



Informe Integral Anual PICIA 2018



El ambiente
es de todos

Minambiente



Directivos de INVEMAR

Francisco Armando Arias Isaza
Director General

Jesús Antonio Garay Tinoco
Subdirector Coordinación
Científica - SCI

Sandra Rincón Cabal
Subdirectora Administrativa – SRA

Coordinadores área misional

David Alonso Carvajal
Coordinador Programa Biodiversidad y Ecosistemas
Marinos – BEM

Constanza Ricaurte Villota
Coordinadora Programa Geociencias Marinas - GEO

Mario Rueda Hernández
Coordinador Programa Valoración y Aprovechamiento
de Recursos Marinos - VAR

Luisa Fernanda Espinosa
Coordinadora Programa Calidad Ambiental Marina –
CAM

Paula Cristina Sierra Correa
Coordinadora de Investigación e Información para
Gestión Marina y Costera -GEZ

Julián M. Betancourt
Coordinador de Servicios Científicos - CSC

Informe compilado por:

Dinora Otero Polo
Coordinadora de Planeación

Mónica Zulbarán Jiménez
Profesional de Planeación

Imagen: Acuarela de la vida marina.
Derechos de autor depiano.

Santa Marta, febrero de 2019



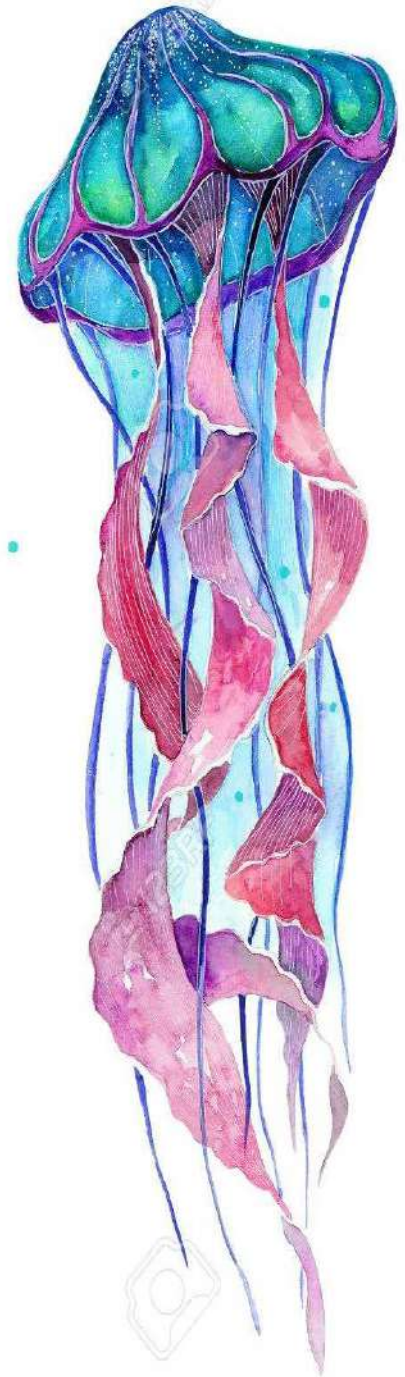
PRESENTACIÓN

El INVEMAR tiene como encargo principal realizar la investigación ambiental básica y aplicada de los recursos naturales renovables, del medio ambiente y de los ecosistemas presentes en las costas y aguas marinas de interés nacional, con el fin de contribuir al desarrollo sostenible de los espacios marinos y costeros y al mejoramiento de la calidad de vida de los colombianos. El área sobre la cual el INVEMAR enfoca sus investigaciones suma casi el 50% del territorio colombiano que incluye puntos críticos para el desarrollo económico del país y para la sostenibilidad ambiental con ecosistemas de gran biodiversidad y de reconocido valor no sólo para Colombia sino para la humanidad por su singularidad y riqueza.

En cumplimiento del Artículo 11 del capítulo IV del Decreto 2370 de 2009, el Inveemar presenta al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, a la Junta Directiva, y en general a todas las partes interesadas, el Informe integral anual sobre los avances alcanzados en la ejecución de los Programas del Plan Institucional Cuatrienal de Investigación Ambiental – PICA.

El documento, resultado de un proceso de seguimiento y evaluación con los responsables de los proyectos registrados en el PICA Inveemar para la vigencia 2018, describe en forma general los avances alcanzados en cada Programa del Plan Estratégico Nacional de Investigación Ambiental – PENIA, así como el porcentaje de cumplimiento logrado al final del informe.

Resaltando la importancia de este instrumento de planeación, que responde también a las necesidades del país expresadas en la estrategia “envolvente” de Crecimiento verde del PND 2014-2018, nos enorgullece compartir un resumen de los principales aportes al conocimiento en el tema marino costero, que hemos generado en el año 2018.



