodatabase

En las Tabla 15 y Tabla 16, se encuentran listadas las capas incorporadas a la fecha en los Dataset: Base, Batimetría, Biotico, Geomorfología y Oceanografía; incluyendo el nombre de la temática, del Feature Class, del Dataset, y geometría.

Tabla 15. Información base almacenada en la geodatabase TUMACO_OFFSHORE_B6-7.gdb.

Descripción	Nombre del feature class	Nombre del dataset	Geometría
Centros poblados del Pacífico	CentrosPoblados	Base	Polígono
Departamentos del Pacífico	Departamento	Base	Polígono
Ríos principales del Pacífico	HodroDoble	Base	Polígono
Límite de países del continente americano	Limite_Colombia	Base	Polígono
Municipios del Pacífico	Municipios	Base	Polígono
Ríos principales y secundarios de la zona costera	Ríos	Base	Línea

Tabla 16. Información temática almacenada en la geodatabase TUMACO_OFFSHORE_B6-7.gdb.

Descripción	Nombre del feature class	Nombre del dataset	Geometría
Isobatas del bloque de exploración	Isobatas	Batimetría	Línea
Estaciones de cnidarios	EAcnidarios	Biótico	Punto
Estaciones de crustáceos, peces y equinodermos	EAspecificos	Biótico	Punto
Estaciones de moluscos	EAmoluscos	Biótico	Punto
Estaciones de fitoplancton	EstacioFito	Biótico	Punto
Estaciones de fitoplancton	EstacioFito2	Biótico	Punto
Estaciones de clorofila	EstacionClorofila	Biótico	Punto
Estaciones de zooplancton	EstacionesZoo	Biótico	Punto
Geomorfología bloques de exploración	Geom_Egoro	Geomorfología	Polígono
Geomorfología del pacífico colombiano	Geom_Pacifico	Geomorfología	Polígono
Estaciones de sustrato	Muestreos_sustratos_tumaco	Geomorfología	Punto
Estaciones CTDO	EstacionesCTDO	Oceanografía	Punto
Estaciones WAO	WAO_09	Oceanografía	Punto

2. SIBM

2.1 MÉTODOS

Como preparación para el desarrollo del Geovisor y la generación de mapas primarios útiles en los procesos de análisis de los diversos componentes del proyecto, se llevó a cabo la documentación básica del proyecto en la base de datos del Sistema de Información sobre Biodiversidad Marina (SIBM). Esto incluyó el ingreso de información sobre la campaña, la cobertura espacio-temporal, los ambientes muestreados, entidades ejecutoras y detalles sobre las estaciones asociadas con su debida georreferenciación; todo acorde a los estándares y formatos establecidos para este fin.

2.2 RESULTADOS

El Sistema de Información sobre Biodiversidad Marina cumple un papel importante en el desarrollo de los diferentes proyectos emprendidos por el Invemar para la identificación y valoración de la biodiversidad marina, toda vez que es una eficiente herramienta de acopio, organización y cuidado de los datos, lo cual lo convierte en uno de los principales instrumentos de apoyo para los investigadores en el ejercicio de análisis de información. En ese mismo sentido, en el marco del Sistema de Información Ambiental Marina – SIAM, toda la información contenida en su base de datos se integra a otros subsistemas, portales y geoservicios, para apoyar los procesos de gestión de información. Por otra parte, el SIBM constituye la herramienta de documentación y custodia de datos de las colecciones del Museo de Historia Natural Marina de Colombia (MHNMC).

Conforme a lo anterior, como producto del proyecto Tumaco offshore se ingresaron un total de 70 estaciones discriminadas por muestreo (Tabla 17). De igual forma, una vez finalizado el procesamiento y análisis de muestras biológicas, se documentaron en la base de datos los registros biológicos correspondientes a 717 lotes de organismos ingresados a las colecciones del MHNMC; los datos serán sometidos a un proceso de validación y catalogación determinado por los procedimientos y estándares internos del Museo y una vez éste finalice esa tarea, se

cargarán al sistema y quedarán visibles en el sitio web del SIBM para la consulta libre de los usuarios.

Tabla 17. Información temática almacenada en la geodatabase TUMACO_OFFSHORE_B6-7.gdb.

Descripción Muestreo	Prefijo estación	Total estaciones ingresadas al SIBM
Macrofauna bentónica, arrastres	EA	14
Sedimentos	EB	12
Fitoplancton	EF	15
Fitoplancton, botella	EBT	7
CTDO	EC	7
Zooplancton	EZ	15

3. GEOVISOR

3.1 MÉTODOS

Servicios

La creación y publicación de los Geoservicios fueron realizados utilizando la plataforma ArcGIS Server 10 basada en Microsoft .Net Framework. Para una mayor interoperabilidad entre plataformas fueron desarrolladas dos versiones del servicio de mapas, una basada en estándares OGC (Open Geospatial Consortium), el Web Map Services (WMS) y otra utilizando el estándar Mapservices, propiedad de ESRI, estos servicios se implementaron utilizando las herramienta ArcCatalog y pueden ser accedidos desde <http://gis.invemar.org.co/ArcGIS/rest/services/ANH2>

Geovisor

Un servicio geográfico de mapas en línea "geoservicio", es una herramienta que a través de la Web brinda acceso a información geográfica, bases de datos y herramientas multimedia, a usuarios interesados en consultar o producir información. Para ello se vale de estándares y protocolos que permiten que la información sea visible entre ellos mediante aplicaciones compatibles que interpreten esta información estandarizada. Los protocolos y lenguajes

manejados en la información geográfica en Web han sido definidos por el Open Geospatial Consortium (OGC). De manera general, los estándares utilizados en este proyecto para el adecuado funcionamiento de los geoservicios, fueron:

- Simbología y Representación usados por los Servicios de Mapas para el despliegue de información geográfica en línea, SLD.
- Lenguaje de Marcado Geográfico en XML para definición y estructuración de datos geográficos en línea.
- Servicios de mapas para la visualización (WMS) de información geográfica en línea. El servicio WMS no tiene acceso a los datos, sino a una representación de los datos geográficos con propiedades de consulta a los datos geográficos

El geoservicio implementado en este proyecto está compuesto por un conjunto de capas básicas y temáticas que están disponibles para el área de estudio de los bloques OFFSHORE 6 y 7. Esta aplicación fue desarrollada utilizando el marco de trabajo flexviewer, el cual está construida sobre la API de ArcGIS Server para Adobe Flex, dando como resultado una herramienta más amigable para el usuario.

3.2 RESULTADOS

La actualización de datos en el geovisor se realizó de acuerdo a los componentes trabajados en el proyecto. Además de algunas mejoras en la presentación de la información, como el mapa base de fondo que presentaba una velocidad ineficiente para el usuario, para esto se cacheo el servicio que contiene la base; otro cambio de mejora para el usuario fue el aumento de la tolerancia para la herramienta "identificar", debido a que el buffer que manejaba era muy pequeño para lograr identificar un punto en una escala poco detallada. En el componente de batimetría se dividió el árbol de información en isobatas y modelos de elevación digital (MED), mostrando de forma separada los perfiles batimétricos y las estaciones de arrastre, las cuales tienen asociado información en gráficas y metadatos que pueden ser vistos a través de la herramienta identificar (Figura 117).

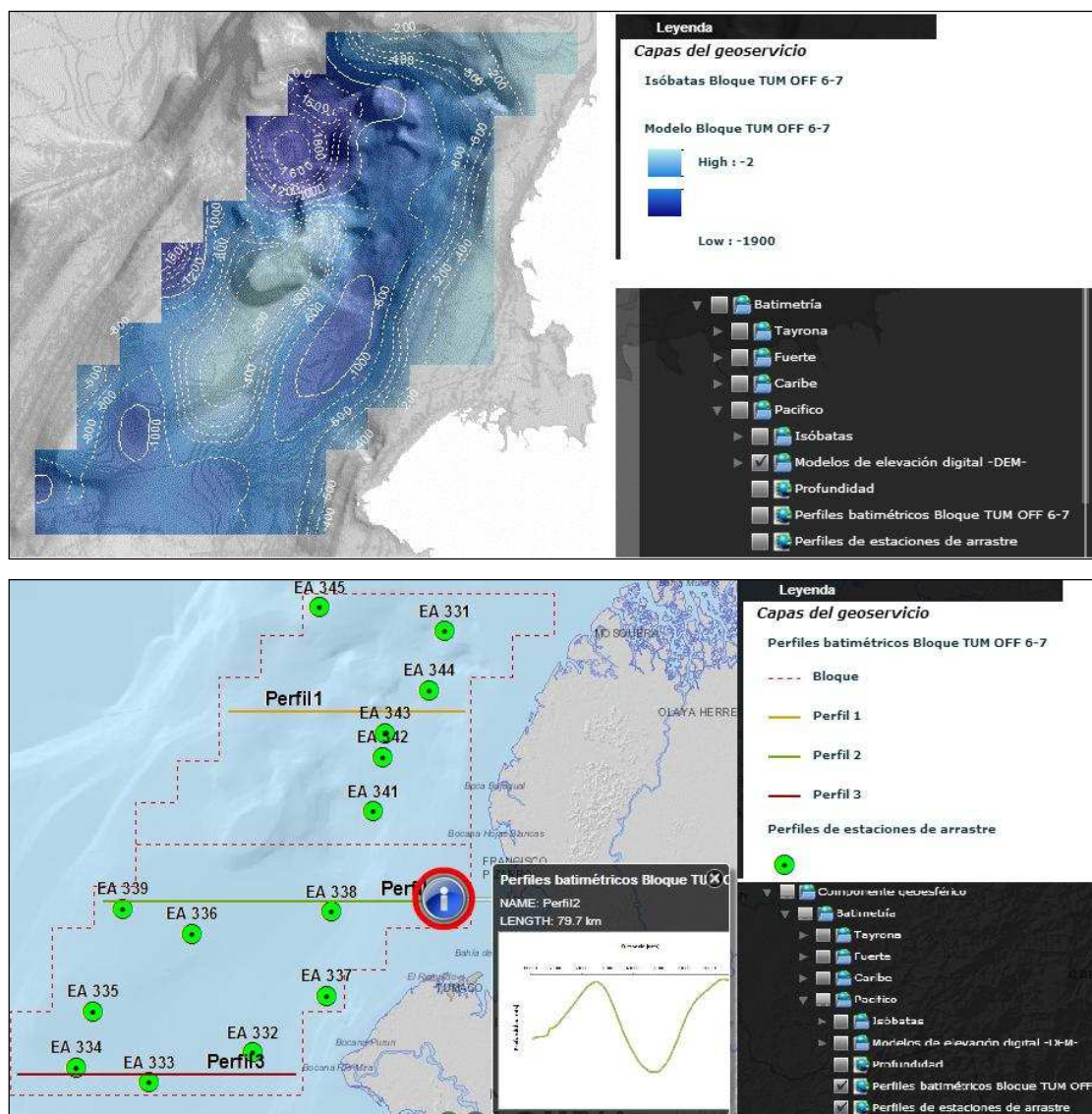


Figura 117. Visualización del componente batimétrico. Modelo DEM (arriba); Descripción de la información asociada mediante la herramienta Identificar (abajo).

La información geomorfológica se dividió dentro del componente geoesférico del visor entre la región pacífica y los bloques de exploración con datos más detallados. Este último contiene las características de los sedimentos, como su tamaño, distribución, nombre y selección (Figura 118).

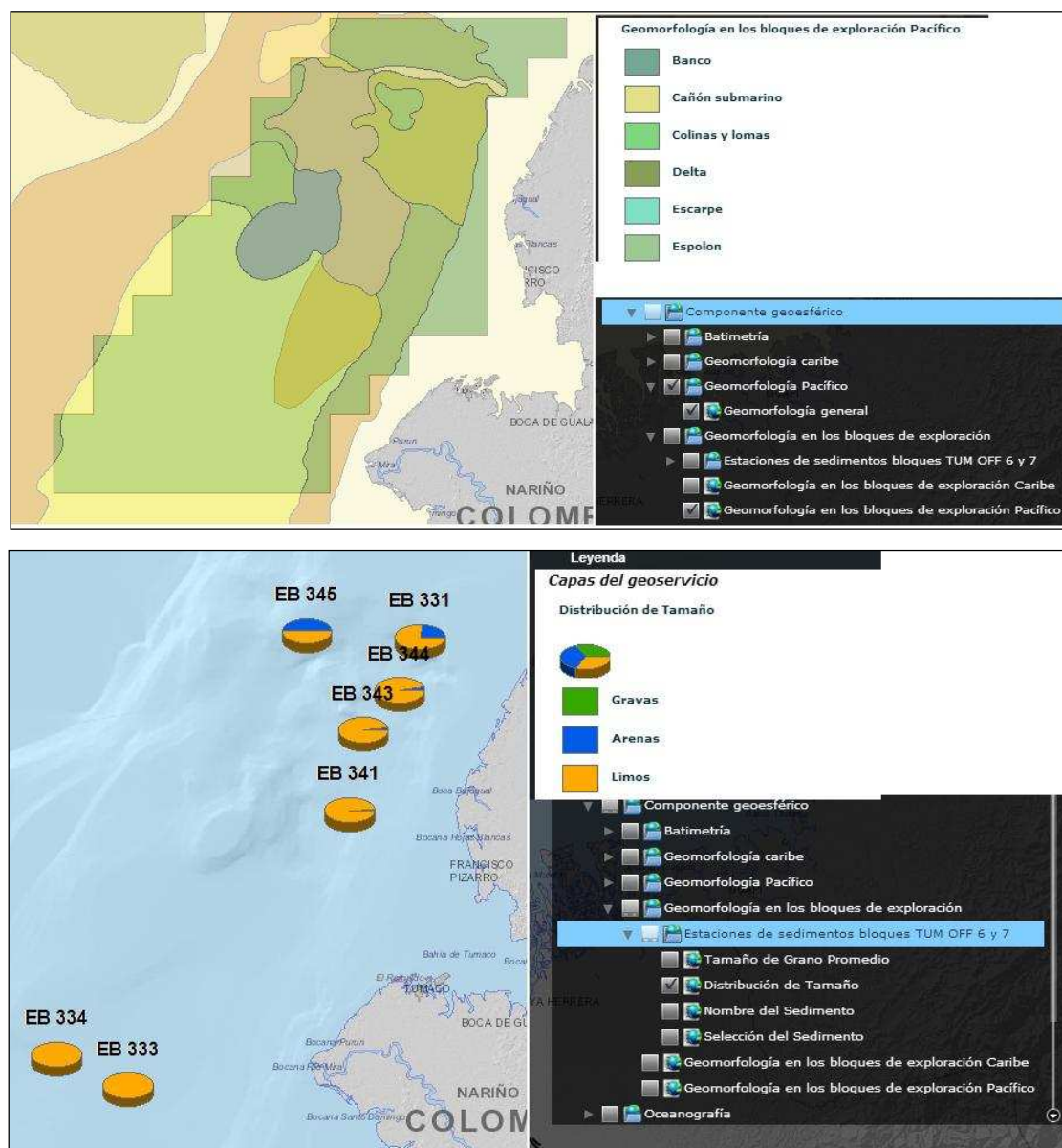


Figura 118. Visualización del componente geosférico. Geomorfología (arriba), Información asociada de los sedimentos en el área (abajo).

