

**RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE ARRECIFES DE CORAL COMO UNA
HERRAMIENTA DE APROVECHAMIENTO Y MANEJO INTEGRADO DE
ZONAS MARINO-COSTERAS PARA EL CARIBE COLOMBIANO.**

Julián David Bernal Sastoque

Fabio Gómez Delgado

ARTÍCULO 23, RESOLUCIÓN #13 DE 1946.

“La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Sólo velará porque no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y porque las tesis no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien se vean en ellas el anhelo de buscar la verdad y la justicia”

Tabla de contenido

Introducción	5
Problema	5
Justificación	6
Objetivo General	8
Objetivos Específicos	8
Marco Teórico	9
Marco Político-Administrativo en Colombia	9
Litoral Caribe	10
Litoral Pacífico	10
Marco Conceptual	10
Manejo Integrado a Zonas Costeras	11
Arrecifes de Coral y Estado de Conservación para el Caribe Colombiano	14
Restauración Ecológica	22
Metodologías de Restauración Ecológica en Arrecifes de Coral	35
<i>Arrecifes Artificiales</i>	36
<i>Trasplante de fragmentos de coral</i>	39
<i>Guarderías de coral</i>	42
Alternativas económicas participativas	44
Antecedentes	45
Área de Estudio	50
Metodología	57
Resultados y Discusión	62

Conclusiones 90

Recomendaciones 93

Bibliografía 95

Anexos 101

Resumen

En momentos de crisis ambiental, social y económica, las zonas marinas y costeras del Caribe colombiano se posicionan como centros de desarrollo social y económico al igual que como escenarios para la conservación de la biodiversidad, planteando retos complejos de manejo, administración, planificación, financiación y ordenación, en síntesis, como usar y aprovechar las zonas costeras del país. Uno de los actores principales dentro de este entramado es el ecosistema coralino, cuya mayor representatividad para el país se encuentra en la región Caribe, por lo que su desaparición o degradación continua pone en peligro a muchas comunidades costeras e insulares que dependen de sus bienes y servicios.

Esta prospectiva es realizable en Colombia ya que se han diseñado políticas públicas (PNAOCI, PNOEC, PNGIBSE, PLAN NACIONAL DE RESTAURACIÓN,...) en cuyos objetivos se da cuenta del compromiso con las metas de conservación, situación que validó con la aplicación de una metodología de Análisis de Contenidos de los documentos en mención.

Sin embargo, los motores de degradación ambiental, y su efecto social tienen una fuerte repercusión económica que no bajan su intensidad en el impacto negativo sobre el capital natural, y por ende, sobre el cultural, económico y social de la región costera e insular. Por lo tanto, se han diseñado herramientas e instrumentos que asumen un papel de obligatoriedad en la adquisición de permisos o autorizaciones para el aprovechamiento de un recurso natural o instrumentos que funcionan como guía técnica para restaurar ecosistemas coralinos y recuperar sus funciones, estructura y composición, dándole posibilidades de ser funcional una vez más.

En este documento se exponen metodologías de restauración ecológica para arrecifes de coral con el propósito de encontrar oportunidades, fortalezas, debilidades y amenazas.

Al hacer una inmersión en el territorio donde se pretende buscar este equilibrio, es evidente la complejidad y dinamismo, es decir, son muchos actores, relaciones, interacciones, flujos de energía, materia e información con múltiples resultados que adicionalmente están bajo presiones de cambio, generando una mayor multiplicidad en la respuesta. Otra variable de gran influencia es la conectividad de las zonas marinas y costeras con las zonas continentales, de donde provienen la mayoría de los impactos negativos, pero también son la plataforma para la búsqueda y gestación de soluciones.

Los planteamientos que dan lugar a la solución de problemas, tienen como argumento común la integralidad, es por esto que el Manejo Integrado de Zonas Costeras es una metodología que permite esquematizar todas las variables expuestas, razón suficiente para Colombia y construir su propia versión (COLMIZC). Pero los resultados no han sido hasta el día de hoy los más apropiados en ámbitos ambientales como la conservación de los ecosistemas estratégicos entre estos los Arrecifes de Coral y en consecuencia también han sido escasos a nivel económico y social.

Finalmente, este análisis hace una propuesta de gestión que integra lineamientos de restauración ecológica para arrecifes de coral al interior de metodologías de Manejo Integrado de las Zonas Marinas y Costeras que basan su actuación en una variable ausente de toda participación, el Mercado.

Introducción

Problema

Este escrito abre una discusión sobre la importancia que tienen las zonas marino-costeras y los ecosistemas como los arrecifes de coral, en brindar soporte al bienestar de las

generaciones actuales y futuras, por lo que su destrucción o degradación constituyen una amenaza para los usuarios y beneficiarios de los territorios que contienen estos ecosistemas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS] Resolución 0768, 2017).

La suma de impactos ligados a las actividades, intereses, necesidades y decisiones de las poblaciones y Estados que administran y usan las zonas marino costeras, las han puesto bajo presión, desencadenando la destrucción de hábitats, contaminación, erosión, sobrexplotación de recursos y por ende su decaimiento y desaparición.

Territorios ricos en biodiversidad y altamente productivos se ven reducidos a zonas áridas y estériles, dando paso a la generación de conflictos sociales mediados por escases de recursos o insatisfacción de necesidades, que son en esencia, conflictos socioeconómicos sufridos por usuarios y beneficiarios de las zonas marino costeras.

Es así como estos conflictos están enmarcados en la forma cómo se usan las zonas marino-costeras y las consecuencias que trae esta degradación para las comunidades que se benefician directa o indirectamente de ellas.

