

# PROTOCOLO INDICADOR

## Uso de recursos hidrobiológicos

INDICADORES DE MONITOREO BIOLÓGICO DEL  
SUBSISTEMA DE ÁREAS MARINAS PROTEGIDAS (SAMP)





# INDICADORES DE MONITOREO BIOLÓGICO DEL SUBSISTEMA DE ÁREAS MARINAS PROTEGIDAS (SAMP)

## PROTOCOLO INDICADOR Uso de recursos hidrobiológicos

### DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SUBSISTEMA DE ÁREAS MARINAS PROTEGIDAS EN COLOMBIA

Proyecto COL75241

### PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN EL CARIBE SUROCCIDENTAL

Proyecto GRT/FM-11865-CO





### Directivos InveMar

Director General  
Francisco A. Arias Isaza

Subdirector de Coordinación Científica (SCI)  
Jesús Antonio Garay Tinoco

Subdirectora Administrativa (SRA)  
Sandra Rincón Cabal

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

Coordinador Programa Biodiversidad y Ecosistemas Marinos (BEM)  
David A. Alonso Carvajal

Coordinadora Programa Geociencias Marinas y Costeras (GEO)  
Constanza Ricaurte Villota

Coordinadora Programa Calidad Ambiental Marina (CAM)  
Luisa Fernanda Espinosa

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

Coordinador de Servicios Científicos (CSC)  
Julían Mauricio Betancourt Pórtela



### Directivos del Proyecto

Directora Damcra-MADS  
Elizabeth Taylor

Directora General Parques Nacionales Naturales  
Julia Miranda Londoño

Director General CVS  
José Fernando Tirado

Director General Codechocó  
Teófilo Cuesta Borja

Director Ejecutivo Conservación Internacional  
Fabio Arjona

TNC Colombia - Director para el norte de los Andes y sur de Centroamérica  
Julio Carcamo

Director General Marviva  
Jorge Jiménez

Representante para Colombia WWF  
Mary Lou Higgins

Director Ejecutivo Patrimonio Natural  
Francisco A. Galán Sarmiento

Director del proyecto  
Francisco A. Arias Isaza

Grupo Núcleo Coordinador  
Francisco A. Arias Isaza  
David A. Alonso Carvajal  
Paula Cristina Sierra Correa  
Ángela C. López Rodríguez



Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina

### Directivos Coralina

Director General Coralina  
Durecy Alison Stephens Lever

Subdirector Mares y Costas  
Erick Richard Castro González

Subdirectora Gestión Ambiental  
Opal Marcela Bent Zapata

Subdirectora Jurídica  
Farina Sarmiento del Río

Secretario General  
Pacheco Gordon Bryan

Jefe Control Interno  
William Austin Archbold

**Cítese como:** Rueda, M., D. Bustos-Montes, E. Viloria y S. M. Navarrete-Ramírez. 2014. Protocolo Indicador Uso de recursos hidrobiológicos. Indicadores de monitoreo biológico del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP). InveMar, GEF y PNUD. Serie de Publicaciones Generales del InveMar No. 72, Santa Marta. 40 p.

**Palabras claves:** Uso Recursos Hidrobiológicos, Monitoreo, Indicadores, Subsistema Áreas Marinas Protegidas (SAMP).

**Nota aclaratoria de límites:** Las líneas de delimitación presentadas en los mapas son una representación gráfica aproximada, con fines ilustrativos y no expresan una posición de carácter oficial. El Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (InveMar) no asume ninguna responsabilidad sobre interpretaciones cartográficas que surjan a partir de éstas.

**Obra completa:** Indicadores de monitoreo biológico del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP)

**ISBN Obra completa:** 978-958-8448-66-4

**Volumen:** Protocolo Indicador Uso de recursos hidrobiológicos

**ISBN Volumen:** 978-958-8448-79-4

**La versión digital de esta publicación está disponible en nuestro sitio web como obra independiente con ISBN 978-958-8448-80-0**

**Diseño y diagramación:** John Khatib, Carlos González (ediprint.com.co)

**Impresión:** Ediprint Ltda.

**Créditos fotográficos:** Archivo fotográfico Programa VAR. InveMar

**Revisión de estilo:** Carolina María Vásquez-Zapata.

Se imprimen 500 ejemplares. Diciembre 2014

© Derechos reservados según la ley, los textos pueden ser reproducidos total o parcialmente citando la fuente.

InveMar. Playa Salguero, El Rodadero. Santa Marta (Colombia)

Tel: (57) (5) 4328600

[www.inveMar.org.co](http://www.inveMar.org.co)

## Listado grupo de colaboradores

PNN Old Providence, PNN Sanquianga, PNN Gorgona

José Alexander Romero. Técnico de Sistemas Programa VAR

Eddie Sanjuanelo. Investigador Programa VAR

Stephannie Chávez. Auxiliar de campo Programa VAR







## PRESENTACIÓN

Como parte de los compromisos adquiridos por Colombia en el marco de los proyectos “Diseño e implementación del subsistema de áreas marinas protegidas en Colombia” y “Protección de la biodiversidad en el Caribe suroccidental”, cofinanciados con recursos del GEF, y ejecutados por Invemar y Coralina respectivamente, se aunaron esfuerzos con el fin de diseñar y consolidar protocolos de monitoreo para los objetos de conservación más importantes dentro de las diferentes AMP del país.

Estos protocolos parten de la experiencia alcanzada en Colombia en los últimos 15 años como el Sistema de Monitoreo de Arrecifes Coralinos (Simac), la Red de Monitoreo de la Calidad de Aguas Marinas y Costeras (Redcam), y el Sistema de Información Pesquera (Sipein). La fortaleza de estos ha sido la aplicación con el SINA, específicamente las CAR costeras, el Sistema de Parques Nacionales Naturales y la academia.

El objetivo de estos protocolos de monitoreo para las AMP no solo tuvo en cuenta la necesidad de adquirir información robusta desde el punto de vista científico, con la selección de algunas mínimas variables, sino que fue importante revisar para su futura operatividad y mantenimiento en el tiempo, la capacidad instalada en cada una de las instituciones responsables de esta actividad, dado que la experiencia nos ha demostrado que cada vez se hace más difícil y costoso mantener sistemas de monitoreo que respondan a preguntas de manejo para las problemáticas locales y permitir de esta forma entender la dinámica y evaluar con menor incertidumbre la efectividad del manejo de las áreas.

Este trabajo fue realizado entre 2012 y 2014 en el marco de los dos proyectos logrando concertar qué variables mínimas eran necesarias tomarlas en campo para responder a preguntas de manejo y gestión y de esta forma poder diseñar la red de estaciones específica en cada una de las áreas, partiendo de criterios como la zonificación del manejo y los usos permitidos o no que se desarrollan al interior del AMP.

FRANCISCO A. ARIAS ISAZA  
Director General de Invemar

DURCEY ALISON STEPHENS LEVER  
Director General de Coralina







## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	8
METODOLOGÍA PARA LA TOMA DE INFORMACIÓN EN CAMPO (MONITOREO DE USO DE RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS)	10
Requisitos del monitoreo	11
CÁLCULO DE INDICADORES DE USO DE RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS	16
Indicador Abundancia relativa (CPUE)	16
Indicador Proporción de la talla media de captura sobre la talla media de madurez (TMC/TMM)"	21
MANEJO E INTERPRETACIÓN DE INDICADORES DE USO DE RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS	24
Ejemplo de estimación de la abundancia relativa (CPUE)	24
Ejemplo de estimación de la Proporción TMC/TMM	28
BIBLIOGRAFIA	36

## INTRODUCCIÓN

Haciendo una analogía con la caza, la pesca hasta nuestros días continua siendo una actividad de extracción de organismos del medio natural realizada por el hombre, ampliamente extendida con fines de obtener alimento, ingresos o empleo. Desde el punto de vista pesquero, el producto de la extracción se denomina captura, la cual es la proporción de biomasa extraída por unidad de esfuerzo de un arte de pesca dado (King, 2007). Lo anterior plantea que para obtener la captura, el hombre ejerce en el medio marino, su mano de obra para operar un arte de pesca con el cual extraer organismos para su consumo o comercialización. La tecnología de pesca existente es muy variada e incluye desde métodos con artes muy simples empleados a escala pequeña o artesanal (p.e. atarrayas o líneas de anzuelo), hasta tecnologías muy complejas usadas en pesca comercial industrial (p.e. redes de cerco de barcos atuneros). Aunque las tecnologías de pesca tienden a ser específicas para capturar especies objetivo, es inevitable que los artes de pesca capturen otras especies no objetivo o sin importancia comercial en función de las tallas y la selectividad de los artes. Lo anterior describe uno de los principales impactos de la pesca en los ecosistemas marinos, al existir artes de pesca no selectivos que capturan especies incidentalmente afectando la biodiversidad marina y en algunos casos la estructura y función de hábitats esenciales (Botsford *et al.*, 1997; Rueda y Defeo, 2003; Castilla y Defeo, 2005). Dichos impactos de la pesca son los que describen comportamientos de pesca no responsable (FAO, 2000).

