



	Atlántico	Bolívar	Caldas	Cauca	Cesar	Córdoba	Guaviare	Magdalena	Meta	Nariño	Quindío	Risaralda	Sucre	Tolima	Valle del Cauca
AC	1	2	1	1	3	1	1	1	3	0					
MC	1	3	2	3	2	2	3	2	1						
NC	1	0	1	2	3	1	2	1	1						
AC	3	1	3	1	1	3	3	3	0						
MC	3	1	2	2	1	3	1	2	0						

Zonificación de la Acuicultura Nacional



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL
DE ACUICULTURA Y PESCA



MinAgricultura
Ministerio de Agricultura
y Desarrollo Rural

100 AÑOS

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**





"Acuicultura y Pesca Con Responsabilidad"

Zonificación de la Acuicultura Nacional

Nadezhdy Ginova Hortúa Cortés *

Coordinación Nacional para la formulación del PlaNDAS: María Claudia Merino **
Asistencia Técnica de FAO: Doctor Alejandro Flores Nava ***

Bogotá, Julio de 2013

*Geógrafa, Máster en Ordenamiento del Territorio, Consultora FAO

**Profesional Especializado Dirección Técnica Administración y Fomento, AUNAP

***Oficial Superior de Pesca y Acuicultura de la Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe



MinAgricultura
Ministerio de Agricultura
y Desarrollo Rural

100
AÑOS

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**





MinAgricultura
Ministerio de Agricultura
y Desarrollo Rural

100
AÑOS

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - MADR

Francisco Estupiñán Heredia

Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural

Jorge Luis Micán Baquero

Director de Pesca y Acuicultura (e)



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL
DE ACUICULTURA Y PESCA

"Acuicultura y Pesca Con Responsabilidad"

Autoridad Nacional de Pesca y Acuicultura (AUNAP)

Julián Botero Arango

Director General AUNAP

Carlos Enrique Mosquera Arango

Director Técnico de Administración y Fomento

María Claudia Merino

Profesional Especializado Coordinadora de actividades para elaboración de los documentos insumos para la formulación de PlaNDAS



Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO

Rafael Zavala Gómez del Campo

Representante de la FAO en Colombia

Iván León Ayala

Oficial Nacional de Programas de la Representación en Colombia

Alejandro Flores Nava

Oficial Superior de Pesca y Acuicultura de la Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe

ISBN: 978-958-57974-1-3

Contenido

I.	Introducción	4
I.1.	Alcance de la escala en la Zonificación de la Acuicultura Nacional	4
I.2.	Antecedentes	6
II.	Metodología para determinar zonas de aptitud acuícola continental	8
II.1.	Requerimientos y unificación cartográfica.	8
II.2.	Calificación de variables	12
II.3.	Mapas de aptitud acuícola por variables	14
II.4.	Mapas consolidados de aptitud acuícola por departamentos	27
II.5.	Definición de variables determinantes y características	29
II.6.	Construcción del “Código de Aptitud Acuícola”	30
III.	Mapas de zonificación de la Acuicultura Nacional Continental	31
III.1.	Definición y mapificación de zonas aptas, medianamente aptas y no aptas para la acuicultura.	32
III.2.	Restricciones biofísicas y socioeconómicas	35
III.3.	Mapa de restricciones en áreas con aptitud acuícola	37
III.4.	Estadísticas por departamento	45
III.5.	Validación de la Zonificación de la Acuicultura Nacional Continental.	54
IV.	Áreas potencialmente aptas para la Acuicultura Marina	57
IV.1.	Definición de requerimientos	57
IV.2.	Calificación de variables	62
IV.3.	Mapas de zonificación de la acuicultura marina	64
V.	Conclusiones.	74
VI.	Bibliografía.	75
VII.	Anexos cartográficos digitales (en CD adjunto)	77
VII.1.	Anexo A: Zonificación de la Acuicultura Nacional y departamental continental para especies de aguas cálidas	
VII.2.	Anexo B: Zonificación de la Acuicultura Nacional y departamental continental para especies de aguas frías	
VII.3.	Anexo C: Restricciones para Especies de aguas cálidas	
VII.4.	Anexo D: Restricciones para Especies de aguas frías	
VII.5.	Anexo E: Áreas potencialmente aptas para la acuicultura marina	

I. Introducción

La Zonificación de la Acuicultura para Colombia se enmarca dentro del Plan Nacional de Desarrollo de la Acuicultura Sostenible (PlaNDAS), el cual está siendo formulado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), quienes, con el apoyo de la FAO y en conjunto con otras entidades y la comunidad de acuicultores del país, pretende promover el desarrollo y crecimiento sistémico y sostenible de la acuicultura colombiana, para incrementar la oferta y consumo de sus productos y potenciar las exportaciones.

Así, la zonificación acuícola que aquí se presenta es el primer ejercicio que ha sido elaborado para todo el territorio nacional con el fin de recomendar las zonas aptas y medianamente aptas para realizar la acuicultura continental y marina en Colombia. El producto final no son solo los mapas de aptitud acuícola, sino también una base de datos geográfica con capas de información biofísica, socioeconómica y de restricciones que conciernen a la acuicultura, constituyéndose en el pilar de un Sistema de Información Geográfica (SIG) de la Acuicultura.

El Sistema de Información Geográfica construido permite responder a preguntas geográficas básicas como: *dónde* se encuentran diferentes grados de aptitud acuícola a partir de ciertos requerimientos ambientales, *cuánta* área ocupa cada tipo de aptitud y *qué* tipo de restricciones tienen las áreas identificadas como aptas. Este informe técnico documenta la metodología utilizada para la construcción de los mapas de zonificación para la acuicultura a escala 1:500 000 y los mapas resultantes de la evaluación de aptitud para especies de aguas frías y cálidas en el país. También incluye tablas estadísticas por hectáreas y por nivel de aptitud.

En cuanto a la acuicultura marina hay vacíos de información que no permitan hacer una adecuada zonificación acuícola para especies cultivadas en el océano. Sin embargo, este informe presenta la identificación de áreas potencialmente aptas para la actividad utilizando la información recopilada de los estudios adelantados por el INVEMAR de calidad y contaminación del agua marina; también se tuvieron en cuenta las áreas naturales protegidas, las cuales fueron excluidas por ser incompatibles con la acuicultura.

I.1. Alcance de la escala en la Zonificación de la Acuicultura Nacional

El alcance de la presente Zonificación de la Acuicultura Nacional (ZAN) está condicionado por la información cartográfica que fue posible recopilar y por la

escala 1:500 000 con que fue generada. La escala, que es la relación existente entre el mapa y el mundo real, determina el contenido y la calidad de la información y por tanto define el nivel de detalle del mapa y el alcance de la información generada; 1:500 000 es una escala pequeña donde un centímetro en el mapa representa 5 km en el terreno y un centímetro cuadrado representa 2 500 ha es decir, es de poco detalle por lo que, en el caso de la ZAN, corresponde a una información de *Nivel Exploratorio* utilizado para orientar la planeación regional y departamental.

En consecuencia la ZAN es la primera aproximación a una cartografía de aptitud detallada para la acuicultura continental y marina puesto que la escala utilizada no es concluyente y los resultados solo pueden ser interpretados como un indicio de áreas aptas o medianamente aptas.

Para ilustrar con un ejemplo práctico el mapeo de sitios acuícolas a la escala 1:500 000 se puede citar que, según la Encuesta Nacional Piscícola¹ del año 2010, el área en espejo de agua total cultivada para todo el país era de 2 440 ha, lo que representa en el mapa a tan solo a 1 cm cuadrado disgregado por todo el territorio nacional. En el caso de la acuicultura marina se definió que el espacio destinado para esta actividad comprende 1 km mar adentro desde la línea de la costa, lo que en la escala 1:500 000 corresponde a una franja de 2 mm en el mapa.

Sin embargo, debe reconocerse que el mapa resultado de la ZAN es un importante insumo de aptitud nacional que permite delimitar áreas del país con potencial para la acuicultura donde se deben focalizar los estudios locales a un nivel semidetallado con miras a un ordenamiento productivo acuícola, que debería trabajarse en una escala mínimo de 1:100 000 y 1:25 000. En la figura 1 se muestra el nivel de detalle con que se presentan los mapas, de acuerdo con la escala en la que se realizan.

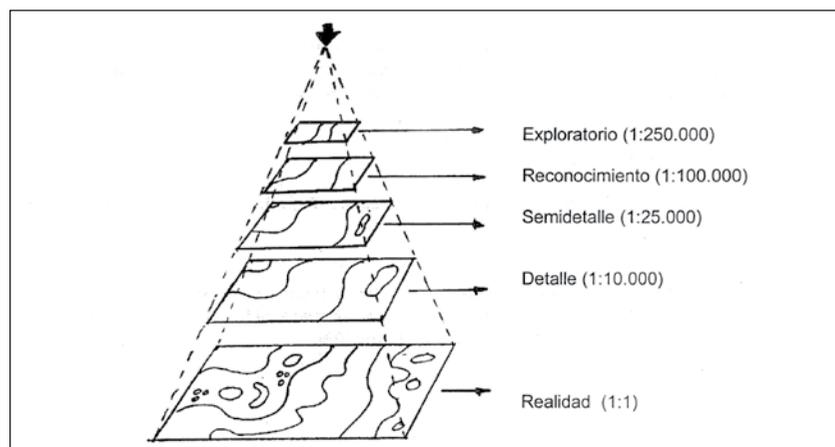


Figura 1. Nivel de detalle de acuerdo con la escala, tomado de Etter, 1991.

¹ CCI - Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). Encuesta Nacional Piscícola 2010A.

1.2. Antecedentes

En los últimos años, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) han sido una importante herramienta a nivel mundial para el desarrollo y la gestión de la acuicultura y la pesca. Son numerosos los proyectos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), que utilizan la herramienta SIG para determinar la distribución de la pesca y la acuicultura, los sistemas de producción y las redes de transporte y el mercado, siendo toda esta información necesaria para evaluar la idoneidad de zonas con aptitud acuícola.

La FAO creó el sitio web GISFish (www.fao.org/fi/gisfish) donde se pueden encontrar, entre otras, las experiencias aplicadas del uso de SIG, teledetección y cartografía en la acuicultura y la pesca. Los Sistemas de Información Geográfica están básicamente integrados a los sistemas informáticos que permiten la entrada de la tecnología digital de datos georreferenciados para elaborar mapas, textos, gráficos y tablas. La utilidad fundamental de los SIG, sin embargo, reside en su capacidad para manipular y superponer datos en un gran número de formas para realizar varias funciones de análisis, con el fin de producir resultados que podrían contribuir a una decisión más rápida y más eficiente².

Los documentos de las investigaciones consultadas realizadas sobre este mismo tema se basan en la aplicación de análisis multicriterio utilizando un sistema de información geográfica en donde se integran datos cualitativos y cuantitativos para la zonificación acuícola. Las variables utilizadas en esas investigaciones para determinar sitios aptos para la acuicultura son principalmente la disponibilidad del agua, aptitud del terreno y accesibilidad a mercados potenciales.

El SIG se ha venido utilizando cada vez más en la acuicultura; como ejemplo de ello se pueden citar los trabajos de Meaden, Kapetsky, Aguilar Manjarrez y Travaglia quienes utilizan la tecnología del SIG para la selección de sitios potenciales para la actividad. Algunos ejercicios de zonificación acuícola realizadas a nivel internacional son los siguientes:

- AGUILAR-MANJARREZ, J., (1992). "Construction of a GIS for Tobasco State Mexico. Establishment of technical and social decision models for aquaculture development".
- AGUILAR-MANJARREZ, J., NATH, S.S., (1998). "A strategic reassessment of fish farming potential in Africa".

² <http://www.fao.org/fishery/topic/14860/en>

- CHIMOWA, M., NUGENT, C., (1993). "A fisheries GIS for Zimbabwe: an initial analysis of the numbers, distribution and size of Zimbabwe's dams."
- KAPETSKY, J.M., (1989). "A geographical information system for aquaculture development in Johore State".
- KAPETSKY, J.M., NATH, S.S., (1997). "A strategic assessment of the potential for freshwater fish farming in Latin America".
- KAPETSKY, J.M., MCGREGOR, L., NANNE, H.E., (1987). "A geographical information system and satellite remote sensing to plan for aquaculture development: a FAO-UNEP: GRID cooperative study in Costa Rica".
- KAPETSKY, J.M., WIJKSTROM, U.N., MACPHERSON, N.J., VINCKE, M.M.J., ATAMAN, E., CAPONERA, F. (1990). "Where are the best opportunities for fish farming in Ghana? The Ghana aquaculture geographical information system as a decision-making tool".
- SHREE S. NATH, JOHN P. BOLTE, LINDSAY G. ROSS, JOSE AGUILAR MANJARREZ., (1999). "Applications of geographical information systems (GIS) for spatial decision support in aquaculture". Aquaculture Engineering vol. 23 (1-3), 233-278.

En Colombia se han efectuado tres ejercicios de zonificación acuícola utilizando SIG, los cuales se mencionan a continuación:

- INPA. 1991. Atlas sobre la evaluación del potencial para la acuicultura (sector Buenaventura - Río Mataje) por imagen satélite. Programa Regional de Cooperación PEC para la pesca. Comunidad Económica Europea.
- OVIEDO, Misael Enrique. 2011. Evaluación de la potencialidad de la región costera del departamento de Córdoba para el cultivo de *Tilapia nilótica*. Tesis de maestría Universidad de Córdoba.
- RAMIREZ, Alexa. 2009. Evaluación de áreas potenciales para el desarrollo de sistemas acuícolas. Tesis Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira.

Ninguno de ellos comprende una zonificación de aptitud para la totalidad del territorio colombiano. Los dos primeros abarcan estudios regionales y por lo tanto, son de un nivel de detalle mayor que el que se realizó en esta consultoría. El tercer

ejercicio comprende la identificación de sitios aptos en la región andina y a nivel transnacional en América del Sur. También hay que destacar que el INVEMAR ha elaborado zonificaciones en algunas Unidades Ambientales Costeras (UAC) que incluyen entre otras, la acuicultura. Sin embargo, teniendo en cuenta la información recopilada, se puede decir que aún no se tiene registro de zonificaciones acuícolas en el área marina.

II. Metodología para determinar zonas de aptitud acuícola continental

Como ya se mencionó, la Zonificación de la Acuicultura Nacional (ZAN) se basó en la integración y análisis espacial de información cartográfica nacional oficial a escala 1:500 000, utilizando un Sistema de Información Geográfica (SIG); la metodología se basó en cuatro grandes procedimientos:

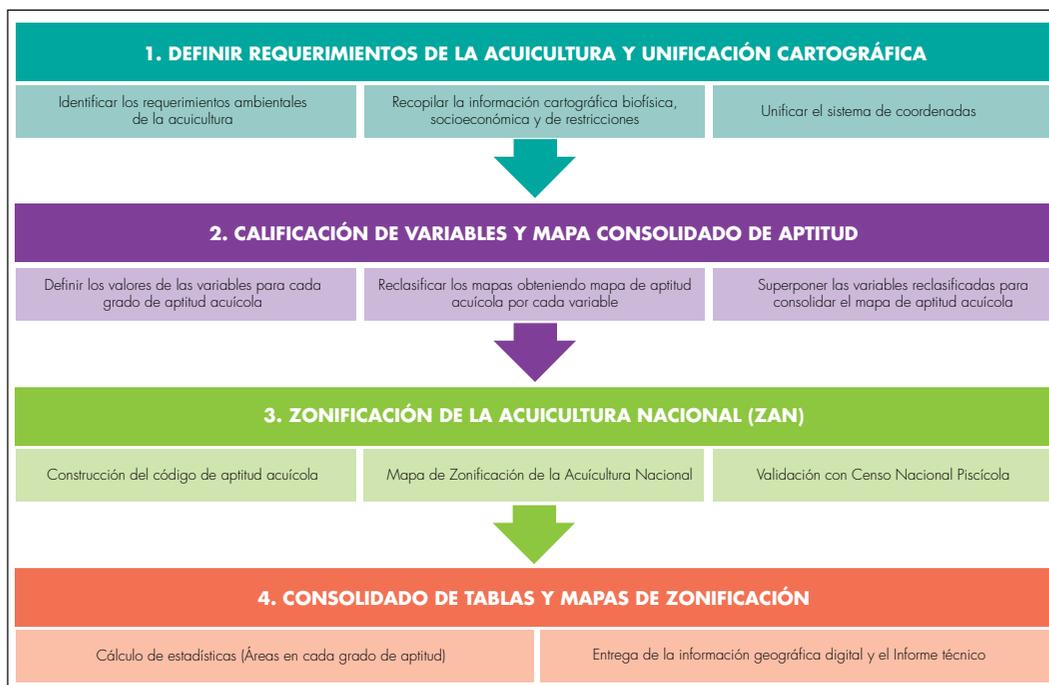


Figura 2. Procedimientos desarrollados para la obtención de la Zonificación de la Acuicultura Nacional.

II.1. Requerimientos y unificación cartográfica

Con la experiencia de expertos de la acuicultura en Colombia y los antecedentes de zonificaciones acuícolas realizadas con Sistemas de Información Geográfica se definieron los requerimientos básicos para la ubicación de estanques para acuicultura, teniendo en cuenta que estos requerimientos se pueden representar espacialmente y

por tanto son cartografiables. Las variables que, de acuerdo con las recomendaciones de los expertos, se debieron tener en cuenta para la construcción de la ZAN, fueron las siguientes:

Disponibilidad de agua: La disponibilidad de agua proveniente de quebradas, ríos, embalses, lagunas y ciénagas es básica para la actividad acuícola, así como su calidad y cantidad. La zonificación en el presente trabajo solo tuvo en cuenta la disponibilidad de agua puesto que los datos oficiales utilizables sobre caudales y calidad son puntuales y localizados para ciertas regiones y no permiten caracterizar todo el territorio nacional.

Temperatura del agua: Este parámetro es primordial en la acuicultura y sus rangos determinan el establecimiento de las especies a cultivar, ya sean organismos de aguas cálidas o de aguas frías; sin embargo, como aún no se cuenta con un mapa a nivel nacional de temperaturas del agua, se optó por utilizar la temperatura ambiental como indicador de aptitud.

Tipo de Suelo: El suelo recomendado para la acuicultura debe ser lo más impermeable posible por lo que los más recomendados para construir estanques en tierra son los suelos arcillosos o aquellos que tengan un contenido mínimo del 30% de arcillas para impedir las pérdidas de agua por filtración³.

Pendiente: Es importante para determinar el sitio donde quedan mejor ubicados los estanques y de esta manera aprovechar al máximo las condiciones naturales sin necesidad de transformaciones importantes que afecten la rentabilidad de la inversión.⁴ La inclinación de los terrenos es importante porque facilita o dificulta la funcionalidad de la infraestructura productiva y tiene directa relación con los costos de construcción.

Accesibilidad: Esta variable socioeconómica identifica las posibilidades de articular la producción acuícola con los insumos y el mercado a través de la infraestructura vial, así como la cercanía a los puertos y aeropuertos, para el caso de las que tienen proyecciones de exportación.

Con base en esta información, para la determinación de la ZAN se escogieron 4 factores biofísicos, 5 socioeconómicos, 3 grupos de áreas de exclusión y 3 grupos de zonas de manejo especial, los cuales son:

³ Mojica y Villaneda. 2001, citado por Merino, María Claudia y otros. Guía Práctica de Piscicultura en Colombia INCODER 2006.

⁴ Ibíd.

Factores biofísicos

1. Temperatura adecuada para el cultivo de especies de aguas frías y cálidas.
2. Disponibilidad de agua, proveniente de quebradas, ríos, embalses, lagunas y ciénagas.
3. Suelos impermeables (con alto contenido de arcilla), aptos para la construcción de estanques.
4. Pendiente aprovechable para uso acuícola sin necesidad de grandes obras ingenieriles.

Factores socioeconómicos

1. Acceso por vías terrestres
2. Acceso a energía eléctrica en un radio de influencia razonable
3. Cercanía a centros urbanos que permita el acceso a mercados locales e insumos y servicios para la producción
4. Acceso a puertos marítimos que permita la comercialización
5. Acceso a aeropuertos nacionales y regionales que favorezcan la exportación.

Áreas de exclusión

1. Áreas naturales protegidas
2. Áreas inundables la mayor época del año
3. Áreas urbanas.

Zonas de manejo especial

1. Comunidades Negras
2. Resguardos indígenas
3. Raizales.

Estos factores se muestran en la siguiente figura:



Figura 3. Factores considerados requerimientos para la aptitud de la Acuicultura Continental.

Definidos los requerimientos básicos de la acuicultura continental se procedió a la consecución de la información cartográfica digital biofísica, socioeconómica, de restricciones y de manejo especial, mínimo a la escala 1:500 000, para lo cual se utilizaron los mapas de la base cartográfica digital disponible en el Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER) y mapas temáticos con cubrimiento nacional del Sistema de Información Geográfica para la Planeación y el Ordenamiento Territorial Nacional (SIGOT), de libre acceso a través de Internet.

Con estos insumos se construyó una base cartografía digital en formato *vector*, en la que se almacenan las variables georreferenciadas representadas en forma de polígonos, líneas y puntos ligados a datos alfanuméricos que brindan información relacionada a cada capa; el análisis espacial se hizo en formato vector pues toda la información cartográfica digital base se encontró en este tipo de geometría.

La siguiente tabla muestra cada una de las variables que se recopilaron, la escala, la fuente y la geometría de cada capa de información.

Tabla 1. Fuente de información de las variables utilizadas en la ZAN.

Variable	Elementos	Fuente	Escala	Año	Geometría
Agua	Quebradas, ríos, lagunas, ciénagas, embalses	IGAC-SIGOT	500.000	2011	Línea y Polígono
Temperatura	Temperatura ambiental multianual	IDEAM-SIGOT	500.000	2007	Polígono
Suelos	Contenido de arcilla	IGAC-CORPOICA	100.000	2010	Polígono
Pendiente	Inclinación del terreno	IGAC-ZAE	500.000	1993	Polígono
Vías	Carreteras terrestres pavimentadas y no pavimentadas	IGAC-SIGOT	500.000	2011	Línea
Mercados e insumos	Proximidad a centros urbanos	IGAC-SIGOT	500.000	2010	Punto
Energía eléctrica	Cobertura rural de energía eléctrica	DANE-SIGOT	500.000	2005	Polígono
Puertos marítimos	Puertos marítimos de importancia para la exportación	IGAC-SIGOT	500.000	2010	Punto
Aeropuertos	Aeropuertos internacionales, nacionales y regionales	IGAC-SIGOT	500.000	2010	Punto
Áreas naturales protegidas	Parques Nacionales Naturales, Reservas Forestales de Ley 2 de 1959	IGAC-SIGOT	500.000	2010	Polígono
Áreas inundables	Áreas inundables la mayor época del año	IGAC-ZAE	500.000	1993	Polígono
Áreas urbanas	Capitales, cabeceras municipales y otros centros urbanos	IGAC-SIGOT	500.000	2011	Polígono
Áreas de manejo especial	Comunidades negras, resguardos indígenas y raizales	IGAC-SIGOT	500.000	2010	Polígono

Puesto que la cartografía proveniente de las diferentes fuentes institucionales consultadas no tenían el mismo sistema de coordenadas, fue necesario unificar el

sistema de referencia de la cartografía recopilada con base en coordenadas planas Magna-Sirgas (Marco Geocéntrico Nacional de Referencia, densificación del Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas), que es el sistema oficial que adoptó el IGAC en el 2005 para la cartografía colombiana:

Projected Coordinate System:	GAUSS_BTA_MAGNA
Projection:	Transverse_Mercator
False_Easting:	1000000.00000000
False_Northing:	1000000.00000000
Central_Meridian:	-74.07750792
Scale_Factor:	1.00000000
Latitude_Of_Origin:	4.59620042
Linear Unit:	Meter

Este sistema de coordenadas garantiza que la base de datos geográfica que se empieza a construir para la acuicultura será compatible con la cartografía oficial colombiana así como con las técnicas espaciales de posicionamiento como son la GNSS (Global Navigation Satellite Systems) y con otros conjuntos de datos internacionales georreferenciados.

Dentro del proceso digital se generó la validación topológica a cada capa de información para no cometer errores en el cálculo de áreas; por esto, previo a la utilización de las capas, se editaron errores topológicos, la mayoría de ellos, por duplicidad de elementos. Adicionalmente, la suma de las áreas departamentales fue confirmada con los datos oficiales del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

II.2. Calificación de variables

El siguiente paso consistió en definir con expertos en la acuicultura los valores cuantitativos que determinarían los tres grados de aptitud acuícola: apto, medianamente apto y no apto. A continuación se muestra el formulario utilizado para recolectar esta información.

ZONIFICACIÓN DE LA ACUICULTURA NACIONAL						
Formulario para la clasificación de mapas de aptitud acuícola						
Con el fin de realizar la Zonificación Acuícola Nacional a escala 1:500.000 se ha diseñado el siguiente formulario como insumo para evaluar los sitios potenciales acuícolas en Colombia. La escala 1:500.000 corresponde a un nivel explotario donde 1 cm en el mapa es igual a 5 km en el terreno.						
Ya que la información que aquí se recoge es de suma importancia para realizar un correcto proceso de análisis, acudimos a usted como experto en el sector acuícola, en donde respetuosamente solicitamos que indique para cada variable los rangos, que según su experiencia, podrían definir los 3 grados de aptitud: Sitio apto, medianamente apto y no apto para la acuicultura.						
COMPONENTE	VARIABLE	INDICADOR	VALORES DEL MAPA	Apto	Medianamente Apto	No Apto
BIOFÍSICO	Suelo	% de arcilla	0-90%	35%-50%	18 a 34%	<18% y >50%
	Agua	Proximidad fuentes de agua (km)	Distancia a Ríos	0 a 500 metros	500 metros a 2 km	> 2 km
			Distancia a Quebradas			
			Distancia a Lagunas			
			Distancia a Embalses			
			Distancia a Ciénagas			
	Temperatura ambiental	°C	< 1.5°C	Especies frías 8 a 16 °C	Especies frías 16 a 20 °C	Especies frías > 20 °C
			1.5 a 6°C			
			6 a 12°C			
			12 a 18°C			
18 a 24°C						
>24°C	Especies cálidas 24 a 31 °C	Especies cálidas 18 a 24 °C	Especies cálidas <18 °C			
Pendiente	%	0 a 7%	0 a 7 %	7 a 25%	>25%	
		7 a 25%				
		25 a 50%				
		>50%				
SOCIOECONÓMICO	Vías terrestres	Proximidad a vías (km)	Distancia a Vías Pavimentadas	< 5 km	5 a 10 km	> 10 km
			Distancia a Vías Sin Pavimentar	< 1 km	1 a 2 Km	> 2 km
	Puertos	Proximidad a puertos (km)	Distancia a puertos Marítimos	<100 km	100 a 300 km	> 300 km
	Aeropuertos	Proximidad a aeropuertos (km)	Distancia a aeropuertos internacionales	< 100 Km	100 a 400 km	> 400 km
			Distancia a aeropuertos Nacionales	< 50 km	50 a 200 km	> 200 Km
			Distancia a aeropuertos Regionales	< 25 km	25 a 100 km	> 100 Km
	Energía eléctrica	Cobertura rural (%)	<20%	>80%	60 a 80%	<60%
			20 a 40%			
			40 a 60%			
			60 a 80%			
>80%						
Mercado e Insumos	Proximidad a centros urbanos (km)	Metropoli Nacional (Bogotá)	<50 km	50 a 100 km	>100 km	
		Metropolis Regionales (Medellín, Cali, Barranquilla y Bucaramanga)				
		Centros Subregionales de 1, 2 y 3 Orden				
OBSERVACIONES:						
Los datos fueron concertados en el taller PlaNDAS con la Junta Directiva de FEDEACUA efectuado el 3 de octubre de 2011						
Nombre	Taller PlaNDAS con la Junta Directiva de FEDEACUA			Entidad	INCODER - FEDEACUA	
Firma				Fecha	3 de octubre de 2011	

Figura 4. Formulario utilizado para determinar rangos de aptitud acuícola continental. En rojo aparecen los valores definidos por los expertos para el grado de aptitud acuícola.

Teniendo en cuenta los parámetros definidos por los expertos para cada una de las variables biofísicas y socioeconómicas, se reclasificaron los atributos de los mapas con la codificación 1, 2 y 3 que identificaría la aptitud, donde 1 corresponde a las condiciones aptas, 2 a las medianamente aptas y 3 a las condiciones no aptas para un desarrollo acuícola.

Para las variables vías, aeropuertos, puertos marítimos, agua y mercados e insumos se generaron áreas de influencia con los rangos definidos por los expertos. Esto se realizó en el software ArcGis 9.3 por medio de la herramienta *Buffer*.