Paralelamente, existen alternativas para contribuir a mitigar o dar solución a la degradación ambiental y socio-económica, como el Manejo Integrado de Zonas Costeras, además de los procesos de Restauración Ecológica, que aunque tienen representatividad dentro del aparato estatal del país a través del Plan Nacional de Restauración, los elementos de política ambiental, como la Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia (PNAOCI), la Política Nacional de Ordenamiento Integrado de las Zonas Costeras Colombianas (PMIZC), la Política Nacional del Océano y de espacios Costeros (PNOEC), los Planes de Ordenamiento Territorial, Planes de Desarrollo y Planes de Manejo y Ordenamiento de Cuencas Hidrográficas, no incluyen de manera explícita esta alternativa de restauración ecológica, por lo que su aplicación y resultados no siempre son alentadores, lo que se puede

ilustrar cuando se da una mirada a los esfuerzos de restauración que ha hecho el país, los cuales están centrados principalmente en ecosistemas terrestres, haciendo visible la escasez de información de línea base necesaria para abordar acciones de conservación y restauración en ecosistemas marinos y costeros, al igual que se destaca una falta de experiencia en el diseño e implementación de proyectos a largo plazo (Molina y colaboradores, 2013; INVEMAR, 2017).

Cabe resaltar que este trabajo pretende formular una propuesta de gestión para ecosistemas coralinos en el Caribe colombiano, sustentada en las bases del Manejo Integrado de Zonas Marino Costeras y procesos de Restauración Ecológica de arrecifes de coral, dejando de lado la discusión sobre el tipo de políticas públicas en torno a al meneo integrado y la restauración ecológica de este ecosistema en el país.

Por tanto el documento no analiza la conveniencia de dichas políticas públicas para garantizar el desarrollo económico y sostenibilidad ambiental de las zonas costeras en el caribe colombiano en especial en lo concerniente a los arrecifes de coral y los bienes y servicios que estos sistemas proveen a las comunidades costeras, por otro lado el desarrollo económico y ambiental son los objetivos que se plantea esta propuesta y que durante el desarrollo de este contenido serán atendidos.

Justificación

Ecosistemas marino-costeros como los arrecifes de coral son frágiles y susceptibles al deterioro, constituyen uno de los sistemas naturales tropicales más diversos y productivos, albergan el 25% de especies de peces marinos y aproximadamente el 35% de la biodiversidad marina y además, solo ocupan el 0.1% de la superficie del planeta; allí se pueden encontrar representantes de todos los grupos taxonómicos como peces, moluscos, crustáceos, equinodermos, entre otros.

A esta riqueza exuberante se le desconoce o subestima su valor. Esto principalmente porque los bienes y servicios que provee se producen de manera silenciosa, gratuita e imperceptible (Prato J, Reyna J., 2015).

Cabe resaltar que Colombia cuenta con un territorio marino-costero de igual tamaño al territorio continental, totalizando unos 2.070.408 Km², solo para el Caribe colombiano la longitud de la línea de costa es de 1.932 Km, la zona costera emergida es de 7.673 Km² y sus aguas jurisdiccionales tienen una extensión de 532.154 Km² (Molina y colaboradores, 2013; INVEMAR, 2017). Estos números reflejan que el Caribe colombiano cuenta con gran cantidad de territorios que proveen bienes y servicios, entendido como un Capital Natural abundante que produce inmensas riquezas y beneficios a usuarios sean comunidades o sectores económicos, como actores que se benefician de manera directa, como por ejemplo destacamos al sector turístico, que gracias al Capital Natural que guardan los arrecifes coralinos, se genera todo un mercado para los interesados en conocerlos, este flujo de interesados, le entrega a las comunidades recursos económicos por sus servicios en hotelería, alimentación, transporte, entre otros. Pero si dichos arrecifes se degradan al punto que no son de interés para el visitante, no vuelven a ingresar recursos a las comunidades usuarias y beneficiarias del Capital Natural de la zona costera, dando paso a la crisis socio-económica (Prato J, Reyna J., 2015).

Para garantizar a largo plazo el uso y aprovechamiento de los bienes y servicios que las zonas marinas y costeras producen, es imperativo reaccionar con una herramienta cuyo objetivo sea recuperar, restaurar y/o rehabilitar áreas disturbadas en el marco de la conservación de la biodiversidad es decir, en términos prácticos integrar acciones de restauración ecológica en políticas y programas estructurales y de visión integral, en este caso con el Manejo Integrado de Zonas Costeras (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

Ahora bien, Los proyectos que incorporan el manejo de recursos de uso común como el resultado de la aplicación teórica que plantea Eleonor Ostrom, dejan afuera de su esencia al mercado y sus actores, que entran en escena desde diferentes ángulos como la política, la empresa y el consumidor.

Todas las iniciativas de gobernanza deben ser sostenibles en el tiempo, y en el modelo de país que se desenvuelve Colombia, esa garantía la asume el consumidor quien soporta la economía de cualquier actividad extractiva, de consumo, inclusive de conservación o preservación de los recursos naturales, esta afirmación es demostrable a través del desarrollo de negocios verdes, a través del cambio de intereses políticos desencadenados por los patrones de consumo de generaciones más activas y responsables social y ambientalmente, en concreto empresas dedicadas a la restauración ecológica de ecosistemas asumen el papel de ejecutoras de las políticas de conservación del Estado, la aplicación de las compensaciones por pérdida de biodiversidad son financiadas por empresas privadas que hoy ven como una necesidad evidenciar ante el Estado y sus consumidores que son participes de la sostenibilidad, que luchan contra el cambio climático, que protegen la diversidad, de lo contrario la libre competencia le abre la puerta a otra empresa que le apueste a este modelo de gestión/negocio y se quede con el mercado.