En búsqueda de soluciones para reducir los efectos negativos de la pesca y otros más causados por el hombre (p.e. contaminación) sobre los ecosistemas marinos, las áreas marinas protegidas (AMP) y sus diferentes categorías existentes, han surgido como estrategias para proteger completa o parcialmente especies y hábitats (PISCO, 2008). Se espera que una protección completa excluya en su totalidad actividades como la pesca, mientras que una protección parcial podría permitir algunos usos

como la pesca de subsistencia. Lógicamente beneficios como el efecto de desborde o producción de biomasa desde las áreas protegidas a las áreas de pesca, tienen mayor posibilidad de ocurrir en las AMP que excluyen la totalidad de actividades hechas por el hombre (p.e. reservas marinas: PISCO, 2008). De cualquier forma, las AMP son un instrumento efectivo de manejo y conservación (Norse *et al.*, 2003), pero no pueden resolver por sí solas todos los impactos que ocurren en su interior. En consecuencia, se requieren otras estrategias de manejo complementarias como aquellas basadas en el control de las capturas y las tallas de organismos capturados.

En Colombia al interior de las AMP hay presencia de actividad pesquera artesanal y de subsistencia, la cual varía entre áreas y representa en función de su intensidad, una amenaza para la sobrevivencia de recursos hidrobiológicos representados en peces, crustáceos y moluscos. En un intento por reducir el impacto que la extracción de recursos hidrobiológicos tenga en la biodiversidad asociada a las AMP, esta cartilla presenta los protocolos para obtener indicadores de uso de recursos hidrobiológicos con base en monitoreo de la pesca. Los indicadores presentados son la abundancia relativa del recurso como una medida del tamaño poblacional existente, y la razón entre la talla media de captura y la talla media de madurez, como una medida del impacto de la pesca sobre los tamaños de los organismos capturados que pueda amenazar su potencial reproductivo.

En este orden de ideas se considera de gran utilidad el uso de indicadores que documenten el estado de los recursos hidrobiológicos y permitan evaluar el impacto de la pesca sobre la biodiversidad marina al interior de las AMP. En consecuencia, se presentan en esta publicación los protocolos metodológicos tanto para el registro de datos en campo, como para el cálculo de los indicadores y su interpretación.

## METODOLOGÍA PARA LA TOMA DE INFORMACIÓN EN CAMPO (MONITOREO DE USO DE RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS)

Para la obtención de la información que alimente el reporte de los indicadores de uso de recursos hidrobiológicos, se propone en las AMP continuar implementando el Sistema de Información Pesquera del Invenmar (SIPEIN). Este sistema con base en teoría de muestreo, permite monitorear el uso por pesca de recursos hidrobiológicos, a partir de la colecta de variables en campo como la captura desembarcada y el esfuerzo de pesca, discriminadas por sitio y arte de pesca, además de la composición de la captura por especies y por tallas o tamaños. El SIPEIN a partir de muestras representativas de la actividad pesquera, almacena, procesa y estima las variables mencionadas que se convierten en indicadores de uso a escala temporal (p.e. mensual) y espacial (p.e. sitios de desembarco) (Narváez *et al.* 2005; Rueda *et al.*, 2014).





## Requisitos del monitoreo

Para el monitoreo del uso de los recursos hidrobiológicos se requieren personal capacitado, equipos y materiales (Tabla 1). La cantidad de insumos dependerá tanto de la cantidad de sitios a monitorear en un área determinada, como del tiempo de muestreo. Se sugiere tener un colector de campo por sitio de desembarco, el cual debe tener conocimientos de la actividad pesquera, las especies y tener habilidades de escritura y resolver operaciones básicas de matemáticas. Para toma de la información pesquera, se debe previamente capacitar a los encuestadores.

**Tabla 1.** Equipos, materiales y personal requeridos para el monitoreo del uso de los recursos hidrobiológicos.

Ítem
<b>Equipos</b>
Geoposicionador (GPS)
Grabadora digital
Balanzas con diferente capacidad
<b>Materiales</b>
Formularios de campo
Tabla acrílica, lápices, borrador
Ictiómetro (regla para medir peces)
<b>Personal</b>
Profesional pesquero o biólogo
Auxiliar de campo (colector de datos)
Digitador(a) de información

Para el registro de la información de campo, se utilizan habitualmente encuestas diseñadas para datos pesqueros (Narváez *et al.* 2005) Los tamaños de muestra se seleccionan con un error de muestreo menor al 10% y por lo general, superan al 30% de las unidades económicas de pesca activas (UEP: combinación de pescador, arte de pesca y embarcación), por arte de pesca y sitio de desembarco. La periodicidad del muestreo

depende principalmente del alcance del monitoreo y se sugiere que por lo menos se realice tres veces por semana, para garantizar la representatividad en los datos de captura y esfuerzo. En la medida de lo posible, los días de muestreo deben ser seleccionados de manera aleatoria.

Como primer paso fundamental en el monitoreo, se debe realizar una caracterización de la pesquería que permita determinar su naturaleza y complejidad de cara al muestreo. Básicamente, se debe obtener información de:

- **Sitios de desembarco:** Es necesario identificar los sitios donde las UEP desembarcan y comercializan sus capturas. Dado que no todos los sitios pueden ser monitoreados, se sugiere seleccionar aquellos sitios de mayor representación en términos de número de UEP por arte y/o método de pesca. Es importante tener en cuenta y registrar a qué región pertenece cada sitio de desembarco (Tabla 2).

**Tabla 2.** Ejemplo del alcance geográfico para toma de información sobre uso de los recursos hidrobiológicos.

Ambiente	Sector General	Subsector	Sitio de desembarco
Marino y Costero	Pacífico	Nariño	Mulatos (Sanquianga)
	Caribe	Departamento San Andrés, Providencia y Santa Catalina	Old Providence (Providencia)
		Guajira	Flamencos
		Córdoba	Bahía de Cispatá

- **Unidades económicas de pesca:** Es necesario conocer cómo están constituidas las UEP. Por lo general, se considera que una UEP está constituida por los pescadores, el arte de pesca y la embarcación y por lo tanto debe generarse una lista de los artes de pesca que se usan y sus correspondientes métodos de operación (Tabla 3).

**Tabla 3.** Listado hipotético de artes y métodos de pesca.

Arte	Método
Atarraya	Atarraya
Red de enmalle	Fija
Red de enmalle	Bolicho
Palangre	Fondo o superficie
Línea de mano	Línea de mano
Red camarонера	Releo

Como se ha mencionado previamente, una UEP puede estar dotada de un tipo de embarcación, dándose el caso de unidades menores (sin embarcación) o aquellas con diferentes tipos de embarcaciones (Tabla 4).

**Tabla 4.** Ejemplo de características de embarcaciones pesqueras artesanales.

Tipo de embarcación	Tipo de material construido	Tipo de propulsión
Lancha	Fibra	Motor interno o fuera de borda
Canoa	Madera	Motor fuera de borda, palanca o vela
Bote	Madera	Motor fuera de borda, canaleta, remo, o palanca

- **Zonas o caladeros de pesca:** La información sobre dónde se realizan las faenas de pesca es importante para determinar la distribución espacial del esfuerzo de pesca e investigar sobre el comportamiento del pescador. Por lo general, los pescadores asignan el nombre de la zona asociándolo con un accidente costero. En el caso continental, se asigna al trayecto o drenajes de los ríos y en otros casos al nombre de las ciénagas. Sin embargo, para generar información espacial de las variables pesqueras es necesario que las zonas o caladeros de pesca estén georeferenciados como se muestra en la Tabla 5.