La información de muestreos biológicos de los bloques TUM OFF 6 y 7 quedo en la sección de "distribución de grandes grupos pacífico", donde esta dividido por grupos de macrofauna: anélidos, cnidarios, crustáceos, equinodermos, moluscos y peces. Los datos de fitoplancton, clorofila y zooplancton se encuentran en "oceanografía biológica TUM OFF 6 y 7" (Figura 119).

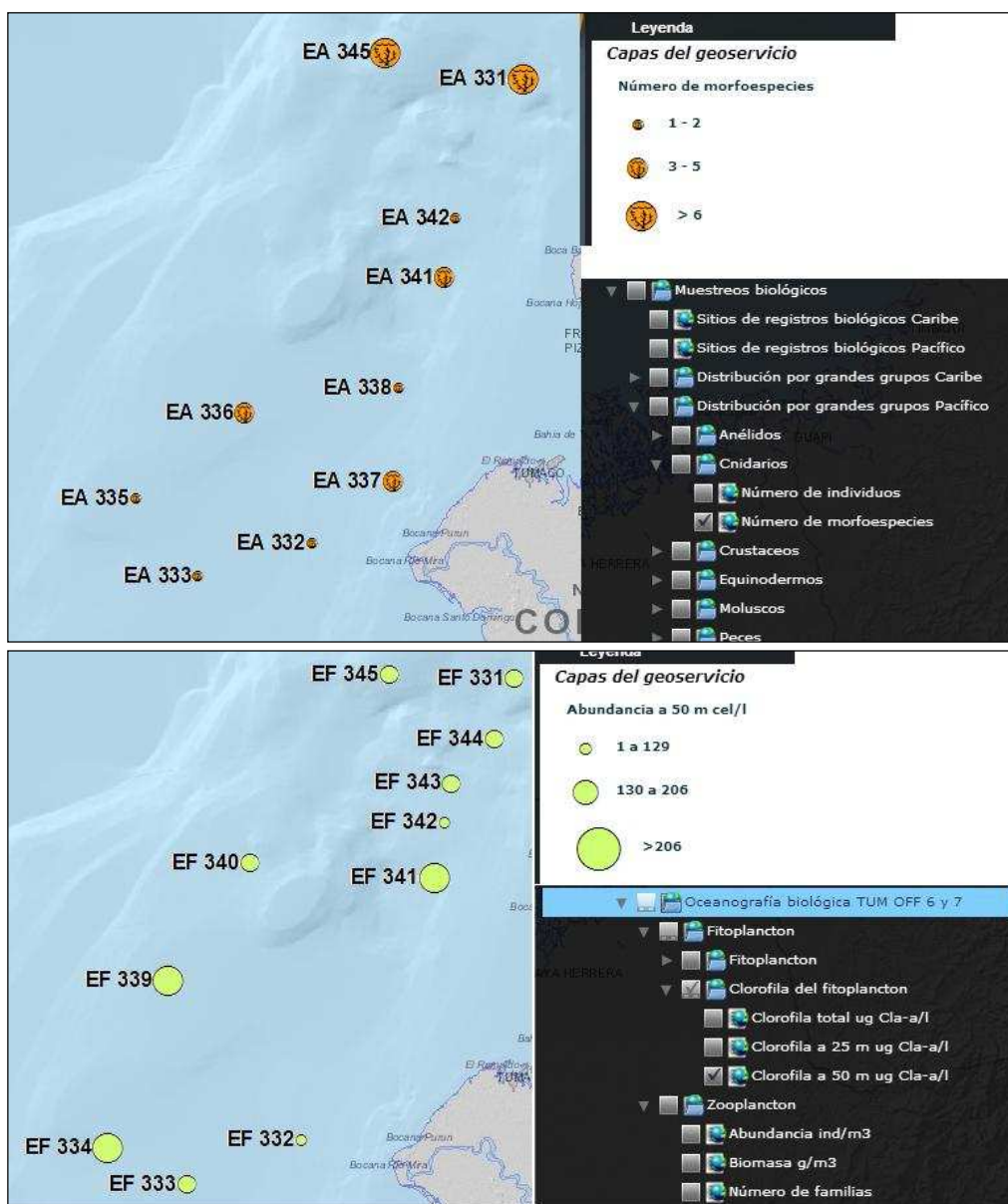


Figura 119. Visualización muestreos biológicos. Consulta para distribución de cnidarios (arriba). Consulta para distribución del fitoplancton (abajo).

Las estaciones CTDO y WAO 09 están organizadas dentro de "oceanografía física" y "oceanografía pacífico" (Figura 120), conservando la misma simbología de las estaciones CTDO Caribe.

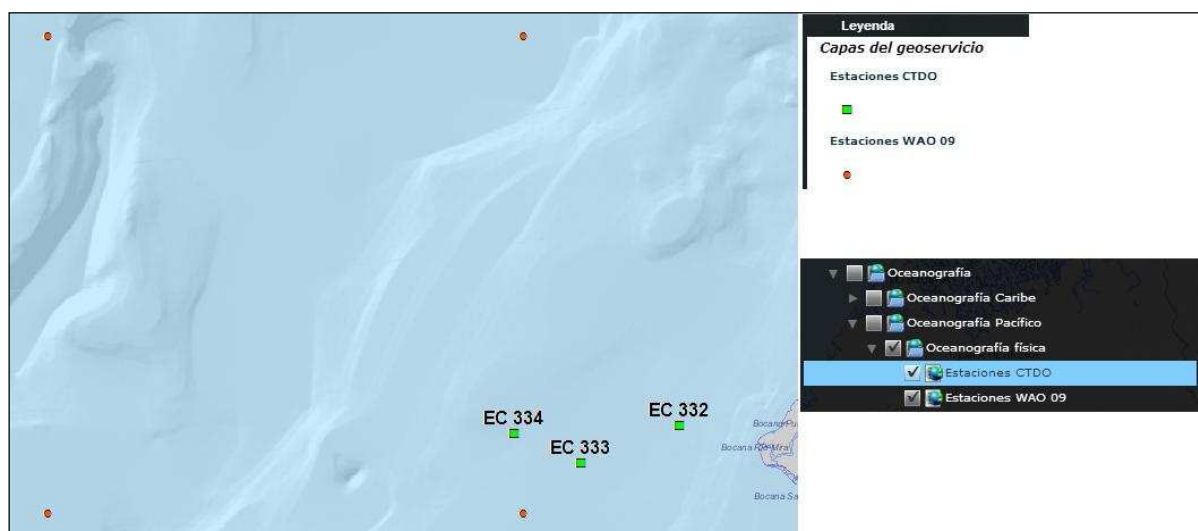


Figura 120. Visor para las estaciones de CTDO evaluadas y WAO 09 usadas como información complementaria.

4. PORTAL

4.1 MÉTODOS

El proceso de actualización de contenidos del Sitio Web *Biodiversidad marina en los bloques de exploración de hidrocarburos* se centró en primer lugar, en establecer la información relevante para el Pacífico colombiano, teniendo en cuenta la arquitectura de datos establecida en la creación del Sitio Web para la región Caribe. La siguiente etapa estuvo enmarcada en establecer la mejor forma de ingresar la nueva información, sin perder las características de simplicidad y facilidad de uso que caracterizan el Sitio. Para esto, se estableció dividir la información en Caribe y Pacífico utilizando el modelo gráfico de pestañas (Figura 121), actualizando algunos contenidos generales como página principal, sección de otros productos y equipo de trabajo, e ingresando la nueva información referente a la región Pacífico.

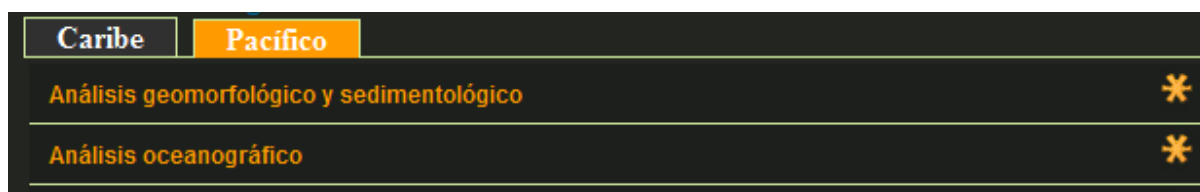


Figura 121. Distribución de contenidos en las pestañas del portal "Biodiversidad marina en los bloques de exploración de hidrocarburos".

4.2 RESULTADOS

El desarrollo de proceso de actualizado se realizó manteniendo el mismo arbol del Sitio, actualizando contenidos generales y agregando nuevo contenido para la región Pacífico. En la página inicial se editó todo el contenido, abarcando información del Caribe y Pacífico; para la sección de Productos relacionados se agregó la nueva información obtenida del proyecto y en la sección de Equipo de trabajo se incluyeron los nuevos investigadores que participaron en el desarrollo de proyecto.

Los cambios de mayor desarrollo de se llevaron a cabo en la sección de de Metodologías y Logros. A la sección de metodologías se le incluyó toda la información pertinente para el desarrollo del proyecto en el Pacífico, tal como: Análisis geomorfológico y sedimentológico, Análisis oceanográfico, Análisis biológico. Así mismo para la sección de Logros, el contenido referente al pacífico quedó estructurado así: Contribución de conocimiento en Biodiversidad Marina, Consolidación de Tecnologías de Información (Figura 122).

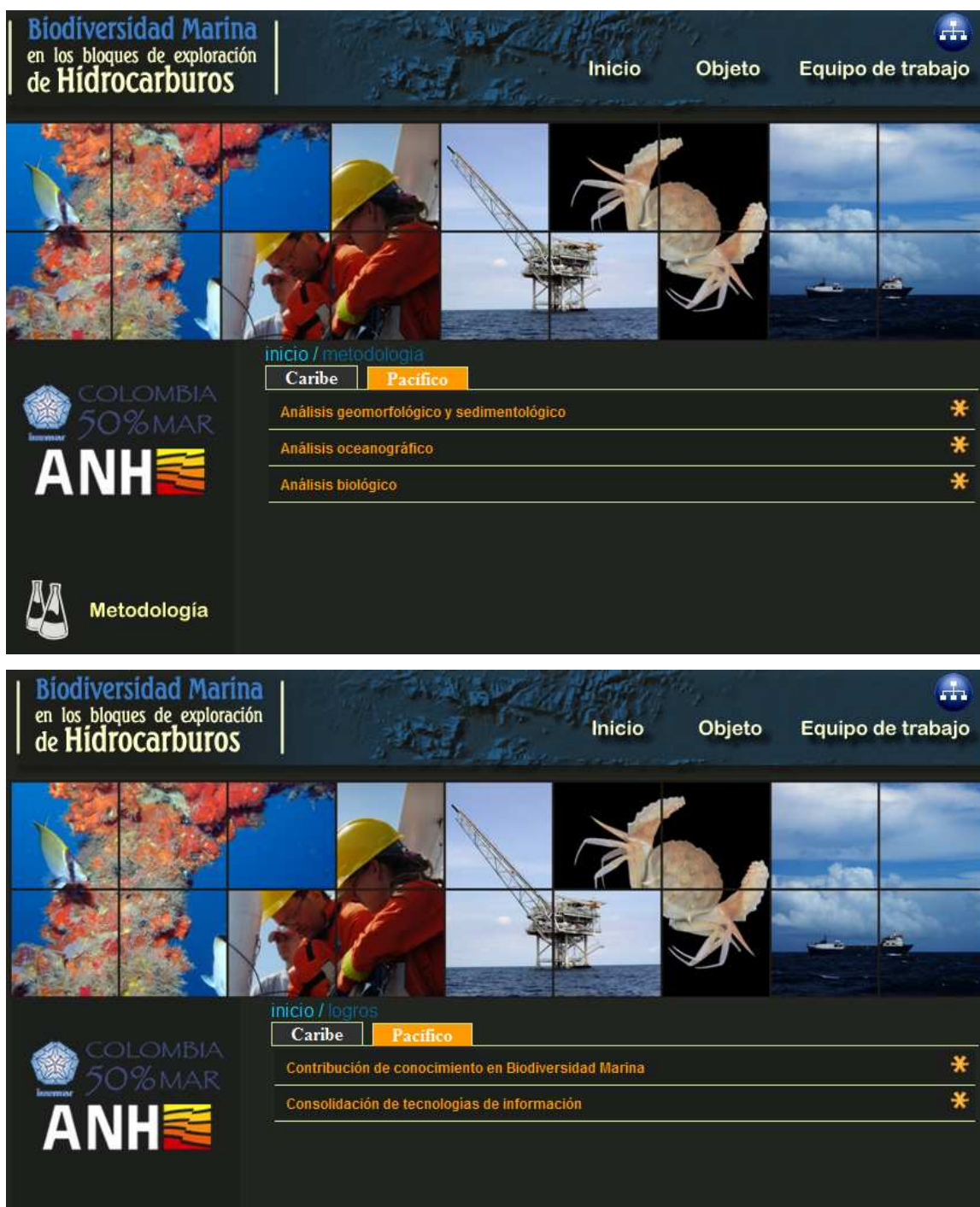


Figura 122. Visualización de las secciones actualizadas del Portal en cuanto a: Metodología para información del pacífico (arriba) y Logros (abajo).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El conocimiento de la fauna de profundidad en los ambientes y ecosistemas en inmediaciones de los bloques TUM OFF 6 y 7 y en general para el Pacífico colombiano es incipiente; no obstante, los resultados obtenidos por el proyecto Tumaco offshore contribuyen en una medida importante a hacer una aproximación sobre la composición y distribución de crustáceos, equinodermos, moluscos, cnidarios, anélidos y peces, los principales constituyentes de la fauna profunda en la parte sur. Las tendencias encontradas por grupos, indicaron en términos de abundancia una clara dominancia de los equinodermos para ambos bloques, seguida de lejos por los crustáceos, los peces y los moluscos respectivamente. La composición, abundancia y aspectos ecológicos observados, sugieren que la comunidad de equinodermos, estaría representada por morfoespecies que viven de forma agregada en algunas áreas, siendo abundantes principalmente sobre fondos de limos y lodos.

En general los resultados alcanzados, indican que probablemente habría una fauna comparativamente más rica en el bloque TUM OFF 6, la cual podría estar siendo condicionada aparentemente tanto por los aportes importantes de materia orgánica provenientes de numerosos afluentes continentales que irrigan la zona, como por una mayor variedad de geoformas y sustratos, que generan heterogeneidad espacial y disponibilidad de hábitats, originada por la presencia de colinas, bajos y cañones submarinos, los cuales son reconocidos por presentar alta biodiversidad. Dentro del Bloque, el área que comprendió los puntos de muestreo que evidenciaron la mayor riqueza de invertebrados bentónicos y mayores abundancias de peces y el sector conocido como banco o colina Tumaco, el cual por sus características potencialmente podría presentar alta riqueza, deberían ser considerados de especial interés para el desarrollo de futuros estudios físicos y biológicos que permitan profundizar en las particularidades de las comunidades exploradas y entender mejor las tendencias y características de la biodiversidad en esa zona (ver Anexo 8 y Anexo 9).

