



Organización de las Naciones
Unidas para la Alimentación
y la Agricultura



GRUPO BANCO MUNDIAL

Zonificación acuícola, selección de sitios y áreas de manejo bajo el enfoque ecosistémico a la acuicultura Un manual



**ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA /
BANCO MUNDIAL**

Roma, 2018

Fotografía de portada:

Cultivo de ostiones en Chanthaburi, Tailandia

Los moluscos se alimentan en los primeros eslabones de la cadena alimenticia, por lo que son fuente de proteína relativamente barata. Los sitios de cultivo pueden establecerse y administrarse por acuicultores individuales, un grupo de productores o la comunidad. Esta extensión ordenada y bien administrada de unidades de cultivo de ostiones en la provincia de Chantaburi, Tailandia, refleja algunas de las ventajas del manejo acuícola basado en la comunidad en términos de un equitativo acceso al recurso agua, sin conflictos y propiciando un medio ambiente limpio para el cultivo y mejores ingresos. Las técnicas de cultivo sujetas al fondo incluyen balsas de polietileno, palangres, bastidores y jaulas.

Cortesía de Pornsak / Shutterstock.com

Zonificación acuícola, selección de sitios y áreas de manejo bajo el enfoque ecosistémico a la acuicultura

Un manual

José Aguilar-Manjarrez

Oficial de Acuicultura

Servicio de Acuicultura

Departamento de Pesca y Acuicultura

Roma, Italia

Doris Soto

Investigador principal

Centro Interdisciplinario de Investigación en Acuicultura

Concepción, Chile

y

Randall Brummett

Especialista principal en Acuicultura y Pesca Continental

Departamento de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Banco Mundial

Washington, DC.

Estados Unidos de América

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA /

BANCO MUNDIAL

Roma, 2018

Aguilar-Manjarrez, J., Soto, D. y Brummett, R. 2018. *Zonificación acuícola, selección de sitios y áreas de manejo bajo el enfoque ecosistémico a la acuicultura. Un manual*. Informe ACS18071. Roma, FAO y el Grupo del Banco Mundial, Washington DC. 62 pp. Incluye una tarjeta USB que contiene el documento completo (395 pp.). Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la FAO los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

Las opiniones expresadas en este producto informativo son las de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente los puntos de vista o políticas de la FAO.

ISBN: 978-92-5-130830-1 (FAO)

© FAO y Banco Mundial, 2017 [versión en inglés]

© FAO y Banco Mundial, 2018 [versión en español]



Algunos derechos reservados. Este obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Organizaciones intergubernamentales; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/deed.es>.

De acuerdo con las condiciones de la licencia, se permite copiar, redistribuir y adaptar la obra para fines no comerciales, siempre que se cite correctamente, como se indica a continuación. En ningún uso que se haga de esta obra debe darse a entender que la FAO refrenda una organización, productos o servicios específicos. No está permitido utilizar el logotipo de la FAO. En caso de adaptación, debe concederse a la obra resultante la misma licencia o una licencia equivalente de Creative Commons. Si la obra se traduce, debe añadirse el siguiente descargo de responsabilidad junto a la referencia requerida: "La presente traducción no es obra de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). La FAO no se hace responsable del contenido ni de la exactitud de la traducción. La edición original en inglés será el texto autorizado".

Toda mediación relativa a las controversias que se deriven con respecto a la licencia se llevará a cabo de conformidad con las Reglas de Mediación de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil Internacional (CNUDMI) en vigor.

Materiales de terceros. Si se desea reutilizar material contenido en esta obra que sea propiedad de terceros, por ejemplo, cuadros, gráficos o imágenes, corresponde al usuario determinar si se necesita autorización para tal reutilización y obtener la autorización del titular del derecho de autor. El riesgo de que se deriven reclamaciones de la infracción de los derechos de uso de un elemento que sea propiedad de terceros recae exclusivamente sobre el usuario.

Ventas, derechos y licencias. Los productos informativos de la FAO están disponibles en la página web de la Organización (<http://www.fao.org/publications/es>) y pueden adquirirse dirigiéndose a publications-sales@fao.org. Las solicitudes de uso comercial deben enviarse a través de la siguiente página web: www.fao.org/contact-us/licence-request. Las consultas sobre derechos y licencias deben remitirse a: copyright@fao.org.

PREPARACIÓN DE ESTE DOCUMENTO

La Séptima Sesión del Subcomité de Acuicultura del Comité de Pesca de la FAO (COFI) reconoció la importancia creciente de la planificación espacial para promover el crecimiento de la acuicultura y solicitó a la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) que desarrollara una guía, paso a paso, para la implementación de herramientas de planificación espacial y continuar la formación de capacidades en los países en desarrollo. Además, los problemas ambientales, de sanidad de los animales acuáticos y socioeconómicos requieren un enfoque ecosistémico para el manejo del sector que vaya más allá de las granjas individuales, abarcando el manejo de unidades espaciales como las zonas de acuicultura o las áreas de manejo¹ de acuicultura. Con este fin, la FAO, en asociación con el Banco Mundial, preparó esta publicación sobre zonificación de la acuicultura, selección de sitios y áreas de manejo acuícola bajo el enfoque ecosistémico a la acuicultura. Está dirigido principalmente a personal directivo y quienes formulan políticas públicas, pero también tiene relevancia para una amplia gama de actores y partes interesadas.

Del 6 al 8 de diciembre de 2010 se celebró un taller de expertos sobre selección de sitios y capacidad de carga para la acuicultura, tanto continental como costera, en el Instituto de Acuicultura de la Universidad de Stirling, Reino Unido de la Gran Bretaña e Irlanda del Norte. En él se propuso el desarrollo de una guía para la selección de sitios y la estimación de la capacidad de carga dentro de un enfoque ecosistémico para la acuicultura.

Esta publicación se basa en las experiencias adquiridas en ese taller de expertos. El presente documento fue validado por los colaboradores de esta publicación y otros expertos internacionales en un taller realizado en Izmir, Turquía, del 5 al 8 de julio de 2015. También se probó en algunos países como Angola, Kenia y la República Unida de Tanzania previamente a su finalización.

El objetivo de la esta publicación es proporcionar orientación práctica sobre planificación espacial a los administradores, los responsables de la formulación de políticas, el personal técnico y los acuicultores. La publicación revisa la planificación espacial y la gestión del desarrollo de la acuicultura en el marco de un enfoque ecosistémico para el desarrollo acuícola y también presenta sugerencias de estrategia para su implementación, utilizando un enfoque de manejo de área para garantizar una mayor sostenibilidad de futuras iniciativas gubernamentales de desarrollo acuícola. Se basa en el Código de Conducta de la FAO para la Pesca Responsable, que contiene principios y disposiciones en apoyo al desarrollo sostenible de la acuicultura. El alcance de la publicación es global y tiene como objetivo ser relevante y de utilidad para todos los países.

El manual y los anexos 1, 2, 3 y 4 fueron editados por la FAO/Banco Mundial. Sin embargo, los anexos 5 (estudios de casos) y 6 (Informe del taller) han sido reproducidos tal como fueron presentados.

¹ El “manejo” acuícola se usa en el mismo sentido que en inglés, es decir el control de los procesos y actividades en el proceso productivo acuícola. En español se usa también la palabra “gestión” con el mismo significado, pero a menudo “gestión” tiene una connotación más amplia incluyendo aspectos normativos e institucionales del sector.

RESUMEN

El enfoque ecosistémico a la acuicultura provee lineamientos conceptuales para la planeación espacial y el manejo. Esta publicación describe los pasos principales a seguir en estas actividades. El razonamiento y objetivos de cada paso, las maneras (métodos) para implementarlo y los medios (herramientas) disponibles para aplicar una metodología se describen a modo de etapas. Se proveen recomendaciones para implementadores y tomadores de decisiones. Un documento de políticas acompaña a esta publicación. Existen numerosos beneficios de la planeación y manejo espacial, entre los que se incluyen una mayor productividad y retornos para los inversionistas, así como una mitigación más efectiva de los riesgos ambientales, económicos y sociales; los detalles se incluyen en este documento. Si bien los costos no son explícitos, la publicación describe los recursos necesarios, algunos en términos generales y otros en mayor detalle, para aplicar las metodologías así como para adquirir y utilizar las herramientas esenciales.

Esta publicación está organizada en dos partes. La primera parte es la "Guía", la cual constituye el cuerpo principal del documento y describe los procesos y pasos para la planificación espacial, incluida la zonificación de la acuicultura, la selección del sitio y el manejo de áreas.

La segunda parte de la publicación incluye seis anexos (disponibles solo en inglés) que presentan temas clave, incluyendo: (i) instrumentos internacionales vinculantes y no vinculantes, los cuales establecen el contexto para una acuicultura nacional sostenible; (ii) bioseguridad, zonificación y compartimentos, zonas infectadas y zonas libres de enfermedades; (iii) certificación de la acuicultura y manejo zonal; (iv) visión general de las herramientas y modelos clave que pueden utilizarse para facilitar y guiar el proceso de planificación espacial; v) estudios de casos de diez países: Brasil, Chile, China, Indonesia, México, Omán, Filipinas, Turquía, Uganda y el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte; y (vi) un informe de taller.

Los estudios de caso de los países ilustran aspectos clave de la implementación de la planificación y manejo espacial a nivel nacional, pero principalmente en contextos locales. Los mensajes aplicables incluyen las formas en que se abordan los problemas institucionales, legales y de políticas para implementar el proceso o partes de él. Algunos de los estudios de casos como Chile, Turquía y el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte proporcionan ejemplos de los beneficios para la industria acuícola con la aplicación de la planificación y manejo espacial.

CONTENIDO

Preparación de este documento		
Resumen	iii	27
Lista de tablas	iv	
Lista de figuras	vi	30
Lista de recuadros	vii	
Reconocimientos	viii	32
Abreviaturas y Acrónimos	ix	34
Prefacio	x	35
1. Introducción		
1.1. Objetivos del manual y público objetivo	1	
1.2. ¿Por qué la planeación espacial de la acuicultura?	1	37
1.3. El enfoque ecosistémico a la acuicultura	2	
2. Implementación de la planeación y manejo espacial de la acuicultura	4	
2.1 Proceso	5	38
2.2 Pasos recomendados	5	41
3. Prospección	6	
3.1 Revisión de las prioridades nacionales y subnacionales para la acuicultura	11	
3.2 Identificación de las partes interesadas relevantes para la consulta	11	48
3.3 Revisión y posible ajuste a la normativa, políticas, regulaciones y marcos institucionales relacionados con la acuicultura	12	
3.4 Identificación general de problemas y oportunidades	13	50
3.5 Identificación de potencial para especies cultivables y sistemas acuícolas	15	51
4. Zonificación	17	
4.1 Identificación de áreas aptas para acuicultura	18	
4.2 Identificación de problemas y riesgos en la zonificación	20	60
4.3 Estimación de una capacidad de carga general para zonas de acuicultura	22	
4.3.1 Capacidad de carga ecológica	23	
4.3.2 Capacidad de carga social	25	
4.4 Bioseguridad y estrategias de zonificación	25	62
4.5 Designación legal de zonas para acuicultura	25	
5. Selección de sitio		
5.1 Evaluación de aptitud para acuicultura	27	
5.2 Estimación detallada de capacidad de carga para sitios	30	
5.3 Planeación de bioseguridad y control de enfermedades	32	
5.4 Disposiciones de autorización	34	
5.4.1 Licencias o permisos de acuicultura	35	
5.4.2 Arrendamiento de acuicultura	35	
6. Áreas de manejo acuícola		
6.1 Definición de los límites del área de manejo en base a la consulta con las partes interesadas	37	
6.2 Establecer una entidad de manejo de área que involucre a las comunidades locales, según corresponda	38	
6.2.1 ¿Qué hace la entidad de manejo de área?	41	
6.3 Capacidad de carga y monitoreo ambiental de las AMAs	45	
6.3.1 Algunas acciones clave para establecer la capacidad de carga ecológica y la máxima producción permitida en zonas de acuicultura y áreas de manejo acuícola	48	
6.4 Control de enfermedades en AMAs	50	
6.5 Mejores prácticas de manejo	51	
6.6 Certificación grupal	51	
6.7 Pasos esenciales en la implementación, monitoreo y evaluación de un plan de manejo para una AMA	52	
Referencias		55
Glosario		60
Fuentes		62
Anexos		
(disponible en tarjeta USB y en línea, solo en inglés)		63
1. Instrumentos internacionales vinculantes y no vinculantes que rigen la acuicultura sostenible		
Arron Honniball y Blaise Kuemlangan		63

2. Bioseguridad, zonificación y compartimentos, zonas infectadas, zonas libres de enfermedades	
<i>David Huchzermeyer y Melba G. Bondad-Reantaso</i>	67
3. Certificación de acuicultura y manejo zonal	
<i>Anton Immink y Jesper Clausen</i>	87
4. Herramientas y modelos para la zonificación acuícola, selección de sitios y áreas de manejo	
<i>Richard Anthony Corner y José Aguilar-Manjarrez</i>	95
5. Estudios de caso	146
Parques acuícolas brasileños: cultivo de peces y maricultura	
<i>Felipe Matias</i>	148
Caso de Chile: la planificación espacial del cultivo en jaulas marinas (salmón)	
<i>Adolfo Alviai</i>	170
Gestión de la zonificación para de la acuicultura en China e Indonesia	
<i>Anton Immink, Han Han, Pamudi y Jack Morales</i>	198
Planeación espacial de las instalaciones acuícolas de peces en Indonesia	
<i>Roberto Mayerle, Ketut Sugama, Karl-Heinz Runte, Nyoman Radiarta y Stella Maris Vallejo</i>	222
Cultivo de camarón en México	
<i>Giovanni Fiore Amaral</i>	253
Selección de sitios y zonas acuícolas en Omán	
<i>Dawood Suleiman Al-Yahyai</i>	271
Parques de maricultura en las Filipinas	
<i>Patrick White y Nelson A. Lopez</i>	287
Parques de maricultura en Turquía	
<i>Güzel Yücel-Gier</i>	314
Parques acuícolas en Uganda	
<i>Nelly Isyagi</i>	332
Zonas acuícolas, selección de sitio y manejo de áreas para la producción de peces en Escocia	
<i>Alexander G. Murray y Matthew Gubbins</i>	358
6. Reporte de taller	374
<i>Pete B. Bueno</i>	

LISTA DE TABLAS

1. Usuarios de esta publicación 1
2. Problemas asociados derivados de la falta de planeación espacial y oportunidades derivadas de la zonificación acuícola y administración de áreas 3
3. Principales características del proceso de prospección, zonificación y selección de sitios y áreas de manejo de la acuicultura 6
4. Marco potencial para guiar la implementación de planeación y áreas de manejo acuícolas 9
5. Aspectos normativos, institucionales y jurídicos involucrados en la planificación y manejo de la acuicultura sostenible 14
6. Ejemplos de iniciativas de zonificación en diferentes países 17
7. Criterios esenciales para prospección, zonificación, selección de sitios y áreas de manejo de la acuicultura. Otros criterios podrían incluirse según las especies y sistemas acuícolas que se consideren 21
8. Criterios y requisitos de información para abordar oportunidades productivas, ecológicas y sociales y enfrentar riesgos 28
9. Algunos ejemplos de regulación de distancia mínima entre sitios 29
10. Distancias entre sitios acuícolas de salmón y otras áreas en British Columbia, Canadá 30
11. Problemas comunes que deben abordarse en las áreas de manejo de la acuicultura 43
12. Ejemplos de indicadores para áreas de manejo acuícola 52
13. Ejemplos de objetivos e indicadores de plan de manejo para atender los problemas prioritarios 53

LISTA DE FIGURAS

1. Pasos potenciales en el proceso de planeación y manejo espacial de acuicultura costera, marina y continental 7
2. Aptitud para granjas acuícolas en pequeña escala y rendimiento potencial (cosechas/año) de Tilapia del Nilo en África 20
3. Producto de un modelo de distribución de residuos en partículas desarrollado para el cultivo de peces en la Bahía de Huangdun, China, utilizando SIG, que proporciona una huella de enriquecimiento orgánico debajo de las granjas piscícolas 32
4. Densidad en granjas; cambios en la productividad de tres especies de peces (kg de cosecha por alevín) en condiciones de hacinamiento (pre-2009) y con espaciamiento adecuado (post-2008) 33
- 5a. Organización conceptual de sitios de acuicultura agrupados en áreas de manejo designadas dentro de zonas de acuicultura. Acuicultura costera y marina 39
- 5b. Organización conceptual de sitios de acuicultura agrupados en áreas de manejo designadas dentro de zonas de acuicultura. Acuicultura en aguas continentales y zonas estuarinas 39
6. Monitoreo y modelado de eventos de floración en el Golfo de Ancud y Corcovado, al sur de Puerto Montt en Chile 42
7. Resultado de un modelo de material de desecho particulado (TROPOMOD) desarrollado para cultivo de peces en jaulas, que proporciona una huella de enriquecimiento orgánico debajo de grupos de granjas acuícolas (Parque Marícola Panabo, Filipinas) 46
8. Ejemplo de resultado de un SIG empleado para identificar sitios aptos para acuicultura en jaulas dentro de una zona a lo largo del Mar Rojo en la costa de Arabia Saudita 49

LISTA DE RECUADROS

1. Guía para la identificación de partes interesadas en la planeación y manejo acuícola 12
2. Sistemas de monitoreo ambiental basados en áreas para abordar la variabilidad climática y el cambio climático 46

RECONOCIMIENTOS

Los autores agradecen las valiosas contribuciones de las personas que brindaron su apoyo durante el proceso de preparación de este documento. En este sentido, los autores desean agradecer especialmente a los autores de los diez estudios de caso presentados en este documento; ellos son: Felipe Matias (Parques acuícolas brasileños: piscicultura y maricultura); Adolfo Alvial (Caso de Chile: La planificación espacial del cultivo en jaulas marinas [Salmón]); Anton Immink, Han Han, Pamudi y Jack Morales (Gestión de la zonificación para la acuicultura en China e Indonesia); Roberto Mayerle, Ketut Sugama, Karl-Heinz Runte, Nyoman Radiarta y Stella Maris Vallejo (Planificación espacial de instalaciones de acuicultura de peces marinos en Indonesia); Giovanni Fiore Amaral (La cría de camarones en México); Dawood Suleiman Al-Yahyai (Selección de sitios de acuicultura y zonificación en Omán); Patrick White y Nelson A. Lopez (Parques de maricultura en Filipinas); Alexander G. Murray y Matthew Gubbins (Zonificación de la acuicultura, selección de sitios y manejo de áreas en la producción de peces marinos escoceses); Güzel Yücel-Gier (Parques de maricultura en Turquía) y Nelly Isyagi (Parques acuícolas en Uganda).

Un agradecimiento especial a Richard Anthony Corner por su valiosa edición durante el proceso de revisión final y a Patrick White por la preparación de notas para el primer borrador de esta publicación. Los autores asimismo desean agradecer las contribuciones

de David Huchzermeyer y Melba G. Bondad-Reantaso por sus aportes sobre bioseguridad; Blaise Kuemlangan, David VanderZwaag, Arron Honniball y Jorge Bermúdez por sus aportes en el aspecto político y legal; a Anton Immink y Jesper Hedegaard Clausen por redactar un capítulo sobre certificación de acuicultura y manejo zonal y a Richard Anthony Corner por sus aportes sobre capacidad de carga y por el capítulo sobre herramientas y modelos.

Un informe independiente de lineamientos de política que acompaña a este documento fue preparado con los aportes de Pete Bueno. Los autores también desean agradecer al Instituto de Ciencias y Tecnología del Mar de la Universidad Dokuz Eylul por organizar el taller en Turquía en 2015, donde se presentó y mejoró esta publicación y en particular a Guzel Yucel Gier por su amable ayuda en la organización del taller.

Los autores agradecen a Maria Giannini por corregir el documento y a los participantes del taller de Turquía por sus valiosos aportes. El especialista en diseño de documentos fue Koen Ivens.

Esta publicación se ha realizado con el apoyo financiero del Banco Mundial. Fue publicada en el 2017, se tradujo al español de su versión en inglés en el 2018 por Yalí Noriega, y fue editada por Doris Soto y José Aguilar-Manjarrez.

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

AMA	Área de manejo acuícola	IUCN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales
COFI	Comisión de Pesca de la FAO	MOM	Monitoreo y modelamiento de granjas acuícolas de engorda
DEPOMOD	Modelo computacional de seguimiento de partículas	BMP	Mejores prácticas de manejo
DFO	Departamento de Pesca y Océanos de Canadá	EQS	Estándares de calidad ambiental
FCR	Factor de conversión de alimento	FARM	Manejo de recursos de granjas acuícolas
EAA	Enfoque ecosistémico a la acuicultura	HAB/FAN	Floración de algas nocivas
EIA	Evaluación de impacto ambiental	HACCP	Análisis de peligros y puntos críticos de control
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura	IMTA	Acuicultura multitrófica integrada
SIG	Sistema de información geográfica	ISA	Anemia infecciosa del salmón
		SSPO	Organización de productores de salmón de Escocia

PREFACIO

Con el aumento de la riqueza, la conciencia sobre la salud y la población mundial, así como la dependencia continua del pescado como fuente de proteínas por parte de las comunidades costeras pobres, la demanda de productos acuáticos está aumentando. Los niveles actuales de pesca de captura silvestre son insostenibles y están disminuyendo. La acuicultura es un componente clave para cerrar la brecha entre demanda y oferta.

Para el crecimiento de la acuicultura se requiere una inversión del orden de los 100,000 millones de dólares, pero el crecimiento orgánico y en pequeña escala de la industria acuícola ha dificultado la planificación y regulación, contribuyendo significativamente a que los nuevos inversionistas perciban altos niveles de riesgo. En particular, la mala planificación espacial puede socavar la viabilidad de las empresas así como los beneficios sociales y económicos derivados del desarrollo de la acuicultura. La vulnerabilidad a los impactos externos, el brote y la diseminación de enfermedades, los impactos ambientales y los conflictos sociales entre usuarios de los recursos naturales constituyen síntomas de una mala planificación. Y, por supuesto, la otra cara es cierta: una buena planificación espacial puede atraer inversionistas al tiempo que garantiza un acceso equitativo a los servicios ecosistémicos por parte de

las comunidades, ayudando a los países a lograr los resultados sociales y económicos deseados a partir del desarrollo acuícola y al mismo tiempo proteger el medio ambiente y todos los elementos esenciales de la "Economía Azul". También es un elemento clave en la creación de resiliencia al cambio climático y en la resolución de problemas transfronterizos relacionados con el comercio y la bioseguridad.

El Procedimiento de Pesca y Acuicultura N° 21 de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), relativo a "selección de sitios y capacidades de carga de acuicultura costera y continental" publicado en 2013, establece los fundamentos teóricos de un enfoque ecosistémico a la acuicultura. El presente manual busca describir su implementación y garantizar que los países y las comunidades puedan integrar sus inversiones en la acuicultura dentro de un ecosistema más amplio, de forma que se promueva el desarrollo sostenible, la equidad y la resiliencia de los sistemas socioeconómicos interconectados.

Una buena planificación y manejo espacial es absolutamente esencial para que la acuicultura maximice su potencial para reducir la pobreza y el hambre y satisfacer la demanda de la creciente clase media. El Banco Mundial y la FAO conjuntamente se complacen en tener, finalmente, un manual completo para ayudarnos justamente a lograrlo.



Malcolm Beveridge
(Jefe Interino)
Oficina de Acuicultura
Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO
Roma



Valerie Hickey
Gerente de Práctica, Estrategia y Operaciones
Administración de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Banco Mundial
Washington, DC

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Objetivos del manual y público objetivo

En general, el punto de partida para la planificación acuícola nacional proviene de la necesidad de pescado, empleos y/o ingresos gravables a partir del desarrollo de la acuicultura organizada. El desarrollo de la acuicultura no planificado ha tenido impactos ambientales y sociales negativos que pueden superar los beneficios de incrementar el cultivo de peces u otros productos acuáticos. Algunos países con experiencia en acuicultura han adoptado una planificación espacial² basada en el equilibrio entre la capacidad de carga ambiental, los riesgos sociales y las oportunidades económicas para minimizar los impactos negativos, lo que permite que la industria contribuya a la economía nacional. El objetivo principal de esta publicación es proporcionar orientación práctica sobre planificación espacial a una amplia gama de sectores interesados. Estos constituyen el público objetivo de la publicación, incluyendo a los responsables de las políticas, desarrolladores, administradores de granjas, científicos y proveedores de servicios de extensión, cuya relevancia se define en la Tabla 1.

TABLA 1. Usuarios de esta publicación

Usuarios	Procesos y actividades relevantes
Responsables de políticas	Guía sobre políticas, requisitos y procesos para una planificación y gestión responsable de la acuicultura
Reguladores	Todas las secciones y pasos son relevantes para mejorar las normas, regulaciones y cumplimiento, incluida la zonificación, selección de sitios, licencias y permisos, manejo sanitario de peces, sistemas de manejo de áreas, monitoreo y retroalimentación
Desarrolladores de granjas	Guía relevante sobre la selección del sitio de la granja, capacidad de carga y límites máximos de producción, evaluaciones de impacto ambiental y bioseguridad
Administradores de granjas	Manejo de granjas y coordinación con otras granjas vecinas dentro del área de manejo de bioseguridad acuícola, manejo sanitario y ambiental
Científicos	Herramientas de selección de zona y sitio, estimación de capacidad de carga y programas de seguimiento y monitoreo ambiental y sanitario
Servicios de extensión	Apoyo a los procesos de zonificación, el desarrollo y el mantenimiento del área de manejo de la acuicultura, incluyendo bioseguridad

² La planificación espacial se refiere a los métodos utilizados por el sector público para influir en la distribución de personas y actividades en espacios de varias escalas. La planificación espacial se lleva a cabo a nivel local, regional, nacional e internacional y, a menudo, da como resultado la creación de un plan espacial. La planificación espacial también implica un sistema que no solo es espacial, sino que involucra procesos y asegura resultados sostenibles, integrados e inclusivos (FAO, 2013).

³ Un documento de política separado acompaña a este documento. Ver FAO y Banco Mundial. 2015. Zonificación de la acuicultura, selección de sitios y manejo de áreas bajo el enfoque ecosistémico a la acuicultura. Resumen de políticas. Roma, FAO. (también disponible en www.fao.org/documents/card/en/c/4c777b3a-6afc-4475-bfc2-a51646471b0d/).

Esta publicación se presenta en dos partes. La Parte 1, "Guía", es el cuerpo principal del documento y describe los procesos y pasos para la planificación espacial, incluida la zonificación de la acuicultura, la selección del sitio y el manejo del área.³

Los procesos y pasos específicos se colocan en su contexto relevante para resaltar su razón de ser y cómo se puede aplicar dentro de un marco de planificación espacial. La Guía (Parte 1) puede ser utilizada como una sección "independiente" por los responsables de la política, los planificadores y las partes interesadas con referencia a la Parte 2, según corresponda. La orientación es necesariamente genérica porque los enfoques variarán significativamente según la ubicación y la aplicación, pero se describen pasos ampliamente acordados y un marco común para enfoques más sostenibles. Las posibles actividades y herramientas de planificación espacial se presentan brevemente en la Parte 1 con algunos ejemplos de su aplicación.

La Parte 2 incluye seis anexos que presentan temas clave: (i) instrumentos internacionales jurídicamente vinculantes o no vinculantes que establecen el contexto para la sostenibilidad de la

acuicultura nacional; (ii) bioseguridad, zonificación y compartimentos, zonas infectadas y zonas libres de enfermedades; (iii) certificación de acuicultura y manejo zonal; (iv) una visión general de las actividades clave y las herramientas relevantes que pueden utilizarse para facilitar y documentar el proceso de planificación espacial; (v) estudios de casos de diez países: Brasil, Chile, China, Indonesia, México, Omán, Filipinas, Turquía, Uganda y el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte y (vi) un informe de taller. Se proporciona un análisis resumido de los diez casos de estudio para resaltar las principales lagunas y problemas en los procesos de zonificación, selección de sitios y diseño de áreas de manejo de la acuicultura. Los diez casos de estudio se presentan en detalle para describir el proceso y los pasos llevados a cabo en cada país.

La Parte 2 debe leerse junto con la Parte 1, ya que esta última proporciona el contexto y razonamiento de la primera. Se revisan las actividades y herramientas más importantes que pueden utilizarse para facilitar una planificación más integral. Cuando corresponda, se dirige al lector a otras revisiones integrales y otros documentos.

Esta publicación proporciona consejos prácticos basados en la experiencia de campo de la planificación de la acuicultura, utilizando casos de estudio seleccionados de todo el mundo. Se anima a los practicantes a seleccionar, modificar y adaptar continuamente sus enfoques y herramientas a sus propias circunstancias específicas. El documento alude a una planificación pragmática y a una gestión sistemática pero flexible, combinadas con una buena dosis de participación, paciencia, persistencia, adecuada financiación y buena gobernanza para crear un entorno propicio para el desarrollo sostenible de la acuicultura.

1.2. ¿Por qué la planeación espacial de la acuicultura?

La inadecuada selección de sitio para una granja (en el contexto de este manual “granja” se refiere

a una granja acuícola o centro de cultivo acuícola) e inapropiada disposición espacial de la acuicultura constituyen una importante restricción para el desarrollo sustentable y expansión de esta industria. Para crear un negocio acuícola exitoso, es necesario disponer de sitios en ubicaciones adecuadas para la producción sustentable en las granjas. Todas las especies acuícolas tienen requerimientos biológicos específicos, tales como oxigenación, temperatura y buena calidad del agua, que deben satisfacerse para asegurar una elevada producción y minimizar el estrés y las enfermedades. La localización de las granjas acuícolas implica acceso a tierra y agua, cuyo uso debe coexistir con otras actividades humanas. También es necesaria la accesibilidad vial y electricidad (infraestructura). Una mala zona o ubicación de una granja acuícola no sólo generará problemas ambientales tales como eutrofización localizada, sino que también tendrá un mayor impacto en el medio ambiente así como en aspectos sociales y económicos, incluyendo conflictos con otras actividades humanas por el uso de los recursos costeros y continentales, que pueden reducir los beneficios de la industria acuícola sostenible.

Los problemas comunes surgidos de la falta de planeación espacial y administrativa de la acuicultura se pueden categorizar como: (i) enfermedades de los peces, (ii) problemas ambientales, (iii) problemas de producción, (iv) conflictos sociales, (v) problemas post cosecha y de comercialización, (vi) riesgo financiero y (vii) falta de resiliencia a variaciones climáticas, cambio climático y otras amenazas externas y desastres. La planeación espacial y administrativa de la acuicultura puede realizarse en diversas escalas geográficas para abordar problemas de la acuicultura y aportar oportunidades y mejorar el desarrollo (Tabla 2).