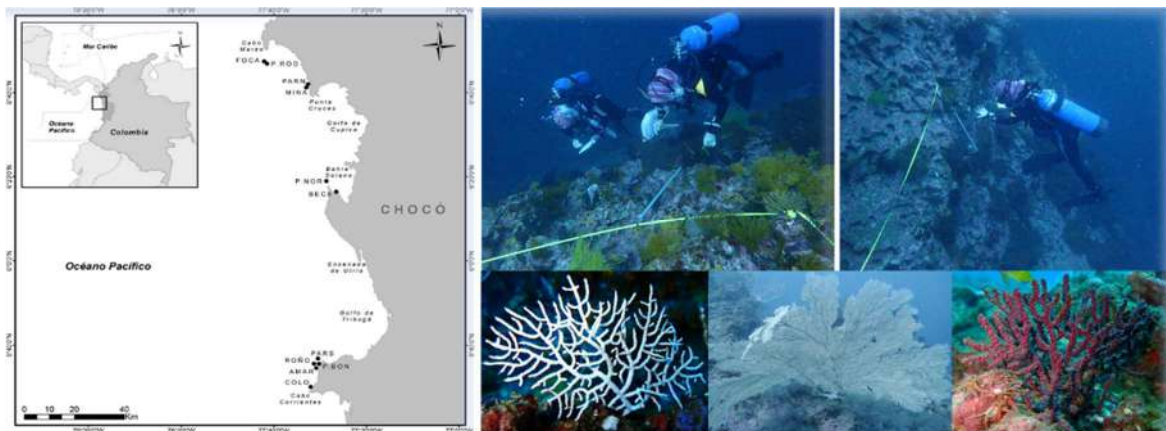
Medusa. Acuarela aislada de ilustración. Derecho de autor: Yuliya Korchevsk
Imagen tomada de: https://es.123rf.com/photo_55656065_medusa-acuarela-aislado-de-ilustraci%C3%B3n-vida-marina.html



I. Aportes al conocimiento en el Tema Marino costero – PICIA INVEMAR 2018

1. Programa Caracterización de la estructura y dinámica de la base natural del país.

En cumplimiento de las metas del PICIA se logró el ingreso de 2824 registros al Sistema de Información sobre Biodiversidad Marina - SIBM. Se avanzó en la caracterización de 5 ecosistemas estratégicos: Corales, pastos, manglares, playas y litoral rocoso. Como especial mención se destaca el levantamiento de información de línea base sobre la biodiversidad, en 3 áreas: 1. UAC Pacífico Norte Chocoano. Se abordó el componente de corales blandos asociados al ecosistema de arrecifes rocosos, en una extensión mayor a 200 km de línea de costa; contribuyendo al conocimiento de un grupo biótico poco estudiado y en un área escasamente explorada hasta hoy. 2. Sector de Varadero (bahía de Cartagena). Se levantó la línea base y cartográfica del arrecife coralino, así como información sobre estructura, composición y estado de ese ecosistema, fundamental para la planeación de estrategias de conservación de ese arrecife, de gran importancia para la comunidad de pescadores de Bocachica y su presencia en un hábitat poco común para la existencia de estas comunidades. Y 3. Área del Magdalena, en la que se continuó con evaluación del ecosistema de playas, caracterizando la biodiversidad en las playas de bahía Cocha y bahía Neguanje, relacionando los resultados biológicos con la morfodinámica de la playa.



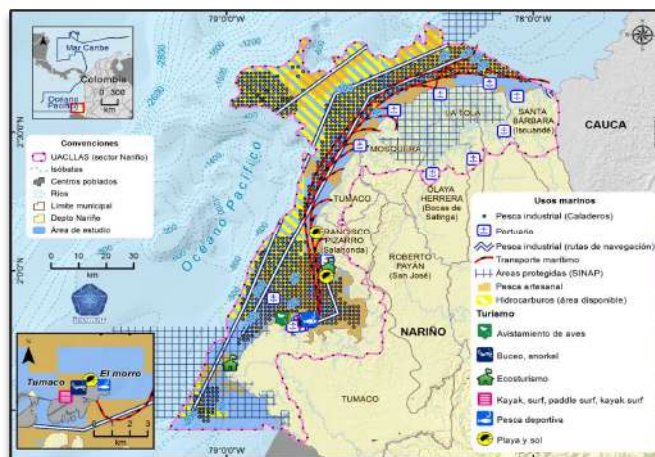
Investigadoras del INVEMAR evaluando la biodiversidad del área de estudio de las comunidades de octocorales en el Pacífico Norte Chocoano.

Por otra parte, se aportaron las bases de información sobre la cobertura actual de áreas coralinas, pastos marinos, fondos sedimentarios y otros ecosistemas entre 0-25 m de profundidad en San Andrés Islas – SAI; y se obtuvo el modelo cartográfico en 3D de San Andrés para la gestión del manejo de la reserva de biósfera Seaflower a cargo de CORALINA. Así mismo, se dio continuidad al monitoreo anual de las condiciones ambientales en términos de calidad de aguas; presencia de algas potencialmente nocivas; cambios estructurales y funcionales de los manglares y de los recursos pesqueros de la Ciénega Grande de Santa.

Se determinó el estado (abundancia y distribución) de 20 especies marinas de interés para la pesca y/o acuicultura: *Eugerres plumieri*, *Mugil incilis*, *Ariopsis sp.*, *Catharops mapale*, *Oreocromis niloticus*, *Brotula clarkae*, *Tunus albacares*, *Lutjanus synagris*, *Sphyaena guachancho*, *Caranx crysos*, *Callinectis bocourti*, *Callinectis sapidus*, *Litopenaeus occidentalis*, *Solenocera agassizi*, *Xiphopenaeus riverti*, *Farfantepenaeus notialis*, *Litopenaeus schmiti*, *Xiphopenaeus kroyeri* y *Farfantepenaeus subtilis*.