Dado que dicho Bloque es susceptible de uso para el sector hidrocarburífero, se recomienda que cualquier empresa interesada en el mismo, lleve a cabo estudios de línea base con una mayor resolución acerca de la geomorfología y oceanografía local, así como sobre la

composición, distribución y ecología de las especies presentes en los diferentes ecosistemas, teniendo en cuenta la riqueza evidenciada en el área. Por otra parte, podría ser de gran utilidad incorporar la información batimétrica y de tipo de sustrato que se obtiene durante las exploraciones sísmicas, con el fin de robustecer los análisis espaciales e identificación de paisajes y hábitats presentes en los Bloques. Estos esfuerzos, fortalecerían los procesos de responsabilidad ambiental y social de las empresas interesadas en hacer uso de los recursos allí disponibles e igualmente, enriquecería el conocimiento científico marino nacional, respaldando el trabajo de los tomadores de decisiones en la generación de lineamientos de manejo más acertados y adecuados para las proyecciones de uso de ese territorio. El trabajo conjunto de la ciencia, la industria y las autoridades ambientales debe ser visto como la mejor estrategia para conocer y hacer un uso responsable, sostenible y provechoso para los sectores implicados y para la nación.

En términos de inventarios, los resultados alcanzados en la investigación son sobresalientes, ya que se obtuvieron cerca de 30 primeros registros para el Pacífico colombiano, entre los cuales se destacaron dos clases, 10 familias y un género que por primera vez han sido hallados en el Pacífico Oriental Tropical (POT). Se requieren estudios adicionales especializados de más largo plazo para culminar y confirmar identificaciones que durante este trabajo no pudieron ser efectuadas por falta de información para la región, dado el vacío existente en términos del conocimiento básico de las especies que habitan el POT, particularmente en las áreas profundas.

En este sentido, la información biológica generada a partir del proyecto continuará siendo trabajada por el Programa de Biodiversidad de Ecosistemas Marinos del Invemar, el cual tiene como uno de sus objetivos misionales generar y fortalecer de manera continua los inventarios de fauna y flora marina del país. Para ello, inicia el exhaustivo proceso de verificación y validación de especies, a partir de revisiones físicas de los especímenes obtenidos y comparaciones con el material existente en otras partes del Pacífico Americano, así como con la consulta con expertos internacionales; si bien este proceso es técnicamente exigente y paulatino, con seguridad las futuras revisiones arrojarán nuevos registros de especies que alimentarán el inventario de biodiversidad nacional y regional para el margen continental. El compromiso permanente del Invemar para con la difusión del conocimiento alcanzado en pro

del beneficio de la nación, garantiza que a través de todos sus mecanismos de comunicación, estará actualizando y dando conocer de manera oportuna los progresos que sobre la materia se alcancen. En particular para el sector de hidrocarburos y entidades relacionadas, los principales canales de comunicación serán el portal "*Biodiversidad marina en los bloques de exploración de hidrocarburos*", el Sistema de Información sobre Biodiversidad Marina (SIBM) como nodo del Sistema de Información sobre Biodiversidad nacional (SIB), así como el Sistema de Información Ambiental Marina – SIAM y la Página web del Invemar; adicionalmente y acorde a los intereses manifestados de las entidades, podrían considerarse otras alternativas para ampliar el espectro de difusión, tales como el re-direccionamiento de la nueva información o el enlace entre las páginas web del Invemar con las de las entidades.

Los alcances de este trabajo evidencian la necesidad de continuar con el fortalecimiento de iniciativas que impulsen el desarrollo de otros estudios en las áreas profundas del Pacífico colombiano, donde el conocimiento en comparación con el Caribe es muy reducido, ya que pese a la importancia de los grupos de invertebrados marinos encontrados, se desconocen muchos de los aspectos biológicos, ecológicos y pesqueros de la mayoría de especies; conocimiento que será fundamental no solo para complementar los inventarios de biodiversidad, sino además para determinar las condiciones base, que permitan detectar cambios naturales y antropogénicos en los ecosistemas y al mismo tiempo, sirvan para estructurar de manera más adecuada lineamientos de manejo y medidas de uso y conservación de los recursos disponibles en el territorio.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto se llevó a cabo con el apoyo financiero y respaldo institucional de la Agencia Nacional de Hidrocarburos y el INVEMAR. Tras el desarrollo exitoso del mismo están más de 50 personas, entre investigadores, personal técnico, administrativo y de apoyo logístico que hicieron de este un trabajo coordinado y felizmente llevado a término. Nuestra gratitud al Director General del Instituto, así como a la Subdirección de Coordinación de Investigaciones y a la Subdirección de Recursos y Apoyo a la Investigación; así mismo un agradecimiento sentido y especial para la tripulación del M/N Perla Verde por su calidad humana, técnica, su alegría y gran disposición para ayudarnos durante la campaña científica y sobre todo por traer sano el personal a casa; a Susana Rojas de Maquilas S.A., Farid Rico, Liliana Montaña y Hernando Hurtado de Invemar-Pacífico, por su colaboración con la dispendiosa logística en la ciudad de Buenaventura; al personal administrativo y de contratos, quienes facilitaron los procedimientos de trámites en momentos complicados como lo fueron el cierre y apertura de año, en medio de los cuales se desarrolló el proyecto; al personal de logística en Santa Marta, cuya ayuda oportuna fue siempre un alivio; a los Coordinadores de Programa Mario Rueda y Constanza Ricaurte por su apoyo durante el desarrollo del proyecto; y finalmente a los investigadores y técnicos involucrados, quienes con su profesionalismo, compromiso y pasión por lo que hacen, le imprimen todo su querer a generar el mejor producto posible bajo cualquier circunstancia, siempre con el deseo de aportar al conocimiento de nuestra increíble biodiversidad.

ANEXOS

Anexo 1. Listado de las especies y morfoespecies de fitoplancton y zooplancton encontradas en los bloques TUM OFF 6 y 7 durante diciembre de 2012.

TAXONES	Bloque TUM 7										Bloque TUM 6					
	EA 332	EA 333	EA 334	EA 335	EA 336	EA 337	EA 338	EA 339	EA 340	EA 341	EA 342	EA 343	EA 344	EA 345	EA 331	
ZOOPLANKTON																
HOLOPLANKTON																
PHYLLUM ARTHROPODA																
CLASE Maxillopoda																
Orden Calanoida																
Familia Acartiidae	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Familia Candaciidae		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Familia Centropagidae	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X		X	
Familia Eucalanidae	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Familia Euchaetidae	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Familia Paracalanidae	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Familia Aetideidae		X		X		X	X				X	X			X	
Familia Calanidae	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Familia Clausocalanidae	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Familia Metridinidae	X															
Familia Temoridae	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Familia Lucicutiidae							X									
Familia Nullosetigeridae		X														
Familia Scolecitrichidae	X	X		X	X	X	X	X	X		X	X		X		
Familia Heterorhabdidae											X	X				
Familia Phaennidae			X													
Familia Spinocalanidae					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Orden Cyclopoida																
Familia Corycaidae	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Familia Oithonidae	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Familia Oncaeidae	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Familia Sapphirinidae	X							X			X	X	X			
Orden Harpacticoida																
Familia Miraciidae			X	X	X	X	X	X		X	X	X	X		X	
Familia Ectinosomatidae		X			X			X								
Familia Euterpinidae	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Familia Clytemnestridae					X		X								X	
CLASE Branchiopoda																
Orden Diplostraca																
Familia Podonidae											X	X		X		
CLASE Ostracoda																
Orden Halocyprida	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Orden Myodocopida				X	X	X		X				X				
CLASE Malacostraca																
Orden Amphipoda																
Familia Vibiliidae	X						X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Familia Paraphronimidae					X											
Familia Lestrigonidae			X	X		X										
Familia Hyperiidae						X										
Orden Isopoda					X							X	X			
Orden Mysida																
Familia Mysidae		X														
Orden Euphausiacea																
Familia Euphausiidae	X	X			X		X	X	X	X	X	X	X		X	

	EA 332	EA 333	EA 334	EA 335	EA 336	EA 337	EA 338	EA 339	EA 340	EA 341	EA 342	EA 343	EA 344	EA 345	EA 331
PHYLLUM MOLLUSCA															
CLASE Gastropoda															
Orden Thecosomatha															
Familia Cavoliniidae			X	X	X					X	X				X
Familia Limacinidae	X	X			X		X	X	X				X	X	
Familia Creseidae	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	
PHYLLUM ANNELIDA															
CLASE Polychaeta															
Orden Phyllodocida															
Familia Alciopidae	X	X		X		X	X								
Familia Iospilidae	X			X	X										X
Familia Lopadorhynchidae	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X
PHYLLUM CHAETOGNATHA															
CLASE Sagittoidea															
Orden Aphragmophora															
Familia Sagittidae	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PHYLLUM CHORDATA															
CLASE Thaliacea															
Orden Salpida															
Familia Salpidae	X	X			X	X		X		X					
Orden Doliolida															
Familia Doliolidae	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
CLASE Appendicularia															
Orden Copelata															
Familia Oikoplueridae	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Foraminifera	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PHYLLUM CNIDARIA															
Cnidaria sp.		X	X				X							X	
MEROPLANKTON															
PHYLLUM ARTHROPODA															
Nauplio	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
Larvas de Crustacea	X	X	X	X	X	X	X	X			X		X	X	X
Larvas de Euphausiidae	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X
PHYLLUM ECHINODERMATA															
Larvas Echinodermata	X	X	X			X	X		X	X	X	X	X	X	X
PHYLLUM ANNELIDA															
Larvas de Polychaeta	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PHYLLUM MOLLUSCA															
Larvas de Moluscos	X				X				X		X		X	X	
PHYLLUM CHORDATA															
Larva de Peces	X	X			X		X	X		X	X				X
Larva de Lofoforado									X						
SUBPHYLLUM Cephalochordata															
Larva de Cephalochordata											X			X	

TAXONES	Bloque TUM 7									Bloque TUM 6					
	EA 332	EA 333	EA 334	EA 335	EA 336	EA 337	EA 338	EA 339	EA 340	EA 341	EA 342	EA 343	EA 344	EA 345	EA 331
FITOPLANCTON															
REINO CHROMISTA															
PHYLLUM OCHROPHYTA															
SUBPHYLLUM KHAKISTA															
CLASE Bacillariophyceae															
Actinoptychus sp.1		X						X					X		X
Asterionella japonica				X											
Asterionellopsis glacialis													X		
Asteromphalus brookei	X				X	X	X	X	X		X		X		X
Asteromphalus heptactis						X				X		X		X	
Asteromphalus roperianus					X			X		X				X	X
Asteromphalus sp.1								X						X	
Asteromphalus cf. elegans												X			
Bacteriastrium comosum			X	X		X	X	X		X				X	X
Bacteriastrium delicatulum	X	X	X	X	X	X	X			X					X
Bacteriastrium hyalinum	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					X
Chaetoceros aequatorialis	X		X	X	X	X			X	X	X				X
Chaetoceros affinis	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X		X	X	
Chaetoceros atlanticus														X	
Chaetoceros coarctatus	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Chaetoceros curvisetus	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X		
Chaetoceros danicus	X														
Chaetoceros decipiens	X	X	X	X	X		X	X		X	X			X	X
Chaetoceros didymus	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Chaetoceros laciniosus		X	X	X	X	X			X	X	X				
Chaetoceros laevis	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X			X
Chaetoceros lorenzianus	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X
Chaetoceros messanensis		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Chaetoceros peruvianus	X	X	X		X	X	X			X		X	X		
Chaetoceros radicans	X	X	X	X		X				X					
Chaetoceros seiracanthum	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	
Chaetoceros subtilis			X											X	
Chaetoceros sp.1	X						X							X	
Chaetoceros sp.2										X					
Chaetoceros sp.3			X				X								
Cylindrotheca closterium						X									
Climacodium biconcavum												X			
Climacodium fraeunfeldianum		X	X		X	X	X	X	X	X		X	X		X
Corethron cf. cryophilum	X	X		X	X	X			X				X	X	
Coscinodiscus cf. centralis		X					X								
Coscinodiscus cf. concinnus						X									
Coscinodiscus cf. granii				X	X			X	X		X				
Coscinodiscus cf. radiatus	X	X			X		X	X	X						X
Coscinodiscus sp.1	X		X		X			X	X	X		X	X		X
Cyclotella sp.1								X							
Dactyliosolen sp.														X	
Diatomea pennada sp.1									X						
Diatomea pennada sp.2										X					
Ditylum brightwellii	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
Eucampia sp.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
Eucampia zodiacus							X								
Gossleriella tropica		X				X	X	X	X	X					
Guinardia delicatula	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X
Guinardia striata		X	X	X	X	X	X		X	X		X	X	X	X
Gyrosigma sp.	X	X				X			X		X				

	EA 332	EA 333	EA 334	EA 335	EA 336	EA 337	EA 338	EA 339	EA 340	EA 341	EA 342	EA 343	EA 344	EA 345	EA 331
<i>Hemiaulus haucki</i>			X		X	X	X		X		X	X	X		
<i>Hemiaulus membranaceus</i>	X							X							
<i>Hemiaulus sinensis</i>	X	X	X	X	X	X		X		X		X	X	X	X
<i>Lauderia</i> sp.			X												
<i>Leptocylindrus danicus</i>	X	X										X			
<i>Lithodesmium undulatum</i>	X		X	X	X	X							X		X
<i>Melosira</i> sp.		X													
<i>Navicula brasiliensis</i>		X				X									
<i>Navicula cf. crucicula</i>	X	X		X		X	X								
<i>Navicula digito-radiata</i>						X									
<i>Navicula</i> sp.	X		X	X	X	X				X			X	X	
<i>Nitzschia cf. obtusa</i>								X							
<i>Nitzschia cf. delicatissima</i>				X					X						
<i>Nitzschia pungens</i>		X	X		X		X							X	
<i>Nitzschia</i> sp.	X		X		X		X			X			X	X	
<i>Odontella alternans</i>				X	X	X		X							X
<i>Odontella aurita</i>	X					X									
<i>Odontella mobiliensis</i>	X			X		X	X						X	X	
<i>Odontella regia</i>	X	X	X	X		X	X	X	X	X			X		X
<i>Odontella sinensis</i>		X		X		X	X		X				X	X	
<i>Pinnularia</i> sp.								X							
<i>Planktoniella sol</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pleurosigma</i> sp.1	X			X			X								
<i>Pleurosigma</i> sp.2							X								
<i>Proboscia alata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pseudonitzschia</i> sp.		X													
<i>Rhizosolenia acuminata</i>												X		X	
<i>Rhizosolenia castracanei</i>								X							
<i>Rhizosolenia hebetata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Rhizosolenia imbricata</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X
<i>Rhizosolenia robusta</i>	X	X	X	X			X	X				X	X		X
<i>Rhizosolenia setigera</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X
<i>Rhizosolenia</i> sp.1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Rhizosolenia</i> sp.2		X		X		X				X				X	
<i>Rhizosolenia</i> sp.3				X									X		
<i>Rhizosolenia stolterfothii</i>				X		X	X								
<i>Skeletonema costatum</i>	X	X	X	X		X	X		X	X			X	X	X
<i>Stauroneis cf. membranacea</i>					X										
<i>Stephanopyxis palmeriana</i>						X									
<i>Stephanopyxis turris</i>	X	X		X	X	X		X	X				X	X	X
<i>Thalassionema fraunfeldii</i>	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Thalassionema nitzschoides</i>	X	X	X	X	X	X	X	X			X			X	X
<i>Thalassiosira</i> sp.1	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Thalassiosira</i> sp.2	X	X	X			X					X	X		X	
<i>Thalassiosira</i> sp.3						X						X		X	
<i>Triceratium favus</i>						X		X							
<i>Triceratium</i> sp.							X								
SUBPHYLLUM PHAEISTA															
CLASE DICTYOPHYCEAE															
ORDEN SILICOFAGELLATA															
<i>Silicoflagelado</i> sp.1				X				X		X					X
<i>Silicoflagelado</i> sp.2												X			
<i>Dictyocha fibula</i>	X	X	X	X	X	X		X			X			X	
<i>Ebria</i> sp.			X												
<i>Octatis octonaria</i>			X												