Cuando la planificación espacial está dentro de un programa para el Crecimiento Azul o Economía Azul, hay más oportunidades de vincularse a otras iniciativas tales como financiación innovadora y eficiencias energéticas que pueden mejorar los resultados sociales, económicos y ecosistémicos.⁴

⁴ FAO. 2015. Achieving Blue Growth through implementation of the Code of Conduct for Responsible Fisheries. Policy Brief. Rome, FAO. (también disponible en www.fao.org/fileadmin/user_upload/newsroom/docs/BlueGrowth_LR.pdf).

TABLA 2. Problemas asociados derivados de la falta de planeación espacial y oportunidades derivadas de la zonificación acuícola y administración de áreas

Problemas	Oportunidades
Enfermedades de los peces y falta de bioseguridad efectiva, por ejemplo cuando las granjas están demasiado cerca unas de otras y/o no respetan las reglas básicas de prevención de enfermedades a nivel de granja.	<ul style="list-style-type: none"> Minimizar riesgos de enfermedades de los peces y coordinar la respuesta a brotes. Mejorar el acceso a recursos financieros para atender problemas de bioseguridad.
Problemas ambientales tales como eutrofización, biodiversidad y pérdida de servicios ecosistémicos, por ejemplo cuando existen demasiadas granjas en una determinada área o cuerpo de agua.	<ul style="list-style-type: none"> Enfoques de buena coordinación e integración para el uso y administración de recursos naturales. Mejora en el bienestar animal y tasas de crecimiento.
Problemas de producción tales como menor crecimiento y biomasa de moluscos (por ejemplo ostiones y almejas) debido a la excesiva densidad de cultivo y sobreconsumo de oxígeno y microalgas en un estanque común.	<ul style="list-style-type: none"> Mejora de productividad y rendimiento de moluscos.
Conflictos sociales , problemas de equidad y falta de confianza pública en la sustentabilidad de la acuicultura, por ejemplo cuando la acuicultura compite con otros usuarios en el acceso al agua y uso de espacio.	<ul style="list-style-type: none"> Mejora en la confianza y transparencia mediante la participación de actores en todos los niveles, incluyendo el registro de manejo ambiental. Mejora de la percepción pública de la acuicultura.
Problemas post-cosecha y de comercialización, por ejemplo cuando los acuicultores vecinos carecen de servicios post-cosecha.	<ul style="list-style-type: none"> Mejor acceso a servicios comunes en la etapa postcosecha para grupos de acuicultores. Administración y certificación por áreas como un modelo de gobernanza y riesgo compartido para la acuicultura sostenible.
Financiamiento de riesgo . Los gobiernos nacionales e instituciones financieras desconocen los mejores sitios prospectados para el desarrollo acuícola y cuáles son los más promisorios antes de comprometer recursos para el desarrollo.	<ul style="list-style-type: none"> Información a nivel nacional de áreas disponibles para invertir en acuicultura. Implementación de estrategias de manejo por áreas (por ejemplo grupos de acuicultores) que faciliten el acceso a financiamiento.
Falta de resiliencia a las variaciones del clima y cambio climático así como a otras amenazas externas y desastres, por ejemplo huracanes, tsunamis, sequía y contaminación industrial a las fuentes de agua.	<ul style="list-style-type: none"> Un sector más resiliente, mejor adaptado a imprevistos. Mecanismos más efectivos para los gobiernos y otras instituciones, incluyendo organizaciones de la sociedad civil, para ofrecer servicios que satisfagan los compromisos con el desarrollo acuícola sustentable.

La planificación espacial también podría ser un medio para mejorar la percepción pública negativa sobre los posibles impactos ambientales, especialmente aquellos

asociados con el cultivo de peces marinos, y con el acceso a y uso de los recursos costeros.^{5,6}

⁵ Bacher (2015) ofrece una visión global y una síntesis de los estudios sobre las percepciones de la acuicultura en los países desarrollados y en desarrollo. El documento también incluye recomendaciones para los responsables de la formulación de políticas, la industria y otras partes interesadas sobre la mejora de la comprensión pública de la acuicultura y sobre los papeles que los distintos actores pueden desempeñar en este proceso.

⁶ El taller de la FAO "Mejorando el conocimiento público y la aceptación de la acuicultura: el papel de la verdad, la transparencia y la transformación" se celebró en Vigo, España, en octubre de 2015. El taller abarcó una serie de temas centrales relacionados con las percepciones de la acuicultura, incluida la transparencia y ética, comunicación, colaboración, responsabilidades y nuevos enfoques para una mejor gestión del desempeño y las percepciones del sector (FAO, 2016a).

1.3 El enfoque ecosistémico a la acuicultura

Uno de los mayores desafíos para el desarrollo sostenible de la acuicultura es el aprovechamiento común del agua, la tierra y otros recursos con usos alternativos, tales como pesquerías, agricultura y turismo. La planeación espacial para la acuicultura, incluyendo la zonificación, selección de sitios y diseño de áreas de manejo acuícola, debe considerar el balance entre los objetivos de gobernanza social, económica y ambiental para las comunidades locales y el desarrollo sostenible. Actualmente es ampliamente aceptado que el desarrollo futuro de la acuicultura debe ser una actividad planeada y diseñada de una manera más responsable a fin de minimizar, tanto como sea posible, los impactos sociales y ambientales negativos. Un paso esencial es la adecuada planeación espacial a nivel local, regional y nacional, teniendo en cuenta los problemas transfronterizos donde se presentan. Si bien muchas de las preocupaciones sociales y ambientales en torno a los impactos que derivan de la acuicultura pueden atenderse a nivel de granja individual, la mayoría de los impactos son acumulativos. Los impactos pueden ser insignificantes cuando se considera una granja individual, pero potencialmente de alta significación cuando se ubican múltiples granjas en la misma área o cuando se considera el sector en su totalidad. El proceso y los pasos a través de los cuales se planea espacialmente y se gestiona la acuicultura y se le integra tanto a la economía local como al contexto ecológico se denomina enfoque ecosistémico a la acuicultura (EAA, por sus siglas en inglés). Tres principios rigen la implementación del EAA:

- (i) La acuicultura debe desarrollarse en el contexto de funciones y servicios ecosistémicos (incluyendo la biodiversidad), sin que se degrade más allá de su capacidad de resiliencia.
- (ii) La acuicultura debe contribuir al bienestar humano con equidad para todos los actores relevantes (e.g. derechos de acceso y participación justa de los ingresos).
- (iii) La acuicultura debe desarrollarse en el contexto de otros sectores, políticas y metas, según corresponda.

El EAA aporta un marco de planeación y gestión para integrar a la acuicultura de manera efectiva a la planeación local y aportar mecanismos claros para comprometer a los productores y al gobierno a cumplir con un manejo sostenible, de manera efectiva, teniendo en cuenta las necesidades sociales y económicas tanto locales como nacionales, considerando los objetivos ambientales y de gobernanza.

El EAA se beneficia cuando existe una política nacional relevante para la acuicultura (que aborde por ejemplo seguridad alimentaria, manejo de zonas costeras etc.) para guiar su implementación y que depende de una regulación legalmente vinculante y justa, así como de garantizar los derechos de los usuarios. El EAA requiere realizar consultas continuas a los actores y emplear el mejor conocimiento disponible para apuntalar las políticas y la aplicación de la normativa (FAO, 2010).

2. IMPLEMENTACIÓN DE LA PLANEACIÓN Y MANEJO ESPACIAL DE LA ACUICULTURA

2.1 Proceso

Ross *et al.* (2013) elaboraron inicialmente un proceso para la selección de sitio para acuicultura y estimación de la capacidad de carga en el marco de un enfoque ecosistémico a la acuicultura. Un proceso de planeación integral debe iniciar con la conformación de un equipo de trabajo apropiado para evaluar los pros y contras de la acuicultura y crear una hoja de ruta para su desarrollo sustentable. El equipo de trabajo generalmente incluye a funcionarios de gobierno que formulan políticas y técnicos expertos en acuicultura, desarrollo de negocios y manejo de ecosistemas acuáticos.

La primera actividad del equipo de trabajo en acuicultura consiste en un ejercicio de definición de alcances, orientado a establecer los objetivos para la acuicultura y revisar la normativa aplicable, así como identificar las áreas generales que podrían ser adecuadas a varios tipos de acuicultura. También debe establecer las prioridades nacionales para la conservación o conversión de ecosistemas e identificar a las partes interesadas en participar en la toma de decisiones. Frecuentemente se realizan prospecciones en el contexto de la estrategia nacional de acuicultura o un ejercicio de políticas, lo que influye en cada paso posterior del proceso de manejo espacial.

Una vez que se ha identificado el alcance de la acuicultura como una prioridad a nivel nacional, progresivamente se elaboran planes detallados para unidades geográficas más pequeñas a nivel regional y local, según corresponda. El proceso de planeación espacial sigue los siguientes tres pasos:

- (i) Zonificación acuícola: se reúnen los criterios para ubicar la acuicultura y otras actividades a fin de definir amplias zonas adecuadas para diferentes actividades o mezcla de actividades;
- (ii) Selección del sitio: identificación de las ubicaciones más apropiadas para el desarrollo de una granja individual dentro de la zona;

- (iii) Áreas de manejo acuícola (AMAs, por sus siglas en inglés): dentro de las zonas, las AMAs abarcan varias granjas individuales que comparten una fuente común de agua y/o se encuentran en tal proximidad que las enfermedades y la calidad del agua se gestionan mejor de manera colectiva que de manera individual por granja (si bien la gestión individual sigue siendo necesaria).

Una zona de acuicultura puede ocupar todo o parte de un sistema hidrológico que al menos parcialmente es adecuado para la acuicultura, sea el mar abierto (normalmente dentro de la zona económica exclusiva), una bahía, parte de un río, un estuario o un cuerpo de agua continental (lago o presa) etc. La creación de zonas facilita la integración de actividades acuícolas en áreas que ya estén siendo explotadas por otros usuarios. La efectividad de la zonificación depende especialmente de su sencillez, claridad y grado de apoyo local.

La selección de sitios es el proceso por el cual los atributos biofísicos de un futuro sitio se contrastan con los requerimientos de los organismos a cultivar y el adecuado funcionamiento de las granjas acuícolas. Una mala selección de sitio es la principal causa de fracaso en el desarrollo de la acuicultura. Normalmente, el sector privado, los propietarios locales y otras personas que pretenden emprender una empresa comercial de acuicultura conducen este proceso. Los gobiernos tienen el control mediante normas precisas que definen el proceso y requisitos para emitir las licencias de uso del sitio.

Dado que todas las granjas dentro de un espacio restringido contribuyen a la carga de nutrientes, la propagación de enfermedades y otros impactos de la acuicultura, generalmente se requiere algún tipo de gestión colectiva. Las AMAs se definen como cuerpos de agua compartidos, o partes de ellos, en donde todos los operadores acuícolas acuerdan (coordinados por el gobierno o por cooperación propia) en ciertas prácticas de manejo o códigos de conducta que minimicen los impactos generales de sus actividades colectivas. La estimación y evaluación de las capacidades de carga biológica y ecológica de las zonas, de sitios para granjas individuales y AMAs, así como las consideraciones de bioseguridad, constituyen

la línea base sobre la cual se basan las densidades permisibles de granjas y peces.

Una vez que se han establecido las AMAs con un plan de manejo preciso, se requiere un sistema de monitoreo del plan para permitir la revisión y ajustes iterativos según se requiera. Los componentes individuales del plan, tales como bioseguridad, medidas sociales y ambientales, tendrán que ajustarse periódicamente conforme evolucione el contexto tecnológico, la producción local y las condiciones socioeconómicas. En la Figura 1 se presenta un diagrama esquemático de los pasos potenciales del proceso de planeación y manejo espacial.

2.2 Pasos recomendados

El orden en que se dan los principales pasos mostrados en la Figura 1 y en la Tabla 3 depende de la situación local. Por ejemplo, cuando la acuicultura es completamente nueva en un país o en una extensa área geográfica, los profesionales

pueden querer comenzar con un ejercicio de amplio alcance, continuar con la zonificación, selección de sitio y diseño de las áreas de manejo acuícola y la elaboración de los correspondientes planes de manejo. En países o áreas geográficas donde las granjas/estructuras acuícolas están bien consolidadas, no siempre es posible reubicar las granjas/estructuras (e.g. estanques, contenedores, canales [o raceways]) adecuados a las capacidades de carga, bioseguridad y umbrales socialmente aceptables. En estas circunstancias puede haber un requerimiento obligatorio de iniciar la definición de AMAS (bordes) y planes de manejo de las mismas; éste ha sido el caso en países donde los brotes de enfermedad han obligado a los gobiernos y productores a desarrollar protocolos de respuesta colectivos. En algunos casos, una zona completa puede compartir una fuente común de agua o estar configurada de tal forma que funcione como una AMA. No hay un método fijo, los pasos son flexibles y deben adaptarse a las circunstancias y capacidades nacionales o locales, según se requiera.

TABLA 3. Principales características del proceso de prospección, zonificación y selección de sitios y áreas de manejo de la acuicultura

Características	Alcance	Zonificación	Selección de sitio	Área de manejo
Objetivo principal	Planificación estratégica para desarrollo y manejo	Regular el desarrollo; minimizar conflictos; reducir riesgos; Maximizar usos complementarios de tierra y agua	Reducir el riesgo; optimizar la producción	Proteger el ambiente; reducir el riesgo de enfermedades; reducir conflictos
Escala espacial	Global a nacional	Subnacional	Granjas o grupos de granjas	Grupos de granjas
Entidad ejecutora	Organizaciones que operan mundialmente; instancias nacionales de acuicultura	Gobiernos nacionales y locales con responsabilidades en acuicultura	Entidades comerciales	Asociaciones de acuicultores; entidades normativas
Requerimientos de información	Básicas, relativas a factibilidad técnica y económica, crecimiento y otros usos	Básica en temas ambientales, sociales y económicos	Toda la información disponible	Estadísticas para modelos de capacidad de carga y riesgo de enfermedades
Resolución requerida	Baja	Moderada	Alta	Alta
Resultados obtenidos	Amplios, indicativos	Dirigidos, moderadamente detallados	Específicos, totalmente detallados	De moderados a totalmente detallados

Fuente: Kapetsky y Aguilar-Manjarrez (2013).

FIGURA 1. Pasos potenciales en el proceso de planeación y manejo espacial de acuicultura costera, marina y continental

a. Acuicultura costera y marina



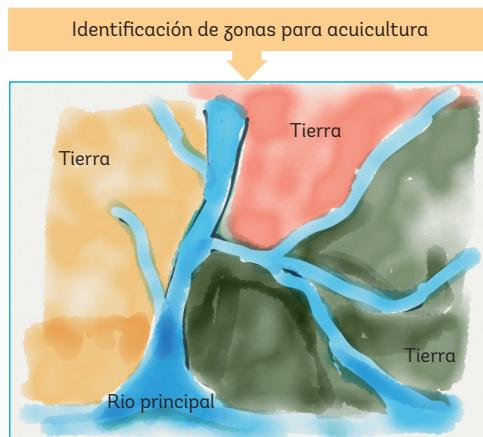
Selección de sitios de acuicultura dentro de zonas



Agrupación de granjas acuícolas en áreas de manejo



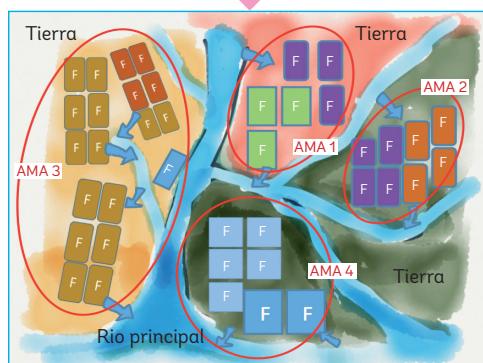
b. Acuicultura en aguas continentales y zonas estuarinas



Selección de sitios de acuicultura dentro de zonas



Agrupación de granjas acuícolas en áreas de manejo



Nota:

- Figura esquemática de una zona designada para acuicultura (área asurada en azul) que representa un estuario y la zona costera marina adyacente. Las granjas/sitios individuales (F) propiedad de diferentes granjeros se representan con diversos colores que pueden incorporar diferentes especies y sistemas de cultivo

Nota:

- Figura esquemática de una zona acuícola existente (totalidad del área mostrada) que representa diferentes granjas continentales (F). e.g. estanques de bagre y/u otras especies, que pueden pertenecer a diferentes granjeros (representadas en diversos colores).
- La designación de AMAs depende del uso común o exclusivo de abasto o drenaje de agua por un determinado grupo de granjeros.

El orden adoptado para los principales pasos depende de la situación local

Existe una gama de esquemas de zonificación, selección de sitios y AMAs que se han desarrollado en el mundo para enfrentar diferentes limitantes a la acuicultura, sostenibilidad y condiciones locales. Los ejemplos seleccionados se describen en los estudios de caso en el Anexo 5.

Los principales pasos para la planeación y manejo espacial pueden desglosarse en un conjunto de procesos detallados, y ordenados en una gama de actividades y herramientas (Tabla 4). Los componentes, así como las actividades y herramientas asociadas, se describen brevemente en las siguientes secciones. Algunas de las principales herramientas y su aplicación al desarrollo de la acuicultura se revisan en el Anexo 4.

La inclusión de todos estos componentes en cualquier iniciativa de planeación puede ser una tarea formidable. Sin embargo, si ha de alcanzarse

el objetivo general de desarrollo sostenible de largo plazo, será necesario considerar la mayoría de estos componentes. Los resultados del proceso también serán más duraderos si se aplican los principios de participación de los grupos interesados y uso del mejor conocimiento disponible en todas las etapas del proceso.

Muchos de los procesos y componentes de la Tabla 3 se repiten en cada uno de los pasos principales definidos en la Tabla 4 (e.g. identificación de problemas) porque cada componente debe servir para informar el alcance y objetivo de otros pasos y porque algunos países pueden preferir enfocarse en aspectos más específicos sin tener que seguir todos los pasos en secuencia. Se recomienda que los países donde la acuicultura es una nueva actividad en general sigan todos los pasos en orden.

TABLA 4. Marco potencial para guiar la implementación de planeación y áreas de manejo acuícolas

Pasos	Procesos	Actividades y herramientas
Alcances nacionales y subnacionales	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de las prioridades nacionales/subnacionales para la acuicultura • Identificación de las partes interesadas para las consultas • Revisión y posible ajuste a la normativa, políticas, regulaciones y marcos institucionales relacionados con la acuicultura • Identificación general de problemas y oportunidades • Identificación del potencial de cultivo de especies y sistemas de cultivo 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de principales políticas y marcos legales • Mapeo y análisis institucional • Mapeo y análisis de partes interesadas • Revisión de especies y sistemas acuícolas • Árbol de problemas • Sistemas de información geográfica (SIG), sensor remoto y mapeo • Identificación de áreas acuícolas con base en Google Earth
Zonificación	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de áreas apropiadas para la acuicultura • Identificación de problemas y riesgos en la zonificación • Estimación general de la capacidad de carga de las zonas de acuicultura • Estrategias de zonificación y bioseguridad • Formalización legal de las zonas de acuicultura 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de objetivos de alto nivel • Descripción y mapeo (herramientas relacionadas con los SIG) • Selección de zonas y modelado • Árboles de problemas • Evaluación ambiental estratégica y otros enfoques relacionados • Herramientas y proxis para estimar capacidad de carga de grandes áreas • Mapas para planeación de uso de suelo • Planeación espacial marina • Modelos matemáticos de balance de masa • Modelos dinámicos • Mapeo de riesgos y análisis • Consulta a partes interesadas para identificación de problemas y conflictos potenciales • Indicadores ambientales tales como el Índice TRIX
Selección de Sitio	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de aptitud para la acuicultura • Estimación detallada de capacidad de carga para los sitios • Planeación de bioseguridad y control de enfermedades • Gestiones de autorización 	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción y mapeo (herramientas relacionadas con los SIG) • Selección de zonas y modelado • Árboles de problemas • Evaluación de impacto ambiental, licencias y permisos. • Plan de manejo ambiental • Descripción y mapeo • Modelo matemático de balance de nutrientes • Modelos dinámicos de impacto ambiental • Análisis de paisaje terrestre y marino • Selección de indicadores ambientales (e.g. diversidad benthica, calidad del agua)
Áreas de Manejo Acuícola (AMAs)	<ul style="list-style-type: none"> • Deslinde de límites territoriales de áreas de manejo a partir de consultas con partes interesadas • Establecimiento de entidad responsable del manejo del área incluyendo a las comunidades locales participantes • Capacidad de carga y monitoreo ambiental de las AMAs • Mejores prácticas de manejo • Certificación del grupo • Pasos esenciales para la implementación, monitoreo y evaluación del plan de manejo para una AMA 	<ul style="list-style-type: none"> • Acuerdo sobre la administración y liderazgo de la AMA. • Descripción y mapeo (herramientas relacionadas con los SIG) • Identificación de las partes interesadas • Herramientas participativas y de facilitación • Árboles de problemas • Modelos matemáticos de balance de masa. • Modelos dinámicos de impacto ambiental. • Herramientas de bioseguridad • Herramientas de cadenas de valor • Organización incluyente de productores acuícolas y responsabilidades • Plan de manejo consensado y medidas de manejo • Herramientas de manejo ambiental • Herramientas de comunicación y resolución de conflictos • Aplicación de medidas • Mejores prácticas de manejo • Estándares de procedimientos de operación • Trazabilidad • Lineamientos de seguridad alimentaria de HACCP • Encuestas de monitoreo ambiental

Notas:

- Algunas herramientas principales y modelos se describen en el Anexo 4.
- La definición de alcances también se requiere para la zonificación y diseño de áreas de manejo.
- Ehler y Douvere (2009) describen la planeación espacial marina (MSP, por sus siglas en inglés) como “un proceso público de análisis y asignación de la distribución espacial y temporal de las actividades humanas en las áreas marinas para alcanzar objetivos ecológicos, económicos y sociales que generalmente se especifican a través de un proceso político”. Meaden et al. (2016) aportan un listado exhaustivo de información adicional sobre MSP, incluyendo ejemplos mundiales en donde se ha aplicado la MSP bajo diversas condiciones locales y con escalas geográficas altamente variables.



Estanques para el cultivo de Tilapia del Nilo, Bagre africano y arawana africana, Camerún

Existe un potencial considerable para expandir la acuicultura continental en África para mejorar la seguridad alimentaria. El primer paso de la planeación acuícola es la identificación de áreas que tienen potencial para la acuicultura. En este proceso de definición de alcances es importante revisar los planes de manejo de zona costera existentes para definir si facilita el desarrollo acuícola. El marco legal y regulatorio debe definir mecanismos claros para la zonificación acuícola y la selección de sitios en cuerpos de agua considerados "propiedad común" y garantizar derechos de tenencia, incluyendo las licencias para la acuicultura.

Cortesía de José Aguilar-Manjarrez

3. PROSPECCIÓN

El primer paso de la planeación espacial es la estimación de alcances o prospección, que entre sus principales tareas incluye: recopilación de información de línea base, definición de prioridades para la acuicultura, identificación de partes interesadas y definición de los objetivos generales. En este paso, es importante definir los límites territoriales tanto de la unidad de manejo como del ecosistema, que generalmente son diferentes. La disponibilidad de información de la línea base (mediante un reporte de línea base) es esencial. Una buen reporte de línea base no sólo permite al proyecto medir impacto, sino que también asegura que todos los participantes tengan claridad en relación a los retos, oportunidades y problemas del desarrollo sostenible de la acuicultura.

Guiados por el equipo de trabajo para la acuicultura, la prospección es la ponderación subjetiva de los objetivos nacionales y regionales de desarrollo y conservación. Influye en la toma de decisiones en todos los niveles subsecuentes de la planeación y manejo espacial de la acuicultura. Los principales procesos que se desarrollan en la prospección incluyen:

- Revisión de las prioridades nacionales y subnacionales para la acuicultura;
- Identificación de las partes interesadas para las consultas;
- Revisión y posible ajuste a la normativa, políticas, regulaciones y marcos institucionales relacionados con la acuicultura;
- Identificación general de problemas y oportunidades;
- Identificación del potencial de cultivo de especies y sistemas de cultivo.

3.1 Revisión de las prioridades nacionales y subnacionales para la acuicultura

El primer paso consiste en comprender las prioridades que el gobierno asigna al sector acuícola en relación a otras prioridades nacionales o subnacionales para el desarrollo económico y la conservación de los recursos naturales. Se requiere comprender si se plantea impulsar la acuicultura para producción de alimentos y/o seguridad alimentaria, generación de ingresos,

ampliación de la base gravable, empleos locales, algún otro beneficio esperado o una combinación de ellos con diversas prioridades. Las respuestas a estos aspectos determinarán la cantidad de superficie de tierra, agua, recursos institucionales, tipos de sistemas y especies acuícolas objetivo para el apoyo gubernamental y el desarrollo. Por ejemplo, los ingresos del gobierno pueden ser más altos al enfocarse a especies de alto valor para la exportación, que se hayan cultivado en jaulas en agua dulce en grandes empresas corporativas con relativamente pocos empleados, lo que significaría que la planeación del sector acuícola debería enfocarse en áreas costeras y en desarrollar relaciones fuertes con el sector privado. La acuicultura en estanques con especies de menor valor económico producidas en granjas de pequeña y media escala que emplean a un número relativamente grande de personas locales podría generar mayor abasto de pescado para los mercados locales a precios accesibles para los consumidores pero requerirán de tierra y agua dulce que puede o no estar disponible localmente. Niveles aceptables de riesgo de la importante biodiversidad o áreas naturales son otras consideraciones clave a ser ponderadas. La revisión de prioridades, por tanto, influye en las decisiones que se tomen respecto al tipo de acuicultura a desarrollar. La consulta a las partes interesadas es fundamental para precisar las prioridades nacionales.

3.2 Identificación de las partes interesadas relevantes para la consulta

La identificación de los actores relevantes para la consulta es fundamental para el éxito y la perdurabilidad de la planeación espacial de la acuicultura. El Recuadro 1 aporta una guía para la identificación y selección de las partes interesadas; algunos pueden ser más o menos relevantes dependiendo de la etapa en el proceso: prospección, zonificación, selección de sitio o manejo del área. Puede que no sea necesario o posible involucrar a todos los grupos de actores a lo largo de todo el proceso, por lo que se debe ser cuidadoso respecto a quién se debe alentar y apoyar para que participe y en qué etapa del proceso de planeación. Para el mejor provecho de las partes interesadas identificadas, refiérase a las herramientas participativas que facilitan la toma de decisiones grupales descritas por la FAO (2010).

RECUADRO 1
Guía para la identificación de partes interesadas en la planeación y manejo acuícola

Criterios de selección de partes interesadas:

- Personas con la suficiente influencia política para hacer oficial la autoridad pública en la toma de decisiones;
- Personas que tienen una posición legal y, por lo tanto, el potencial para bloquear una decisión;
- Personas con control sobre los recursos (o derechos de propiedad) necesario para la implementación de una decisión;
- Personas que vean afectados sus derechos esenciales por el uso de recursos comunes incluyendo pueblos originarios
- Personas que no estén suficientemente organizadas como para representar una amenaza en el presente pero que pudieran serlo en el futuro próximo;
- Personas que cuentan con la información necesaria. El rango de información necesaria puede ser bastante amplio y los problemas complejos a menudo se refieren a fenómenos sobre los cuales los datos son limitados o privados. Incluir a las partes que puedan tener acceso a dicha información puede ser esencial.

De acuerdo a los criterios mencionados, las partes interesadas pueden incluir a:

- Acuicultores;
- Pescadores;
- Comunidades locales (incluyendo pueblos originarios) y/o representantes de empresas locales que dependen de las cadenas de valor de la acuicultura y la pesca;
- Autoridades (locales, regionales, nacionales, otras) sobre: acuicultura, pesquerías, ambientales, sanidad animal, etc.;
- Turismo;
- Ambientalistas;
- Científicos y otros técnicos expertos;
- Propietarios de vivienda;
- Usuarios de servicios recreativos;
- Empresas que utilizan directamente el cuerpo de agua en cuestión (marinas, puertos, embarcaderos, parques eólicos); y
- Empresas que de manera indirecta utilizan la costa o cuerpo de agua (consumidores del agua urbanos o industriales, contaminadores, etc.).

Fuente: Modificado de FAO (2010).

Nota: Todas las partes interesadas deben prever la participación equitativa de las mujeres y minorías

3.3 Revisión y posible ajuste a la normativa, políticas, regulaciones y marcos institucionales relacionados con la acuicultura

Deberá realizarse la recopilación de información relevante y la revisión de políticas y marcos normativos. La necesidad de planeación a diferentes niveles para identificar zonas o sitios acuícolas y designar las áreas de manejo acuícola y para manejar y superar conflictos sociales tales como competencia por el espacio, así como conflictos de interés y consideraciones ambientales, requerirá de lo siguiente:

- Un marco institucional claro y eficiente con competencias precisas;

- Marcos legales y políticas claras, así como reglas y normativas que rijan el desarrollo y manejo de la acuicultura, incluyendo, por ejemplo, deberes y obligaciones en el acceso al uso de recursos; e
- Impulso y empoderamiento del sector acuícola para auto regularse cuando sea necesario.

Las políticas y marcos legales para la acuicultura sostenible deberá basarse en la Ley del Mar, como lo refleja la Convención de Naciones Unidas sobre la Ley del Mar del 10 de diciembre de 1982 (UNCLOS, por sus siglas en inglés), el derecho ambiental internacional y otros instrumentos normativos (Tabla 5 y Anexo 1). Asimismo, es necesario revisar diversos ámbitos de marcos normativos

y administrativos nacionales que se relacionen o tengan impacto en la actividad acuícola. Por ejemplo, los requerimientos espaciales y de manejo de áreas pueden estar contenidos en la legislación relativa a la autorización y conducta comercial o actividades de desarrollo, trabajos públicos, planeación y zonificación, salud pública y legislación ambiental. La revisión de estos marcos normativos en la fase de prospección, ayudará a determinar si requieren reforzamiento para incluir el desarrollo acuícola. En países donde no existe un marco legal para la acuicultura que establezca los principales requisitos para el manejo acuícola incluyendo la planificación y manejo espacial, se requerirá formularlo.

Se han multiplicado los esfuerzos para mejorar las políticas nacionales, así como los marcos normativos e institucionales para la gestión de la acuicultura durante las últimas décadas dada la expansión del sector. Asimismo, se ha podido apreciar un crecimiento en la conciencia ambiental que corresponde a la amplitud y creciente número de consideraciones ambientales en las políticas, leyes y en la administración. La página web de la FAO “Visión general de la legislación acuícola nacional” (NALO, por sus siglas en inglés) (www.fao.org/fishery/nalo/search/en) contiene hojas y datos de 61 países. En la Tabla 5 se presenta un listado de asuntos legales para la planeación y gestión acuícola sustentable, adaptada de las hojas de datos de NALO.