En contraste se reconocen algunos ejercicios de gobernanza a través de este modelo de manejo de recursos de uso común, como el cangrejo negro en Providencia (Alayon, 2005), los manglares en el Pacífico colombiano, los bosques en el departamento de Santander (Díaz, 2014), pero cuan conocidos son esos productos y servicios que se generan de estos territorios a diferencia de los productos que son comercializados en grandes plataformas como los restaurantes que acogen las iniciativas como ECOGOURMET de la organización Conservación Internacional.

En conclusión si de manejo o gobernanza de recursos naturales se habla, no existe mejor manera de gestionar que a través de la apuesta sostenible de cada actor en la cadena de producción de todos los sectores de la economía nacional, del compromiso y el cambio de paradigma de todos los participantes del acto de vivir en una sociedad de consumo y moldeada por el libre comercio.

Objetivo General

Proponer la incorporación del componente de Restauración Ecológica de Arrecifes de Coral como una herramienta de conservación y desarrollo socioeconómico en el Manejo Integrado de Zonas Marino Costeras para el Caribe colombiano.

Objetivos Específicos

1. Evaluar la presencia – ausencia del componente de Restauración Ecológica en Arrecifes de Coral como herramienta de conservación y desarrollo socio-económico en el Caribe colombiano en las políticas públicas referentes al Océano, Restauración Ecológica, Desarrollo Costero Sostenible y Conservación de la Biodiversidad y Manejo Integrado de Zonas Marino Costeras.

2. Analizar pros y contras de los niveles y algunas metodologías de Restauración Ecológica en Arrecifes de Coral frente a su uso como herramienta de conservación y desarrollo socio-económico en el Manejo Integrado de Zonas Marino Costeras para el Caribe colombiano.

3. Diseñar una propuesta de los lineamientos para el componente de Restauración Ecológica en Arrecifes de Coral en el Caribe colombiano como herramienta de conservación y desarrollo socio-económico para procesos de Manejo Integrado de Zonas Marino Costeras.

Marco Teórico

Marco Político-Administrativo en Colombia

La Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia PNAOCI, en su tercer objetivo específico propone “Adoptar medidas de conservación, rehabilitación y/o restauración de los ecosistemas marinos y costeros y sus recursos, para preservar la diversidad biológica y garantizar la sostenibilidad de la oferta de bienes y prestación de servicios ambientales”, sobre la base de reconocer que existe carencia de información sobre los ecosistemas marinos y costeros y sus estados actuales de conservación, para lo cual propone dos estrategias, una “Establecer programas para recuperar, rehabilitar y/o restaurar ecosistemas marinos y costeros, e incorporarlos como áreas de manejo especial dentro de los procesos de ordenamiento territorial”, y dos, “Diseñar y desarrollar programas de conservación de ecosistemas costeros y marinos y especies amenazadas y/o en vía de extinción, para asegurar su sostenibilidad”.

El Conpes 3164, sobre la Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia (PNAOCI) - Plan de

acción 2002 – 2004, en el Anexo 2. “Hábitats críticos prioritarios en la Política” establece diversas áreas del Caribe y Pacífico como importantes para incluir dentro del “PROGRAMA DE REHABILITACIÓN Y RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS DEGRADADOS”, en donde se plantea que el objetivo a seguir se centra en diseñar y establecer programas regionales de rehabilitación y/o restauración de ecosistemas deteriorados y de alto valor ecológico, socioeconómico y cultural, en el marco del manejo integrado de los espacios oceánicos y las zonas costeras e insulares.

Litoral Caribe

Complejos Arrecifales de la Isla de San Andrés Archipiélagos de San Bernardo, Rosario, e Islas de Tierra Bomba, Barú, Fuerte y bajos aledaños; Bosques de manglar del Golfo de Morrosquillo; Delta del Canal del Dique; Ciénaga de Mallorquín; Alta Guajira.

Litoral Pacífico

Ensenada de Tumaco; La Tola; Salahonda; Bubuey; Pital de la Costa; Guajú; Raposo; Nuquí y Pizarro.

En dicha política finalmente lo que se propone en pocos renglones es que tanto el Ministerio del Ambiente, el Invermar, la Dimar, Colciencias y las CAR promoverán en los próximos 36 meses, acciones de investigación para incrementar el conocimiento marino y costero de las UACO (Unidades Ambientales Costeras involucradas, así como la puesta en marcha de planes de acción dirigidos a la restauración de los ecosistemas críticos definidos en el Anexo 2 de la política, hecho que 18 años después, no se ha dado.

Paralelamente la Política Nacional del Océano y de los espacios Costeros -PNOEC, propone en el capítulo 6 “Áreas temáticas” numeral 6.4. sobre el Uso Sostenible de la Biodiversidad Marina, que es urgente implementar un Plan de Acción del Plan Nacional de

Restauración para los ecosistemas marinos y costeros, el cual no ha sido publicado a la fecha.

Marco conceptual

Los cimientos para construir éste escrito, han sido delimitados a los conceptos que a continuación serán expuestos.

Manejo Integrado de Zonas Costeras

Para cumplir objetivos que responden a la solución de problemas de orden socio-ambiental y socioeconómico, la integralidad de las soluciones es vital, es por esto que el Manejo Integrado de Zonas Costeras será el primer concepto que se presenta a continuación.