	EA 332	EA 333	EA 334	EA 335	EA 336	EA 337	EA 338	EA 339	EA 340	EA 341	EA 342	EA 343	EA 344	EA 345	EA 331
PHYLLUM MYZOOA															
SUBPHYLLUM DINOOA															
INFRAPHYLLUM DINOFLAGELLATA															
<i>Alexandrium</i> sp.				X				X							
<i>Amphisolenia bidentata</i>	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Ceratium breve</i>		X	X	X	X			X	X		X				
<i>Ceratium candelabrum</i>	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X			X	X
<i>Ceratium carriense</i>				X			X	X	X			X	X		
<i>Ceratium contortum</i>					X		X		X		X				X
<i>Ceratium declinatum</i>					X										
<i>Ceratium deflexum</i>	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X			
<i>Ceratium digitatum</i>								X							
<i>Ceratium euarquatum</i>	X		X		X	X	X	X	X	X	X				
<i>Ceratium extensum</i>		X				X	X	X	X	X	X				
<i>Ceratium falciforme</i>				X		X									
<i>Ceratium falcatum</i>	X			X	X				X		X			X	
<i>Ceratium furca</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Ceratium fusus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
<i>Ceratium gravidum</i>							X		X						
<i>Ceratium gibberum</i>			X	X	X			X		X	X	X	X		X
<i>Ceratium incisum</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
<i>Ceratium lineatum</i>			X												
<i>Ceratium longirostrum</i>	X		X					X		X			X		
<i>Ceratium macroceros</i>			X	X	X	X	X	X	X	X					
<i>Ceratium massiliense</i>	X	X		X		X	X		X	X	X	X	X		X
<i>Ceratium pentagonum</i>	X		X	X	X	X	X		X		X				
<i>Ceratium pulchellum</i>			X					X					X		
<i>Ceratium ranipes</i>								X	X	X	X				
<i>Ceratium strictum</i>											X				
<i>Ceratium teres</i>		X	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X	
<i>Ceratium trichoceros</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X		X
<i>Ceratium tripos</i>	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
<i>Ceratium vultur</i>	X			X		X		X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Ceratium</i> sp.							X		X	X		X			
<i>Ceratocorys horrida</i>	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
<i>Dinophysis</i> cf. <i>doryphorum</i>	X					X					X	X	X		
<i>Dinophysis</i> cf. <i>operculoidea</i>				X	X				X						
<i>Dinophysis rapa</i>	X	X	X				X			X	X				X
<i>Dinophysis</i> sp.	X					X		X			X				X
<i>Goniodoma</i> sp.													X		
<i>Gonyaulax</i> cf. <i>polygramma</i>									X						
<i>Gonyaulax</i> sp.1	X	X	X	X		X					X		X		X
<i>Gonyaulax</i> sp.2	X	X	X								X				
<i>Gonyaulax</i> sp.3					X						X	X			X
<i>Gonyaulax</i> sp.4								X			X		X		
<i>Noctiluca scintillans</i>													X		
<i>Ornithocercus heteroporus</i>								X							
<i>Ornithocercus magnificus</i>						X	X			X	X				X
<i>Ornithocercus quadratus</i>	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X		X	X
<i>Ornithocercus steinii</i>	X						X	X	X	X	X				X
<i>Ornithocercus thumii</i>	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X		X
<i>Ornithocercus</i> sp.		X									X				X
<i>Oxytoxum</i> sp.					X										
<i>Piracyclops lunula</i>	X	X		X	X		X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Podolampas bipes</i>	X	X			X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
<i>Podolampas elegans</i>			X			X							X		
<i>Podolampas palmipes</i>						X									X
<i>Prorocentrum lima</i>	X	X	X		X	X									

	EA 332	EA 333	EA 334	EA 335	EA 336	EA 337	EA 338	EA 339	EA 340	EA 341	EA 342	EA 343	EA 344	EA 345	EA 331
<i>Prorocentrum micans</i>			X												
<i>Prorocentrum</i> sp.			X												
<i>Protooperidinium conicum</i>				X											
<i>Protooperidinium depressum</i>						X									
<i>Protooperidinium elegans</i>	X	X	X	X			X	X	X	X	X			X	
<i>Protooperidinium grande</i>									X		X				
<i>Protooperidinium pentagonum</i>			X			X									
<i>Protooperidinium quarnerense</i>					X										X
<i>Protooperidinium simulum</i>								X							
<i>Protooperidinium steinii</i>	X														
<i>Protooperidinium</i> sp.1	X	X	X		X		X	X		X		X	X	X	X
<i>Protooperidinium</i> sp.2	X	X		X					X		X		X	X	
<i>Protooperidinium</i> sp.3			X	X	X									X	X
<i>Protooperidinium</i> sp.4			X	X			X	X							
<i>Protooperidinium</i> sp.5			X							X					
<i>Protooperidinium</i> sp.6							X	X		X	X				
<i>Protooperidinium</i> sp.7								X		X					
<i>Protooperidinium</i> sp.8								X							
<i>Pyrophacus steinii</i>	X	X	X	X			X		X	X	X		X	X	
REINO BACTERIA															
PHYLLUM CYANOBACTERIA															
<i>Cianophyta</i> sp.						X									
<i>Anabaena</i> sp.	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X		X
<i>Oscillatoria</i> sp.						X									

Anexo 2. Listado taxonómico de las especies y morfoespecies de macro y megafauna encontradas en los bloques TUM OFF 6 y 7.

Taxones	Bloque TUM 7							Bloque TUM 6					
	EA 332	EA 333	EA 334	EA 335	EA 336	EA 337	EA 338	EA 341	EA 342	EA 343	EA 344	EA 345	EA 331
PHYLUM CNIDARIA													
CLASE Anthozoa													
SUBCLASE Hexacorallia													
Orden Actinaria													
Actinaria sp. 1				X				X	X				
Actinaria sp. 2				X				X	X				
Actinaria sp. 3													X
Actinaria sp. 4	X												X
Actinaria sp. 5					X								X
Actinaria sp. 6													X
Actinaria sp. 7					X								
Actinaria sp. 8								X					
Actinaria sp. 9												X	
Actinaria sp. 10													X
Actinaria sp. 11							X						
Actinaria sp. 12		X			X								
Orden Antipatharia													
Familia Antipathidae													
<i>Stichopathes</i> sp.												X	
Orden Corallimorpharia													X
Corallimorpharia sp.													
Orden Scleractinia													
Familia Caryophyllidae													
Caryophyllia sp.												X	
Familia Flabellidae													
<i>Polymices</i> aff. <i>fragilis</i>												X	
SUBCLASE Octocorallia													
Orden Alcyonacea													
Alcyonacea sp.1												X	
Alcyonacea sp.2						X							
Familia Primnoidae													
Primnoidae sp.						X						X	
Orden Pennatulacea													
Familia Umbellulidae													
<i>Umbellula</i> sp.						X							
PHYLUM MOLLUSCA													
CLASE Polyplacophora													
Orden Neoloricata													
Familia Leptochitonidae													
<i>Leptochiton</i> sp.1	X					X		X			X	X	
<i>Leptochiton</i> sp.2												X	
CLASE Bivalvia													
Orden Nuculoida													
Familia Malletiidae													
<i>Malletia</i> sp.1		X		X			X	X					
<i>Malletia</i> sp.2						X							
Familia Nuculanidae													
<i>Jupiteria</i> sp.1						X							X
<i>Jupiteria</i> sp.2						X							
Familia Nuculidae													
<i>Nucula</i> sp.													X

	EA 332	EA 333	EA 334	EA 335	EA 336	EA 337	EA 338	EA 341	EA 342	EA 343	EA 344	EA 345	EA 331
<i>Ennucula</i> sp.				X	X						X		
Familia Yoldiidae													
<i>Orthoyoldia</i> sp.	X					X					X	X	
Orden Mytiloida													
Familia Mytilidae													
Mytilidae sp.1		X			X		X	X	X		X		
Mytilidae sp.2								X					
Mytilidae sp.3				X									
Orden Limoida													
Familia Limidae													
<i>Limatula</i> sp.				X									
Orden Ostreoida													
Familia Pectinidae													
<i>Delectopecten</i> sp.													X
Orden Veneroida													
Familia Kelliellidae													
Kelliellidae sp.					X	X					X		
Familia Vesicomidae													
Vesicomidae sp.													X
Familia Lucinidae													
<i>Lucinoma</i> sp.													X
Familia Tellinidae													
<i>Tellina</i> sp.													X
Orden Myoida													
Familia Corbulidae													
<i>Caryocorbula</i> sp.													X
Familia Pholadidae													
<i>Xylophaga</i> sp.					X	X		X			X		X
Orden Septibranchia													
Familia Cuspidariidae													
<i>Cuspidaria</i> sp.	X				X								X
Familia Verticordiidae													
<i>Dallicordia</i> sp.						X							
<i>Lyonsiella</i> sp.													X
CLASE Scaphopoda													
Orden Dentaliida													
Familia Dentaliidae													
Dentaliidae sp.1								X					
Dentaliidae sp.2	X										X		
Dentaliidae sp.3													X
Dentaliidae sp.4	X	X							X		X		
CLASE Cephalopoda													
Orden Octopoda													
Familia Opisthoteuthidae													
<i>Opisthoteuthis</i> sp.													X
Familia Octopodidae													
<i>Octopus</i> sp.1							X						
<i>Octopus</i> sp.2						X							
CLASE Gastropoda													
Superorden Cocculiniformia													
Familia Bathysciadiidae													
<i>Bathypelta</i> sp.											X		
Familia Cocculinidae													
<i>Cocculina</i> sp.						X	X	X	X				
Superorden Vetigastropoda													
Familia Fissurellidae													
<i>Fissurisepta</i> sp.													X
<i>Fissurellidae</i> sp.													X

	EA 332	EA 333	EA 334	EA 335	EA 336	EA 337	EA 338	EA 341	EA 342	EA 343	EA 344	EA 345	EA 331
Familia Trochidae													
Trochidae sp.												X	
Orden Sorbeoconcha													
Familia Naticidae													
<i>Sinun</i> sp.									X		X		
<i>Polinices</i> sp.									X		X		
Familia Cassidae													
<i>Oocorys</i> sp.	X						X						
Familia Columbelloidea													
Columbellidae sp.	X					X			X		X		
Familia Nassariidae													
<i>Nassarius</i> sp.												X	X
Familia Turridae													
Turridae sp.1													X
Turridae sp.2	X				X						X		
Turridae sp.3	X	X		X	X						X	X	
Turridae sp.4											X		
Turridae sp.5						X							
Turridae sp.6					X							X	
<i>Cochlespira</i> sp.													
Superorden Heterobranchia													
Familia Pyramidellidae													
Pyramidellidae sp.									X				
Orden Opisthobranchia													
Familia Cylichnidae													
<i>Cylichna</i> sp.						X			X		X		
<i>Scaphander</i> sp.	X				X				X	X			
<i>Opisthobranchia</i> sp.1												X	
<i>Opisthobranchia</i> sp.2													X
PHYLLUM ARTHROPODA													
SUBPHYLLUM CHELICERATA													
CLASE Pycnogonida													
Orden Pantopoda													
Familia Pycnogonidae													
Pycnogonidae sp.1				X			X		X		X		
Pycnogonidae sp.2						X							
SUBPHYLLUM CRUSTACEA													
CLASE Maxillopoda													
Orden Lepadiformes													
Lepadiformes sp.1		X		X	X		X		X		X		
Lepadiformes sp.2					X								
Lepadiformes sp.3											X		
Orden Sessilia													
Sessilia sp.				X									
CLASE Malacostraca													
Orden Amphipoda													
Familia Caprellidae													
Caprellidae sp.						X							
Familia Isaeidae													
Isaeidae sp.								X					
Familia Lyssianasidae													
Lyssianasidae sp.												X	
Familia Melitidae													
Melitidae sp.								X					
Familia Oedicerotidae													
<i>Oedicerotides</i> sp.					X						X		
Familia Pleustidae													
Pleustidae sp.				X									

	EA 332	EA 333	EA 334	EA 335	EA 336	EA 337	EA 338	EA 341	EA 342	EA 343	EA 344	EA 345	EA 331
Orden Cumacea													
Cumacea sp.											X		
Orden Isopoda													
Familia Bopyridae													
Bopyridae sp.												X	
Familia Dajidae					X								
Dajidae sp.					X								
Orden Tanaidacea													
Tanaidacea sp.	X												
Orden Lophogastrida													
Lophogastrida sp.										X			
Orden Stomatopoda													
Familia Squillidae													
Squilla sp.													X
Orden Decapoda													
Decapoda sp.					X							X	
Familia Axiidae					X							X	
Axiidae sp.					X							X	
Calocarides sp.	X				X	X			X		X	X	
Familia Polychelidae													
Polychelidae sp.						X						X	
Stereomastis sp.			X	X			X		X				
Familia Nephropidae													
Nephropsis sp.				X				X					
Familia Benthescymidae													
Bentheogennema sp.							X		X				
Benthescymus tanneri				X	X		X	X			X	X	
Familia Hippolytidae													
Lebbeus sp.1								X					
Lebbeus sp.2	X												
Familia Crangonidae													
Metacrangon procax		X		X				X					
Familia Glyphocrangonidae													
Glyphocrangon sp.				X			X		X	X	X		
Familia Nematocarcinidae													
Nematocarcinidae sp.1				X									
Nematocarcinidae sp.2												X	
Nematocarcinus agassizii	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Familia Oplophoridae													
Oplophoridae sp.					X	X						X	
Familia Solenoceridae													
Haliporoides sp.		X		X	X	X	X	X	X		X	X	
Solenocera agassizii													X
Familia Palaemonidae													
Palaemonidae sp.												X	
Familia Pandalidae													
Heterocarpus hostilis				X		X	X	X	X		X	X	
Plesionika trispinus													X
Familia Galatheididae													
Munida sp.1												X	
Munida sp.2													X
Munida obesa													X
Munidopsis sp.1							X	X		X	X		
Munidopsis sp.2						X							
Munidopsis sp.3				X			X	X	X				
Munidopsis sp.4	X	X	X	X		X		X	X	X	X		
Munidopsis sp.5				X				X					
Munidopsis sp.6			X								X		