El análisis institucional debe cubrir tanto a las instituciones formales como a las informales (FAO, 2010). Las instituciones formales incluyen a los departamentos gubernamentales o agencias que típicamente tienen una función y estructura legalmente definidas. Las instituciones informales son negocios, redes familiares o sociales o asociaciones. Estos últimos también tienen estructura y un conjunto de procedimientos a pesar de que pueden carecer de una base legal o escrita. En esencia, el análisis institucional requiere que se aborde un conjunto específico de preguntas, incluyendo: ¿cuáles son las reglas?, ¿quién toma las decisiones y cómo (procesos y criterios)?, ¿quién implementa cuáles reglas y cómo?, ¿cómo y cuándo se evalúa el avance? y ¿cuáles son las relaciones entre diferentes instituciones (formales e informales)?

3.4 Identificación general de problemas y oportunidades

Se recomienda identificar los problemas sociales, económicos, ambientales y de gobernanza, así como las oportunidades. En la mayoría de los casos, los problemas ambientales, sociales y económicos tienen una causa fundamental que debe superarse, tal como factores de gobernanza e institucionales, carencia de conocimiento adecuado, falta de capacitación, legislación inadecuada, falta de aplicación de la normativa, problemas con los derechos de los usuarios, etc. Es importante que estas causas fundamentales se investiguen y se propongan acciones para su mitigación o remediación. No son factores que puedan superarse instantáneamente y pueden requerir la inversión de tiempo y recursos financieros. También se deberán considerar los factores de fuerza externos, por ejemplo eventos catastróficos, impactos del cambio climático, cambios repentinos en los mercados internacionales y los efectos de otros usuarios de los ecosistemas acuáticos ajenos a la acuicultura y que la afectan negativamente tales como la contaminación agropecuaria y urbana.

Se puede identificar un gran número de problemas pero su importancia varía mucho. En consecuencia, es necesario definir una forma de jerarquizarlos a fin de que aquellos que requieren de decisiones de manejo inmediata reciban mayor atención dentro de un plan de acción. En las ediciones FAO (2010), FAO (2003) y APFIC (2009) se pueden encontrar ejemplos y más detalles para la identificación y jerarquización de problemas.

La identificación de problemas también representa una oportunidad para la implementación de un proceso de planeación espacial bajo el enfoque ecosistémico a la acuicultura, que garantiza el desarrollo coordinado y ordenado y promueve la sostenibilidad. Como ejemplo, si uno de los problemas es la enfermedad de los peces y la falta de bioseguridad efectiva (e.g. cuando las granjas son muy cercanas entre sí dando lugar a la rápida infección y reinfección), existe una oportunidad de minimizar los riesgos de enfermedad de los peces y mejorar la respuesta a los brotes mediante una buena planeación espacial.

TABLA 5. Aspectos normativos, institucionales y jurídicos involucrados en la planificación y manejo de la acuicultura sostenible

Aspectos normativos, institucionales y jurídicos	Instrumentos, instituciones, requerimientos
Instrumentos internacionales vinculantes y no vinculantes*	<ul style="list-style-type: none"> Los instrumentos vinculantes incluyen, por ejemplo, la Convención RAMSAR de Humedales de Importancia Internacional (Ramsar, 1971)¹ y la Convención de MNaciones Unidas sobre la Ley del Mar (Montego Bay, 1982)² Los instrumentos no vinculantes incluyen la Declaración de Kyoto sobre Acuicultura, Agenda 21, Declaración de Río y el Código de Conducta para Pesquerías Responsables (FAO, 1995)³, entre otras
Legislación nacional básica	<ul style="list-style-type: none"> Ley de Pesca y/o Acuicultura Ley de Planeación Ley de Agua Ley de Salud Ley Fiscal Ley de Derechos de Usuario
Instituciones	<ul style="list-style-type: none"> Autoridades de Pesca y Acuicultura Autoridad de Salud y Sanitaria Autoridad Ambiental Autoridad Forestal y de Agua Autoridad de Cultura y Turismo Autoridad de Pueblos Originarios o Indígenas Autoridad de Comercio Autoridades locales Asociaciones de Comercio/Acuicultores
Asignación del sitio	<ul style="list-style-type: none"> Criterios de asignación de sitio y derechos de usuarios Distancia requerida entre sitios para granjas Distancia requerida entre sitios de granjas y otras actividades Interacción con otras actividades Derechos de indígenas/comunidades de pesca artesanal
Sistema de autorizaciones	<ul style="list-style-type: none"> Sistema de arrendamiento o permisos Licencia de operación (duración, renovación, revocación) Nuevo sitio, cambio de uso o cambio de capacidad
Impacto ambiental	<ul style="list-style-type: none"> Normas de emisión Calidad del agua Modelos de sedimentación Manejo de residuos
Mecanismos de control	<ul style="list-style-type: none"> Evaluación ambiental Auto-monitoreo Participación ciudadana Aplicación normativa y sanciones Procedimientos de resolución de conflictos
Sistema de producción	<ul style="list-style-type: none"> Volumen de producción Mezcla de especies Bienestar animal

Aspectos normativos, institucionales y jurídicos	Instrumentos, instituciones, requerimientos
Movimiento de peces	<ul style="list-style-type: none"> Notificación e información Transporte de especial Liberación accidental de especies cultivadas
Control de enfermedades	<ul style="list-style-type: none"> Cuarentena Manejo de brotes Terapéuticos
Alimentos	<ul style="list-style-type: none"> Calidad de los alimentos Efecto de los residuos de alimentos en el ambiente
Seguridad del producto y trazabilidad	<ul style="list-style-type: none"> Sistema de certificación
Educación, investigación y desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> Extensión y capacitación Investigación y desarrollo Información pública y concientización
Áreas de Manejo Acuícola (AMAs)	<ul style="list-style-type: none"> Organización y manejo de las AMAs

*Para más información sobre acuerdos vinculantes y no vinculantes, ver Anexo 1.

¹ Naciones Unidas 1976. Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas. Serie de Tratados de Naciones Unidas. Vol. 996.I-I-1583. Entrada en Vigencia el 21 de diciembre de 1975.
(También disponible en: <https://treaties.un.org/Publication/UNTS/Volume%20996/volume-996-I-14583-English.pdf>).

² Naciones Unidas. 1994. Convención de Naciones Unidas sobre la Ley del Mar. 10 de diciembre de 1982, Montego Bay, Jamaica. Serie de Tratados de Naciones Unidas. Vol. 1833. 1-31363. Entrada en Vigencia el 16 de noviembre de 1994.
(También disponible en: <https://treaties.un.org/Publicatio/UNTS/Volume%201833/volume-1833-A-31363-English.pdf>).

³ FAO:1995. Código de Conducta para la Pesca Responsable. Roma. FAO.41 pp
(También disponible en: www.fao.org/docrep/005/v9878e/v9878e00.htm).

Nota:

Brugère et al. (2010) aportan una guía práctica para formulación de políticas y procesos. Inicia con la revisión de conceptos de gobernanza y agendas de políticas internacionales relevantes para el desarrollo de la acuicultura y continúa con la definición de "política", "estrategia" y "plan" al tiempo que explica la terminología de la planeación común. Ver Brugere, C., Rider, N., Haylor, G., Macfadyen, G & Hishamunda, N. 2010. Planeación acuícola: formulación de políticas y su implementación para el desarrollo sustentable. Documento Técnico de FAO para Pesca y Acuicultura No. 542. Roma. FAO. 70 pp (También disponible en www.fao.org/docrep/012/i1601e/i1601e00.pdf).

3.5 Identificación de potencial para especies cultivables y sistemas acuícolas

Las especies deben ser principalmente aquellas con tecnologías de cultivo probadas y con mercados nacionales o internacionales ya establecidos. Algunas de las afectaciones ambientales pueden superarse al seleccionar especies nativas, dependiendo de la región de que se trate, las especies que ya se cultivan o las que están siendo probadas. La identificación de áreas potenciales para acuicultura debe basarse en criterios favorables para el crecimiento de estas especies. Por ejemplo, es bien sabido que la temperatura influye sobre la alimentación, crecimiento y metabolismo de peces y moluscos; por lo tanto, la temperatura del agua es un criterio común para todas las especies en la selección de área.

Asimismo es esencial una evaluación general de las áreas donde sea tecnológicamente factible ubicar instalaciones apropiadas al cultivo. Por ejemplo, las jaulas flotantes marinas para el crecimiento de peces, los palangres y balsas flotantes para el crecimiento de moluscos son las principales estructuras de cultivo en la práctica actual para maricultura. Tanto las jaulas como los palangres se sujetan al suelo marino y por ello el supuesto clave es que estas estructuras y hasta que la tecnología evolucione, deberán ubicarse relativamente cerca de la costa debido a las limitaciones tecnológicas y de costo relacionadas con la profundidad para sujetarlas (especialmente en el caso de los moluscos). Para sistemas continentales, especialmente los estanques para el crecimiento de especies relativamente más baratas, los costos se vuelven un problema, así que se requiere el acceso a una fuente de agua dulce en suelo relativamente plano para que el suelo no tenga que ser recubierto.



Estanques camaronícolas en Sinaloa, México

El Programa Nacional de Pesca y Acuacultura de México fue creado para: (i) permitir una acuicultura ordenada, competitiva y sostenible; y (ii) regular y administrar el sector utilizando procesos y herramientas como la delimitación de zonas acuícolas. En este programa, el cultivo de camarón en el estado de Sinaloa se utiliza como un ejemplo para ilustrar cómo se maneja la acuicultura a través de unidades de producción acuícola o zonas de acuicultura.

Cortesía de Giovanni Fiore Amaral

4. ZONIFICACIÓN

La zonificación implica conjuntar los criterios para ubicar tanto a la acuicultura como a otras actividades a fin de definir amplias zonas aptas para diferentes actividades o actividades mixtas. La zonificación es un proceso que los países pueden usar para identificar y asignar áreas de forma sostenible y responsable que son biofísica y socio-económicamente adecuadas para la acuicultura. En términos generales, la zonificación se puede usar para identificar áreas potenciales de crecimiento donde la acuicultura es una actividad nueva y para ayudar a regular el desarrollo de la acuicultura donde ya está establecida (Tabla 6). La definición de los límites legales de las zonas exige un proceso consultivo que permita alinear políticas, leyes, intereses locales y capacidad de carga ecológica (mayores detalles de la capacidad de carga pueden encontrarse en el Anexo 4).

Más específicamente, la zonificación, de acuerdo a GESAMP (2001) puede utilizarse para:

- prevenir y controlar el deterioro ambiental a escala de granja y cuenca hidrográfica;
- implementar medidas de seguridad y para el manejo de riesgos por desastres;
- reducir interacciones sociales y ambientales adversas; y
- servir como un foco para estimar la capacidad ambiental.

Adicionalmente, la zonificación también puede utilizarse para:

- incrementar la producción y el desarrollo social;
- servir como una plataforma para el diálogo, reduciendo el conflicto entre potenciales usuarios de los recursos;
- ayudar a los potenciales desarrolladores a identificar posibles sitios donde sean factibles las inversiones a largo plazo (derechos del usuario);
- establecer normas/regulaciones claras para el desempeño comercial dentro de las zonas; y
- definir el área en la cual los planificadores y autoridades establecen y monitorean los objetivos.

TABLA 6. Ejemplos de iniciativas de zonificación en diferentes países

País	Iniciativas de zonificación	Fuente
Australia	El ministro responsable puede identificar dentro de las aguas nacionales: <ul style="list-style-type: none">• Zonas acuícolas, en las que se permitirán formas específicas de acuicultura.• Posibles zonas acuícolas, con permiso para un período específico no mayor a tres años, durante el cual deberán realizarse investigaciones para determinar si la zona deberá destinarse a la acuicultura.• Zonas de exclusión acuícola, en las que no se permitirá esta actividad.• Zonas acuícolas de emergencia para reubicación de operaciones acuícolas de corto plazo.	Ley de Acuicultura de Australia Meridional (2001 y reformas de 2003, 2005 y 2015) ¹
Chile	A la fecha se han identificado doce regiones como áreas autorizadas para el ejercicio de actividades acuícolas (A.A.A.), definidas como “áreas geográficas, clasificadas como tales por la Subsecretaría de Pesca, aptas para el establecimiento de una instalación acuícola”. Solamente las áreas así catalogadas son elegibles para inversiones en acuicultura.	Ley de Pesca y Acuicultura ²
Nueva Zelanda	La Ley de Manejo de Recursos establece que las actividades acuícolas se restringen a las áreas costeras marinas designadas. El consejo regional desarrolla planes regionales y declaratorias de políticas a fin de administrar los recursos costeros, incluyendo la acuicultura; los planes son aprobados por el Departamento de Conservación.	Ley de Manejo de Recursos 1991, reformada en 2016 ³

¹ Ley de Acuicultura de Australia Meridional 2001. Versión consolidada de la Ley No. 66 de 2001, reformada el 1 de julio de 2015. Australia Meridional, Australia. FAOLEX No. LEX-FAOC044087 (también disponible en: <http://faolex.fao.org/docs/pdf/sa44087.pdf>).

² Ley General de Pesca y Acuicultura (No. 18.892). Ley General de Pesca y Acuicultura (Ley No. 18.892 de 1989). Texto refundido, coordinado y sistematizado ha sido fijado por el Decreto No. 430. Chile. FAOLEX No. LEX-FAOC001227. (También disponible en: <http://faolex.fao.org/docs/pdf/chi1227.pdf>).

³ Ley de Manejo de Recursos. 1991. Ley No.69 de 1991. Reimpresión del 18 de octubre de 2016, Nueva Zelanda. (También disponible en www.legislation.govt.nz/act/public/1991/0069/latest/DLM230265.html).

El proceso de zonificación generalmente es desarrollado por el gobierno en la escala geográfica relevante por medio de consultas interactivas con actores importantes nacionales y locales, particularmente con potenciales inversionistas o quienes instalarán las granjas y aquellos actores que pudieran verse afectados por el desarrollo acuícola (Hambrey *et al.*, 2000). La definición y acuerdos sobre los objetivos generales de desarrollo para una zona acuícola son el punto medular para la participación pública. Está disponible una gama de técnicas de comunicación rápida con el sector rural, mismas que pueden adaptarse a las circunstancias locales para facilitar un diálogo de calidad (ver las herramientas en el Anexo 4).

En la etapa de zonificación es importante incluir a quienes formulan las políticas y planes gubernamentales, científicos (en las áreas de pesca, medio ambiente, sociología rural, economía), líderes agropecuarios, representantes del sector industrial privado (proveedores, comerciantes, industriales de la transformación, sector exportador) y autoridades locales (con competencia en sector agropecuario, forestal, industrial, turismo) ahí donde se revisen los objetivos del desarrollo y las prioridades. En algunos casos también es importante la inclusión de organizaciones no gubernamentales (ONG) y/o grupos de consumidores.

Será importante tener representantes del gobierno local cuando se discutan la definición de límites reales y la definición de zonas acuícolas, así como la identificación de posibles impactos y estrategias de mitigación. Asimismo se requerirá la participación de agencias de manejo pesquera, otros agentes de regulación local (agricultura, forestal, industria, turismo), grupos agropecuarios, comunidades locales y grupos indígenas. Dependiendo de la naturaleza de la zona, serán valiosas las aportaciones de los representantes de la industria privada, grupos de consumidores y asociaciones de agronegocios.

Los pasos clave en el proceso de zonificación son:

- (i) Identificación de áreas aptas para acuicultura;
- (ii) Identificación de problemas y riesgos en la zonificación;

- (iii) Estimación general de la capacidad de carga de las zonas de acuicultura;
- (iv) Estrategias de bioseguridad y zonificación; y
- (v) Designación legal de zonas para acuicultura.

4.1 Identificación de áreas aptas para acuicultura

Los límites de las zonas se basan en parámetros hidrográficos o hidrológicos en escalas que pueden ir de pocos hasta cientos de kilómetros, generalmente parte de un cuerpo de agua o contiguo a él, una cuenca tal como un fiordo, un cauce tributario de un río o la totalidad de un sistema fluvial, la totalidad de un lago, una bahía costera, un estuario o un mar semicerrado.

Las áreas geográficas con aptitud para constituir una zona acuícola suelen ser aquellas que de momento tienen relativamente pocos usuarios, agua en abundancia o la calidad de agua apropiada para el cultivo de especies y que tienen infraestructura productiva básica (e.g. electricidad), accesibilidad vial, acceso a mercados de insumos y comercialización (incluyendo mano de obra) y que no se ubican en la cercanía de áreas con fragilidad ambiental.

Para escalas nacionales, subnacionales o regionales, se podría definir sólo en términos muy generales qué lugares tienen posibilidad de que la acuicultura prospere. Los sistemas de información geográfica (SIG, por sus siglas en inglés) y de percepción remota son excelentes para este tipo de trabajo y constituyen herramientas útiles para apoyar la visión y percepción de los actores relevantes. Las imágenes satelitales ponen de manifiesto los sitios donde los asentamientos humanos y otros importantes usos del suelo pueden entrar en conflicto con el desarrollo de la acuicultura; por ejemplo las empresas aseguradoras comúnmente utilizan el mapeo de zonas de inundación basado en SIG para identificar áreas propensas a inundaciones y aportan información útil sobre ese riesgo.

En la etapa de zonificación, se necesitan detalles para identificar los mejores sitios para la acuicultura. En ese contexto, se requiere del conocimiento local, la recolección sistemática de información, los mapas de tenencia de la tierra y visitas de campo para centrar

la discusión de las partes interesadas en la definición de los límites de las zonas para acuicultura al interior de regiones más amplias previamente identificadas durante el ejercicio de prospección.

Los factores fundamentales que determinan la aptitud de una zona para la acuicultura son topografía/batimetría (i.e. terreno plano disponible o aguas abiertas), temperatura, velocidad de corrientes, cantidad y calidad del agua (e.g. salinidad, dureza). Ello determina qué especies pueden cultivarse eficientemente en un área particular y aporta una indicación general de los sistemas de producción más adecuados. Mientras mayor sea la población, mayor el mercado potencial de productos acuáticos así como la disponibilidad de mano de obra y servicios. Los centros urbanos son potenciales mercados para el procesamiento y comercialización del pescado. Sin embargo, también existen riesgos asociados a los centros urbanos, incluyendo vandalismo y contaminación. La acuicultura preexistente también influye en la ubicación de nuevas instalaciones acuícolas. La presencia de sitios de acuicultura exitosos indica una aptitud más general, pero no debería ser asumida automáticamente. La presencia de infraestructura básica como carreteras, instalaciones eléctricas, alimentos, molinos, instalaciones de procesamiento, también aboga por la aglomeración de equipamientos acuícolas dentro de las zonas. La concentración debe equilibrarse con la necesidad de proporcionar suficiente espacio para que las aguas residuales y enfermedades de una granja no lleguen a afectar a otra ni a la capacidad de carga del medio local.

La Tabla 7 describe los principales criterios de idoneidad que se aplican a la mayoría de los sistemas de cultivo acuícola. Los diversos criterios enumerados en la Tabla 7 tendrán cada uno su propio grado de importancia; es esencial que puedan ser jerarquizados o medidos para ubicaciones específicas, incluso si se hace de manera general. También es importante para determinar los "umbrales" idóneos para cada criterio. La determinación de umbrales implica la interpretación de la información seleccionada; esa interpretación deberá orientarse con investigación bibliográfica así como con las opiniones de expertos y acuicultores.

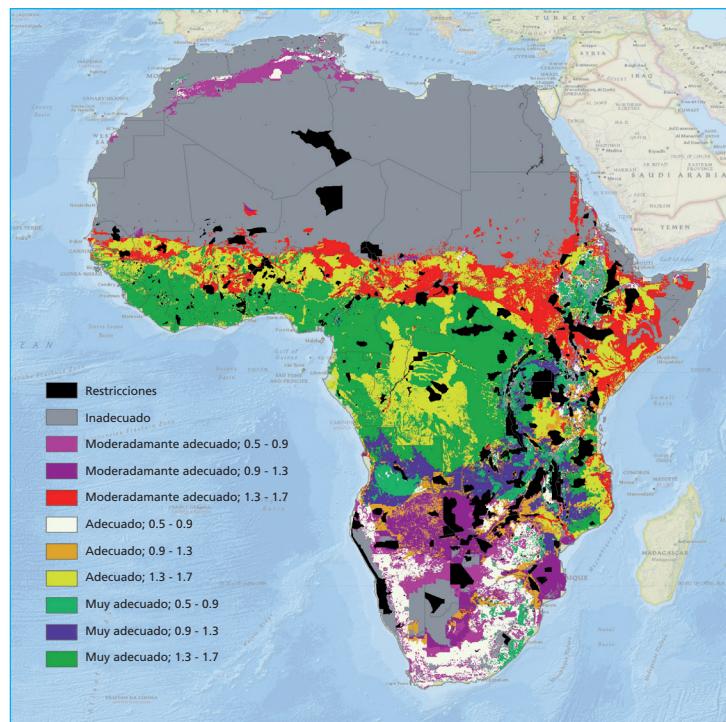
Los umbrales variarán de acuerdo a la ubicación, escala, entorno, especie y sistemas de cultivo, teniendo en cuenta que pueden cambiar a través del tiempo. Por ejemplo, las especies generalmente tienen un rango óptimo dentro del cual crecerán bien, rangos subóptimos cuando se induce estrés y niveles letales por encima o por debajo de esos rangos; los rangos pueden variar lentamente o no cambiar. Los umbrales sociales pueden ser más flexibles ya que varían en el tiempo. En tal caso, se recomienda operar dentro de los rangos óptimos donde sea posible para garantizar la eficiencia y eficacia de los costos. Los expertos técnicos que emplean las herramientas enlistadas en la Tabla 4 pueden identificar zonas con potencial acuícola y aconsejar sobre las especies más adecuadas. Existe una gama de literatura sobre criterios para la planeación y manejo espacial de la acuicultura; puede encontrarse en:

- Portal Global a los Sistemas de Información Geográfica, Percepción Remota y Mapeo para Pesca y Acuicultura (www.fao.org/fishery/GISfish).
- SIG y análisis espacial. SIG y percepción remota, artículos del Instituto de Acuicultura, Universidad de Stirling, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte (www.aqua.stir.ac.uk/GISAP/GIS-group/journal-papers).

Un buen ejemplo del uso de SIG para identificar zonas potenciales para acuicultura es un estudio de la FAO por Aguilar-Manjarrez y Nath (1998), quienes estimaron el potencial de cultivo continental de peces a escala continental. Al sobreponer las capas de información geográfica de régimen de temperatura, disponibilidad de agua, topografía y textura del suelo, disponibilidad de subproductos agropecuarios, mercados locales y densidad carretera sobre un mapa base de África (Figura 2), pudieron identificar de manera general aquellas áreas aptas para acuicultura en el continente africano.

Si bien a esta escala no es posible identificar la ubicación exacta de las zonas acuícolas en la etapa de prospección, este tipo de información es útil para identificar los parques, desiertos, áreas de inundación, ciudades y otros rasgos geográficos que descartarían la acuicultura *a priori*.

FIGURA 2. Aptitud para granjas acuícolas en pequeña escala y rendimiento potencial (cosechas/año) de Tilapia del Nilo en África



Fuente: Aguilar-Manjarrez y Nath (1998).

4.2 Identificación de problemas y riesgos en la zonificación

Hay una amplia gama de problemas y riesgos para la zonificación y es aconsejable identificar, entre otros, los relacionados con el medio ambiente, la bioseguridad, el clima, los conflictos sociales y la gobernanza. Un buen enfoque para identificar los problemas es centrarse en los diferentes pasos del proceso de producción acuícola, incluidos aspectos relacionados con los insumos y recursos (por ejemplo, suministro de alimento) y productos (incluyendo post-cosecha), y comprender los riesgos e impactos relacionados con tales procesos así como su probabilidad de ocurrencia. Con ello debería ser posible determinar si el riesgo y su probabilidad de ocurrencia significan que una zona específica no es apta para convertirse a la acuicultura. La acuicultura como proceso de producción puede requerir áreas terrestres y/o marítimas, así como agua y otros insumos específicos, incluyendo la mano de obra, para alcanzar los resultados esperados: alimentos e ingresos, pero también subproductos no deseados tales como nutrientes o productos químicos.

Los problemas deberán ser identificados con una escala y límite específico del ecosistema y así determinar si los

riesgos son locales, regionales o nacionales. Los problemas transfronterizos también deben ser abordados, por ejemplo cuando un río nace en un país y su curso atraviesa otro país donde se aprovecha en actividades acuícolas; también en el proceso inverso, cuando el agua se contamina con residuos de acuicultura y su flujo atraviesa fronteras de otro país o región.

En la mayoría de los casos, cuestiones como los impactos del cambio climático y la contaminación urbana de los ambientes acuáticos tienen efectos adversos para la acuicultura. La acuicultura es vulnerable a una serie de perturbaciones climáticas potencialmente catastróficas. Asimismo los sistemas acuícolas son vulnerables por agentes depredadores propios de la vida silvestre, particularmente de aves, o bien por enfermedades y vandalismo; es posible que haya riesgos que sólo afecten a sistemas específicos de producción o a zonas particulares, tales como:

Riesgos específicos de acuicultura en estanques/canales:

- Inundaciones
- Sequías
- Inviernos crudos

TABLA 7. Criterios esenciales para prospección, zonificación, selección de sitios y áreas de manejo de la acuicultura. Otros criterios podrían incluirse según las especies y sistemas acuícolas que se consideren

Criterios	Prospección	Zonificación	Selección de sitios	Áreas de manejo acuícola
Biofísicos (requerimientos según sistemas y especies cultivadas)	Cantidad de agua de agua (recursos hídricos disponibles); Calidad del agua (distancia desde las fuentes de contaminación potenciales); Rango adecuado de temperatura del agua; Áreas con aptitud según tipo de suelo y pendientes para estanques; Rango de profundidad adecuada para estructuras flotantes (e.g. jaulas, estanques); Hidrodinámica (e.g. velocidad de corrientes); Infraestructura (caminos, accesos, puertos/ muelles, etc.); Uso del suelo.	Cantidad de agua (disponibilidad de aguas superficiales y subterráneas); Calidad del agua (especialmente salinidad y contaminación); Temperaturas óptimas del agua; Áreas con aptitud según tipo de suelo y pendientes para estanques; Rango de profundidad adecuado para estructuras flotantes (e.g. jaulas, estanques); Hidrodinámica (e.g. velocidad de corrientes); Infraestructura (caminos, accesos, puertos/ muelles, etc.)	Cantidad y calidad del agua; Química y estructura de suelos (para estanques); Topografía apropiada para la construcción de diques e infraestructura de granjas; Uso de suelo; Profundidad apropiada para estructuras de cultivo; Hidrodinámica (e.g. velocidad de corrientes); Resguardo apropiado para estructuras de cultivo; Acceso carretero y aéreo.	Distancia razonable entre granjas; Cuerpo de agua común; Fuente de agua común; Especies comunes; Accesibilidad carretera y puertos/ muelles comunes
Ambientales	Evitar áreas protegidas, hábitats críticos y áreas muy expuestas	Áreas de amortiguamiento para mitigar impactos de hábitats frágiles, áreas protegidas, condiciones de biodiversidad natural; Distancia de otras zonas acuícolas; Altura de mareas adecuadas; Distancia de fuentes de contaminación	Profundidad de agua; Turbidez y sólidos en suspensión; Clorofila y nutrientes disueltos; Hidrodinámica (e.g. velocidad de corrientes); Fragilidad de hábitat y especies; Calidad del agua y condición de benthos; Presencia de depredadores; Distancia de otras granjas	Volumen de agua; Cercanía de granjas; Nivel de eutrofificación; Diversidad bentíca; Anoxia de fondo; Tasa de conversión de alimentos; Presencia de depredadores; Estadísticas generales de impacto ambiental
Sociales (minimización de conflictos)	Evitar áreas sensibles socialmente (pueblos indígenas, sitios tradicionales, etc.)	Mitigar/reducir impacto visual de grupos de granjas; Potencial de integración con usos de suelo y agua colindantes; Densidad de población (disponibilidad de insumos, fuerza de trabajo, mercados, etc.); Acceso a capital, servicios sociales; Potencial de integración con pesquerías tradicionales	Sin impacto visual de las granjas; Disponibilidad de fuerza de trabajo local; Participación potencial de población local, comunidades indígenas, mujeres; Mínimo riesgo de vandalismo, robos	Organización local de productores; Posibilidad de cooperación; Potencial de interés e involucramiento de comunidades locales
Económicos	Distancia a áreas urbanas (acceso, principales mercados, insumos, etc.)	Distancia de otras zonas de acuicultura/ granjas de peces (para compartir recursos); Acceso a mercados locales; Accesibilidad carretera.	Acceso a energía eléctrica; Acceso a mercados en proximidad del sitio; Disponibilidad de insumos; Accesibilidad confiable a caminos y puertos; Acceso a servicios.	Acceso a mercado común; Acceso común a insumos y servicios; Infraestructura común: carreteras, puertos/muelles
Gobernanza	Marco jurídico y normativo; Estrategia nacional y planes de desarrollo	Marco normativo multisectorial; Derechos de acceso a costas y mar	Normas y regulaciones de autorización de acuicultura	Extensiónismo para adoptar mejores prácticas de manejo; Disponibilidad de sistemas de certificación de la acuicultura; Cumplimiento de medidas de manejo; Existencia de normativa y regulaciones para enfrentar los impactos acumulativos por el uso de recursos.
Salud de animales acuáticos	Aspectos legales; Marcos de bioseguridad existentes	Distancia a otras zonas acuícolas; Condiciones ambientales y otros factores para minimizar riesgos de enfermedad	Vías de diseminación de patógenos; Flujos de agua e hidrodinámica; Calidad del agua	Nivel de irrupción de enfermedades; Calidad del agua; Necesidad de implementar bioseguridad

- Sismos
- Erupciones volcánicas
- Marejadas/tormentas/tsunamis

Riesgos específicos de acuicultura en jaulas:

- Derrames de petróleo o químicos/filtraciones químicas
- Contaminación
- Enfriamiento/congelación
- Tormentas
- Floraciones de algas nocivas y medusas
- Hipoxia

Además de estos riesgos biofísicos, también son comunes los conflictos con otros usuarios de los recursos naturales. Destacan entre ellos la competencia directa por el agua y el espacio con la agricultura y desarrollos inmobiliarios, el acceso a tierras tradicionales de pueblos indígenas y el desacuerdo respecto al impacto visual con el sector turismo. Son frecuentes los conflictos con los pescadores debido a que el espacio en mares o lagos puede restringírseles cuando se colocan estructuras o jaulas reduciendo así el acceso de los pescadores para explotar esas áreas.