Como parte de la contrapartida de la acción MAPCO, se elaboró un documento técnico con la revisión y análisis de información secundaria para enmarcar el estado del arte del concepto de Adaptación Basada en Ecosistemas (ABE) y mitigación al cambio climático enfocado a ecosistemas marinos y costeros, con la posibilidad de ser implementadas vía proyectos de ABE y carbono azul en áreas que puedan ser aplicables al contexto social, económico y ambiental del Golfo de Morrosquillo y que fortalezcan la oferta de servicios ecosistémicos del área.

En otro contexto, el INVEMAR ha generado aportes importantes en la Planificación espacial Marina (PEM) en el departamento del Valle del Cauca (2015), el Magdalena (2016), el Cauca (2017) y en el año 2018 en el departamento de Nariño. Para el año 2018, el área de estudio comprendió la zona marina de la unidad ambiental costera de la llanura aluvial del sur (UAC LLAS) en el territorio que hace parte de la zona costera del departamento de Nariño, que incluye los municipios del Charco, La Tola Mosquera, Olaya Herrera, Francisco Pizarro, Tumaco y Santa Bárbara de Iscuandé. A partir de la revisión y análisis de las metodologías y los avances. Los resultados se encuentran en el documento de investigación PEM Nariño.



Mapa de usos y actividades agrupadas para la zona marina costera de la UAC LLAS departamento de Nariño.

En el marco de este Programa PICIA también se destaca la realización de un análisis de vulnerabilidad al cambio climático y propuesta de lineamientos de adaptación para el municipio de Bahía Solano ubicado en el departamento del Chocó, Pacífico colombiano. Durante los dos primeros trimestres del año 2018, se realizaron actividades relacionadas con la búsqueda y recopilación de información secundaria con el fin de describir la condiciones ambientales, climatológicas, sociales y económicas del territorio; en este sentido, se adelantó una contextualización socioeconómica y ambiental, y se describieron los antecedentes climáticos así como las proyecciones en los escenarios futuros para los años 2040, 2070 y 2100, partiendo de los resultados obtenidos en la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (TCNCC) elaborada en el año 2017.

En el marco de esta actividad, se realizó un taller con actores locales del municipio de Bahía Solano, denominado “Taller para la identificación de impactos asociados al cambio climático y medidas de adaptación para el municipio de Bahía Solano”, en cual se identificaron los elementos de interés que podrían verse mayormente afectados por las amenazas del cambio climático; a partir de este, surgieron unas propuestas de lineamientos de adaptación. De acuerdo con los resultados obtenidos, se procedió a la elaboración de la evaluación de vulnerabilidad. Para esta última, se identificaron un total de 38 indicadores discriminados entre 22 de exposición, 11 de sensibilidad y 5 de capacidad adaptativa, enmarcados en los componentes de Seguridad alimentaria, Biodiversidad y servicios ecosistémicos y Hábitat humano. La exposición incluyó un análisis por amenazas de Ascenso en el Nivel del Mar (ANM) y erosión costera frente a los elementos bióticos y socioeconómicos.

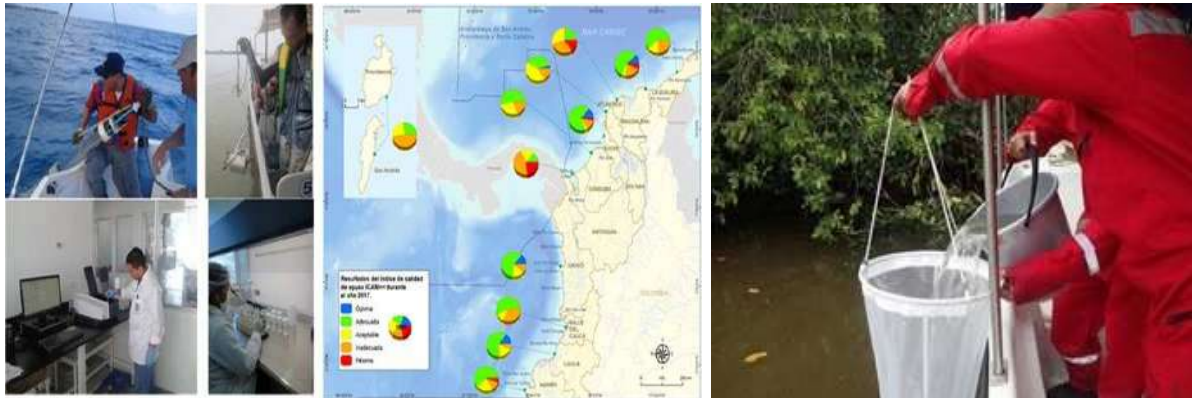
2. Conservación y restauración del patrimonio ambiental del país

Como avance para el diseño de estrategias y metodologías para la conservación de ecosistemas estratégicos como los pastos marinos en Colombia, en el año 2018 se evaluó la captura de carbono (blue carbón) como uno de los principales servicios ecosistémicos. Se obtuvo resultados preliminares del carbono almacenado en la biomasa viva de *Thalassia testudinum* en áreas de La Guajira y la isla de San Andrés; reafirmando lo sugerido la literatura internacional, en donde el componente subterráneo de raíces y rizomas constituyen entre el 50% y 80% de la composición de Carbono. El valor promedio obtenido es de aproximadamente 7 MgC/ha. Se espera continuar con esta evaluación y aportar nuevos elementos para su conservación.