**Tabla 5.** Relación de zonas de pesca con su ubicación.

Zona de Pesca	Latitud	Longitud
Boca de la Barra	10° 59' 36.0" N	74° 17' 38.5" W
Ciénaga de Pajaral	10° 50' 42.8" N	74° 32' 51.3" W
Ciénaga la Luna	10° 55' 14.9" N	74° 34' 53.2" W

- Identificación de aspectos biológicos de las especies comerciales: Para generar la lista de especies, es necesario contar con fichas de identificación taxonómica (Tabla 6). Adicionalmente intercambiando información con los pescadores se obtienen los nombres comunes y para los nombres científicos se cuenta por ejemplo, con fichas de la FAO o la base de datos FishBase ([www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)) (Froese y Pauly, 2013).

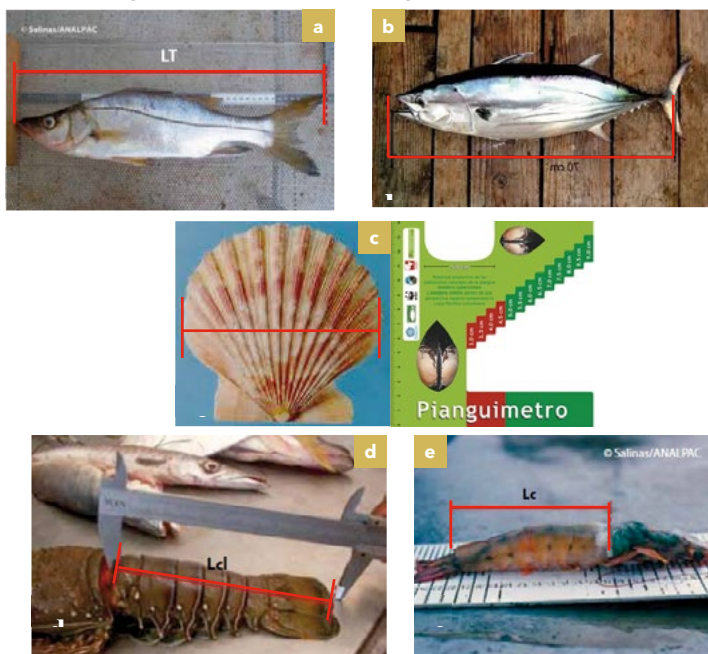
**Tabla 6.** Ejemplo de listados de especies objeto de pesca.

Grupo	Nombre común	Nombre científico
Peces	Lisa	<i>Mugil incilis</i>
	Mojarra rayada	<i>Eugerres plumieri</i>
	Bocachico	<i>Prochilodus magdalenae</i>
	Macabí	<i>Elops saurus</i>
	Sábalo	<i>Tarpon atlanticus</i>
Crustáceos	Jaiba azul	<i>Callinectes sapidus</i>
	Camarón	<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>
Moluscos	Almeja	<i>Polymesoda solida</i>
	Caracol copey	<i>Melongena melongena</i>

Entre los aspectos biológicos de las especies se tienen los parámetros de la relación longitud-peso. Esta relación es un descriptor de gran interés en la biología de poblaciones de peces, ya que aporta información fundamental sobre crecimiento, estado nutricional y reproducción. Así mismo, se obtiene un parámetro utilizado para comparar la condición de poblaciones que habitan en sistemas acuáticos con distintos grados de intervención antrópica (Cifuentes *et al.* 2010).



Entre las mediciones realizadas a los peces óseos y cartilagosos marinos se tiene la Longitud Total (LT), para los escómbridos se mide la Longitud de Horquilla (LH), para bivalvos se mide la Longitud Concha, para gasterópodos se mide la Longitud del Cuerpo (Lcp), para langostas se mide la Longitud de la Cola (Lcl) y para camarones se mide la Longitud de la cola (Lc) (Figura 1).



**Figura 1.** Mediciones de longitud que deben ser medidas. **a)** Peces óseos y cartilagosos marinos (LT), **b)** Peces escómbridos (LH), **c)** Bivalvos (Lc), **d)** Langostas (Lcl) y **e)** Camarones (Lc). Fuente imágenes: Delgado *et al.*, 2010 y Agudelo *et al.*, 2011.

## CÁLCULO DE INDICADORES DE USO DE RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS

### Indicador Abundancia relativa (CPUE)

La abundancia relativa es una medida de la ciencia pesquera que se constituye en un estimador de la abundancia del recurso relativa a un arte de pesca, por tanto es un índice de abundancia dependiente de la actividad pesquera (captura y esfuerzo de pesca) y no de carácter absoluto (Sparre y Venema, 1995). Para el cálculo de la abundancia relativa o la captura por unidad de esfuerzo (CPUE), se debe estimar inicialmente la captura total desembarcada para luego ser dividida por la medida del esfuerzo de pesca. La captura y esfuerzo es colectada en un formulario, el cual incluye información por UEP de fecha y lugar donde se pescó, con qué tipo de embarcación, qué arte de pesca se usó, en cuanto tiempo se realizó, qué especies se capturó y qué cantidad de cada una (en peso y número de individuos, Tabla 7).

**Tabla 7.** Descripción de los campos para registrar captura y esfuerzo pesquero.

	Nombre del Campo	Tipo	Descripción
Localización del registro	<b>No. de registro</b>	Númérico	Número de registros de cada formulario. Este número es consecutivo por arte y sitio.
	<b>Fecha</b>	Fecha	Fecha en la cual se realizó la toma de información del registro.
	<b>Sitio de desembarco</b>	Texto	Lugar donde se realiza el desembarco de la pesca y donde se realiza el registro de la información.
	<b>Registrador o colector de datos en campo</b>	Texto	Nombre del registrador o colector de datos de campo.
	<b>Zona ó caladero de pesca</b>	Texto	Zona o caladero de pesca donde se realizó la pesca.
	<b>Profundidad</b>	Númérico	Profundidad de la zona o caladero de pesca en donde se realizó la pesca.

	Nombre del Campo	Tipo	Descripción
Unidad de pesca e información del esfuerzo	Nombre de la embarcación	Texto	Nombre de la embarcación que se muestrea.
	Método de propulsión	Texto	Tipo de método de propulsión de la embarcación que se muestrea.
	Potencia	Numérico	Potencia en caballos de fuerza (HP) del motor utilizado en la UEP.
	Pescadores	Numérico	Número de pescadores de la UEP o participantes de la faena
Características del arte y/o método de pesca	Arte y/o Método de pesca	Texto	Arte y/o método de pesca utilizado por la UEP.
	No. (pañós/nasas/anuelos)	Numérico	Número de atarrayas, paños de redes de enmalle, nasas, anzuelos de un palangre o línea de mano de la UEP.
	Tamaño de malla / calibre	Numérico	Tamaño de malla (cm) en el caso de redes o el calibre de los anzuelos en el caso de palangres o líneas de mano.
	Altura	Numérico	Altura del paño de la red o la de cualquier otro tipo de arte en metros.
	Largo	Numérico	Largo total de los paños de la red o el de cualquier otro tipo de arte en metros.
	No. Caladas	Numérico	Número de caladas o las veces que se revisa un palangre.
	Tamaño de malla del copo	Numérico	Tamaño del ojo de malla (cm) del copo o mochila en artes de arrastre como los chinchorros.
	Tamaño o longitud del copo	Numérico	Largo de la mochila o copo en metros.
Horario de la faena	Hora inicial	Hora	Hora en que inicia la faena de pesca, es decir cuando el pescador hace el primer lance del arte de pesca.
	Hora final	Hora	Hora en la cual finaliza la faena de pesca (no cuando llega al sitio o puerto de desembarco).

	Nombre del Campo	Tipo	Descripción
Captura desembarcada	<b>Especie</b>	Texto	Nombre de la especie. Preferiblemente tener listado de nombres comunes y científicos, previamente preparada.
	<b>Estado</b>	Texto	Categoría del estado del recurso desembarcado. Ej: eviscerado, no eviscerado, fileteado...
	<b>No. ejemplares</b>	Numérico	Número de individuos de una especie desembarcada.
	<b>Peso</b>	Numérico	Peso en kilogramos de los individuos desembarcados. Peso individual de ejemplares desembarcados muestreados y peso total de los individuos desembarcados de una especie.