El análisis de riesgo incluye la respuesta a las siguientes preguntas (Bondad-Reantaso, Arthur y Subasinghe, 2008): (i) ¿qué puede fallar?, ¿qué posibilidad hay de que falle y cuál sería la consecuencia? y (ii) ¿qué puede hacerse para reducir el riesgo y las consecuencias de que falle? El mapeo de riesgos permite identificar las amenazas más importantes. Ejemplos del mapeo de riesgos para la zonificación acuícola incluyen:

- **Cultivo de peces en jaulas y turismo.** El empleo de modelos basados en SIG para la integración y desarrollo de jaulas de peces en el entorno de la industria turística en Tenerife, Islas Canarias (Pérez, Telfer y Ross, 2003a).
- **Islas y fuerza de las olas.** Mapas de riesgo relativos al oleaje relacionado con el clima para sitios de cultivo marítimo en jaulas en Tenerife, Islas Canarias (Pérez, Telfer y Ross, 2003b).
- **Inundaciones y acuicultura.** Modelado de ciclos de inundaciones, potencial de desarrollo acuícola y riesgos, utilizando información de MODIS: un estudio de caso de la llanura inundable del Río Paraná, Argentina (Handisyde *et al.*, 2014).
- **Monitoreo del desarrollo de floraciones algales.** Sistema de información ambiental utilizando información de percepción remota y modelos para

advertir con anticipación posibles floraciones algales potencialmente dañinas en Chile, a fin de poder minimizar sus impactos sobre la industria acuícola (Stockwell *et al.*, 2006).

Asimismo es importante evaluar los riesgos ambientales y socioeconómicos que represente la acuicultura para sí misma y sobre otros sectores. Entre ellos puede mencionarse la pérdida de biodiversidad derivadas de la contaminación orgánica y química, enfermedades originadas por granjas de peces e impactos por fuga de peces. Estos riesgos se evalúan y mitigan a través de una sólida comprensión y manejo de la zona o ubicación de AMA así como la capacidad de carga. Para granjas industriales de gran tamaño (e.g. jaulas para salmón), existen modelos que permiten estimar la distribución espacial de materia orgánica y riesgos relacionados con ella, así como las consecuencias en términos de la calidad del agua y en general la capacidad de carga de los sitios específicos (ver sección 4.3 y Anexo 4).

4.3 Estimación de una capacidad de carga general para zonas de acuicultura

Para fines de la zonificación de la acuicultura, la capacidad de carga establece el límite superior del número de granjas y su intensidad de producción para conservar el medio ambiente y los impactos sociales a niveles manejables y/o aceptables, lo que implica una sostenibilidad general. A nivel de zona, la capacidad de carga se expresará como el nivel de producción (en toneladas) de un número de granjas localizadas en un espacio geográfico o bien en toneladas/ha o toneladas/km². Dentro de las zonas de acuicultura, la capacidad de carga tiene dos dimensiones primarias:

- Capacidad de carga ecológica: la máxima producción que no genere impactos ambientales inaceptables; y
- Capacidad de carga social: la aceptación social para el desarrollo de granjas que no prive a las personas de sus derechos o genere pérdidas económicas netas a las comunidades locales.

A nivel de una zona extensa, los límites preliminares al número de granjas e intensidad de producción se establecen en base a un conocimiento a gran escala del área o cuerpo de agua previsto o ya asignado a la acuicultura. Ello contrasta con la estimación más detallada de capacidad de carga para AMAs y para sitios individuales, para los cuales se realiza una evaluación más específica de

las condiciones locales. Existen circunstancias en las que una zona de acuicultura pudiera llegar a ser un área de manejo acuícola si se desarrolla e implementa un plan de manejo adecuado. Típicamente, sin embargo, las zonas de acuicultura son áreas de dimensiones geográficas más amplias que pueden contener una o más AMAs y numerosas granjas.

4.3.1 Capacidad de carga ecológica

Para estimar la capacidad de carga de la acuicultura de peces (que reciben alimentación externa), generalmente se emplean modelos que permiten estimar la máxima producción permisible; los límites se establecen principalmente modelando los cambios de las condiciones ambientales previstas. El ingreso o salida de nutrientes y los cambios en las concentraciones de oxígeno (dependiendo de la especie que se vaya a cultivar) pueden evaluarse, por ejemplo, en una cuenca o en un cuerpo de agua específico para un determinado número de unidades piscícolas. Por otra parte, la principal consideración para el cultivo de organismos que extraen nutrientes desde la columna de agua, como los moluscos filtradores, es el agotamiento de su alimento, así como los efectos sobre las especies silvestres y la disponibilidad de alimentos para ellos.

La estimación de la capacidad de carga ecológica se basa en la capacidad del ecosistema para continuar funcionando evaluada con la aplicación de estándares de calidad ambiental que no pueden ser rebasados como resultado de la incorporación de la acuicultura al sistema. A veces se le conoce como capacidad de asimilación, lo que implica que el sistema es capaz de asimilar cierto nivel de nutrientes o consumo de oxígeno sin que se causen efectos perjudiciales, tales como la eutrofificación. La acuicultura produce o utiliza materia disuelta o particulada que ingresa al medio ambiente, utiliza oxígeno y otros recursos y agrega residuos producto de enfermedades o parásitos y otros químicos empleados en los tratamientos. La estimación de la capacidad de carga ecológica se basa en el seguimiento del destino de estos residuos y sus consecuencias en los ecosistemas. La capacidad de un área particular también depende de la profundidad del agua, tasas de descarga/velocidad de corrientes, temperatura, actividad biológica en la columna de agua y sedimentos en el fondo; con ello se trata de definir el nivel de resiliencia ecológica. La naturaleza multifactorial de la capacidad ecológica es una de las razones por la que frecuentemente se aplican modelos, ya que permiten integrar la naturaleza multiplicadora y acumulativa de estos factores.

También puede ser importante tomar en cuenta los desechos del entorno que ingresan a un cuerpo de agua compartido, que provienen de otras fuentes tales como las descargas difusas de la agricultura, residuos domésticos y forestales. El razonamiento básico es que la carga conjunta (nutrientes y otros materiales) de todas las granjas acuícolas y desechos del entorno puedan compararse con la capacidad ecológica del ecosistema, con lo cual se puede determinar el volumen de actividad acuícola que es posible desarrollar de manera sustentable dentro de un espacio físico particular. En realidad, los insumos difusos (en contraposición a las fuentes puntuales) son difíciles de evaluar y medir, lo que complica la posibilidad de estimar las consecuencias de los desechos del entorno. Puede ser también que las actividades forestales o agropecuarias se hayan desarrollado durante milenios y por lo tanto, la calidad actual del agua y sus condiciones ya reflejan estos impactos.

Los impactos negativos por exceder la capacidad de carga ecológica incluyen la eutrofificación, incrementos en productividad primaria y posibles florecimientos de fitoplancton, alimentados por los nutrientes que descargan las granjas, acumulación de sedimentos nocivos a través de las heces de los peces y desperdicio de alimentos; también hay pérdida de biodiversidad debido al deterioro de la calidad del hábitat. La consecuencias para los acuicultores pueden ser dramáticas, incluyendo la pérdida de la producción en las granjas a consecuencia de los florecimientos de microalgas, pérdida de oxígeno y enfermedades; exceder la capacidad de carga ecológica frecuentemente agrava los problemas de salud de los peces así como los conflictos sociales.

Los impactos ambientales de la acuicultura varían según la localización, los sistemas de producción y las especies cultivadas. El cultivo de peces en jaulas es un sistema abierto que extrae oxígeno del agua y descarga materia fecal, residuos de alimentos y otros desperdicios al agua circundante y sedimentos. El cultivo en estanques es un sistema semi-cerrado que libera agua y efluentes enriquecidos con nutrientes durante el intercambio de agua y/o por el drenaje de estanques durante la cosecha. Los bivalvos filtradores dependen de la productividad natural para alimentarse pero compiten con otros organismos por el alimento (materia orgánica, microalgas, etc.) y consumen oxígeno de la columna de agua; la producción de algas puede reducir la infiltración de luz afectando las condiciones ambientales de las especies más profundas. El hecho de que no exista acuicultura "sin consecuencias" significa que determinar la capacidad de carga ecológica es un requerimiento básico.

Una de las primeras aplicaciones de modelos de balance de masa en la acuicultura fue con la modificación del modelo de Dillon y Rigler (1974) al modelo originalmente propuesto por Vollenweider (1968), basado en la concentración de fósforo (P) para estimar la capacidad de carga ecológica en lagos de agua dulce; ese modelo suponía que el P limita el crecimiento de fitoplancton y por lo tanto determina la eutrofización (Beveridge, 1984). En estos modelos se evalúan los aportes al ambiente derivados del cultivo de peces para determinar los probables cambios en la calidad general del agua. Este modelo ha sido ampliamente utilizado para estimar la capacidad de carga de lagos en apoyo al cultivo de peces, como en Chile. Posteriores modificaciones de este modelo también se han utilizado basándose en el nitrógeno como el factor limitante (Soto, Salazar y Alfaro, 2007).

Los modelos de capacidad de carga ecológica integran hidrodinámica y procesos biogeoquímicos y ecológicos del ambiente con el consumo de oxígeno, fuentes y sumideros de materia orgánica y nutrientes derivados de actividades agropecuarias vinculadas al ecosistema. Actualmente existen pocos modelos que evalúan en forma amplia la capacidad de carga a escala zonal; EcoWin (Ferreira, 1995) es un ejemplo que combina modelos hidrodinámicos con cambios a la bioquímica del agua para observar a gran escala, en múltiples años bajo condiciones con y sin acuicultura (Ferreira *et al.*, 2008a; Sequeira *et al.*, 2008).

Para una escala zonal ligeramente menor, modelos como el Modelo Vectorial del Ecosistema del Estado de Loch en Escocia (Tett *et al.*, 2011) resuelven las variaciones estacionales de oxígeno y clorofila en áreas marítimas definidas; y el Modelo basado en el Monitoreo de Granjas Piscícolas en Crecimiento (MOM, por sus siglas en inglés) en Noruega, que se utiliza para evaluaciones a nivel de granja, también contiene un módulo para evaluar la calidad del agua y concentración de oxígeno a escala más amplia (Stigebrandt, 2011).

En la Bahía Chesapeake y Puget Sound, en Estados Unidos, el modelo *EcoWin* se ha combinado con un modelo a nivel de granja (FARM, por sus siglas en inglés) así como con otras herramientas para una evaluación de capacidad de producción, ecológica y social que junta el modelamiento de la capacidad de carga ecológica con un proceso de compromiso de los actores que pretende reducir los conflictos sociales (ver Bricker *et al.*, 2013; Saurel *et al.*, 2014). Otros proyectos similares se han desarrollado en Portugal (Ferreira *et al.*, 2014) y en Irlanda (Nunes *et al.*, 2011). La disponibilidad de modelos

para evaluar sistemas en agua dulce, mas allá de los modelos de balance de masa ya citados (Beveridge, 1984) es más limitada.

Mientras no se hayan desarrollado modelos más precisos para el nivel zonal, es posible aplicar enfoques más simples para limitar la producción a niveles aceptables. Entre los ejemplos se puede mencionar Filipinas, en donde el límite máximo de utilización de un cuerpo de agua para la acuicultura es del 5 por ciento del área a pesar de que no se estima la capacidad de carga per se. En Noruega, de 1996 a 2005 se utilizó la adquisición de alimentos para monitorear el desarrollo de la acuicultura. Inicialmente, esto funcionó como una medida para limitar la cantidad de alimentos que podía entregarse a las granjas. Además de servir como un indicador de producción (más que de capacidad), este sistema tuvo el beneficio de reducir rápidamente la tasa de conversión de alimento (FCR, por sus siglas en inglés), dado que los acuicultores trataban de optimizar el uso de alimentos asignados al tiempo que maximizaban la producción, lo que a su vez redujo las consecuencias ambientales. Esto se combinó con un límite del volumen de las jaulas a 12,000m³ por licencia, junto con una densidad máxima de peces por jaula. Este número de licencias con límite, junto con normas de cuotas de alimentos y biomasa, constituyó el marco para controlar el desarrollo de la producción. El enfoque noruego ha sido actualizado para evaluar la capacidad de carga directamente en el sitio y/o a escala de áreas pequeñas.

También se han empleado índices para asignar el estatus de cuerpos de agua, por categorías discretas, que definen típicamente la situación de un cuerpo de agua específico en relación al desarrollo de la acuicultura, así como para definir si la acuicultura es responsable de un efecto (e.g. en el último caso, en Turquía se ha utilizado para determinar el potencial de eutrofización usando el índice TRIX , ver Anexo 5), o para definir qué áreas se consideran las más sensibles ambientalmente para el desarrollo de cultivo de peces debido a la predicción de altos niveles de incremento de nutrientes y/o impacto bético (Gillibrand *et al.*, 2002). Gillibrand *et al.* (2002) establecieron una escala para los resultados del modelo de 0 a 5 y los dos aspectos graduados (nutrientes e impacto bentónico) se suman para proporcionar un solo índice combinado. Con base en este índice combinado, se designaron áreas con Categoría 1 (frágil para sostener mayor producción y por lo tanto no se permite), Categoría 2 (con potencial productivo, con precaución) o Categoría 3 (menos frágil y

con oportunidades para incrementar la producción). En general, mientras más extensa sea el área o la zona que se evalúa, resulta más complejo y difícil generar estimaciones confiables de la capacidad de carga debido a los múltiples factores con interacción dinámica que la afectan así como los límites aceptables de cambio ambiental.

4.3.2 Capacidad de carga social

La capacidad de carga social es menos tangible que otras capacidades de carga y representa la cantidad de acuicultura que puede desarrollarse sin impactos sociales adversos (Angel y Freeman, 2009; Byron y Costa Pierce, 2013). La aceptación social de la acuicultura se ve afectada por normas culturales y puede alterarse por la movilidad social, la riqueza de las personas, las especies que se cultiven o las prácticas empleadas, vistas como contaminantes (e.g. peces alimentados) o no contaminantes (e.g. peces no alimentados o especies extractivas), sea o no explícitamente correcto. La capacidad social para la acuicultura también se ve afectada por la percepción o por la degradación ecológica real, la medida en que la acuicultura afecta otros medios de vida, la exclusión de las partes legítimamente interesadas en la toma de decisiones y la incompatibilidad de usos alternativos, siendo todas fuentes clave de conflicto social.

Los conflictos sociales pueden minimizarse mediante una involucración efectiva de las partes interesadas en el desarrollo y manejo de zonas acuícolas, abordando impactos adversos sobre los ecosistemas y el uso del espacio. Las prácticas comerciales justas y la creación de oportunidades para las comunidades locales junto con las cadenas de valor de la acuicultura, el suministro de insumos mediante el procesamiento, el transporte y la comercialización, crearán alianzas entre la población local. La participación adecuada de las partes interesadas, el intercambio de información y la comunicación oportuna en el proceso de planificación pueden ayudar a los inversionistas a evitar conflictos sociales.

4.4 Bioseguridad y estrategias de zonificación

Probablemente las enfermedades constituyen la mayor amenaza y causa de desastre a la acuicultura en cualquier sitio, por lo que se requiere de planeación en todas las escalas, desde granjas individuales hasta zonas acuícolas y áreas de manejo acuícola. El desarrollo

e implementación de bioseguridad y estrategias de zonificación cobran cada vez mayor reconocimiento, por parte de los países e industrias, como algo esencial para el crecimiento sostenible de la acuicultura (Håstein et al., 2008; Hine et al., 2012). La Organización Mundial para la Salud Animal define a una zona como la porción de sistemas de aguas contiguas con un status de salud diferenciado con respecto a ciertas enfermedades; por ello el reconocimiento de zonas se basa en fronteras geográficas. Una zona puede comprender una o más captaciones de agua desde el nacimiento de un río hasta un estuario o lago, o bien solamente parte de una captación de agua desde el nacimiento de un río hasta una barrera que de manera efectiva evita la introducción de agentes infecciosos específicos. Las áreas costeras y estuarios con una delimitación geográfica precisa, también pueden conformar una zona. Para mayores detalles sobre zonificación y planeación espacial desde la perspectiva de bioseguridad, ver el Anexo 2.

4.5 Designación legal de zonas para acuicultura

La asignación de zonas de acuicultura es el último paso de la zonificación y es el proceso tanto legal como normativo que crea un(as) área(s) dedicada(s) a las actividades de acuicultura, que cualquier futuro desarrollo debe respetar.

Las zonas acuícolas deben establecerse en apego a los planes acuícolas nacionales o locales, así como a los marcos legislativos, a fin de asegurar la sostenibilidad del desarrollo de la acuicultura y promover la equidad y resiliencia de los sistemas social y ecológico interrelacionados. Las regulaciones y/o restricciones deben asignarse a cada zona en concordancia con su grado de aptitud para actividades acuícolas y el límite de su capacidad de carga. Las zonas que se asignen a actividades acuícolas pueden clasificarse, entre otras, como "áreas aptas para actividades acuícolas", "áreas no aptas para actividades acuícolas" y "áreas para actividades acuícolas sujetas a restricción y/o condicionantes". Para este fin, la autoridad gubernamental debe desarrollar los lineamientos de acuerdo con ubicaciones específicas.

Los planes de zonificación son una guía para otorgar o denegar los permisos individuales para el uso del espacio. Este proceso incluye elementos adicionales de implementación, puesta en vigencia, monitoreo, evaluación, investigación, participación pública y financiamiento. Todo esto debe estar presente para llevar a cabo un manejo efectivo a lo largo del tiempo.



Cultivo de salmón en un fiordo remoto en el sur de Chile

La localización de una granja de salmón debe tomar en cuenta la capacidad de carga ambiental del cuerpo de agua y el contexto social local a fin de ser ambiental, social y económicamente sostenible.

Cortesía de Doris Soto

5. SELECCIÓN DE SITIO

La selección de sitio asegura que las granjas se sitúen en una ubicación específica con atributos que permitan la producción necesaria con el menor impacto adverso posible al medio ambiente y social. La selección de sitio es un proceso que define el propósito (especies, infraestructura, etc.), estima los resultados probables e impactos de la propuesta y evalúa las capacidades de cargas biológicas y sociales del sitio para que la densidad e intensidad de la acuicultura no excedan sus capacidades causando deterioro ambiental o conflictos sociales. Asimismo aporta una evaluación para la ubicación de granjas para que no se expongan a impactos adversos de otros sectores económicos y viceversa.

Generalmente partes interesadas del sector privado son quienes realizan la selección de sitio para granjas individuales dentro de las zonas designadas pues tienen interés directo en una inversión acuícola específica. El gobierno coadyuva definiendo licencias de sitio claras, procedimientos de evaluación de impacto ambiental y lo que es aceptable dentro de las zonas donde se ubicarán los sitios. Los pasos clave en el proceso de selección del sitio son:

- (i) evaluación de aptitud para acuicultura;
- (ii) estimación detallada de la capacidad de carga de los sitios;
- (iii) planeación de bioseguridad y control de enfermedades; y
- (iv) gestión de autorizaciones.

5.1 Evaluación de aptitud para acuicultura

En la Tabla 8 se enlistan los criterios más importantes que deben considerarse en la selección de sitio para una granja individual al interior de las zonas acuícolas. Dada la naturaleza multidisciplinaria de los criterios y la evaluación requerida, una práctica común es emplear a técnicos profesionales y/o consultores en acuicultura. Se recomienda utilizar estimaciones conservadoras para la planeación de los sistemas de producción (i.e. principio de precaución).

La evaluación debería incluir una revisión de las condiciones locales (por ejemplo, temperatura, cantidad de agua), condiciones históricas (tales como series históricas de registro del clima tanto del sistema meteorológico local como de otras fuentes), una cierta predicción de los impactos de la actividad acuícola y las medidas que se deben tomar para minimizar dichos impactos (es decir, para su mitigación). Antes de concluir la evaluación de aptitud del sitio, deberá realizarse una revisión histórica de los riesgos externos, incluyendo frecuencia de tormentas, inundaciones y sequía y estadísticas de intensidad del ejercicio de zonificación (sección 4.2), que deberán ponerse a disposición de grupos o personas individuales que desean obtener permisos para acuicultura.

Es de vital importancia el espacio físico entre el sitio propuesto y otras granjas, así como entre la granja piscícola propuesta y otras actividades económicas, culturales o ecológicas para determinar dónde es probable que una granja tenga éxito y cuánto producto puede generar esa granja (Tabla 9). Esto es particularmente cierto en el caso de contagio de enfermedades, lo que ha resultado costoso para la comunidad acuícola. Si las granjas están demasiado cercanas, las enfermedades pueden diseminarse fácilmente de una granja a otra o pueden ocurrir contagios recurrentes, lo que conlleva a problemas persistentes. Esto es lo que ocurrió en la industria acuícola del salmón previo a la zonificación y manejo basado en la capacidad de carga dada la existencia de demasiadas granjas hacinadas en un pequeño espacio. Cuando una granja tuvo un brote de enfermedad, ella se diseminó rápidamente de una granja a otra, lo que casi provocó el colapso total de esta industria (ver el estudio de caso de Chile en el Anexo 5).

El nacimiento de granjas en el delta del Mekong en Viet Nam, también se identificó como un factor clave en la incapacidad de controlar los brotes de enfermedades (World Bank, 2014).

La selección de un sitio acuícola también debe tomar en cuenta ubicación y distancia entre sitios acuícolas y hábitats frágiles, instalaciones turísticas, sitios de importancia cultural y otras infraestructuras y servicios, con debida consideración al potencial impacto sobre

TABLA 8. Criterios y requisitos de información para abordar oportunidades productivas, ecológicas y sociales y enfrentar riesgos

Sistema de cultivo	Producción	Ecológicos	Sociales
Jaulas costeras marinas	Temperatura Viento, mareas, corrientes Exposición a tormentas y tsunamis Profundidad Salinidad Oxígeno Tipo de dieta Régimen alimenticio Infraestructura Costos de inversión Cercanía a otras granjas Cercanía a asentamientos humanos Mercados Etc.	Régimen alimenticio Fragilidad del hábitat Biodiversidad Indicadores de eutrofización Indicadores de anoxia en fondo Información general para la evaluación de impacto ambiental (EIA) Impacto visual Etc.	Derechos de acceso al mar y a la costa Acceso a capital Beneficiarios Fuerza de trabajo Etc.
Estanques (continentales/costeros)	Fuente de agua Cantidad y calidad del agua Suelos, pendientes Lluvia, evaporación Potencial de inundación y sequía Cercanía a otras granjas Temperatura Tipo de dieta Régimen alimenticio Infraestructura Inversión, costos Cercanía a otras granjas Cercanía a asentamientos humanos Mercados Etc.	Régimen alimenticio Fragilidad del hábitat Biodiversidad Indicadores de eutrofización Impacto visual Información general para la evaluación de impacto ambiental (EIA) Etc.	LTenencia de la tierra Derechos al agua y ribereños Acceso a capital Fuerza de trabajo Beneficiarios Etc.
Jaulas y corrales en agua dulce	Temperatura Viento, olas, corrientes Profundidad Exposición a tormentas Oxígeno Tipo de dieta Régimen alimenticio Infraestructura Costos de inversión Mercados Etc.	Régimen alimenticio Fragilidad del hábitat Biodiversidad Indicadores de eutrofización Indicadores de anoxia al fondo Impacto visual Información general para la evaluación de impacto ambiental (EIA) Etc.	Tenencia de la tierra Derechos al agua y ribereños Acceso a capital Beneficiarios Etc.
Incubadoras	Fuente de agua Calidad y cantidad de agua Temperatura Diетas Infraestructura Inversión, costos Mercados Etc.	Fragilidad del hábitat Biodiversidad Indicadores de eutrofización Impacto visual Información general para la evaluación de impacto ambiental (EIA) Etc.	LNecesidades locales Tenencia de la tierra Derechos al agua Fuerza de trabajo Disponibilidad de habilidades Impacto visual Etc.
Cultivo de bivalvos en el fondo, en charolas plásticas, en bolsas de maya, en balsas, en palangres, tanto en aguas someras como en zonas intermareales	Temperatura Viento, olas, corrientes Profundidad Exposición a tormentas Salinidad pH Clorofila y productividad Inversión, costos Cercanía a otras granjas Cercanía a asentamientos humanos Mercados Etc.	Fragilidad del hábitat Biodiversidad Indicadores de anoxia en fondo Impacto visual Información general para la evaluación de impacto ambiental (EIA) Etc.	Derechos al agua y ribereños Acceso a capital Fuerza de Trabajo Beneficiarios Etc.
Cultivo de algas en el fondo o no, en balsas o palangres	Temperatura Viento, olas, corrientes Profundidad Exposición a tormentas Salinidad Disponibilidad de nutrientes Inversión, costos Mercados Etc.	Fragilidad del hábitat Biodiversidad Impacto visual Información general para la evaluación de impacto ambiental (EIA) Etc.	Derechos al agua y ribereños Acceso a capital Fuerza de Trabajo Beneficiarios Etc.

Modificado de Ross et al. (2013).

Notas: Incluye consideraciones sociales, económicas, ambientales y de gobernanza. Toma en cuenta consideraciones de capacidad de carga para la selección de sitio para diferentes sistemas de cultivo. El listado de criterios es indicativo más no exhaustivo.

TABLA 9. Algunos ejemplos de regulación de distancia mínima entre sitios

País	Regulaciones nacionales sobre distancias entre sitio y sitio	Fuente
Chile	Los sistemas de producción extensivos deben conservar una distancia mínima de 200 metros entre ellas y de 400 metros en sistemas de producción intensiva. Se excluyen de este requisito los cultivos de macro-alga fijos a un substrato. Los cultivos de macro-alga suspendidos deben mantener una distancia mínima de 50 metros entre ellas y con otros centros	Art. 11°-15 Reglamento Ambiental para Acuicultura, 2001 ¹
Noruega	La Ley establece un sistema de licencias para la acuicultura y prevé que el Ministerio Noruego de Comercio, Industria y Pesca, a través de su normativa, pueda establecer las limitaciones del número de licencias emitidas para la acuicultura. El Ministerio puede establecer: <ul style="list-style-type: none"> • el número de licencias que se asignarán, • la distribución geográfica de las licencias, • criterios de priorización, • selección de solicitudes aprobadas de acuerdo a criterios de priorización, y • tarifas de las licencias 	Ley de Acuicultura (2005) ²
Turquía	El Departamento Central de Acuicultura determina la distancia entre granjas de cultivo en jaulas de acuerdo con criterios tales como la capacidad de producción anual proyectada, la profundidad del agua y la velocidad de las corrientes. La distancia entre granjas de cultivo de atún en jaulas, granjas de atún y otras granjas de peces no puede ser inferior a 2 kilómetros y a 1 kilómetro entre otras granjas de peces	Reglamento de Acuicultura N° 25507 ³

¹ Reglamento Ambiental para la Acuicultura. 2001. Reglamento Ambiental para Acuicultura (Decreto No. 320), 14 de diciembre de 2001, Chile. FAOLEX No. LEX-FAOC050323. (también disponible en: <http://faolex.fao.org/docs/pdf/chi50323.pdf>).

² Ley del 17 de junio de 2005, No. 79, en relación a la acuicultura (Ley de Acuicultura). Lov om Akvakultur (Akvakulturlaven), I2005 hefte 8, Noruega, FAOLEX No. LEX-FAOC064840. (Traducción al inglés por el Directorio Noruego de Pesca del 24 de abril de 2006. (también disponible en: https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/kilde/fkd/reg/2005/0001/ddd/pdfv/255327-l-0525_akvakulturloveneng.pdf).

³ Reglamento de Acuicultura N° 25507. Su Ürünleri Yetiştiriciliği Yönetmeliği,, T.C. Resmi Gazete No. 25507. 29 de junio de 2004, Turquía. FAOLEX No. LEX-FAOC044968 (también disponible en <http://faolex.fao.org/docs/texts/tur44968.doc>).

estas actividades o de verse afectado por estas actividades. La Tabla 10 aporta ejemplos de distancias a guardar entre instalaciones acuícolas y otras áreas o actividades en British Columbia, Canadá.

Al constituir fuentes potenciales de contaminación o introducción de enfermedades, los asentamientos humanos son una amenaza potencial a la viabilidad de una granja, por lo que deberán mantenerse a una sana distancia en lo posible. Asimismo, el turismo también puede verse afectado negativamente tanto por la imagen (e.g. impacto visual para los turistas que visitan sitios pintorescos que incluyen actividad acuícola) y desde una perspectiva ambiental por lo que los impactos negativos en la calidad del agua pueden afectar el disfrute del turista de un área local. Generalmente es deseable que las actividades

acuícolas no se ubiquen en zonas turísticas. Por el contrario, los sitios de importancia biológica/ ecológica, como los arrecifes de coral, manglares, lechos de algas marinas, bancos de crustáceos, zonas de desove de peces y otros activos de biodiversidad, deben protegerse ubicando los sitios de acuicultura a una distancia segura, preferiblemente corriente abajo donde los efluentes no pueden causar problemas. Los sitios sagrados para los pueblos indígenas y los sitios de importancia histórica deben ser respetados y sólo se desarrollarán tras consultas con partes interesadas y con permiso explícito.

TABLA 10. Distancias entre sitios acuícolas de salmón y otras áreas en British Columbia, Canadá

Distancia	Desde
Al menos 1 km	en todas direcciones desde una reservación de población nativa (a menos que se cuente con autorización de la población nativa)
Al menos 1 km	desde la boca de un curso de agua de reproducción de salmonídos nativos, determinado como significativo tras consulta con el Departamento de Pesca y Océanos de Canadá (DFO, por sus siglas en inglés) y el gobierno provincial.
Al menos 1 km	de áreas de desove de arenque designadas como de importancia "vital", "importante" o "alta"
Al menos 300 m	de bancos de mariscos intermareales que están expuestos al flujo de agua de una granja de salmón y que tienen un uso regular o tradicional por comunidades nativas, la pesca recreativa o comercial
Al menos 125 m	de todos los otros bancos de crustáceos silvestres y operaciones comerciales de cría de mariscos.
Una distancia adecuada	de áreas de " hábitat frágil ", según lo determinado por DFO y el gobierno provincial
Una distancia adecuada	de las áreas usadas ampliamente por mamíferos marinos, según lo determinado por DFO y el gobierno provincial
Al menos 30 m	desde el borde del canal de acceso a un pequeño puerto de embarcaciones, muelle federal o embarcadero
Al menos 1 km	de reservas ecológicas menores a 1.000 ha, o propuestas aprobadas para reservas ecológicas menores a 1,000 ha
No dentro de una línea de 1 km	a la vista desde parques federales, provinciales o regionales existentes, o áreas marinas protegidas (o propuestas aprobadas para ello)
A fin de no	infringir los derechos ribereños de un propietario de tierras altas, sin consentimiento, durante el plazo de la licencia de concesión
No en áreas	donde se podría impedir la ocurrencia de importantes pesquerías aborígenes, comerciales o recreativas, según lo determine el gobierno provincial tras consulta con las comunidades nativas y el DFO
No en áreas	de importancia cultural o patrimonial, como se determina en la Ley de Conservación del Patrimonio, de acuerdo con el gobierno local aprobado por las leyes de planificación y zonificación del uso del suelo
Al menos 3 km	de cualquier sitio de acuicultura existente, o de acuerdo con un plan de área local o un plan de manejo de la zona costera

Fuente: Dow (2004).

