



FICHA TÉCNICA INDICADOR REGIONAL – CALIDAD DEL AGUA

<p>Relación con Plan de Ordenamiento Ambiental de las zonas costeras y marinas de la CPPS (1989)</p>	<p>(3) ecología, principales tipos de ecosistemas presentes, incluyendo parques, reservas, santuarios de flora y fauna, áreas de reclutamiento, crecimiento y nidación, áreas de esparcimiento, deportes acuáticos, turismo, status de dichas áreas y reglamentación, con información sobre su administración, tipo, etc.</p> <p>(4). asentamientos humanos, urbanos y rurales, área cubierta, población y densidad, migraciones, clasificación política, fuentes principales de contaminación, tendencias, planes de desarrollo, tipos de control de contaminación presentes;</p> <p>(5). Vías de transporte a través y dentro de las zonas costeras y áreas marinas, incluyendo facilidades portuarias, ayudas a navegación, instalación para recepción de residuos oleosos, planes de contingencia, rutas de activo tráfico marítimo, etc.;</p> <p>(8).Explotación y exploración de minerales y gases incluyendo petróleo, oleoductos, refinerías y terminales, áreas de concesiones mineras, áreas de recepción de relaves mineros con información sobre el tipo de minería, producción anual, composición de los relaves. Plataformas (número y ubicación) de producción y exploración de gas y petróleo –costa afuera y en la costa, producción, etc.;</p> <p>(10). Disponibilidad y calidad de aguas incluyendo plantas de tratamiento, tipo, fuentes de introducción directa e indirecta de aguas servidas industriales y municipales, rellenos sanitarios y tratamiento y manejo de desechos sólidos (basuras);</p> <p>(11). Áreas de desarrollo agropecuario, insumos (fertilizantes y pesticidas, cantidad y tipo) sitios de drenaje y escorrentía agrícola</p>
<p>Relación con indicadores ICOM</p>	<p>E8 Calidad del agua SE6 Contaminantes y su introducción SE7 Enfermedades</p>
<p>Nombre del Indicador Regional</p>	<p>Calidad del Agua (marino-costera para preservación de flora y fauna) ICAMPff</p>
<p>Relevancia</p>	
<p>Objetivo del Indicador</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Facilitar la interpretación de la calidad del recurso hídrico marino en el país • Contribuir el sostenimiento de la vida marina • Contribuir a la interacción saludable del ecosistema marino con las comunidades humanas • Contar con la categorización geoespacial de la calidad del agua marina costera en la región
<p>Marco político legal nacional e internacional</p>	<ul style="list-style-type: none"> • CPPS: Plan de Ordenamiento Ambiental de la Zona Costera y Marina del Pacífico Sudeste, forma parte integral del Plan de Acción para la Protección del Medio Marino y Áreas Costeras del Pacífico Sudeste, y tiene los siguientes objetivos generales: i) Proporcionar información sobre condiciones de referencia (estudios básicos) sobre los cuales los efectos de las actividades humanas pueden ser medidos; ii) Proporcionar una base adecuada de información que facilite a los Gobiernos la administración ambiental de las áreas costeras y marinas del Pacífico Sudeste; iii) Facilitar la formulación, desarrollo y aplicación de normas, directrices, principios y otro tipo de reglamentación necesaria para la adecuada administración ambiental de dichas áreas. • Decreto 2811 de 1974 por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente el cual tiene por objeto: Lograr la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, según criterios de equidad que aseguren el desarrollo armónico del hombre y de dichos recursos, la disponibilidad permanente de éstos y la máxima participación social,



Red de información y datos del Pacífico Sur para el apoyo a la Gestión Integrada del Área Costera- Memorias Taller Nacional SPINCAM