II.3. Mapas de aptitud acuícola por variables

Así se generaron 10 mapas nacionales de aptitud acuícola, un mapa nacional con áreas a excluir y un mapa nacional de áreas con manejo especial, los cuales se relacionan a continuación.

Mapas de Aptitud Acuícola

Componente Biofísico

1. Mapa nacional de aptitud acuícola por Temperatura ambiental para especies de aguas cálidas.
2. Mapa nacional de aptitud acuícola por Temperatura ambiental para especies de aguas frías.
3. Mapa nacional de aptitud acuícola por Disponibilidad de agua.
4. Mapa nacional de aptitud acuícola por Pendiente.
5. Mapa nacional de aptitud acuícola por Contenido de arcilla.

Componente Socioeconómico

6. Mapa nacional de aptitud acuícola por accesibilidad a vías
7. Mapa nacional de aptitud acuícola por accesibilidad a mercados e insumos
8. Mapa nacional de aptitud acuícola por accesibilidad a energía eléctrica
9. Mapa nacional de aptitud acuícola por accesibilidad a aeropuertos
10. Mapa nacional de aptitud acuícola por accesibilidad a puertos marítimos.

Mapas con las áreas a excluir

11. Mapa nacional de áreas naturales protegidas, zonas urbanas y áreas inundables.

Mapa de áreas con manejo especial

12. Mapa nacional de resguardos indígenas, comunidades negras y población raizal. La representación de las variables en los mapas de aptitud se realizó tipo semáforo, en donde las áreas aptas corresponden al color verde, las áreas medianamente aptas, al color amarillo y las no aptas, al color rojo, como se muestra en la siguiente figura.

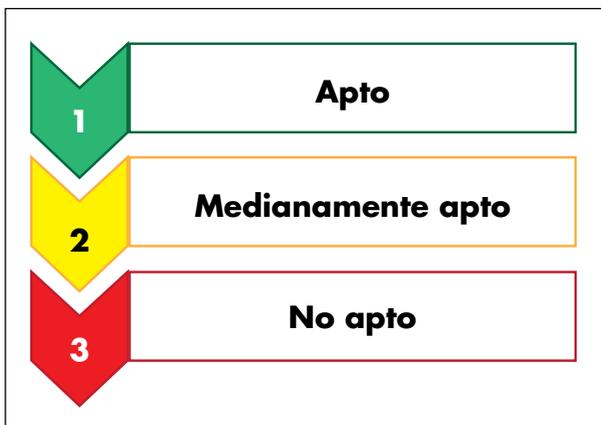
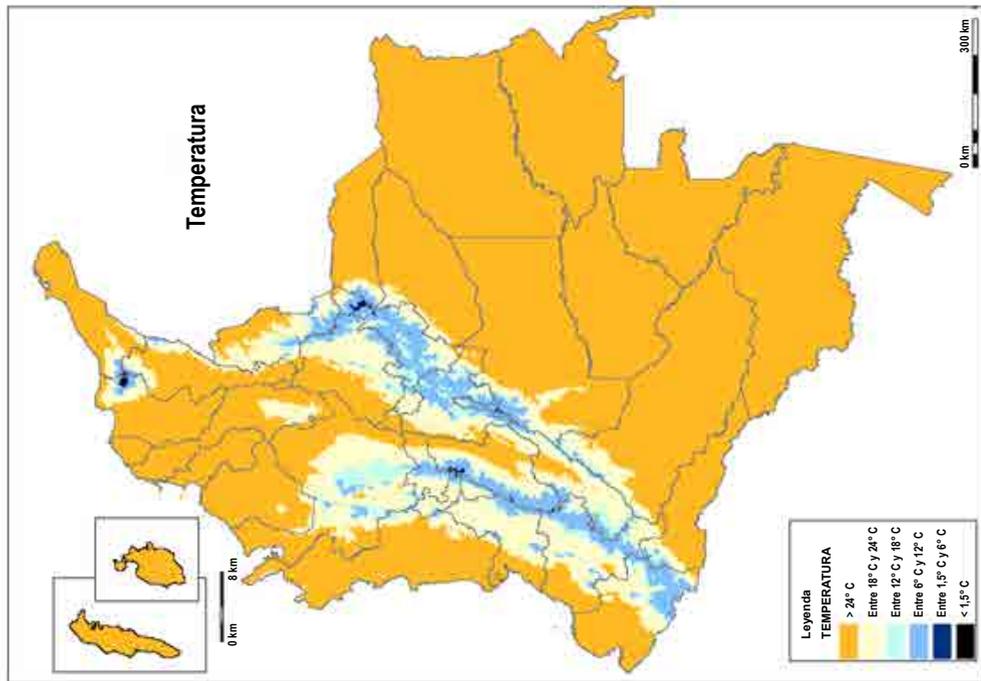
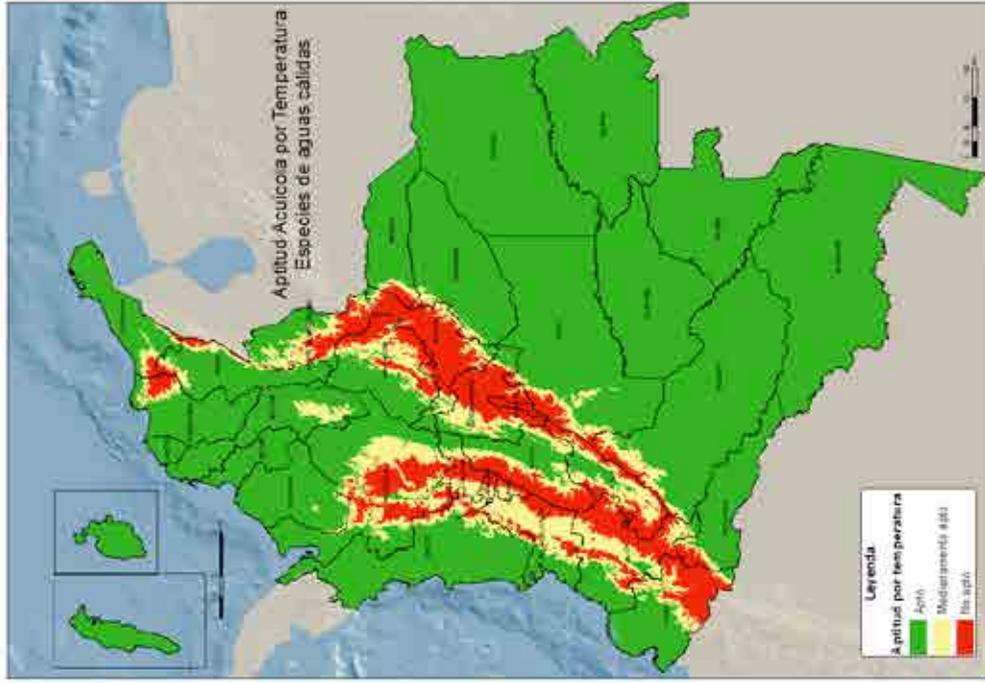


Figura 5. Asignación de colores y valores por aptitud en cada mapa.

A continuación se muestran a la izquierda, los mapas originales de las variables escogidas y a la derecha, la reclasificación de los valores del mapa de acuerdo con los parámetros indicados por los expertos para cada grado de aptitud acuícola.



VARIABLE		Apto	Mediamente apto	No apto
Temperatura Especies cálidas	24 a 31°C	18 a 24°C	< 18°C	

Figura 6. Mapa de Temperatura ambiental (izquierda) y su reclasificación (derecha): Mapa de aptitud acuícola por Temperatura ambiental para especies de aguas cálidas

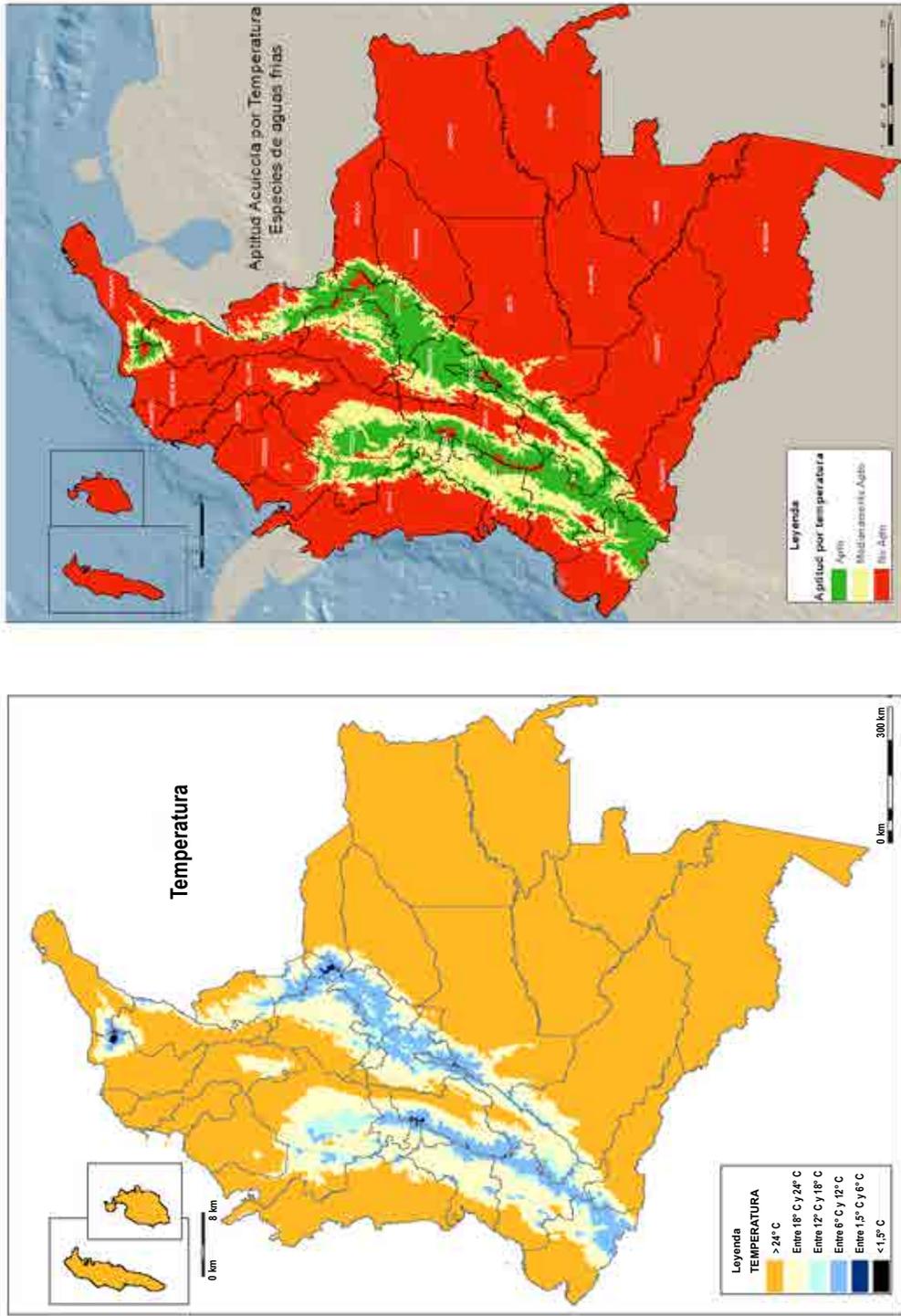
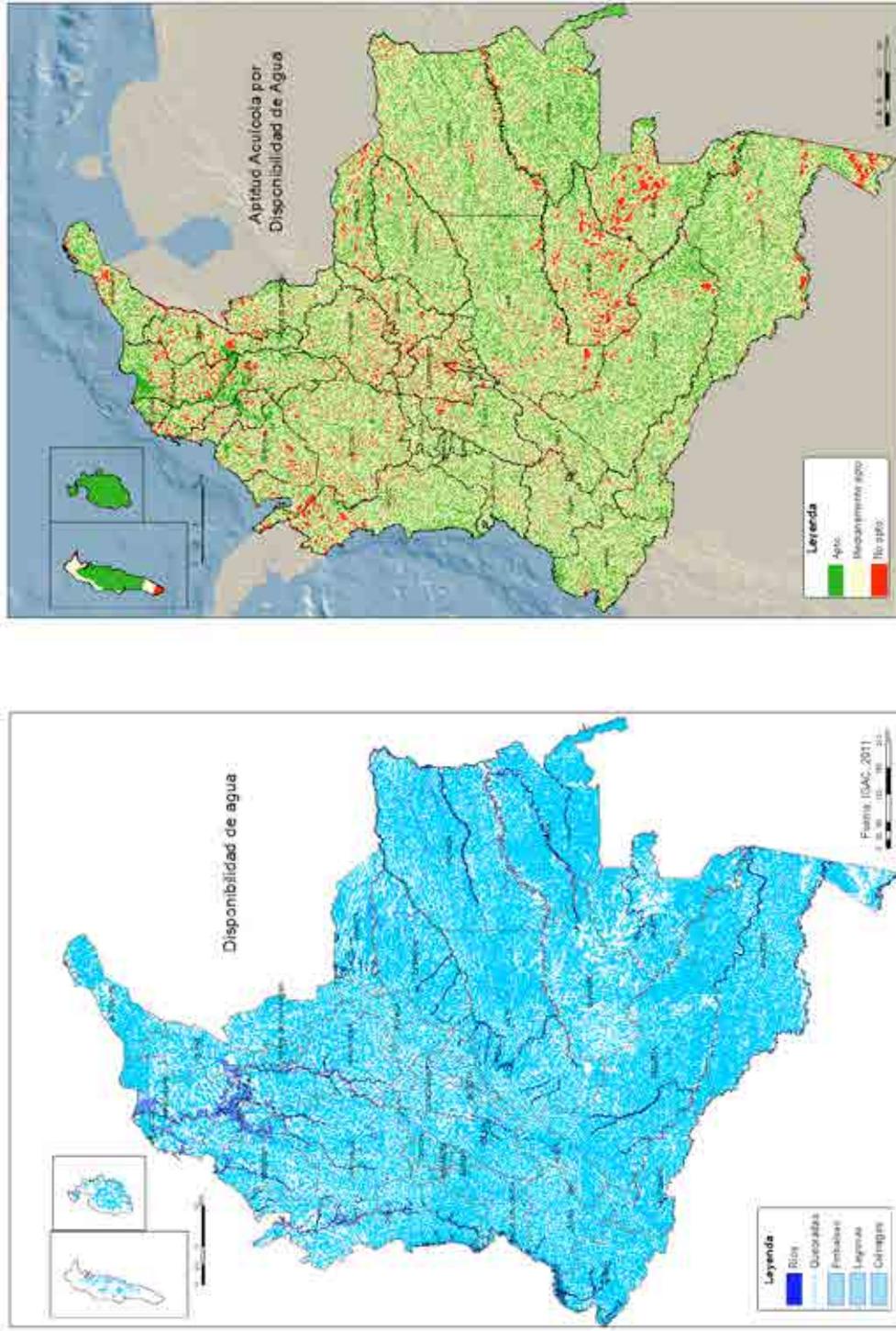


Figura 7. Mapa de Temperatura ambiental (izquierda) y su reclasificación (derecha): Mapa de aptitud acuicola por Temperatura ambiental para especies de aguas frías.



VARIABLE			
Agua	Apto 0 a 500 metros	Mediamente apto 500 metros a 2 km	No apto > 2 km

Figura 8. Mapa de disponibilidad de agua (izquierda) y su reclasificación (derecha): Mapa de aptitud acuícola por disponibilidad de agua

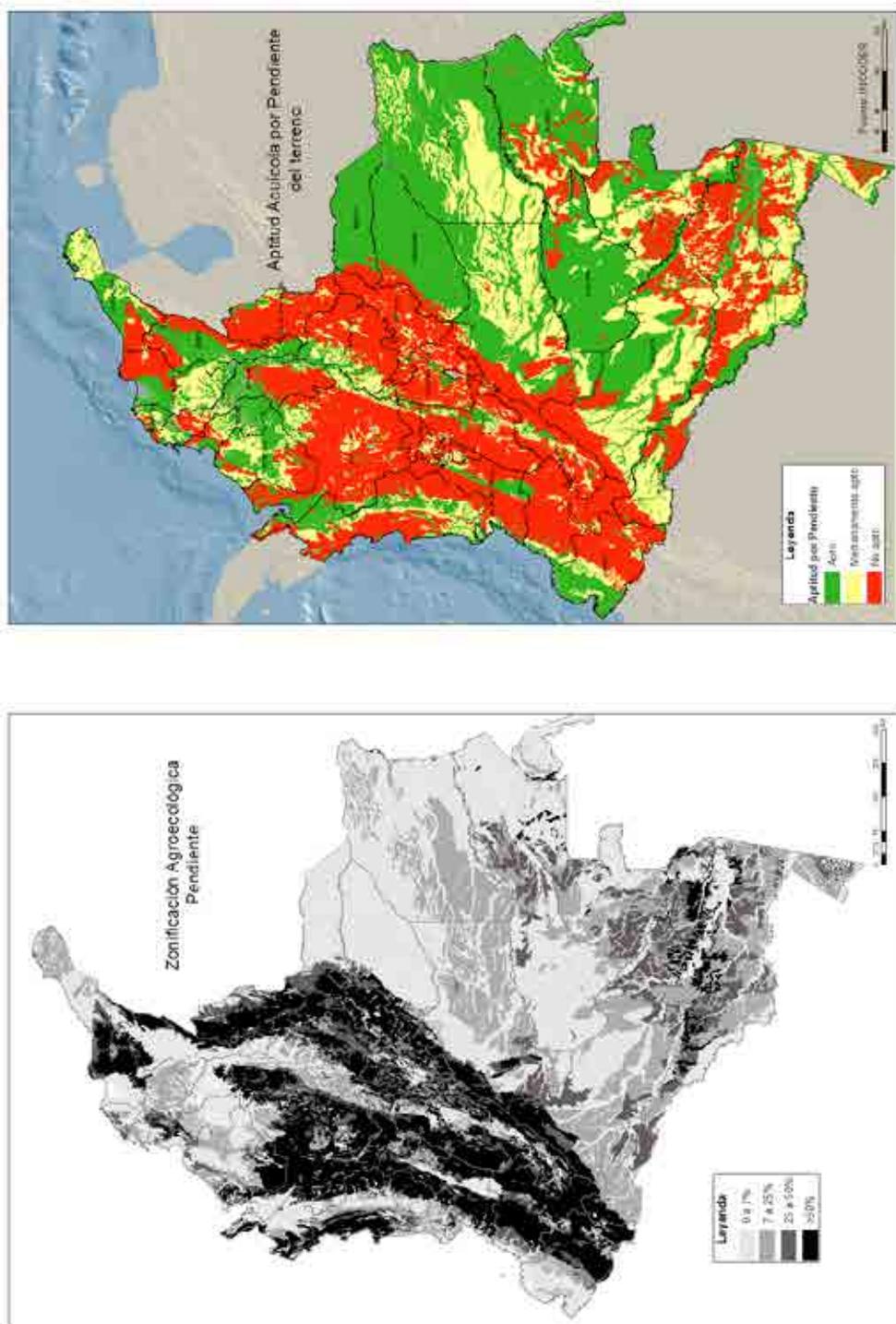


Figura 9. Mapa de pendiente (izquierda) y su reclasificación (derecha): Mapa de aptitud acuícola por pendiente del terreno.

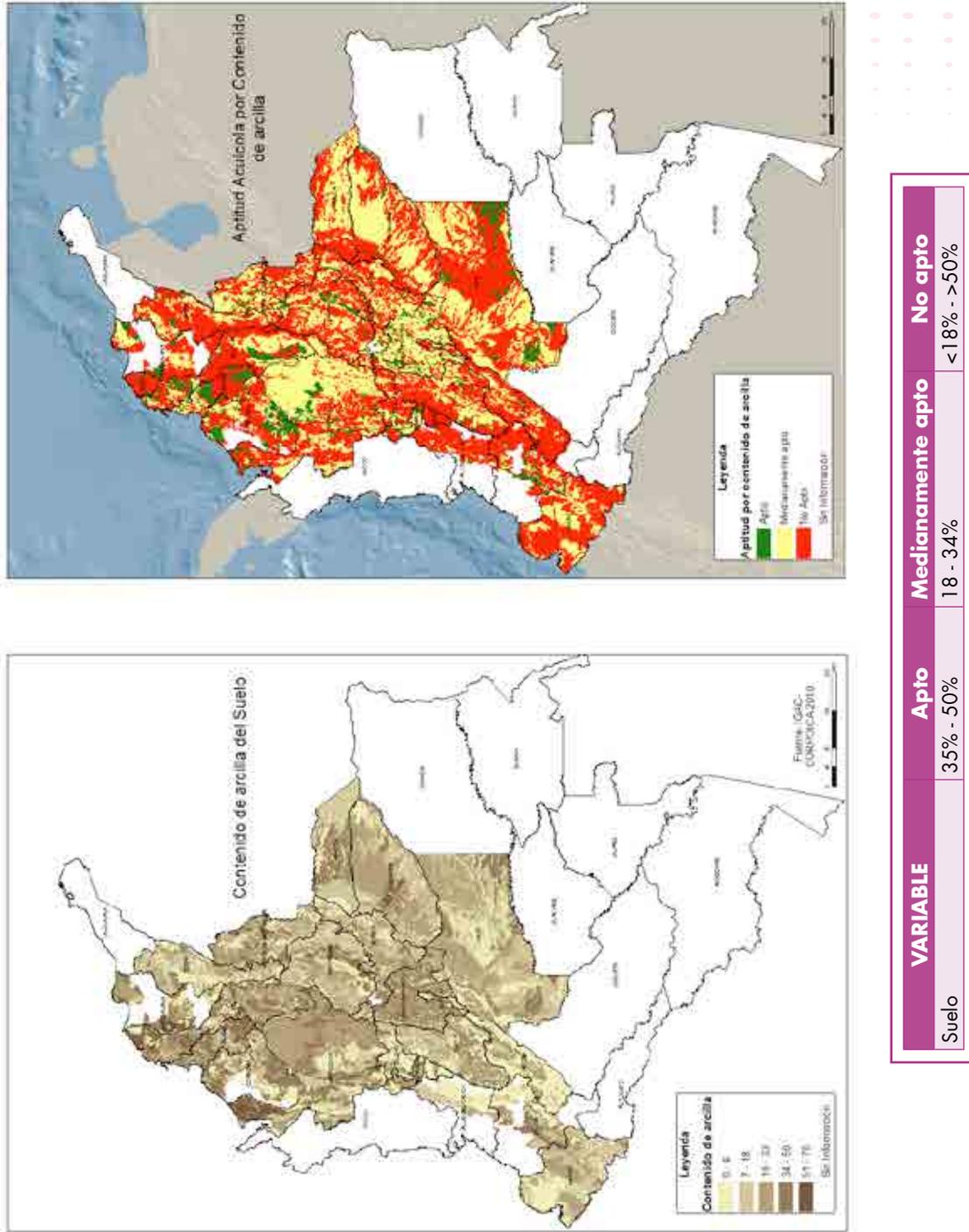


Figura 10. Mapa de contenido de arcilla del suelo (izquierda) y su reclasificación (derecha): Mapa de aptitud acuícola por contenido de arcilla.

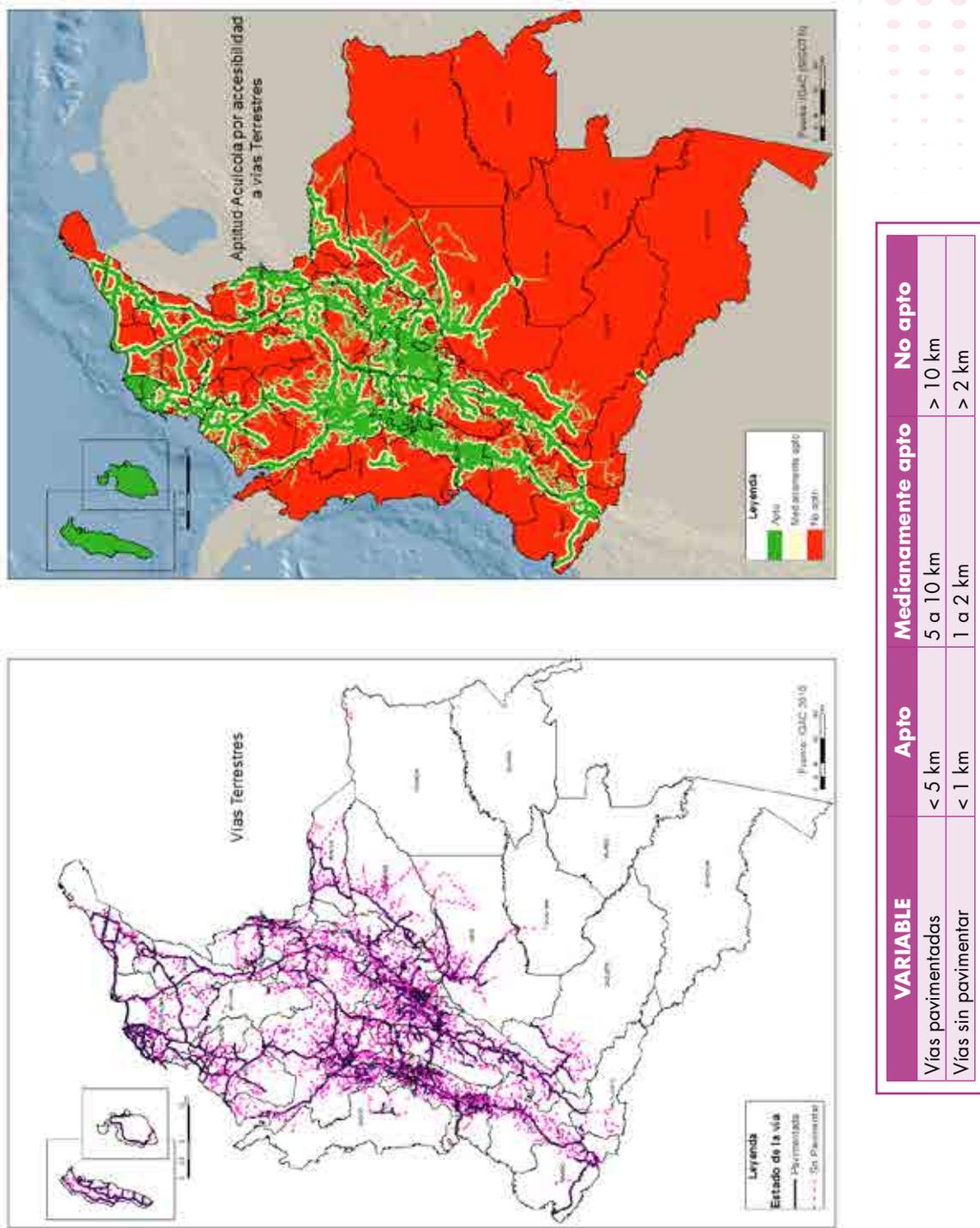


Figura 11. Mapa de Vías (izquierda) y su reclasificación (derecha): Mapa de aptitud acuicola por accesibilidad a vías terrestres.