	EA 332	EA 333	EA 334	EA 335	EA 336	EA 337	EA 338	EA 341	EA 342	EA 343	EA 344	EA 345	EA 331
<i>Munidopsis</i> sp.7						X						X	
<i>Munidopsis</i> sp.8					X						X		
<i>Munidopsis</i> sp.9													X
<i>Munidopsis</i> sp.10				X									
<i>Pleuroncodes</i> sp.												X	X
Familia Paguridae													
Paguridae sp.					X	X						X	
Familia Parapaguridae													
<i>Oncopagurus</i> sp.													X
Familia Lithodidae													
Lithodidae sp.											X		
Familia Calappidae													
<i>Acanthocarpus delsolari</i>													X
Familia Cancridae													
<i>Cancer porteri</i>						X							X
Familia Epialtidae													
Epialtidae sp.												X	
<i>Rochinia</i> sp.1						X							
<i>Rochinia</i> sp.2													X
Familia Ethusidae													
<i>Ethusa ciliatifrons</i>						X							X
<i>Ethusa lata</i>					X	X			X			X	
<i>Ethusa</i> sp.												X	
<i>Ethusina</i> sp.								X					
Familia Homolodromiidae													
<i>Homolodromia</i> sp.												X	
Familia Trichopeltariidae													
<i>Trichopeltarion</i> sp.		X					X	X					
Familia Xanthidae													
Xanthidae sp.1													X
Xanthidae sp.2													X
PHYLUM ECHINODERMATA													
CLASE Crinoidea													
Orden Comatulida													
Familia Antedonidae													
Antedonidae sp.1													X
Antedonidae sp.2 cf.				X		X		X	X		X	X	
Antedonidae sp.3					X							X	
CLASE Asteroidea													
Orden Forcipulatida													
Familia Zoroasteridae													
<i>Myxoderma sacculatum</i>		X				X					X	X	
Orden Paxillosoida													
Familia Astropectinidae													
<i>Astropecten</i> sp.											X		
Orden Valvatida													
Familia Goniasteridae													
<i>Nymphaster</i> sp.									X				
CLASE Ophiuroidea													
Orden Euryalida													
Familia Asteronychidae													
<i>Asteronyx</i> cf. <i>loveni</i>						X						X	
Orden Ophiurida													
Ophiurida sp.								X					
Familia Amphiuridae													
Amphiuridae sp.1		X									X		
<i>Amphipholis</i> sp.												X	
<i>Amphiura</i> sp.		X			X	X		X	X		X	X	X

	EA 332	EA 333	EA 334	EA 335	EA 336	EA 337	EA 338	EA 341	EA 342	EA 343	EA 344	EA 345	EA 331
<i>Amphioplus</i> sp.												X	
Familia Ophiacanthidae													
Ophiacanthidae sp.1								X					
<i>Ophiacantha bidentata</i>					X				X			X	
<i>Ophiacantha</i> sp.								X	X				
<i>Ophiacantha</i> sp.1									X			X	
<i>Ophiacantha</i> sp.2												X	X
Familia Ophiopidae													
<i>Ophiopus</i> cf.												X	
Familia Ophiuridae													
Ophiuridae sp.1						X		X					
<i>Amphiophiura</i> cf.								X			X		
<i>Ophiurus adspersus annectes</i>				X			X						
Fam. Ophiichitonidae													
<i>Ophiichiton</i> sp.	X						X	X	X		X	X	
CLASE Echinoidea													
Orden Spatangoida													
Familia Brissidae													
<i>Brissopsis</i> cf. <i>pacifica</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Brissopsis</i> sp.1													X
<i>Plethotaenia</i> cf.											X	X	
Familia Schizasteridae													
<i>Brisaster</i> cf. <i>townsendi</i>	X					X					X	X	
O. Aspidodiadematoida													
F. Aspidodiadematidae													
Aspidodiadematidae sp.												X	
CLASE Holothuroidea													
Holothuroidea sp.					X								
Orden Molpadida													
Familia Molpadiidae													
Molpadiidae sp.1					X							X	
Molpadiidae sp.2					X								
Molpadiidae sp.3							X						
Orden Aspidochirotrida													
Familia Synallactidae													
<i>Bathyploetes</i> sp.											X		
Synallactidae sp.1												X	
Synallactidae sp.2											X		
Synallactidae sp.3	X												
Synallactidae sp.4	X												
Synallactidae sp.5								X					
PHYLUM ANNELIDA													
CLASE Polychaeta													
SUBCLASE Aciculata													
Orden Amphinomida													
Familia Amphinomidae													
Amphinomidae sp.1									X				
Amphinomidae sp.2											X	X	
Orden Eunicida													
Familia Eunicidae													
Eunicidae sp.						X							
Familia Lumbrineridae													
Lumbrineridae sp.												X	
<i>Lumbrineris</i> sp.								X					
Familia Onuphidae													
<i>Hyalinoecia</i> sp.						X							
Orden Phyllodocida													
Familia Aphroditidae													

	EA 332	EA 333	EA 334	EA 335	EA 336	EA 337	EA 338	EA 341	EA 342	EA 343	EA 344	EA 345	EA 331
<i>Laetmonice</i> sp.	X					X		X		X		X	
<i>Aphrodita</i> sp.	X	X				X		X					
Familia Chrysopetalidae													
Crysopetalidae sp.											X		
Familia Goniadidae													
<i>Goniada</i> sp.													X
Goniadidae sp.													X
Familia Nereididae													
<i>Namalycastis</i> sp.						X		X	X		X		
Familia Palmyridae													
Palmyridae sp.1													X
Palmyridae sp.2							X		X				
Familia Polynoidae													
Polynoidae sp.1												X	
Polynoidae sp. 2	X		X	X									
SUBCLASE Canalipalata													
Orden Sabellida													
Familia Serpulidae													
Serpulidae sp.					X								
Familia Oweniidae													
<i>Galathowenia</i> sp.								X					
Orden Spionida													
Familia Chaetopteridae													
Chaetopteridae sp.									X				
Orden Terebellida													
Familia Ampharetidae													
<i>Anobothrus</i> sp.												X	
Ampharetidae sp.					X								
Familia Flabelligeridae													
<i>Trophoniella</i> sp.	X						X	X	X				
Familia Pectinariidae													
<i>Lagis</i> sp.												X	
Familia Sternaspidae													
<i>Sternaspis</i> sp.					X						X	X	
Familia Terebellidae													
S.Familia Thelepodinae sp.					X		X	X		X	X		
Terebellidae sp.						X	X	X					
Familia Trichobranchidae													
Trichobranchidae sp.										X			
Subclase Scolecida													
Familia Capitellidae													
<i>Anotomastus</i> sp.								X					
Familia Cossuridae													
<i>Cossura</i> sp.					X								
Familia Maldanidae													
Maldanidae sp.1					X						X		
Maldanidae sp.2								X					
Morfotipo 1												X	
Morfotipo 2												X	
PHYLLUM CHORDATA													
SUBPHYLLUM VERTEBRATA													
SUPRACLASE AGNATHA													
CLASE Myxinoidea													
Orden Myxiniiformes													
Familia Myxinidae													
<i>Myxine cirrifrons</i>		X							X		X		
SUPRACLASE GNATHOSTOMATA													
CLASE Chondrichthyes													

	EA 332	EA 333	EA 334	EA 335	EA 336	EA 337	EA 338	EA 341	EA 342	EA 343	EA 344	EA 345	EA 331
SUBCLASE Elasmobranchii													
Orden Carcharhiniformes													
Familia Scyliorhinidae													
<i>Apristurus brunneus</i>							X						
Orden Squaliformes													
Familia Squalidae													
<i>Centroscyllium nigrum</i>							X						
CLASE Osteichthyes													
SUBCLASE Actinopterygii													
Orden Albuliformes													
Familia Halosauridae													
<i>Halosaurus</i> sp.				X	X	X						X	
Orden Anguilliformes													
Familia Congridae													
<i>Bathycongrus macrurus</i>						X						X	X
<i>Gnatophis cinctus</i>	X				X						X	X	X
<i>Xenomystax atrarius</i>		X		X	X	X					X		
Familia Nemichthyidae													
<i>Nemichthys</i> sp.			X										
Familia Nettastomatidae													
<i>Nettastoma</i> sp.					X							X	
<i>Venefica</i> sp.							V						
Familia Ophichthidae													
<i>Ophichthus ramiger</i>						X							X
<i>Ophichthus</i> sp.1									X				
Orden Argentiniformes													
Familia Alepocephalidae													
<i>Alepocephalidae</i> sp.								X					
<i>Bajacalifornia</i> sp.				X			X						
<i>Talismania</i> sp.		X											
Orden Aulopiformes													
Familia Ipnopidae													
<i>Bathypterois</i> sp.								X					
Orden Beryciformes													
Familia Trachichthyidae													
<i>Hoplostethus</i> cf. <i>mento</i>						X					X		
Orden Gadiformes													
Familia Bregmacerotidae													
<i>Bregmaceros</i> sp.					X	X	X						X
Familia Macrouridae													
<i>Caelorinchus</i> sp.							X						
<i>Coryphaenoides carminifer</i>							X						
<i>Coryphaenoides</i> cf. <i>boops</i>		X		X					X		X		
<i>Coryphaenoides</i> cf. <i>capito</i>											X		
<i>Nezumia</i> cf. <i>convergens</i>		X		X			X		X				
<i>Nezumia</i> cf. <i>orbitalis</i>	X			X	X	X		X	X		X	X	
<i>Nezumia stelgidolepis</i>				X		X							
Familia Moridae													
<i>Physiculus</i> cf. <i>rastrelliger</i>					X	X							X
Orden Lophiiformes													
Familia Lophiidae													
<i>Lophius</i> cf. <i>spilurus</i>													X
Familia Ogcocephalidae													
<i>Dibranchius</i> sp.1		X		X	X							X	
<i>Dibranchius</i> sp.2				X		X			X	X	X		X
Orden Myctophiformes													
Familia Myctophidae													
<i>Benthoosema</i> sp.												X	

	EA 332	EA 333	EA 334	EA 335	EA 336	EA 337	EA 338	EA 341	EA 342	EA 343	EA 344	EA 345	EA 331
Neoscopelidae													
<i>Scopelengys</i> sp.										X			
Orden Ophidiiformes													
Familia Ophidiidae													
<i>Cherublemma emmelas</i>						X						X	
<i>Dicrolene</i> sp.		X		X			X	X					
<i>Luciobrotula</i> sp.					X		X				X		
<i>Monomitopus</i> sp.		X		X	X			X				X	
<i>Neobythites</i> sp.													X
Orden Perciformes													
Familia Carangidae													
<i>Caranx</i> sp.		X											
Familia Zoarcidae													
Zoarcidae sp.1				X									
Zoarcidae sp.2					X								
Orden Scorpaeniformes													
Familia Peristiidae													
<i>Peristedion</i> cf. <i>crustosum</i>													X
Familia Scorpaenidae													
<i>Pontinus</i> sp.													X
<i>Scorpaena</i> sp.												X	
Orden Stephanoberyciformes													
Familia Melamphaidae													
<i>Scopeloberyx</i> sp.		X											
Orden Stomiiformes													
Familia Sternoptychidae													
<i>Argyropelecus</i> sp.								X					
<i>Sternoptyx</i> sp.		X					X		X				
Familia Stomidae													
<i>Stomias</i> sp.							X						

Anexo 3. Listado de las estaciones muestreadas durante la campaña Tumaco Offshore 2012 en los bloques TUM OFF 6 y 7.

