



Propuesta metodológica para la zonificación del Plan de Ordenamiento Físico, Portuario y Ambiental – POFPA

1. Contexto

Esta propuesta parte de la premisa de que existen condiciones ambientales y físicas en la zona marino-costera, que limitan o restringen el desarrollo de las actividades portuarias.

Se plantea la aplicación de una metodología similar a la empleada en el Plan Integral de Ordenamiento Portuario – PIOP de 2008, que utiliza información geográfica estratégica para caracterizar la zona marino-costera, a fin de establecer una zonificación de la misma de acuerdo con su aptitud multidimensional (ambiental y física), que orienta la toma de decisiones respecto a la ubicación de futuros proyectos portuarios.

Este método de zonificación es aplicable a las dimensiones (ambiental y física) contempladas en el POFPA, y clasifica la aptitud de la zona marino-costera para el desarrollo de proyectos portuarios en las siguientes categorías: nula, baja, media y alta.

2. Objetivo

Establecer la aptitud de la línea de costa en relación con el desarrollo de proyectos de construcción y operación de infraestructura portuaria.

3. Desarrollo metodológico

El establecimiento de la aptitud de la línea de costa se soporta en un proceso metodológico que emplea información sobre las condiciones ambientales y físicas que caracterizan la franja marino-costera que se extiende a lo largo de la línea de costa, en la superficie que se establece a 2 km de dicha línea, tanto hacia el continente, como hacia el océano.

A continuación, se señala la metodología propuesta para establecer dicha aptitud.

3.1. Calificación de la aptitud de la línea de costa para la construcción y operación de proyectos portuarios

La aptitud de la línea de costa para la construcción y operación de proyectos portuarios es función de su aptitud ambiental (Aa) y su aptitud física (Af). La siguiente relación matemática establece dicha aptitud portuaria (AP):

$$\text{Fórmula 1: } AP = \sqrt{(Aa) * (Af)}$$

Los valores de la aptitud portuaria de la línea de costa varían entre 0 y 100. 0 indica una aptitud nula, y 100 una aptitud alta. Así, el resultado de la calificación para cada segmento de la línea de costa determinará su grado de aptitud para el desarrollo de la infraestructura portuaria, de acuerdo con las categorías definidas en la Tabla 1.



Para establecer la aptitud portuaria de cada segmento de la línea costera es necesario ejecutar un análisis espacial que mediante álgebra de mapas permita realizar las operaciones matemáticas descritas en la fórmula 1.

Tabla 1. Categorías de la aptitud portuaria de la línea de costa

Rango de la calificación	Aptitud portuaria	Interpretación
$65 > x \leq 100$	Alta	La aptitud físico ambiental hace factible el establecimiento de proyectos de infraestructura portuaria. No obstante, tal como está previsto en la normativa ambiental, se debe surtir el proceso de licenciamiento ambiental para proyectos puntuales de construcción y operación de la infraestructura portuaria.
$30 > x \leq 65$	Media	Se recomienda la elaboración de una evaluación ambiental estratégica regional de manera previa a la formulación de proyectos portuarios en este segmento de la línea de costa, que analice la posibilidad de establecer proyectos portuarios
$0 > x \leq 30$	Baja	No se recomienda el establecimiento de proyectos portuarios debido a las restricciones ambientales y físicas que presenta este segmento de la línea de costa y el nivel de riesgo a ella asociado
0	Nula	No es posible el establecimiento de proyectos portuarios

Nota: En todo caso, es necesario tener en cuenta que los proyectos de infraestructura portuaria requieren de la ejecución del proceso de licenciamiento ambiental a fin de obtener la autorización de la autoridad ambiental competente para su ejecución.

Tanto la aptitud ambiental como la aptitud física dependen de una serie de criterios que reflejan dichas condiciones de la zona costera. A continuación, se mencionan las relaciones matemáticas para establecer la aptitud ambiental y la aptitud física de cada segmento de la línea costera.

- La aptitud ambiental (Aa) está dada por la siguiente ecuación:

$$\text{Fórmula 2: } Aa = (Cd) * (Cea) * (Cem) * (Ca)$$

Donde:

- Cd = Criterio determinantes ambientales de ordenamiento territorial
- Cea = Criterio ecosistemas terrestres costeros amenazados
- Cem = Criterio ecosistemas marinos presentes
- Ca = Criterio ocurrencia de amenazas naturales

Los valores de la aptitud ambiental varían entre 0 y 100. 0 indica una aptitud ambiental nula, y 100 una aptitud ambiental total.

Para obtener el valor de la aptitud ambiental de cada segmento de la línea de costa se multiplican, mediante álgebra de mapas, los valores de cada uno de los criterios.



- La aptitud física (A_f) está dada por la siguiente ecuación:

$$\text{Fórmula 3: } A_f = (Cab) * (Crc) * (Cat) * (Cdc)$$

Donde:

- Cab = Criterio abrigo
- Crc = Criterio relieve costero
- Cat = Criterio acceso terrestre a la línea de costa
- Cdc = Criterio distancia de línea de costa a isóbata de diseño

Los valores de la aptitud física varían entre 0 y 100. 0 indica una aptitud física nula, y 100 una aptitud física total.