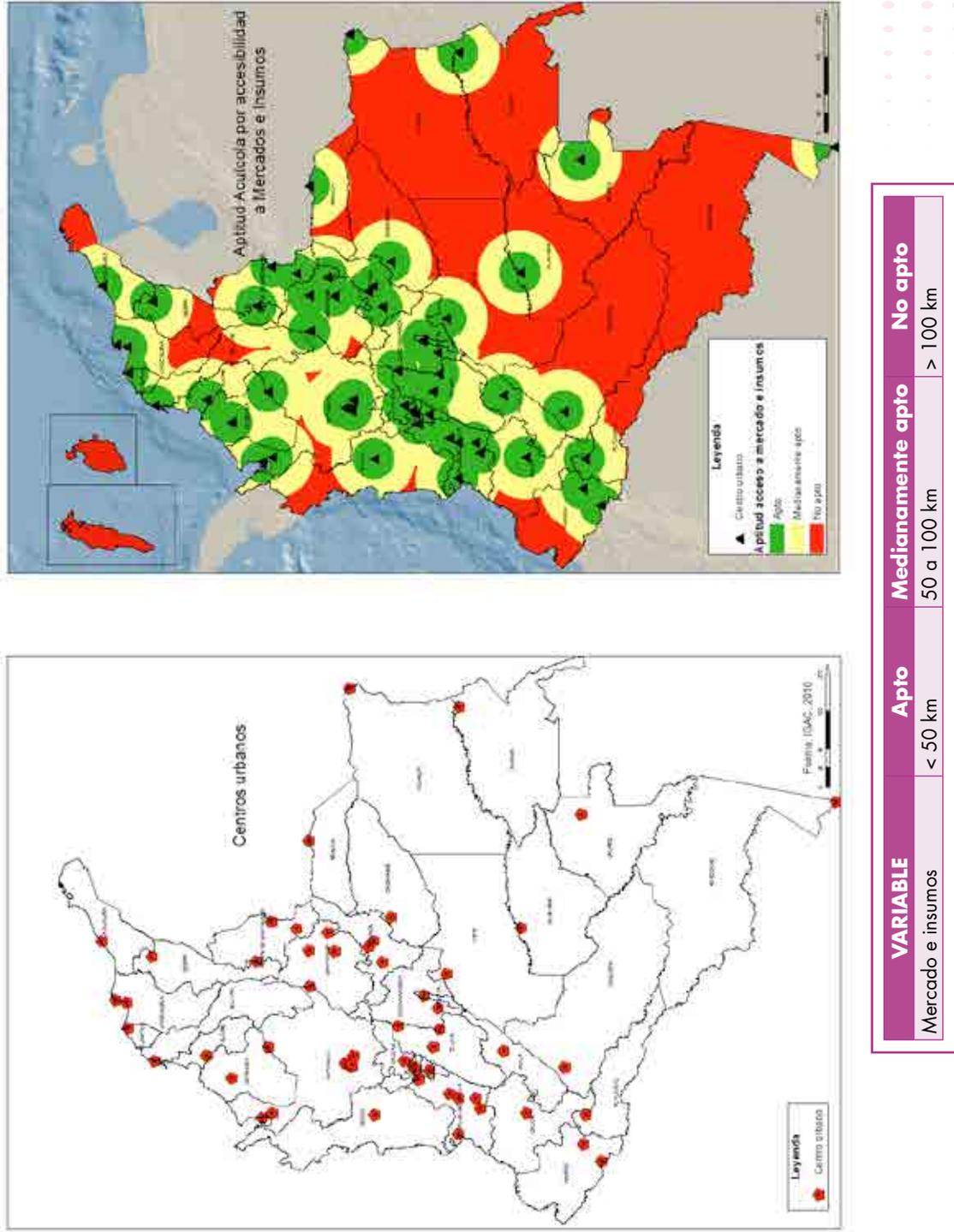


Figura 12. Mapa de centros urbanos (izquierda) y su reclasificación (derecha): Mapa de aptitud acuicola por accesibilidad a mercados e insumos.

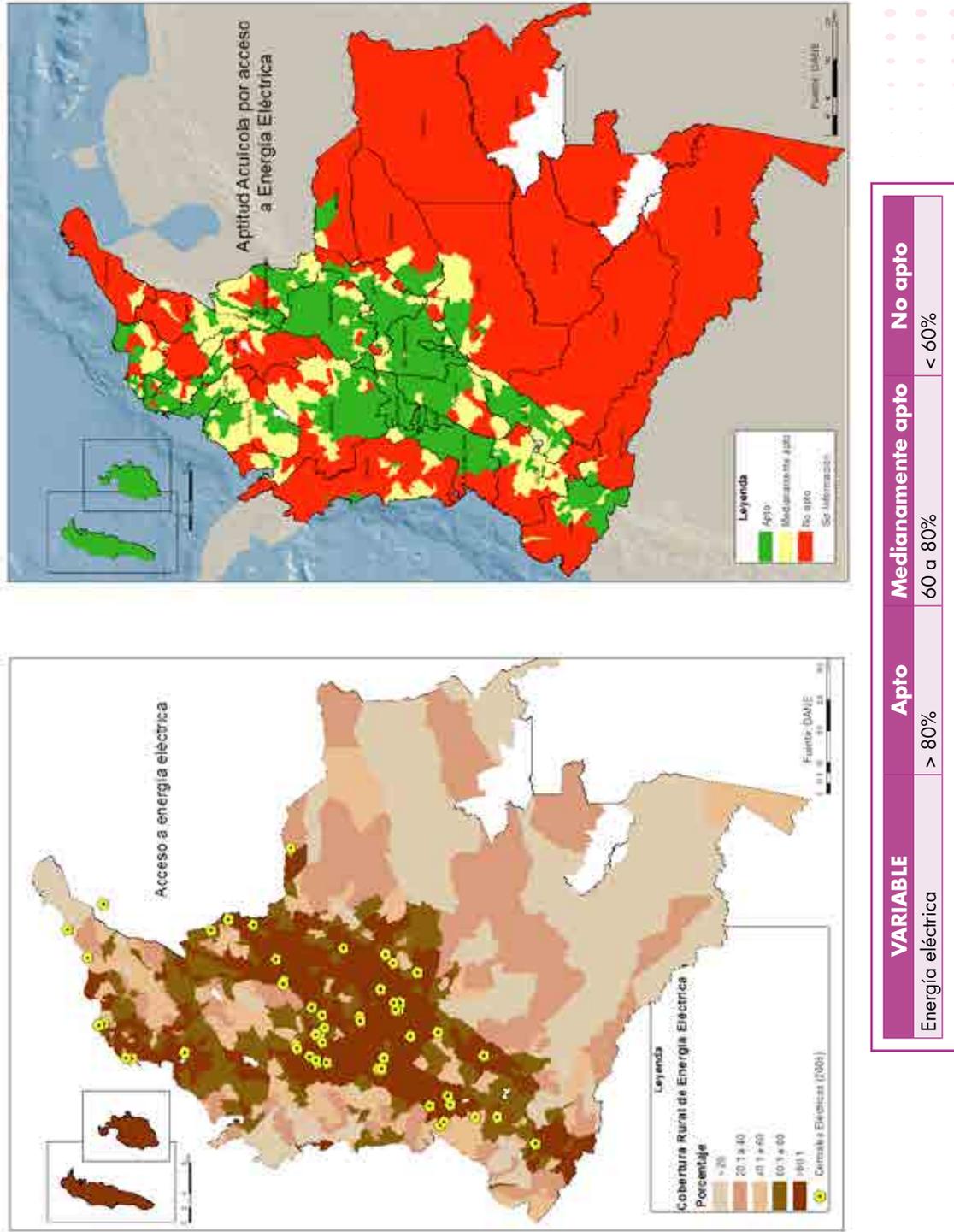


Figura 13. Mapa de Energía eléctrica (izquierda) y su reclasificación (derecha): Mapa de aptitud acuícola por acceso a energía eléctrica.

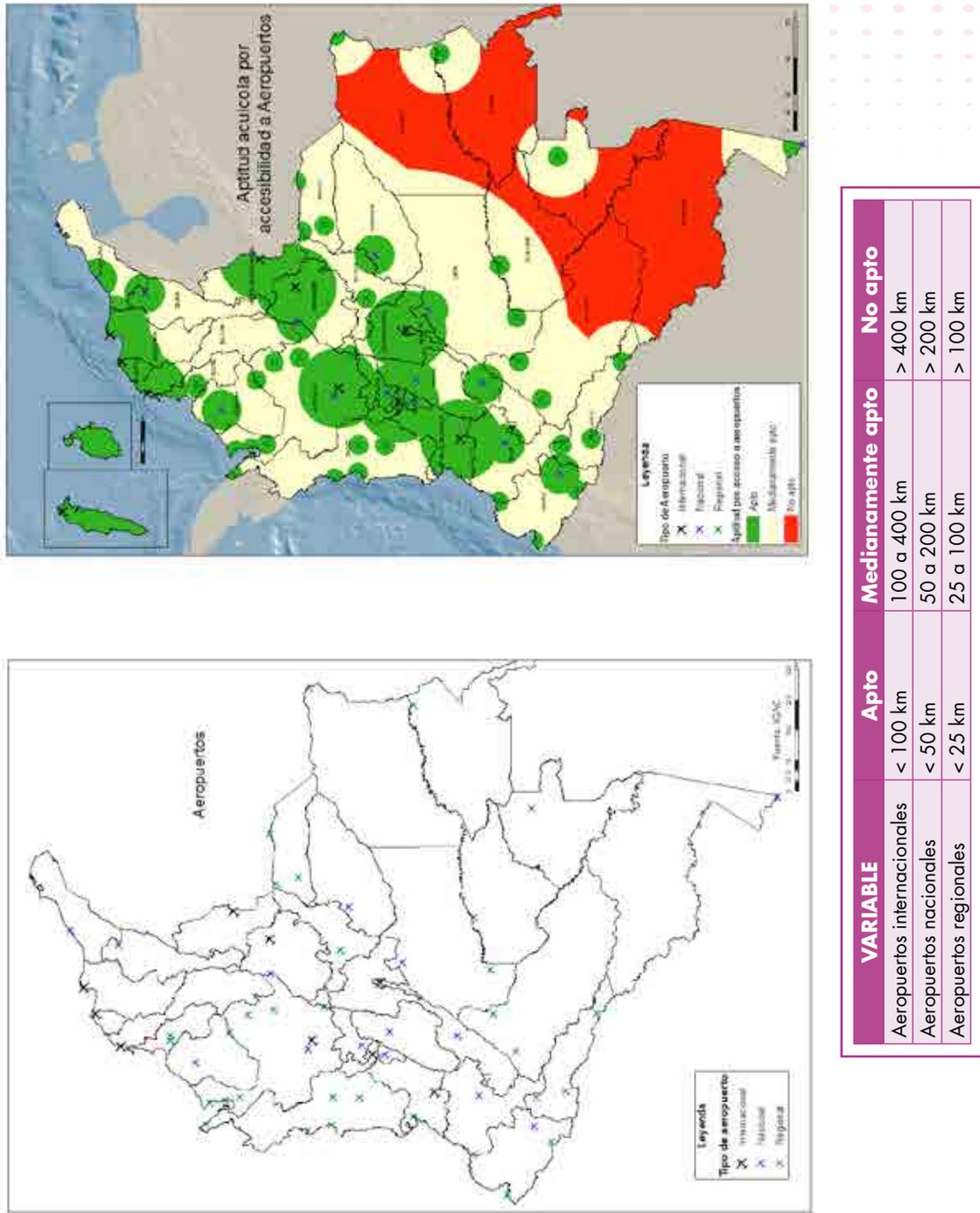


Figura 14. Mapa de aeropuertos (izquierda) y su reclasificación (derecha): Mapa de aptitud acuícola por accesibilidad a aeropuertos.

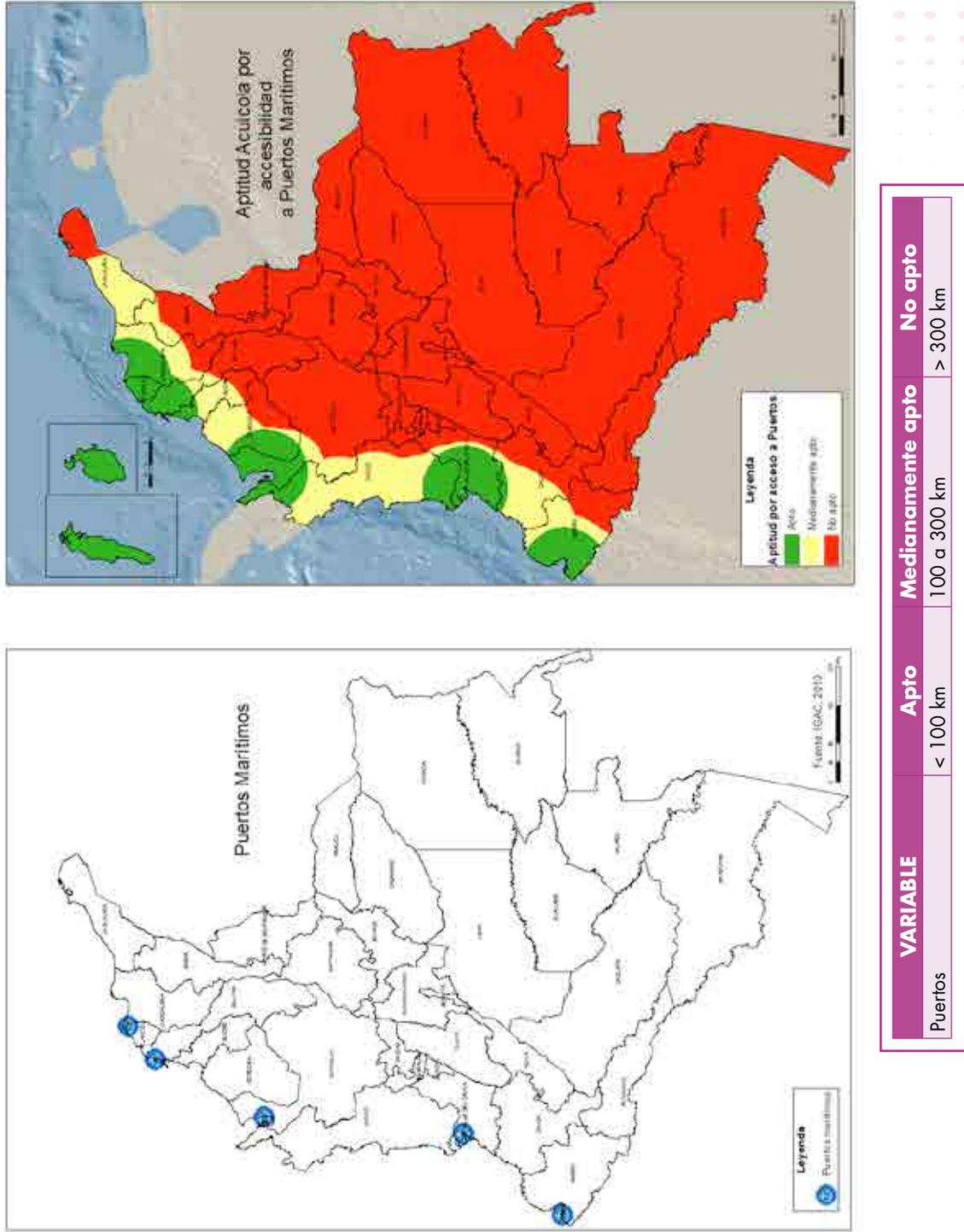


Figura 15. Mapa de puertos marítimos (izquierda) y su reclasificación (derecha): Mapa de aptitud acuícola por accesibilidad a puertos marítimos.

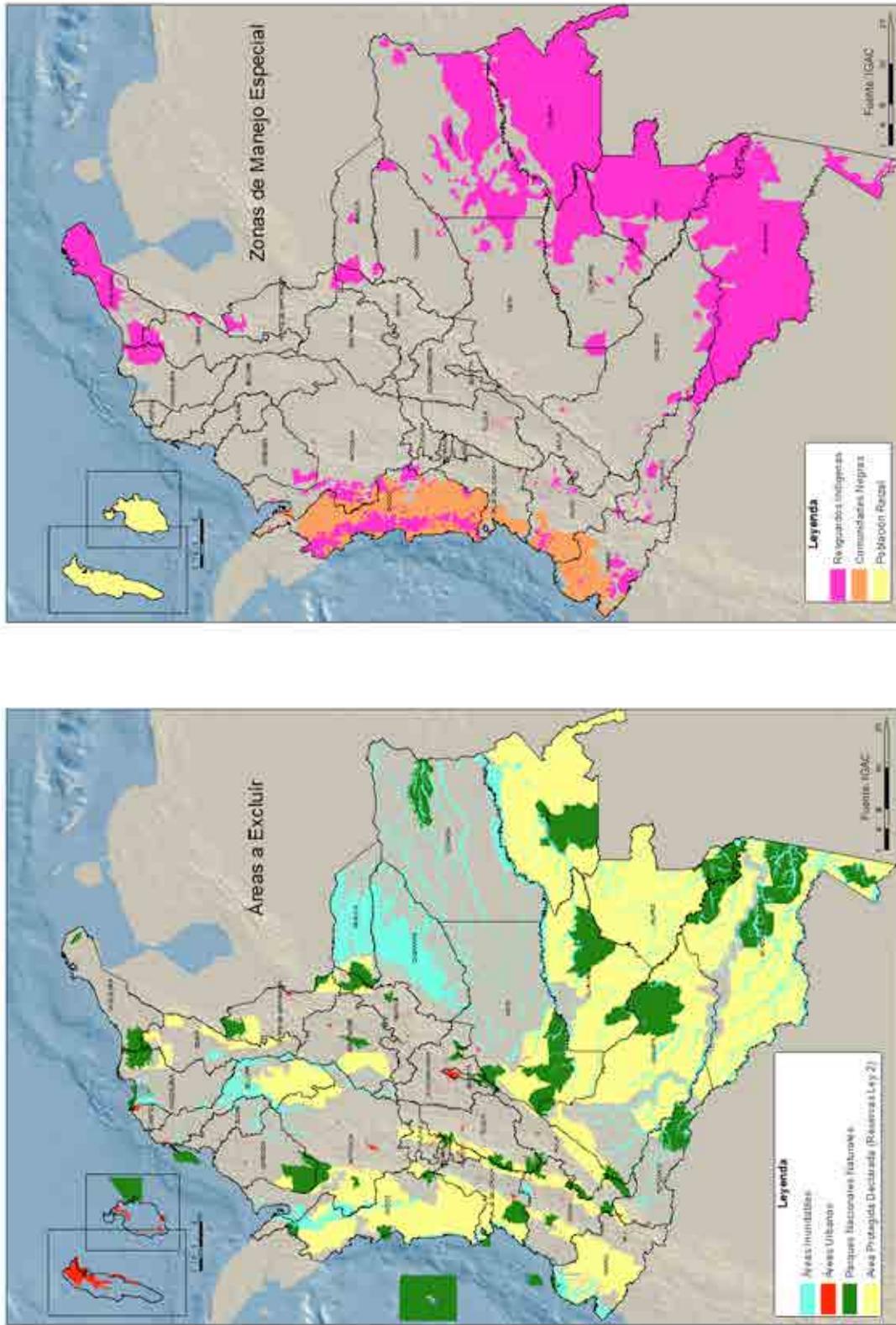


Figura No. 16: Mapas de Áreas a Excluir (izquierda) y de Zonas de Manejo Especial para la actividad acuícola (derecha)

II.4. Mapas consolidados de aptitud acuícola por departamentos

Como ya se mencionó, con base en los datos aportados por los expertos en acuicultura se obtuvieron los 12 mapas de las variables calificadas por tres grados de aptitud acuícola, los cuales permitieron evaluar los sitios potenciales para la actividad en el país.

Posteriormente, con el fin de hacer un mapa consolidado de aptitud acuícola se realizó un proceso de superposición de mapas, que es uno de los procedimientos básicos de la metodología geográfica tradicional y actualmente uno de los más utilizados cuando se hacen análisis espaciales con la tecnología SIG. La superposición de las capas de los mapas generados permitió consolidar en un solo mapa la información de aptitud acuícola para las 15 variables: 4 variables biofísicas, 5 socioeconómicas, 3 áreas de manejo especial y 3 áreas a excluir, las cuales se resumen en la siguiente figura.

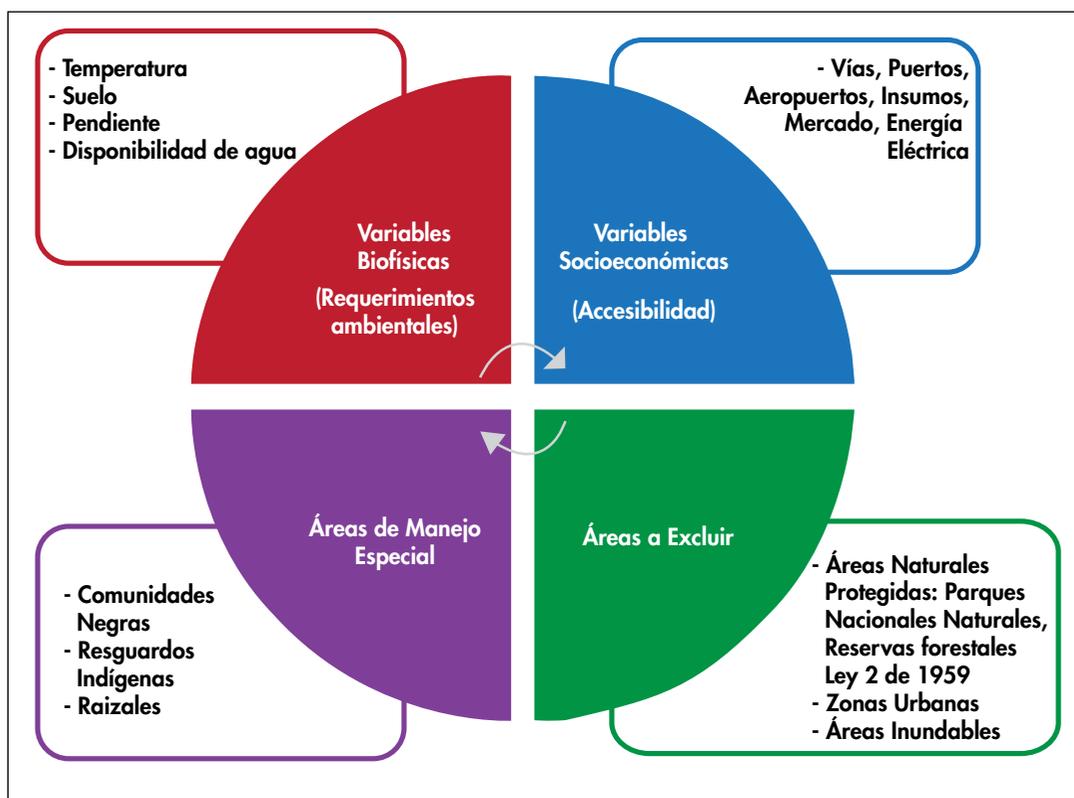


Figura 17. Variables utilizadas para el mapa consolidado de aptitud acuícola continental.

Cada variable biofísica y socioeconómica conformó una columna dentro de la tabla asociada al mapa consolidado de aptitud; cada columna está conformada con valores 1, 2, y 3 de acuerdo con la aptitud acuícola evaluada por los expertos, donde 1, corresponde a las condiciones aptas, 2 a las medianamente aptas y 3 a las

condiciones no aptas para un desarrollo acuícola; a las variables de suelo, pendiente y energía eléctrica que tienen áreas sin información se les asignó el valor de 0.

Las áreas a excluir corresponden a las Áreas Naturales Protegidas, Áreas Inundables y Áreas Urbanas; para esta variable se les asignó en la columna de “Exclusión” los valores de 1 y 3 donde 3 corresponden a las áreas excluidas y 1 corresponde al resto de área potencialmente apta.

Se incluyeron así mismo las áreas de Manejo Especial que son Comunidades Negras, los Resguardos Indígenas y la Población Raizal, a las que se les asignó en la columna “Especial” los valores de 1 y 0, donde 1 incluye las áreas declaradas con manejo especial y 0 para el resto del área.

En la siguiente tabla se presenta el nombre de las columnas por variables utilizadas para la construcción de los mapas departamentales.

Tabla 2. Nombre de la columna por variable en la tabla asociada al mapa de aptitud acuícola.

Factor	Variable	Nombre de la columna de evaluación de aptitud	Valores en la tabla (dominio)
Biofísico	Agua	Eva_Agua	1, 2, 3
	Temperatura para especies de aguas cálidas	Eva_Tepcal	1, 2, 3
	Temperatura para especies de aguas frías	Eva_Tepfri	1, 2, 3
	Suelos	Eva_Suelos	0, 1, 2, 3
	Pendiente	Eva_Pendie	0, 1, 2, 3
Socioeconómico	Vías	Eva_Vías	1, 2, 3
	Mercados e insumos	Eva_MerIns	1, 2, 3
	Energía eléctrica	Eva_Energi	0, 1, 2, 3
	Aeropuertos	Eva_Aeropu	1, 2, 3
	Puertos marítimos	Eva_Puerto	1, 2, 3
Áreas de Exclusión	Áreas naturales protegidas, inundables y urbanas	Exclusión	1, 3
Áreas de Manejo Especial	Comunidades negras, Resguardos Indígenas, Raizales	Especial	0, 1

La superposición de mapas se realizó para cada uno de los 32 departamentos que conforman el país; por consiguiente, se elaboraron 32 mapas (o archivos shape) que conforman el mapa consolidado de aptitud acuícola nacional. Cada mapa tiene una tabla asociada con las variables evaluadas en 12 columnas: 5 para el factor biofísico (dado que se trabajaron separadamente la temperatura para especies de aguas cálidas

y la temperatura para especies de aguas frías), 5 para el factor socioeconómico, 1 de exclusión y 1 de manejo especial, como se muestra en la siguiente figura.

FID	Shape	Eva_Tepcal	Eva_Tepfri	Eva_Agua	Exclusion	Eva_Suelos	Eva_Pendie	Eva_Vias	Eva_Merlins	Eva_Energi	Eva_Aeropu	Eva_Puerto	Especial
0	Polygon	3	3	3	3	1	3	3	2	3	2	3	0
1	Polygon	1	3	3	3	3	1	1	3	3	1	3	0
2	Polygon	1	3	3	3	3	1	2	3	3	1	3	0
3	Polygon	1	3	3	3	3	1	3	2	3	1	3	0
4	Polygon	1	3	3	3	3	1	2	3	1	1	3	0
5	Polygon	1	3	3	3	3	1	2	3	2	1	3	0
6	Polygon	1	3	3	3	2	1	1	3	3	1	3	0
7	Polygon	1	3	3	3	2	1	2	3	1	1	3	0
8	Polygon	1	3	3	3	2	1	2	3	3	1	3	0
9	Polygon	1	3	3	1	2	1	1	3	3	1	3	0
10	Polygon	1	3	3	1	3	1	1	3	3	1	3	0
11	Polygon	1	3	3	1	3	1	2	3	3	1	3	0
12	Polygon	1	3	3	3	2	1	1	2	3	1	3	0
13	Polygon	2	2	3	3	3	1	1	3	3	1	3	0
14	Polygon	1	3	3	3	2	3	1	2	3	1	3	0
15	Polygon	1	3	3	3	3	3	1	3	3	2	3	0
16	Polygon	1	3	3	1	2	3	2	3	3	2	3	0
17	Polygon	1	3	3	1	2	1	3	1	3	2	3	0
18	Polygon	1	3	3	1	2	1	3	2	1	2	3	0
19	Polygon	1	3	3	1	3	1	3	1	3	2	3	0
20	Polygon	1	3	3	3	3	1	3	2	2	1	3	0
21	Polygon	3	1	3	3	3	3	3	2	3	2	3	0
22	Polygon	3	1	3	3	3	3	3	2	3	1	3	0
23	Polygon	3	1	3	3	3	3	3	2	3	2	3	0
24	Polygon	3	1	3	3	3	3	3	2	3	2	3	0
25	Polygon	1	3	3	3	2	1	3	2	2	1	3	0

Figura 18. Tabla asociada al mapa consolidado de aptitud por departamento. Variables evaluadas.

II.5. Definición de variables determinantes y características

Con el mapa consolidado de aptitud acuícola por departamento se procedió a tomar la decisión de cómo se evaluaría el grado de aptitud de acuerdo con los requerimientos definidos.

Teniendo en cuenta la importancia relativa de las variables consideradas para la zonificación de la acuicultura, de acuerdo con el concepto de los expertos se clasificaron las variables en dos grupos: 1. Determinantes y 2. Características. Así se eligieron las variables biofísicas de temperatura y disponibilidad de agua como las determinantes para definir el grado de aptitud acuícola, puesto que son las más decisivas dentro de la identificación de áreas aptas para la acuicultura, teniendo en cuenta la escala manejada. Los expertos consideraron que adecuar estas dos condiciones ambientales básicas implica una alta inversión que podría hacer inviable

la actividad; igualmente, consideraron que las áreas de exclusión también son una variable determinante, puesto que son incompatibles con la acuicultura.

Así mismo, los expertos consideraron incluir como variables características las biofísicas (suelo y pendiente), que también son importantes para la elección del área apta para realizar la actividad y las socioeconómicas (vías, energía, mercados e insumos, aeropuertos y puertos marítimos), las cuales tienen que ver con la definición del tamaño y perspectivas de comercialización; todas estas variables se consideraron como restricciones de la aptitud acuícola. Aun cuando las variables características son muy importantes en la definición de un sitio como apto para la acuicultura, son susceptibles de ser modificadas por inversión privada o gubernamental, como sucedería por ejemplo por la falta de accesibilidad vial o a energía eléctrica.

Por tanto, a las variables determinantes se les otorgó un peso total del 100% siendo 50% a la temperatura y el otro 50% a la disponibilidad del agua, mientras que las Variables Características quedaron incluidas con su nivel de aptitud en el “Código de Aptitud Acuícola” sin asignarles ningún peso porcentual en este estudio, pero siendo susceptibles de asignarles ponderación, si se considera necesario, en análisis posteriores.