Estación	Muestreo	Lugar	Prof. (m)	Latitud de inicio	Latitud final	Longitud de inicio	Longitud final
EA 331	Arrastre macrofauna	Bloque TUM Off 6	350	2° 30' 28.2" N	2°31' 00.7" N	78°47' 57.6" W	78°47' 24.7" W
EA 332	Arrastre macrofauna	Bloque TUM Off 7	735	1° 40' 03.9" N	1°40' 25.9" N	79°10' 57.4" W	79°10' 43.3" W
EA 333	Arrastre macrofauna	Bloque TUM Off 7	836	1° 36' 31.4" N	1°36' 54.4" N	79°23' 18.2" W	79°23' 50.8" W
EA 334	Arrastre macrofauna	Bloque TUM Off 7	868	1° 38' 19.3" N	1°38' 57.9" N	79°32' 00.2" W	79°31' 37.2" W
EA 335	Arrastre macrofauna	Bloque TUM Off 7	866	1°44' 59.9" N	1°45' 53.5" N	79°30' 06.4" W	79°29' 54.3" W
EA 336	Arrastre macrofauna	Bloque TUM Off 7	612	1° 54' 16.3" N	1°54' 44.2" N	79°18' 10.8" W	79°17' 42.3" W
EA 337	Arrastre macrofauna	Bloque TUM Off 7	530	1° 46' 52.0" N	1°47' 26.7" N	79°02' 06.5" W	79°01' 25.0" W
EA 338	Arrastre macrofauna	Bloque TUM Off 7	941	1° 56' 56.5" N	1°57' 41.3" N	79°01' 32.7" W	79°01' 10.4" W
EA 341	Arrastre macrofauna	Bloque TUM Off 6	934	2° 08' 54.4" N	2°09' 25.3" N	78°56' 27.3" W	78°56' 2.50" W
EA 342	Arrastre macrofauna	Bloque TUM Off 6	775	2°15' 27.1" N	2°15' 32.4" N	78°55' 21.2" W	78°54' 46.0" W
EA 343	Arrastre macrofauna	Bloque TUM Off 6	780	2° 18' 16.2" N	2°18' 51.4" N	78°55' 01.9" W	78°54' 37.0" W
EA 344	Arrastre macrofauna	Bloque TUM Off 6	656	2°23' 25.8" N	2°24' 09.7" N	78°49' 43.9" W	78°49' 30.7" W
EA 345	Arrastre macrofauna	Bloque TUM Off 6	668	2° 33' 20.8" N	2°34' 14.3" N	79°02' 51.7" W	79°02' 25.0" W
EB 331	Sedimentos	Bloque TUM Off 6	350	2°30' 47.2" N		78°47' 02.9" W	
EB 333	Sedimentos	Bloque TUM Off 7	833	1°36' 03.2" N		79°22' 35.9" W	
EB 334	Sedimentos	Bloque TUM Off 7	864	1°39' 51.1" N		79°31' 18.3" W	
EB 341	Sedimentos	Bloque TUM Off 6	930	2°09' 38.7" N		78°55' 40.1" W	
EB 343	Sedimentos	Bloque TUM Off 6	780	2°19' 46.3" N		78°53' 58.5" W	
EB 344	Sedimentos	Bloque TUM Off 6	656	2°24' 19.6" N		78°49' 32.9" W	
EB 345	Sedimentos	Bloque TUM Off 6	570	2°31' 33.2" N		79°00' 50.8" W	
EC 332	CTDO	Bloque TUM Off 7	735	1°40' 59.3" N		79°10' 20.1" W	
EC 333	CTDO	Bloque TUM Off 7	836	1°36' 14.5" N		79°22' 45.3" W	
EC 334	CTDO	Bloque TUM Off 7	864	1°39' 58.4" N		79°31' 13.0" W	
EBT 331	Fitoplancton	Bloque TUM Off 6	350	2°30' 55.7" N		79°47' 08.6" W	
EBT 340	Fitoplancton	Bloque TUM Off 6	538	2°11' 00.3" N		79°15' 59.8" W	
EBT 341	Fitoplancton	Bloque TUM Off 6	930	2°09' 26.5" N		78°55' 39.6" W	
EBT 342	Fitoplancton	Bloque TUM Off 6	775	2°15' 43.9" N		78°54' 26.2" W	
EBT 343	Fitoplancton	Bloque TUM Off 6	780	2°19' 36.7" N		78°53' 44.8" W	
EBT 344	Fitoplancton	Bloque TUM Off 6	656	2°24' 25.4" N		78°49' 17.1" W	
EBT 345	Fitoplancton	Bloque TUM Off 6	570	2°31' 35.8" N		79°00' 42.8" W	
EF 331	Fitoplancton	Bloque TUM Off 6	350	2°30' 47.9" N	2°30' 50.8" N	78°47' 20.5" W	78°47' 15.6" W
EF 332	Fitoplancton	Bloque TUM Off 7	735	1°40' 58.3" N	1°41' 02.1" N	79°10' 20.8" W	79°10' 16.5" W
EF 333	Fitoplancton	Bloque TUM Off 7	836	1°36' 10.6" N	1°37' 12.0" N	79°22' 47.0" W	79°22' 38.6" W
EF 334	Fitoplancton	Bloque TUM Off 7	864	1°40' 05.8" N	1°40' 06.0" N	79°31' 19.9" W	79°31' 14.8" W
EF 335	Fitoplancton	Bloque TUM Off 7	866	1°44' 6.0" N	1°44' 16.9" N	79°30' 47.7" W	79°30' 38.0" W
EF 336	Fitoplancton	Bloque TUM Off 7	630	1°53' 33.0" N	1°53' 38.5" N	79°19' 01.0" W	79°18' 52.6" W
EF 337	Fitoplancton	Bloque TUM Off 7	530	1°46' 18.8" N	1°46' 25.0" N	79°02' 51.4" W	79°02' 48.1" W
EF 338	Fitoplancton	Bloque TUM Off 7	941	1°55' 36.9" N	1°55' 40.9" N	79°02' 29.7" W	79°02' 26.5" W
EF 339	Fitoplancton	Bloque TUM Off 7	787	1°58' 14.1" N	1°58' 20.5" N	79°24' 45.7" W	79°24' 40.5" W
EF 340	Fitoplancton	Bloque TUM Off 6	538	2°11' 02.0" N	2°11' 07.3" N	79°15' 55.5" W	79°15' 49.0" W
EF 341	Fitoplancton	Bloque TUM Off 6	930	2°9' 21.0" N	2°09' 25.3" N	78°55' 50.2" W	78°55' 45.7" W
EF 342	Fitoplancton	Bloque TUM Off 6	775	2°15' 22.5" N	2°15' 24.7" N	78°54' 45.9" W	78°54' 32.6" W
EF 343	Fitoplancton	Bloque TUM Off 6	780	2°19' 36.3" N	2°19' 36.4" N	78°54' 00.5" W	78°53' 55.1" W

Estación	Muestreo	Lugar	Prof. (m)	Latitud de inicio	Latitud final	Longitud de inicio	Longitud final
EF 344	Fitoplancton	Bloque TUM Off 6	656	2°24' 24.6" N	2°24' 26.7" N	78°49' 23.8" W	78°49' 18.5" W
EF 345	zooplancton	Bloque TUM Off 6	570	2°31' 26.8" N	2°31' 33.3" N	79°00' 48.8" W	79°00' 39.6" W
EZ 331	zooplancton	Bloque TUM Off 6	350	2°30' 47.0" N	2°30' 54.4" N	78°47' 46.9" W	78°47' 11.4" W
EZ 332	zooplancton	Bloque TUM Off 7	735	1°40' 59.8" N	1°41' 07.4" N	79°10' 22.8" W	79°10' 16.3" W
EZ 333	zooplancton	Bloque TUM Off 7	836	1°36' 09.9" N	1°36' 09.2" N	79°22' 54.4" W	79°22' 49.8" W
EZ 334	zooplancton	Bloque TUM Off 7	864	1°39' 46.7" N	1°39' 56.9" N	79°31' 22.6" W	79°31' 14.7" W
EZ 335	zooplancton	Bloque TUM Off 7	866	1°44' 22.7" N	1°44' 34.8" N	79°30' 31.6" W	79°30' 19.7" W
EZ 336	zooplancton	Bloque TUM Off 7	630	1°53' 23.9" N	1°53' 37.7" N	79°19' 11.8" W	79°18' 50.9" W
EZ 337	zooplancton	Bloque TUM Off 7	530	1°46' 06.6" N	1°46' 10.3" N	79°02' 40.6" W	79°02' 33.3" W
EZ 338	zooplancton	Bloque TUM Off 7	941	1°55' 47.1" N	1°55' 56.7" N	79°02' 22.4" W	79°02' 14.2" W
EZ 339	zooplancton	Bloque TUM Off 7	787	1°58' 26.4" N	1°58' 39.2" N	79°24' 35.0" W	79°24' 23.5" W
EZ 340	zooplancton	Bloque TUM Off 6	538	2°11' 02.4" N	2°11' 10.6" N	79°15' 56.0" W	79°15' 47.8" W
EZ 341	zooplancton	Bloque TUM Off 6	930	2°09' 16.9" N	2°09' 23.3" N	78°55' 51.9" W	78°55' 42.8" W
EZ 342	zooplancton	Bloque TUM Off 6	775	2°15' 25.9" N	2°15' 32.8" N	78°54' 51.7" W	78°54' 52.5" W
EZ 343	zooplancton	Bloque TUM Off 6	773	2°19' 37.0" N	2°19' 37.2" N	78°54' 00.7" W	78°53' 51.3" W
EZ 344	zooplancton	Bloque TUM Off 6	656	2°24' 21.1" N	2°24' 23.6" N	78°49' 30.1" W	78°49' 21.7" W
EZ 345	zooplancton	Bloque TUM Off 6	570	2°31' 24.8" N	2°31' 31.7" N	79°01' 00.7" W	79°00' 49.7" W

Anexo 4. Constancias de depósito del Museo de Historia Natural Marina de Colombia, correspondientes al ingreso de material biológico procesado del proyecto Tumaco Offshore, para los grupos de cnidarios (CD 2913), moluscos (CD 3013), crustáceos (CD 3113), equinodermos (CD 3213), anélidos (CD 3313), peces (CD 3413), organismos sin identificar (CD 3513), fitoplancton (CD 3613) y zooplancton (CD 3713).

 COLOMBIA 50% MAR Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andrés" - INVEMAR <small>Unidad de Investigación de Colombia, Venezuela y Dependencia Territorial</small>		FT-MHNMC-002 Versión: 02
PAGINA 1 DE 2	CONSTANCIA DE DEPOSITO	

CONSTANCIA DE DEPOSITO No. 29-13 Colección: Cnidarios Fecha: 15 / 05 / 2013

DATOS DEL DEPOSITANTE		
Investigador responsable: <u>Erika Montoya Cadavid</u> c.c. <u>43'605.765</u> de Medellín Tipo de ingreso: 1. <input checked="" type="checkbox"/> Depósito 2. <input type="checkbox"/> Donación* 3. <input type="checkbox"/> Canje* <small>*En caso de donación o canje debe adjuntarse la información de los registros con que cuenta la institución de origen. En el caso de depósito la información dependerá de la afiliación del investigador.</small>	Afilación del investigador: A. <input checked="" type="checkbox"/> Investigador MHNMC Proyecto: <u>Tumaco Offshore</u> B. <input type="checkbox"/> Otras dependencias INVEMAR Dependencia: _____ Proyecto: _____	C. <input type="checkbox"/> Externo Nacional Institución: _____ No. de permiso de estudio: _____ Fecha de expedición: _____ Autoridad ambiental que lo otorgó: _____ D. <input type="checkbox"/> Externo Internacional Institución: _____ No. Permiso Import: _____

MATERIAL ENTREGADO								
*Información del registro biológico almacenada en:								
C:\Documentos\EMC\SIBM\Administración\Constancias de deposito\2013								
C:\Documentos\EMC\SIBM\Administración\Matrices\Cnidarios								
Item	Grupo/Taxón	No. de lotes	No. de especímenes	No. de especies	No. de Géneros	No. de Familias	Preservado en	Estado del material
1	Cnidarios	37	-	-	-	-	Alcohol al 70%	Bueno
Totales		37	-	-	-	-		

Observaciones:

El Material fue entregado conforme a los lineamientos del Museo de Historia Natural Marina de Colombia (MHNMC), dando inicio al procedimiento de catalogación en la colección respectiva. La información de los registros biológicos asociada, se documentó acorde a los estándares establecidos por el Sistema de Información sobre Biodiversidad Marina - SIBM y fue recibida a conformidad por el administrador de contenidos, quien ha puesto en curso el proceso de verificación e ingreso a la base de datos.

 COLOMBIA 50% MAR Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés" - INVEMAR <small>Vinculado al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial</small>		FT-MHNMC-002 Versión: 02
PAGINA 1 DE 2	CONSTANCIA DE DEPOSITO	


CONSTANCIA DE DEPOSITO No. 30-13 Colección: Moluscos Fecha: 15 / 05 / 2013

DATOS DEL DEPOSITANTE		
Investigador responsable: <u>Adriana Gracia Clavijo</u> c.c. <u>52144.659</u> de Bogotá	Afiliación del Investigador: A. <u>X</u> Investigador MHNMC Proyecto: <u>Tumaco Offshore</u> B. <u> </u> Otras dependencias INVEMAR Dependencia: _____ Proyecto: _____	C. <u> </u> Externo Nacional Institución: _____ No. de permiso de estudio: _____ Fecha de expedición: _____ Autoridad ambiental que lo otorgó: _____ D. <u> </u> Externo Internacional Institución: _____ No. Permiso Import: _____
Tipo de ingreso: 1. <u>X</u> Depósito 2. <u> </u> Donación* 3. <u> </u> Canje* <small>*En caso de donación o canje debe adjuntarse la información de los registros con que cuenta la institución de origen. En el caso de depósito la información dependerá de la afiliación del investigador.</small>		

MATERIAL ENTREGADO								
*Información del registro biológico almacenada en: C:\Documentos\EMC\SIBM\Administración\Constancias de depósito\2013 C:\Documentos\EMC\SIBM\Administración\Matrices\Moluscos								
Item	Grupo/Taxón	No. de lotes	No. de especímenes	No. de especies	No. de Géneros	No. de Familias	Preservado en	Estado del material
1	Moluscos	125	-	-	-	-	Alcohol al 70%	Bueno
Totales		125	-	-	-	-		

Observaciones:

El Material fue entregado conforme a los lineamientos del Museo de Historia Natural Marina de Colombia (MHNMC), dando inicio al procedimiento de catalogación en la colección respectiva. La información de los registros biológicos asociada, se documentó acorde a los estándares establecidos por el Sistema de Información sobre Biodiversidad Marina - SIBM y fue recibida a conformidad por el administrador de contenidos, quien ha puesto en curso el proceso de verificación e ingreso a la base de datos.

 COLOMBIA 50% MAR Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés" - INVEMAR <small>Unidad al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial</small>		FT-MHNM-002 Versión: 02
PAGINA 1 DE 2	CONSTANCIA DE DEPOSITO	


CONSTANCIA DE DEPOSITO No. 31-13 Colección: Crustáceos Fecha: 15 / 05 / 2013

DATOS DEL DEPOSITANTE		
Investigador responsable: <u>Andrés Merchán Cepeda</u> c.c. <u>79'628.988</u> de Bogotá Tipo de ingreso: 1. <input checked="" type="checkbox"/> <u>Deposito</u> 2. <input type="checkbox"/> Donación* 3. <input type="checkbox"/> Canje* <small>*En caso de donación o canje debe adjuntarse la información de los registros con que cuenta la institución de origen. En el caso de depósito la información dependerá de la afiliación del investigador.</small>	Afilación del Investigador: A. <input checked="" type="checkbox"/> Investigador MHNM Proyecto: <u>Tumaco Offshore</u> B. <input type="checkbox"/> Otras dependencias INVEMAR Dependencia: _____ Proyecto: _____	C. <input type="checkbox"/> Externo Nacional Institución: _____ No. de permiso de estudio: _____ Fecha de expedición: _____ Autoridad ambiental que lo otorgó: _____ D. <input type="checkbox"/> Externo Internacional Institución: _____ No. Permiso Import: _____

MATERIAL ENTREGADO								
*Información del registro biológico almacenada en:								
C:\Documentos\EMC\SIBM\Administración\Constancias de depósito\2013								
C:\Documentos\EMC\SIBM\Administración\Matrices\Crustaceos								
Item	Grupo/Taxón	No. de lotes	No. de especímenes	No. de especies	No. de Géneros	No. de Familias	Preservado en	Estado del material
1	Crustáceos	195	-	-	-	-	Alcohol al 70%	Bueno
Totales		195	-	-	-	-		

Observaciones:

El Material fue entregado conforme a los lineamientos del Museo de Historia Natural Marina de Colombia (MHNM), dando inicio al procedimiento de catalogación en la colección respectiva. La información de los registros biológicos asociada, se documentó acorde a los estándares establecidos por el Sistema de Información sobre Biodiversidad Marina - SIBM y fue recibida a conformidad por el administrador de contenidos, quien ha puesto en curso el proceso de verificación e ingreso a la base de datos.