Otra información requerida para estimar captura, es la información correspondiente al número de UEP que por tipo de arte de pesca salieron a pescar (UEP activas) y a cuántas de esas se les tomó información de su faena (UEP muestreadas) en cada sitio de desembarco (Tabla 8 y Tabla 9).

**Tabla 8.** Campos diligenciados para control de actividad diaria de la pesquería.

Nombre del campo	Tipo	Descripción
<b>Fecha</b>	Fecha	Fecha en la cual se realizó el muestreo
<b>Sitio de desembarco</b>	Texto	Sitio de desembarco donde se realizó el muestreo.
<b>Arte y/o método de pesca</b>	Texto	Arte y/o método de pesca utilizado por la UEP.
<b>Activas</b>	Numérico	Número de UEP activas de un arte de pesca que salieron a pescar desde el sitio de desembarco.
<b>Muestreadas</b>	Numérico	Número de UEP muestreadas en el sitio de desembarco.
<b>Inactivas</b>	Numérico	Número de UEP inactivas por arte de pesca, es decir, aquellas que no salieron a pescar y que además, se tienen contabilizadas en un censo pesquero.



**Tabla 9.** Control de actividad diaria de una pesquería monitoreada.

Fecha	Sitio de desembarco	Nombre del Arte y/o Método	UEP Activas	UEP Muestreadas	UEP Inactivas
02/06/2013	Isla del Rosario	Aros	5	3	10
		Atarraya	10	6	30
		Nasas	37	10	36
		Fija (red de enmalle)	8	4	27

Adicionalmente para fines de la estimación de la captura, se deben contabilizar los días efectivos de pesca. Esta información mensual corresponde a cuántos días fueron efectivos en la actividad de cada arte de pesca en un sitio de desembarco, es decir el número real de días de actividad pesquera por arte (Tabla 10 y Tabla 11).

**Tabla 10.** Campos diligenciados para registro de días efectivos de pesca.

Nombre del Campo	Tipo	Descripción
<b>Año</b>	Numérico	Corresponde al año de muestreo.
<b>Mes</b>	Numérico - Texto	Corresponde al mes de muestreo.
<b>Sitio de desembarco</b>	Texto	Sitio de desembarco donde se hizo el muestreo.
<b>Arte y/ó Método de pesca</b>	Texto	Arte y/ó método de pesca utilizado por la UEP muestreada.
<b>Días Efectivos</b>	Numérico	Días efectivos de pesca en el mes de un arte y/ó método de pesca.

**Tabla 11.** Control de los días efectivos de pesca por mes.

Año	Mes	Sitio de desembarque	Nombre del Arte y/ó Método	Días Efectivos
2012	10 - Octubre	Isla Rosario	Nasa	31
			Palangre	31
			Fija (Red de Enmalle)	31

Con base en un monitoreo pesquero cuyos insumos se detallaron en las tablas anteriores, la captura mensual desembarcada ( $Ye_{ijk}$ ), se estima como:

$$Ye_{ijk} = \frac{De_{jk}}{Dm_{jk}} \sum_{d=1}^{Dm_{jk}} Yd_{ijk}$$

Donde:

$D_e$ : Son los días efectivos de pesca

$D_m$ : Son los días muestreados de pesca

$Yd_{ijk}$ : Es el estimado diario de la captura desembarcada en kilogramos (kg) para la especie  $i$ , el arte y/o método de pesca  $j$ , en el sitio de desembarco  $k$ .

Note que es el factor elevador o de expansión de la suma de las capturas diarias, que fueron estimadas para un total de días  $d$ .

El estimador de la captura diaria puede ser estimado como:

$$Yd_{ijk} = \frac{fd_{jk}}{fmd_{jk}} \sum_{i=1}^n Cmi_{ijk}$$

Donde:

$Cmi_{ijk}$  es la captura mensual diaria en Kg

$fd_{jk}$  son las UEP activas diarias

$fmd_{jk}$  son las UEP muestreadas del arte y/o método de pesca  $j$  en el sitio de desembarco  $k$ .

Finalmente, la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) o índice de la abundancia relativa de un recurso aprovechado por pesca en un área geográfica dada, puede describirse como el peso capturado por especie (o multiespecífico) en función del esfuerzo invertido en la extracción. Es un índice específico a un arte que posee un poder de pesca propio (tecnología). La CPUE se usa para determinar la disponibilidad de recursos pesqueros en un área determinada, sin embargo también puede verse como un indicador de la presión de pesca sobre el recurso hidrobiológico.

Se asume que la CPUE es directamente proporcional a la biomasa disponible de un recurso en su medio natural. Si se calcula por área y/o especie, indicará las zonas más productivas para algún recurso. Si se calcula por arte, indicará cual es el desempeño (eficiencia) del arte frente a otros. Si se calcula estacionalmente (p.e. meses) podrá indicar cuales meses son más productivos.

Con base en los estimadores de captura antes descritos, la CPUE se calcula como:

$$CPUE_{ijk} = \frac{Y_{ijk}}{f_{ijk}}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  : Es la captura desembarcada de la especie  $i$  con el arte de pesca  $j$  en el sitio de desembarco  $k$ , medida en cualquier unidad de peso o en unidades (número de individuos). La escala de medida del indicador puede ser diaria, mensual ó anual en función del diseño de muestreo aplicado.

$f_{ijk}$  : Es el esfuerzo de pesca aplicado a la especie  $i$  con el arte de pesca  $j$  para el sitio de desembarco  $k$ , medido en unidades de esfuerzo (p.e. faenas de pesca, horas de pesca, número de pescadores, área de pesca, etc.).

## Indicador Proporción de la talla media de captura sobre la talla media de madurez (TMC/TMM)

Este índice incluye en su cálculo dos variables a saber: La talla media de captura (TMC) o tamaño promedio expresado en longitud de los individuos de una población extraída por pesca con un arte y en un área de pesca dada (Rueda *et al.*, 2014); y la talla media de madurez (TMM), la cual es la longitud en la cual el 50% de los individuos de una especie en un área determinada han alcanzado la madurez reproductiva (ICES, 2007). La

TMC, comparada con un punto de referencia como la TMM de la especie es adoptada como un indicador que permite inferir el impacto probable de la pesquería sobre la población recurso, en términos de sobrepesca por crecimiento o efecto sobre la estructura de tallas (Invemar, 2014). De esta manera se podrán tomar medidas de manejo dirigidas a la conservación y el aprovechamiento futuro de los recursos hidrobiológicos.

La talla individual de los organismos capturados es una de las características de las especies que es medida en el momento de desembarque, sin embargo la esencia del indicador, es analizar la variabilidad temporal y tomar medidas de manejo eficiente del recurso en caso de evidencia de deterioro del recurso pesquero. De esto se desprende la importancia de mantener monitoreos constantes que permitan hacer comparaciones en grandes periodos de tiempo.

Teniendo en cuenta lo anterior, para el cálculo del indicador proporción TMC/TMM lo primero que debe definirse es la o las especies objetivo del seguimiento. En segunda instancia se debe contar con una estimación robusta y actualizada del punto de referencia biológico, es decir la TMM y como último insumo contar con un registro de datos representativos en tiempo y espacio de la TMC de las especies definidas previamente. Es importante anotar que la TMM y la TMC deben estar calculadas para la misma variable de longitud (i.e. LT, LH, Lc y Lcl). En caso de contar con varias estimaciones de la TMM, se sugiere elegir la que será usada, de acuerdo a los siguientes criterios: cercanía geográfica, datos con representatividad temporal, en todos los intervalos de talla y obtenidos recientemente.

La TMC se estima según lo propuesto por Sparre y Venema (1995). Primero se hace la sumatoria de todas las frecuencias numéricas de cada marca de clase de la talla para una especie  $i$ , capturada con el arte y/o método de pesca  $j$ :

$$Fim_{ljk} = \sum_{d=1}^{Dm} F_{ljkd}$$

Donde  $Dm$  es el total de días muestreados para el arte de pesca  $j$  en el sitio desembarcado  $K$ .