Con respecto a la cuantificación de los cambios en el patrimonio ambiental del país, se llevó a cabo la evaluación sobre el estado de los ecosistemas de coral y pastos marinos en las áreas protegidas en áreas como el PNN Tayrona, Islas del Rosario, PNN Old Providence McBean Lagoon y SFF Malpelo, permitiendo establecer algunas tendencias del estado de salud con respecto a años anteriores y obteniéndose en general para las

áreas coralinas un estado Regular para el Caribe continental e insular y de Bueno a Deseable para el Pacífico colombiano siendo la principal afectación la disminución de peces carnívoros arrecifales (comerciales). Para pastos marinos el estado es Bueno.

Desde otro alcance y para avanzar en el desarrollo de una línea base del estado de contaminación física por plásticos y microplásticos en los ecosistemas marino costero del país, se realizó la evaluación de estos contaminantes en los departamentos de Magdalena, Córdoba y Cauca. Esta información aporta a la cuantificación de los cambios en el patrimonio ambiental.



Actividades del monitoreo REDCAM y reporte de la calidad del agua superficial mediante el ICAMPFF

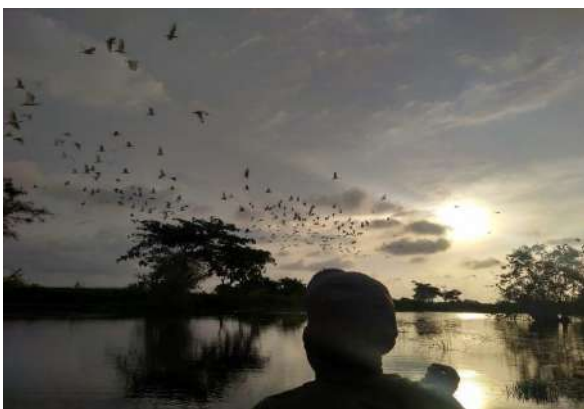
Monitoreo de plásticos y microplásticos en la zona costera el departamento de Córdoba

En otro contexto, se dio continuidad al monitoreo de la calidad del agua marino costera del Caribe y Pacífico colombiano, en el marco de la Red de Vigilancia para la Conservación y Protección de las Aguas Marinas y Costeras de Colombia (REDCAM), y el levantamiento de las fuentes terrestres de contaminación en la zona de Tumaco, Nariño. Esta actividad ha permitido avanzar en la cuantificación de los cambios en calidad ambiental marina y brinda soporte para la formulación de planes y programas que posibiliten el manejo integrado del recurso hídrico y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales asociados. Así mismo se cuantificó los desembarcos de recursos pesqueros claves de pesquerías artesanales e industriales en 4 pesquerías artesanales: Ciénaga Grande de Santa Marta, Golfo de Salamanca, Buritaca, Dibulla y una pesquería industrial de camarón de aguas profundas en el Pacífico.

3. Ordenamiento y planeación del manejo del territorio para el aprovechamiento sostenible de sus recursos.

Durante 2018 se completó la segunda fase de la valoración integral del servicio ecosistémico de turismo y recreación, con énfasis en aviturismo, en el Parque Regional Natural Boca de Guacamaya, Municipio de Santiago de Tolú, Sucre. Se determinó el gran potencial de este territorio en términos de aviturismo como uso sostenible a través de una actividad ecoturística basada en la biodiversidad de 129 especies de aves que allí concurren. Así mismo, se reconocieron cerca de 24 actores en torno a las actividades de ecoturismo y el papel que desempeñan en términos de favorecer o no el desarrollo de las mismas. Para la valoración económica se diseñó y aplicó una encuesta dirigida a expertos, la cual permitirá en 2019 determinar al valor dispuesto a pagar por turistas interesados en visitar el área y hacer actividades de avistamiento. Finalmente, con base en escenarios de futuro, se establecieron líneas y acciones estratégicas que favorecen el desarrollo de la actividad y la integración de las comunidades locales a esta nueva alternativa económica.

Se presentaron los resultados del segundo año del proyecto REBYC II- LAC en Colombia enfocados en aspectos tecnológicos y económicos de la pesca industrial de arrastre de camarón que opera en el Pacífico. Dentro de los resultados alcanzados por el proyecto se resalta el avance significativo en la elaboración del plan nacional de gestión de la captura incidental de la pesquería de arrastre de camarón estructurado según las directrices internacionales de FAO, incorporando a los sitios pilotos del proyecto; presentación de propuesta borrador para implementar una legislación de manejo compartido de las capturas incidentales de camarón y la resolución de la AUNAP, mediante la cual se creó el comité Nacional de Cogestión de las capturas incidentales. Así mismo, se socializaron avances del análisis de la cadena de valor de la pesca de camarón y sus capturas incidentales.



Atardecer en la Ciénaga de la Leche, PRN Boca de Guacamaya.



Socialización resultados proyecto REBYC II – LAC Colombia, agosto 2018.