Para obtener el valor de la aptitud física de cada segmento de la línea de costa se multiplican, mediante álgebra de mapas, los valores de cada uno de los criterios.

A continuación, se describen los criterios que permiten establecer tanto la aptitud ambiental, como la aptitud física.

3.2. Criterios de evaluación

3.2.1. Criterios ambientales

3.2.1.1. *Determinantes ambientales de ordenamiento territorial*

Este criterio incorpora los condicionantes que imponen las figuras de ordenamiento ambiental territorial en la franja marino-costera, que de acuerdo al artículo 10 de la Ley 388 de 1997, son determinantes y constituyen normas de superior jerarquía que implican un uso diferencial del territorio. De este conjunto de determinantes hacen parte las Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales – SPNN, Otras áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP y las Estrategias complementarias de conservación y desarrollo sostenible, cuyos objetivos de conservación restringen el desarrollo de infraestructura portuaria. Conforme al Decreto 1076 de 2015, las áreas del SPNN no pueden ser objeto de este tipo de intervenciones (restricción legal).

En la Tabla 2 se presentan los diferentes tipos de determinantes ambientales con la calificación de aptitud asociada.

Tabla 2. Calificación de la aptitud asociada a las determinantes ambientales presentes en la franja marino costera

Categoría	Tipo de área	Fuente de cartografía	Aptitud asociada al criterio	Calificación del criterio
SPNN	Parque nacional natural, Reserva natural, Área natural única, Santuario de flora, Santuario de fauna, Santuario de fauna y flora, Vía parque	RUNAP	Nula	0,00
Otras áreas SINAP	Parque regional natural, Reserva forestal protectora	RUNAP	Nula	0,00



Categoría	Tipo de área	Fuente de cartografía	Aptitud asociada al criterio	Calificación del criterio
	nacional, Reserva forestal protectora regional			
	Distrito nacional de manejo integrado, Distrito regional de manejo integrado, Distrito de conservación de suelos, Área de recreación, Reserva natural de la sociedad civil	RUNAP	Baja	1,26
Estrategias complementarias de conservación y desarrollo sostenible	Zonas amortiguadoras de áreas del SPNN, Áreas con prioridades de conservación contempladas por PNN (establecidas por el CONPES 3680 de 2010) y Zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente (zonas con declaratoria provisional)	Minambiente - PNN	Muy baja	0,63
	Zonas A de las reservas forestales de Ley 2 de 1959, Área marina protegida de los archipiélagos del Rosario y de San Bernardo (hasta tanto se adelante su proceso de homologación con las categorías de manejo del SINAP)	Minambiente	Nula	0,00
	Zonas B de las reservas forestales de Ley 2 de 1959, Zonas de las reservas forestales Ley 2 con decisión de ordenamiento previo a zonificación A, B y C, Reservas de biósfera	Minambiente	Baja	1,26
	Áreas importantes para la conservación de aves (AICA)	Instituto Humboldt	Muy baja	0,63
	Áreas susceptibles a procesos de restauración ecológica (definidas en el Plan nacional de restauración)	Minambiente	Muy baja	0,63
	Otras áreas designadas como suelo de protección en los POT por sus características ambientales y de paisaje	Municipios	Nula	0,00



Categoría	Tipo de área	Fuente de cartografía	Aptitud asociada al criterio	Calificación del criterio
Sin determinante ambiental	Sin determinante ambiental		Total	3,16

Nota: en caso de que se presente la superposición de dos o más determinantes en un mismo segmento de la línea de costa, se debe asignar la calificación asociada a la menor aptitud (el valor más bajo).

3.2.1.2. Ecosistemas terrestres costeros amenazados

Este criterio incorpora el grado de amenaza de los ecosistemas terrestres costeros presentes en la franja marino-costera, el cual determina la susceptibilidad de éstos a la intervención por cuenta del desarrollo de infraestructura portuaria.

En la Tabla 3 se presentan los diferentes tipos de ecosistemas terrestres costeros amenazados¹ con la calificación de aptitud asociada.

Tabla 3. Calificación de la aptitud asociada al grado de amenaza de los ecosistemas terrestres costeros presentes en la franja marino costera

Grado de amenaza	Aptitud asociada al criterio	Calificación del criterio
Ecosistemas transformados	Total	3,16
Estado de preocupación menor (LC)	Alta	2,53
Estado vulnerable (VU)	Media	1,90
En peligro (EN)	Baja	1,26
Estado Crítico (CR)	Muy baja	0,63

3.2.1.3. Ecosistemas marinos presentes

Este criterio incorpora la presencia de ecosistemas marinos en la franja marino-costera, los cuales son altamente sensibles a la construcción y/u operación de infraestructura portuaria.

En la Tabla 4 se presentan los diferentes tipos de ecosistemas marinos² con la calificación de aptitud asociada.