II.6. Construcción del “Código de Aptitud Acuícola”

Como se mencionó en el capítulo anterior, el mapa consolidado de aptitud acuícola dispone de la información de aptitud evaluada por variable en 12 columnas en su tabla de atributos. De estas se analizaron inicialmente dos variables determinantes: la evaluación de disponibilidad de agua y la temperatura, dando como resultado una aptitud preliminar: PRELICAL y PRELIFRIO.

Especies	Nombre de la columna	Evaluación de aptitud	Formula utilizada	Valores en el mapa
Cálidas	PRELICAL	Apto	Eva_Tepcal = 1 AND "Eva_Agua" = 1	AC
		Medianamente apto	("Eva_Tepcal" = 1 AND "Eva_Agua" = 2) OR ("Eva_Tepcal" = 2 AND "Eva_Agua" = 1) OR ("Eva_Tepcal" = 2 AND "Eva_Agua" = 2)	MC
		No apto	PRELICAL = ''	NC
Frías	PRELIFRIO	Apto	Eva_Tepfri = 1 AND "Eva_Agua" = 1	AF
		Medianamente apto	("Eva_Tepfri" = 1 AND "Eva_Agua" = 2) OR ("Eva_Tepfri" = 2 AND "Eva_Tepfri" = 1) OR ("Eva_Tepfri" = 2 AND "Eva_Agua" = 2)	MF
		No apto	PRELIFRIO = ''	NF

Figura 19. Valores y fórmula utilizada para definir las columnas PRELICAL y PRELIFRIO (software ArcGis 9.3).

La aplicación en el análisis espacial con SIG se realizó mediante la adición en la tabla de una columna denominada "PRELICAL" (aptitud preliminar para especies de aguas cálidas) y otra denominada "PRELIFRIO" (aptitud preliminar para especies de aguas frías) en cada mapa consolidado de aptitud, con el fin de codificar las áreas aptas que cumplen con las condiciones de temperatura y disponibilidad de agua.

El siguiente paso fue aplicar la exclusión y a la vez incluir las restantes 9 variables. Se adicionó por tanto una nueva columna denominada APTOCALIDA y APTOFRIA donde se recogió la evaluación para cada uno de los polígonos, la cual quedó conformada por un código de 10 casillas: la primera casilla corresponde a la Evaluación de Temperatura con Disponibilidad de agua (AC, MC, y NC para especies de aguas cálidas y AF, MF y NF para especies de aguas frías), la segunda indica la exclusión, la tercera y la cuarta casillas corresponden a las variables biofísicas características (suelos y pendiente), de la quinta a la novena casillas corresponden a las variables socioeconómicas (vías, energía, mercados e insumos, aeropuertos y puertos marítimos) y finalmente, la décima casilla corresponde a las áreas de manejo especial.

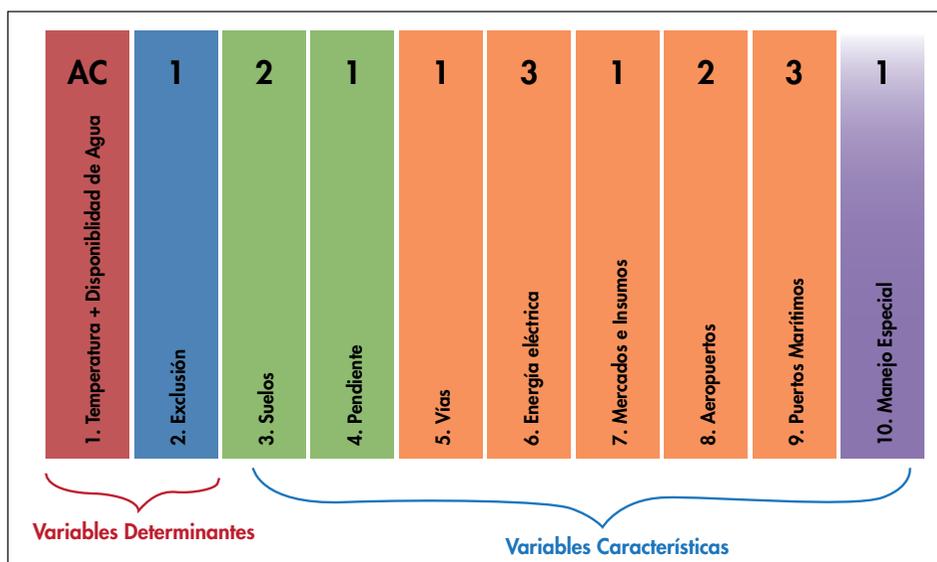


Figura 20. Código de aptitud. Variables determinantes y variables características.

III. Mapas de zonificación de la Acuicultura Nacional Continental

Con base en toda la información recabada se construyeron los mapas para la zonificación de la Acuicultura Nacional Continental, estableciendo zonas aptas, medianamente aptas y no aptas para la actividad, tanto para especies de aguas cálidas como para especies de aguas frías. De ello resultaron 2 mapas nacionales que se presentan a continuación y que también se anexan en formato digital en el CD anexo a este documento.

III.1. Definición y mapificación de zonas aptas, medianamente aptas y No aptas para la acuicultura

La construcción del mapa de zonificación de la acuicultura, tanto para especies de aguas cálidas como para especies de aguas frías, se realizó a partir de la interpretación del código de aptitud acuícola. Se definieron 3 grados de aptitud acuícola que son Apto, Medianamente Apto y No apto, los cuales se describen a continuación:

Apto (AC y AF): Son áreas que reúnen las condiciones determinantes de agua y temperatura ambiental adecuada que favorecen el desarrollo de las especies, ya se trate de aguas cálidas o frías, de acuerdo con el rango señalado de aptitud y que tienen una distancia adecuada a fuentes de agua (< de 500 m) por lo que no se requieren mayores adecuaciones e infraestructura para la captación de la misma.

Medianamente apto (MC y MF): Son áreas que tienen una temperatura en el rango de medianamente apto para el cultivo de las especies, ya se trate de aguas cálidas o frías, lo cual puede afectar los rendimientos óptimos productivos y que geográficamente están localizadas a una distancia considerable de las fuentes de agua (entre 500 m y 1 000 m), por lo que se requiere de infraestructura para transportarla hasta la zona de producción.

No apto (NC, NF): Las áreas en esta categoría corresponden a tres posibles situaciones:

- Que la temperatura ambiental no se encuentra dentro de los rangos de aptitud para las especies, ya se trate de especies de aguas cálidas o de aguas frías (**NC y NF**) y/o que geográficamente se encuentran ubicadas a una distancia lejana de las fuentes de agua (> a 1 000m).
- Que reúnan las condiciones de Aptitud por temperatura y agua pero se encuentran en zonas de exclusión (**AC3, AF3**).
- Que se encuentren dentro de los rangos de Mediana aptitud por temperatura y agua pero se encuentren en zonas de exclusión (**MC3 y MF3**).

Esta clasificación de áreas Aptas y Medianamente Aptas con exclusión permite identificar zonas que podrían llegar a ser viables para la acuicultura, como podría ser el caso de una Sustracción a la Reserva de Ley 2ª de 1959.

A continuación se presentan los mapas correspondientes a la Zonificación de la Acuicultura Nacional para especies de aguas cálidas y para especies de aguas frías.

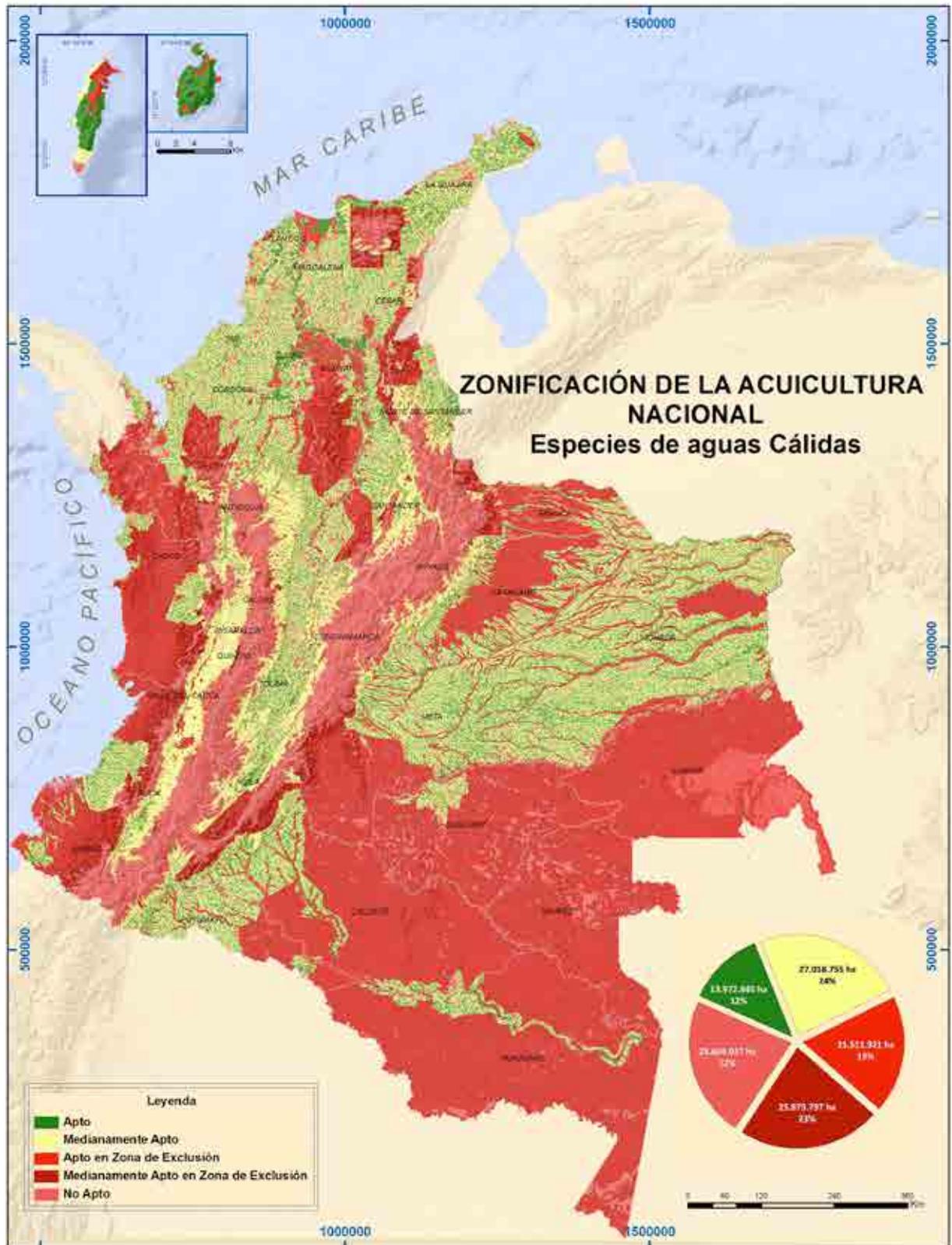


Figura 21. Zonificación de la Acuicultura Nacional para especies de aguas cálidas.



Figura 22. Zonificación de la Acuicultura Nacional para especies de aguas frías.

III.2. Restricciones biofísicas y socioeconómicas

En esta investigación también se determinaron las restricciones biofísicas y económicas para la acuicultura y se establecieron los mapas correspondientes a dichas restricciones, cuyo proceso se realizó de la siguiente manera:

Hasta ahora las primeras dos casillas del código de aptitud acuícola (columnas PRELICAL y PRELIFRÍO) definen la aptitud para especies de aguas cálidas y frías; sin embargo, las siguientes siete casillas, que corresponden a las variables características, definen las restricciones biofísicas y/o socioeconómicas para cada uno de los polígonos que integran las áreas evaluadas.

De esta forma se realizaron los mapas de Zonificación de la Acuicultura Nacional para especies de aguas cálidas y especies de aguas frías. Cada uno de estos mapas está conformado por 32 archivos *shape*, 1 por cada departamento con la tabla asociada de 16 columnas (12 columnas de la evaluación de aptitud por variable + 2 columnas PRELICAL y PRELIFRÍO + 2 columnas APTOCÁLIDO Y APTOFRÍA que contienen el código completo de variables determinantes y características) tal como lo ilustra la Figura 23. Finalmente, se estimó el área para cada registro-polígono con el fin de calcular las estadísticas.

Atributos of Zonificació Antioquia																
Eva_Tepcal	Eva_Tepfri	Eva_Agua	Exclusion	Eva_Suelos	Eva_Pendie	Eva_Vias	Eva_Merlins	Eva_Energi	Eva_Aeropu	Eva_Puerto	Especial	PRELICAL	PRELIFRIO	APTOCALIDA	APTOFRIA	Hectarea
2	2	1	1	3	3	1	3	3	2	2	0	MC	MF	MC133133220	MF133133220	371.3251
2	2	2	1	3	3	1	3	3	2	2	0	MC	MF	MC133133220	MF133133220	1996.8197
2	2	1	1	3	3	2	3	3	2	2	0	MC	MF	MC133233220	MF133233220	0.3733
2	2	2	1	3	3	2	3	3	2	2	0	MC	MF	MC133233220	MF133233220	813.9538
2	2	1	1	2	3	1	3	3	2	2	0	MC	MF	MC123133220	MF123133220	2.2999
2	2	2	1	2	3	1	3	3	2	2	0	MC	MF	MC123133220	MF123133220	212.9751
2	2	2	1	2	3	2	3	3	2	2	0	MC	MF	MC123233220	MF123233220	1.6250
2	2	1	1	3	3	1	3	3	2	2	0	MC	MF	MC133133220	MF133133220	37.2302
2	2	2	1	3	3	1	3	3	2	2	0	MC	MF	MC133133220	MF133133220	306.236
2	2	1	1	3	3	2	3	3	2	2	0	MC	MF	MC133233220	MF133233220	163.2499
2	2	2	1	3	3	2	3	3	2	2	0	MC	MF	MC133233220	MF133233220	244.5036
3	1	1	3	2	2	2	3	3	2	2	0	NC	AF	NC322233220	AF322233220	0.5248
3	1	2	3	2	2	2	3	3	2	2	0	NC	MF	NC322233220	MF322233220	43.8
1	3	1	3	3	3	2	3	3	2	2	0	AC	NF	AC333233220	NF333233220	16.3293
1	3	1	3	2	3	1	3	3	2	2	0	AC	NF	AC323133220	NF323133220	0.0726
1	3	1	3	3	3	1	3	3	2	2	0	AC	NF	AC333133220	NF333133220	71.3510
1	3	2	3	3	3	1	3	3	2	2	0	MC	NF	MC333133220	NF333133220	17.5344
2	2	2	3	2	2	1	3	3	2	2	0	MC	MF	MC322133220	MF322133220	10.0040
2	2	1	3	2	2	2	3	3	2	2	0	MC	MF	MC322233220	MF322233220	6.8380
2	2	2	3	2	2	2	3	3	2	2	0	MC	MF	MC322233220	MF322233220	51.2061
2	2	1	3	2	3	1	3	3	2	2	0	MC	MF	MC323133220	MF323133220	0.0750
2	2	2	3	2	3	1	3	3	2	2	0	MC	MF	MC323133220	MF323133220	5.3362
2	2	2	3	2	3	2	3	3	2	2	0	MC	MF	MC323233220	MF323233220	13.5423
2	2	2	3	3	3	1	3	3	2	2	0	MC	MF	MC333133220	MF333133220	5.2472
1	3	1	3	0	0	0	3	3	2	2	0	AC	NF	AC300333220	NF300333220	27.3411
1	3	2	3	0	0	0	3	3	2	2	0	MC	NF	MC300333220	NF300333220	0.1244
1	3	1	3	0	1	3	3	3	2	2	0	AC	NF	AC301333220	NF301333220	84.788
1	3	2	3	0	1	3	3	3	2	2	0	MC	NF	MC301333220	NF301333220	1.6189
1	3	1	1	3	0	1	3	2	1	3	0	AC	NF	AC130132130	NF130132130	0.0010
1	3	1	1	2	0	3	3	2	2	3	0	AC	NF	AC120332230	NF120332230	49.2416
1	3	2	1	2	0	3	3	2	2	3	0	MC	NF	MC120332230	NF120332230	0.1533
1	3	1	1	2	0	3	3	3	2	3	0	AC	NF	AC120333230	NF120333230	2.85
3	1	1	1	1	3	3	3	3	2	3	0	NC	AF	NC113333230	AF113333230	14.4675
3	1	2	1	1	3	3	3	3	2	3	0	NC	MF	NC113333230	MF113333230	218.2415
3	1	1	1	2	3	3	3	3	2	3	0	NC	AF	NC123333230	AF123333230	98.4139
3	1	2	1	2	3	3	3	3	2	3	0	NC	MF	NC123333230	MF123333230	611.3316
3	1	1	1	3	3	3	3	3	2	3	0	NC	AF	NC133333230	AF133333230	701.6332
3	1	2	1	3	3	3	3	3	2	3	0	NC	MF	NC133333230	MF133333230	1067.9531
3	1	1	1	1	3	3	3	3	2	3	0	NC	AF	NC113333230	AF113333230	0.1437

Figura 23. Tabla asociada al mapa consolidado de aptitud por departamento.

Así, un código que tenga de la casilla 3 a la 9 un valor de 2 o 3 (evaluada como condición medianamente apta o no apta) significará que existe un tipo de restricción por la variable correspondiente.

En el ejemplo que se ilustra a continuación se muestran 5 casos de código de aptitud acuícola para especies de aguas cálidas:

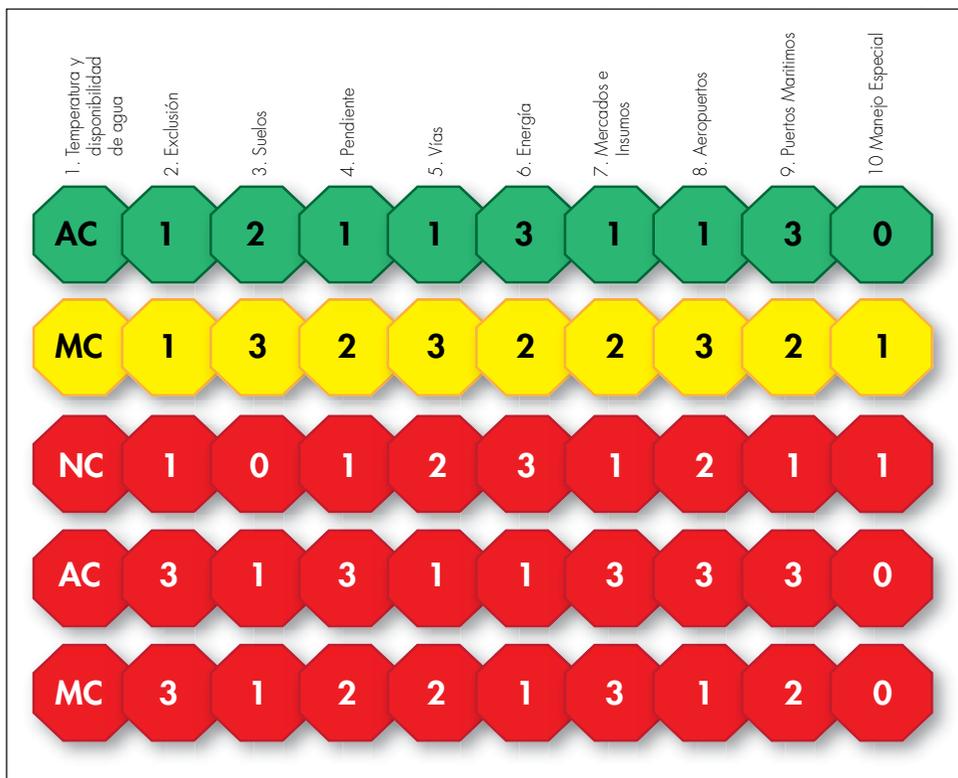


Figura 24. Ejemplo de códigos de aptitud acuícolas para especies de aguas cálidas en cada grado de aptitud.

El primer código que corresponde a un área apta, permite ver que es una zona con restricciones fuertes en energía y en puertos marítimos y restricciones moderadas en suelos.

El segundo código, aun cuando corresponde a un área medianamente apta, tiene restricciones fuertes en suelos, vías y aeropuertos y restricciones moderadas en pendiente, energía, mercados e insumos y puertos marítimos; además es un área de Manejo Especial por ser resguardo indígena, comunidad negra o población raizal.

El tercer código no cumple con temperatura y/o disponibilidad de agua aunque es potencialmente apta por pendiente, cercanía a mercados e insumos y puertos marítimos.

El cuarto código aunque cumple con los requerimientos de temperatura y disponibilidad de agua se considera no apto porque es un área a excluir. Igualmente sucede con el quinto código que, aunque es medianamente apto se excluye de la zonificación por ser un área protegida, por estar expuesto a inundaciones o por ubicarse en una zona urbana.

III.3. Mapa de restricciones en áreas con aptitud acuícola

Como se pudo observar en el ejemplo anterior, las restricciones están calificadas con el valor de 2 para restricción moderada y de 3 para la restricción severa; estas últimas fueron calculadas en las áreas Aptas y Medianamente Aptas para establecer los mapas de restricciones en áreas con aptitud acuícola. Sin embargo, la base de datos geográfica en formato digital queda disponible para realizar el análisis de las restricciones moderadas o cualquier otro que se requiera.

Las restricciones por factores biofísicos pueden ser subsanadas pero requieren mayor inversión y por lo tanto se constituyen en una alerta en el momento de evaluar la factibilidad de establecer una producción acuícola; dadas sus características podrían afectar las medianas y grandes producciones pero no la producción acuícola de subsistencia. Estas son:

- » **Restricción por pendiente:** Las áreas que presentan restricción por pendiente indican que el grado de inclinación de la pendiente requiere de mayores adecuaciones en la infraestructura.
- » **Restricción por suelos:** Las áreas afectadas por restricción de suelos indican áreas Aptas o Medianamente Aptas que carecen de las condiciones ideales de impermeabilidad del suelo determinada por su contenido de arcilla y que por lo tanto requerirán de adecuaciones de la infraestructura (solamente para estanques en tierra, no aplica para estanques en cemento) para evitar pérdidas de agua por filtración.

Las restricciones socioeconómicas de primer orden deben ser evaluadas en el momento de estudiar la factibilidad de una producción a mediana escala; estas son:

- » **Restricción por vías:** Esta restricción indica las áreas Aptas o Medianamente Aptas que carecen de infraestructura vial y que afectan directamente la accesibilidad.
- » **Restricción por mercados e insumos:** Esta restricción indica las áreas Aptas o Medianamente Aptas que tienen dificultades para acceder a los insumos y mercados

y está muy relacionada con la restricción por vías, afectando directamente la producción y la comercialización.

- » **Restricción por energía eléctrica:** Esta restricción afecta las áreas Aptas o Medianamente Aptas que carecen de cobertura del servicio de energía eléctrica, lo que afecta procesos productivos y de manejo post-cosecha.

Las restricciones socioeconómicas de segundo orden deben ser evaluadas para determinar las posibilidades de comercialización nacional o internacional; estas son:

- » **Restricción por aeropuertos y puertos marítimos:** Esta restricción indica las áreas Aptas o Medianamente Aptas que no tienen fácil acceso a estas infraestructuras dificultando la comercialización con otros países, lo que puede afectar a las producciones de mayor escala con proyecciones de exportación.

A continuación se presentan los mapas de restricciones en áreas de aptitud acuícola continentales; los mapas resultantes a nivel nacional se presentan en este documento y, tanto estos mapas nacionales como los departamentales se encuentran en el CD anexo.



Figura 25. Mapa de las restricciones por suelos y pendiente en áreas con aptitud para la acuicultura de especies de aguas cálidas



Figura 26. Mapa de las restricciones por suelos y pendiente en áreas con aptitud para la acuicultura de especies de aguas frías.



Figura 28. Mapa de las restricciones por vías, mercados e insumos y energía eléctrica en áreas con aptitud para la acuicultura de especies de aguas frías



Figura 29. Mapa de las restricciones por puertos marítimos y aeropuertos en áreas con aptitud para la acuicultura de especies de aguas cálidas.



Figura 30. Mapa de las restricciones por puertos marítimos y aeropuertos en áreas con aptitud para la acuicultura de especies de aguas frías.

III. 4. Estadísticas por departamento

Tabla 3. Áreas y porcentajes de la zonificación de la acuicultura continental para especies de aguas cálidas, por departamentos.

Depto.	Apto		Medianamente Apto		Apto con Exclusión		Medianamente Apto con Exclusión		No Apto		Total No Apto		ÁREA TOTAL	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Amazonas	342.610	3.1	399.552	3.7	4.076.094	37.3	545.940	5.0	5.549.862	50.9	10.171.896	93.2	10.914.058	100.0
Antioquia	744.931	11.8	2.455.370	38.9	396.292	6.3	859.756	13.6	1.861.995	29.5	3.118.043	49.3	6.318.344	100.0
Arauca	257.056	10.8	415.124	17.4	539.702	22.7	758.804	31.9	410.073	17.2	1.708.579	71.8	2.380.759	100.0
Atlántico	139.476	41.8	139.996	41.9	19.799	5.9	13.382	4.0	21.213	6.4	54.394	16.3	333.866	100.0
Bolívar	392.455	14.7	531.261	19.9	532.964	20.0	897.110	33.6	314.417	11.8	1.744.491	65.4	2.668.207	100.0
Boyacá	81.411	3.5	496.184	21.4	30.510	1.3	53.666	2.3	1.659.156	71.5	1.743.332	75.1	2.320.927	100.0
Caldas	61.841	8.3	354.087	47.7	1.038	0.1	13.335	1.8	311.845	42.0	326.218	44.0	742.146	100.0
Caquetá	765.371	8.5	1.198.961	13.3	2.697.220	29.9	3.689.118	41.0	656.589	7.3	7.042.927	78.2	9.007.259	100.0
Casanare	671.408	15.2	1.194.551	27.0	1.011.316	22.8	1.233.894	27.8	319.491	7.2	2.564.701	57.9	4.430.660	100.0
Cauca	328.628	10.6	1.146.226	36.9	31.671	1.0	293.148	9.4	1.309.697	42.1	1.634.516	52.6	3.109.370	100.0
Cesar	511.764	22.6	810.567	35.8	129.036	5.7	367.288	16.2	445.763	19.7	942.087	41.6	2.264.418	100.0
Chocó	296.751	6.2	625.025	13.0	1.244.203	25.9	2.060.411	42.9	574.151	12.0	3.878.765	80.8	4.800.541	100.0
Córdoba	700.027	28.1	1.060.574	42.5	1.45.420	5.8	310.542	12.5	276.155	11.1	732.117	29.4	2.492.718	100.0
Cundinamarca	175.700	7.3	730.235	30.4	14.151	0.6	1.342	0.1	1.477.516	61.6	1.493.009	62.2	2.398.944	100.0
Guainía	35.420	0.5	35.663	0.5	3.359.780	47.0	2.738.721	38.3	972.845	13.6	7.071.346	99.0	7.142.429	100.0
Guajira	688.327	33.4	943.644	45.8	30.857	1.5	106.602	5.2	292.398	14.2	429.857	20.8	2.061.828	100.0
Guaviare	120.921	2.2	234.177	4.2	1.630.459	29.3	2.758.270	49.7	811.653	14.6	5.200.382	93.6	5.555.380	100.0
Huila	154.975	8.5	603.518	33.1	14.029	0.8	283.569	15.5	769.194	42.1	1.066.792	58.4	1.825.285	100.0
Magdalena	675.129	29.3	849.226	36.9	160.077	7.0	153.703	6.7	464.945	20.2	778.725	33.8	2.303.080	100.0
Meta	1.858.281	21.7	2.717.692	31.8	1.118.453	13.1	1.936.101	22.6	917.602	10.7	3.972.156	46.5	8.548.129	100.0
Nariño	150.653	4.9	358.168	11.6	588.212	19.0	973.503	31.5	1.018.738	33.0	2.580.453	83.5	3.089.274	100.0
Norte Santander	267.262	12.3	736.321	33.8	90.279	4.1	328.397	15.1	758.289	34.8	1.176.965	54.0	2.180.548	100.0
Putumayo	514.117	19.8	836.688	32.3	417.623	16.1	537.960	20.7	287.495	11.1	1.243.078	47.9	2.593.883	100.0
Quindío	0	0.0	67.742	35.0	0	0.0	29.824	15.4	95.875	49.6	125.699	65.0	193.441	100.0
Risaralda	1.876	0.5	147.488	41.2	5.358	1.5	63.355	17.7	139.914	39.1	208.627	58.3	357.991	100.0
San Andrés	3.324	66.9	618	12.4	585	11.8	285	5.7	159	3.2	1.029	20.7	4.971	100.0
Santander	373.793	12.2	1.170.000	38.3	1.49.987	4.9	314.076	10.3	1.048.612	34.3	1.512.675	49.5	3.056.468	100.0
Sucre	346.318	32.3	508.731	47.5	50.004	4.7	35.440	3.3	131.372	12.3	216.816	20.2	1.071.865	100.0
Tolima	347.030	14.4	1.048.986	43.5	5.318	0.2	13.204	0.5	999.367	41.4	1.017.889	42.2	2.413.905	100.0
Valle	7.896	0.4	641.478	31.3	215.115	10.5	679.175	33.1	507.744	24.8	1.402.034	68.3	2.051.408	100.0
Vaupés	0	0.0	0	0.0	1.930.766	36.1	2.746.580	51.4	665.553	12.5	5.342.899	100.0	5.342.899	100.0
Victoria	2.958.194	29.6	4.560.892	45.6	875.603	8.7	1.079.305	10.8	534.360	5.3	2.489.268	24.9	10.008.354	100.0
TOTAL	13.972.845	12.3	27.018.745	23.7	21.511.921	18.9	23.875.806	22.7	25.604.038	22.5	72.991.765	64.0	113.983.355	100.0

Tabla 4. Áreas y porcentajes de la zonificación de la acuicultura continental para especies de aguas frías, por departamentos.