5.2 Estimación detallada de capacidad de carga para sitios

La evaluación de la capacidad de carga a nivel de sitio está mucho más desarrollada que este tipo de evaluación a escala zonal o de área, especialmente para el ambiente marino; sin embargo, todavía se enfrenta a muchas de las complejidades descritas anteriormente cuando se consideran los impactos de la producción en la calidad del agua y los sedimentos y en la resolución de un nivel aceptable de producción. En la mayoría de los casos, los modelos de capacidad de carga del sitio estiman los aportes de nutrientes

al medio ambiente y evalúan los impactos en los sedimentos, en la columna de agua circundante o en ambos. La mayoría de las veces, los modelos evalúan estos impactos contra estándares mínimos de calidad ambiental frecuentemente definidos a nivel nacional a través del esfuerzo científico y (en algunos casos) establecido específicamente por los reguladores, que luego establecen un nivel máximo de producción, generalmente derivado de un proceso iterativo. Algunos modelos llevan esto aún más lejos al evaluar la rentabilidad para garantizar que los límites ecológicos definidos entran en la rentabilidad del acuicultor.

Los modelos de capacidad de carga del sitio pueden variar desde simples cálculos matemáticos hasta procesos integrados más complejos que requieren software especializado. En su forma más simple, las ecuaciones de los modelos producen un balance de masa para muchos parámetros diferentes; los más utilizados son las concentraciones de nitrógeno y fósforo hacia y desde los sistemas acuícolas. Se determina cuánto de un nutriente específico entra o se elimina de un sistema local (sitio) y se analizan las consecuencias de esa entrada/eliminación para el cuerpo de agua. Un ejemplo relativamente simple de un modelo de capacidad de transporte basado en nutrientes fue desarrollado por Halide, Brinkman y McKinnon (2008) y está disponible en línea en <http://epubs.aims.gov.au/handle/11068/7831>; se basa en parte en el modelo MOM (ver a continuación).

Otros modelos son mucho más complejos; aquí se resumen sólo algunos para indicar sus posibilidades. El modelo MOM (Ervik et al., 1997; Stigebrandt, 2011) define, entre otras cosas, los cambios en la concentración de oxígeno en sedimentos a partir del depósito de materia orgánica particulada para un cierto nivel de producción, que se compara con un estándar de calidad ambiental mínimo. Además, el modelo de Manejo de Recursos en Granjas Acuícolas (FARM, por sus siglas en inglés) evalúa el crecimiento de las especies y los impactos probables de ese crecimiento en las condiciones ambientales (Ferreira, Hawkins y Bricker, 2007; Cubillo et al., 2016).

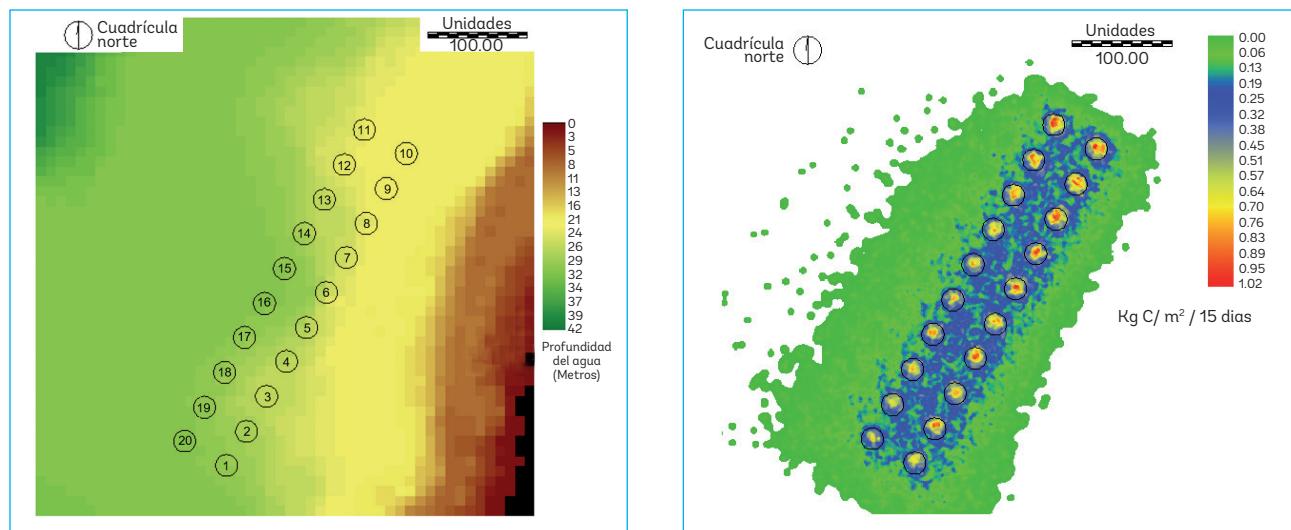
Otro enfoque para estimar la capacidad de carga en una granja utiliza modelos deposicionales (Cromey, Nickell y Black, 2002; Corner et al., 2006; Ferreira, Hawkins y Bricker, 2007; Ferreira et al., 2008a, 2008b; Cubillo et al., 2016), que predicen la acumulación de partículas que se eliminan de un sistema de cultivo de peces en jaulas y se sedimentan bajo las jaulas (Figura 3) o bajo otros sistemas acuícolas y que pueden utilizarse en evaluaciones a escala local de los efectos de jaulas de peces en la flora y fauna demersal frágil. El modelo DEPOMOD Cromey, Nickell y Black, 2002) es un modelo de rastreo de partículas para predecir el flujo y la resuspensión de material de desecho particulado y evalúa la comunidad bentónica asociada, cuyo resultado puede ser una definición

de zona de efecto permisible; ver Cromey (2008). El modelo ORGANIX (Cubillo et al., 2016) puede utilizarse para evaluar el asentamiento de desechos y, en combinación con el modelo FARM, puede evaluar los impactos locales de múltiples especies, de manera individual o en combinación con un sistema de acuicultura integrada multi-trófica (IMTA).

Para estimar la capacidad de carga de moluscos filtradores y algas marinas que no contaminan por la emisión de nutrientes pero compiten con organismos silvestres por alimentos, nutrientes y oxígeno, los modelos deben calcular la cantidad de moluscos que pueden cultivarse en un determinado sitio sin que en esa área pasen hambre los animales cultivados y los silvestres. Ferreira (1995), Nobre et al. (2005, 2011) y Ferreira et al. (2008a) describen un modelo de capacidad de carga aplicable a esos sistemas. EcoWin se basa en la hidrodinámica, el transporte de materia suspendida, el ciclo de nitrógeno, la dinámica de fitoplancton y detritus, el crecimiento de moluscos y la interacción humana y ha sido probado en el campo en numerosos lugares, particularmente en Irlanda (Ferreira, Hawkins y Bricker, 2007) y en China (Ferreira et al. 2008b).

Un plan de producción acuícola eficiente debe tomar en cuenta la capacidad de carga y las características del sitio para determinar la producción que se puede alojar en una ubicación particular y, en consecuencia, la cantidad de dinero que puede producir a fin de alcanzar la sostenibilidad. Las unidades de producción con hacinamiento implican que el stock puede sufrir de estrés por aglomeración, disminuyendo la productividad (Figura 4), además de los riesgos de contagio de enfermedades indicados previamente. La Figura 4 muestra la evolución de la productividad de tres especies de peces en Chile a lo largo del tiempo, con caídas en la productividad asociadas con el hacinamiento, particularmente de salmón del Atlántico (*Salmo salar*). El decrecimiento fue crítico en 2008 y 2009 y en este momento se introdujeron nuevas regulaciones para establecer el manejo del área y los períodos coordinados de barbecho, lo que dio como resultado una mejor productividad para las tres especies. Alcanzar la producción dentro de la capacidad de carga del sistema local significa gestionar

FIGURA 3. Producto de un modelo de distribución de residuos en partículas desarrollado para el cultivo de peces en la Bahía de Huangdun, China, utilizando SIG, que proporciona una huella de enriquecimiento orgánico debajo de las granjas piscícolas



Fuente: Corner et al. (2006).

para obtener la máxima productividad en vez de una población permanente máxima (e.g. la cantidad de peces en el agua en cualquier momento), lo que reducirá la contaminación y los costos al tiempo que garantiza el bienestar de la población y maximiza su tasa de crecimiento.

Generalmente se realiza la estimación de la capacidad de carga para sitios de granjas individuales como parte de la evaluación de impacto ambiental (EIA) y el procedimiento de concesión de licencias (FAO, 2009). Un procedimiento de otorgamiento de licencias justo y equitativo, una EIA y una evaluación de la capacidad de carga permiten establecer límites al tamaño de la granja, incluidos los permisos para descargar nutrientes u otros desechos a un cuerpo de agua, para garantizar que no haya deterioro de la calidad del agua. Esto es particularmente importante para los sistemas de cultivo con alimentos que generan desechos, pero también para las especies extractivas donde se deben mantener las poblaciones silvestres.

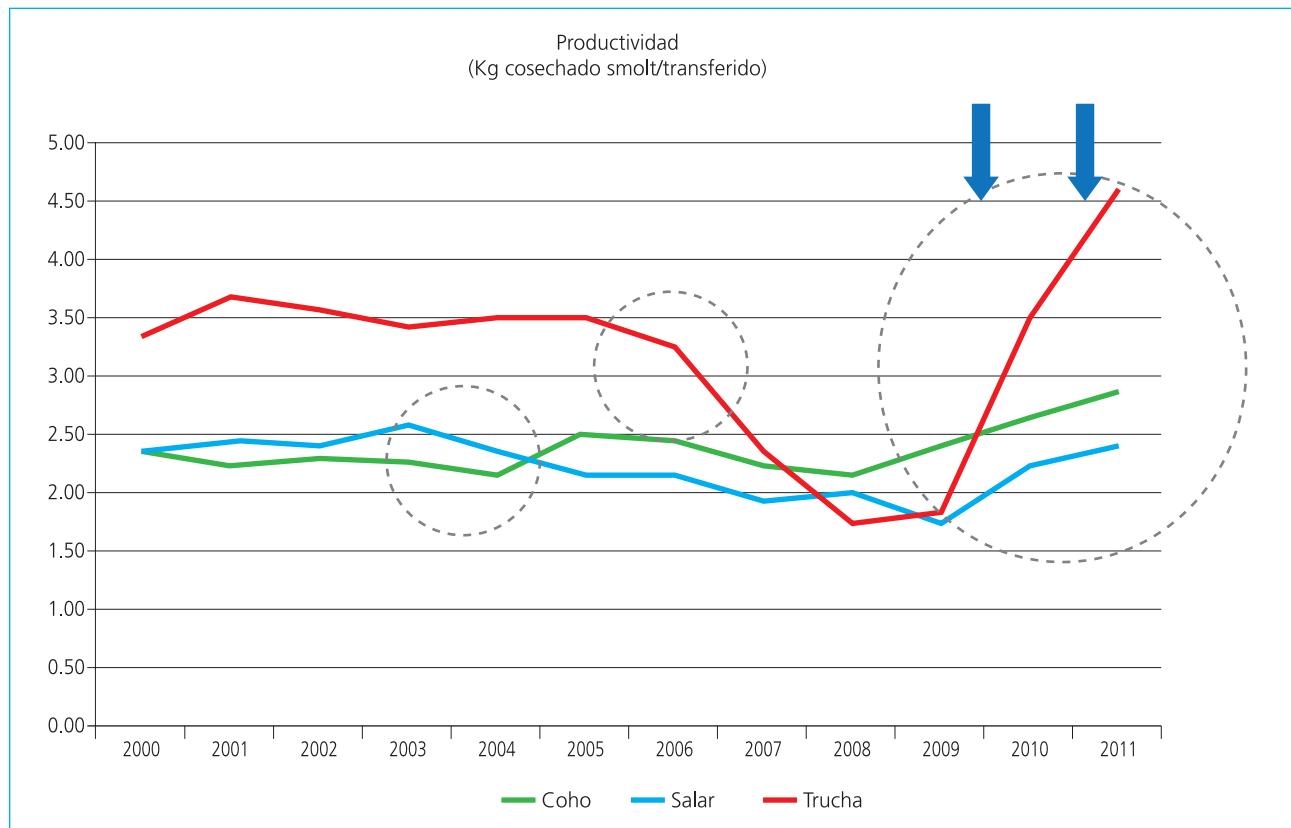
Para los planificadores de proyectos en todos los niveles, estimar la capacidad de carga es crucial para asegurar la sostenibilidad general de las granjas; para ello están disponibles varias herramientas de

modelado a fin de entender mejor cuáles son los límites (ver Anexo 4). Los modelos generalmente son del dominio de especialistas en la materia, por lo que se recomienda contratar a un consultor adecuado que conozca los modelos apropiados para desarrollar sistemas relevantes a circunstancias específicas.

5.3 Planeación de bioseguridad y control de enfermedades

Las enfermedades son causantes de hasta un 40 por ciento de todas las pérdidas en los diversos sistemas acuícolas, por lo que la bioseguridad es un componente esencia del adecuado manejo de la granja a nivel de sitio. Las enfermedades pueden propagarse desde y hacia animales silvestre en las aguas circundantes de una granja y a través del agua a otras granjas y por lo tanto, preocupan a todas las partes interesadas a nivel local y dentro de una zona de acuicultura. Las granjas individuales deben mantener medidas estrictas para evitar enfermedades que ingresan a la granja (por ejemplo, usar material certificado libre de enfermedades), mantener existencias sanas y sin estrés e implementar buenas prácticas de higiene para que las enfermedades no puedan afianzarse y propagarse.

FIGURA 4. Densidad en granjas; cambios en la productividad de tres especies de peces (kg de cosecha por alevín) en condiciones de hacinamiento (pre-2009) y con espacioamiento adecuado (post-2008)



Fuente: Datos de Alvial (2011).

La mayoría de las enfermedades que afectan a los organismos acuáticos son más o menos ubicuas, presentes en cantidades reducidas en las poblaciones silvestres o en el medio ambiente. En la mayoría de las poblaciones, algunos individuos serán resistentes a una enfermedad pero podrían ser portadores. El inicio de un brote de enfermedad no solo requiere que el patógeno esté presente, sino que el huésped también deberá estar en un estado vulnerable, típicamente inducido por algún tipo de estrés. Los estresores comunes en la acuicultura incluyen manejo descuidado, altas densidades de producción, bajo oxígeno disuelto, alimentación inadecuada o bien temperaturas demasiado altas, demasiado bajas o fluctuantes. La combinación de peces estresados y la presencia de patógenos puede provocar un brote de enfermedad.

La Organización Mundial de la Salud Animal es la principal autoridad internacional en el manejo de enfermedades, incluidos los peces y mariscos. Propone directrices, publicadas como el Código Sanitario para los Animales Acuáticos (disponible en www.oie.int/international-standard-setting/aquatic-code/access-online). Además, los fundamentos de la gestión de enfermedades de animales acuáticos han sido revisados por Scarfe *et al.* (2009). Los componentes básicos de un plan de bioseguridad a nivel de granja o sitio son:

- Revisión y cuarentena: todos los animales que ingresen a la granja deben estar certificados sin enfermedad y deben evaluarse para detectar enfermedades a su llegada; asimismo, deben mantenerse en instalaciones separadas durante un tiempo para asegurarse de que no estén infectados.

- Aislamiento: las redes, estanques y otros equipos deben desinfectarse de manera rutinaria y los trabajadores acuícolas deben mantener una buena higiene, incluido el lavado de manos y el lavado de pies o botas. La cantidad de tráfico vehicular (automóviles, botes) entre la granja y el área circundante debe mantenerse al mínimo posible y desinfectarse al regresar a la granja, en la medida de lo posible.
- Manejo adecuado: para evitar el estrés, los peces deben mantenerse en agua bien oxigenada a una temperatura óptima tanto durante la retención como en el transporte; deben manipularse lo menos posible durante el transporte y en el sitio.
- Una densidad de carga adecuada: además de causar estrés, las condiciones de alta densidad aumentan la frecuencia de contacto entre peces, lo que conduce a un aumento de las tasas de transmisión de enfermedades e infección.
- Monitoreo regular: uno de los primeros signos de enfermedad es la pérdida de apetito. Los peces deben monitorearse estrechamente durante la alimentación para asegurarse de que estén comiendo bien y estén sanos. Los animales sospechosos deben ser eliminados inmediatamente.
- Servicios veterinarios: un veterinario certificado debe tomar muestras de la población cultivada a intervalos regulares para garantizar que cualquier problema latente se detecte lo antes posible. Si no está disponible un veterinario del gobierno, los acuicultores deben llamar a un especialista local.

Un análisis más detallado de las implicaciones de bioseguridad para la planificación y manejo espacial se puede encontrar en el Anexo 2. En general, un sitio bien administrado, con un stock mantenido y saludable, bien alimentado con procedimientos de higiene adecuados y bien implementados, reduce la probabilidad de un brote de enfermedad y su transmisión entre sitios.

5.4 Disposiciones de autorización

El sistema de arrendamiento, licencia o permisos para la acuicultura se establece normalmente a través de la legislación o de regulaciones específicas de la acuicultura. La implementación de estos instrumentos

legislativos o reglamentarios y cualquier protocolo que defina los procedimientos a seguir conduce a la emisión de una autorización para llevar a cabo la acuicultura, que generalmente contiene términos y condiciones específicos que vinculan al arrendatario, la licencia y el titular del permiso.

El sistema de arrendamiento, concesión de licencias o permisos proporciona a las autoridades los medios para verificar la legalidad de la operación de actividades acuícolas en un sitio propuesto y puede utilizarse como base para controlar y monitorear los posibles impactos ambientales y sociales de la operación. Estas autorizaciones/licencias/permisos normalmente describen lo que el titular puede hacer, estableciendo las dimensiones físicas permitidas del sitio, las especies que se pueden cultivar, las condiciones de funcionamiento aceptables en relación con los límites de producción y de carga de nutrientes, así como el período durante el cual el permiso de operación es válido.

Un sistema adecuado de arrendamiento, concesión de licencias o permisos proporciona un derecho legalmente seguro para realizar operaciones de acuicultura en un lugar específico durante un período de tiempo determinado. Proporciona exclusividad y propiedad sobre los organismos de cría al titular de la autorización y protege a los inversionistas de la interferencia y de los caprichos políticos con el fin de proporcionar confianza al inversionista. La autorización también permite al titular de dicha autorización hacer valer el derecho otorgado en virtud de la autorización contra terceros, si el derecho es frustrado, denegado o cancelado sin un motivo válido o legal para dicha cancelación.

Las regulaciones que rigen la emisión de arriendos, licencias y permisos deben considerar las diferentes etapas del desarrollo de la acuicultura en cada lugar particular:

- Nuevo sitio: una propuesta para un nuevo sitio previamente no desarrollado para la acuicultura. La mayoría de los países tienen reglas específicas para la ubicación de una nueva granja para evitar ubicarla cerca de hábitats de especial interés (recreación,

vida silvestre, zonas de pesca) o cerca de industrias y salidas de aguas residuales. En muchos casos, las decisiones de selección del sitio se toman en respuesta a solicitudes específicas.

- Cambio de uso: propuestas que implican un cambio en las especies que se cultivarán en el lugar, prácticas de producción nuevas o modificadas o solicitudes para aumentar la producción. Podría ser necesaria una nueva EIA y estimación de la capacidad de carga para tomar una decisión adecuada.

Todos los sistemas de arrendamiento, concesión de licencias y permisos deberían incluir la consideración de las distancias entre los sitios de acuicultura existentes y planificados, así como entre la acuicultura y otros usos potencialmente conflictivos. La distancia mínima segura depende de muchos factores, entre otros, la dirección y velocidad del viento, las corrientes y la dirección del agua, la visibilidad de las instalaciones, los corredores de vida silvestre y las reservas naturales así como las rutas de transporte.

5.4.1 Licencias o permisos de acuicultura

Cada compañía o entidad legal que opere en una zona de acuicultura debe tener una licencia o permiso de acuicultura que defina:

- especie para ser cultivada;
- máxima producción anual permitida o máximo de biomasa;
- método de cultivo;
- señalización del sitio para la seguridad de la navegación; y
- cualquier condición especial como encuestas ambientales periódicas y otros medios de monitoreo.

Debería haber sanciones o medidas en caso de que se contravengan las condiciones de una licencia de acuicultura. Además, una licencia también debe contener una disposición que dé al otorgante el derecho de cancelar, suspender o no renovar una licencia cuando el titular incumpla con los estándares requeridos o bien cuando la nueva información aportada indique que el sitio ya no es apto o sostenible.

5.4.2 Arrendamiento de acuicultura

A cada empresa o entidad jurídica independiente que opere dentro de la zona se le debe otorgar la tenencia legal mediante un arrendamiento para la acuicultura emitido por la autoridad competente. El arrendamiento incluiría términos y condiciones que especifiquen:

- los términos o la duración del arrendamiento y sus opciones de renovación;
- ubicación del perímetro (latitud y longitud);
- tarifas de arrendamiento; y
- otros criterios específicos, como qué sucede si no hay operación del sitio en un lapso específico o bien las sanciones aplicables por falta de pago o abandono.

Tanto para las licencias como para los permisos debe haber encuestas periódicas que monitorean los impactos sociales y ambientales para garantizar que se mantengan dentro de niveles aceptables. En aquellos casos en que surjan problemas, la flexibilidad en los términos de concesión de licencias, permisos y/o arrendamiento debe proporcionar al acuicultor/propietario el tiempo suficiente para permitir que se implementen medidas de mitigación y se realicen cambios antes de tomar medidas más drásticas (como revocación de la licencia).



Cultivo de tilapia en jaulas en Beihai, China

Cuando hay varias granjas en un cuerpo de agua cerrado o bien confinado, es esencial desarrollar e implementar un plan de manejo de área para minimizar los riesgos de enfermedades y ambientales.

La tilapia se cultiva en muchos tipos de sistemas de producción. Esta flexibilidad hace que este pez sea atractivo para los acuicultores en muchas partes del mundo para producción tanto de subsistencia como comercial. La tilapia también es un producto favorito para muchos consumidores. Los peces de esta granja en China están destinados al mercado estadounidense, si bien el consumo local está aumentando. Esta fuerte demanda está apoyando el aumento de la producción en todo el mundo en estanques y jaulas, en agua dulce y salobre. Sin embargo, a medida que la industria crece, los riesgos también aumentan. Los acuicultores deben hacer su parte para reducir los riesgos ambientales y de enfermedad en cada granja como parte de un sistema mayor de gestión de recursos que protegerá la calidad de los recursos hídricos y los medios de subsistencia para los productores. Es crucial estandarizar las prácticas de producción y coordinar los riesgos de enfermedades a través de estrategias de manejo de áreas para garantizar el crecimiento sostenible de esta industria.

Cortesía de Jack Morales

6. ÁREAS DE MANEJO ACUÍCOLA

La designación y operación de un área de manejo de la acuicultura (AMA) se encuentra en el corazón del enfoque ecosistémico a la acuicultura. Es en este nivel de organización que se toman decisiones colectivas de manejo acuícola y ambiental, para proteger más ampliamente el medio ambiente, reducir el riesgo para los inversionistas en acuicultura y minimizar el conflicto con otros usuarios de recursos naturales.

Hay actividades susceptibles al manejo de área que a menudo no son efectivas cuando se implementan a nivel de granja individual. Los ejemplos incluyen coordinación de los ciclos de cultivo para su venta y comercialización, sincronización de los tratamientos en el manejo de la enfermedad, monitoreo ambiental que asegura los efectos acumulativos de granjas múltiples sin dañar indebidamente el medio ambiente, tratamiento y manejo de desechos, negociación colectiva de contratos de insumos (por ejemplo, suministro de alimentación) y de servicio (por ejemplo, supervisión), certificación colectiva y comercialización de productos, la capacidad de implementar un plan integral de bioseguridad y servicios veterinarios y estipulación de representación colectiva ante el gobierno y otras partes interesadas. Los pasos clave en la definición y manejo de las AMA son:

- (i) definición de los límites del área de manejo en base a la consulta con las partes interesadas;
- (ii) establecimiento de una entidad de manejo de área que involucre a las comunidades locales, según corresponda;
- (iii) capacidad de carga y monitoreo ambiental de AMA;
- (iv) control de enfermedades en AMA;
- (v) mejores prácticas de manejo;
- (vi) certificación grupal; y
- (vii) pasos esenciales en la implementación, monitoreo y evaluación de un plan de manejo para una AMA.

6.1 Definición de los límites del área de manejo en base a la consulta con las partes interesadas

Dentro de una zona acuícola definida, los límites de una AMA pueden basarse en criterios biofísicos, ambientales, socioeconómicos y/o de gobernanza que, al superponerse, dan como resultado un área geográfica con una base física/ecosistémica identificable. Para facilitar la regulación,

las AMA deberían estar idealmente dentro de una unidad administrativa de gobierno (por ejemplo, municipal, estatal, distrital, regional). Una AMA debe ser lo suficientemente grande como para hacer una diferencia real en la capacidad de los componentes para aumentar su eficiencia operativa, pero lo suficientemente pequeña como para ser funcional y de fácil administración. Sin intervención gubernamental específica, las granjas y los productores a menudo se auto organizarán en áreas que son buenas para la acuicultura. Su designación como áreas de manejo de la acuicultura simplemente permite una gestión general mejor y más formal.

La vía más común para delinear una AMA está relacionada con las enfermedades, en particular las contagiosas, que se propagan a través de una fuente común de agua. Dado que las enfermedades se mueven a través del agua y la carga ambiental es una función de la salida de nutrientes y desechos de todas las granjas dentro de un área determinada, sería típico que la AMA fuera delineada por la superficie o por el suministro de agua que comparten todas las granjas dentro de esa AMA. Asegurar que todos los usuarios de una fuente común de agua estén en la misma AMA crea incentivos para la cooperación en el mantenimiento de una buena calidad del agua y en el manejo coordinado de la enfermedad. En los casos donde no es obvio cómo el flujo de agua y las enfermedades se mueven de una granja a otra, puede ser necesario desarrollar un sistema hidrológico (de agua dulce) o mapa hidrodinámico (agua marina) del área. Dicho mapa identificaría las principales masas de agua, mareas y corrientes que afectan el movimiento o los flujos del agua y ayudará a determinar dónde deben ubicarse los límites de la AMA.

Es importante que todas las granjas dentro de una AMA designada cooperen. Si una o pocas granjas no participan plenamente y encuentran soluciones a los problemas cuando ocurren, los acuicultores que participan se desalientan y pierden interés en cooperar. Esto podría ser una pérdida de tiempo y energía para el gobierno que pretende desarrollar sustentablemente la acuicultura.

No siempre es el caso que las granjas en proximidad física compartan necesariamente una fuente común de agua. En estas circunstancias, su proximidad puede aumentar la probabilidad de una transferencia de enfermedad a través de otros medios (por ejemplo, compartir trabajadores,

depredación de poblaciones enfermas por aves que luego van a las granjas vecinas); en estos casos, las granjas deben ser más vigilantes de la gestión en su interacción para minimizar los riesgos generales.

De manera general, la definición de los límites físicos para la acuicultura en jaulas en un lago o embalse es relativamente simple (Figura 5a). Los sistemas de acuicultura en estanques son más complejos, ya que frecuentemente es complicado disponer los estanques de manera lógica; por ejemplo en un delta fluvial donde la cuenca (y por lo tanto la fuente de agua) puede ser mayor y más dispersa que la acuicultura que se abastece de esa agua. No obstante, se deben hacer intentos para deslindar las AMAs para sistemas de cultivo en estanques de agua dulce (por ejemplo, Figura 5b), posteriormente realizar evaluaciones periódicas para verificar que funcionen correctamente. Es mucho más fácil organizar las AMAs antes de que la acuicultura se consolide, dificultando una reubicación, ya que hacerlo más tarde, cuando las granjas están en funcionamiento, no permite trasladarlas a otro sitio. Las recompensas de una mejor gestión, posiblemente una mayor producción, mejor coordinación respecto a los recursos compartidos y la reducción del riesgo, significan que incluso cuando las granjas se hubieran establecido mucho tiempo atrás, vale la pena el tiempo y el esfuerzo de conformar un sistema de AMA.

No es necesario que una AMA sea específica para un solo tipo de sistema de acuicultura o de una sola especie. Por ejemplo, el IMTA proporciona los subproductos, incluidos los desechos, de una especie acuática a otra, tales como insumos (fertilizantes, alimentos). Los acuicultores pueden combinar la gestión de la acuicultura alimentada externamente (e.g. pescado, camarón) con la acuicultura extractiva inorgánica (e.g. algas marinas) y extractiva orgánica (e.g. Crustáceos) para crear sistemas equilibrados de remediación ambiental (biomitigación), estabilidad económica (producción mejorada, menor costo, diversificación de productos y reducción de riesgos) y la aceptación social (mejores prácticas de manejo). El IMTA es el más apropiado a nivel de paisaje y, por lo tanto, es muy relevante para una AMA.

La delimitación del área de manejo debe hacerse en consulta con todas las partes interesadas relevantes. El proceso de consulta constituye una oportunidad para que las partes interesadas obtengan información y den su opinión. Las partes interesadas pueden aprovechar la

oportunidad para manifestarse sobre el contexto local, plantear problemas e inquietudes, hacer preguntas e incluso hacer sugerencias para delimitar el área de manejo. Por lo tanto, se debe establecer un proceso participativo planificado basado en consultas con todas las partes interesadas, partiendo de objetivos claros sobre lo que se debe lograr.

6.2 Establecer una entidad de manejo de área que involucre a las comunidades locales, según corresponda

En cualquier granja específica, es imperativo que el acuicultor opere con los más altos estándares para manejar el sitio. Sin embargo, es posible que no pueda influir en todo lo que sucede en un área más amplia, especialmente cuando otras granjas están en operación. Sumado a esto, los impactos de las enfermedades y la carga ambiental en un cuerpo de agua o cuenca hidrográfica son el resultado de todas las granjas que operan en ese cuerpo de agua o cuenca hidrográfica; el control de esta situación no puede ser manejado por una granja por si sola, por lo que la actividad colectiva se vuelve importante. Donde sea posible, todas las granjas que operen dentro de una AMA deben ser miembros de la asociación de acuicultores o productores que permita la representación ante una entidad de manejo de área, que pueda establecer y hacer cumplir las normas de comportamiento responsable entre todos los miembros; esto incluye, por ejemplo, los códigos de conducta.