¹ Etter, A., Andrade, A., Saavedra, K. y J. Cortés (2018). Actualización de la Lista Roja de los Ecosistemas Terrestres de Colombia: conocimiento del riesgo de ecosistemas como herramienta para la gestión. En Moreno, L. A., Rueda, C. y Andrade, G. I. (Eds.). 2018. Biodiversidad 2017. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia).

² Ideam, Instituto Humboldt, IGAC, Invermar, Minambiente. Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (MEC) [mapa], Versión 2.1, escala 1:100.000, 2017.



Tabla 4. Calificación de la aptitud asociada a la sensibilidad de ecosistemas marinos presentes

Ecosistema	Aptitud asociada al criterio	Calificación del criterio
Otros	Total	3,16
Praderas de pastos marinos	Muy baja	0,63
Arrecifes coralinos	Muy baja	0,63
Sin información	Total	3,16

3.2.1.4. Amenazas naturales

Este criterio incorpora la posibilidad de que se presenten fenómenos ambientales que constituyen amenazas naturales en la franja marino-costera y que determina un nivel de riesgo al desarrollo de la infraestructura portuaria.

En la

Tabla 5 se presentan los valores de la calificación de la aptitud asociada al número de amenazas que simultáneamente se presenten en un segmento de la línea de costa. Se han considerado 6 tipos de amenaza: fenómenos oceánicos³, desertificación⁴, erosión costera⁵, sismicidad⁶, inundación⁷ y deslizamientos, derrumbes, desprendimientos⁸.

Tabla 5. Calificación de la aptitud asociada a la cantidad de amenazas naturales que ocurren en el mismo segmento

Cantidad de amenazas en el mismo segmento	Aptitud asociada al criterio	Calificación
0	Total	3,16
1	Muy Alta	2,71
2	Alta	2,26
3	Media	1,81
4		1,36
5	Baja	0,90
6	Muy Baja	0,45

3.3. Criterios físicos

Esta propuesta emplea los mismos criterios que se establecieron en la zonificación del PIOP de 2008; no obstante, los valores que puede tomar cada uno de ellos, han sido ajustados para asegurar la coherencia con el método propuesto para la zonificación de la línea de costa.

³ Dimar.

⁴ Ideam.

⁵ Invermar.

⁶ SGC.

⁷ Dimar.

⁸ SGC.



De esta forma y ejecutando un análisis espacial, se debe asignar a cada segmento de la línea costera, el valor que le corresponda de acuerdo con lo establecido en las Tablas 7, 8, 9 y 10.

Una vez se obtenga el valor de cada criterio para cada segmento de la línea de costa, los valores de todos los criterios deben ser multiplicados entre sí mediante álgebra de mapas, para establecer el valor del *criterio físico* de la línea costera de acuerdo con lo señalado en la fórmula 3.

3.3.1. Abrigo

Tabla 6. Calificación de la aptitud asociada al criterio Abrigo

Abrigo	Aptitud asociada al criterio	Calificación
Costa abrigada: Bahía, Estero	Total	3,16
Mediana a moderadamente abrigada: golfo, ensenada, socaire, isla de barrera	Media	2,11
Costa Abierta: sujeta a oleajes, vientos o corrientes	Baja	1,05

3.3.2. Relieve costero

Tabla 7. Calificación de la aptitud asociada al criterio Relieve costero

Relieve costero	Aptitud asociada al criterio	Calificación
Llanuras costeras de formación arenosa	Total	3,16
Llanuras costeras con humedales	Media	2,11
Costa alta y acantilada	Baja	1,05

3.3.3. Acceso terrestre a la línea de costa

Tabla 8. Calificación de la aptitud asociada al Acceso a línea de costa

Acceso terrestre a la línea de costa	Aptitud asociada al criterio	Calificación
< 500 m	Total	3,16
De 500 m a 5 km	Media	2,11
> 5 km	Baja	1,05

3.3.4. Distancia de línea de costa a isobata de diseño

Tabla 9. Calificación de la aptitud asociada al criterio Distancia de línea de costa a isobata de diseño

Distancia de línea de costa a isobata de diseño	Aptitud asociada al criterio	Calificación
< 3 km	Total	3,16
de 3 km a 7 km	Media	2,11
> 7 km	Baja	1,05



4. Observaciones

Teniendo en cuenta que esta propuesta metodológica se construyó a partir de la información disponible, una vez se cuente con información sobre otras determinantes ambientales asociadas a la zonas costeras que hayan sido adoptadas mediante acto administrativo, como es el caso de los Planes de Ordenación y Manejo Integrado de las Unidades Ambientales Costeras – POMIUAC y la zonificación y lineamientos para el ecosistema de manglar y áreas protegidas como los Distritos de Manejo Integrado, será necesario revisarlas e incorporar sus determinaciones sobre uso del territorio a fin de actualizar la zonificación de aptitud portuaria del POFPA.

Asimismo, este proceso de zonificación debe ser ejecutado nuevamente cuando se disponga de información más detallada sobre las amenazas naturales que puedan ocurrir en la franja marino costera.