Depto.	Apto		Medianamente Apto		Apto con Exclusión		Medianamente Apto con Exclusión		No Apto		Total No Apto		ÁREA TOTAL	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Amazonas	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Antioquia	300.257	4.8	1.846.770	29.2	92.774	1.5	488.758	7.7	3.589.785	56.8	4.171.317	66.0	6.318.344	100.0
Arauca	1.162	0.0	27.375	1.1	25.563	1.1	134.672	5.7	2.191.987	92.1	2.352.222	98.8	2.380.759	100.0
Atlántico	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Bolívar	0	0.0	9.252	0.3	0	0.0	239.922	9.0	2.419.033	90.7	2.658.955	99.7	2.668.207	100.0
Boyacá	350.632	15.1	1.134.284	48.9	52.065	2.2	113.924	4.9	670.022	28.9	836.011	36.0	2.320.927	100.0
Caldas	30.251	4.1	340.831	45.9	57.268	7.7	111.396	15.0	202.400	27.3	371.064	50.0	742.146	100.0
Caquetá	7.421	0.1	162.192	1.8	83.523	0.9	484.970	5.4	8.269.153	91.8	8.837.646	98.1	9.007.259	100.0
Casanare	12.621	0.3	202.309	4.6	283	0.0	3.687	0.1	4.211.760	95.1	4.215.730	95.1	4.430.660	100.0
Cauca	159.737	5.1	1.056.893	34.0	183.062	5.9	659.619	21.2	1.050.059	33.8	1.892.740	60.9	3.109.370	100.0
Cesar	6.619	0.3	92.751	4.1	20.004	0.9	240.416	10.6	1.904.628	84.1	2.165.048	95.6	2.264.418	100.0
Chocó	6.699	0.1	119.748	2.5	23.554	0.5	235.293	4.9	4.415.247	92.0	4.674.094	97.4	4.800.341	100.0
Córdoba	0	0.0	1.699	0.1	519	0.0	68.091	2.7	2.422.409	97.2	2.491.019	99.9	2.492.718	100.0
Cundinamarca	298.640	12.4	1.118.378	46.6	29.200	1.2	71.006	3.0	881.720	36.8	981.926	40.9	2.398.944	100.0
Guainía	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Guajira	1.360	0.1	73.414	3.6	22.481	1.1	118.293	5.7	1.846.280	89.5	1.987.054	96.4	2.061.828	100.0
Guaviare	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Huila	119.623	6.6	709.770	38.9	89.938	4.9	451.115	24.7	454.839	24.9	995.892	54.6	1.825.285	100.0
Magdalena	5.808	0.3	95.182	4.1	41.442	1.8	8.324	0.4	2.152.324	93.5	2.202.090	95.6	2.303.080	100.0
Meta	28.801	0.3	152.648	1.8	28.801	0.3	152.648	1.8	8.185.231	95.8	8.366.680	97.9	8.548.129	100.0
Nariño	267.473	8.7	565.285	18.3	78.938	2.6	462.945	15.0	1.714.633	55.5	2.256.516	73.0	3.089.274	100.0
Norte Santander	139.352	6.4	680.432	31.2	27.879	1.3	253.997	11.6	1.078.888	49.5	1.360.764	62.4	2.180.548	100.0
Putumayo	27.069	1.0	174.782	6.7	32.089	1.2	65.794	2.5	2.294.149	88.4	2.392.032	92.2	2.593.883	100.0
Quindío	2.858	1.5	72.618	37.5	28.882	14.9	79.448	41.1	9.635	5.0	117.965	61.0	193.441	100.0
Risaralda	19.509	5.4	183.544	51.3	15.063	4.2	96.164	26.9	43.711	12.2	154.938	43.3	357.991	100.0
San Andrés	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Santander	172.766	5.7	1.023.627	33.5	24.699	0.8	157.086	5.1	1.678.290	54.9	1.860.075	60.9	3.056.468	100.0
Sucre	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Tolima	127.570	5.3	848.640	35.2	114.319	4.7	222.846	9.2	1.100.530	45.6	1.437.695	59.6	2.413.905	100.0
Valle	43.957	2.1	740.528	36.1	72.525	3.5	545.617	26.6	648.781	31.6	1.266.923	61.8	2.051.408	100.0
Vaupés	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Vichada	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
TOTAL	2.130.184	2.9	11.433.952	15.5	1.144.871	1.6	5.466.031	7.4	53.435.495	72.6	60.046.397	81.6	73.609.533	100.0

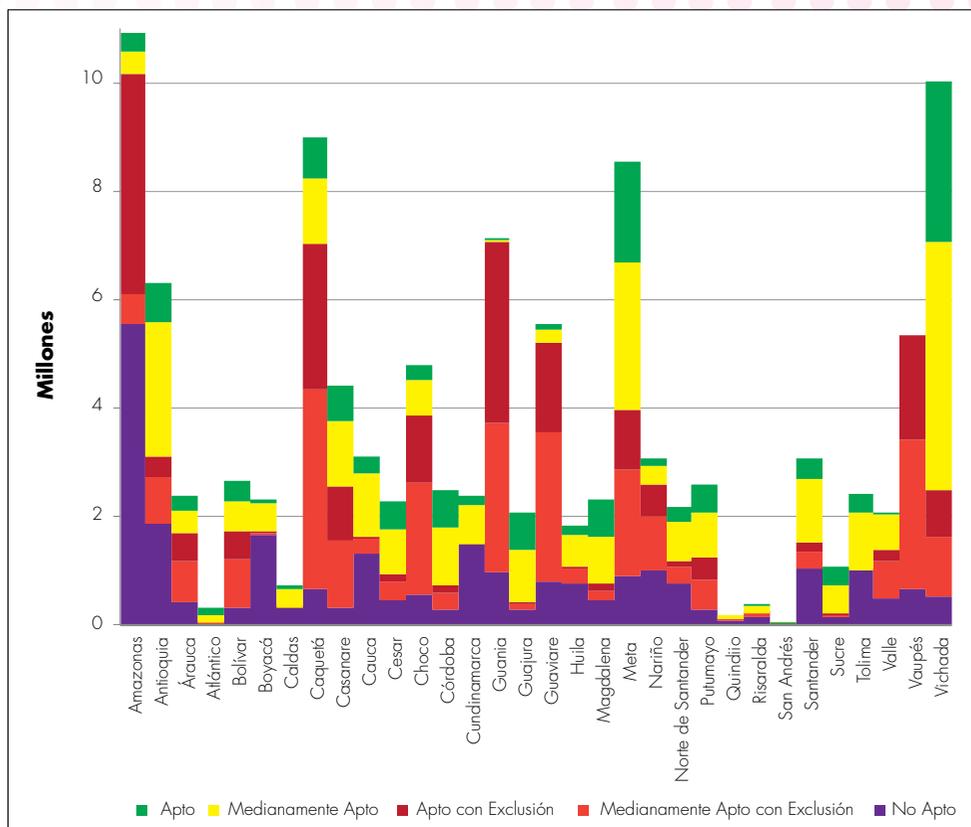


Figura 31. Área de aptitud por departamentos para especies de aguas cálidas.

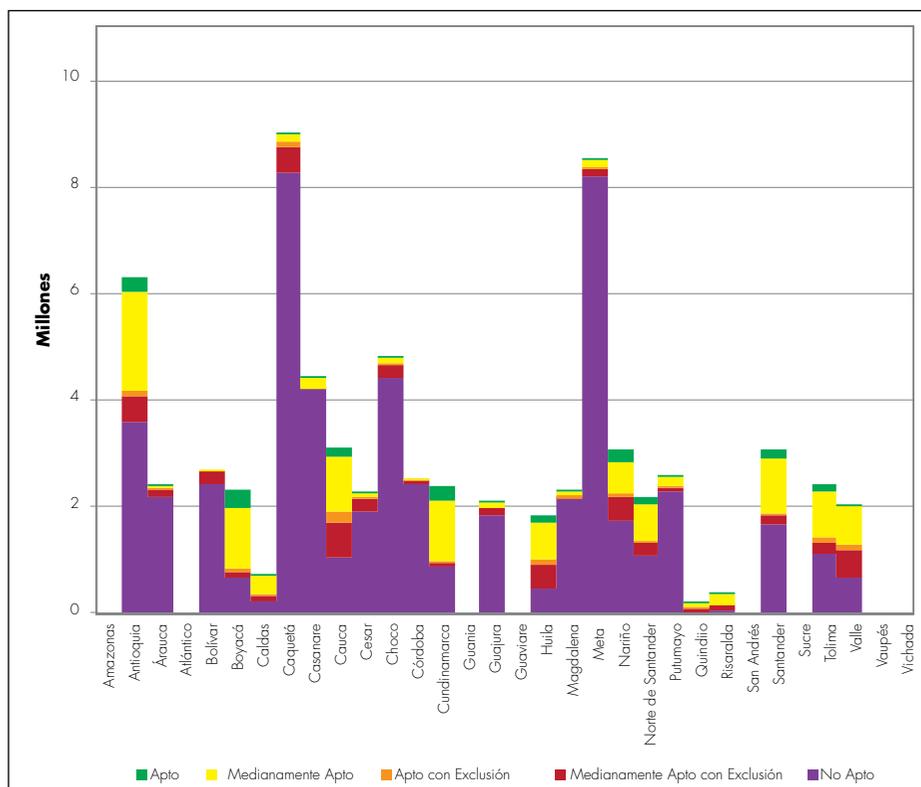


Figura 32. Área de aptitud por departamentos para especies de aguas frías.

Tabla 5. Áreas y porcentajes de las restricciones significativas en las zonas aptas para especies de aguas cálidas, por departamentos.

Depto.	Restricción Suelos		Sin Información de Suelos		Restricción Pendiente		Restricción Vías		R. Mercados e Insumos		Restricción Energía		Restricción Aeropuertos		Restricción Puertos		Restricción Especial		ÁREA TOTAL	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Amazonas	0	0.0	342.610	3.1	122.729	1.1	342.610	3.1	342.610	3.1	342.610	3.1	342.610	3.1	342.610	3.1	303.846	2.8	10.914.058	2.8
Antioquia	199.621	3.2	13.696	0.2	379.896	6.0	308.989	4.9	17.881	0.3	273.819	4.3	0	0.0	510.825	8.1	25.711	0.4	6.318.344	0.4
Arauca	128.999	5.4	13.235	0.6	1.324	0.1	170.656	7.2	114.696	4.8	225.460	9.5	0	0.0	257.056	10.8	8.308	0.3	2.380.759	0.3
Atlántico	95.032	28.5	374	0.1	19.672	5.9	0	0.0	0	0.0	20.241	6.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	333.866	0.0
Bolívar	177.417	6.6	16.143	0.6	89.930	3.4	165.470	6.2	31.253	1.2	109.187	4.1	0	0.0	150.662	5.6	0	0.0	2.668.207	0.0
Boyacá	37.371	1.6	11.681	0.5	50.418	2.2	32.870	1.4	5.779	0.2	13.966	0.6	0	0.0	81.411	3.5	2.477	0.1	2.320.927	0.1
Caldas	42.919	5.8	0	0.0	34.201	4.6	5.972	0.8	0	0.0	0	0.0	0	0.0	61.841	8.3	0	0.0	742.146	0.0
Caquetá	0	0.0	765.371	8.5	153.582	1.7	533.401	5.9	254.173	2.8	722.102	8.0	106.070	1.2	765.371	8.5	94.824	1.1	9.007.259	1.1
Casanare	389.159	8.8	16.906	0.4	87.871	2.0	485.109	10.9	361.986	8.2	513.895	11.6	0	0.0	671.408	15.2	30.080	0.7	4.430.660	0.7
Cauca	20.241	0.7	288.924	9.3	161.521	5.2	284.622	9.2	157.471	5.1	279.923	9.0	0	0.0	38.333	1.2	209.192	6.7	3.109.370	6.7
Cesar	388.810	17.2	6.529	0.3	45.372	2.0	123.889	5.5	117.188	5.2	200.472	8.9	0	0.0	430.742	19.0	3.258	0.1	2.264.418	0.1
Chocó	2.248	0.0	293.779	6.1	180.241	3.8	236.414	4.9	52.009	1.1	269.869	5.6	0	0.0	45.204	0.9	225.112	4.7	4.800.541	4.7
Córdoba	263.702	10.6	123.703	5.0	85.513	3.4	275.718	11.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	226.734	9.1	585	0.0	2.492.718	0.0
Cundinamarca	49.367	2.1	2.025	0.1	85.873	3.6	13.853	0.6	0	0.0	24.426	1.0	0	0.0	175.700	7.3	0	0.0	2.398.944	0.0
Guainía	0	0.0	35.420	0.5	1.049	0.0	34.505	0.5	16.015	0.2	33.176	0.5	0	0.0	35.420	0.5	18.563	0.3	7.142.429	0.3
Guajira	165	0.0	687.886	33.4	83.594	4.1	362.108	17.6	262.900	12.8	654.760	31.8	0	0.0	294.803	14.3	401.981	19.5	2.061.828	19.5
Guaviare	0	0.0	120.360	2.2	0	0.0	101.384	1.8	7.464	0.1	120.821	2.2	3.005	0.1	120.821	2.2	3.319	0.1	5.555.380	0.1
Huila	76.443	4.2	0	0.0	40.035	2.2	5.530	0.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0	154.975	8.5	985	0.1	1.825.285	0.1
Magdalena	224.400	9.7	270.561	11.7	111.087	4.8	316.677	13.8	254.092	11.0	317.040	13.8	0	0.0	177.351	7.7	5.881	0.3	2.303.080	0.3
Meta	1.028.871	12.0	12.249	0.1	20.071	0.2	1.381.474	16.2	1.089.205	12.7	1.395.128	16.3	0	0.0	1.858.281	21.7	145.762	1.7	8.548.129	1.7
Nariño	62.617	2.0	4.780	0.2	18.743	0.6	92.900	3.0	117.329	3.8	118.667	3.8	0	0.0	28.647	0.9	78.933	2.6	3.089.274	2.6
Norte Santander	112.823	5.2	4.703	0.2	136.826	6.3	75.269	3.5	12.833	0.6	51.538	2.4	0	0.0	267.262	12.3	19	0.0	2.180.548	0.0
Putumayo	0	0.0	514.117	19.8	104.799	4.0	448.637	17.3	169.052	6.5	500.240	19.3	0	0.0	514.117	19.8	68.494	2.6	2.593.883	2.6
Quindío	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	193.441	0.0
Risaralda	1.741	0.5	77	0.0	1.845	0.5	1.489	0.4	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1.876	0.5	1.658	0.5	357.991	0.5
San Andrés	0	0.0	3.324	66.9	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	3.324	66.9	4.971	66.9
Santander	207.217	6.8	6.978	0.2	86.730	2.8	113.620	3.7	24.948	0.8	247	0.0	0	0.0	373.793	12.2	0	0.0	3.056.468	0.0
Sucre	111.032	10.4	4.658	0.4	27.390	2.6	197.321	18.4	3.474	0.3	41.880	3.9	0	0.0	97.090	9.1	88	0.0	1.071.865	0.0
Tolima	145.937	6.0	2.872	0.1	118.404	4.9	19.314	0.8	0	0.0	35.592	1.5	0	0.0	347.030	14.4	8.029	0.3	2.413.905	0.3
Valle	0	0.0	7.896	0.4	1.753	0.1	6.705	0.3	0	0.0	7.896	0.4	0	0.0	0	0.0	2.381	0.1	2.051.408	0.1
Vaupés	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	5.342.899	0.0
Vichada	0	0.0	2.958.194	29.6	4.233	0.0	2.951.759	29.5	2.415.598	24.1	2.958.194	29.6	1.799.689	18.0	2.958.194	29.6	1.183.583	11.8	10.008.354	11.8
TOTAL	3.766.132	3.3	6.529.051	5.7	2.254.702	2.0	9.088.265	8.0	5.827.956	5.1	9.231.149	8.1	2.251.374	2.0	10.987.557	9.6	2.826.393	2.5	113.983.355	2.5

Tabla 6. Áreas y porcentajes de las restricciones significativas en las zonas medianamente aptas para especies de aguas cálidas, por departamentos

Depto	Restricción Suelos		Sin Información de Suelos		Restricción Pendiente		Restricción Vías		R. Mercados e Insumos		Restricción Energía		Restricción Aeropuertos		Restricción Puertos		Restricción Especial		ÁREA TOTAL	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Amazonas	0	0.0	399.552	3.7	399.552	3.7	399.552	3.7	399.552	3.7	399.552	3.7	399.552	3.7	399.552	3.7	375.890	3.4	10.914.058	3.4
Antioquia	473.597	7.5	17.137	0.3	1.860.557	29.4	817.131	12.9	74.202	1.2	674.536	10.7	0	0.0	2.010.600	31.8	53.608	0.8	6.318.344	0.8
Arauca	115.956	4.9	1.895	0.1	24.454	1.0	303.598	12.8	189.014	7.9	379.112	15.9	0	0.0	415.124	17.4	24.861	1.0	2.380.759	1.0
Atlántico	92.137	27.6	210	0.1	23.115	6.9	0	0.0	0	0.0	24.060	7.2	0	0.0	0	0.0	0	0.0	333.866	0.0
Bolívar	170.753	6.4	2.764	0.1	208.857	7.8	203.779	7.6	18.733	0.7	145.248	5.4	0	0.0	154.579	5.8	0	0.0	2.668.207	0.0
Boyacá	192.100	8.3	40.532	1.7	410.220	17.7	233.623	10.1	10.702	0.5	135.871	5.9	0	0.0	496.184	21.4	24.282	1.0	2.320.927	1.0
Caldas	205.946	27.8	13	0.0	246.299	33.2	13.960	1.9	0	0.0	0	0.0	0	0.0	354.087	47.7	1.421	0.2	742.146	0.2
Caquetá	0	0.0	1.198.961	13.3	348.597	3.9	836.443	9.3	325.535	3.6	1.123.476	12.5	134.431	1.5	1.198.961	13.3	129.253	1.4	9.007.259	1.4
Casanare	885.901	20.0	2.111	0.0	299.215	6.8	856.589	19.3	583.858	13.2	916.635	20.7	0	0.0	1.194.551	27.0	55.576	1.3	4.430.660	1.3
Cauca	205.486	6.6	639.573	20.6	816.639	26.3	816.639	26.3	237.181	7.6	654.892	21.1	0	0.0	374.108	12.0	361.087	11.6	3.109.370	11.6
Cesar	592.670	26.2	8.387	0.4	169.659	7.5	227.989	10.1	157.536	7.0	402.560	17.8	0	0.0	654.797	28.9	47.073	2.1	2.264.418	2.1
Chocó	4.616	0.1	620.382	12.9	449.523	9.4	516.006	10.7	115.502	2.4	74.611	1.6	0	0.0	158.976	3.3	454.122	9.5	4.800.541	9.5
Córdoba	314.351	12.6	223.794	9.0	172.768	6.9	410.515	16.5	0	0.0	122.881	4.9	0	0.0	302.343	12.1	890	0.0	2.492.718	0.0
Cundinamarca	132.523	5.5	599	0.0	573.841	23.9	44.332	1.8	0	0.0	56.608	2.4	0	0.0	730.235	30.4	0	0.0	2.398.944	0.0
Guainía	0	0.0	35.663	0.5	1.821	0.0	32.668	0.5	14.035	0.2	34.908	0.5	0	0.0	35.663	0.5	1.003	0.0	7.142.429	0.0
Guajira	144	0.0	3.443	0.2	150.732	7.3	474.880	23.0	300.843	14.6	884.812	42.9	0	0.0	11.580	0.6	547.594	26.6	2.061.828	26.6
Guaviare	0	0.0	234.078	4.2	0	0.0	196.860	3.5	2.890	0.1	234.177	4.2	390	0.0	234.177	4.2	3.358	0.1	5.555.380	0.1
Huila	351.015	19.2	3.314	0.2	419.025	23.0	119.214	6.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	619.311	33.9	1.567	0.1	1.825.285	0.1
Magdalena	215.461	9.4	350.685	15.2	202.872	8.8	457.475	19.9	357.333	15.5	469.786	20.4	0	0.0	195.789	8.5	31.876	1.4	2.303.080	1.4
Mera	1.343.683	15.7	6.216	0.1	99.434	1.2	1.939.677	22.7	1.524.633	17.8	1.998.346	23.4	0	0.0	2.717.692	31.8	181.520	2.1	8.548.129	2.1
Nariño	139.683	4.5	13.718	0.4	186.350	6.0	196.892	6.4	147.645	4.8	159.252	5.2	0	0.0	186.694	6.0	110.756	3.6	3.089.274	3.6
Norte Santander	282.588	13.0	3.655	0.2	590.980	27.1	218.961	10.0	17.671	0.8	227.912	10.5	0	0.0	736.321	33.8	18	0.0	2.180.548	0.0
Putumayo	0	0.0	836.651	32.3	66.626	2.6	733.629	28.3	255.549	9.9	774.591	29.9	0	0.0	836.688	32.3	108.829	4.2	2.593.883	4.2
Quindío	67.638	35.0	87	0.0	19.146	9.9	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	67.742	35.0	0	0.0	193.441	0.0
Risaralda	12.554	3.5	1.998	0.6	101.057	28.2	5.053	1.4	0	0.0	0	0.0	0	0.0	147.488	41.2	5.233	1.5	357.991	1.5
San Andrés	0	0.0	618	12.4	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	618	12.4	4.971	12.4
Santander	483.736	15.8	2.248	0.1	683.430	22.4	264.338	8.6	56.753	1.9	2.617	0.1	0	0.0	1.170.000	38.3	0	0.0	3.056.468	0.0
Sucre	146.531	13.7	5.930	0.6	79.225	7.4	229.144	21.4	7.720	0.7	68.445	6.4	0	0.0	132.170	12.3	38	0.0	1.071.865	0.0
Tolima	490.536	20.3	144	0.0	736.403	30.5	154.448	6.4	0	0.0	160.403	6.6	0	0.0	1.048.986	43.5	11.637	0.5	2.413.905	0.5
Valle	506.212	24.7	67.231	3.3	316.527	15.4	6.709	0.3	0	0.0	4.752	0.2	0	0.0	265.882	13.0	1.481	0.1	2.051.408	0.1
Vaupés	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	5.342.899	0.0
Vichada	0	0.0	4.560.892	45.6	6.317	0.1	4.546.642	45.4	3.755.590	37.5	4.560.892	45.6	2.733.452	27.3	4.560.892	45.6	1.792.180	17.9	10.008.354	17.9
TOTAL	7.425.817	6.5	9.282.481	8.1	9.663.241	8.5	15.256.746	13.4	8.552.477	7.5	14.690.935	12.9	3.267.825	2.9	21.411.172	18.8	4.325.771	3.8	113.983.355	3.8

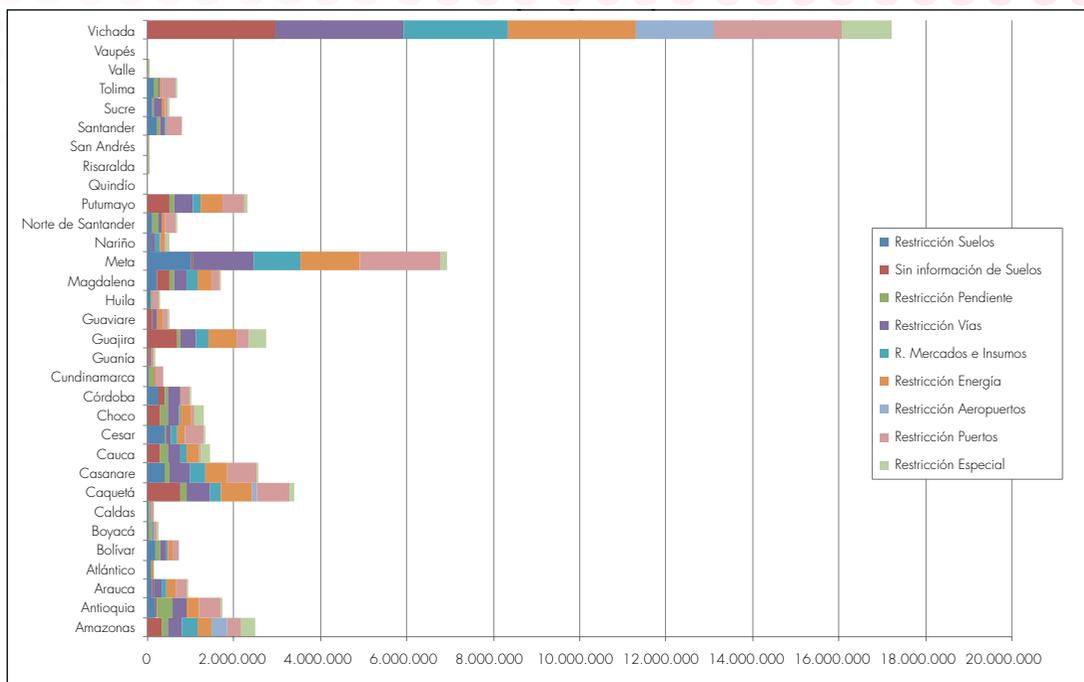


Figura 33. Restricciones en áreas aptas para especies de aguas cálidas.

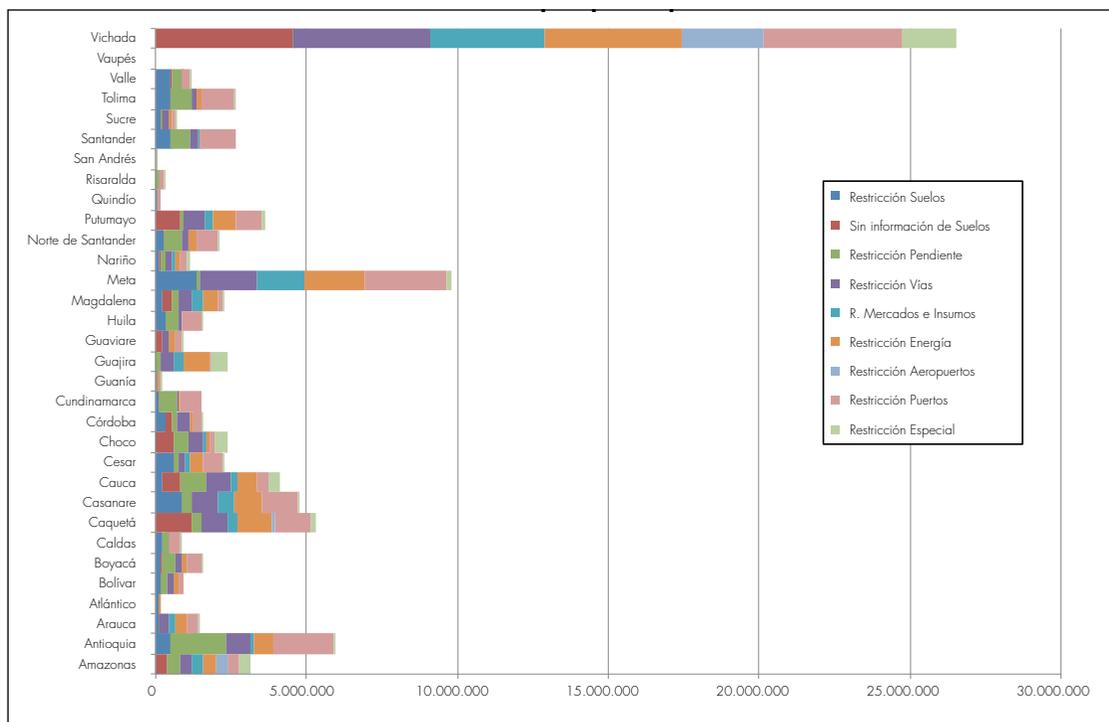


Figura 34. Restricciones en áreas medianamente aptas para especies de aguas cálidas.