Hay más de una forma de desarrollar una entidad para una AMA, dado que el marco legal, regulatorio e institucional variará a nivel nacional, regional y local. Si bien el impulso principal para conformar una asociación de acuicultores o productores debe provenir de ellos mismos, también el gobierno juega un papel importante como entidad convocante y en última instancia, es quien tiene responsabilidades específicas como entidad normativa y puede impulsar que los acuicultores se coordinen. El gobierno puede contribuir aportando los servicios básicos (e.g. veterinarios, monitoreo de impacto ambiental y resolución de conflictos) a través de las asociaciones de productores que alentará la cooperación entre acuicultores.

Es importante destacar que el gobierno también puede necesitar crear una estructura formal a través de la cual se relaciona con las asociaciones de acuicultores que se conformen.

FIGURAS 5a y 5b. Organización conceptual de sitios de acuicultura agrupados en áreas de manejo designadas dentro de zonas de acuicultura

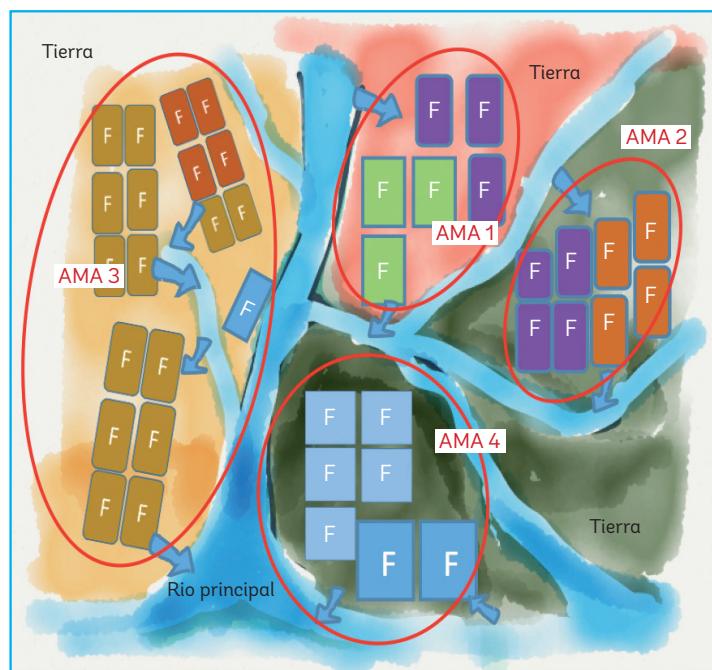
a. Acuicultura costera y marina



Nota:

Figura esquemática de una zona de acuicultura designada (área sombreada en color azul) que representa un estuario y el área marina costera adyacente. Las granjas/sitios individuales (F), propiedad de diferentes acuicultores, se presentan en diferentes colores y pueden incorporar diferentes especies y sistemas de cultivo. Cuatro clusters de granjas ilustran los ejemplos de AMAs, que se agrupan con base en una serie de criterios que incluyen riesgo y oportunidades fundadas en mareas y corrientes de agua.

b. Acuicultura en aguas continentales y zonas estuarinas



Nota:

Figura esquemática de una zona acuícola existente (toda el área mostrada) con representación de granjas individuales en tierra (F), e.g. estanques de bagre y/u otras especies, posiblemente propiedad de diferentes acuicultores (representadas en diferentes colores). En este ejemplo, existen cuatro AMAs. Lo común en una AMA es la fuente de agua y los flujos (flechas) dado que es el criterio prioritario (e.g. atendiendo a la salud de los peces y los riesgos ambientales) utilizado para establecer los límites de las AMAs.

El número de acuicultores individuales que se incluirán en una AMA debe planificarse y debatirse cuidadosamente para que la AMA funcione. Algunos buenos ejemplos de asociaciones de acuicultores en una organización espacial se encuentran en Chile, la isla de Hainan (China), la India y el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte.

En Chile se crearon al menos 17 entidades corporativas en la asociación principal de productores Salmón Chile; cuando hubo un importante brote de enfermedad y se utilizó el área de manejo acuícola para vencer y gestionar el brote, en donde Salmón Chile y entidades del estado desarrollaron e implementaron algunas medidas de respuesta.

La Organización de Productores de Salmón de Escocia (SSPO, por sus siglas en inglés) incorpora 10 entidades de toma de decisiones comerciales, las cuales se adhieren a principios comunes de comportamiento, adoptan mejores prácticas y comparten información importante sobre enfermedades y mercados para el beneficio de todos los miembros. En Escocia, el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, también se desarrollaron AMAs debido a la necesidad de contener un brote de enfermedad, la anemia infecciosa del salmón (ISA, por sus siglas en inglés), que incluían medidas de control para eliminar la transferencia de existencias entre AMA.

La Alianza de Pesca Sostenible (SFP, por sus siglas en inglés) en la Isla Hainan (China) organiza a las asociaciones de productores en grupos de aproximadamente 20 y ofrece apoyo a la Alianza Sustentable de Tilapia de Hainan. Esta es dirigida por un grupo de empresas locales que apoyan a las asociaciones con semilla, alimento, soporte técnico y procesos de cultivo que cada vez involucran más a la industria local.

La gestión de *clusters*, utilizada para implementar mejores prácticas de manejo en Andhra Pradesh, India, ha sido una herramienta eficaz para mejorar la gobernanza y gestión de la acuicultura de pequeña escala. Así se ha habilitando a los acuicultores para trabajar juntos, mejorando la producción, desarrollando economías de escala eficientes y generando conocimiento para participar en cadenas de mercado modernas, aumentando así su capacidad de adhesión a esquemas de certificación, mejorando su confiabilidad en la producción y reduciendo riesgos tales como las enfermedades (Kassam, Subasinghe y Phillips, 2011).

Para ser eficaz, es importante que todos o la mayoría de los acuicultores sean parte del plan de manejo, a fin de evitar hacer trampa en la aplicación de mejores prácticas que pueden llevar a un desastre para todos. La SSPO en Escocia, el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte y Salmon Chile, en Chile, representan (a la fecha de los casos de estudio publicados como anexos en este manual) ~ 90 por ciento de la producción en sus respectivas áreas de manejo y han tenido relativo éxito tanto en coordinar como en expandir la producción.

Donde ya existe una industria acuícola bien establecida, en la práctica puede ser difícil reorganizar las granjas en áreas acuícolas definidas, en cuyo caso puede ser necesario adoptar un enfoque estratégico que establezca una entidad de manejo del área de trabajo alrededor de un núcleo de acuicultores interesados y expandirse gradualmente para incorporar a tantos otros acuicultores en la cuenca como sea posible. Si ocurre un problema serio, como un brote de enfermedad o problemas de contaminación que afectan un área acuícola donde un número considerable de acuicultores se niega a cooperar con la entidad de manejo del área, puede ser necesario que el gobierno imponga regulaciones en una AMA, como parte del proceso de otorgamiento de permisos/concesiones para impulsar el proceso.

Habrá un sistema interno de gobierno y manejo diferente para diferentes escalas (productivas) de grupos de acuicultores. Cualquier sistema que se desarrolle debe identificar formalmente cómo se tomarán las decisiones dentro del grupo, definir un liderazgo y una jerarquía de manera clara y asimismo determinar cómo se gestionarán los costos y las ganancias. En los grupos de pequeños acuicultores, es fácil para todos los miembros participar en la toma de decisiones cotidianas, pero a medida que los grupos de productores se vuelven más grandes, generalmente eligen representantes para administrar el grupo. En algunos casos, es posible que los miembros del grupo no tengan suficientes habilidades y experiencia empresarial y administrativa para gestionar la AMA de manera efectiva, por lo que podrían emplear gerentes profesionales externos al grupo, para administrar su organización hasta en tanto se obtenga suficiente experiencia. El manejo de AMAs más grandes y complejas puede ser una tarea que consume mucho tiempo, dejando poco para que las personas se centren en su propia gestión y producción acuícola individual; ésta es otra razón por la cual un gerente profesional puede ser útil.

La estructura de la organización de AMA variará dependiendo de si las partes son del mismo tamaño. Las organizaciones de AMA deben ser inclusivas, según corresponda, para la identificación de problemas; es esencial la participación de los interesados. En estas circunstancias, el dominio indebido por parte de una o más de las empresas u organizaciones comerciales dentro de una AMA puede provocar desacuerdos sobre el curso de alguna acción (por ejemplo, asequible para algunos, pero no para todos), lo que podría suponer una carga para las compañías más grandes al proporcionar el apoyo financiero o de otro tipo que sea necesario para los pequeños acuicultores dentro de la AMA. Por el contrario, hay casos en que las empresas más grandes que apoyan a los pequeños acuicultores facilitan el desarrollo general y el apoyo a aquellos que tienen menor capacidad de gestión. Algunas AMA tendrán mayor orientación hacia la acuicultura comercial a gran escala, mientras que otras AMA podrían incluir una combinación de tamaños y tipos de productores o podrían diseñarse solo para pequeños acuicultores.

6.2.1 ¿Qué hace la entidad de manejo de área?

El propósito de la entidad de manejo del área es establecer e implementar objetivos y metas generales de manejo para la AMA, desarrollar prácticas comunes que aseguren la uniformidad en las operaciones con los mejores y más altos estándares posibles y enfocarse en la actividad que no puede ser lograda por cada acuicultor por sí solo. Al hacerlo, la entidad puede desarrollar un plan de manejo para la AMA.

En la Tabla 11 se enlista una serie de cuestiones que podría abordarse mejor a nivel de la agrupación de acuicultores. Es importante que la actividad sea relevante y de beneficio directo para los acuicultores y que conduzca a un manejo efectivo de la AMA. La función de la entidad no es específicamente para resolver disputas individuales entre acuicultores, aunque por supuesto puede desempeñar un papel de conciliación cuando esto suceda.

Una importante justificación para la acción colectiva de los acuicultores es la reducción del riesgo para el sistema de cultivo así como para los sistemas naturales y sociales. Para guiar la creación de un plan de manejo de área, se debe considerar una evaluación exhaustiva de riesgos para priorizar los riesgos más importantes que deberían

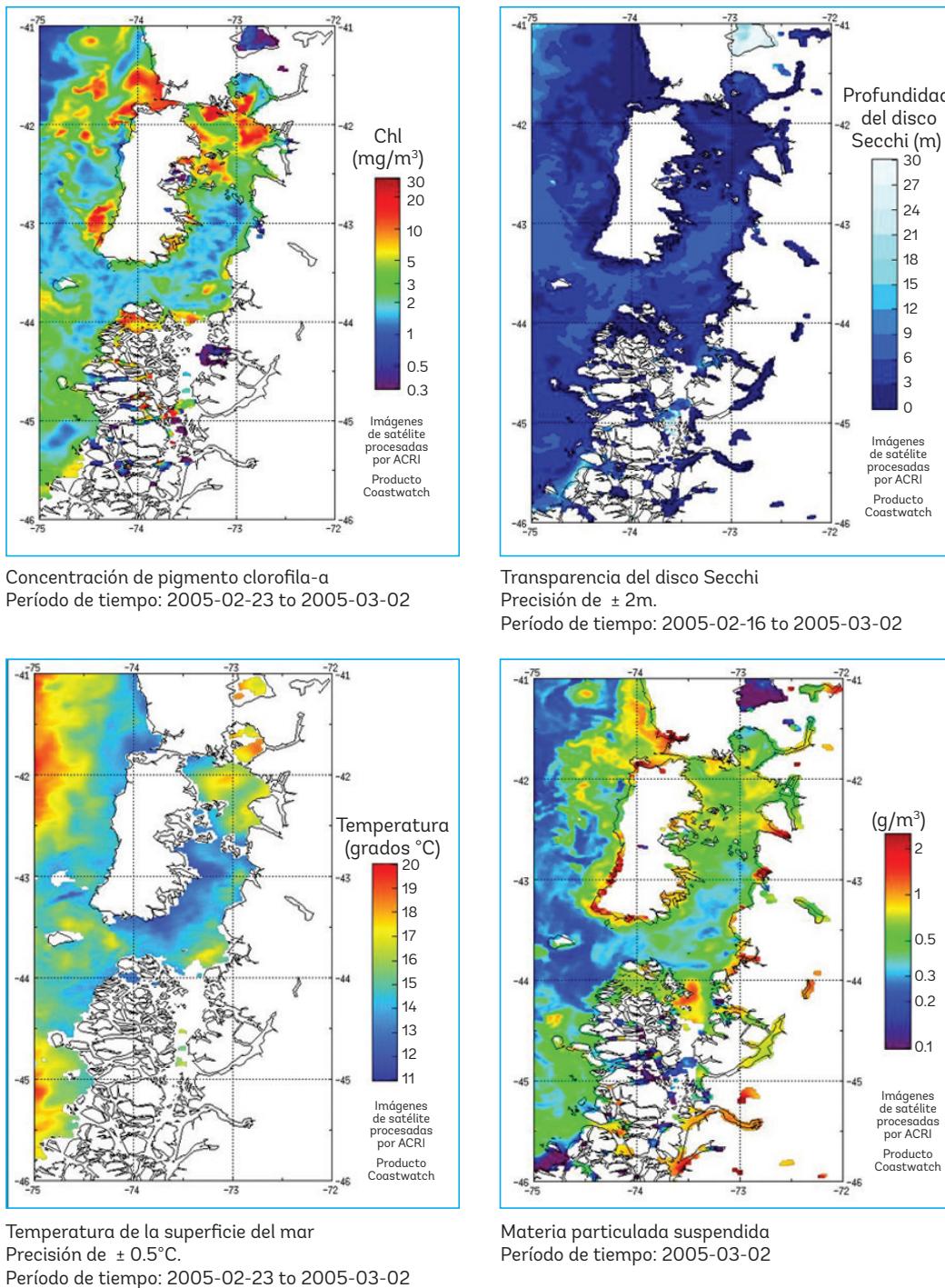
ser encarados e identificar las acciones a implementar para superarlos o mitigarlos.

La mayoría de las amenazas relevantes "desde y hacia" la acuicultura tienen una dimensión espacial y se pueden mapear. El mapeo de riesgos de las AMA debe incluir los riesgos asociados con la agrupación de varias granjas dentro del mismo recurso hídrico, así como los impactos externos que pueden afectar al cluster acuícola, por ejemplo:

- eutrofización o bajos niveles de oxígeno disuelto;
- impacto en hábitats frágiles;
- impacto en la flora frágil (por ejemplo, camas de posidonia) o fauna;
- depredadores (por ejemplo, aves que bucean, nutrias, focas, leones marinos);
- brotes de epizootias / enfermedades de los peces (por ejemplo, ISA);
- impacto social y conflicto con las comunidades locales y otros usuarios del recurso, se incluye el robo;
- tormentas y mareas de tormenta;
- inundación; y
- floraciones de algas.

Existe una amplia gama de datos y herramientas para respaldar el análisis de mapeo de riesgos. Algunos sistemas aptos para SIG están específicamente destinados a la cartografía de riesgos; muchos SIG de uso frecuente tienen suficiente capacidad para ser incorporados a las estrategias de gestión de riesgos. La teledetección es una herramienta útil para la captura de datos que luego se incorporarán a un SIG, y para el monitoreo en tiempo real de las condiciones ambientales para la gestión operativa de las instalaciones acuícolas. La percepción remota es una herramienta útil para la captura de datos que luego se incorporarán a un SIG y para el monitoreo en tiempo real de las condiciones ambientales orientadas a la gestión operativa de las instalaciones acuícolas. Las imágenes de satélite desempeñan un papel importante en la detección temprana de floraciones de algas nocivas (HAB). Por ejemplo, en Chile, un servicio de alerta temprana basado en datos de observación de la tierra ofrece predicciones de potenciales HAB a empresas de acuicultura, a través de un portal de Internet personalizado (Figura 6). Este caso chileno fue dirigido por Hatfield Consultants Ltd (Hatfield, Reino Unido), utilizando fondos del Proyecto de Acuicultura Chilena financiado por la Agencia Espacial Europea.

FIGURA 6. Monitoreo y modelado de eventos de floración en el Golfo de Ancud y Corcovado, al sur de Puerto Montt en Chile



Notas:

- Información obtenida del Espectroradiómetro para imágenes de moderada resolución (MODIS), presentación de imagen compuesta que exhibe información de un período de 15 días. Información distribuida diariamente al usuario final.
- MODIS es una herramienta clave a bordo de los satélites Terra y Aqua. MODIS Terra y MODIS Aqua observan la totalidad de la superficie de la Tierra cada 1-2 días. Esta información mejora nuestra comprensión de la dinámica y procesos globales que ocurren en la tierra, en los océanos y en la parte baja de la atmósfera.
- En la actualidad existe un servicio permanente ofrecido por Plankton Andino. En este sitio (<http://sig.plancton.cl/centros/>) se pueden ver los mapas y las densidades actuales de fitoplancton, especies nocivas, etc.

Fuente: Stockwell et al. (2006).

Otro ejemplo de alerta temprana para la acuicultura es en Europa: el proyecto Simulaciones Aplicadas y Modelado Integrado para la Comprensión de las Floraciones de Algas Tóxicas y Nocivas (ASIMUTH) financiado por la Unión Europea (www.asimuth.eu) utilizó una serie de datos satelitales y de modelado para construir una herramienta de previsión HAB. Incorporaron datos oceánicos, geofísicos, biológicos y de toxicidad para construir un sistema de advertencia casi en tiempo real, que tomó la forma de un portal web, un sistema de alerta SMS para acuicultores y una aplicación de teléfono inteligente. El portal web está construido y mantenido por científicos de cada uno de los países participantes en ASIMUTH (Francia, Irlanda, Portugal, España y el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte). Más allá de los problemas enumerados en la Tabla 11, se encuentran las principales medidas de manejo que se han tomado para abordar los problemas clave enumerados anteriormente donde la acción colectiva es mejor que la acción singular, a saber:

Mejora de la gestión de salud de animales acuáticos y bioseguridad

- Desarrollar un plan común de salud y bioseguridad para animales acuáticos para el área. Definir el enfoque para mitigar los riesgos de enfermedades para el área.
- Siembra de stocks de ciclo anual (por ejemplo, peces) donde los insumos juveniles se coordinan y gestionan para garantizar que no haya contagio de enfermedades mediante la mezcla de poblaciones de diferentes edades y para permitir un período de descanso que permita romper los ciclos de enfermedad.
- Control de enfermedades a través de la vigilancia regular de enfermedades y tratamiento sincronizado de enfermedades y parásitos. El tratamiento con el mismo medicamento es útil; pero se recomienda sólo el uso de medicamentos autorizados.
- Vacunación del stock contra enfermedades específicas, cuando hay vacunas disponibles, aplicando la vacunación a todos los juveniles antes de la siembra.

TABLA 11. Problemas comunes que deben abordarse en las áreas de manejo de la acuicultura

Sociales	Económicos	Ambientales	Gobernanza
Conflictos por derechos de usuarios	Pérdidas en producción debido a enfermedades y muerte de peces.	Eutrofización en el área común	Débil sistema de manejo
Conflictos por el uso de recursos (e.g. agua, espacio, etc.)	Pérdidas en producción debido a robo e inseguridad en general	Mala disposición de desechos sólidos (sacos de alimentación, peces muertos, tec.)	Incumplimiento de los acuicultores
Falta de capacitación	Bajo acceso a mercados/ precios de venta bajos, etc.	Contagio de enfermedad y parásitos a poblaciones silvestres	Monitoreo y control inadecuados
Falta de servicios adecuados	Acceso limitado a insumos (semilla, alimento, capital, etc.)	Escapes que impactan la biodiversidad	Mala o lenta resolución de conflictos
Falta de empleo y malas condiciones laborales	Falta de servicios post-cosecha	Uso de químicos que impactan la biodiversidad	Falta de capacidad institucional
Falta de oportunidades para las mujeres		Utilización de pescado como alimentación con impactos negativos a las granjas locales	Falta de voluntad política hacia la acuicultura
Problemas de seguridad alimentaria		Mala gestión del uso del agua	Ausencia de sistemas de bioseguridad
		Alteración del hábitat (en manglares, arrecifes de coral, pastos marinos, etc.)	Daño a las granjas a causa de variabilidad climática, cambio climático y otros factores externos

- Coordinación para las fechas de reposo y repoblación. Períodos de descanso de los centros/granjas sincronizados, dejando toda el área de cultivo de peces vacía durante un tiempo específico y apoyos coordinados para la posterior repoblación con bioseguridad. Las fechas deben ser acordadas entre todas las partes y deben ser obligatorias.
- Control del estado de salud de los juveniles recién sembrados. Debería haber acuerdo sobre la calidad de los juveniles que se cultivarán en un área de manejo, lo que puede incluir: estado fisiológico de los juveniles, uso de vacunas, obtención de juveniles de fuentes libres de patógenos específicos y pruebas de patógenos específicos al llegar.
- Control de movimiento de gametos/huevos/peces, entre granjas al interior de la AMA y los que ingresan a ella desde fuentes externas.
- Desinfección de equipos y embarcaciones en granjas, seguimiento a cualquier movimiento entre diferentes granjas definiendo los protocolos de desinfección necesarios.
- Monitoreo e informes regulares del estado de salud de los animales acuáticos, monitoreo regular de enfermedades y otras medidas de manejo según criterios establecidos dentro del AMA. Esto debería incluir medidas a tomar contra los acuicultores no conformes o que no cumplan.
- Reconsiderar los límites del AMA para controlar una enfermedad; por ejemplo, siguiendo la definición de unidades epidemiológicas para limitar la diseminación y el impacto de los brotes de enfermedades dentro del área común.

Para mayor información sobre bioseguridad, ver el Anexo 2.

Control de impacto ambiental, particularmente impacto acumulativo

- Establecer la capacidad de carga del área para recibir nutrientes. En la mayoría de los casos, esta es una de las primeras medidas necesarias para ajustar la producción y planificar el futuro del AMA.
- Proteger los recursos genéticos naturales. Preparación de planes de contención y contingencia para minimizar los escapes y controlar la entrada de especies exóticas (no nativas).
- Mejorar la calidad del agua reduciendo la contribución a la eutrofización. Esto implicará una mejora en FCR para que el exceso de residuos de nutrientes también se reduzca. Puede implicar la reubicación de estructuras

acuícolas (por ejemplo, en el caso de las jaulas) donde un nuevo diseño para la AMA podría mejorar los flujos de nutrientes. Esto también está relacionado con la primera viñeta de esta sección.

- Monitoreo ambiental e implementación de encuestas regulares en estos aspectos y elaboración de informes y con distribución de resultados.
- Períodos de descanso de áreas de acuicultura. El descanso simultáneo de las áreas acuícolas, dejando vacía de peces cultivados toda el área durante un tiempo específico es una medida de bioseguridad así como una medida de manejo ambiental. Ayuda a romper la enfermedad y el ciclo del parásito y permite que los sedimentos y la calidad del agua se recuperen parcialmente.

Mejora del rendimiento económico de granjas miembro de AMA

- Negociación de contratos de suministro y servicio, mediante los cuales se pueden lograr economías de escala efectivas y mejores condiciones mediante la negociación de contratos para servicios comunes (como el monitoreo ambiental), tecnología, fertilizantes y suministros de alimentos, entre otros.
- Comercialización. Compartir instalaciones post-cosecha (máquinas de hielo, instalaciones de empaque, instalaciones de refrigeración, etc.). Establecer una plataforma común de comercialización puede ser de gran ayuda a los pequeños productores.
- Uso común de infraestructura, como muelles, rampas para botes, instalaciones de almacenamiento de alimentos, áreas de clasificación, calificación y comercialización, así como las plantas de producción de hielo.
- Uso común de servicios como la elaboración, lavado y reparación de redes.
- Recopilación de datos, informes, análisis e intercambio de información. El intercambio de información puede incluir: informes veterinarios, tasas de mortalidad, tiempo y tipos de medicamentos utilizados. Asimismo, pueden realizarse inspecciones mutuas para fines de aseguramiento, tanto dentro de la autoridad de AMA como con partes interesadas externas, entre ellas los organismos gubernamentales.
- Cosecha y comercialización coordinada que permite a las granjas que constituyen la AMA contar con una plataforma más amplia para ventas y comercialización continua, desde la cual se realice la venta de productos.

Medidas de gestión social y minimización del conflicto con otros usuarios de los recursos.

- Fortalecimiento y facilitación de *clusters* y asociaciones de acuicultores.
- Identificación de problemas sociales relevantes generados por la acuicultura en las comunidades costeras.
- Monitoreo del impacto social basado en establecer y acordar indicadores de impactos, así como seguimiento regular de los impactos en las comunidades locales y otros usuarios tanto del agua como de otros recursos.
- Gestión laboral mediante el monitoreo de la salud de los trabajadores y la de sus familias, implementando estándares de seguridad, proporcionando salarios y beneficios adecuados e identificando oportunidades de empleo adicionales a lo largo de la cadena de valor. Esto también incluirá el desarrollo y la implementación de actividades de capacitación para mejorar las habilidades de los trabajadores.
- Implementar resolución de conflictos y medidas para evitarlos. Si se produce un conflicto entre los acuicultores y entre el área de manejo y los intereses locales (por ejemplo, con los pescadores), los procedimientos de resolución deben ser justos, sencillos y de bajo costo.

Una vez que el grupo identifica y acuerda los problemas clave, la entidad de manejo debe desarrollar medidas para abordar los problemas clave. Luego se incorporarán en un acuerdo o plan de manejo de área que pueda orientar las acciones futuras para su implementación.⁷ Las medidas deberían ser el conjunto de propuestas de manejo más rentable (costo-beneficio) diseñadas para generar un rendimiento aceptable en la consecución de los objetivos. Sin un conjunto de objetivos claros y plazos para su consecución, la entidad de manejo del área puede convertirse en una "espacio de charla" y perder credibilidad entre los acuicultores, reduciendo su efectividad e influencia. Algunos elementos de un acuerdo o plan de manejo de área que deben considerarse son los siguientes:

- acuerdo sobre los participantes;
- acuerdos claros sobre los objetivos y expectativas;
- definición del área y las granjas incluidas en ella;
- acuerdo sobre las medidas de manejo;

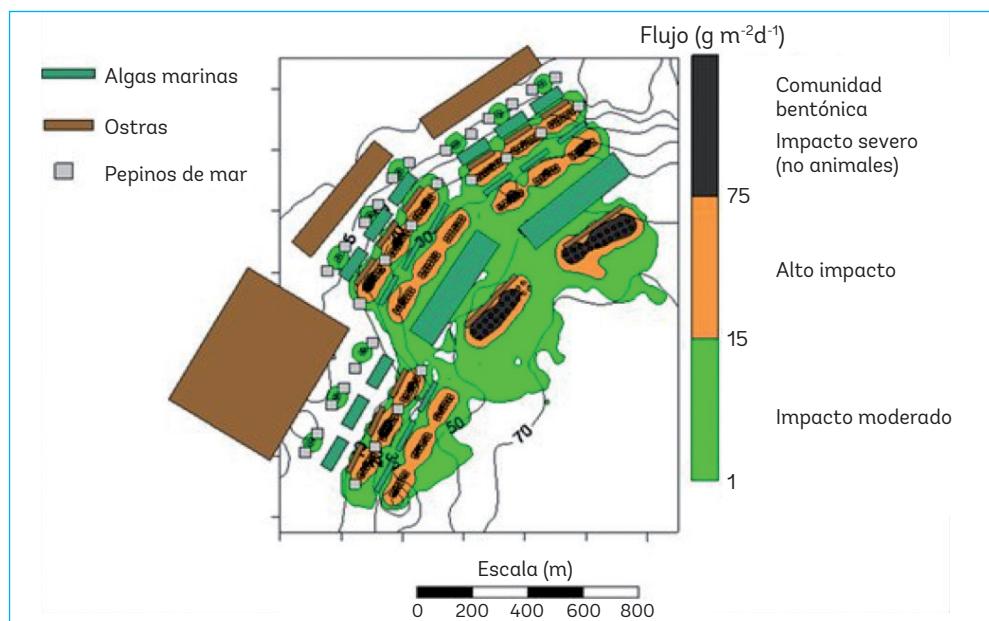
- una estructura de manejo debe tener un mecanismo para interactuar con las agencias y organizaciones públicas, así como con los representantes de las partes interesadas, las ONG y otros sectores que utilizan el recurso acuático;
- las responsabilidades para la implementación del plan de manejo deben estar claramente asignadas a instituciones y personas particulares;
- todos los acuicultores dentro de la AMA deben aceptar y tener conformidad con el plan de manejo;
- la estructura de manejo debe poder, querer y permitir implementar o administrar los incentivos y desincentivos a los acuicultores que no se ajusten al plan de manejo;
- un calendario acordado;
- precisión de los roles y las responsabilidades así como las competencias deseadas para las personas clave que participan en puestos clave de manejo dentro de la zona; y
- arreglos financieros que respalden el plan de manejo y la entidad de manejo del área.

6.3 Capacidad de carga y monitoreo ambiental de las AMAs

Se deben hacer estimaciones de la capacidad de carga ambiental del área y realizar evaluaciones periódicas para detectar posibles cambios. La capacidad de carga en la escala AMA podría realizarse, por ejemplo, utilizando modelos deposicionales (seguimiento de partículas) que predicen el destino de partículas de la acuicultura de jaulas de peces y que puedan utilizarse en la evaluación a escala local, de los efectos de las jaulas en la huella orgánica sobre los sedimentos, en la flora y fauna demersal sensible. Los modelos de distribución de partículas utilizan un modelamiento espacialmente explícito de distribución de partículas dependiente de la hidrodinámica para predecir el flujo (orgánico) desde los sitios de cultivo hacia los sedimentos. A escala local, pueden usarse modelos de detección para evaluar el rendimiento de la acuicultura, los impactos locales de los cultivos de peces y la calidad del agua. La Figura 7 muestra un modelado del impacto sobre el sedimento debajo de un grupo de granjas de peces en el Parque de Maricultura Panabo, Filipinas, con base en la situación existente (2012) y la reorganización propuesta del diseño para aumentar la producción al mismo tiempo que se intenta minimizar el impacto.

⁷ Para mayor información sobre gestión de planes EAA, ver FAO (2010); FAO (2012); Gumy, Soto y Morales (2014) y FAO (2016b).

FIGURA 7. Resultado de un modelo de material de desecho particulado (TROPOMOD) desarrollado para cultivo de peces en jaulas, que proporciona una huella de enriquecimiento orgánico debajo de grupos de granjas acuícolas (Parque Marícola Panabo, Filipinas)



Fuente: López y White. Estudio de caso de Filipinas; Anexo 5 de esta publicación.