	<p>para beneficio de la salud y el bienestar de los presentes y futuros habitantes del territorio nacional.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Decreto 1076 de 2015 Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible • Ley 09 1979 por la cual se dictan medidas sanitarias para la protección del Medio Ambiente la presente ley establece: Las normas generales que servirán de base a las disposiciones y reglamentaciones necesarias para preservar, restaurar y mejorar las condiciones sanitarias en lo que se relaciona a la salud humana, los procedimientos y las medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de los descargos de residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones sanitarias del Ambiente. • Resolución 1096/2000 por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS. • MARPOL (73/78) Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques. Su objetivo es preservar el ambiente marino mediante la completa eliminación de la polución por hidrocarburos y otras sustancias dañinas, así como la minimización de las posibles descargas accidentales. • Convenio de Estocolmo (COP's): El Convenio de Estocolmo sobre los contaminantes orgánicos persistentes (COP) es un acuerdo internacional que proporciona un marco, basado en el principio de cautela, que persigue garantizar la eliminación segura y la disminución de la producción y el uso de estas sustancias nocivas para la salud humana y el medio ambiente. El convenio afecta a doce COP prioritarios, pero el objetivo a largo plazo es que abarque otras sustancias. • Convenio de Cartagena: Convención para la Conservación y Desarrollo del Medio Marino de la Región del Gran Caribe. Este instrumento internacional es vinculante para la región del Caribe y para los países adyacentes al Océano Atlántico y se creó con el objetivo de que los países de la región del Gran Caribe logren un equilibrio entre el desarrollo y la protección del medio marino. • Convenio de Lima (Pacífico Sudeste): Convenio para la protección del medio marino y la zona costera del pacífico sudeste, con el objetivo de proteger el medio marino y la zona costera del Pacífico sudeste dentro de la zona marítima de soberanía y jurisdicción hasta las 200 millas de las partes contratantes y más allá de dicha zona, el alta mar hasta una distancia en que la contaminación de ésta pueda afectar a aquella. • Programa de Acción Mundial para la protección del medio marino de las actividades terrestres: tiene por objeto prevenir la degradación del medio marino derivada de actividades realizadas en tierra facilitando el cumplimiento de la obligación que tienen los Estados de preservarlo y protegerlo. Está concebido para prestar asistencia a los Estados en la adopción individual o conjunta, con arreglo a sus políticas, prioridades y recursos, de medidas encaminadas a prevenir, reducir, controlar y/o eliminar la degradación del medio marino, así como a lograr que se recupere de los efectos de las actividades realizadas en tierra. • Declaración internacional sobre producción más limpia. La Producción más Limpia consiste en la aplicación continua de una estrategia de prevención ambiental a los procesos y a los productos con el fin de reducir riesgos tanto para los seres humanos como para el medio ambiente.
Metas propuestas o acordadas	<ul style="list-style-type: none"> • Contribuir el sostenimiento de la vida marina • Contribuir a la interacción saludable del ecosistema marino con las comunidades humanas • Contar con la categorización geoespacial de la calidad del agua marina costera en la región
Definición del indicador regional	El índice de calidad de aguas marinas y costeras para preservación de flora y fauna (ICAMPFF) es un indicador de estado que facilita la interpretación de las



Red de información y datos del Pacífico Sur para el apoyo a la Gestión Integrada del Área Costera- Memorias Taller Nacional SPINCAM

	condiciones naturales y el impacto antropogénico de las actividades humanas sobre el recurso hídrico marino en una escala de cinco categorías de calidad definidas entre 0 y 100. El ICAM permite resumir la información de ocho variables (oxígeno disuelto, pH, nitratos, ortofosfatos, sólidos suspendidos, hidrocarburos disueltos y dispersos, y coliformes termotolerantes), integradas con ponderaciones en una ecuación de promedio geométrico ponderado. Estas variables representan según sus valores de aceptación o rechazo una calidad o condición del agua en función de los valores de referencias de normas nacionales o internacionales para la preservación de la flora y fauna.
Parámetros a recolectar	<ul style="list-style-type: none"> • Oxígeno disuelto • Sólidos suspendidos totales • Nitratos • Fosfatos • Coliformes termotolerantes • Hidrocarburos del petróleo • pH • Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)
Unidad de medida	Porcentaje (%).
Cobertura geográfica	Nacional, Departamental
Periodicidad en la producción de los datos	Semestral
Periodicidad en la recolección de los datos (reporte)	Anual
Serie disponible	2011-2015
Descripción de datos e información	
Origen de los datos	<ul style="list-style-type: none"> • Colombia: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – INVEMAR, Programa de Calidad Ambiental Marina - CAM • Panamá: Autoridad de Recursos Acuáticos de Panamá (ARAP) • Chile: Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA); Dirección de Intereses Marítimos y Medio Ambiente Acuático - DIRINMAR • Perú: Instituto del Mar del Perú (IMARPE) - Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina (HIDRONAV) • Ecuador: Instituto Oceanográfico de la Armada - INOCAR
Accesibilidad	Fácil: Download on-line a solicitud expresa previa identificación del usuario
Restricciones en el uso de los datos	Ninguna
Formato de los datos	<ul style="list-style-type: none"> • Bases de datos • Cartografía digital
Otros datos importantes de incluir	<p>El ICAM es un indicador soportado en un Programa Nacional de Monitoreo que se sustenta en la toma semestral de una red con cerca de 350 estaciones de muestreo puntual de agua superficial marino-costera en cerca de 170 sitios, en los cuales se miden mínimo 6 variables de las 8 que componen el ICAM.</p> <p>El INVEMAR cuenta con laboratorios que aseguran la cadena custodia según la norma ISO 17025 para acreditación de laboratorios; adicionalmente el cálculo de las curvas para cada parámetro se realizó teniendo en cuenta la normativa nacional vigente, los datos históricos y estadística básica de las variables que no tienen normativa nacional y valores de referencia de guías internacionales para calibrar las categorías de calidad para cada variable.</p>
Bibliografía	<ul style="list-style-type: none"> • Abbasi, S. A. 2002. Water Quality Indices: State of the art. Centre for Pollution Control y Energy Technology Pondicherry University. Pondicherry. 66 p. • Beamonte, E., A. Casino, E. Veres y J. Bermúdez. 2004. Un indicador global