Tabla 7. Áreas y porcentajes de las restricciones significativas en las zonas aptas para especies de aguas frías, por departamentos

Depto	Restricción Suelos		Sin Información de Suelos		Restricción Pendiente		Restricción Vías		R. Mercados e Insumos		Restricción Energía		Restricción Aeropuertos		Restricción Puertos		Restricción Especial		ÁREA TOTAL		
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
Amazonas	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	10.914.058
Antioquia	201.935	3.2	137	0.0	224.259	3.5	27.751	0.4	2.140	0.0	12.942	0.2	0	0.0	299.927	4.7	356	0.0	6.318.344	0.0	6.318.344
Arauca	1.162	0.0	0	0.0	1.162	0.0	1.162	0.0	0	0.0	1.159	0.0	0	0.0	1.162	0.0	1.137	0.0	2.380.759	0.0	2.380.759
Atlántico	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	333.866
Bolívar	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2.668.207
Boyacá	133.346	5.7	2.926	0.1	281.579	12.1	84.965	3.7	0	0.0	41.205	1.8	0	0.0	350.632	15.1	5.209	0.2	2.320.927	0.0	2.320.927
Caldas	27.275	3.7	0	0.0	28.223	3.8	1.874	0.3	0	0.0	7.402	0.1	0	0.0	30.251	4.1	1.317	0.2	742.146	0.0	742.146
Caquetá	1.858	0.0	5.564	0.1	7.421	0.1	6.194	0.1	0	0.0	8.558	0.2	0	0.0	7.421	0.1	0	0.0	9.007.259	0.0	9.007.259
Casanare	12.297	0.3	125	0.0	12.228	0.3	10.576	0.2	0	0.0	68.260	2.2	0	0.0	12.621	0.3	187.755	4.2	4.430.660	0.0	4.430.660
Cauca	60.518	1.9	66.694	2.1	154.936	5.0	88.883	2.9	115	0.0	5.979	0.3	0	0.0	130.398	4.2	18.950	0.6	3.109.370	0.0	3.109.370
Cesar	3.050	0.1	261	0.0	6.558	0.3	6.361	0.3	61	0.0	6.699	0.1	0	0.0	2.015	0.1	5.184	0.2	2.264.418	0.0	2.264.418
Chocó	2.213	0.0	4.486	0.1	6.699	0.1	4.153	0.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	6.699	0.1	2.296	0.0	4.800.541	0.0	4.800.541
Córdoba	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2.492.718
Cundinamarca	36.742	1.5	352	0.0	202.840	8.5	29.567	1.2	0	0.0	474	0.0	0	0.0	298.640	12.4	0	0.0	2.398.944	0.0	2.398.944
Guainía	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	7.142.429
Guajira	0	0.0	1.360	0.1	1.360	0.1	1.285	0.1	0	0.0	13.560	0.7	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2.061.828
Guaviare	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	5.555.380
Huila	107.533	5.9	3.229	0.2	105.381	5.8	87.697	4.8	0	0.0	0	0.0	0	0.0	119.623	6.6	3.684	0.2	1.825.285	0.0	1.825.285
Magdalena	0	0.0	4.344	0.2	5.808	0.3	4.956	0.2	0	0.0	2.453	0.1	0	0.0	0	0.0	4.588	0.2	2.303.080	0.0	2.303.080
Meta	8.920	0.1	2.484	0.0	28.801	0.3	25.624	0.3	0	0.0	14.817	0.2	0	0.0	28.801	0.3	0	0.0	8.548.129	0.0	8.548.129
Nariño	208.964	6.8	8.039	0.3	195.128	6.3	108.365	3.5	0	0.0	10.643	0.3	0	0.0	266.794	8.6	2.280	0.1	3.089.274	0.0	3.089.274
Norte Santander	75.451	3.5	348	0.0	130.794	6.0	46.816	2.1	0	0.0	24.217	1.1	0	0.0	139.352	6.4	292	0.0	2.180.548	0.0	2.180.548
Putumayo	292	0.0	26.777	1.0	26.566	1.0	18.481	0.7	0	0.0	10.619	0.4	0	0.0	27.069	1.0	3.527	0.1	2.593.883	0.0	2.593.883
Quindío	2.826	1.5	0	0.0	2.798	1.4	424	0.2	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	193.441
Risaralda	1.468	0.4	43	0.0	18.909	5.3	1.798	0.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	19.509	5.4	3	0.0	357.991	0.0	357.991
San Andrés	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	4.971
Santander	119.673	3.9	2.787	0.1	168.958	5.5	49.596	1.6	0	0.0	11.515	0.4	0	0.0	172.766	5.7	0	0.0	3.056.468	0.0	3.056.468
Sucre	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1.071.865
Tolima	81.514	3.4	151	0.0	127.470	5.3	70.698	2.9	0	0.0	25.050	1.0	0	0.0	127.570	5.3	907	0.0	2.413.905	0.0	2.413.905
Valle	24.425	1.2	18.777	0.9	43.804	2.1	10.668	0.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	25.815	1.3	108	0.0	2.051.408	0.0	2.051.408
Vaupés	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	5.342.899
Vichada	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	10.008.354
TOTAL	1.111.462	1.0	148.884	0.1	1.781.682	1.6	687.894	0.6	2.316	0.0	265.552	0.2	0	0.0	2.067.065	1.8	237.593	0.2	113.983.355	0.0	113.983.355

Tabla 8. Áreas y porcentajes de las restricciones de las restricciones significativas en las zonas medianamente aptas para especies de aguas frías, por departamentos

Depto	Restricción Suelos		Sin Información de Suelos		Restricción Pendiente		Restricción Vías		R. Mercados e Insumos		Restricción Energía		Restricción Aeropuertos		Restricción Puertos		Restricción Especial		ÁREA TOTAL		
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
Amazonas	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	10.914.058
Antioquia	595.512	9.4%	2.022	0.0%	1.668.086	26.4%	364.752	5.8%	54.820	0.9%	262.980	4.2%	0	0.0%	1.810.811	28.7%	1.810.811	28.7%	1.810.811	28.7%	6.318.344
Arauca	13.974	0.6%	15	0.0%	24.105	1.0%	9.232	0.4%	0	0.0%	27.285	1.1%	0	0.0%	27.375	1.1%	20.093	0.8%	20.093	0.8%	2.380.759
Atlántico	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	333.866
Bolívar	550	0.0%	0	0.0%	9.252	0.3%	8.824	0.3%	0	0.0%	2.030	0.1%	0	0.0%	9.252	0.3%	0	0.0%	0	0.0%	2.668.207
Boyacá	437.852	18.9%	30.145	1.3%	1.004.967	43.3%	372.977	16.1%	0	0.0%	2.134.620	9.2%	0	0.0%	1.134.284	48.9%	40.263	1.7%	40.263	1.7%	2.320.927
Caldas	213.695	28.8%	4	0.0%	264.769	35.7%	9.732	1.3%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	340.830	45.9%	4.351	0.6%	4.351	0.6%	742.146
Caquetá	3.130	0.0%	159.062	1.8%	159.486	1.8%	108.598	1.2%	0	0.0%	134.334	1.5%	0	0.0%	162.192	1.8%	911	0.0%	911	0.0%	9.007.259
Casanare	12.262	0.3%	187.755	4.2%	186.138	4.2%	116.042	2.6%	0	0.0%	129.544	2.9%	0	0.0%	202.309	4.6%	9.164	0.2%	9.164	0.2%	4.430.660
Cauca	333.797	10.7%	368.554	11.9%	921.929	29.7%	422.448	13.6%	16.773	0.5%	412.159	13.3%	0	0.0%	627.518	20.2%	93.025	3.0%	93.025	3.0%	3.109.370
Cesar	37.306	1.6%	794	0.0%	89.058	3.9%	78.616	3.5%	278	0.0%	84.373	3.7%	0	0.0%	53.271	2.4%	55.958	2.5%	55.958	2.5%	2.264.418
Chocó	10.005	0.2%	109.550	2.3%	117.542	2.4%	107.949	2.2%	1.038	0.0%	119.554	2.5%	0	0.0%	107.836	2.2%	60.766	1.3%	60.766	1.3%	4.800.541
Córdoba	303	0.0%	150	0.0%	1.396	0.1%	1.396	0.1%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	1.359	0.1%	0	0.0%	0	0.0%	2.492.718
Cundinamarca	106.890	4.5%	990	0.0%	907.555	37.8%	81.062	3.4%	0	0.0%	23.898	1.0%	0	0.0%	1.118.378	46.6%	0	0.0%	0	0.0%	2.398.944
Guainía	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	7.142.429
Guajira	6	0.0%	73.360	3.6%	65.948	3.2%	40.599	2.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	15.037	0.7%	15.037	0.7%	2.061.828
Guaviare	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	5.555.380
Huila	522.082	28.6%	10.767	0.6%	610.123	33.4%	297.959	16.3%	0	0.0%	43.727	1.9%	0	0.0%	709.770	38.9%	7.324	0.4%	7.324	0.4%	1.825.285
Magdalena	497	0.0%	43.672	1.9%	95.182	4.1%	67.077	2.9%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	44.477	1.9%	44.477	1.9%	2.303.080
Meta	61.982	0.7%	6.189	0.1%	148.098	1.7%	93.112	1.1%	0	0.0%	152.648	1.8%	0	0.0%	152.648	1.8%	0	0.0%	0	0.0%	8.548.129
Nariño	361.150	11.7%	21.050	0.7%	476.427	15.4%	235.299	7.6%	1.737	0.1%	24.977	0.8%	0	0.0%	539.404	17.5%	8.163	0.3%	8.163	0.3%	3.089.274
Norte Santander	285.232	13.1%	1.780	0.1%	645.580	29.6%	199.792	9.2%	663	0.0%	209.046	9.6%	0	0.0%	680.432	31.2%	1.389	0.1%	1.389	0.1%	2.180.548
Putumayo	1.659	0.1%	173.107	6.7%	169.754	6.5%	119.192	4.6%	0	0.0%	84.255	3.2%	0	0.0%	174.782	6.7%	26.418	1.0%	26.418	1.0%	2.593.883
Quindío	72.490	37.5%	89	0.0%	23.700	12.3%	557	0.3%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	72.618	37.5%	0	0.0%	0	0.0%	193.441
Risaralda	13.537	3.8%	1.965	0.5%	136.639	38.2%	7.108	2.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	183.544	51.3%	5.120	1.4%	5.120	1.4%	357.991
San Andrés	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	4.971
Santander	526.877	17.2%	6.387	0.2%	945.159	30.9%	198.134	6.5%	0	0.0%	29.191	1.0%	0	0.0%	1.023.627	33.5%	0	0.0%	0	0.0%	3.056.468
Sucre	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	1.071.865
Tolima	451.645	18.7%	833	0.0%	800.160	33.1%	266.209	11.0%	0	0.0%	163.894	6.8%	0	0.0%	848.640	35.2%	2.359	0.1%	2.359	0.1%	2.413.905
Valle	564.719	27.5%	106.364	5.2%	419.220	20.4%	26.735	1.3%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	325.753	15.9%	863	0.0%	863	0.0%	2.051.408
Vaupés	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	5.342.899
Vichada	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	10.008.354
TOTAL	4.627.152	4.1%	1.304.604	1.1%	9.890.273	8.7%	3.233.401	2.8%	75.309	0.1%	2.117.515	1.9%	0	0.0%	10.306.633	9.0%	2.206.492	1.9%	2.206.492	1.9%	113.983.355

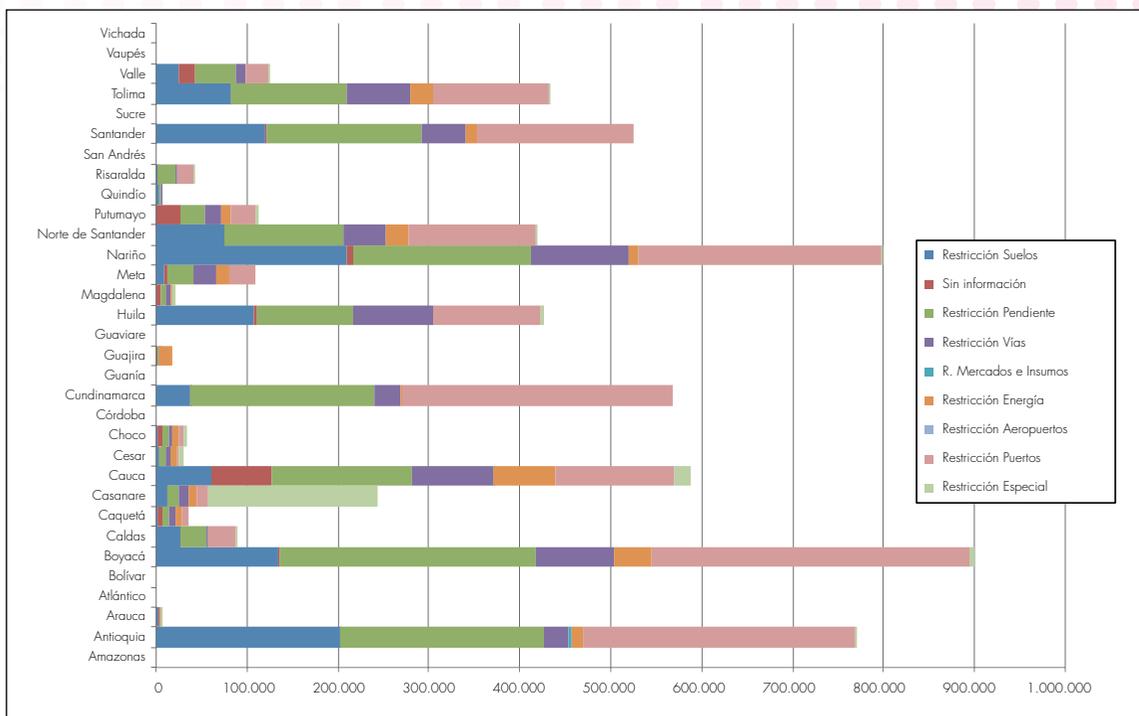


Figura 35. Restricciones en áreas aptas para especies de aguas frías

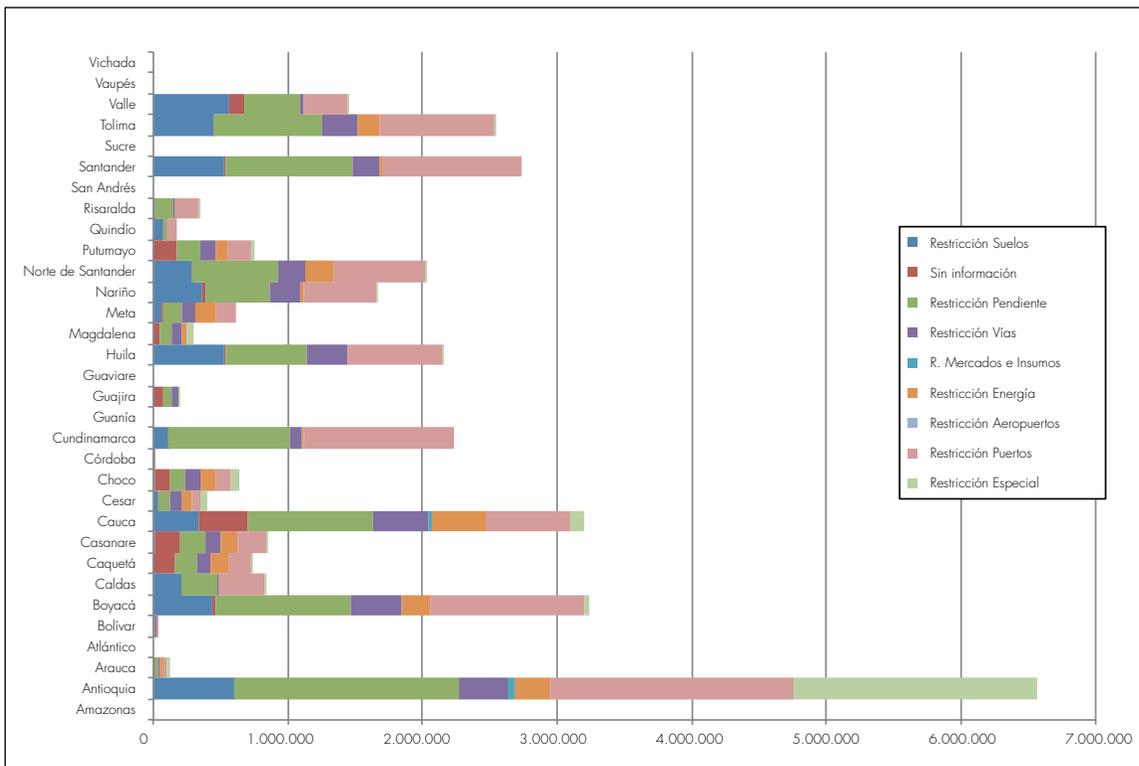


Figura 36. Restricciones en áreas medianamente aptas para especies de aguas frías

III.5. Validación de la Zonificación de la Acuicultura Nacional Continental

Con el fin de verificar el resultado de la Zonificación de la Acuicultura continental se realizó una validación teniendo como punto de comparación la Encuesta Nacional Piscícola elaborada por la CCI y el MADR, quienes desde el 2008 han monitoreado semestralmente el volumen de la piscicultura producida, el espejo de agua y las principales especies cultivadas en las granjas piscícolas de diez departamentos donde se concentra aproximadamente el 92% de la producción del país: Antioquia, Boyacá, Casanare, Córdoba, Cundinamarca, Huila, Meta, Santander, Tolima y Valle del Cauca.

Para la validación se tuvieron en cuenta 898 granjas piscícolas censadas en el año 2010, las cuales están georreferenciadas y tienen información de la especie cultivada, lo cual permitió encontrar coincidencias con áreas definidas como aptas y medianamente aptas⁵ para especies de aguas cálidas y frías.

En la siguiente tabla se presenta el análisis de las coincidencias en la localización de las granjas según la información de la CCI con las áreas definidas como aptas y medianamente aptas para especies de aguas cálidas y frías.

Tabla 9. Coincidencias de las granjas censadas en 2010 con áreas de aptitud definidas en la ZAN.

	ESPECIES DE AGUAS CÁLIDAS				ESPECIES DE AGUAS FRÍAS			
	Coincidentes		No Coincidentes	Total aguas cálidas	Coincidentes		No Coincidentes	Total aguas frías
	AC	MC			AF	MF		
Antioquia	6	27	9	42	0	4	1	5
Boyacá	0	18	4	22	16	8	4	28
Casanare	10	6	0	16	0	0	0	0
Córdoba	42	26	3	71	0	0	0	0
Cundinamarca	8	141	18	167	12	9	3	24
Huila	105	86	5	196	5	6	0	11
Meta	84	55	0	139	0	0	0	0
Santander	26	29	0	55	0	0	0	0
Tolima	9	20	14	43	3	6	0	9
Valle del Cauca	1	64	2	67	1	2	0	3
Total	291	472	55	818	37	35	8	80

En la siguiente figura se presenta el mapa de la localización de las granjas piscícolas utilizadas en la validación.

⁵ No se tuvo en cuenta la clasificación de aptitud con exclusión.

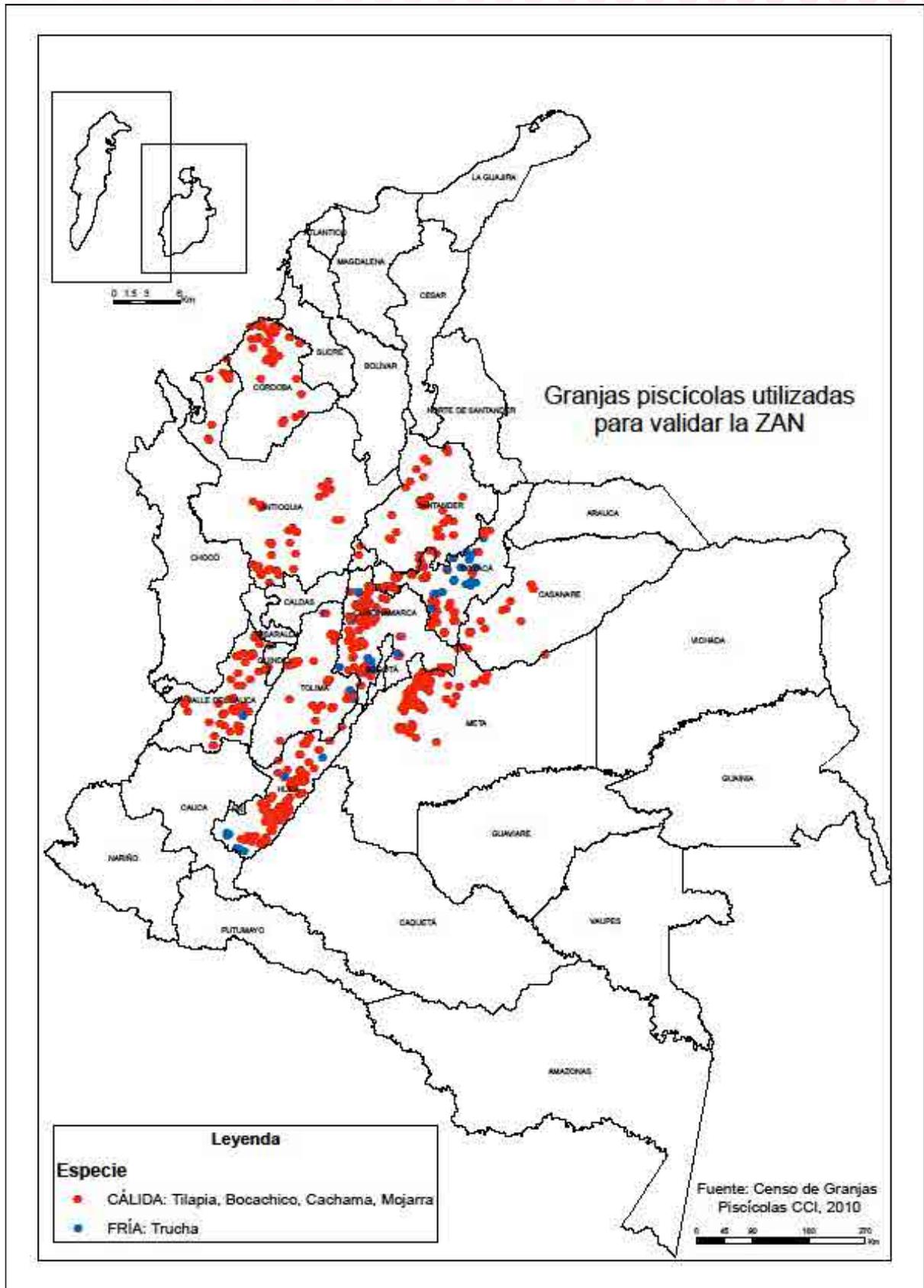


Figura 37. Localización de las granjas piscícolas utilizadas en la validación.

El resultado del análisis fue que de las 818 granjas piscícolas en donde se cultivan especies de aguas cálidas, 763 granjas se localizan en áreas de aptitud acuícola dentro de la zonificación: 291 de ellas coinciden con áreas definidas como aptas (AC) y 472 con áreas medianamente aptas (MC); esto permite afirmar que existe una coincidencia con los resultados de la ZAN del 93% y por tanto queda validado el modelo para especies de aguas cálidas.

De las 80 granjas piscícolas donde se cultivan especies de aguas frías, 72 se localizan en áreas de aptitud acuícola para especies de aguas frías: 37 de ellas coinciden con áreas definidas como aptas (AF) y 35 con áreas medianamente aptas (MF); esto permite afirmar que existe una coincidencia con los resultados de la ZAN del 90% y por tanto queda validado el modelo para especies de aguas frías.

IV. Áreas potencialmente aptas para la Acuicultura Marina

La identificación de áreas potencialmente aptas para la acuicultura marina se basó en la información cartográfica disponible a escala 1:500 000 de los requerimientos para el cultivo de especies marinas.

IV.1. Definición de requerimientos

Aun cuando las especies marinas a cultivar como ostras, algas, peces, crustáceos y moluscos, tienen condiciones ambientales específicas para cada una de ellas, mediante consulta en la literatura existente se determinó que los siguientes requisitos son comunes para el cultivo de todas las especies marinas y, al mismo tiempo, son cartografiables:

- Profundidad del agua, turbidez, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y pH apropiados.
- Rango de mareas adecuado y áreas protegidas de la acción de olas y del viento.
- El cultivo debe estar alejado de posibles fuentes de contaminación, especialmente de desagües de residuos industriales o domésticos, pesticidas y muelles con embarcaciones amarradas permanentemente.
- Presencia de coliformes en el agua por debajo de los límites permisibles establecidos o de lo contrario contar con los equipos o condiciones necesarias para garantizar la purificación⁶.
- Alejado a una distancia prudente de sitios de desarrollo turístico.
- De fácil acceso, bien sea por tierra o por agua.
- Con disponibilidad de transporte de materiales y de los productos desde y hacia los centros de mercadeo.

Mediante la aplicación del formulario para la clasificación de mapas de aptitud acuícola marina, se consultó con expertos para que, de acuerdo con su experiencia, determinaran los valores en los tres grados de aptitud acuícola: Apto, Medianamente Apto y No Apto. A continuación se presenta el formulario utilizado.

⁶ INCODER 2007. La ostra del Caribe *Crassostrea rhizophorae*: una alternativa de maricultura.

ZONIFICACIÓN DE LA ACUICULTURA NACIONAL					
Formulario para la clasificación de mapas de aptitud acuícola marina					
Con el fin de realizar la Zonificación Acuícola Nacional a escala 1:500.000 se ha diseñado el siguiente formulario como insumo para evaluar los sitios potenciales acuícolas en Colombia. La escala 1:500.000 corresponde a un nivel explotario donde 1 cm en el mapa es igual a 5 km en el terreno.					
Ya que la información que aquí se recoge es de suma importancia para realizar un correcto proceso de análisis, acudimos a usted como experto en el sector acuícola, en donde respetuosamente solicitamos que indique para cada variable los rangos, que según su experiencia, podrían definir los 3 grados de aptitud: Sitio apto, medianamente apto y no apto para la acuicultura.					
Debe tenerse en cuenta que los valores indicados en el formulario correspondan a condiciones ambientales generales para la acuicultura marina, es decir, que se indique un rango que permita el cultivos de diferentes especies (Ostras, Algas, Peces, Crustáceos, Moluscos)					
COMPONENTE	VARIABLE	INDICADOR	Apto	Medianamente apto	No apto
BIOFÍSICO	Temperatura del mar	°C	28 - 30	27 - 28	< 27
	Profundidad del agua	metros	30	25	<25
	Continente Vs Mar	Proximidad a la costa (Km)	1	0,5	<0,5
	Geomorfología de la costa	Por ejemplo Bahías, Ensenadas	Aguas abiertas	Bahía con apertura amplia	Bahía semi cerrada
	Corrientes - Rango de mareas		0,5 - 1 nudo / 0,4 m	0,3 - 0,5	< 0,3
	PH		7,5 - 8	7,0 - 7,5	< 7,0
	Oxígeno disuelto	ppm	>5	3,8 - 5	< 3,8
	Turbidez		—	—	—
	Salinidad	ppm	33 - 35	27 - 33	< 27
SOCIOECONÓMICO	Coliformes Totales	NPM / 100 ml	1000 - 2000 NMP/100 ml	1000 - 2000 NMP/100 ml	> 1000 - 2000 NMP/100 ml
	Fuentes de contaminación	Distancia (Km)	15	3 - 10	< 3
	Desarrollo turístico	Distancia (Km)	5	5	< 5
	Mercado, Insumos y servicios	Proximidad a centros urbanos (km)	10	10 - 15	> 15
	Energía eléctrica	Cobertura rural (%)	100	50	> 50
	Accesibilidad	Proximidad a vías pavimentadas y sin pavimentar (Km)	2	5	> 5

OBSERVACIONES: La turbidez está determinada por la variabilidad interanual y el volumen de sedimentos que descarguen las principales fuentes de agua dulce que estén en proximidad del cultivo, y afecta en mayor medida a los procesos de larvicultura y manejo de alimento vivo si no se cuenta con la filtración adecuada. La unidad para expresar coliformes se reporta en NMP / 100 ml y el rango lo establece el decreto 1594 de 1984

Nombre Mabel S. Mendoza Entidad CENIACUA

Correo electronico mmendoza@ceniagua.org Teléfono + 56735092 / 3118762484

Firma  Fecha 01/23/2012

Figura 38. Formulario diligenciado por experta en Cobia para determinar rangos de aptitud acuícola marina.