En primer lugar, se debe entender como zona costera para Colombia “como una entidad geográfica del territorio nacional definida y separada con características naturales, demográficas, sociales, económicas y culturales propias y específicas. Está formada por una franja de anchura variable de tierra firme y espacio marítimo en donde se presentan proceso de interacción entre el mar y la tierra. En ella se desarrollan actividades como la pesca, el turismo, la navegación, el desarrollo portuario, la explotación minera y donde se dan asentamientos urbanos e industriales importantes; es un recurso natural único, frágil y limitado del país que exige un manejo adecuado para asegurar la conservación, su desarrollo sostenible y la preservación de los valores culturales de su población” (Steer, et al. 1997).

Ahora bien, el manejo que se debe dar a la zona costera, está fundamentado en los resultados que produce la investigación científica. Es necesario abordar el manejo de las costas mediante la combinación de diferentes disciplinas, como las ciencias naturales, las

ciencias sociales y las ciencias económicas. La información que generan en conjunto, constituye la base para la administración y toma de decisiones sobre la zona costera (Rojas, *et al.* 2010).

El Manejo Integrado de Zonas Costeras es el mecanismo que permite articular la toma de decisiones con la generación de información. Debe existir un interfaz para la interacción entre los encargados de la investigación y los gestores de este territorio.

El Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC) se caracteriza por ser un proceso continuo y dinámico de planificación espacial dirigido a un área compleja y dinámica, donde los conceptos pueden ser fijos y variables, se destaca por sostener una ética de la conservación de los ecosistemas, fijando metas sociales y económicas a través del manejo participativo y sosteniendo el conocimiento como base (Alonso *et al.* 2003).

En un nivel superior a Colombia, se constituyen las directrices internacionales para el Manejo Integrado de Zonas Costeras. Su propósito, es guiar el desarrollo del territorio costero de una forma ecológicamente sostenible, debe garantizar que toda intervención sea sistémica e integral, respondiendo a la variedad de disciplinas necesarias para lograr fortalecer y armonizar a cada sector presente en la costa. El MIZC también tiene como función preservar y proteger la diversidad biológica de los ecosistemas costeros, ya que, manteniendo sus valores, es posible garantizar la productividad de los mismos. Los procesos e intervenciones en el marco del MIZC deben llevar el manejo costero a superar la ruptura o inexistencia de relaciones entre los sectores y los representantes del estado, se conoce como integración vertical y horizontal (Steer, *et al.* 1997).

Dada la complejidad de este tipo de procesos, se identifican fases que permiten constatar la viabilidad y sostenibilidad de las mismas, la primera fase es para identificar y evaluar el problema, posteriormente se prepara el plan, seguido se adopta el plan y la financiación, para implementarlo y finalmente evaluarlo y ajustarlo (Alonso *et al.* 2003).

Es así como Colombia constituye una propuesta metodológica denominada COLMIZC, esta puede ser aplicada a cualquier escala geográfica y/o administrativa o unidades de manejo, ya sean Unidades Ambientales Costeras y Oceánicas (UAC) o Unidades de Manejo Integrado (UMI). Consta de una fase de preparación y cuatro fases subsiguientes, la primera es la caracterización y diagnóstico, la etapa dos es la formulación y adopción, la tres es de implementación, y finalmente la etapa cuatro, denominada evaluación (Alonso *et al.* 2003).

La metodología COLMIZC realiza un análisis espacial, localiza el fenómeno y determina su distribución, así como las interacciones con la comunidad a través de los procesos de participación. El enfoque de la metodología es investigación, interacción y participación, todo esto ya que la actividad es generadora de conocimiento que da contexto y tiene la posibilidad de realizar diversos planteamientos que junto a la observación y experiencia entrega productos demostrativos e incluyentes (Alonso *et al.* 2003).

Es importante resaltar que el enfoque metodológico de la COLMIZC, cuenta con un elemento que es integrador y por lo tanto responde a la visión sistémica e integral a la que hace referencia el manejo integrado como herramienta holística de gestión. Este elemento es la participación como eje central en la investigación social, permitiendo la retroalimentación y prueba de la información recolectada, ejemplo de esto es encontrar balance entre el conocimiento científico y el saber popular en un territorio costero (Durston y Miranda 2002). La participación involucra diversos actores (activo o pasivos), que son usuarios o beneficiarios de la zona costera en un espacio óptimo para la negociación, coordinación, comunicación, buscando procesos de cambio concertado. Una vez la investigación es finalizada y se esboza una metodología, la interacción, como parte del enfoque metodológico la pone a prueba en una situación real o prueba piloto, permitiendo

la relación con otras disciplinas, investigaciones, sectores e instituciones (Alonso *et al.* 2003).

En síntesis, Colombia define su metodología de ordenación y planificación ambiental costera a través de la metodología COLMIZC, que se resume en la integración de información multidisciplinaria como biótica, física, sociocultural, económica e institucional, procesos participativos, además de orientar el análisis espacial mediante cartografía, sistemas de información geográfica, tratamiento de imágenes (INVEMAR-CVS. 2012).

Aclarado el concepto de zona costera y dilucidando el modelo metodológico que Colombia ha propuesto para administrar y ordenar ambientalmente la zonas marinas y costeras. Uno de los elementos fundamentales a ordenar y administrar son los ecosistemas y en especial para este escrito son los arrecifes de coral. Es por eso que a continuación pondremos en contexto los arrecifes de coral del Caribe colombiano.