Es necesario realizar monitoreos ambientales periódicos de las granjas individuales para evaluar su impacto local y es necesario el monitoreo del área acuícola para detectar el efecto conjunto de grupos de granjas. En Turquía, las zonas de acuicultura son monitoreadas utilizando el índice TRIX, medida que permite detectar eutrofización. Esta es también una

herramienta para la regulación de la acuicultura de peces en Turquía para proteger las aguas costeras, especialmente las de bahías y golfo cerrados, de la contaminación por el cultivo de peces.

Los sistemas de monitoreo ambiental son también esenciales para abordar la variabilidad climática y el cambio climático (Recuadro 2).

RECUADRO 2

Sistemas de monitoreo ambiental basados en áreas para abordar la variabilidad climática y el cambio climático

Si bien cada acuicultor puede recopilar alguna información y puede tener acceso a pronósticos meteorológicos, esto puede no ser suficiente para una prevención oportuna de eventos locales extremos. La información recopilada y compartida de manera permanente (e.g. temperatura del agua, oxígeno, transparencia, nivel del agua, comportamiento de los peces, salinidad) puede ser muy importante para la toma de decisiones, especialmente cuando los cambios pueden producir consecuencias dramáticas. Por ejemplo, las temperaturas por encima o por debajo del promedio pueden desencadenar enfermedades, impulsar el agua anóxica a la superficie o generar florecimientos de algas que matan a los peces. El monitoreo de las variables ambientales tales como el oxígeno y la transparencia de agua también puede indicar el exceso de nutrientes aportado por las granjas, etc. Compartir la información de monitoreo en áreas comunes, combinada con sistemas de alerta temprana, puede ayudar a generar respuestas rápidas ante enfermedades y otras amenazas tales como las floraciones algales y períodos anóxicos. En general, los sistemas de monitoreo ambiental deberían tener un enfoque de riesgo que reconozca que el incremento del riesgo también requiere el incremento de esfuerzos de monitoreo. El compromiso y valor de la información obtenida localmente debe verse como algo muy importante para los acuicultores a fin de entender mejor los procesos biofísicos y formar parte de la solución, e.g. medidas para la pronta adaptación y alerta temprana, cambios de comportamiento e inversión a largo plazo. Las actividades clave incluyen capacitación a los actores locales sobre el valor de la información, monitoreo y uso de retroalimentación para la toma de decisiones. También es recomendable aportar e implementar una plataforma o red para recibir y analizar la información, coordinar y conectar con sistemas de previsión y monitoreo más amplios y aportar retroalimentación oportuna que sea de utilidad a los actores locales. En esos casos, los AMAs bien organizados pueden generar información y facilitar la retroalimentación para respuestas más rápidas.

Una consulta reciente sobre el desarrollo de un sistema de monitoreo ambiental para fortalecer la resiliencia de la pesca y acuicultura así como mejorar la alerta temprana en la cuenca del Bajo Mekong, se desarrolló en Bangkok, Tailandia, en 2015 (FAO, 2017).



Creación de capacidades

El taller FAO-INPESCA para estimar la capacidad de carga para el cultivo de camarón en Estero Real, Golfo de Fonseca, Nicaragua, abarcó a 25 representantes, incluyendo personal técnico de acuicultura del gobierno nacional y local, compañías camaroneras, cooperativas de cultivo de camarón, comunidades locales y representantes de pescadores del Estero Real. El taller se centró en el proceso y los pasos para evaluar la capacidad de carga para el cultivo de camarón en un área Ramsar y revisar las medidas actuales de zonificación y ordenación de la acuicultura para garantizar un sector de cultivo de camarón sostenible.

Cortesía de Doris Soto

6.3.1 Algunas acciones clave para establecer la capacidad de carga ecológica y la máxima producción permitida en zonas de acuicultura y áreas de manejo acuícola

1. Definición de los límites de la zona de acuicultura o el área de manejo de la acuicultura, considerándola como una unidad ecosistémica.

En los sistemas de agua dulce, los límites son generalmente físicos, como una cuenca fluvial, una cuenca hidrográfica, un lago clásico o un lago tipo oxbow. Los límites en los sistemas marinos como bahías cerradas o fiordos se pueden definir a partir del punto espacial en el que se conectan con el mar abierto, siendo más fáciles de definir que una zona costera abierta o una zona marina expuesta. En estos últimos, la definición de sus límites puede ser de tipo operativo, utilizando los límites de corrientes o un cambio brusco en la hidrografía, las condiciones oceanográficas o la morfometría bentónica.

2. Establecer las condiciones de referencia (línea base) para la zona de acuicultura o AMA. Esto requiere la recopilación de datos (de forma remota o directa) para establecer las condiciones preexistentes. Aquí, la percepción remota satelital es útil para definir propiedades fisicoquímicas como la temperatura en sistemas marinos y el uso de la tierra en sistemas de agua dulce. La recolección directa de datos puede incluir muestras de calidad del agua y condiciones bentónicas.

3. Acordar un conjunto de estándares o umbrales que determinen los límites ambientales, ecológicos y sociales aceptables a los cambios generados por la acuicultura sobre la zona o área, a través de consultas con las partes interesadas, investigación y conocimiento local. Toda la acuicultura tiene "impacto", ya sea generando un cambio a las condiciones en las inmediaciones de los estanques de peces o sistemas río abajo, debajo o alrededor de jaulas de peces y mejillones, o cambios en los flujos de agua, donde puede haber deterioro temporal de algunas condiciones. Los estándares toman en cuenta las condiciones de referencia y determinan cambios aceptables en esas condiciones, lo que lleva a definiciones de criterios máximos aceptables. Lo importante es garantizar la resiliencia en el área o unidad del ecosistema en general

para garantizar la sostenibilidad en el largo plazo, asegurando que permanezcan áreas sin acuicultura, y zonas de amortiguamiento donde no se permitan otras intervenciones humanas. Los estándares ambientales tienden a estar relacionados con parámetros biológicos y químicos, como la clorofila máxima (indicador de eutrofización). Los estándares ecológicos podrían incluir la presencia y abundancia de especies indicadoras como peces, cangrejos, pastos marinos o la máxima extracción de agua. Los límites sociales pueden implicar garantizar el mantenimiento de los derechos/áreas de pesca o minimizar la visibilidad de las actividades acuícolas desde las áreas urbanas o turísticas.

4. Estimar la capacidad de carga ecológica máxima de la unidad del ecosistema para definir la máxima producción de acuicultura permitida; la estimación se realiza utilizando los mejores modelos disponibles (ver Anexo 4) y la aplicación de los estándares y umbrales acordados. Existen algunos modelos clásicos para evaluar lagos y masas de agua contenidas (por ejemplo, modificaciones a los modelos propuestos por Vollenweider, 1968; Beveridge, 1984) con objeto de estimar los cambios probables en fósforo y nitrógeno según las aportaciones conocidas de la acuicultura y ciertos umbrales de concentración de clorofila, como indicador de respuesta del ecosistema (es decir, efectos de eutrofización). Establecer capacidad de carga en ecosistemas costeros o sistemas de agua abiertos presenta desafíos mucho mayores debido a las complejas condiciones oceanográficas y biológicas y la falta de límites/bordes claros. Algunos modelos pueden estimar cambios probables en áreas extensas, otros evalúan el impacto de granjas de peces o granjas de mejillones individuales que podrían extrapolarse a áreas más grandes. La aplicación de SIG también es útil para determinar los límites físicos en la ubicación, mediante la aplicación de criterios básicos, como la profundidad del agua y área de amortiguamiento entre las actividades existentes. Esto también podría incluir distancias mínimas entre sitios de acuicultura y otras áreas (ver rangos de distancia en las Tablas 9 y 10 en el Capítulo 5 sobre la selección del sitio) junto con suficiente distancia entre sí, profundidad adecuada del agua y circulación. La Figura 8 proporciona un ejemplo de la aplicación de SIG para estimar posibles

ubicaciones de granjas y una amplia evaluación de la capacidad general en Arabia Saudita basada en límites físicos.

5. Invertir en investigación adecuada para abordar la estimación de la capacidad de carga de sistemas complejos o sistemas abiertos para el desarrollo de la acuicultura.

6. El permiso de producción debe iniciarse mediante una solicitud y obtención de licencia.

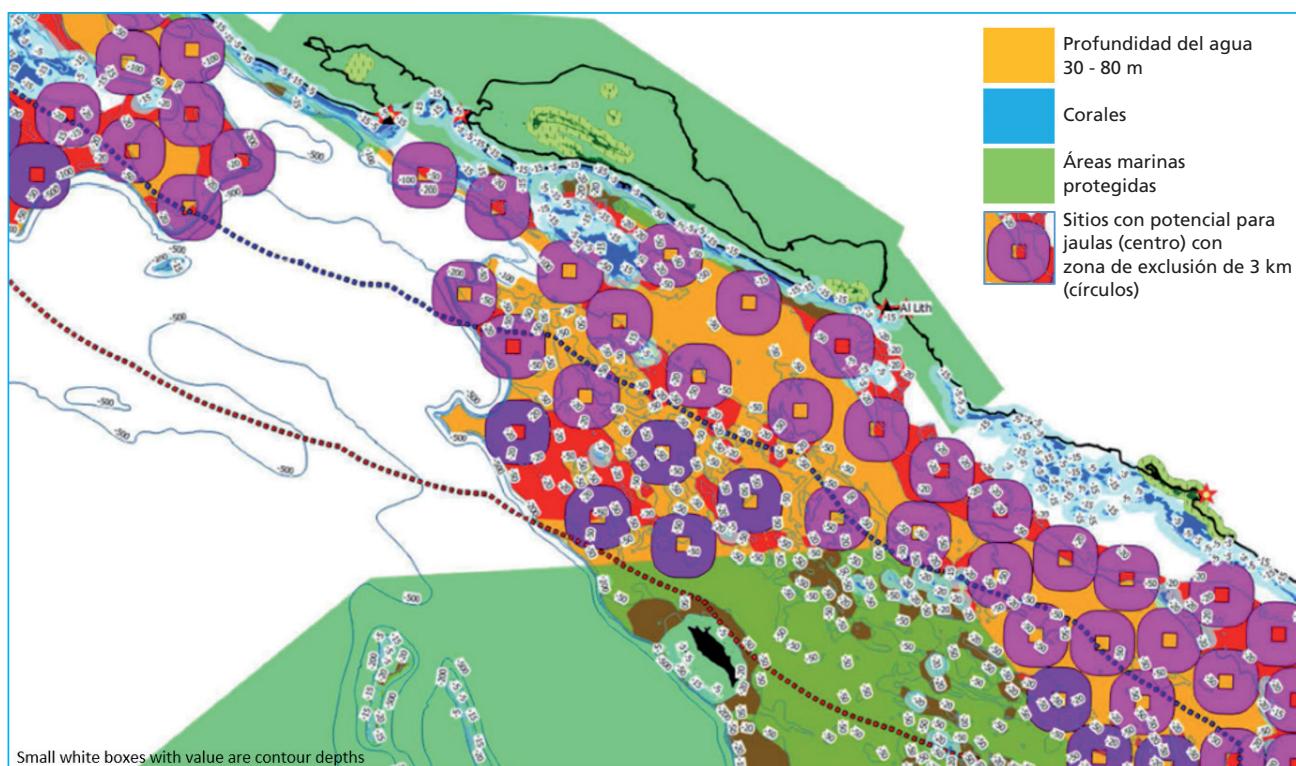
Incrementar lentamente la producción al principio, aplicando un enfoque conservador e incrementar la producción cuando sea claro que la actual no está generando impactos ambientales y sociales negativos. Es mejor poder aumentar la producción gradualmente cuando los indicadores de los ecosistemas muestren que no se genera daño o éste sea mínimo para el ecosistema y/o el sistema

acuícola, en lugar de comenzar en grande y verse forzado a reducir la producción debido a que se esté dañando la salud ambiental y/o de los peces o social.

7. Establecer un sistema integrado de monitoreo ambiental a escala de granja y/o de sistema.

Se requiere de un monitoreo integrado ya que el monitoreo de granjas individuales no es suficiente por sí solo para establecer los efectos multiplicadores de muchas granjas en una zona/área. El monitoreo de las áreas de referencia, lejos de las granjas pero en posiciones clave en la AMA o zona de acuicultura, puede proporcionar las condiciones de referencia para evaluar y comparar los cambios en los ecosistemas. Además, el monitoreo permanente de otros hábitats similares, como zonas de conservación de ecosistemas acuáticos, reservas marinas y áreas protegidas, puede ser útil para comparar con las áreas utilizadas por acuicultura.

FIGURA 8. Ejemplo de resultado de un SIG empleado para identificar sitios aptos para acuicultura en jaulas dentro de una zona a lo largo del Mar Rojo en la costa de Arabia Saudita



Nota:

Para la delimitación de ubicaciones adecuadas, se utilizaron criterios básicos (i.e. distancia máxima de la costa, profundidad del agua, especies y áreas protegidas) y criterios básicos de distancia entre sitios. Esto no determina la capacidad ecológica ya que se requiere investigar la calidad de los ecosistemas y el uso de modelos para evaluar la capacidad real.

Fuente: Saunders et al. (2016).

6.4 Control de enfermedades en AMAs

Los brotes de enfermedades representan uno de los riesgos más importantes para la sostenibilidad de la acuicultura. Hay muchos ejemplos de cómo la introducción de una enfermedad o enfermedades ha llevado a las grandes industrias acuícolas al borde del colapso con graves consecuencias económicas y socioeconómicas. La bioseguridad puede describirse ampliamente como un enfoque estratégico e integrado que abarca políticas y marcos normativos destinados a analizar y gestionar los riesgos relacionados con la vida y la salud de las personas, los animales y las plantas, así como los riesgos ambientales asociados (FAO, 2007a, 2007b). Como tal, tiene una relevancia directa para la sostenibilidad de la acuicultura, la protección de la salud pública, el medio ambiente y la biodiversidad.

En el contexto de la salud de los animales acuáticos, el término "bioseguridad" se utiliza para describir las medidas utilizadas para prevenir la introducción de agentes biológicos no deseados, en particular los agentes patógenos infecciosos y para gestionar los efectos adversos asociados con los agentes contagiosos. Abarca animales acuáticos cultivados y silvestres, enfermedades exóticas, endémicas y emergentes, y se aplica desde la granja al ecosistema, tanto a nivel nacional como internacional (Scarfe *et al.*, 2009). Se debe alentar o, posiblemente, obligar a los acuicultores a que sigan prácticas de bioseguridad sólidas que proporcionen el marco para el manejo de enfermedades en la granja y que se implementen a través de procedimientos operativos estándar documentados. A nivel de granja acuícola, el propietario u operador es responsable de garantizar la implementación de la bioseguridad. La auditoría y la certificación de la eficacia de un programa de bioseguridad son proporcionadas por el veterinario a cargo y el funcionario competente del gobierno.

La planificación de la bioseguridad, aplicada desde la granja hasta el nivel nacional, proporciona un medio eficaz para implementar el control de la enfermedad en múltiples niveles y para prevenir eventos catastróficos de la enfermedad. En la zona, el comportamiento o el nivel AMA, el plan de bioseguridad proporciona un proceso auditable de

procedimientos de manejo que pueden evaluarse mediante metodologías de análisis de riesgos y puntos críticos de control (HACCP) (Zepeda, Jones y Zagmutt, 2008). Las medidas de control diseñadas para mitigar el impacto de las enfermedades de los animales acuáticos pueden incluir la contención, la erradicación, la desinfección y el barbecho. Las medidas de control deben basarse en la capacidad de definir unidades epidemiológicas. Dependiendo de la vía de infección que propicia enfermedad de animales acuáticos, la unidad epidemiológica podría abarcar toda la AMA, o un subconjunto de granjas dentro de la AMA. Un subconjunto o subpoblación bien definida de animales acuáticos se pueden manejar de acuerdo con resultados realistas. La identificación y priorización de riesgos representa el primer paso que justifica la implementación de un esquema de bioseguridad. A esto le sigue la evaluación del riesgo que plantean estos peligros y la evaluación de los puntos de control críticos por los cuales el riesgo puede remediarse. El establecimiento de medidas apropiadas contra un peligro o enfermedad definida, incluida la planificación de contingencia apropiada, permite mitigar el riesgo. Se constituye un programa de vigilancia de enfermedades para que la AMA controle la aparición o ausencia de una enfermedad. Cuando se detecta que se ha introducido un peligro o una enfermedad, la erradicación y la desinfección proporcionan un método para controlar el impacto de la enfermedad con la posibilidad de restablecer el estado libre de enfermedad. Uno de los resultados de un esquema de bioseguridad es la certificación auditada por terceros. Para que un tercero brinde garantías del estado de la enfermedad, los registros escritos transparentes y verosímiles deben demostrar la efectividad del esquema de bioseguridad para prevenir, controlar y erradicar enfermedades dentro de una AMA.

La devastación de la industria salmonera chilena por la enfermedad ISA en 2007, proporciona un ejemplo de cómo se han implementado AMAs en ese país para ayudar a rehabilitar el cultivo de salmón y crear un entorno propicio para el crecimiento sostenible de la industria (Ibíeta *et al.*, 2011). En Chile se ha reglamentado el establecimiento de un tipo de AMAs apropiadas para la acuicultura a través del denominado "sistema de barrios" con el objetivo de proteger

la salud de los peces. Estas áreas representan zonas adecuadas para actividades de acuicultura de acuerdo con las características epidemiológicas, oceanográficas, operacionales o geográficas apropiadas, e incorporan regulaciones ambientales, sanitarias y de otorgamiento de licencias complementarias. Las características epidemiológicas, operativas y logísticas de las AMAs tienen como objetivo enfrentar la infección y el control del virus ISA. Estas regulaciones del sitio incluyen el movimiento de todas las concesiones de acuicultura a las AMAs, limitando la vida útil de una concesión a 25 años (renovable) y prohibiendo el movimiento de peces desde y hacia los sitios marinos. Esto limita el movimiento de reproductores de los sitios marinos a las instalaciones de agua dulce, así como el uso temporal de los sitios estuarinos. Las entradas de pescado, la profilaxis de enfermedades, las intervenciones terapéuticas, los asuntos sanitarios, la cosecha y el barbecho se coordinan entre las granjas dentro de las AMA (sistemas de vecindad). La distancia entre los vecindarios se ha establecido a un mínimo de 3 millas náuticas (aproximadamente 5,6 km), en tanto que los sitios de acuicultura deben estar espaciados al menos a 1,5 millas náuticas (unos 2,8 km) entre sí y de las áreas marinas protegidas (parques naturales y reservas) (Ibieta *et al.*, 2011).

6.5 Mejores prácticas de manejo

Las Mejores Prácticas de Manejo (BMP, por sus siglas en inglés) son un conjunto de directrices que promueven mejores prácticas acuícolas para aumentar la producción a través de una acuicultura responsable y sostenible. Existe un nivel significativo de variación en las BMP para diferentes productos, sistemas de cultivo y ubicaciones. En la India, las BMP implementadas por los grupos de acuicultores han generado mejores rendimientos, menos incidencia de enfermedades y una mayor rentabilidad, así como otros beneficios privados y públicos.

En Filipinas, cada parque de cultivos marinos cuenta con un manual de operaciones que contiene directrices de producción y medidas de manejo que siguen los principios de buenas prácticas acuícolas y sirve de guía para todas las actividades dentro de los parques. La guía cubre la ubicación y el diseño de zonas y

granjas, diseño y bioseguridad, saneamiento e higiene, almacenamiento y eliminación de residuos, buenas medidas de manejo acuícola, incluidos alimentos y alimentación, tratamiento de efluentes de las granjas, salud y seguridad de los trabajadores, diagnóstico de enfermedades, tratamiento y uso de productos químicos, cosecha, post-cosecha, trazabilidad y seguridad alimentaria.

En Escocia, el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, los acuerdos de manejo del área siguen el Código de buenas prácticas para la acuicultura de peces escocesa. El código, desarrollado en 2006, es un documento en evolución que se revisa periódicamente para incorporar los cambios esenciales en la legislación y las prioridades emergentes en el manejo ambiental y el desarrollo sostenible de la industria. Eleva el estándar de práctica de cada acuicultor participante hasta un nivel aceptable específico, basándose en la ciencia y la experiencia, lo que refleja el deseo de la industria de mantenerse a la vanguardia de las buenas prácticas.

6.6 Certificación grupal

La capacidad de terceros para auditar y certificar a través de un plan de bioseguridad eficaz y justificable cuando aplica a nivel de granja o compartimento puede permitir a los acuicultores el acceso a mercados que requieren seguros o certificados del estado de salud de los peces que pueden no estar disponibles a nivel nacional. Esto permite el comercio desde una AMA debidamente certificada, incluso cuando una región o país no esté certificado en sanidad y por tanto no puede proporcionar garantías relevantes de estado de salud.

El incumplimiento del umbral del indicador ambiental o social requiere medidas para reducir el impacto. Por ejemplo, puede incluir mejores estrategias de alimentación para reducir FCR, períodos más largos de descanso, sincronización de calendarios de engorda para minimizar la biomasa excesiva en un momento dado y algunas otras medidas. Si no se logra reducir el impacto a un nivel aceptable, pueden requerirse medidas drásticas, incluyendo la reducción en la producción total o de los niveles máximos de biomasa permanente dentro de la AMA.

TABLA 12. Ejemplos de indicadores para áreas de manejo acuícola

Sociales	Económicos	Ambientales	De Gobernanza
<ul style="list-style-type: none"> • Calidad de las condiciones laborales • Beneficio socioeconómico para la comunidad local • Percepción positiva por parte de la comunidad local • % de población local empleada • % de mujeres de la localidad empleadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Rentabilidad promedio de las granjas • Nivel de incidencia de enfermedades • % de pérdidas durante el período de producción • Demanda de mercado • Calidad y seguridad de los productos • % de certificación 	<ul style="list-style-type: none"> • Tasa promedio de conversión de alimento • Nivel de eutrofización (e.g. índice TRIX) • Diversidad bentónica en el límite de las áreas (cultivo en jaulas) • Calidad del agua en desagüe (estanques) 	<ul style="list-style-type: none"> • Adopción de Código de Conducta o buenas prácticas acuícolas • Certificación de AMA • Cumplimiento de medidas de manejo por parte de acuicultores • Nivel de transparencia

6.7 Pasos esenciales en la implementación, monitoreo y evaluación de un plan de manejo para una AMA

La implementación del plan de manejo debe tener un límite de tiempo. Dos aspectos son importantes en relación con un marco de tiempo. El primer aspecto es establecer un año inicial o de línea base para el sistema de manejo. Esto representará un año (o período) de referencia con el cual se puede medir el progreso. El segundo aspecto se relaciona con los años o períodos meta, en los cuales se pueden lograr varios elementos del plan de trabajo, o mediante los cuales se debe lograr cualquier resultado del programa cuantitativo. En general, es probable que el sistema de manejo se considere como un período de tiempo de 5 a 10 años, pero durante este período el sistema necesitará revisiones periódicas en escalas de tiempo más cortas.

El plan de manejo debe abordar todas las cuestiones relevantes, tener objetivos operativos muy claros y alcanzables para cada problema, así como un cronograma claro para completar con objetivos e indicadores (Tabla 12).

El plan de manejo debe incluir a las personas, instituciones y entidades responsables y requiere una financiación adecuada para cada medida de manejo; también debe tener recursos para implementar las medidas correspondientes. Dado que generalmente será el gobierno central quien implementará aspectos relevantes del manejo, el financiamiento provendrá

principalmente de los ingresos tributarios generales, aunque otras fuentes de financiamiento incluyen contribuciones de las partes interesadas, fondos de donantes externos, organizaciones internacionales y multinacionales, fondos de donaciones, fundaciones y fondos del sector privado. Dado que muchas de las actividades del sistema de manejo beneficiarán al sector privado, es razonable esperar que una serie de asociaciones comerciales estén dispuestas a ayudar con el financiamiento. Por ejemplo, una fuente alternativa de financiación probada en China es que todos los usuarios del mar deben pagar una "tarifa de usuario marino" si tienen la intención de llevar a cabo la producción y otras actividades económicas.

Es casi seguro que el eventual apoyo financiero llegará de más de una fuente. Claramente, el financiamiento necesitará una planificación cuidadosa y transparente antes de la implementación del sistema de manejo.

Deben establecerse indicadores de avance para informar si se están logrando los objetivos establecidos, mientras que los indicadores de eficiencia mostrarán si ha habido alguna mejora. Los indicadores que se elijan deben cubrir dimensiones de sostenibilidad -social, económica, ambiental y de gobernanza general- a escala de la zona de acuicultura. Para cada objetivo, se debe seleccionar un indicador y sus medidas de desempeño asociadas, de modo que se pueda medir y verificar el desempeño en relación a cada objetivo (Tabla 12 y Tabla 13). La elección de los indicadores a medir debe reflejar los impactos acumulativos dentro del área de manejo.

TABLA 13. Ejemplos de objetivos e indicadores de plan de manejo para atender los problemas prioritarios

	Problemas	Objetivos operativos	Indicadores	Meta (e.g. en un año)	Medidas de manejo
Social	Acceso limitado a insumos (semilla, alimento, capital, etc.)	Mejorar el acceso a semilla en 20% (para todos los acuicultores del área) en dos años	La semilla adquirida por los acuicultores en cada ciclo debe ser estándar (biomasa, cantidad, etc.)	10% de incremento en la producción el primer año	Construcción de incubadora para la AMA
Económico	Pérdidas en producción a causa de enfermedades de los peces	Disminuir las pérdidas en 20% en dos años	Índice de mortalidad	20% de reducción en el segundo año, reducción continua en lo sucesivo	Establecimiento de un marco de bioseguridad en el área con todos los procedimientos relevantes
Ambiental	Eutrofización del área común	Disminuir la eutrofización en 40% en tres años	Oxígeno, clorofila (Chl-a), muerte de peces	Disminución de la eutrofización en 20% en el primer año	Establecimiento de la capacidad de carga de nutrientes en el área; Reducción de la producción total hasta lograr el máximo permisible, de acuerdo a la capacidad de carga
	Impacto a la biodiversidad por el uso de químicos	Utilizar exclusivamente medicamentos autorizados; Administrar el medicamento bajo guía de especialista en salud	Uso de químicos y medicamentos prohibidos (extensión, porcentaje, biomasa, etc.)	No utilización de químicos y medicamentos prohibidos desde el segundo año	Designación de un veterinario común; Supervisión y coordinación para toda la administración de medicamentos
Gobernanza	Monitoreo y control inadecuados	Regular el monitoreo de indicadores de desempeño y cumplimiento de acuicultores; Cumplimiento del plan de manejo por todos los acuicultores del área.	Número de indicadores de desempeño y registro de umbrales relacionados	Monitoreo anual completo de indicadores e informe completo después del año 2	Registro del monitoreo con análisis estándar y generación de informes regulares y evaluación
	Falta de capacidad institucional	Los miembros del comité de manejo, son reconocidos, eficientes y bien capacitados	Número de puestos clave ocupados	Todos los cargos del área de manejo cubiertos en el primer año	Capacitación y procedimientos operativos estándar sobre medidas clave de manejo

Se debe implementar un programa de monitoreo para dar seguimiento a la implementación. En el contexto de una AMA, el monitoreo realiza un seguimiento del desarrollo del plan de manejo basado en indicadores. Igualmente importante es el hecho de que proporciona una indicación del cumplimiento por parte de los miembros del AMA con el plan acordado. El monitoreo involucra: (i) la recopilación y el análisis continuo de información sobre la implementación para revisar el desarrollo de la misma y (ii) compara el progreso real con lo planificado para que se puedan hacer ajustes en la implementación.

Se pueden implementar medidas correctivas, una parte importante de las cuales son las sanciones a los miembros que no cumplan. El resultado del monitoreo proporciona una base de hechos objetiva para establecer la sanción. Si reinciden en incumplimientos, deberá acordarse un mecanismo definido de resolución de conflictos y sanciones, y debe aplicarse con firmeza. Dicho esto, el uso de incentivos para el cumplimiento puede ser una medida más efectiva que una sanción.

El monitoreo regular del desempeño del manejo puede poner de manifiesto que el plan de administración del área debe ajustarse. Si las medidas de manejo actuales no parecen funcionar o se consideran inadecuadas, es necesario introducir medidas alternativas. En algunos casos, algunas medidas pueden volverse innecesarias si el problema se ha resuelto. En otros casos, los cambios en problemas o prioridades podrían poner fin a la relevancia de una medida. El plan de manejo debe, en cualquier caso, revisarse periódicamente, por ejemplo una vez al año o cada dos años, según las necesidades. Esto subraya la importancia del monitoreo y la evaluación.