ZONIFICACIÓN DE LA ACUICULTURA NACIONAL					
Formulario para la clasificación de mapas de aptitud acuícola marina					
Con el fin de realizar la Zonificación Acuícola Nacional a escala 1:500.000 se ha diseñado el siguiente formulario como insumo para evaluar los sitios potenciales acuícolas en Colombia. La escala 1:500.000 corresponde a un nivel explotario donde 1 cm en el mapa es igual a 5 km en el terreno.					
Ya que la información que aquí se recoge es de suma importancia para realizar un correcto proceso de análisis, acudimos a usted como experto en el sector acuícola, en donde respetuosamente solicitamos que indique para cada variable los rangos, que según su experiencia, podrían definir los 3 grados de aptitud: Sitio apto, medianamente apto y no apto para la acuicultura.					
Debe tenerse en cuenta que los valores indicados en el formulario correspondan a condiciones ambientales generales para la acuicultura marina, es decir, que se indique un rango que permita el cultivos de diferentes especies (Ostras, Algas, Peces, Crustáceos, Moluscos)					
COMPONENTE	VARIABLE	INDICADOR	Apto	Medianamente apto	No apto
BIOFÍSICO	Temperatura del mar	°C	28 - 30	27 - 28	< 27
	Profundidad del agua	metros	15-18	20	>20
	Continente Vs Mar	Proximidad a la costa (Km)	1	0,5	<0,5
	Geomorfología de la costa	Por ejemplo Bahías, Ensenadas	Bahías protegidas	Bahía con apertura amplia	Aguas abiertas
	Corrientes - Rango de mareas		-	-	-
	PH		7,5 - 8	7,0 - 7,5	< 7,0
	Oxígeno disuelto	ppm	>5	3,8 - 5	< 3,8
	Turbidez		-	-	-
	Salinidad		32 - 35	27 - 30	< 27
Coliformes Totales	NMP / 100 ml	1000 - 2000 NMP/100 ml	1000 - 2000 NMP/100 ml	> 1000 - 2000 NMP/100 ml	
SOCIOECONÓMICO	Fuentes de contaminación	Distancia (Km)	15	3 - 10	< 3
	Desarrollo turístico	Distancia (Km)	5	5	< 5
	Mercado, Insumos y servicios	Proximidad a centros urbanos (km)	10	10 - 15	> 15
	Energía eléctrica	Cobertura rural (%)	100	50	> 50
	Accesibilidad	Proximidad a vías pavimentadas y sin pavimentar (Km)	2	10	>10

OBSERVACIONES: La turbidez está determinada por la variabilidad interanual y el volumen de sedimentos que descarguen las principales fuentes de agua dulce que estén en proximidad del cultivo, y afecta en mayor medida a los procesos de larvicultura y manejo de alimento vivo si no se cuenta con la filtración adecuada. La unidad para expresar coliformes se reporta en NMP / 100 ml y el rango lo establece el decreto 1594 de 1984

Nombre Entidad

Correo electronico Teléfono

Firma Fecha

Figura 39. Formulario diligenciado por experto en Pectinidos para determinar rangos de aptitud acuícola marina.

ZONIFICACIÓN DE LA ACUICULTURA NACIONAL					
Formulario para la clasificación de mapas de aptitud acuícola marina					
Con el fin de realizar la Zonificación Acuícola Nacional a escala 1:500.000 se ha diseñado el siguiente formulario como insumo para evaluar los sitios potenciales acuícolas en Colombia. La escala 1:500.000 corresponde a un nivel explotario donde 1 cm en el mapa es igual a 5 km en el terreno.					
Ya que la información que aquí se recoge es de suma importancia para realizar un correcto proceso de análisis, acudimos a usted como experto en el sector acuícola, en donde respetuosamente solicitamos que indique para cada variable los rangos, que según su experiencia, podrían definir los 3 grados de aptitud: Sitio apto, medianamente apto y no apto para la acuicultura.					
Debe tenerse en cuenta que los valores indicados en el formulario correspondan a condiciones ambientales generales para la acuicultura marina, es decir, que se indique un rango que permita el cultivos de diferentes especies (Ostras, Algas, Peces, Crustáceos, Moluscos)					
COMPONENTE	VARIABLE	INDICADOR	Apto	Medianamente apto	No apto
BIOFÍSICO	Temperatura del mar	°C	26 - 30	27 - 28	< 27
	Profundidad del agua	metros	1.5-4	4-7	>7
	Continente Vs Mar	Proximidad a la costa (Km)	≤0.2	0.2-05	>0.5
	Geomorfología de la costa	Por ejemplo Bahías, Ensenadas	Bahías protegidas	Bahía semiprotegida	Aguas abiertas
	Corrientes - Rango de mareas		-	-	-
	PH		7,5 - 8	7,0 - 7,5	< 7,0
	Oxígeno disuelto	ppm	>5	3,8 - 5	< 3,8
	Turbidez		-	-	-
	Salinidad		30 - 35	27 - 30	< 27
SOCIOECONÓMICO	Coliformes Totales	NMP / 100 ml	1000 - 2000 NMP/100 ml	1000 - 2000 NMP/100 ml	> 1000 - 2000 NMP/100 ml
	Fuentes de contaminación	Distancia (Km)	15	3 - 10	< 3
	Desarrollo turístico	Distancia (Km)	5	5	< 5
	Mercado, Insumos y servicios	Proximidad a centros urbanos (km)	5-10	10 - 15	> 15
	Energía eléctrica	Cobertura rural (%)	100	50	> 50
Accesibilidad	Proximidad a vías pavimentadas y sin pavimentar (Km)	2	5-10	>10	
OBSERVACIONES:					

Nombre

Entidad

Correo electronico

Teléfono

Firma

Fecha

Figura 40. Formulario diligenciado por experto en Pepinos de mar para determinar rangos de aptitud acuícola marino

Teniendo en cuenta este listado de requerimientos y los valores de aptitud definidos por los expertos se determinó que se zonificaría la franja de 1 km mar adentro a partir de la línea de costa. Así se procedió a la gestión interinstitucional para la consecución de información cartográfica ante la Dirección General Marítima (DIMAR) y el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR), que son las entidades oficiales que tienen injerencia en el área marina de Colombia.

De acuerdo con los requerimientos de este estudio, la información disponible en la DIMAR consiste básicamente en los mapas análogos que contienen las profundidades del océano, pero la misma no fue utilizada debido a que el intervalo de las isobatas es demasiado amplio y no cumple con los valores de aptitud definidos por los expertos.

En el INVEMAR se han adelantado importantes estudios de planificación del espacio marino que han incluido información sobre la calidad del agua y las amenazas antrópicas para los ecosistemas y las especies marinas; esta información se muestra en la siguiente tabla y fue la base con la que se logró la primera aproximación para determinar áreas potencialmente aptas para la acuicultura marina.

Tabla 10. Información de INVEMAR utilizada en la identificación de áreas potencialmente aptas para la acuicultura marina.

Variable	Elementos	Geometría
Amenazas antrópicas Mar Caribe	Extracción productiva	Polígono
	Turismo en playas	Línea
	Por coliformes (alta, media, baja)	Polígono
	Por hidrocarburos (alta, media, baja)	Polígono
	Ocupación humana	Polígono
	Por metales pesados (alta, media, baja)	Polígono
	Por puertos y muelles (alta, media, baja)	Polígono
	Por organoclorados totales (alta, media, baja)	Polígono
	Por sólidos en suspensión (alta, media, baja)	Polígono
	Pesca industrial (arrastre camarón)	Polígono
	Descarga sólidos suspendidos	Polígono
Indicador de calidad de agua marina (basado en pH del agua) Mar Caribe y Océano Pacífico	Óptima, Adecuada, Aceptable, Inadecuada, Pésima	Punto
Áreas Protegidas Mar Caribe y Océano Pacífico	Sistema de Parques Nacionales Naturales	Polígono
	Sitios RAMSAR	Polígono
	Áreas de manejo especial	Polígono
	Distrito de manejo integrado	Polígono
	Reserva de biosfera	Polígono
Parques regionales	Polígono	

Teniendo en cuenta que la cartografía digital disponible a la fecha para el territorio marino no contiene información específica de las variables biofísicas determinadas por los expertos para la zonificación acuícola marina en cuanto a temperatura, salinidad, profundidad del agua marina, características de fondo y corrientes, esta investigación no logró realizar la “zonificación” de aptitud para el área marina, tal como se hizo para el territorio continental. Sin embargo se realizó un ejercicio de aproximación a áreas de aptitud con la información de calidad del agua y áreas protegidas, razón cual se denominó este capítulo como “áreas potencialmente aptas” para la acuicultura marina.

IV. 2. Calificación de variables

Para la identificación de áreas potencialmente aptas en el mar Caribe se utilizó la información cartográfica digital, con geometría de polígono, la cual fue cruzada con la franja de 1 km mar adentro a partir de la línea de costa. A continuación se muestra gráficamente las variables que se utilizaron para determinar estas áreas.

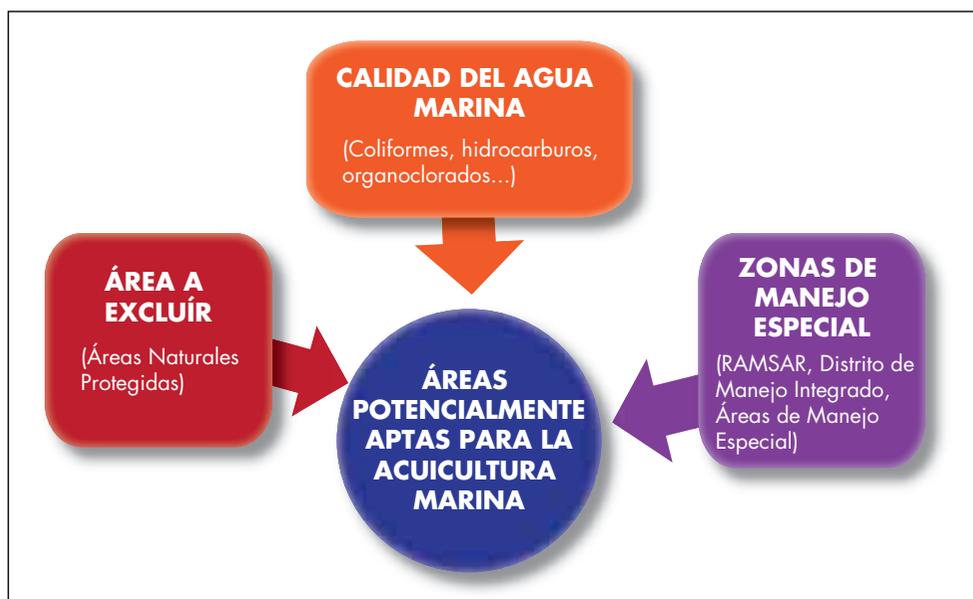


Figura 41. Variables utilizadas en la identificación de áreas potencialmente aptas en el Caribe Colombiano.

Así se calificaron como sitios No aptos aquellos que tienen características de contaminación del agua por presencia de:

- coliformes altos y medios
- hidrocarburos
- metales pesados

También son áreas no aptas aquellas que están en áreas protegidas como Parques Nacionales Naturales. En la tabla 11 se muestra detalladamente cómo se calificaron las variables.

Tabla 11. Calificación de las variables para definir áreas potenciales de aptitud acuícola marina.

Factor	Variable	Grado del impacto	Aptitud
Calidad del agua Mar Caribe	Contaminación por coliformes fecales	Alta, Media	No apto
	Contaminación por metales pesados	Alta, Media, Baja	
	Contaminación por hidrocarburos	Alta, Media, Baja	
	Contaminación por organoclorados totales	Alta, Media, Baja	
	Contaminación por sólidos suspendidos totales	Alta, Media, Baja	
	Pesca industrial: Arrastre de camarón en el Caribe	Alto, Bajo	
	Contaminación por SST por descargas	Media	
	Contaminación por coliformes fecales	Baja	Medianamente apto
Socioeconómico Mar Caribe	Ocupación humana contigua	Alta	Medianamente apto
	Cercanía a puertos y muelles	Alto	Apto
	Ocupación humana contigua	Media	
	Cercanía a puertos y muelles	Medio y Bajo	
Áreas de Exclusión: Áreas naturales protegidas Mar Caribe y Océano Pacífico	Sistema de Parques Nacionales Naturales		No apto
Áreas de Manejo Especial Mar Caribe y Océano Pacífico	Sitios RAMSAR		Apto o medianamente apto con manejo especial
	Áreas de Manejo Especial		
	Distrito de Manejo Integrado		
	Reserva de Biosfera		
	Parques Regionales		

Debido a que la franja marina sobre el Océano Pacífico no cuenta con información cartográfica de tipo socioeconómico ni de calidad del agua, solo fue posible identificar áreas potencialmente aptas con la información de áreas naturales protegidas y áreas de manejo especial.

A los mapas resultantes tanto del Caribe como del Pacífico se les adicionó la capa de "Indicador de Calidad de Agua Marina" ICAM 2011⁷, para mostrar los resultados de los sitios de muestreo del pH del agua realizado por el INVEMAR.

⁷ Este indicador relaciona la suma de los pH de los puntos de muestreo sobre el número de puntos de muestreo realizados de un determinado río (ríos principales). La facilidad de obtención de este indicador, calificada como regular, está asociada a la disponibilidad presupuestal, a la coordinación logística para realizar monitoreos en las corrientes del país (medición en campo) y a los escasos recursos asignados a los programas de vigilancia de la calidad de los recursos hídricos, INVEMAR, 2011.

IV. 3. Mapa de zonificación de la acuicultura marina

De ésta manera se construyeron 9 mapas de áreas marinas potencialmente aptas para la acuicultura en Colombia, 8 de los cuales se presentan a nivel departamental para las áreas marinas del Caribe y 1 se presenta a nivel regional para las áreas marinas del Océano Pacífico. A continuación se presentan estos 9 mapas, los cuales también se incluyen en el CD anexo.

Esta identificación de áreas marinas potencialmente aptas puede establecer pautas para un estudio más minucioso donde se incluyan los requerimientos que en este estudio no fueron tenidos en cuenta y a una escala más detallada. Por tanto hay que tener en cuenta que las áreas definidas como potencialmente aptas no siempre pueden ser aplicadas a la acuicultura.

Áreas potencialmente aptas para la Acuicultura Marina La Guajira

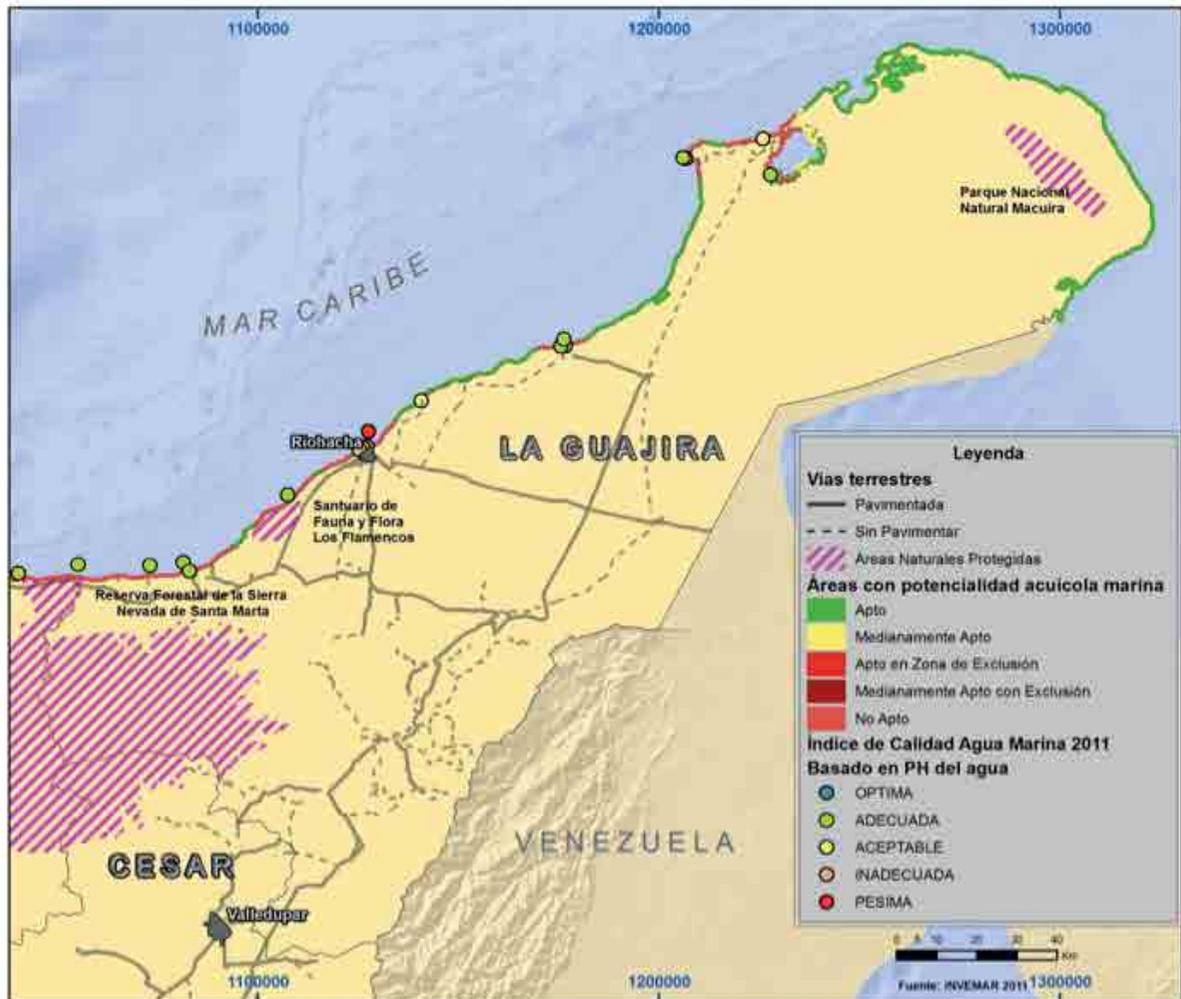


Figura 42. Mapa de las áreas potencialmente aptas para la acuicultura marina en el departamento de La Guajira.

Áreas potencialmente aptas para la Acuicultura Marina Departamento de Magdalena

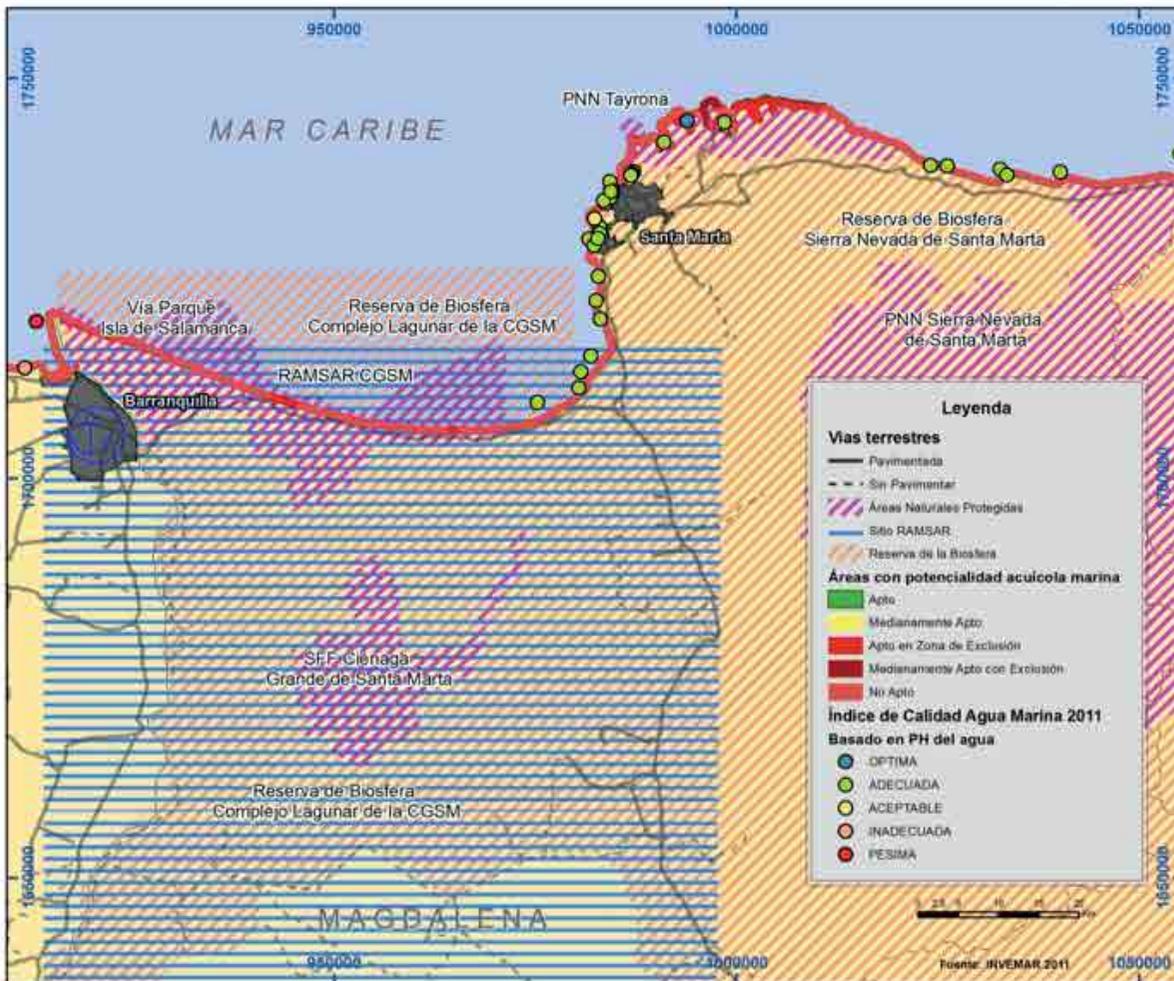


Figura 43. Mapa de las áreas potencialmente aptas para la acuicultura marina en el departamento de Magdalena.

Áreas potencialmente aptas para la Acuicultura Marina Departamento de Atlántico

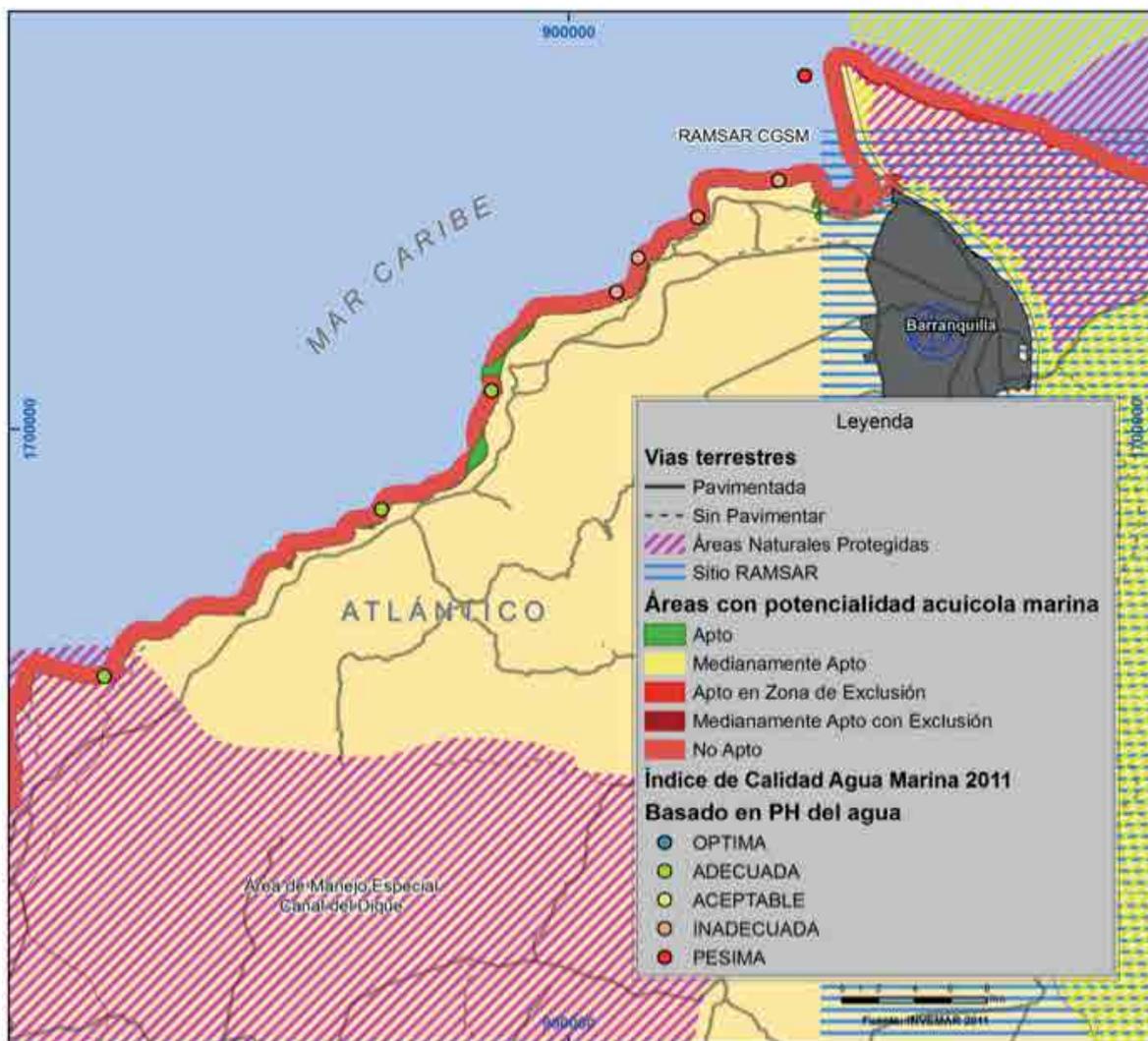


Figura 44. Mapa de las áreas potencialmente aptas para la acuicultura marina en el departamento de Atlántico.

Áreas potencialmente aptas para la Acuicultura Marina Departamento de Bolívar

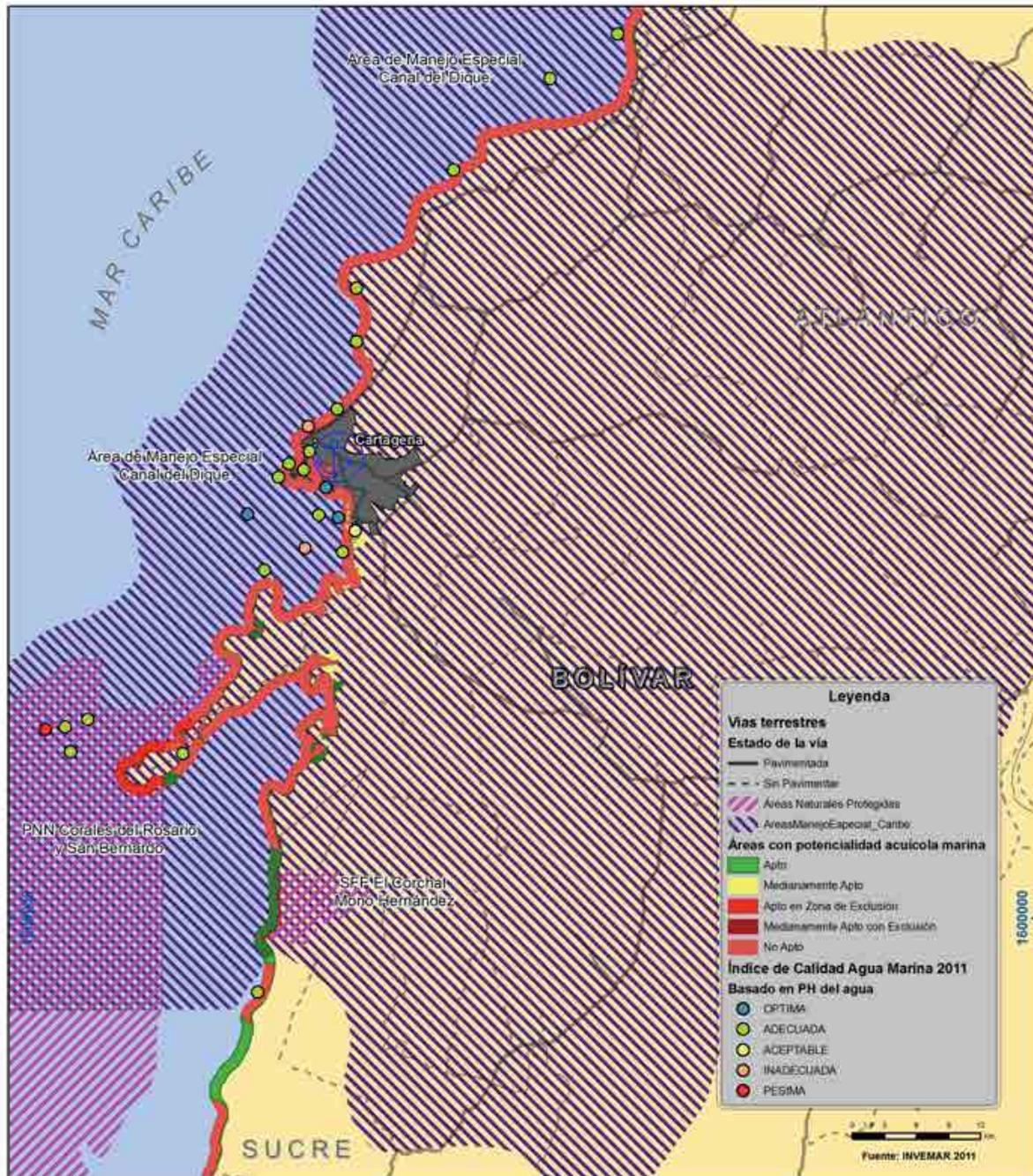


Figura 45. Mapa de las áreas potencialmente aptas para la acuicultura marina en el departamento de Bolívar.