	<p>para la calidad del agua. Aplicación a las aguas superficiales de la Comunidad Valenciana. Estadística Española. 46 (156): 357 – 384</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chapman, D. 1996. Water quality assessments: A guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring. E& FN Spon, Londres, Inglaterra. 626 p. • Chiappone, M. 2001. Conservación de la calidad del agua en áreas marinas protegidas. Estudio del Parque Nacional del Este, República Dominicana. The Nature Conservancy. 149 p. • De Armas T, Rodríguez R, Sayas D, Fernández LJ, López D. 2010. Parametrización Oceanográfica en índices de calidad de Agua. Geocuba estudios Marinos. 1-8. • Fernández, N., Ramírez, A., Solano, F. 2004. Physico-chemical Water Quality Indices - a comparative review. Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas. 19-30. • Jiménez, M.A. y M.V. Vélez. 2006. Análisis comparativo de indicadores de la calidad de agua superficial. Avances en Recursos Hidráulicos. 14: 53-70. • MAVDT. 2010. Decreto 3930 “por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el capítulo II del Título VI – Parte III – Libro II del Decreto – Ley 2811 de 1974 en cuando a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones”. 25 octubre de 2010. 29 p. • Ministerio de Salud. 1984. Decreto 1584 del 26 de junio. Por el cual se reglamenta el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la Parte III Libro I, del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos. 61 p. • Pérez A.G. y A. Rodríguez, 2008. Índice fisicoquímico de la calidad de agua para el manejo de lagunas tropicales de inundación. Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. 56 (4): 1905-1918. • Samboni, N., Y. Carvajal y J. C. Escobar. 2007. Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. Ingeniería e Investigación. 27 (003): 172-181. • Vivas-Aguas, L.J. 2007. Manual de Uso de Indicadores de la Calidad de las Aguas Marinas y Costeras de Colombia. Hojas Metodológicas. Contrato de servicios de consultoría No. 0550-06. Convenio No. 001/04 OEI – MAVDT- IDEAM- INVEMAR. Santa Marta. 37 p.
Metodología de cálculo	
	<p>Paso 1. Seleccionar el área de estudio y las estaciones de muestreo donde se pretende aplicar el indicador, teniendo en cuenta que el ICAM fue formulado principalmente para el uso de preservación de flora y fauna, para aplicación en cuerpos de agua marinos y costeros. Se excluyen aplicaciones en aguas típicamente estuarinas (p.e. Ciénaga Grande de Santa Marta – Caribe colombiano).</p> <p>Paso 2. Obtener los datos de las variables requeridas del ICAM y verificar que las unidades de medida coincidan con las curvas de función del subíndice.</p> <p>Paso 3. Calcular el subíndice para transformar los valores de cada variable a una escala adimensional de acuerdo a la escala de valoración definida, aplicando la fórmula de la curva de funcionamiento (Índice calculado). Cuando existan valores extremos (outlier) se recomienda ajustar el subíndice por exceso o por defecto entre 1 y cien (1 - 100), siendo 1 para los valores negativos y 100 para los valores superiores a cien.</p> <p>Paso 4. Aplicar el factor de ponderación de cada subíndice de acuerdo al valor de importancia de cada variable dentro del ICAM</p> <p>Paso 5. Aplicar la ecuación de agregación, realizando el producto ponderado de las variables que componen el ICAM.</p>