 COLOMBIA 50% MAR Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés" - INVEMAR <small>Unidad al Ministerio de Gobierno, Vivienda y Desarrollo Territorial</small>		FT-MHNC-002 Versión: 02
PAGINA 1 DE 2	CONSTANCIA DE DEPOSITO	

CONSTANCIA DE DEPOSITO No. 32-13 Colección: Equinodermos Fecha: 15 / 05 / 2013

DATOS DEL DEPOSITANTE		
Investigador responsable: <u>Christian Michael Díaz Sánchez</u> c.c. <u>80'849.657</u> de Bogotá	Afilación del Investigador: A. <u>X</u> Investigador MHNC Proyecto: <u>Tumaco Offshore</u> B. <u> </u> Otras dependencias INVEMAR Dependencia: _____ Proyecto: _____	C. <u> </u> Externo Nacional Institución: _____ No. de permiso de estudio: _____ Fecha de expedición: _____ Autoridad ambiental que lo otorgó: _____ D. <u> </u> Externo Internacional Institución: _____ No. Permiso Import: _____
Tipo de ingreso: 1. <u>X</u> Deposito 2. <u> </u> Donación* 3. <u> </u> Canje* <small>*En caso de donación o canje debe adjuntarse la información de los registros con que cuenta la institución de origen. En el caso de depósito la información dependerá de la afiliación del investigador.</small>		

MATERIAL ENTREGADO								
*Información del registro biológico almacenada en: C:\Documentos\EMC\SIBM\Administración\Constancias de depósito\2013 C:\Documentos\EMC\SIBM\Administración\Matrices\Equinodermos								
Item	Grupo/Taxón	No. de lotes	No. de especímenes	No. de especies	No. de Géneros	No. de Familias	Preservado en	Estado del material
1	Equinodermos	97	-	-	-	-	Alcohol al 70%	Bueno
Totales		97	-	-	-	-		

Observaciones:

El Material fue entregado conforme a los lineamientos del Museo de Historia Natural Marina de Colombia (MHNC), dando inicio al procedimiento de catalogación en la colección respectiva. La información de los registros biológicos asociada, se documentó acorde a los estándares establecidos por el Sistema de Información sobre Biodiversidad Marina - SIBM y fue recibida a conformidad por el administrador de contenidos, quien ha puesto en curso el proceso de verificación e ingreso a la base de datos.

 COLOMBIA 50% MAR Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés" - INVEMAR <small>Vinculado al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial</small>		FT-MHNMC-002 Versión: 02
PAGINA 1 DE 2	CONSTANCIA DE DEPOSITO	

CONSTANCIA DE DEPOSITO No. **33-13** Colección: **Anélidos** Fecha: **15 / 05 / 2013**

DATOS DEL DEPOSITANTE		
Investigador responsable: <u>Erika Montoya Cadavid</u> c.c. <u>43'605.765_deMedellín</u> Tipo de ingreso: 1. <input checked="" type="checkbox"/> <u>Depósito</u> 2. <input type="checkbox"/> <u>Donación*</u> 3. <input type="checkbox"/> <u>Canje*</u> <small>*En caso de donación o canje debe adjuntarse la información de los registros con que cuenta la institución de origen. En el caso de depósito la información dependerá de la afiliación del investigador.</small>	Afilación del investigador: A. <input checked="" type="checkbox"/> <u>Investigador MHNMC</u> Proyector: <u>Tumaco Offshore</u> B. <input type="checkbox"/> <u>Otras dependencias INVEMAR</u> Dependencia: _____ Proyector: _____	C. <input type="checkbox"/> <u>Externo Nacional</u> Institución: _____ No. de permiso de estudio: _____ Fecha de expedición: _____ Autoridad ambiental que lo otorgó: _____ D. <input type="checkbox"/> <u>Externo Internacional</u> Institución: _____ No. Permiso Import. _____

MATERIAL ENTREGADO								
*Información del registro biológico almacenada en: C:\Documentos\EMC\SIBM\Administración\Constancias de depósito\2013 C:\Documentos\EMC\SIBM\Administración\Matrices\Anélidos								
Item	Grupo/Taxón	No. de lotes	No. de especímenes	No. de especies	No. de Géneros	No. de Familias	Preservado en	Estado del material
1	Anélidos	68	-	-	-	-	Alcohol al 70%	Bueno
Totales		68	-	-	-	-		

Observaciones:

El Material fue entregado conforme a los lineamientos del Museo de Historia Natural Marina de Colombia (MHNMC), dando inicio al procedimiento de catalogación en la colección respectiva. La información de los registros biológicos asociada, se documentó acorde a los estándares establecidos por el Sistema de Información sobre Biodiversidad Marina - SIBM y fue recibida a conformidad por el administrador de contenidos, quien ha puesto en curso el proceso de verificación e ingreso a la base de datos.

 COLOMBIA 50% MAR Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés" - INVEMAR <small>Unidad de Manejo de Recursos Acuáticos, Universidad del Atlántico</small>		FT-MHNM-002 Versión: 02
PAGINA 1 DE 2	CONSTANCIA DE DEPOSITO	


CONSTANCIA DE DEPOSITO No. 34-13 Colección: Peces Fecha: 15 / 05 / 2013

DATOS DEL DEPOSITANTE		
Investigador responsable: <u>Andrea Polanco Fernández</u> c.c. <u>52'087.481 de Bogotá</u> Tipo de ingreso: 1. <u>X</u> Depósito 2. <u> </u> Donación* 3. <u> </u> Canje* <small>*En caso de donación o canje debe adjuntarse la información de los registros con que cuenta la institución de origen. En el caso de depósito la información dependerá de la afiliación del investigador.</small>	Afiliación del investigador: A. <u>X</u> Investigador MHNMC Proyecto: <u>Tumaco Offshore</u> B. <u> </u> Otras dependencias INVEMAR Dependencia: <u> </u> Proyecto: <u> </u>	C. <u> </u> Externo Nacional Institución: <u> </u> No. de permiso de estudio: <u> </u> Fecha de expedición: <u> </u> Autoridad ambiental que lo otorgó: <u> </u> D. <u> </u> Externo Internacional Institución: <u> </u> No. Permiso Import. <u> </u>

MATERIAL ENTREGADO								
*Información del registro biológico almacenada en:								
C:\Documentos\EMC\SIBM\Administración\Constancias de depósito\2013								
C:\Documentos\EMC\SIBM\Administración\Matrices\Peces								
Item	Grupo/Taxón	No. de lotes	No. de expedientes	No. de especies	No. de Géneros	No. de Familias	Preservado en	Estado del material
1	Peces	160	-	-	-	-	Alcohol al 70%	Bueno
Totales		160	-	-	-	-		

Observaciones:

El Material fue entregado conforme a los lineamientos del Museo de Historia Natural Marina de Colombia (MHNMC), dando inicio al procedimiento de catalogación en la colección respectiva. La información de los registros biológicos asociada, se documentó acorde a los estándares establecidos por el Sistema de Información sobre Biodiversidad Marina - SIBM y fue recibida a conformidad por el administrador de contenidos, quien ha puesto en curso el proceso de verificación e ingreso a la base de datos.

 COLOMBIA 50% MAR Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés" - INVEMAR <small>Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible</small>		FT-MHNMC-002 Versión: 02
PAGINA 1 DE 2	CONSTANCIA DE DEPOSITO	


CONSTANCIA DE DEPOSITO No. 35-13 Colección: Otros Fecha: 15 / 05 / 2013

DATOS DEL DEPOSITANTE		
Investigador responsable: <u>Erika Montoya Cadavid</u> c.c. <u>43'605.765</u> de Medellín	Afiliación del Investigador: A. <input checked="" type="checkbox"/> Investigador MHNMC Proyecto: <u>Tumaco Offshore</u> B. <input type="checkbox"/> Otras dependencias INVEMAR Dependencia: _____ Proyecto: _____	C. <input type="checkbox"/> Externo Nacional Institución: _____ No. de permiso de estudio: _____ Fecha de expedición: _____ Autoridad ambiental que lo otorgó: _____ D. <input type="checkbox"/> Externo Internacional Institución: _____ No. Permiso Import: _____
Tipo de ingreso: 1. <input checked="" type="checkbox"/> Depósito 2. <input type="checkbox"/> Donación* 3. <input type="checkbox"/> Canje* *En caso de donación o canje debe adjuntarse la información de los registros con que cuenta la institución de origen. En el caso de depósito la información dependerá de la afiliación del investigador.		

MATERIAL ENTREGADO								
*Información del registro biológico almacenada en: C:\Documentos\EMC\SIBM\Administración\Constancias de depósito\2013 C:\Documentos\EMC\SIBM\Administración\Proceso de entrega\Internos								
Item	Grupo/Taxón	No. de lotes	No. de especímenes	No. de especies	No. de Géneros	No. de Familias	Preservado en	Estado del material
1	Otros	35	-	-	-	-	Alcohol al 70%	Bueno
Totales		35	-	-	-	-		

Observaciones:

El Material fue entregado conforme a los lineamientos del Museo de Historia Natural Marina de Colombia (MHNMC), quedando en las estanterías en proceso pues se trata de material sin identificar. La información de los registros biológicos asociada, se documentó acorde a los estándares establecidos por el Sistema de Información sobre Biodiversidad Marina - SIBM y fue recibida a conformidad por el administrador de contenidos.

 <p>COLOMBIA 50% MAR Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés" - INVEMAR Vinculado al Ministerio de Ambiente, Urbanismo y Desarrollo Territorial</p>		<p>FT-MHNMC-002</p> <p>Versión: 02</p>
PAGINA 1 DE 2	CONSTANCIA DE DEPOSITO	


CONSTANCIA DE DEPOSITO No. 36-13 Colección: Fitoplancton Fecha: 15 / 05 / 2013

DATOS DEL DEPOSITANTE		
<p>Investigador responsable: <u>José Manuel Gutiérrez Salcedo</u></p> <p>c.c. <u>80'087.083</u> de Bogotá</p> <p>Tipo de ingreso:</p> <p>1. <u>X</u> Depósito</p> <p>2. <u> </u> Donación*</p> <p>3. <u> </u> Canje*</p> <p>*En caso de donación o canje debe adjuntarse la información de los registros con que cuenta la institución de origen. En el caso de depósito la información dependerá de la afiliación del investigador.</p>	<p>Afilación del investigador:</p> <p>A. <u>X</u> Investigador MHNMC</p> <p><u>Proyecto: Tumaco, Offshore</u></p> <p>B. <u> </u> Otras dependencias <u>INVEMAR</u></p> <p>Dependencia: <u> </u></p> <p>Proyecto: <u> </u></p>	<p>C. <u> </u> Externo Nacional</p> <p>Institución: <u> </u></p> <p>No. de permiso de estudio: <u> </u></p> <p>Fecha de expedición: <u> </u></p> <p>Autoridad ambiental que lo otorgó: <u> </u></p> <p>D. <u> </u> Externo Internacional</p> <p>Institución: <u> </u></p> <p>No. Permiso Import: <u> </u></p>

MATERIAL ENTREGADO								
*Información del registro biológico almacenada en:								
C:\Documentos\EMC\SIBM\Administración\Constancias de depósito\2013								
C:\Documentos\EMC\SIBM\Administración\Proceso de entrega\Internos								
Ítem	Grupo/Taxón	No. de lotes	No. de especímenes	No. de especies	No. de Géneros	No. de Familias	Preservado en	Estado del material
1	Fitoplancton	30	-	-	-	-	Alcohol al 70%	Bueno
Totales		30	-	-	-	-		

Observaciones:

El Material fue entregado conforme a los lineamientos del Museo de Historia Natural Marina de Colombia (MHNMC), quedando en las estanterías en proceso pues se trata de material sin identificar. La información de los registros biológicos asociada, se documentó acorde a los estándares establecidos por el Sistema de Información sobre Biodiversidad Marina - SIBM y fue recibida a conformidad por el administrador de contenidos.

 COLOMBIA 50% MAR Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés" - INVEMAR Vinculado al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial		FT-MHNM-002 Versión: 02
PAGINA 1 DE 2	CONSTANCIA DE DEPOSITO	

CONSTANCIA DE DEPOSITO No. 37-13 Colección: Zooplankton Fecha: 15 / 05 / 2013

DATOS DEL DEPOSITANTE		
Investigador responsable: <u>José Manuel Gutiérrez Salcedo</u> c.c. <u>80'087.083</u> de Bogotá _____ Tipo de ingreso: 1. <input checked="" type="checkbox"/> Depósito 2. <input type="checkbox"/> Donación* 3. <input type="checkbox"/> Canje* <small>*En caso de donación o canje debe adjuntarse la información de los registros con que cuenta la institución de origen. En el caso de depósito la información dependerá de la afiliación del investigador.</small>	Afilación del Investigador: A. <input checked="" type="checkbox"/> Investigador MHNC <u>Tumaco Offshore</u> B. <input type="checkbox"/> Otras dependencias INVEMAR Dependencia: _____ Proyecto: _____	C. <input type="checkbox"/> Externo Nacional Institución: _____ No. de permiso de estudio: _____ Fecha de expedición: _____ Autoridad ambiental que lo otorgó: _____ D. <input type="checkbox"/> Externo Internacional Institución: _____ No. Permiso Import: _____

MATERIAL ENTREGADO								
*Información del registro biológico almacenada en:								
C:\Documentos\EMC\SIBM\Administración\Constancias de depósito\2013								
C:\Documentos\EMC\SIBM\Administración\Proceso de entrega\Internos								
Item	Grupo/Taxón	No. de lotes	No. de especímenes	No. de especies	No. de Géneros	No. de Familias	Preservado en	Estado del material
1	Zooplankton	15	-	-	-	-	Alcohol al 70%	Bueno
Totales		15	-	-	-	-		

Observaciones:

El Material fue entregado conforme a los lineamientos del Museo de Historia Natural Marina de Colombia (MHNC), quedando en las estanterías en proceso pues se trata de material sin identificar. La información de los registros biológicos asociada, se documentó acorde a los estándares establecidos por el Sistema de Información sobre Biodiversidad Marina - SIBM y fue recibida a conformidad por el administrador de contenidos.

Anexo 5. Resumen del proyecto Tumaco Offshore, sometido para presentación oral en el SENALMAR 2013.

Exploración y levantamiento de línea base biológica en áreas remotas profundas del Pacífico colombiano

Erika Montoya-Cadavid*, Christian Díaz, José M. Gutiérrez-Salcedo, Andrés Merchán, Andrea Polanco, Nancy Suárez-Mozo, Adriana Gracia, Manuel Garrido-Linares, Milena Benavides, Giomar Borrero-Pérez, Paola Flórez, Mauricio Bejarano, David Alonso, Diego Ramírez, Javier Idárraga-García, Dalmiro Gámez, Martha Bastidas, Carlos Peña, Julian Pizarro, Julio Bohórquez

*Intituto de Investigaciones Marinas y Costeras-Invemar; erika.montoya@invemar.org.co

Las exploraciones de profundidad del margen continental colombiano desarrolladas desde hace 17 años con decidido compromiso por el Invemar en asocio con otras entidades, han hecho grandes aportes al conocimiento de la biodiversidad del país; pero para tan vasto territorio aún representan esfuerzos aislados, en especial en el Pacífico colombiano donde tradicionalmente la investigación ha sido menor. Las actuales proyecciones de búsqueda de recursos energéticos costa afuera, han reforzado la urgencia de contar con más información sobre las comunidades que habitan esas áreas, en procura de tomar mejores decisiones para su conservación. En este marco el proyecto Tumaco offshore desarrollado entre el Invemar y la ANH durante 2012-2013, buscó levantar una línea base mediante captura de datos físicos y obtención de muestras biológicas por arrastres epibentónicos y de plancton, en 15 estaciones de un área inexplorada correspondiente a los bloques TUM OFF 6 y 7 entre los 200 y 1000 m de profundidad. Se identificaron 179 especies fitoplanctónicas y 11576 zoopláncteres de 56 grupos, 47 familias y 9 phyla, que enriquecen los inventarios existentes del área. De megafauna se procesaron 43694 ejemplares, correspondientes a 254 morfoespecies de peces, equinodermos, crustáceos, anélidos, cnidarios y moluscos. Los crustáceos y los moluscos representaron el mayor número de morfoespecies y los equinodermos al grupo más abundante. Se obtuvieron por lo menos 30 primeros registros para el pacífico colombiano, entre los cuales se destacaron dos clases, 10 familias y un género que por primera vez se hallan en el Pacífico Oriental Tropical, donde existe un gran vacío en términos de conocimiento básico de las especies de aguas profundas que lo

habitan. Además se ampliaron rangos batimétricos y geográficos para varias familias. A la fecha el análisis de la información continua y la identificación hasta especie se ha logrado en un 30%, por lo que el número de nuevos registros se incrementará con las revisiones. Se enriquecieron las colecciones del Museo de Historia Natural Marina de Colombia y el Sistema de Información sobre Biodiversidad Marina (SIBM) con el ingreso de 762 lotes y su información asociada.