Arrecifes de Coral y Estado de Conservación para el Caribe Colombiano

Los arrecifes de coral son estructuras bio-génicas presentes en los mares de aguas claras tropicales, es decir aguas oligotróficas, que se generan a partir del crecimiento de corales escleractíneos y otros organismos marinos considerados constructores del arrecife.



Figura 1. Distribución arrecifes coralinos e el mundo.

Constituyen uno de los ecosistemas más diversos del planeta y generan considerables ganancias económicas para la industria turística y el desarrollo en zonas costeras; además protegen la línea de costa y otros ecosistemas contra la erosión (Birkeland, 1997; Hubbard, 1997). La forma y tamaño de estas estructuras es variable, encontrándose desde pequeños parches coralinos hasta amplias barreras arrecifales de miles de kilómetros e isla enteras formadas a partir del crecimiento de corales (Díaz et al., 2000). En las últimas décadas los arrecifes coralinos han sufrido drásticos deterioros, a tal punto que actualmente se considera que el 60% de los arrecifes del mundo están amenazados (Burke et al., 2011). Este deterioro es más evidente en las zonas costeras con desarrollo humano; pero también las áreas remotas han entrado en el proceso de deterioro producto de enfermedades y del blanqueamiento coralino. La degradación de los arrecifes coralinos se debe a causas antrópicas y factores naturales, siendo las más comunes la sedimentación asociada a descargas de ríos, contaminación marina, actividades náuticas y la sobre pesca, las cuales pueden ser minimizadas con la implementación de planes de manejo (Birkeland, 1997; Bryant et al., 1998; Díaz et al., 2000; Cesar et al., 2003; Wilkinson y Souter, 2008).

Los corales como organismos sésiles y tienen la capacidad de reproducirse sexual y asexualmente. La reproducción asexual ocurre por gemación, produciendo nuevos pólipos, lo que permite el crecimiento de la colonia, pero no la dispersión. En la reproducción sexual, la mayoría de los corales se denominan liberadores, pues los gametos (óvulos y espermatozoides) son lanzados al agua y la fertilización es externa. Sin embargo, algunas especies se les denomina planuladoras, en donde el óvulo se mantiene dentro de la cavidad gastrovascular, donde los espermatozoides ingresan y fertilizan los óvulos, los cuales inician la división celular mitótica, formando la larva conocida como plánula. Esta se

dispersa con las corrientes, para luego fijarse en el suelo marino y formar una colonia por medio de la reproducción asexual.

Estos procesos de reproducción sexual son sincrónicos, es decir, miles de corales desovan a la vez en lo que se ha denominado la “lluvia de corales”.

En el Gran Arrecife de Barrera de Australia más de 100 especies, de las 340 descritas desovan anualmente, pocos días después de la luna llena de primavera. Un episodio similar se ha documentado en el Golfo de México ocho días después de la luna llena de agosto. Estas reproducciones masivas parecen estar inducidas por el alza en temperatura y noches de oscuridad. (Ramírez Mella J. B.S., M.S. Ph.D. y MS: Biología Marina, Universidad de Puerto Rico). Para Colombia, este fenómeno está registrado seis días después de la luna llena de septiembre y justo tres horas después del ocaso, aproximadamente a las nueve de la noche.

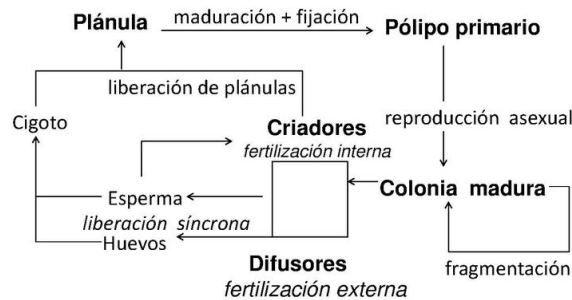


Figura 2. Ciclo de vida de los corales.

Estos ecosistemas revisten gran importancia desde diferentes perspectivas, en primer lugar son estructuras vivas que constituyen el ecosistemas más diverso y productivo del planeta, esta importancia también está representada en la variedad de funciones biológicas, culturales, estéticas y económicas que brindan a la sociedad, se puede mencionar a los arrecifes como áreas de desove, cría, refugio, alimentación, adicionalmente permiten el desarrollo de actividades como el turismo, extracción de recursos pesqueros, protección de

la zona costera e incluso son responsables de la formación de islas y playas (Franke-Ante *et al.* 2014), para emitir una comparación, los arrecifes de coral solo pueden ser contrastados con un bosque tropical, esto ubica a los arrecifes coralinos como el motor de desarrollo social, cultural y económico de muchas regiones costeras (IDEAM – INVEMAR, 2011).

Ampliando la importancia de los ecosistemas coralinos, es imperativo aclarar que estos, no cubren una superficie mayor al 0.1% de la superficie terrestre, pero asombrosamente el 35% de biodiversidad marina y el 25% de las especies de peces marinos se encuentran allí. Son estas razones por las cuales los arrecifes de coral son indispensables e importantes para aproximadamente unos 850 millones de personas en el mundo (Pizarro *et al.* 2014), para Colombia y en especial en lo que concierne este documento, la región Caribe concentra el 22% de la población del país y tiene una participación del 15% del producto interno bruto PIB (Aguilera y colaboradores, 2017), es decir, que casi 11 millones de colombianos tiene una relación directa con ecosistemas costeros en especial con los arrecifes coralinos. Adicionalmente en el Caribe se encuentra el 99% de las áreas coralinas, siendo el Departamento de San Andrés, Providencia y Santa Catalina donde se registra el 79% de los mismos, son zonas pertenecientes a zonas oceánicas, por otro lado, en zonas continentales del país se destacan las formaciones que se presentan en los archipiélagos de San Bernardo e Islas del Rosario (Prato y Reyna, 2015).