En el marco del proyecto Desarrollo Local Sostenible y Gobernanza para la paz – DLS, el INVEMAR reconoció la participación de 12 integrantes de la Asociación de Pescadores de Buenavista – ASOPEBUE y de 2 representantes de la Asociación de Guías Turísticos de Ciénaga – ASOGUITUR, en formación como Informadores Locales en Aviturismo de la Ciénaga Grande de Santa Marta – CGSM. Este proceso posibilitará la asociatividad entre ambas organizaciones, con lo cual se espera puedan alternar actividades de pesca artesanal, con las de aviturismo y ecoturismo cultural.

4. Identificación, prevención y gestión de riesgos derivados de fenómenos naturales y antrópicos

Como parte de las estrategias para determinación del riesgo y vulnerabilidad de los ecosistemas marino costeros del país frente a actividades antrópicas, se dio inicio al desarrollo de un nuevo índice de eutrofización para aguas costeras en Colombia; para lo cual a partir de una revisión de información secundaria sobre modelos de índice de eutrofización teórico, se realizaron pruebas de aplicación de los modelos con datos en las zonas de Magdalena y Bolívar, definiéndose las posibles variables que se pueden utilizar. Así mismo, partir de la identificación y evaluación de los impactos potenciales de los vertimientos generados por los sectores productivos y la población sobre los ecosistemas de manglar, corales, playas y lagunas costeras en la bahía de Cartagena, se formularon las medidas de manejo para la prevención de los efectos por contaminación.



Principales vertimientos directos e indirectos actuales en la bahía de Cartagena.

Para avanzar en el conocimiento sobre los efectos de acidificación del océano a nivel costero, se logró instalar el primer piloto para la medición continua del sistema de los carbonatos y el estado de saturación de aragonita y calcita en la bahía de Chengue. Con esta información se pretende conocer el estado actual de acidificación del agua de mar en la bahía de Chengue como un caso piloto y poder extrapolar las actividades hacia otras zonas costeras del país.

Así mismo y con el propósito de contribuir al conocimiento sobre las floraciones algales nocivas (FAN), para avanzar en la generación de alertas tempranas frente a estas amenazas en las zonas costeras del país, se continuó con el monitoreo de la composición de la comunidad fitoplanctónica con énfasis en géneros potencialmente nocivos y su relación con los cambios de las variables fisicoquímicas, en la zona costera de los departamentos de Magdalena, incluyendo la Ciénaga Grande de Santa Marta, y se amplió el área de estudio a tres (3) nuevas estaciones de muestreo en Buenaventura, Valle del Cauca.

En el marco de este Programa del PICIA, se llevó a cabo 4 estudios de riesgo, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático: Análisis adaptación basada en Ecosistemas para el Golfo de Morrosquillo, Vulnerabilidad cambio climático para el municipio de Bahía Solano, Amenaza y vulnerabilidad por erosión costera en la zona sur del Departamento de Nariño, en la zona sur y Morfodinámica de dos playas en el municipio de Buenaventura. Este último incluyó una comparación con la morfodinámica de una playa en el Caribe (Salguero en el Magdalena). También se realizó un estudio de detalle a las alternativas de mitigación contra la erosión costera basadas en ecosistemas en una playa seleccionada del departamento de Córdoba.

5. Innovación, desarrollo y adaptación de tecnologías para aprovechar sosteniblemente la oferta ambiental y prevenir o mitigar los impactos ambientales de las actividades socioeconómicas.

Con base en bioprospección marina, se seleccionaron 7 bacterias aisladas para ensayos de actividad antiparasitaria (anti-*T. gondii*), con el propósito de evaluar el efecto directo de los extractos sobre la viabilidad del parásito en células de fibroblastos humanos HFF-1. Los extractos obtenidos de *P. shioyasakiensis* INV PTR33, *B. subtilis* INV FIR48, *Streptomyces* sp. INV ACT2 y *M. chalcona* INV ACT5, afectaron el proceso de infección y proliferación de los parásitos, lo que implica que las bacterias marinas son un recurso prometedor para la obtención de compuestos activos contra parásitos de importancia para la salud pública. Asimismo, se realizó el screening primario con Actinobacterias, para evaluar la producción de inhibidores de proteasas (IP), seleccionando dos cepas

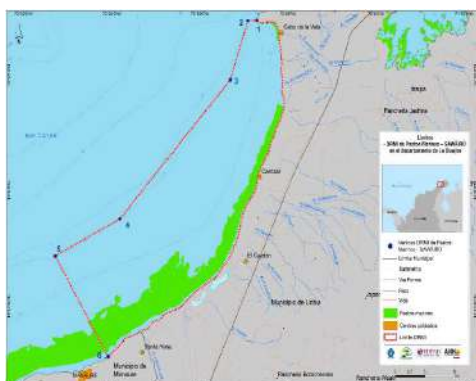
como posibles productoras (*Micromonospora* sp. INV ACT10 y *Streptomyces cf. parvulus* INV ACT17). Adicional a esto, se evidenció otro tipo de actividad biológica presente en las cepas evaluadas, como la presencia de enzimas caseinolíticas.