REFERENCIAS

- Aguilar-Manjarrez, J. & Nath, S.S.** 1998. *A strategic reassessment of fish farming potential in Africa*. CIFA Technical Paper No. 32. Rome, FAO. 170 pp. (also available at www.fao.org/docrep/W8522E/W8522E00.htm).
- Alvial, A.** 2011. *The Chilean salmon industry crisis: causes and prospects*. Europharma Lofoten Seminar, Norway, 2011.
- Angel, D. & Freeman, S.** 2009. Integrated aquaculture (INTAQ) as a tool for an ecosystem approach to the marine farming sector in the Mediterranean Sea. In D. Soto, ed. *Integrated mariculture: a global review*, pp. 133–183. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 529. Rome, FAO. 183 pp. (also available at www.fao.org/docrep/012/i1092e/i1092e00.htm).
- APFIC.** 2009. *APFIC/FAO Regional Consultative Workshop on Practical Implementation of the Ecosystem Approach to Fisheries and Aquaculture*, 18–22 May 2009, Colombo, Sri Lanka. FAO Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok, Thailand. RAP Publication 2009/10. 96 pp.
- Bacher, K.** 2015. *Perceptions and Misconceptions of Aquaculture: A Global Overview*. GLOBEFISH Research Programme, Vol. 120, Rome, FAO. 35 pp. (also available at www.fao.org/3/a-bc015e.pdf).
- Beveridge, M.C.M.** 1984. *Cage and pen fish farming. Carrying capacity models and environmental impact*. FAO Fisheries Technical Paper No. 255. Rome, FAO. 131 pp. (also available at www.fao.org/DOCREP/005/AD021E/AD021E00.htm).
- Bondad-Reantaso, M.G., Arthur, J.R. & Subasinghe, R.P., eds.** 2008. *Understanding and applying risk analysis in aquaculture*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 519. Rome, FAO. 304 pp. (also available at www.fao.org/docrep/011/i0490e/i0490e00.htm).
- Bricker, S., Ferreira, J.G., Zhu, C., Rose, J., Galimany, E., Wikfors, G., Saurel, C., Miller, R.L., Wands, J., Wellman, K., Rhealt, R., Getchis, T. & Tedesco, M.** 2013. *The FARM model in Long Island Sound: how important is nutrient removal through shellfish harvest?* Chesapeake Bay Program Modeling—Quarterly Review Meeting, 9–10 April 2013. (also available at www.chesapeakebay.net/channel_files/18874/suzanne_bricker_-_the_farm_model_in_long_island_sound_-_how_important_is_nutrient_removal_through_shellfish_harvest_-_041013.pdf).
- Brugère, C., Ridler, N., Haylor, G., Macfadyen, G. & Hishamunda, N.** 2010. Aquaculture planning: policy formulation and implementation for sustainable development. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 542. Rome, FAO. 70 pp. (also available at www.fao.org/docrep/012/i1601e/i1601e00.pdf).
- Byron, C.J. & Costa-Pierce, B.** 2013. Carrying capacity tools for use in the implementation of an ecosystems approach to aquaculture. In L.G. Ross, T.C. Telfer, L. Falconer, D. Soto & J. Aguilar-Manjarrez, eds. Site selection and carrying capacity for inland and coastal aquaculture, pp. 87–101. FAO/Institute of Aquaculture, University of Stirling, Expert Workshop, 6–8 December 2010. Stirling, UK. FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings No. 21. Rome, FAO. 282 pp. (also available at www.fao.org/docrep/017/i3099e/i3099e00.htm).
- Corner, R.A., Brooker, A.J., Telfer, T.C. & Ross, L.G.** 2006. A fully integrated GIS-based model of particulate waste distribution from marine fish-cage sites. *Aquaculture*, 258: 299–311.
- Cromey, C.J.** 2008. ECASA Toolbox. DEPOMOD—modelling the deposition and biological effects of waste solids from marine cage farms. ECASA—Model description template. ECASA Toolbox [online]. Oban, Argyll. [Cited 12 January 2017]. www.ecasatoolbox.org.uk/ecasatoolbox/the-toolbox/eia-species/models/depomod.pdf
- Cromey, C.J., Nickell, T.D. & Black, K.D.** 2002. DEPOMOD—modelling the deposition and biological effects of waste solids from marine cage farms. *Aquaculture*, 214, 211–239.
- Cubillo, A.M., Ferreira, J.G., Robinson, S.M.C., Pearce, C.M., Corner, R.A. & Johansen, J.** 2016. Role of deposit feeders in integrated multi-trophic aquaculture—a model analysis. *Aquaculture*, 453: 54–66. doi:10.1016/j.aquaculture.2015.11.031.
- Dillon, P.J. & Rigler, F.H.** 1974. The phosphorus-chlorophyll relationship in lakes. *Limnology and Oceanography*, 19: 767–773.
- Dow, A.** 2004. *Norway vs. British Columbia: a comparison of aquaculture regulatory regimes*. (also available at www.elc.uvic.ca/wordpress/wp-content/uploads/2014/08/AquacultureReport.pdf).
- Ehler, C. & Douvere, F.** 2009. *Marine spatial planning: a step-by-step approach toward ecosystem-based management*. Intergovernmental Oceanographic Commission and Man and the Biosphere Programme. IOC Manual and Guides No. 53, ICAM Dossier No. 6. Paris, UNESCO. (also available at <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001865/186559e.pdf>).

- Ervik, A., Hansen, P. A., Aure, J., Stigebrandt, A., Johannessen, P. & Jahnsen, T.** 1997. Regulating the local environmental impact of intensive marine fish farming: I. The concept of the MOM system (Modelling-Ongrowing fish farms-Monitoring). *Aquaculture*, 158, 85–94.
- FAO.** 1995. *Code of Conduct for Responsible Fisheries*. Rome, FAO. 41 pp. (also available at www.fao.org/docrep/005/v9878e/v9878e00.htm).
- FAO.** 2003. *Fisheries management. 2. The ecosystem approach to fisheries*. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries No. 4, Suppl. 2. Rome. 112 pp. (also available at www.fao.org/docrep/005/Y4470E/y4470e00.htm#Contents).
- FAO.** 2007a. *Biosecurity toolkit*. Rome. 128 pp. (also available at www.fao.org/3/a-a1140e/index.html).
- FAO.** 2007b. *Aquaculture development. 2. Health management for responsible movement of live aquatic animals*. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries No. 5, Suppl. 2. Rome. 31 pp. (also available at www.fao.org/docrep/010/a1108e/a1108e00.htm).
- FAO.** 2009. *Environmental impact assessment and monitoring in aquaculture*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 527. Rome. 57 pp. Includes a CD-ROM containing the full document, 648 pp. (also available at www.fao.org/docrep/012/i0970e/i0970e00.htm).
- FAO.** 2010. Aquaculture development. 4. Ecosystem approach to aquaculture. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries. No. 5, Suppl. 4. Rome, FAO. 53 pp. (also available at www.fao.org/docrep/013/i1750e/i1750e00.htm).
- FAO.** 2012. *Informe de los Talleres sobre la introducción al enfoque ecosistémico a la pesca y la acuicultura*. FAO Informe de Pesca y Acuicultura No. 994/1. Rome. 2012. 35 pp. (also available at www.fao.org/docrep/015/i2595s/i2595s00.htm).
- FAO.** 2013. *Applying spatial planning for promoting future aquaculture growth*. Seventh Session of the Sub-Committee on Aquaculture of the FAO Committee on Fisheries. St Petersburg, Russian Federation, 7–11 October 2013. Discussion document: COFI:AQ/VII/2013/6. (also available www.fao.org/cofi/43696-051fac6d003870636160688ecc69a6120.pdf).
- FAO.** 2015. Achieving Blue Growth through implementation of the Code of Conduct for Responsible Fisheries. Policy Brief. Rome, FAO. (also available at www.fao.org/fileadmin/user_upload/newsroom/docs/BlueGrowth_LR.pdf).
- FAO.** 2016a. *Report of the Workshop on Increasing Public Understanding and Acceptance of Aquaculture—the Role of Truth, Transparency and Transformation, Vigo, Spain, 10–11 October 2015*. FAO Fisheries and Aquaculture Report No. 1143. Rome, FAO. (also available at www.fao.org/3/a-i6001e.pdf).
- FAO.** 2016b. *Report of the FAO workshop launching the Blue Growth Initiative and implementing an ecosystem approach to aquaculture in Kenya, Mombasa, Kenya, 27–31 July 2015*. FAO Fisheries and Aquaculture Report No. 1145. Rome, Italy. (also available at www.fao.org/3/a-i5997e.pdf).
- FAO.** 2017. *Developing an Environmental Monitoring System to Strengthen Fisheries and Aquaculture Resilience and Improve Early Warning in the Lower Mekong Basin*. Bangkok, Thailand, 25–27 March 2015, by Virapat, C., Wilkinson, S. and Soto, D. FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings No. 45. Rome, Italy. (also available at www.fao.org/3/a-i6641e.pdf).
- FAO & World Bank.** 2015. Aquaculture zoning, site selection and area management under the ecosystem approach to aquaculture. Policy brief. Rome, FAO. (also available at www.fao.org/documents/card/en/c4c777b3a-6afc-4475-bfc2-a51646471b0d/)
- Ferreira, J.G.** 1995. EcoWin—an object-oriented ecological model for aquatic ecosystems. *Ecological Modelling*, 79: 21–34. (also available at www.longline.co.uk/site/products/aquaculture/ecowin).
- Ferreira, J. G., Hawkins, A.J.S. & Bricker, S.B.** 2007. Management of productivity, environmental effects and profitability of shellfish aquaculture—the Farm Aquaculture Resource Management (FARM) model. *Aquaculture*, 264: 160–174. (also available at www.longline.co.uk/site/products/aquaculture/farm/).
- Ferreira, J.G., Hawkins, A.J.S., Monteiro, P., Moore, H., Service, M., Pascoe, P.L., Ramos, L. & Sequeira, A.** 2008a. Integrated assessment of ecosystem-scale carrying capacity in shellfish growing areas. *Aquaculture*, 275: 138–151.

- Ferreira, J.G., Andersson, H.C., Corner, R.A., Desmit, X., Fang, Q., de Goede, E.D., Groom, S.B., Gu, H., Gustafsson, B.G., Hawkins, A.J.S., Hutson, R., Jiao, H., Lan, D., Lencart-Silva, J., Li, R., Liu, X., Luo, Q., Musango, J.K., Nobre, A.M., Nunes, J.P., Pascoe, P.L., Smits, J.G.C., Stigebrandt, A., Telfer, T.C., de Wit, M.P., Yan, X., Zhang, X.L., Zhang, Z., Zhu, M.Y., Zhu, C.B., Bricker, S.B., Xiao, Y., Xu, S., Nauen, C.E. & Scalet, M.** 2008b. *Sustainable options for people, catchment and aquatic resources. The SPEAR project, an international collaboration on integrated coastal zone management*. Institute of Marine Research/European Commission. 180 pp. (also available at www.longline.co.uk/site/spear.pdf).
- Ferreira, J.G., Saurel, C., Lencart e Silva, J.D., Nunes, J.P. & Vasquez, F.** 2014. Modelling interactions between inshore and offshore aquaculture. *Aquaculture*, 426–427: 154–164.
- GESAMP (IMO/FAO/UNESCO-IOC/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection).** 2001. *Planning and management for sustainable coastal aquaculture development*. Rep.Stud.GESAMP, (68): 90 pp. (also available at www.fao.org/docrep/005/y1818e/y1818e00.htm).
- Gillibrand, P.A., Gubbins, M.J., Greathead, C. & Davies, I.M.** 2002. *Locational guidelines for fish farming: predicting levels of nutrient enhancement and benthic impact*. Scottish Fisheries Research Report No. 63/2002. (also available at www.gov.scot/Uploads/Documents/Report63.pdf).
- Gumy, A., Soto, D. & Morales, R.** 2014. *Implementación práctica del enfoque ecosistémico a la pesca y la acuicultura del camarón en los países del sistema de integración centroamericana (SICA/OSPESCA) Taller FAO/OSPESCA, San Salvador, El Salvador, 18 al 21 de junio de 2012*. FAO Actas de Pesca y Acuicultura No. 33. Rome, FAO. 372 pp. (also available at www.fao.org/documents/card/es/c/0e1e24d3-5644-4475-8e25-6098cf470a9f).
- Halide, H., Brinkman, R. & McKinnon, D.** 2008. Determining and locating sea cage production area for sustainable tropical aquaculture. Asia-Pacific Marine Finfish Aquaculture Network. *Aquaculture Asia Magazine*. (also available at <http://library.enaca.org/AquacultureAsia/Articles/april-june-2008/12-halide-april-08.pdf>).
- Hambrey, J., Phillips, M., Chowdhury, M.A.K. & Shivappa, R.B.** 2000. *Environmental assessment of coastal aquaculture development*. The Secretariat for Eastern African Coastal Area Management (SEACAM). (also available at www.hambreyconsulting.co.uk/documents/EAGuidelines.pdf).
- Handisyde, N., Sanchez Lacalle, S. D., Arranz, S. & Ross, L.G.** 2014. Modelling the flood cycle, aquaculture development potential and risk using MODIS data: a case study for the floodplain of the Rio Paraná, Argentina. *Aquaculture*, 422–423: 18–24.
- Håstein, T., Binde, M., Hine, M., Johnsen, S., Lillehaug, A., Olesen, N.J., Purvis, N., Scarfe, A.D. & Wright, B.** 2008. National biosecurity approaches, plans and programmes in response to diseases in farmed aquatic animals: evolution, effectiveness and the way forward. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 27(1): 125–145.
- Hine, M., Adams, S., Arthur, J.R., Bartley, D., Bondad-Reantaso, M.G., Chávez, C., Clausen, J.H., Dalsgaard, A., Flegel, T., Guddin, R., Hallerman, E., Hewit, C., Karunasagar, I., Madsen, H., Mohan, C.V., Murrell, D., Perera, R., Smith, P., Subasinghe, R., Phan, P.T. & Wardle R.** 2012. Improving biosecurity: a necessity for aquaculture sustainability. In R.P. Subasinghe, J.R. Arthur, D.M. Bartley, S.S. De Silva, M. Halwart, N. Hishamunda, C.V. Mohan & P. Sorgeloos, eds. *Farming the waters for people and food*, pp. 437–494. Proceedings of the Global Conference on Aquaculture 2010, Phuket, Thailand. 22–25 September 2010. FAO, Rome and NACA, Bangkok.
- Ibieta, P., Tapia, V., Venegas, C., Hausdorf, M. & Takle, H.** 2011. *Chilean salmon farming on the horizon of sustainability: review of the development of a highly intensive production, the ISA crisis and implemented actions to reconstruct a more sustainable aquaculture industry, aquaculture and the environment—a shared destiny*. In Dr Barbara Sladonja, ed. InTech. ISBN: 978-953-307-749-9. (also available at www.intechopen.com/books/aquaculture-and-the-environment-a-shared-destiny/chilean-salmon-farming-on-the-horizon-of-sustainability-review-of-the-development-of-a-highly-intens).

- Kapetsky, J.M. & Aguilar-Manjarrez, J.** 2013. From estimating global potential for aquaculture to selecting farm sites: perspectives on spatial approaches and trends. In L.G. Ross, T.C. Telfer, L. Falconer, D. Soto & J. Aguilar-Manjarrez, eds. *Site selection and carrying capacities for inland and coastal aquaculture*, pp. 129–146. FAO/Institute of Aquaculture, University of Stirling, Expert Workshop, 6–8 December 2010. Stirling, UK. FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings No. 21. Rome, FAO. 282 pp. (also available at www.fao.org/docrep/017/i3099e/i3099e00.htm).
- Kassam, L., Subasinghe, R. & Phillips, M.** 2011. *Aquaculture farmer organizations and cluster management: concepts and experiences*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 563. Rome, FAO. 90 pp. (also available at www.fao.org/docrep/014/i2275e/i2275e00.htm).
- Meaden, G.J., Aguilar-Manjarrez, J., Corner, R.A., O'Hagan, A.M. & Cardia, F.** 2016. *Marine spatial planning for enhanced fisheries and aquaculture sustainability—its application in the Near East*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 604. Rome, FAO. (also available at www.fao.org/3/a-i6043e.pdf)
- Nobre, A.M., Bricker, S.B., Ferreira, J.G., Xiaojun, Y., De Wit, M. & Nunes J.P.** 2011. Integrated environmental modeling and assessment of coastal ecosystems: application for aquaculture management. *Coastal Management*, 39: 536–555.
- Nobre, A.M., Ferreira, J.G., Newton, A., Simas, T., Icely, J.D. & Neves, R.** 2005. Management of coastal eutrophication: integration of field data, ecosystem-scale simulations and screening models. *Journal of Marine Systems*, 56 (3/4): 375–390.
- Nunes, J.P., Ferreira, J.G., Bricker, S.B., O'Loan, B., Dabrowski, T., Dallaghan, B., Hawkins, A.J.S., O'Connor, B. & O'Carroll, T.** 2011. Towards an ecosystem approach to aquaculture: assessment of sustainable shellfish cultivation at different scales of space, time and complexity. *Aquaculture*, 315: 369–383.
- Pérez, O.M., Telfer, T.C. & Ross, L.G.** 2003a. Use of GIS-based models for integrating and developing marine fish cages within the tourism industry in Tenerife (Canary Islands). *Coastal Management*, 31: 355–366. Taylor & Francis Group. (also available at www.aquaculture.stir.ac.uk/public/GISAP/pdfs/GIS_%26_Tourism_Tenerife.pdf).
- Pérez, O.M., Telfer, T.C. & Ross, L.G.** 2003b. On the calculation of wave climate for offshore cage culture site selection: a case study in Tenerife (Canary Islands). *Aquacultural Engineering*, 29: 1–21.
- Ross, L.G., Telfer, T.C., Falconer, L., Soto, D. & Aguilar-Manjarrez, J., eds.** 2013. *Site selection and carrying capacities for inland and coastal aquaculture*. FAO/Institute of Aquaculture, University of Stirling, Expert Workshop, 6–8 December 2010. Stirling, UK. FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings No. 21. Rome, FAO. 46 pp. Includes a CD-ROM containing the full document (282 pp.). (also available at www.fao.org/docrep/017/i3099e/i3099e00.htm).
- Saunders, J., Cardia, F., Hazzaa, M.S., Rasem, B.M.A., Othabi, M.I. & Rafiq, M.B.** 2016. *Atlas of potential areas for cage aquaculture: Red Sea - Kingdom of Saudi Arabia*. FAO Project UTF/SAU/048/SAU, "Strengthening and supporting further development of aquaculture in the Kingdom of Saudi Arabia". FAO and Saudi Ministry of Agriculture, Saudi Arabia. 104 pp. (also available at www.fao.org/documents/card/en/c486bfa2-8b80-4b26-9906-37377d110968/).
- Saurel, C., Ferreira, J.G., Cheney, D., Suurbier, A., Dewey, B., Davis, J. & Cordell, J.** 2014. Ecosystem goods and services from Manila clam culture in Puget Sound: a modelling analysis. *Aquaculture Environment Interactions*, 5: 255–270.
- Scarfe, A.D., Walster, C.I., Palic, D. & Thiermann, A.B.** 2009. *Components of ideal biosecurity plans and programs*. International Aquaculture Biosecurity Conference. Practical approaches for the prevention, control and eradication of disease. 17–18 August 2009, Trondheim, Norway. (also available at www.cfsph.iastate.edu/IICAB/meetings/iabc2009/2009_IABC_Proceedings.pdf).
- Sequeira, A., Ferreira, J.G., Hawkins, A.J.S., Nobre, A., Lourenco, P., Zhang, X.L., Yan, X. & Nickell, T.** 2008. Trade-offs between shellfish aquaculture and benthic biodiversity: a modelling approach for sustainable management. *Aquaculture*, 274 (2–4): 313–328.
- Soto, D., Salazar, F.J. & Alfaro, M.A.** 2007. Considerations for comparative evaluation of environmental costs of livestock and salmon farming in southern Chile. In D.M. Bartley, C. Brugère, D. Soto, P. Gerber & B. Harvey, eds. *Comparative assessment of the environmental costs of aquaculture and other food production sectors: methods for meaningful comparisons*, pp. 121–136. FAO/WFT Expert Workshop, 24–28 April 2006, Vancouver, Canada. FAO Fisheries Proceedings No. 10. Rome, FAO. 241 pp. (also available at www.fao.org/docrep/010/a1445e/a1445e00.htm).

- Stigebrandt, A.** 2011. Carrying capacity: general principles of model construction. *Aquaculture Research*, 42: 41–50. doi:10.1111/j.1365-2109.2010.02674.x.
- Stockwell, A., Boivin, T., Puga, C., Suwala, J., Johnston, E., Garnesson, P. & Mangin, A.** 2006. *Environmental information system for harmful algal bloom monitoring in Chile, using earth observation, hydrodynamic model and in situ monitoring data*. (also available at www.esa.int/esaEO/SEMUS5AATME_economy_0.html).
- Tett, P., Portilla, E., Gillibrand, P.A. & Inall, M.E.** 2011. Carrying and assimilative capacities: the ACExR-LESV model for sea-loch aquaculture. *Aquaculture Research*, 42: 51–67. doi:10.1111/j.1365-2109.2010.02729.x.
- Vollenweider, R.A.** 1968. *Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing water with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication*. Technical Report DASISU/68–27. Paris, OECD.
- World Bank.** 2014. *Reducing disease risk in aquaculture*. Report 88257-GLB. World Bank Group. Washington, DC.
- Zepeda, C., Jones, J.B. & Zagmutt, F.J.** 2008. Compartmentalisation in aquaculture production systems. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 27 (1): 229–241.

GLOSARIO

Licencia para acuicultura	Documento legal que otorga la autorización oficial para llevar a cabo la acuicultura. Esta autorización puede adoptar diferentes formas: un permiso para que la actividad en sí tenga lugar, una autorización o la concesión de un área de dominio público que permita la ocupación y/o la acuicultura siempre que el solicitante o titular de la autorización cumpla con los reglamentos ambientales y de acuicultura y otras condiciones de la autorización (IUCN, 2009).	Ecosistema	Un complejo dinámico de flora, fauna y comunidades de microorganismos y su entorno no vivo en interacción como una unidad funcional (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).
Zona de acuicultura	Área dedicada a la acuicultura, reconocida por las autoridades de la planeación físico espacial, que es considerada prioritaria para el desarrollo de la acuicultura local (GESAMP, 2001; Sánchez-jerez, et al., 2016).	Límites del ecosistema	Los límites de un sistema de complejas interacciones de las poblaciones vinculadas con el ecosistema (incluyendo a los humanos), entre ellos y con su entorno.
Plan de manejo de área	Es un plan para el manejo de un área definida para acuicultura donde los granjeros desarrollan la acuicultura en apego a las estrategias, prácticas de manejo y códigos de conducta acordados y gestionan la producción a fin de reducir riesgos planteados por enfermedades y parásitos, incluyendo los impactos ambientales acumulativos y el conflicto social.	Evaluación	La evaluación es un examen sistemático de un proyecto para determinar su eficiencia, efectividad, impacto, sostenibilidad y relevancia de sus objetivos.
Bioseguridad	Mitigación de riesgos e impactos a la economía, el ambiente, la sociedad o la salud humana asociada con pestes y enfermedades.	Barbecho	Se refiere a dejar un sitio de acuicultura vacío de peces y todas las estructuras de producción extraíbles durante un cierto período de tiempo. Se puede hacer por razones ambientales o sanitarias. Para una compañía de acuicultura, el barbecho implica tener varios sitios para mantener la capacidad de producción durante todo el año (IUCN, 2009).
Capacidad de carga	La capacidad de carga es la cantidad de una actividad dada que puede ser acomodada dentro de un área definida según la capacidad ambiental. En la acuicultura, generalmente se considera que es la cantidad máxima de peces que cualquier cuerpo de agua puede soportar durante un largo período de tiempo sin efectos negativos para los peces y el medio ambiente. (FAO, 2009; Ross et al., 2013).	Indicador	El indicador es un parámetro o un valor derivado de parámetros que apunta a, proporciona información sobre y describe el estado de un fenómeno, entorno o área con un significado que va más allá de aquel directamente asociado con un valor de parámetro (OCDE, 2003).
Manejo de zona costera	El manejo de áreas y recursos costeros y marítimos con fines de un uso sustentable, desarrollo y protección (IUCN, 2009).	Árbol de problemas	El árbol de problemas, también llamado un árbol lógico, es un desglose gráfico de un problema que disecciona verticalmente sus diferentes componentes.
		Áreas de manejo	Las áreas de manejo se definen como áreas geográficas del cuerpo de agua donde todos los operadores del área acuerdan (por coordinación y cooperación) ciertas prácticas de manejo o códigos de conducta.
		Monitoreo	El monitoreo es la vigilancia continua o periódica de la implementación física de un proyecto a fin de asegurar que los insumos, actividades, productos y factores externos cumplan con los procedimientos planeados.

Objetivos operacionales	Los objetivos operacionales son las metas cuantificables de producción, ambientales y socioeconómicas que deben lograrse tanto en el corto como en el largo plazo.	Vigilancia	Se refiere a una serie sistemática de investigaciones de una determinada población de animales acuáticos para detectar la ocurrencia de enfermedades, con fines de control; puede incluir muestreos de la población.
Evaluación de riesgo	La evaluación de riesgo se enfoca en una gama de atributos ecológicos con el fin de proteger los valores ecológicos, ambientales, sociales y culturales identificados por la sociedad.	Zona de vigilancia	Se refiere a una zona en la cual se desarrolla una serie sistemática de investigaciones de una población de animales acuáticos.
Selección de sitio	La selección de sitio es el proceso mediante el cual varios factores indicados permiten tomar la decisión de cuál es un sitio apto para un sistema específico de cultivo, o alternativamente, decidir un sistema de cultivo que se adapte al sitio disponible (Kutty, 1987; Ross <i>et al.</i> , 2013).	Zona de vigilancia específica	Vigilancia orientada a una enfermedad o infección específica. Se refiere a una porción de uno o más países que comprenden un área de captura completa desde la fuente de una vía fluvial hasta el estuario, más que una zona de captación, parte de un área de captación desde la fuente de una vía fluvial hasta una barrera, o una parte de la zona costera, o un estuario con una delimitación geográfica precisa que consiste en un sistema hidrológico homogéneo.
Manejo de sitio	Se refiere a todas las acciones enfocadas en mantener las actividades en el sitio, incluyendo las ambientales, legales, administrativas y aspectos gerenciales de la actividad (IUCN, 2009).	Zonificación	Significa la identificación de una zona con fines de control de enfermedades (salud de animales acuáticos).
Planeación espacial	Se refiere a los métodos utilizados por el sector público para influir en la distribución de personas y actividades en espacios de diversas escalas. La planificación espacial se lleva a cabo a nivel local, regional, nacional e internacional y a menudo el resultado es la creación de un plan espacial. La planificación espacial también implica un sistema que no solo es espacial, sino que involucra procesos y garantiza resultados sostenibles, integrados e incluyentes (FAO, 2013).	Zonificación	La zonificación implica reunir los criterios para ubicar la acuicultura y otras actividades a fin de definir amplias zonas adecuadas para diferentes actividades o combinaciones de actividades. La zonificación se puede utilizar como fuente de información para posibles desarrolladores (por ejemplo, identificando las áreas más adecuadas para una actividad en particular); o como una herramienta de planificación y regulación, en la que las diferentes zonas se identifican y caracterizan por cumplir ciertos objetivos (GESAMP, 2001).
Capacidad de carga social	La capacidad de carga social es el nivel de desarrollo por encima del cual pueden emerger conflictos sociales.		
Partes interesadas	Las personas, grupos u organizaciones que tienen interés directo o indirecto en una actividad que normalmente inicia por una autoridad administrativa u otros actores o que se ve afectada o que tiene interés en un objetivo o políticas establecidas por esa autoridad administrativa (IUCN, 2009).		

FUENTES

- FAO.** 2009. *Environmental impact assessment and monitoring in aquaculture*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 527. Rome. 57 pp. Includes a CD-ROM containing the full document, 648 pp. (also available at www.fao.org/docrep/012/i0970e/i0970e00.htm).
- FAO.** 2013. *Applying spatial planning for promoting future aquaculture growth*. Seventh Session of the Sub-Committee on Aquaculture of the FAO Committee on Fisheries. St Petersburg, Russian Federation, 7–11 October 2013. Discussion document: COFI:AQ/VII/2013/6. (also available at www.fao.org/cofi/43696-051fac6d003870636160688ecc69a6120.pdf).
- GESAMP (IMO/FAO/UNESCO-IOC/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection).** 2001. *Planning and management for sustainable coastal aquaculture development*. Rep. Stud.GESAMP, (68): 90 pp. (also available at www.fao.org/docrep/005/y1818e/y1818e00.htm).
- IUCN.** 2009. *Guide for the sustainable development of Mediterranean aquaculture 2. Aquaculture site selection and site management*. IUCN, Gland, Switzerland and Malaga, Spain. VIII, 303 pp. (also available at <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2009-032.pdf>).
- Kutty, M.N.** 1987. *Site selection for aquaculture*. United Nations Development Programme. FAO. Nigerian Institute for Oceanography and Marine Research. Project RAF/82/009. (also available at www.fao.org/docrep/field/003/AC170E/AC170E00.htm#ch1).
- Millennium Ecosystem Assessment.** 2005. *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Washington, DC, Island Press. (also available at www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf).
- OECD.** 2003. *OECD glossary of statistical terms*. [online]. France. [Cited 12 January 2017]. <https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=830>.

- Ross, L.G., Telfer, T.C., Falconer, L., Soto, D. & Aguilar-Manjarrez, J., eds.** 2013. *Site selection and carrying capacities for inland and coastal aquaculture*. FAO/Institute of Aquaculture, University of Stirling, Expert Workshop, 6–8 December 2010. Stirling, UK. FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings No. 21. Rome, FAO. 46 pp. Includes a CD-ROM containing the full document (282 pp.). (also available at www.fao.org/docrep/017/i3099e/i3099e00.htm).
- Sanchez-Jerez, P., Karakassis, I., Massa, F., Fezzardi, D., Aguilar-Manjarrez, J., Soto, D., Chapela, R., Avila, P., Macias, J. C., Tomassetti, P., Marino, G., Borg, J. A., Franićević, V., Yucel-Gier, G., Fleming, I.A., Biao, X., Nhhala, H., Hamza, H., Forcada, A. & Dempster, T.** 2016. Aquaculture's struggle for space: the need for coastal spatial planning and the potential benefits of allocated zones for aquaculture (AZAs) to avoid conflict and promote sustainability. *Aquaculture Environment Interactions. Aquacult Environ Interact*, Vol. 8: 41–54. (also available at www.int-res.com/articles/aei2016/8/q008p041.pdf).

El enfoque ecosistémico a la acuicultura provee lineamientos conceptuales para la planeación espacial y el manejo. Esta publicación describe los pasos principales a seguir en estas actividades. El razonamiento y objetivos de cada paso, las maneras (métodos) para implementarlo y los medios (herramientas) disponibles para aplicar una metodología se describen a modo de etapas. Se proveen recomendaciones para implementadores y tomadores de decisiones. Un documento de políticas acompaña a esta publicación. Existen numerosos beneficios de la planeación y manejo espacial, entre los que se incluyen una mayor productividad y retornos para los inversionistas, así como una mitigación más efectiva de los riesgos ambientales, económicos y sociales; los detalles se incluyen en este documento.

Esta publicación está organizada en dos partes. La primera parte es la "Guía", la cual constituye el cuerpo principal del documento y describe los procesos y pasos para la planificación espacial, incluida la zonificación de la acuicultura, la selección del sitio y el manejo de áreas. La segunda parte de la publicación incluye seis anexos (disponibles solo en inglés) que presentan temas clave, incluyendo: (i) instrumentos internacionales vinculantes y no vinculantes, que establecen el contexto para la acuicultura nacional sustentable; (ii) zonificación en bioseguridad; (iii) certificación y manejo de zonas acuícolas; (iv) un panorama de las principales herramientas y modelos que se pueden utilizar para informar el proceso de planeación espacial; (v) estudios de caso de diez países - Brasil, Chile, China, Indonesia, México, Omán, las Filipinas, Turquía, Uganda y el Reino Unido de la Gran Bretaña e Irlanda del Norte; y (vi) un reporte de taller.

Los estudios de caso por país ilustran algunos aspectos clave de la implementación de la planeación y manejo espacial a nivel nacional, pero sobre todo en los contextos locales. Algunos mensajes clave incluyen las maneras que los temas institucionales, legales y de políticas son resueltos para implementar el proceso o partes del proceso.



ISBN 978-92-5-130830-1



9 789251308301
I6834ES/1/08.18