Traduciendo esta información en cifras económicas, se entiende que los arrecifes coralinos del mundo aportan unos 30 billones de dólares al año en bienes y servicios (Pizarro *et al.* 2014). Pero dilucidar estas cifras no es una tarea particularmente sencilla, los tomadores de decisiones se enfrentan a la gran complejidad de los ecosistemas y a la gran variedad de bienes y servicios que estos ecosistemas proveen simultáneamente, por otro lado incorporar estos beneficios a las cuentas estatales o instituciones no es tarea fácil, ya que se añadir a la discusión conceptos como las externalidades fallas de mercado y el

mismo conocimiento detallado de los ecosistemas es un reto para las instituciones administrativas colombianas, esto puede verse reflejado en el valor económico planteado que se le da al ecosistema, si no se conoce con claridad el sistema natural a valorar, la conclusión que define el valor económico de este ecosistema será diferente, es decir que si no conozco el verdadero potencial de este lugar no tendrá un valor económico preciso que me permita tomar decisiones en cuestión (Prato y Reyna, 2015). Para dar claridad a estas afirmaciones los arrecifes de coral son conocidos someramente en términos de los compuestos bio-activos que se encuentran en sus estructuras, se les conoce como otro de tantos bienes y servicios ambientales, pero ese potencial no se ha explotado y por consiguiente valorado, no haría parte de un análisis económico integral de los arrecifes coralinos (Franke-Ante et al. 2014).

Sin embargo, se estima que una hectárea de arrecife de coral genera a través de la prestación de bienes y servicios ambientales por año, una cifra cercana a los USD \$ 2.394.000, el capital natural que tiene Colombia es inmenso, sectores como el turismo, portuario, pesquero, transporte, vivienda, y otros reciben estos beneficios contribuyendo inclusive con la seguridad y soberanía alimentaria de las poblaciones aledañas a los ecosistemas coralinos (Prato y Reyna, 2015).

Extendiendo la influencia de los arrecifes de coral sobre las dinámicas humanas, la ausencia de estos ecosistemas es determinante en procesos de erosión costera, afectando la infraestructura circundante esencial para las comunidades del sector, la acción del oleaje afecta cimientos de las construcciones o vías de comunicación (Guzmán, w. y colaboradores, 2008) teniendo un efecto directo en la economía de las personas, sin vías de comunicación no es posible sacar productos pesqueros o agrícolas fuera de la región.

En el departamento de la Guajira, la ciudad de Riohacha, se desarrolló sobre el delta del río Ranchería, anteriormente con el objetivo de asegurar el desarrollo de la ciudad capital

se le quitaron territorios pertenecientes al mar y desde ese momento Riohacha debe protegerse de las fuerzas del agua a través de muros, camellones, espolones y enrocados, limitando procesos costeros naturales, mismo escenario se identifica en ciudades como Santa Marta o Cartagena (Posada, P. y colaboradores, 2008).

Ahora bien, dejando de lado esta información anterior, es importante conocer el estado de salud de los arrecifes de Colombia, en especial los ubicados en el Caribe colombiano.

Según el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR, El reporte del estado de los arrecifes coralinos y pastos marinos de Colombia, evaluados a partir del indicador de condición tendencia (ICT) que “evalúa la condición general de integridad biótica (todo lo que es de origen biológico), y por tanto de estado de conservación de los ecosistemas marinos de Colombia, así mismo permite identificar los cambios en la condición a través del tiempo”.

El ICT en arrecifes coralinos (ICTAC) incorpora cuatro variables: Cobertura de coral vivo, Cobertura de macroalgas frondosas y tapete algal, biomasa de peces herbívoros: loros y cirujanos, biomasa de peces carnívoros: pargos, meros y chernas. Comparado con su predecesor, el Sistema Nacional de Monitoreo de Arrecifes Coralinos en Colombia (SIMAC), es básicamente una forma más simple de evaluar y reportar el estado de salud de los arrecifes coralinos. Según la publicación, el ICT está pensado para suplir las necesidades y limitaciones de Parques Nacionales Naturales y las CAR costeras, las instituciones responsables del monitoreo de los arrecifes coralinos (INVEMAR, 2017).

En el Caribe las formaciones de arrecifes coralinos de la región continental se encuentran en “buen estado” (29% de las estaciones evaluadas) y “regular” (67%) estado de conservación, con solo un 4 % de los arrecifes en estado “alerta”. En general, la cobertura de coral vivo está cercana del 38%, lo que podría pensarse como preocupante.

La biomasa de peces herbívoros está entre “buena” y “deseable” en la mayoría de las zonas muestreadas mientras que los carnívoros se encuentran entre “regular” y “no deseable” (Según el Instituto de Investigaciones Marinas y Costera Invemar).

Para la región Caribe Insular, el ICTAC de 2015 muestra que el 52% de las estaciones evaluadas se encuentran en condición “regular” y el 48% restante en condición “buena”. En general, la cobertura de coral vivo está en 16%.

La biomasa de peces herbívoros y carnívoros muestra una condición “deseable” en todas las áreas. Teniendo en cuenta que solo se tiene datos de 2014 y 2015 para el PNN Old Providence McBean Lagoon la tendencia presenta una situación favorable, debido a que la condición “alerta” no se presenta.