Con relación a las microalgas, se logró escalar el cultivo hasta 3 L de las microalgas *Chlamydomonas cf.*, *Chlorella cf.*, *Extubocellulus cf.* y *Cylindrotheca cf.* Se encontró fuerte actividad antioxidante de las cepas mencionadas, especialmente con la microalga del género *Cylindrotheca cf.* Esta misma cepa presentó actividad biosurfactante, al romper la tensión superficial entre el crudo y el agua. En cuanto al tema de extracción y fraccionamiento para la identificación de compuestos, se avanzó en la obtención de extractos orgánicos de las cepas *Bacillus safensis* 64093, *B. velezensis* 64098 y *Bacillus* sp. 64102. Con respecto a los hongos, como candidatos para degradar colorantes, uno los hongos identificando (cepa 64937), se empleó para optimizar la actividad presente en los extractos crudos. Por último, en el trabajo realizado en convenios con la ANH, se evaluaron 140 cepas de microorganismos, encontrando que 4 mostraron desplazamientos de crudo, 22 presentaron actividad lipolítica, 16 bacterias y 6 mohos. Además, se pudo observar la emisión de fluorescencia con rojo Nilo en 64 cepas, que indica posible producción de PHA. La cepa *Bacillus subtilis* 64266, cepa con comprobada capacidad productora de biosurfactante, permitió detectar la presencia del gen *Sfp*, involucrado en la síntesis del surfactin. Por otra parte, se realizó una confirmación previa de la naturaleza del biopolímero producido por *B. subtilis* 64256 y acuerdo con el análisis por FTIR y TGA, presenta similitud estructural y de estabilidad térmica cercana a la del ácido polihidroxibutírico o PHB.

Con respecto a los avances alcanzados en la identificación de potenciales fuentes de energía a partir de recursos renovables (vientos, mareas y olas), se brindó apoyo a una tesis de la Universidad del Valle relacionada con la simulación de un prototipo undimotriz para la micro generación lineal de energía eléctrica aplicado a la costa Pacífica colombiana. Adicionalmente y dando continuidad al proyecto del 2017, en el año 2018 LABIMA continuó con el desarrollo del prototipo registrador de oleaje para evaluación de su potencial energético; y se gestionaron propuestas para el IRDC (Evaluación del impacto socioeconómico y ambiental del uso de energías renovables en las zonas vulnerables de la costa pacífica colombiana) y el Plan QIAO (The role of renewable energy in climate change adaptation: strengthening risk management and building resilient communities).

6. Evaluación y seguimiento de la política y la gestión ambiental.

Se atendieron cuatro (4) requerimientos relacionados con los Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial (Fichas PDET) solicitado por el Minambiente; se dio respuesta a la solicitud de información en el marco de la revisión y ajuste del Plan de Ordenamiento municipal de Ciénaga, requerido por la Secretaria de Infraestructura y Desarrollo Socioeconómico Alcaldía de Ciénaga, Magdalena; así mismo, se atendió la solicitud de información sobre efectos del Cambio Climático (CC), vulnerabilidad y adaptación en ecosistemas acuáticos -humedales continentales (no costeros) de Latinoamérica y El Caribe, realizada por la Red iberoamericana de oficinas de cambio climático y la Comisión Manejo de Ecosistemas de la UICN. Finalmente, se dio respuesta a la solicitud de información sobre cambio climático y estrategias de adaptación al CC desarrolladas en Colombia, requerimiento efectuado por el Centro de Investigaciones Gestión de Espacios Costeros de la Universidad de Buenos Aires, Argentina. GEC-FADU-UBA. Se realizó el acompañamiento y articulación con los Subsistemas Regionales de Áreas Protegidas, SIRAP Caribe y Pacífico y se participó en los comités técnicos y directivos realizados por estas instancias durante el año 2018. Se participó en mayo de 2018 del taller de análisis de la calidad y diversidad de la gobernanza al Sistema Nacional de Áreas protegidas de Colombia, donde se hizo una reflexión conjunta sobre el mejoramiento de la gobernanza a nivel de Subsistemas temáticos que incluye el SAMP. Es de resaltar que se contó con el acompañamiento de la sede Pacífico en los comités técnicos y directivos del SIRAP Pacífico y en reuniones de planeación para la gestión de recursos en el marco de la RAP Pacífico. Así mismo, se brindó acompañamiento técnico y seguimiento en la ruta declaratoria para dos nuevas AMP en la zona marino costera de Sucre y La Guajira. Gracias a este proceso, en noviembre de 2018 fue declarado el Distrito Regional de Manejo Integrado DRMI-Pastos marinos en el departamento de La Guajira, cuya área total es de 61176 ha que protegerá 13258,81 ha de cobertura de pastos marinos y con lo cual su declaración contribuiría a aumentar las metas de conservación del SINAP en un 20%, aumentando la representatividad de este ecosistema en el país al 34,7% (23.010 ha). Actualmente el INVEMAR trabaja en una propuesta de zonificación y plan de manejo del área con participación de la comunidad. Del 3 al 5 de diciembre se realizaron los talleres comunitarios en Santa Rosa, Uribía y Cabo de la Vela, en el departamento de La Guajira.