Luego esa sumatoria es multiplicada por su respectiva marca de clase ( $L_{jk}$ ), generando la relación:

$$FL_{ijk} = Fim_{ljk} L_{jk}$$

El cálculo de la TMC se hace con la división entre la sumatoria del producto anterior y la sumatoria de las frecuencias de todas las marcas de clase ( $F_{ljk}$ ):

$$TMC_{ijk} = \frac{\sum FL_{ijk}}{\sum_{l=1}^n F_{ljk}}$$

Finalmente, una vez se ha seleccionado la talla media de madurez (TMM), se hace el cálculo del indicador como:

$$= \frac{TMC}{TMM}$$



## MANEJO E INTERPRETACIÓN DE INDICADORES DE USO DE RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS

### Ejemplo de estimación de la abundancia relativa (CPUE)

La CPUE permite hacer comparaciones cuantitativas entre sitios y épocas diferentes. De igual manera de la abundancia de un recurso por áreas, para detectar variaciones de oferta natural, o comparar la producción a distintos niveles del esfuerzo, evaluando la incidencia del mismo sobre los recursos con fines de manejo y conservación.

A modo de ejemplo, se presenta el caso de la estimación de la CPUE en la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM). Este caso documenta el objetivo de mantener una evaluación del estado de los recursos aprovechados por pesca en la CGSM y para esto el Invermar desde el año 2000 ha monitoreado la pesquería artesanal para obtener indicadores de uso que sean insumo para el proceso de toma de decisiones. Anualmente, la información es presentada en el Informe del Estado de los Ambientes y Recursos Marinos y Costeros en Colombia, una de las publicaciones periódicas del Invermar, disponible en línea ([www.invermar.org.co](http://www.invermar.org.co)). Se cuenta con los datos de captura de cinco faenas de pesca con red de enmalle fija, que desembarcaron el 4 de mayo de 2009 en Isla del Rosario (CGSM). La información de captura de esas faenas muestreadas es la mostrada en la Tabla 12:

**Tabla 12.** Capturas registradas de red de enmalle fija en el sitio de desembarco Isla de Rosario.

Fecha	Registro	Especie	Peso (kg)
04/05/2009	0007	Jurel	0.72
		Macabi	19.27
		Mojarra blanca	1.50
	0008	Sábalo	6.50
		Anchoveta	0.23
		Coroncoro	1.20
		Macabi	18.31



Fecha	Registro	Especie	Peso (kg)
04/05/2009	0008	Meona	0.54
		Mojarra blanca	1.00
		Sábalo	2.50
	0009	Carrurra	0.20
		Coroncoro	0.22
		Jurel	0.36
		Macabi	6.74
	Mojarra blanca	1.37	
04/05/2009	0010	Jurel	0.18
		Coroncoro	0.40
		Lebranche	0.42
		Lisa	0.20
		Macabi	10.12
		Sábalo	2.00
	0011	Carrurra	0.22
		Chivo cabezon	3.45
		Jaiba azul	2.00
		Macabi	1.22
		Mojarra blanca	1.00
	Ratón	0.70	

Para calcular la captura total desembarcada, en primer lugar se obtiene la captura diaria muestreada de cada especie a partir de la sumatoria de las capturas de los cinco registros diligenciados o muestreados. Por ejemplo la captura de la especie coroncoro (1.82 kg), resulta de sumar 1.2 kg + 0.22 kg + 0.4 kg, que a su vez son las capturas de los registros 0008, 0009 y 010, respectivamente. Posteriormente, para cada especie se obtiene la estimación diaria, para la cual además del número de faenas muestreadas (5 en este caso), es necesario conocer el número de faenas

activas específicas para la fecha (04/05/2009), el sitio (Isla del Rosario) y el arte (red de enmalle fija), que en este caso fueron 12. Tomando como ejemplo la anchoveta, el valor se obtiene de la siguiente operación  $(0,23 \text{ kg} / 5 * 12) = 0,55 \text{ kg}$  (Tabla 13).

**Tabla 13.** Capturas registradas para cálculo de la captura de la especie anchoveta.

Fecha	Especie	Captura diaria (kg)	Faenas activas	Faenas muestreadas	Estimación Diaria (kg)
04/05/2009	Anchoveta	0.23	12	5	0.55
	Carrurra	0.42			1.01
	Chivo cabezon	3.45			8.28
	Coroncoro	1.82			4.37
	Jaiba azul	2.00			4.80
	Jurel	1.26			3.02
	Lebranche	0.42			1.01
	Lisa	0.20			0.48
	Macabi	55.66			133.58
	Meona	0.54			1.30
	Mojarra blanca	4.87			11.69
	Ratón	0.70			1.68
	Sábalo	11.00			26.40

El ejercicio anterior se repite para cada uno de los días en los que se realice muestreo en campo, y el total de estimación diaria por especie, resulta de la sumatoria de todas las estimaciones diarias obtenidas en un mes. A partir de este valor y conociendo el número de días efectivos de pesca del mes (30 para este caso) y el número de días muestreados, se hace la estimación mensual de la captura por especie (Tabla 14;  $0,7 \text{ kg} / 13 * 30 = 1,62 \text{ kg}$ ).

**Tabla 14.** Resultados obtenidos para el ejemplo presentado.

Especie	Total de estimación diaria (kg)	Días efectivos de pesca	Días de muestreo	Estimación mensual (kg)	Total faenas activas mes	Esfuerzo mensual (faenas)	CPUE (kg/faena)
Alpacora	0.70	30	13	1.62	180	415	0.004
Anchoveta	100.14			231.09			0.556
Boquita de sábalo	0.45			1.04			0.003
Camarón	0.11			0.26			0.001
Carite	81.85			188.89			0.455
Carrurra	11.72			27.05			0.065
Chivo cabezon	155.47			358.77			0.864
Chivo mozo	1.28			2.96			0.007
Coroncoro	41.39			95.51			0.230
Jaiba azul	7.13			16.46			0.040
Jaiba roja	0.86			1.98			0.005
Jurel	89.11			205.63			0.495
Langostino	2.57			5.93			0.014
Lebranche	19.35			44.65			0.107
Lisa	0.48			1.11			0.003
Macabi	1,715.62			3,959.12			9.531
Machuelo	0.93			2.15			0.005
Mapale	6.76			15.59			0.038
Meona	35.59			82.14			0.198
Mojarra blanca	150.83			348.08			0.838
Mojarra lora	1.21			2.80			0.007
Mojarra peña	1.40	3.23	0.008				
Mojarra rayada	9.48	21.87	0.053				
Pampano	0.33	0.75	0.002				
Pargo	0.44	1.02	0.002				
Pez sapo	0.40	0.92	0.002				

Especie	Total de estimación diaria (kg)	Días efectivos de pesca	Días de muestreo	Estimación mensual (kg)	Total faenas activas mes	Esfuerzo mensual (faenas)	CPUE (kg/faena)
Ratón	4.09	30	13	9.44	180	415	0.023
Robalo largo	28.76			66.38			0.160
Robalo pipón	11.16			25.74			0.062
Sábalo	123.68			285.41			0.687
Sable	0.57			1.32			0.003
<b>Total captura mensual de red de enmalle fija (kg)</b>				<b>6008.9</b>	<b>Total CPUE red de enmalle fija (kg/faena)</b>		<b>14.46</b>

A partir del seguimiento de los días de muestreo de las faenas activas, se puede obtener por sumatoria simple el total de faenas activas (180 en este caso) para los días muestreados (13). La estimación del esfuerzo mensual (Tabla 14), es decir cuántas faenas se estima se realizaron en el mes (teniendo en cuenta 30 días efectivos de pesca), se obtiene con la siguiente operación:  $(180 \times 30 / 13 = 415 \text{ faenas})$ . Por último, al dividir la estimación de captura entre la estimación del esfuerzo, se obtiene la CPUE (kg/faena), discriminada por las especies que compone la captura del arte analizado (red de enmalle fija). Así mismo, la sumatoria de las estimaciones mensuales por especie (6008.9 kg) dividida el total de esfuerzo total estimado del mes (415 faenas) da como resultado la estimación de CPUE por faena del arte en cuestión (14,46 kg/faena).