La cobertura de coral vivo en nuestro país está entre el 16% para el Caribe insular y el 38% para el Caribe continental, en contraste con lo anterior, el promedio de cobertura coralina para el Atlántico Occidental tropical (incluyendo 88 localidades) es de 16.8% (media 14.5%, rango 2.8%) para el sureste de la Florida a 53.1% para el parque Flower Garden Banks en el Golfo de México (INVEMAR, 2017). Concluyendo que la cobertura de coral vivo en nuestro país no es la más deseable.

Según el INVEMAR, análisis de riesgo sobre los arrecifes coralinos muestran procesos de degradación evidentes. Existe una gran cobertura de macroalgas, en algunas partes más del 40%. Las macroalgas compiten por espacio con los corales y al crecer más rápido que estos, siempre terminan ganando la competencia por el espacio y los recursos disponibles. Este problema se hace más grave a raíz de la sobrepesca de especies de peces herbívoros como los peces Loro, quienes cuando están presentes ayudan a controlar la cobertura de macroalgas. Por otro lado, otra amenaza aun mayor es el incremento en la temperatura promedio del agua de mar, que causa el blanqueamiento coralino (la pérdida de las algas que viven en simbiosis en los corales) y que de prolongarse por largos periodos puede

llevar a la muerte de los corales. En la medida en que no se puedan disminuir y/o mitigar las amenazas existentes sobre este ecosistema, su esperanza de supervivencia a futuro disminuirá con el tiempo llegando en algún momento a un punto de no retorno, en lo que corresponde a las capacidades humanas para contrarrestarlo (INVEMAR, 2017).

Restauración Ecológica

Por supuesto no podemos dejar de mencionar la Restauración Ecológica y en especial las metodologías que se encargan de los arrecifes de coral. En Colombia existe un Plan Nacional de Restauración, en donde se considera ésta, como una estrategia interdisciplinaria, que puede verse como el fundamento de los planes de manejo ambiental y una forma de contrarrestar la pobreza a través del fortalecimiento del capital natural (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

Conocer la zona a restaurar es un trabajo integral donde es necesario identificar las interacciones entre los componentes del ambiente como la flora, fauna, geomorfología, suelos, la hidrología, el clima, y los procesos sociales como el uso y acceso a los bienes y servicios ecosistémicos, incluyendo la historia de la misma intervención antrópica. De esta forma se entienden los procesos sociales que en la actualidad se desarrollan en el territorio, permitiendo la tipificación de las necesidades y condiciones actuales del territorio en términos sociales, ambientales, incluso económicos y de desarrollo.

Es indispensable interpretar la restauración como recomposición y reparación, que, en términos simples llevados a las ciencias ambientales, es la recuperación de un ecosistema degradado (Instituto Humboldt, 2018).

La restauración ecológica debe tener un objetivo, esta podrá ser orientada al restablecimiento de un área degradada, según su estructura y composición original (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

Si no se conoce el ecosistema a restaurar antes del proceso de degradación, es posible aumentar la biodiversidad de las zonas aledañas, haciendo énfasis en las especies propias de la zona, el resultado de la intervención se justifica en la mejora de bienes y servicios que el lugar ofrecía previamente (Instituto Humboldt, 2018).

Por otro lado la rehabilitación como herramienta de recuperación de la productividad del ecosistema, es decir, de los bienes y servicios ecosistémicos que provee el ecosistema original y la recuperación para retornar la utilidad del ecosistema, considerando que el resultado de la intervención entregue un ecosistema diferente al original pero aun así, funcional en cuanto a la prestación de bienes y servicios ecosistémicos necesarios para los usuarios de los mismos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

Las interacciones que se generan entre diferentes agentes al interior de los sistemas ecológicos son el preámbulo del funcionamiento del mismo, es por esto que, si se cambia un agente o se altera la interacción entre dos o más agentes del sistema, el funcionamiento será diferente por consiguiente los bienes y servicios que ofrece. Los procesos de recuperación de los ecosistemas se dan cuando se eliminan las barreras que impiden la recuperación, una vez eliminado el factor de degradación se da inicio de la regeneración natural o restauración pasiva (Vargas y colaboradores, 2012).

La Restauración Activa se da con intervenciones directas sobre el territorio a través de actividades de asistencia como el enriquecimiento (adición de individuos), remoción (especies invasoras) o reubicación (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

Tomando estos conceptos como los lineamientos para la formulación de los objetivos de restauración, es importante ejemplificar y nutrir la futura discusión a su alrededor. En primer lugar, el inicio o aceleración de procesos para el restablecimiento de un área disturbada; con este objetivo se busca obtener como resultado de los ejercicios de restauración un ecosistema igual al que existía previo a la degradación. A continuación,

para interpretar el uso de la rehabilitación, se busca que los bienes y servicios que brindan los ecosistemas aprovechados por las comunidades persistan como la protección de la costa frente a la erosión causada por las corrientes y mareas marinas, este servicio lo prestan arrecifes coralinos que como consecuencia de la degradación ambiental pierden la capacidad de proteger la costa de este fenómeno. Pero al utilizar la rehabilitación podemos ubicar especies de corales que probablemente no estaban antes del disturbio pero que se adaptan a las nuevas condiciones del entorno y prestan el mismo servicio de protección costera frente a los procesos erosivos (Prato y Reyna, 2015)

Finalmente, la recuperación como herramienta de la restauración ecológica, entrega como resultado un ecosistema funcional pero totalmente diferente al original. Ese mismo arrecife degradado, tiene como servicio la captura de dióxido de carbono a través de procesos de mineralización del compuesto para transformarlo en carbonato de calcio, componente constituyente de los esqueletos y tridimensionalidad de los arrecifes de coral, pero al ejecutar el ejercicio, los organismos viables para desarrollarse y cumplir con la prestación de bienes y servicios a la comunidad son árboles de manglar que también capturan dióxido de carbono pero constituyen un ecosistema totalmente diferente (Bádenas y Aurell, 1999).