Palabras clave: Pacífico colombiano, Macrofauna, Plancton, Tumaco Offshore, Línea base

Anexo 6. Plan de acción del Proyecto Tumaco Offshore ejecutado entre el 01 de octubre de 2012 y el 30 de abril de 2013.

PAGINA 1 DE 1

PLAN DE ACCIÓN PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

NOMBRE DEL PROYECTO:	LINEA BASE BIOLÓGICA Y FÍSICA EN LOS BLOQUES TUM OFFSHORE 6 Y 7 SUJETOS A EXPLORACIÓN DE HIDROCARBUROS
NOMBRE CORTO DEL PROYECTO:	Proyecto TUMACO OFFSHORE
PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN	Programa de Biodiversidad y Ecosistemas Marinos
RESPONSABLE:	David A. Alonso Carrizal
OBJETIVO GENERAL:	Caracterización biológica, física (geomorfología y oceanografía) de las unidades económicas presentes en los bloques 1 UM OFF 6 y 1 UM OFF 7 desde los 200 metros hasta los 1000 metros de profundidad con los que a futuro se espera obtener la línea base ambiental para futuros procesos de exploración de hidrocarburos y para la toma de decisiones en el proceso de licenciamiento ambiental de los proyectos.

Nro.	Meta	Ponderación de la Meta	Indicador de meta	Unidad de Medida	Cantidad	Número Actividad	Actividad	Productos planeados	Descripción del avance de los productos	DURACIÓN ACTIVIDAD			Avance Actividad	Ponderación Actividad	Avance Metas
										Fecha Inicio	Fecha Final	Duración de la actividad			
1	Elaboración de Plan operativo de ejecución y cronograma con todas las actividades a ejecutar en el Convenio	10%	Plan de acción-operativo con el cronograma del proyecto	Formato FT-PEC-013	uno	1.1	Elaboración del Plan operativo de ejecución y cronograma con todas las actividades a ejecutar en el Convenio	Formato FT-PEC-013 de Plan de acción-operativo con el cronograma del proyecto	Se elaboró por completo el plan de acción del proyecto	P 01-oct-12	10-oct-12	3	100%	40%	100%
						1.2	Contratar los profesionales que apoyarán las labores objeto del convenio	Contratos de personal	Se contrató el personal especializado para cumplir la meta del proyecto	P 03-oct-12	22-oct-12	19	100%	50%	
						1.3	Reunión de inicio del Proyecto	Ayuda de memoria de la primera reunión del Proyecto con el grupo de investigación	Se llevó a cabo a reunión de inicio para dar conocer el plan de acción del proyecto	P 08-oct-12	19-oct-12	11	100%	10%	
2	Describir las especies y ensamblajes de macro y mega fauna bentónica y plancton, así como las condiciones oceanográficas y geomorfológicas, de los bloques TUM OFF 6 y TUM OFF 7 en el Pacífico colombiano entre 200 y 1000 m de profundidad	70%	Informes de gestión y presupuestal	Informes bimestrales	dos	2.1	Procesamiento de la información secundaria del área de estudio	Informe bimestral de gestión y ejecución presupuestal	Se entrega el tercer informe técnico de avance y presupuestal	P 28-sep-12	30-oct-12	32	100%	15%	100%
						2.2	Definición y diseño del plan de cruceo para los muestreos en los bloques TUM OFF 6 y 7			P 28-sep-12	12-oct-12	14	100%	10%	
						2.3	Ejecución del cruceo de investigación en los Bloques TUM OFF 6 y 7		Se culminó la fase de análisis en laboratorio para la mayoría de los componentes y se avanzó en la elaboración del informe final.	P 30-nov-12	21-dic-12	21	100%	30%	
						2.4	Análisis de la información del cruceo y/o colectada	Informe (final) bimestral de gestión y ejecución presupuestal		P 26-dic-12	30-mar-13	34	100%	25%	
						2.5	Elaboración de informe final			P 01-abr-13	30-abr-13	29	100%	20%	
3	Alimentar el geovisor del portal Biodiversidad Marina en los bloques de Exploración de Hidrocarburos	20%	Portal actualizado	Portal	uno	3.1	Actualización y alimentación de portal con los resultados del proyecto	Informe (final) bimestral de gestión y ejecución presupuestal	Se incorporó la información del componente físico al geovisor y se dio inicio a la compilación de datos para el portal Web	P 01-dic-12	15-abr-13	135	100%	80%	100%
						3.2	Prueba y retroalimentación del sistema			P 01-feb-13	30-abr-13	88	100%	20%	

TOTAL PLAN DE ACCIÓN

100.0%

Anexo 7. Certificado de aportes parasfiscales e Informe financiero final para el proyecto Tumaco Offshore.

EL SUSCRITO REVISOR FISCAL DE

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES MARINAS Y COSTERAS JOSÉ BENITO VIVES
DE ANDRÉS, INVEMAR**

NIT. 800.250.062-0

CERTIFICA QUE:

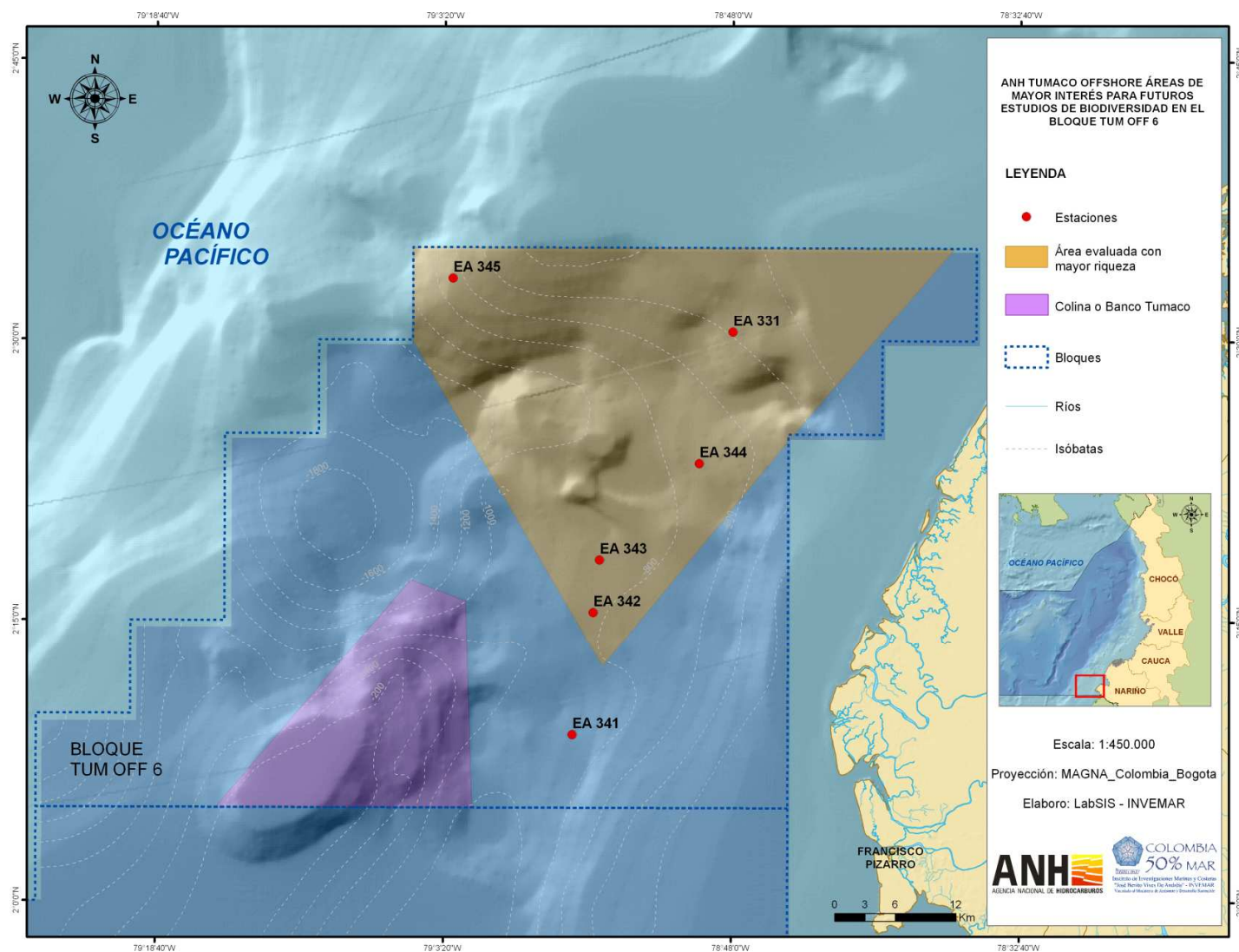
El INSTITUTO DE INVESTIGACIONES MARINAS Y COSTERAS JOSÉ BENITO VIVES DE ANDRÉS (INVEMAR) cumplió durante los últimos seis (6) meses, en forma adecuada y oportuna con las obligaciones de los aportes a salud, pensión, administradora de riesgos profesionales, Caja de Compensación, Instituto Colombiano de Bienestar Familiar y Sena, conforme lo estipulado en el Artículo 50 de la Ley 789 de 2002. Adicionalmente a la fecha la entidad se encuentra a paz y salvo por estos conceptos.

Dada en Bogotá, DC., a los cinco (5) días del mes de abril de 2013 con destino a quien interese.

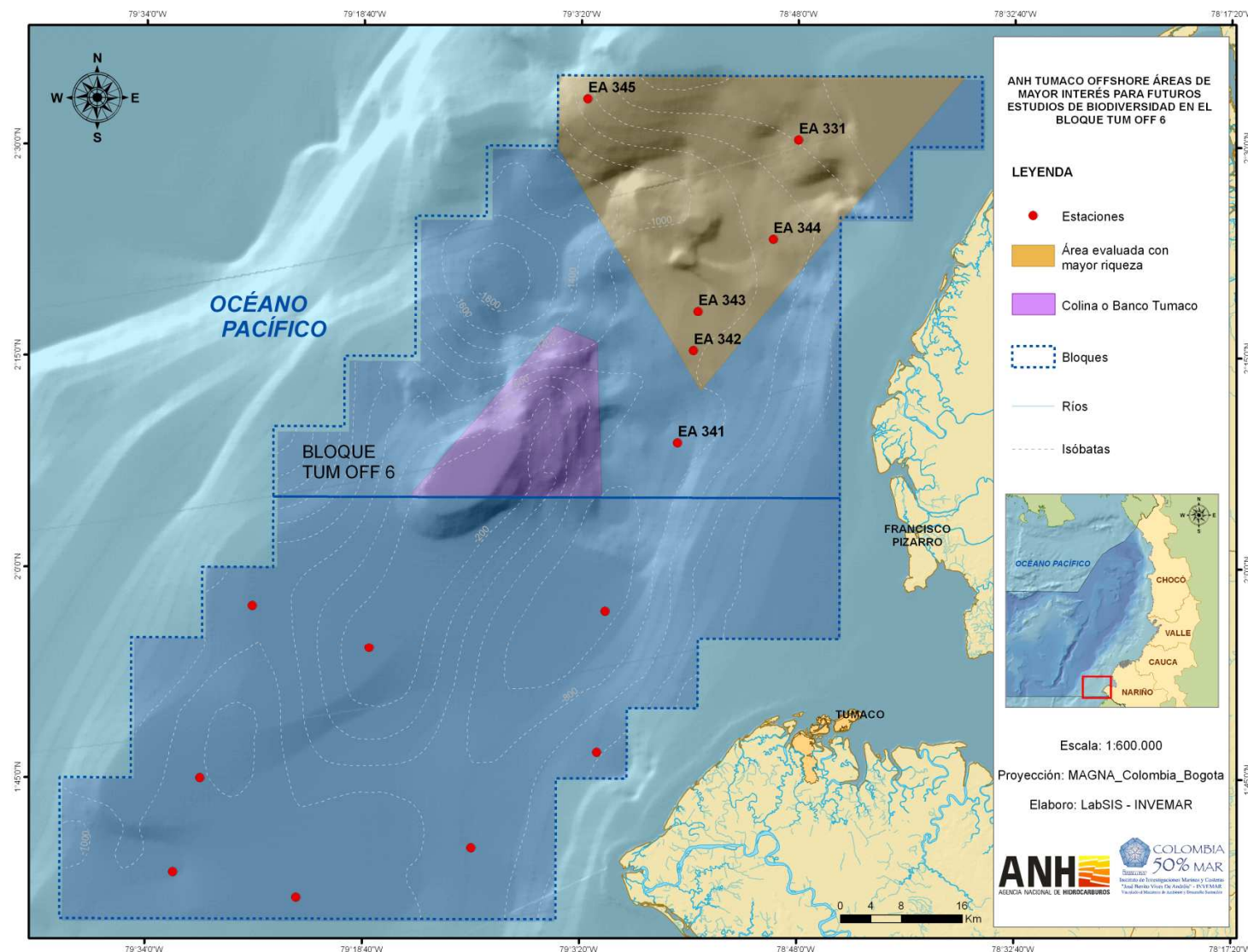

JAIME ALBAN PONCE GRANADOS.
Revisor Fiscal
TP: 119106-T
Por delegación de Kreston RM S.A.

Bogotá, D.C., 5 de abril de 2013
Kreston RM S.A.
Kreston Colombia
Miembro de Kreston International Ltd.





Anexo 8. Áreas de mayor interés para futuros estudios de biodiversidad en el Bloque TUM OFF 6. Área muestreada con mayor riqueza de invertebrados bentónicos y más abundancia de peces durante la campaña Tumaco offshore (naranja). Colina o banco Tumaco, área no muestreada mediante arrastres con potencial alta riqueza (morado).



Anexo 9. Áreas de interés para futuros estudios de biodiversidad en el Bloque TUM OFF 6 enmarcadas en el área total de los bloques TUM offshore 6 y 7. Se destacan los puntos de muestreo para arrastres bentónicos efectuados durante la campaña Tumaco Offshore 2012.