## Ejemplo de estimación de la Proporción TMC/TMM

Para este caso se usa la misma base de datos del Invenmar para monitoreo de recursos pesqueros en la CGSM. Una de las especies de mayor importancia en la pesca artesanal de la CGSM es la lisa (*Mugil incilis*), razón por la cual se usará como ejemplo en el cálculo del indicador proporción TMC/TMM. Para dicha especie Mármol *et al.* (2010), calcularon la TMM (talla media de madurez) en 23,8 cm LT, a partir de una muestra de 1954 indi-

viduos, colectados entre 2006 y 2007 en la CGSM. Este valor será usado como denominador y punto de referencia en este ejemplo. Así mismo, se cuenta con los datos de tallas de captura (LT) de las lisas capturadas con atarraya en la CGSM y desembarcadas en Isla del Rosario durante julio de 2011. Teniendo en cuenta dicha información, a continuación se ilustra el cálculo la TMC (Tabla 15 y Tabla 16).

**Tabla 15.** Datos crudos para el ejemplo del cálculo de la TMC para la lisa.

No.	LT (cm)	Frecuencia numérica	No.	LT (cm)	Frecuencia numérica
1	24	5	27	25.5	4
2	22	2	28	28	1
3	23	4	29	11.5	12
4	24.5	6	30	12	13
5	26	3	31	10.5	8
6	25	4	32	12.5	14
7	23.5	3	33	13	11
8	26.5	3	34	14	10
9	12.5	13	35	13.5	12
10	14	10	36	14.5	9
11	11	12	37	15	8
12	10.5	8	38	11	10
13	13	10	39	10	6
14	15	6	40	23	5
15	11.5	11	41	24	5
16	13.5	8	42	25	4
17	16	4	43	23.5	4
18	12	10	44	24.5	4
19	17	3	45	26	3
20	23	4	46	22.5	3
21	22.5	2	47	25.5	3
22	25	3	48	13	11
23	24	5	49	14.5	8
24	24.5	4	50	15	6
25	26	3	51	16	5
26	27	2	52	12.5	10

No.	LT (cm)	Frecuencia numérica
53	13.5	12
54	14	9
55	15.5	5
56	17	3
57	12	6
58	23	6
59	24	5
60	24.5	4
61	26	4
62	27	3
63	25.5	5
64	23.5	4
65	22.5	3
66	25	4
67	24	3
68	26	3

No.	LT (cm)	Frecuencia numérica
69	27	2
70	24.5	5
71	23.5	4
72	26.5	2
73	28	1
74	12.5	11
75	13	12
76	14	10
77	12	10
78	13.5	11
79	14.5	8
80	11.5	10
81	15	6
82	16	5
83	15.5	5

**Tabla 16.** Frecuencias por cada longitud (Sumatoria de frecuencias por cada longitud) de la lisa.

No.	LT (cm)	Frecuencia numérica
1	10	6
2	10.5	16
3	11	22
4	11.5	33
5	12	39
6	12.5	48
7	13	44
8	13.5	43
9	14	39
10	14.5	25
11	15	26
12	15.5	10
13	16	14

No.	LT (cm)	Frecuencia numérica
14	17	6
15	22	2
16	22.5	8
17	23	19
18	23.5	15
19	24	23
20	24.5	23
21	25	15
22	25.5	12
23	26	16
24	26.5	5
25	27	7
26	28	2
<b>Total</b>		<b>518</b>



Seguidamente, se multiplica cada longitud por su frecuencia (Tabla 16). Finalmente, se calcula la TMC al final de la Tabla 17.

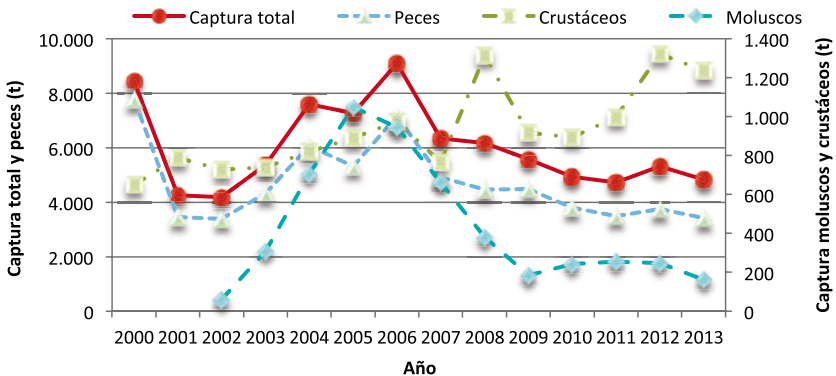
**Tabla 17.** Cálculos de las longitudes y frecuencias de la lisa.

No.	LT (cm)	Frecuencia numérica	LT (cm) * Frecuencia numérica
1	10	6	60
2	10.5	16	168
3	11	22	242
4	11.5	33	379.5
5	12	39	468
6	12.5	48	600
7	13	44	572
8	13.5	43	580.5
9	14	39	546
10	14.5	25	362.5
11	15	26	390
12	15.5	10	155
13	16	14	224
14	17	6	102
15	22	2	44
16	22.5	8	180
17	23	19	437
18	23.5	15	352.5
19	24	23	552
20	24.5	23	563.5
21	25	15	375
22	25.5	12	306
23	26	16	416
24	26.5	5	132.5
25	27	7	189
26	28	2	56
Total	518	8453	

TMC = 8453 / 518    TMC = 16,32 cm

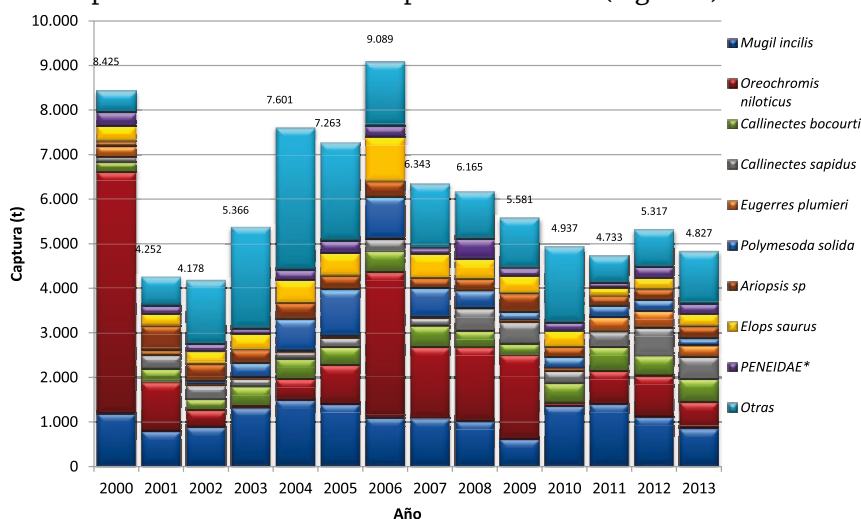
De lo anterior, se interpreta que la TMC con atarraya de la lisa (*M. incilis*) en Isla del Rosario durante julio de 2011 fue de 16,3 cm LT. La proporción TMC/TMM para estos datos sería igual a 16,3 cm LT/ 23,8 cm LT = 0,68. Este valor indica que la talla media de captura está un 32% debajo del valor de punto de referencia, lo cual amenaza la sustentabilidad de la especie como efecto combinado de las tasas de captura y la selectividad del arte atarraya que captura individuos por debajo de la talla media de madurez en este caso.

Los indicadores anteriores y sus variables que lo soportan se pueden reportar a través de figuras que muestren la tendencia del indicador a través del tiempo por área protegida y por tipo de arte de pesca. Es importante reportar varios años para evidenciar el impacto del arte a lo largo del tiempo (Figura 2 a Figura 4). La Figura 2 muestra una serie histórica de las capturas totales desembarcadas en la CGSM, permitiendo determinar un patrón de mayores capturas al inicio, seguidas de un bajón y luego una recuperación, para después descender y tender a estabilizarse desde 2010. Patrones diferentes se observan cuando la captura total se discrimina por grupo de especies.



**Figura 2.** Captura total anual y por grupos de especies en la CGSM. Fuente: INVEMAR (2014).

Si se quiere evidenciar el impacto de la pesca sobre las especies, se pueden utilizar barras apiladas en donde se evidencie el total de la captura por cada especie en una serie de tiempo determinada (Figura 3).