Polígono DRMI Pastos Marinos SAWAIRÚ



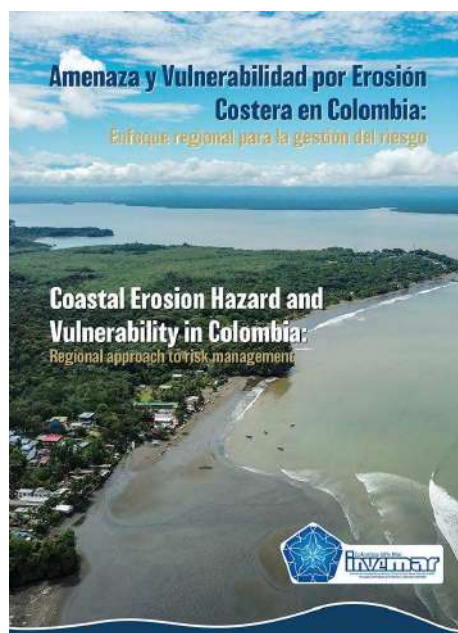
Taller de diagnóstico DRMI Pastos Marinos SAWAIRÚ en La Guajira.

Por otra parte, a través de la alianza con el proyecto Conexión BioCaribe, se estuvo trabajando con CARSUCRE en el proceso de acompañamiento de la ruta declaratoria del AMP. Actualmente la propuesta se dirige a que sea un Distrito Regional de Manejo Integrado DRMI-Punta San Bernardo y Chichimán.

7. Producción y gestión de información técnica y científica en el SINA

Dando cumplimiento a la meta del PICIA, en el año 2018 se mantuvo en correcto funcionamiento el Sistema de Información Ambiental Marina – SIAM. Como resultado del convenio interadministrativo 340 – 18 entre INVEMAR y la Agencia Nacional de Hidrocarburos –ANH, se publicó el libro Microvida del Caribe profundo. Esta publicación presenta un listado de bacterias marinas cultivables aisladas de sedimentos marinos de profundidad, como aporte al conocimiento de la biodiversidad y de algunos de sus potenciales, al evaluar si producen compuestos con propiedades de interés para la industria, combinando el uso de herramientas de microbiología clásica, moleculares y bioinformáticas y la realización de bioensayos con las cepas cultivables.

Durante 2018 se publicó el libro "Amenaza y vulnerabilidad por erosión costera en Colombia: enfoque regional para la gestión del riesgo, el cual sintetiza 6 años de levantamiento de campo y análisis de la problemática de erosión costera para todo el país, presentándola en mapas que muestran la amenaza y la vulnerabilidad de las costas de cada departamento, con un enfoque para los tomadores de decisiones.



Se publicó el artículo "Sediment Bypassing from the New Human-Induced Lobe to the Ancient Lobe of the Turbo Delta (Gulf of Urabá), Southern Caribbean Sea" en la revista Journal of Coastal Research. Además se sometió a publicación 5 artículos: "Identification of a coral reef ecosystem with hydroacoustic in the Serrana Bank, Seaflower Biosphere Reserve, Colombia: a methodological approach", revista Frontiers of marine Science, el artículo "Joint effort among Research Infrastructures to monitor and quantify marine plastic debris", revista Environmental research Letters, "Decadal to multidecadal changes in the marine subsurface oxygenation off central Peru during the last 180 years", revista Frontiers in Marine Science, sección biogeoquímica; "Last two decades of oxygenation in the southern part of the Ciénaga Grande de Santa Marta (Colombian Caribbean), reconstruction through U/Th and V/Cr proxies", revista Brazilian Journal of Geology y "Análisis de la evolución litoral y respuesta de las comunidades afrodescendientes asentadas en la zona costera: caso de estudio La Barra, Buenaventura, Pacífico Colombiano" en la revista Entrono Geográfico. Y en las temáticas de Bioprospección Marina y Uso y Producción Sostenible, se publicó cuatro (4) artículos en revistas indizadas internacionales.

Así mismo, como cada vigencia, en el mes de marzo se publicaron y difundieron el Informe de Actividades 2017, que da cuenta de la gestión del Instituto durante ese año, y el Informe del Estado de los Ambientes y Recursos Marinos y Costeros de Colombia 2017. Ambas publicaciones se difundieron tanto en la página Web del Instituto como en las redes sociales institucionales. Los documentos se encuentran en formato PDF con Adobe Flash Player, lo que permite visualizar las publicaciones en forma de libro animado. Igualmente, se elaboraron y publicaron dos volúmenes del Boletín de investigaciones marinas y costeras en versión bilingüe.

8. Coordinación interinstitucional y participación para apoyar la gestión ambiental

En el marco de la estrategia OTGA, se realizaron en Santa Marta durante el año 2018 los siguientes cursos regionales de entrenamiento:

1. Tecnologías de Información (SIG) aplicado al medio Marino y Costero (ArcGIS).
2. Manejo Integrado de Zonas Costeras y Planificación Espacial Marina (MIZC-PEM).
3. Curso de Administración de Datos Biogeográficos Marinos (OBIS).
4. Curso carbono azul y adaptación basada en ecosistemas: rol de humedales marinos y estuarinos frente a cambio climático (énfasis manglares y pastos marinos) (Carbono Azul-ABE).
5. Áreas Marinas Protegidas (AMP).

Continuando con el fortalecimiento de talento humano Institucional y nacional, se llevó a cabo en el 2018 el Curso básico de capacitación en identificación de corales y técnicas moleculares: Introducción a la filogenética molecular y fundamentos en ciencias -ómicas con énfasis en corales organizado por el INVEMAR y el Museo de Historia Natural de Londres.