Áreas potencialmente aptas para la Acuicultura Marina Departamento de Sucre

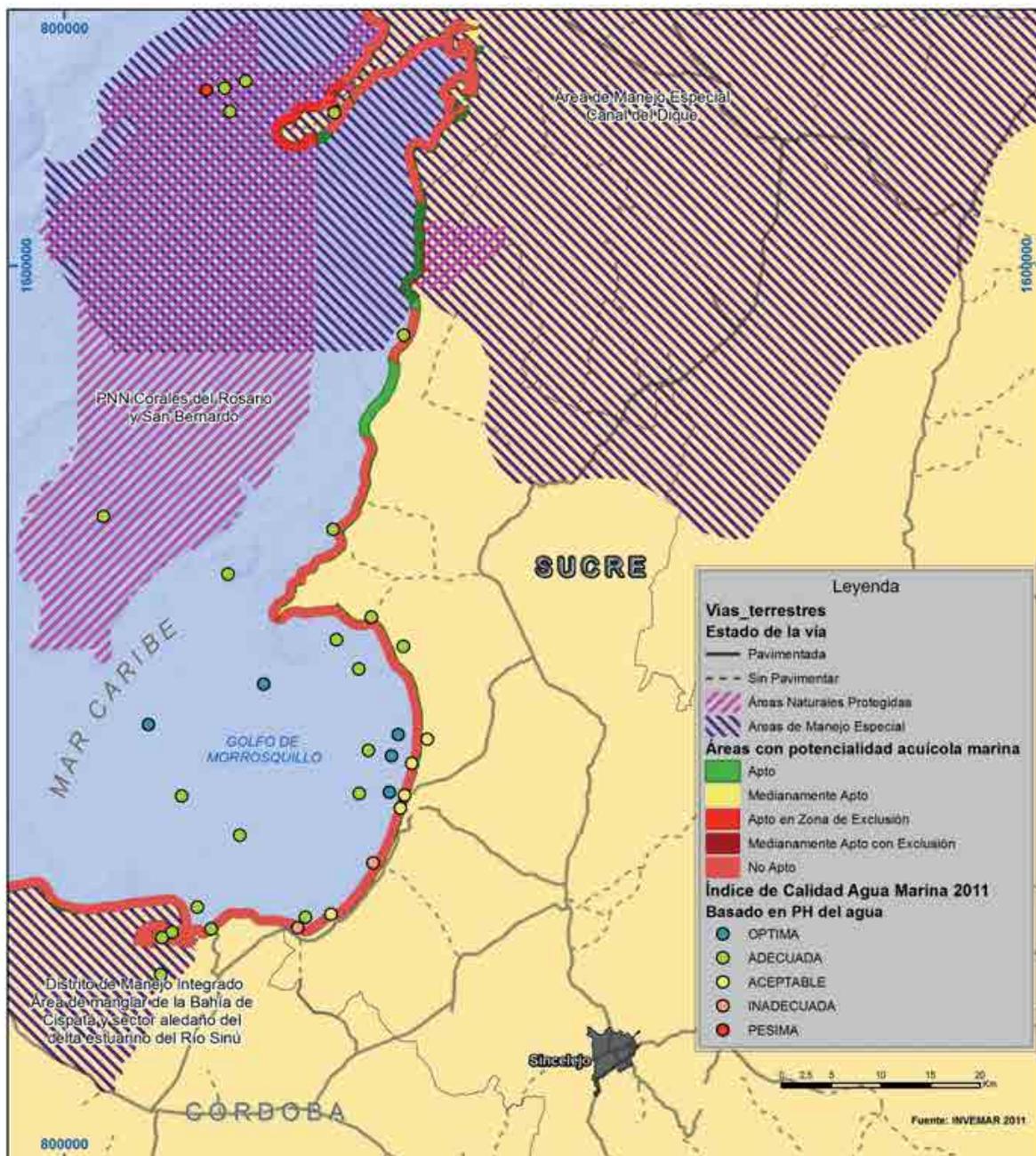


Figura 46. Mapa de las áreas potencialmente aptas para la acuicultura marina en el departamento de Sucre.

Áreas potencialmente aptas para la Acuicultura Marina Departamento de Córdoba

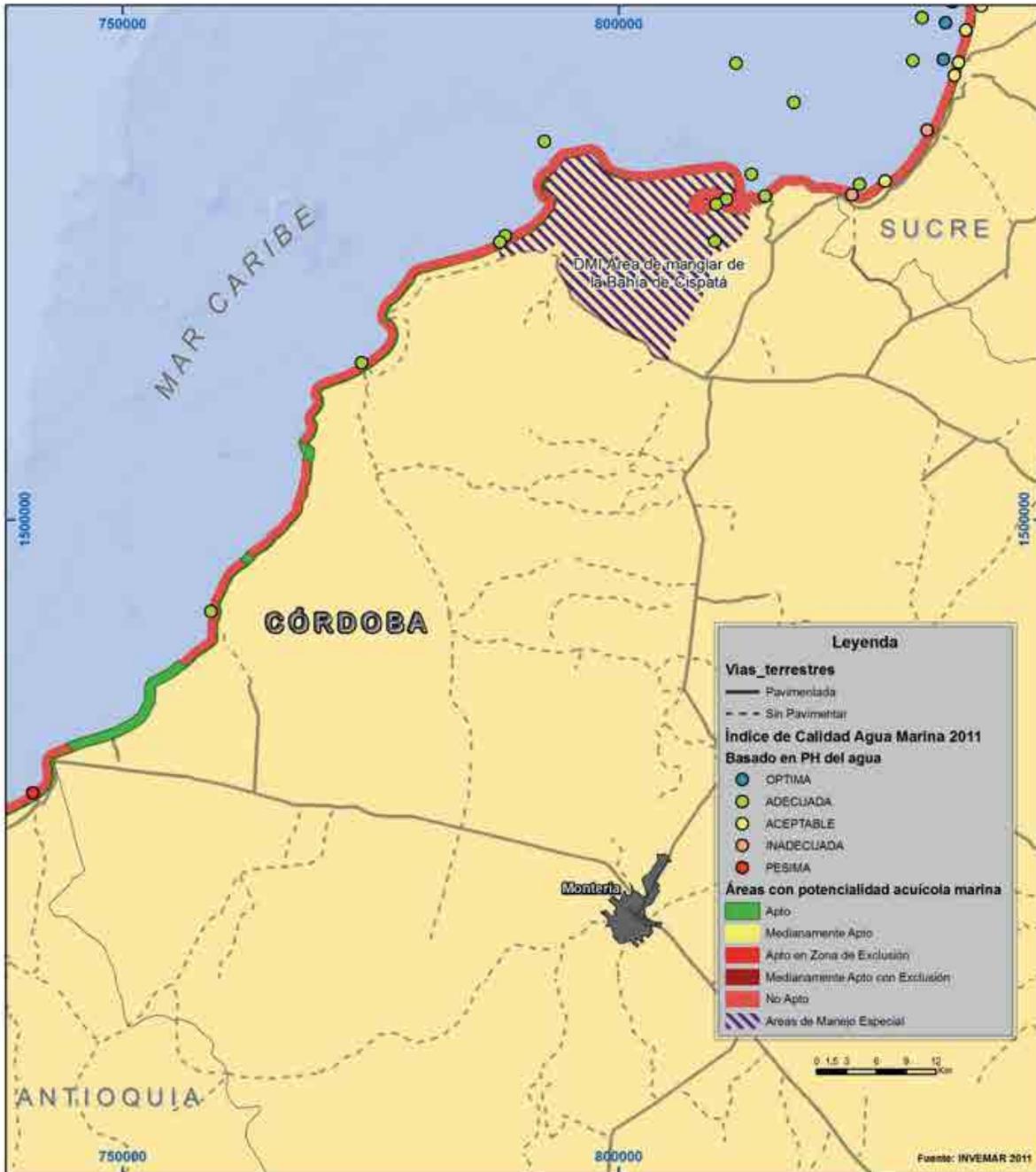


Figura 47. Mapa de las áreas potencialmente aptas para la acuicultura marina en el departamento de Córdoba.

Áreas potencialmente aptas para la Acuicultura Marina

Departamentos de Antioquia y Chocó

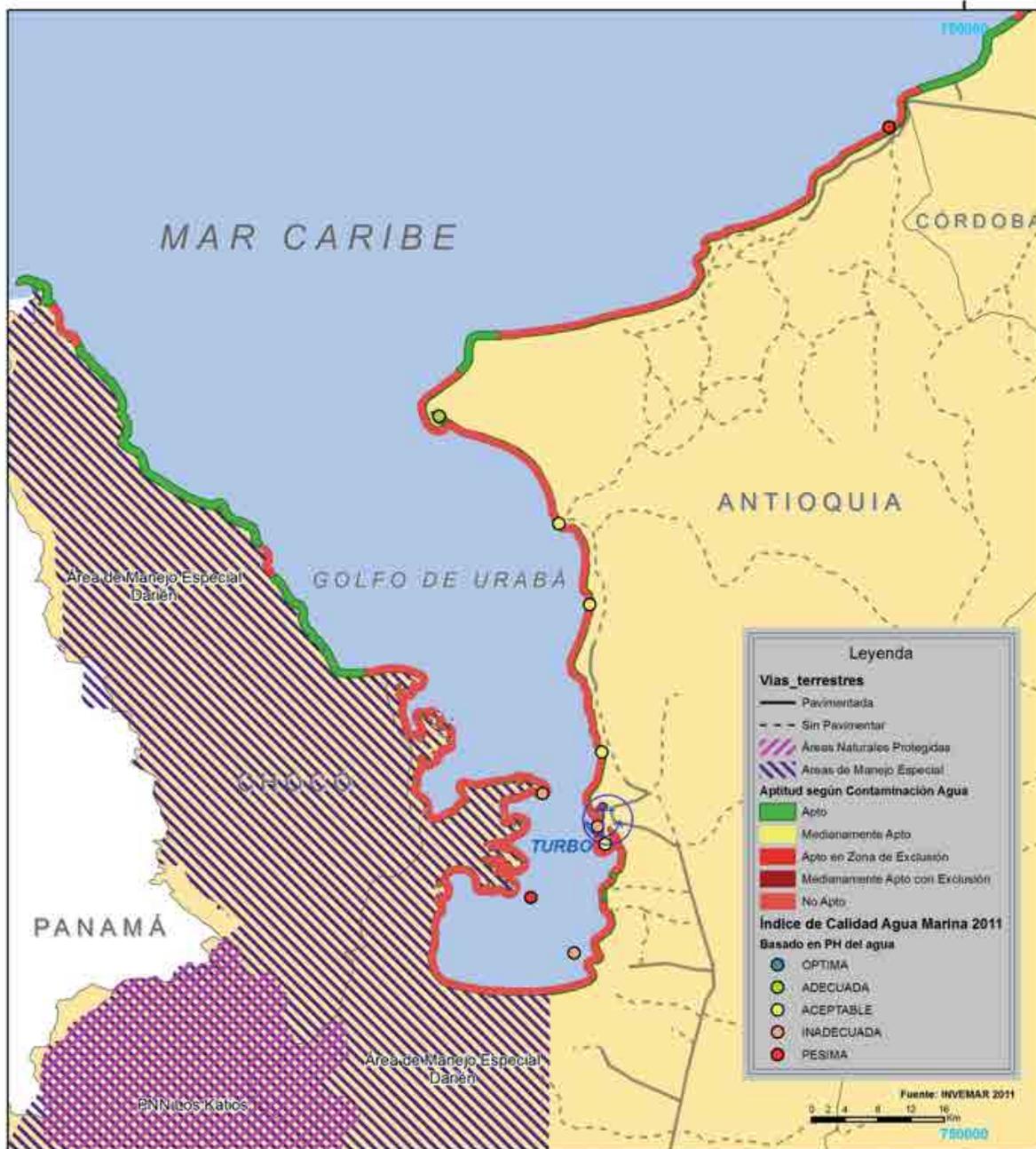


Figura 48. Mapa de las áreas potencialmente aptas para la acuicultura marina en los departamentos de Antioquia y Chocó en el mar Caribe.

Áreas potencialmente aptas para la Acuicultura Marina

Departamento de Archipiélago de San Andrés, Providencia
y Santa Catalina

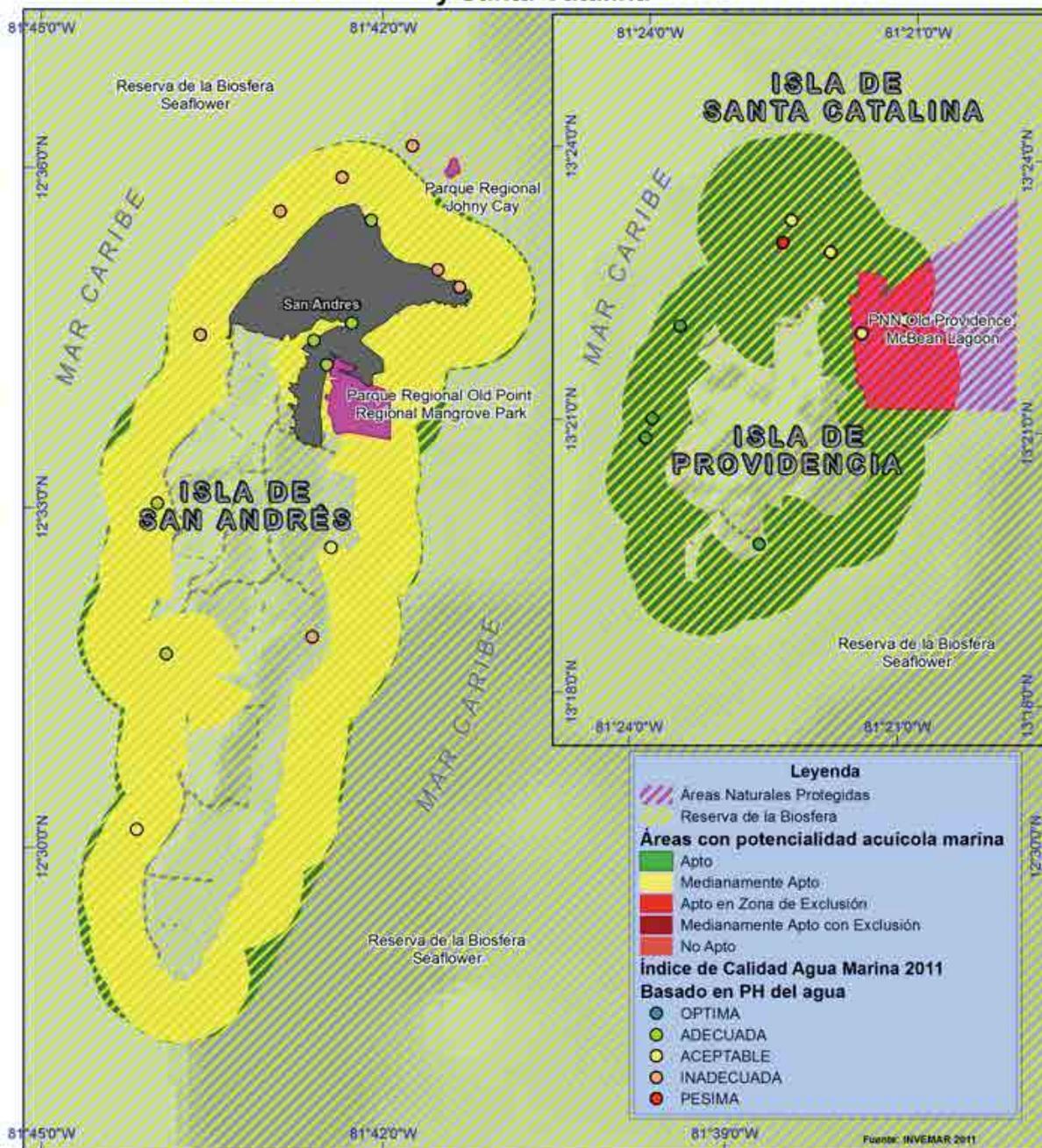


Figura 49. Mapa de las áreas potencialmente aptas para la acuicultura marina en el departamento de Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

Áreas potencialmente aptas para la Acuicultura Marina Oceáno Pacífico



Figura 50. Mapa de las áreas potencialmente aptas para la acuicultura marina en la Costa Pacífica.

V. Conclusiones

La Zonificación de la Acuicultura Nacional (ZAN), elaborada a escala 1:500 000 y mediante la cual se definen áreas de aptitud acuícola tanto para especies continentales como para especies marítimas, se constituye en un importante insumo a nivel nacional que permitirá apoyar la planificación territorial de manera sostenible. Igualmente, esta zonificación es el pilar de un Sistema de Información Geográfico para la Acuicultura en Colombia, en el que se almacena información cartográfica digital biofísica, socioeconómica y de restricciones base para la determinación de zonas aptas, medianamente aptas y no aptas para la acuicultura.

Sin embargo, no debe desconocerse que, debido a la escala con la que se trabajó, ésta zonificación alcanza un nivel exploratorio, es decir que para estudios detallados, es necesario afinar los parámetros ambientales que requieren los cultivos acuícolas, incluyendo variables tan importantes como son la temperatura del agua, su calidad y disponibilidad, uso del suelo actual (área disponible), estado de conservación de las fuentes de agua (degradación y deforestación), perfiles de la población, tenencia de la tierra y vocación de la zona, entre otros. Adicionalmente, para las especies marinas es necesario tener en cuenta otras variables como son profundidad, salinidad y rango de mareas, entre otros.

Por otro lado, se debe tener en cuenta que no todas las áreas de aptitud acuícola identificadas en este trabajo, tanto continentales como marinas, pueden ser realmente dedicadas a la acuicultura puesto que ya muchas de ellas se encuentran con otro uso del suelo (industrial, agrícola, turístico, etc.). Por tanto, la base de datos de información espacial que permita fortalecer el planeamiento y el ordenamiento territorial de la acuicultura debe ser enriquecida con escalas más detalladas (1:100 000 o 1:25 000) a fin de establecer con mayor precisión zonas aptas disponibles para la acuicultura; igualmente, se deben integrar otros instrumentos de planificación a nivel municipal y departamental como son los POT y EOT y en el área marina se deben tener en cuenta los Sitios Prioritarios de Conservación en el Caribe y en el Pacífico determinados por el INVEMAR (2008) y lo establecido por el Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC).

La validación de la zonificación de la acuicultura continental con las granjas piscícolas censadas en el año 2010 por la Corporación Colombia Internacional (CCI) se consideró exitosa puesto que tuvo como resultado una alta coincidencia con áreas definidas como aptas y medianamente aptas para la acuicultura: 93% para especies de aguas cálidas y 90% para especies de aguas frías.

En cuanto a la acuicultura marina, en Colombia hay poca información cartográfica relacionada con los requerimientos definidos para esta zonificación pues, aun cuando

el territorio marino es muy extenso, solo dos entidades nacionales tienen injerencia en el área marina del país y generan el conocimiento oficial que son la Dirección General Marítima DIMAR y el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR).

La franja de 1 km fue considerada suficiente para hacer la primera aproximación a una zonificación de la Acuicultura marina de acuerdo con el área definida por los expertos para este tipo de actividad. Es claro que se requiere un estudio más detallado del área marina que contemple, por ejemplo, la profundidad que necesitan las jaulas, porque a la escala en que se hizo este primer ejercicio hay algunos parámetros que son imposibles de cartografiar.

Un próximo ejercicio de zonificación obligaría a validar los requerimientos y los rangos de valores de aptitud que fueron utilizados para la acuicultura continental y marina en Colombia. Para ello es necesario documentar, mediante el conocimiento y la experiencia de los acuicultores, los requerimientos de aptitud para pequeños, medianos y grandes productores; también deberían incluirse nuevas dinámicas geográficas como por ejemplo el Cambio Climático, el cual puede afectar el mapa final de aptitud para los cultivos.

Por otra parte, la acuicultura marina reclama un reconocimiento diferenciado de un territorio que estructural y funcionalmente es incomparable al continental, por lo que la zonificación de la acuicultura marina exige tratamientos únicos y específicos para las especies que pueden cultivarse en este territorio.

Finalmente, es importante que se establezcan convenios interinstitucionales entre el MADR, la AUNAP, el IGAC, el IDEAM, el INVEMAR, el DANE, la CCI, la DIMAR y los productores para el intercambio y la generación de información espacial ambiental que concierne a la acuicultura y que pueda ser asequible a los usuarios por internet a través de una Ventanilla Única.

VI. Bibliografía

ALONSO, D., Ramírez, L., Segura-Quintero, C., Castillo-Torres, P, Díaz, J.M. y T. Walschburguer, 2008. Prioridades de conservación in situ para la biodiversidad marina y costera de la plataforma continental del Caribe y Pacífico colombiano. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR). The Nature Conservancy – TNC y Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales –UAESPNN. Santa Marta, Colombia, 20p.
http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/5825Cartilla_Prioridades%20marinas%20Colombia.pdf

CORPORACIÓN COLOMBIA INTERNACIONAL (CCI), Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). Encuesta Nacional Piscícola 2010A.

CENIACUA, SENA, CEINER, 2007. Cartilla de consideraciones ambientales y normativas para el establecimiento de cultivos marinos. Colombia.

ETTER, A., 1991. Introducción a la ecología del paisaje; un marco de integración para los levantamientos rurales. CIAF. Bogotá.

FAO. Departamento de Pesca y Acuicultura. Página web de información Geográfica. <http://www.fao.org/fishery/geoinfo/es>

INVEMAR 2011. Red Calidad Ambiental Marina (RedCAM). Recuperado el 24 de agosto de 2011 de la base de datos RedCAM del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR), en: <http://siam.invemar.org.co/siam/redcam/index.htm>.

INVEMAR 2012. Sistema de Información Ambiental Marina de Colombia (SIAM). Recuperado el 14 de marzo de 2012 del Geoportal del SIAM en el servicio Acceso a Datos del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras. INVEMAR, en: www.invemar.org.co/siam.

INCODER 2007. La ostra del Caribe *Crassostrea rhizophorae*: una alternativa de maricultura. Editores Lagos, Alba Lucía; Daza Piedad; Sanabria Ana Isabel.

INPA. 1991. Atlas sobre la evaluación del potencial para la acuicultura (sector Buenaventura-Río Mataje) por imagen satélite. Programa Regional de Cooperación (PEC) para la pesca. Comunidad Económica Europea.

MERINO, María Claudia; SALAZAR, Gustavo; GÓMEZ, Diana. 2006. Guía práctica de piscicultura en Colombia. Subgerencia de Pesca y Acuicultura. Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER).

OVIEDO, Misael Enrique. 2011. Evaluación de la potencialidad de la región costera del departamento de Córdoba para el cultivo de *Tilapia nilótica*. Tesis de maestría Universidad de Córdoba.

QUINTERO, Luis; PARDO Blanca; QUINTERO, Ana. 2011. Manual Técnico para la producción de peces de consumo a pequeña y mediana escala en el departamento de Cundinamarca. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; Departamento de Cundinamarca, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.

RAMÍREZ, Alexa. 2009. Evaluación de áreas potenciales para el desarrollo de sistemas acuícolas. Tesis Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira.

VII. Anexos cartográficos digitales (en CD adjunto)

A continuación se presenta la tabla en donde se relaciona la cartografía que está contenida en el CD adjunto.

Tabla 12. Relación de la cartografía contenida en el CD adjunto.

Nombre de la carpeta digital dentro del CD ANEXOS CARTOGRAFÍA	Nombre del mapa	Tipo de Mapa	Formato del archivo
ANEXO A_ZAN_Cálidas	Zonificación de la Acuicultura Nacional Especies de aguas cálidas	Nacional	PDF, JPG
ANEXO A_ZAN_Cálidas\ Departamentales		Departamental	PDF
ANEXO B_ZAN_Frías	Zonificación de la Acuicultura Nacional Especies de aguas frías	Nacional	PDF, JPG
ANEXO B_ZAN_Frías\ Departamentales		Departamental	PDF
ANEXO C_Restricciones_Cálidas\ Nacionales	Zonificación de la Acuicultura Nacional. Restricción por Suelos y Pendiente Especies de aguas cálidas	Nacional	PDF, JPG
	Zonificación de la Acuicultura Nacional. Restricción por Vías, Mercados e Insumos Energía Eléctrica. Especies de aguas cálidas		
	Zonificación de la Acuicultura Nacional. Restricción por Puertos Marítimos y Aeropuertos Especies de aguas cálidas		
ANEXO C_Restricciones_Cálidas\ Departamentales\ Suelos_pendiente_Cálidas	Zonificación de la Acuicultura Nacional. Restricción por Suelos y Pendiente Especies de aguas cálidas	Departamental	PDF
ANEXO C_Restricciones_Cálidas\ Departamentales\ Vías_Mercados_Energía_Cálidas	Zonificación de la Acuicultura Nacional. Restricción por Vías, Mercados e Insumos Energía Eléctrica. Especies de aguas cálidas		
ANEXO C_Restricciones_Cálidas\ Departamentales\ Puertos_Aeropuertos_Cálidas	Zonificación de la Acuicultura Nacional. Restricción por Puertos Marítimos y Aeropuertos Especies de aguas cálidas		
ANEXO D_Restricciones_Frías\ Nacionales	Zonificación de la Acuicultura Nacional. Restricción por Suelos y Pendiente Especies de aguas frías	Nacional	PDF, JPG
	Zonificación de la Acuicultura Nacional. Restricción por Vías, Mercados e Insumos Energía Eléctrica. Especies de aguas frías		
	Zonificación de la Acuicultura Nacional. Restricción por Puertos Marítimos y Aeropuertos Especies de aguas frías		
ANEXO D_Restricciones_Frías\ Departamentales \ Suelos_pendiente_Frías	Zonificación de la Acuicultura Nacional. Restricción por Suelos y Pendiente Especies de aguas frías	Departamental	PDF
ANEXO D_Restricciones_Frías\ Departamentales \ Vías_Mercados_Energía_Frías	Zonificación de la Acuicultura Nacional. Restricción por Vías, Mercados e Insumos Energía Eléctrica. Especies de aguas frías		
ANEXO D_Restricciones_Frías\ Departamentales \ Puertos_Aeropuertos_Frías	Zonificación de la Acuicultura Nacional. Restricción por Puertos Marítimos y Aeropuertos Especies de aguas frías		

Nombre de la carpeta digital dentro del CD ANEXOS CARTOGRAFÍA	Nombre del mapa	Tipo de Mapa	Formato del archivo
ANEXO E Áreas potencialmente aptas_marino	Áreas potencialmente aptas para la acuicultura marina. La Guajira	Departamental	PDF, JPG
	Áreas potencialmente aptas para la acuicultura marina. Magdalena		
	Áreas potencialmente aptas para la acuicultura marina. Atlántico		
	Áreas potencialmente aptas para la acuicultura marina. Bolívar		
	Áreas potencialmente aptas para la acuicultura marina. Sucre		
	Áreas potencialmente aptas para la acuicultura marina. Córdoba		
	Áreas potencialmente aptas para la acuicultura marina. Antioquia y Chocó		
	Áreas potencialmente aptas para la acuicultura marina. Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina		
	Áreas potencialmente aptas para la acuicultura marina. Océano Pacífico	Regional	



AUNAP
AUTORIDAD NACIONAL
DE ACUICULTURA Y PESCA



MinAgricultura
Ministerio de Agricultura
y Desarrollo Rural

100 AÑOS

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**