**Figura 3.** Composición interanual de la captura (t) de peces en la CGSM. Fuente: INVEMAR (2014).

El indicador de abundancia relativa puede mostrar las tendencias de esta variable para a un determinado recurso hidrobiológico, en lo posible discriminándolo por arte de pesca, lo cual permite determinar patrones en periodos de tiempos analizados. En la Figura 4, se muestra un ejemplo para el caso de la pesquería multispecífica de la CGSM, en la cual se muestran las tendencias de la abundancia para tres tipos de artes de pesca utilizados para la captura de peces y dos para la captura de moluscos (almejas) y crustáceos (jaibas) (Invemar, 2014).

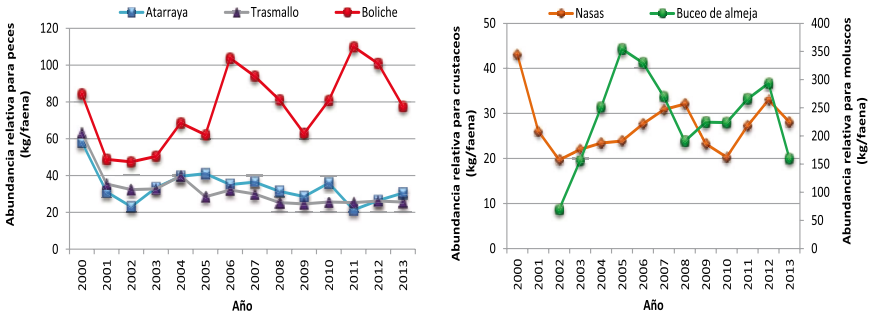


Figura 4. Abundancia relativa de peces e invertebrados por arte de pesca en la CGSM.

El indicador TMC/TMM, puede reportarse a través de gráficas de dispersión, teniendo en el eje de las ordenadas el indicador y en el eje de las abscisas el tiempo. Siguiendo el ejemplo de *M. incilis* en CGSM, el seguimiento de los años de monitoreo del Invemar permite representar el indicador en el tiempo como se observa en la Figura 5.

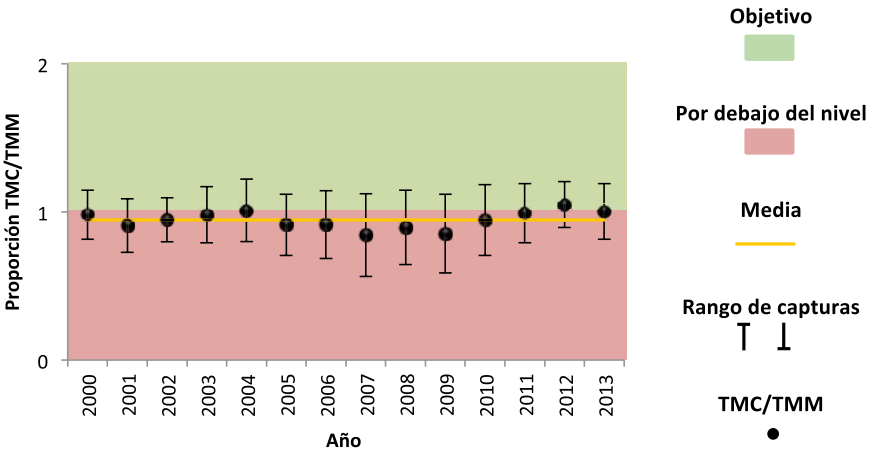


Figura 5. Ejemplo de la variación temporal de la proporción TMC/TMM de *M. incilis*, para el arte atarraya en la CGSM.

Si la TMC está por debajo de la TMM, el indicador será inferior a 1 y estaría por debajo del nivel deseado ya que la pesquería puede estarse ejerciendo sobre juveniles. Cuando sean iguales el indicador será 1; y cuando la TMC esté por encima de la TMM, el indicador estará en el nivel deseado u objetivo, ya que el impacto de la pesquería se estaría generando sobre la fracción adulta de la población y tomará valores mayores a 1.



## BIBLIOGRAFIA

- Agudelo, E., R. E. Ajiaco, L. E. Álvarez, C. G. Barreto, C. A. Borda, C. C. Bustamante, J. P. Caldas, J. De la Hoz, M. C. Diazgranados, G. Melo, E. Perucho, V. Puentes, A. Ramírez, M. Rueda, J. C. Salinas, L. A. Zapata. 2011. Protocolo de captura de información pesquera, biológica y socioeconómica en Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – Dirección de Pesca y Acuicultura - Subdirección de Pesca y Acuicultura (Incoder), Conservación Internacional. Bogotá. 80 p.
- Botsford L.W., J.C. Castilla y C.H. Peterson. 2003. The management of fisheries and marine ecosystems. *Science*, 277: 509 – 515.
- Castilla, J.C. y O. Defeo. 2005. Paradigm shifts needed for world fisheries. *Science*, 309: 1324-1325.
- Cifuentes, R., J. González, G. Montoya, A. Jara, N. Ortiz, P. Piedra y E. Habit. 2010. Relación longitud- peso y factor de condición de los peces nativos del río San Pedro (Cuenca del río Valdivia, Chile). *Gayana Especial* 72 (2): 101 – 110.
- Delgado, M. F., W. Gualteros, S. Espinosa, C. Lucero, A.M. Roldán, L. A. Zapata, J. R. Cantera, C. Candelo, C. Palacio, O. Muñoz, G. Mayor, D. L. Gil-Agudelo. 2010. Pianguando: Estrategias para el manejo de la piangua (Cartilla). Invemar, ASCONAR, WWF Colombia, Universidad del Valle, UAESPNN – PNN Sanquianga, Co-financiado por el Ministerio de Agricultura. Serie Publicaciones Generales. Invemar No. 5. Cali. 20 p.
- FAO. 2000. Indicadores para el desarrollo sostenible de la pesca de captura marina. Orientaciones técnicas para la pesca responsable No. 8. Departamento y Acuicultura de la FAO. Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 68 p.
- Froese, R. y D. Pauly. Editors. 2013. FishBase. World Wide Web electronic publication. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), version (06/2013).
- ICES. 2007. Manual of indicators and methods for assessing fish stocks using only fishery-independent, survey based information. United Kingdom, 136 p.
- King, M. 2007. Fisheries biology, assessment and management. Wiley-Blackwell, Londres. 400 p.
- Mármol, D., E. Viloria y J. Blanco. 2010. Efectos de la pesca sobre la biología reproductiva de la lisa *Mugil incilis* (Pisces: Mugilidae) en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 39 (2): 215-231.
- Narváez, J.C., M. Rueda, E. Viloria, J. Blanco, J. A. Romero y F. Newmark. 2005. Manual del Sistema de Información Pesquera del Invemar (Sipein versión 3.0): Una herramienta para el diseño de sistemas de manejo pesquero. Invemar (Serie de documentos generales del Invemar No. 18). Santa Marta. 18 p.
- Norse, E.A., C.B. Grimes, S. Ralston, R. Hilborn, J.C. Castilla, S. R. Palumbi, D. Fraser, and P. Kareiva, 2003. Marine reserves: the best option for our oceans? *Frontiers in Ecology and the Environment* 1: 495-502.
- PISCO (Partnership for Interdisciplinary Studies of Coastal Oceans). 2008. La Ciencia de las Reservas Marinas (2da Edición, Versión para Latinoamérica y el Caribe). [www.piscoweb.org](http://www.piscoweb.org). 22 p.
- Rueda, M. y O. Defeo. 2003. Linking fishery management and conservation in a tropical estuarine lagoon: Biological and physical effects of an artisanal fishing gear. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 56: 935 – 942.



Rueda, M., J. Gómez-León, E. Viloria, M. Santos-Acevedo, D. Bustos-Monto, A. Girón, E. Pardo, J. Viaña, L. García, C. Puentes, A. Rodríguez, A. Galeano, J.A. Romero, G. Angulo, J. Vivas-Aguas, M. Ríos y D. Sánchez. 2014. Causas y tensores del cambio en los ecosistemas marinos y costeros y sus servicios: Indicadores de presión. (Pp 83-128). En: INVEMAR. Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia: Año 2013. Serie de publicaciones periódicas No 3. Santa Marta. 192 p.