	$ICAM = \left(\prod_{i=1}^n x_i^{w_i} \right)^{\frac{1}{\sum w_i}}$ <p style="text-align: center;"><i>Ecuación de agregación del ICAM</i></p> <p>Donde, <i>Xi = subíndice de calidad de la variable i</i> <i>Wi = factor de ponderación (peso) para el subíndice i</i></p> <p><i>i</i> equivale a cada una de las <i>n</i> variables que mide el ICAM: oxígeno disuelto, pH, nitratos, ortofosfatos, sólidos suspendidos, hidrocarburos disueltos y dispersos, y coliformes termo tolerantes.</p> <p>Paso 6. Comparar y asignar el resultado del ICAM con la escala descriptiva para determinar el rango de calidad obtenido. Se recomiendan algunas medidas de control y seguimiento dependiendo de la valoración de la calidad del agua y al nivel de riesgo encontrado.</p> <p>Paso 7. Representación geográfica: La visualización del indicador se realizará mediante un mapa temático cualitativo con índices de calidad de agua por estaciones de muestreo.</p>																		
Visualización	<p>La visualización del indicador se podrá realizar mediante a) un mapa temático cualitativo con índices de calidad de agua por departamento o, b) mediante representación tabular indicando para cada departamento, en un año determinado la proporción de estaciones que se encuentran en una determinada categoría.</p>																		
Resultados del cálculo																			
Evaluación	<p>Se interpretará en su más pequeña escala, mediante colores que expresan la calidad del agua en un determinado sitio, durante un momento específico de muestreo.</p> <p>Su representación se hará como la proporción de estaciones que durante un año se ubicaron en una determinada categoría de calidad para un departamento costero.</p> <p>Tabla 1. Escala de valoración del índice de calidad de aguas marinas – ICAM (Vivas-Aguas, 2011)</p> <table border="1" data-bbox="493 1310 1471 1560"> <thead> <tr> <th>Escala de calidad</th> <th>Categorías</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Óptima</td> <td>100-90</td> <td>Calidad excelente del agua</td> </tr> <tr> <td>Adecuada</td> <td>90-70</td> <td>Agua con buenas condiciones para la vida acuática</td> </tr> <tr> <td>Aceptable</td> <td>70-50</td> <td>Agua que conserva buenas condiciones pero pocas restricciones de uso</td> </tr> <tr> <td>Inadecuada</td> <td>50-25</td> <td>Agua que presenta muchas restricciones de uso</td> </tr> <tr> <td>Pésima</td> <td>25-0</td> <td>Aguas con muchas restricciones que no permiten un uso adecuado</td> </tr> </tbody> </table>	Escala de calidad	Categorías	Descripción	Óptima	100-90	Calidad excelente del agua	Adecuada	90-70	Agua con buenas condiciones para la vida acuática	Aceptable	70-50	Agua que conserva buenas condiciones pero pocas restricciones de uso	Inadecuada	50-25	Agua que presenta muchas restricciones de uso	Pésima	25-0	Aguas con muchas restricciones que no permiten un uso adecuado
Escala de calidad	Categorías	Descripción																	
Óptima	100-90	Calidad excelente del agua																	
Adecuada	90-70	Agua con buenas condiciones para la vida acuática																	
Aceptable	70-50	Agua que conserva buenas condiciones pero pocas restricciones de uso																	
Inadecuada	50-25	Agua que presenta muchas restricciones de uso																	
Pésima	25-0	Aguas con muchas restricciones que no permiten un uso adecuado																	
Evaluación de los datos																			
Calidad y limitaciones de los datos	<p>La información de los diferentes parámetros debe ser tomada mediante técnicas analíticas que permitan comparar los resultados que se obtienen en cada país. Se recomienda que se usen metodologías ampliamente usadas y comprobadas.</p> <p>El ICAM fue formulado principalmente para el uso de preservación de flora y fauna, para aplicación en cuerpos de agua marinos y costeros.</p> <p>Se recomienda excluir aplicaciones en aguas típicamente estuarinas (p.e. Ciénaga Grande de Santa Marta – Caribe colombiano) o donde la salinidad sea inferior a 25.</p> <p>La medición de diferentes parámetros de calidad de aguas marinas, no garantiza</p>																		