Para fortalecer las capacidades técnicas de funcionarios de Entidades del SINA, se realizó el curso-taller REDCAM 2018 sobre "Uso de bioindicadores y biomonitores para el diagnóstico de la calidad ambiental marina", entre el 12 y 14 de septiembre, en la sede principal de INVEMAR, en Santa Marta. Al evento asistieron 43 participantes entre profesionales de las instituciones nodo de la REDCAM y de INVEMAR, e invitados de otras instituciones. Así mismo, el personal de las Líneas de investigación en Bioprospección Marina, Valoración Económica y Uso y Producción Sostenible, asistió a siete cursos y se realizaron dos cursos en las temáticas de interés. Y de impacto general se desarrollaron los cursos de planificación de proyectos y Curso de drone para levantamiento de información geomorfológica para los investigadores del programa de geociencias marinas. Entre el 1 y el 4 de octubre se realizó en el INVEMAR la primera reunión de la Red de Investigación en la Surgencia del Caribe - CURNet, contando con la participación de expertos en sistemas de surgencia, provenientes de México, Chile, España, Estados Unidos y Colombia. En esta actividad participaron estudiantes y profesores de universidades asentadas en la región, así como investigadores del Instituto.

Como resultado de los cursos mencionados, se destaca que durante el año 2018 fueron capacitadas 258 personas (entre personal INVEMAR y personal externo). Por último se menciona, que fueron financiadas cuatro (4) becas a investigadores en la maestría Gestión Ambiental de Sistemas Marinos y Costeros (GASIMAC) en el marco de la alianza con la Universidad Jorge Tadeo Lozano y la Acción MAPCO.

9. Fortalecimiento financiero de los institutos de investigación del SINA

Durante el 2018, se suscribieron convenios con las Corporaciones Autónomas Regionales con injerencia costera, CORALINA, CORPOGUAJIRA, CORPAMAG, CARSUCRE, CVS, CORPOURABA y CRC, para continuar con las actividades de la REDCAM, y avanzar en temáticas de interés de cada uno de los departamentos, como análisis de microplásticos en los Departamentos de Magdalena, Cauca y Córdoba. Dentro de los convenios suscritos entre INVEMAR con las corporaciones CORPOURABA y CARSUCRE, se llevaron a cabo capacitaciones en técnicas analíticas de laboratorio y auditorías internas e investigaciones ambientales, como con CVS y CORPAMAG, en el desarrollo de los proyectos: “Avances en el conocimiento y lineamientos para el control de la erosión en la zona costera del Departamento de Córdoba” y “Estudio integral de la Ciénaga Grande de Santa Marta - Fase II (B): modelaciones hidráulica, hidrosedimentológica y biogeoquímica”, respectivamente

Con el propósito de fortalecer las capacidades técnicas del Laboratorio de Calidad Ambiental Marina - LABCAM para la investigación y monitoreo de la calidad del ambiente marino-costero, se logró: (i) En el marco del Proyecto COL84851, coordinado por Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el LABCAM recibió recursos para el fortalecimiento del área de cromatografía e implementación del análisis de PCBs congéneres (ii) Con el proyecto financiado por Colciencias y liderado por el Instituto Nacional de Salud, el área de microbiología del LABCAM inició actividades para implementar métodos moleculares de identificación de diferentes especies de *Vibrio*, incluyendo *Vibrio cholerae* toxigénico. Adicionalmente, se brindó apoyo a la ANLA, emitiendo el concepto técnico sobre la solicitud de Licencia Ambiental Bloque Col-2 y a CORPOGUAJIRA, emitiendo concepto técnico sobre ordenación de playas en Riohacha.



a) Implementación de PCBs Arocloros por cromatografía de gases, b) Capacitación en Técnicas Fenotípicas y Moleculares para el diagnóstico por laboratorio de *Vibrio* spp.



Actividades de fortalecimiento en CORPOURABÁ.

En el contexto internacional se lograron alianzas con el Museo de Londres, Universidad Metropolitana de Manchester, Centro científico de Mónaco, Ocean Foundation, CI Washington y Apple; y a nivel nacional se menciona las alianzas con la Universidad Militar, ICCO, WWF, Instituto Nacional de Salud, Universidad del Magdalena, C-innova y la Red CRE.

II. Porcentaje de cumplimiento logrado - PICIA INVEMAR 2018

Programa PICIA	% de cumplimiento logrado
Caracterización de la estructura y dinámica de la base natural del país.	100%
Conservación y restauración del patrimonio ambiental del país.	100%
Ordenamiento y planeación del manejo del territorio para el aprovechamiento sostenible de sus recursos.	100%
Identificación, prevención y gestión de riesgos derivados de fenómenos naturales y antrópicos.	100%
Innovación, desarrollo y adaptación de tecnologías para aprovechar sosteniblemente la oferta ambiental y prevenir o mitigar los impactos ambientales de las actividades socioeconómicas.	91%
Evaluación y seguimiento de la política y la gestión ambiental.	100%
Producción y gestión de información técnica y científica en el SINA.	100%
Coordinación interinstitucional y participación para apoyar la gestión ambiental.	100%
Fortalecimiento financiero de los institutos de investigación del SINA.	83%
Total	97,1%