Sparre, P. y S.C. Venema. 1995. Introducción a la evaluación de stocks pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. FAO Documentos Técnicos de Pesca No. 306.1. Roma. 376 p.



# Serie de Publicaciones Generales del Invemar

Sin número. Referencias bibliográficas publicadas e inéditas de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano. Volumen I.

Sin número. Referencias bibliográficas publicadas e inéditas de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano. Volumen II.

1. Programa Nacional de Investigación en Biodiversidad Marinas y Costera (PNIBM)
2. Política nacional ambiental para el desarrollo sostenible de los espacios oceánicos y las zonas costeras e insulares de Colombia
3. Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: 2000
4. Ojo con Gorgona. Parque Nacional Natural
5. Libro rojo de peces marinos de Colombia
6. Libro rojo de invertebrados marinos de Colombia
7. Las aguas de mi Ciénaga Grande. Descripciones de las condiciones ambientales de la Ciénaga Grande de Santa Marta
8. No asignado
9. Guía práctica para el cultivo de bivalvos marinos del Caribe colombiano: Madreperla, ostra alada, concha de nácar y ostiones
10. Aproximación al estado actual de la bioprospección en Colombia
11. Plan nacional en bioprospección continental y marina
12. Conceptos y guía metodológica para el manejo integrado de zonas costeras en Colombia, Manual 1: Preparación, caracterización y diagnóstico
13. Manual de técnicas analíticas para la determinación de parámetros fisicoquímicos y contaminantes marinos: aguas, sedimentos y organismos
14. Una visión de pesca multiespecífica en el Pacífico colombiano: adaptaciones tecnológicas

15. Amenazas naturales y antrópicas en las zonas costeras colombianas
  16. Atlas de paisajes costeros de Colombia
  17. Atlas de la calidad de las aguas marinas y costeras de Colombia
  18. Manual del Sistema de Información Pesquera del Invemar: una herramienta para el diseño de sistemas de manejo pesquero
  19. Bacterias marinas nativas: degradadoras de compuestos orgánicos persistentes en Colombia
  20. Política Nacional del Océano y los Espacios Costeros (PNOEC)
  21. Manual metodológico sobre el monitoreo de los manglares del Valle del Cauca y fauna asociada, con énfasis en aves y especies de importancia económica (piangua y cangrejo azul)
  22. Lineamientos y estrategias de manejo de la Unidad Ambiental Costera (UAC) del Darién
  23. Plan de Manejo Integrado de la Zona Costera-UAC Llanura Aluvial del Sur, Pacífico colombiano
  24. Cartilla lineamientos y estrategias para el manejo integrado de la UAC del Darién, Caribe colombiano
- Sin número. Prioridades de conservación in situ para la biodiversidad marina y costera de la plataforma continental del Caribe y Pacífico colombiano
25. Cartilla etapas para un cultivo de bivalvos marinos (pectínidos y ostras) en sistema suspendido en el Caribe colombiano
  26. Programa Nacional de Investigación para la Prevención, Mitigación y Control de la Erosión Costera en Colombia (PNIEC)
  27. Modelo de uso ecoturístico de la bahía de Neguanje Parque Nacional Natural Tayrona
  28. Criadero de postlarvas de pectínidos de interés comercial en el Caribe colombiano
  29. Viabilidad de una red de áreas marinas protegidas en el Caribe colombiano

30. Ordenamiento ambiental de los manglares del Archipiélago San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Caribe colombiano

---

31. Ordenamiento ambiental de los manglares en La Guajira

---

32. Ordenamiento Ambiental de los manglares del municipio de Timbiquí, Cauca (Pacífico colombiano)

---

33. Ordenamiento Ambiental de los manglares del municipio de Guapi, Cauca

---

34. Ordenamiento Ambiental de los manglares del municipio de López de Micay, Cauca

---

35. Avances en el manejo integrado de zonas costeras en el departamento del Cauca

---

36. Ordenamiento ambiental de los manglares de la Alta, Media y Baja Guajira

---

37. Aprendiendo a conocer y cuidar el agua en la zona costera del Cauca

---

38. Guía de bienes y servicios del Old Point Regional Mangrove Park

---

39. Aves del estuario del río Sinú

---

40. Cultivo de pectínidos en el Caribe colombiano

---

41. Informe técnico. Planificación ecorregional para la conservación in situ de la biodiversidad marina y costera en el Caribe y Pacífico continental colombiano

---

42. Guía para el reconocimiento de corales escleractinios juveniles en el Caribe

---

43. Viabilidad socioeconómica del establecimiento de un AMP: la capacidad adaptativa de la comunidad de Nuquí (Chocó)

---

44. Guía metodológica para el manejo integrado de zonas costeras en Colombia. Manual 2: Desarrollo etapas I y II

---

45. Pianguando: Estrategias para el manejo de la piangua (CD)

---

45. Pianguando: Estrategias para el manejo de la piangua (cartilla)

---

46. Avances en la reproducción y mantenimiento de peces marinos ornamentales

---

47. Contribución a la biología y mantenimiento de peces marinos ornamentales

---

48. Estrategia para el fortalecimiento del Sistema de Indicadores Ambientales Marinos y Costeros de Colombia (Proyecto Spincam Colombia)

---

49. Lineamientos de manejo para la Unidad Ambiental Costera Estuarina río Sinú, Golfo de Morrosquillo, sector Córdoba

---

50. Guía municipal para la incorporación de determinantes ambientales de zona costera en los planes de ordenamiento territorial municipios de San Antero y San Bernardo del Viento

---

51. Manual para la pesca artesanal responsable de camarón en Colombia: adaptación de la red Suripera

---

52. Cuidando la calidad de las aguas marinas y costeras en el departamento de Nariño

---

53. Lineamientos de manejo para la UAC Estuarina Río Sinú-Golfo de Morrosquillo, sector Córdoba

---

54. Propuesta de estandarización de los levantamientos geomorfológicos en la zona costera del Caribe colombiano

---

54. Área de Régimen Común Colombia-Jamaica: un reino, dos soberanos

---

55. Lineamientos de adaptación al cambio climático para Cartagena de Indias

---

56. Evaluación y manejo de la pesquería de camarón de aguas profundas en el Pacífico colombiano 2010-2012

---

57. Gestión costera como respuesta al ascenso del nivel del mar. Guía para administradores de la zona costera del Caribe

---

58. Articulación del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas al Sistema Regional de Áreas Protegidas del Caribe Colombiano

---

59. Bases de la investigación pesquera participativa para la construcción de acuerdos de pesca responsable con mallas en el Distrito de Manejo Integrado Bahía de Cispatá

---

60. Articulación del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP) al plan de acción del Sirap Pacífico

---

**61.** Guía metodológica para el manejo integrado de zonas costeras en Colombia. Manual 3: Gobernanza

---

**62.** Integración de la adaptación al cambio climático en la planificación territorial y gestión sectorial de Cartagena de Indias

---

**63.** Plan 4C Cartagena de Indias competitiva y compatible con el clima

---

**64.** Lineamientos de adaptación al cambio climático del área insular del distrito de Cartagena de Indias

---

**65.** Adaptación al cambio climático en ciudades costeras de Colombia. Guía para la formulación de planes de adaptación

---

**66.** Protocolo Indicador Condición Tendencia Áreas Coralinas (ICT<sub>AC</sub>)

---

**67.** Protocolo Indicador Condición Tendencia Bosques de Manglar (ICT<sub>BM</sub>)

---

**68.** Protocolo Indicador Condición Tendencia Praderas de Pastos Marinos (ICT<sub>PM</sub>)

---

**69.** Protocolo Indicador Calidad Ambiental de Agua (ICAM<sub>PPF</sub>)

---

**70.** Protocolo Indicador Densidad poblacional de pez león (*Pterois volitans*)

---

**71.** Protocolo Indicador Riqueza de aves acuáticas

---





samp  
Subsistema de  
Áreas Marinas  
Protegidas

<http://cinto.invemar.org.co/samp/>



@AreasMarinasCOL



[www.facebook.com/AreasMarinasCOL](http://www.facebook.com/AreasMarinasCOL)