Red de información y datos del Pacífico Sur para el apoyo a la Gestión Integrada del Área Costera- Memorias Taller Nacional SPINCAM

	<p>un entendimiento rápido de las condiciones del recurso. Al medir el oxígeno disuelto o la concentración de un contaminante, no implica que se conozca en su totalidad como está la calidad del recurso.</p>																		
Evaluación de la metodología de calculo	<p>El indicador se fundamenta en la medición de un grupo de variables que a su vez son calificadas según las normas vigentes o por la experiencia de los investigadores. Cada calificación es ponderada mediante un factor que denota su importancia dentro del índice en un producto ponderado</p>																		
Evaluación del indicador	<p>Debido a que el ICAM incorpora en su estructura de cálculo variables que obedecen a cambios naturales y antropogénicos en la calidad del agua marino-costera, la representación del resultado esperado es adecuada, siempre y cuando los datos de las variables se hayan obtenido mediante técnicas analíticas validadas con metodologías ampliamente usadas y comprobadas que permitan comparar los resultados en una escala nacional o internacional.</p> <p>Como alternativas de manejo del estado de contaminación identificado por el ICAM_{PFF}, se propone adoptar medidas de seguimiento e investigación descritas en la Tabla 2, para identificar la causa y la fuente o fuentes del deterioro del agua, de manera que sirva para diseñar las medidas de reducción o mitigación del impacto sobre el ecosistema que esté siendo afectado.</p> <p>Tabla 2. Opciones de medidas que se pueden adoptar según la valoración del indicador (ICAM). Modificado de Marín <i>et al.</i>, 2001</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Escala de calidad</th> <th>Categorías</th> <th>Opciones de medidas a adoptar</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Óptima</td> <td>100-90</td> <td>Continuar con el monitoreo</td> </tr> <tr> <td>Adecuada</td> <td>90-70</td> <td>Caracterización, diagnostico, verificación</td> </tr> <tr> <td>Aceptable</td> <td>70-50</td> <td>Monitoreo y evaluación: fisicoquímicos y tóxicos semestral</td> </tr> <tr> <td>Inadecuada</td> <td>50-25</td> <td>Monitoreo /bioensayos/ medidas de control y vigilancia. Evaluación: fisicoquímicos y tóxicos plan de contingencia trimestral</td> </tr> <tr> <td>Pésima</td> <td>25-0</td> <td>Monitoreo y seguimiento /bioensayos/ evaluación: fisicoquímicos y tóxicos /plan de contingencia/ aplicación de medidas de choques trimestral</td> </tr> </tbody> </table>	Escala de calidad	Categorías	Opciones de medidas a adoptar	Óptima	100-90	Continuar con el monitoreo	Adecuada	90-70	Caracterización, diagnostico, verificación	Aceptable	70-50	Monitoreo y evaluación: fisicoquímicos y tóxicos semestral	Inadecuada	50-25	Monitoreo /bioensayos/ medidas de control y vigilancia. Evaluación: fisicoquímicos y tóxicos plan de contingencia trimestral	Pésima	25-0	Monitoreo y seguimiento /bioensayos/ evaluación: fisicoquímicos y tóxicos /plan de contingencia/ aplicación de medidas de choques trimestral
Escala de calidad	Categorías	Opciones de medidas a adoptar																	
Óptima	100-90	Continuar con el monitoreo																	
Adecuada	90-70	Caracterización, diagnostico, verificación																	
Aceptable	70-50	Monitoreo y evaluación: fisicoquímicos y tóxicos semestral																	
Inadecuada	50-25	Monitoreo /bioensayos/ medidas de control y vigilancia. Evaluación: fisicoquímicos y tóxicos plan de contingencia trimestral																	
Pésima	25-0	Monitoreo y seguimiento /bioensayos/ evaluación: fisicoquímicos y tóxicos /plan de contingencia/ aplicación de medidas de choques trimestral																	
Relación con otros acuerdos Internacionales y/o Nacionales.	<p>Indicador ODS para Colombia No. 14.1.114010100 "Proporción de la calidad de las aguas, aplicando el ICAM"</p> <p>Decisión 1, XX Foro Ministros de Medio Ambiente América Latina y el Caribe 2016. ILAC. "De aquí a 2025, prevenir y reducir significativamente la contaminación marina de todo tipo, en particular la producida por actividades realizadas en tierra, incluidos los detritos marinos y la polución por nutrientes. (ODS 14.1)"</p>																		