Así pues, los procesos de restauración son dependientes del conocimiento que se tenga del lugar a intervenir, pero también de los recursos económicos, las fuentes de financiación, la voluntad política de las instituciones que gestionan el territorio en su componente ambiental como las autoridades ambientales territoriales, regionales, nacionales o municipales (Vargas y colaboradores, 2012).

Este proceso cuenta con la característica de ser integral, por lo que la participación comunitaria es vital para el sostenimiento a largo plazo de los ejercicios de restauración. Este proceso tiene varias dimensiones, adicional a la ecológica, entre las que se encuentran

la económica, política, social y ética (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

Un ingrediente más a tener en cuenta, sobre todo por la historia del país, es la claridad sobre la propiedad de la tierra y el conflicto armado, ya que los proyectos están destinados a su sostenibilidad en la medida que se tenga precisión sobre estos dos temas (Vargas y colaboradores, 2012).

Para la dimensión social, se busca articular la restauración con la mejora de las condiciones para las comunidades usuarias de la zona, en cuanto a lo económico y político se hace énfasis en los costos y en la voluntad de las instituciones.

Finalmente la dimensión ética que se traduce en un consenso sobre las interacciones del usuario con el entorno, donde las malas conductas o las que atentan contra el ecosistemas y su conservación, migren a prácticas sostenibles originadas en el seno de los usuarios (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

Los proyectos que abordan la restauración ecológica deben plantear alcanzar sus metas en periodos extensos o medios, esto debido a la injerencia que tiene el factor social dentro del cumplimiento y sostenibilidad de las aspiraciones de restauración.

Las experiencias de restauración ecológica que tienen un enfoque colaborativo entre actores de carácter gubernamental, científico y comunidades locales, ofrecen resultados alineados a la conservación de la diversidad. La vinculación de los saberes locales, aportados por las comunidades protegen el resultado, a su vez las comunidades se benefician de las intervenciones, desde el empleo de sus habitantes hasta la generación de emprendimientos que usen bienes y servicios recuperados.

Se define una relación de dos vías, donde el aporte de los saberes tradicionales, conocimiento del territorio, sentido de pertenencia por parte de las comunidades humanas

abriga la sostenibilidad de la restauración y en sentido opuesto fluye una mayor y mejor oferta de bienes y servicios ecosistémicos, que brindan sostenibilidad a los humanos, incluso manteniendo sus tradiciones como eje de su desarrollo en el territorio. Por consiguiente, en la estructura del proyecto de restauración a ejecutar debe articularse la participación de todas las esferas de la comunidad, desde profesionales, técnicos y mano de obra no capacitada, y con importancia similar, deben estar contemplados los deseos o expectativas y necesidades de la comunidad. Integrando estas variables, la respuesta del proceso de restauración se traduce en adaptabilidad y por consiguiente en la vigencia del mismo a lo largo del tiempo.

Debido a la complejidad para determinar qué hacer en cada territorio se deben usar herramientas que permitan analizar espacialmente la zona a intervenir, es decir determinar a través de sistemas de información geográfica la composición espacial, identificando elementos como constitutivos del paisaje a diferentes escalas, siempre con el apoyo de los saberes locales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

La gran cantidad de factores que intervienen en el desarrollo de los proyectos de restauración, influyen en las herramientas y procesos a utilizar, cada lugar ofrece una variedad infinita y diferente de agentes e interacciones, así como historia, es por esto que Colombia se plantea 13 pasos que aclaran el camino para construir un proyecto de restauración ecológica:

1. Se debe definir el ecosistema o comunidad de referencia.

Los ecosistemas de referencia son el modelo de ecosistema al que queremos llevar la zona a intervenir, por lo que para el caso de los arrecifes de coral ubicados en el Caribe colombiano, los arrecifes coralinos ubicados en el Parque Nacional Natural Old Providence McBean Lagoon presentan el mejor estado de conservación, según el Indicador Condición Tendencia (ICT_{AC}) utilizado en los Informes de Estado de los Ambientes y Recursos

Marinos y Costeros de Colombia publicado por el INVEMAR en el 2016. Serían estos arrecifes los que podrían ser utilizados como ecosistema de referencia para posibles procesos de restauración ecológica en arrecifes coralinos de la región.

2. Evaluar el estado actual del ecosistema que se va a restaurar.

El siguiente paso es evaluar el estado actual del ecosistema, principalmente evaluar las condiciones previas y las condiciones actuales, puesto que permite evidenciar problemas o factores de deterioro, incluso poderlos precisar en el espacio y el tiempo estas afectaciones (Vargas y colaboradores, 2012).

En este sentido, para los ecosistemas coralinos del Caribe colombiano, es necesario ubicar los segmentos del ecosistema a restaurar. Adicionalmente es importante identificar los usos que tradicionalmente las comunidades dan a estos parches o segmentos a restaurar, ya que existe una relación directa entre los usos y los factores de degradación de los sistemas naturales.

En este mismo orden es necesario conocer las condiciones bióticas y abióticas, comunidades, poblaciones, relaciones, interacciones, variables físico-químicas, morfología, clima, entre otros factores que garanticen un proceso adecuado (Vargas y colaboradores, 2012).

3. Definir las escalas y niveles de organización.

En los proyectos de restauración ecológica la escala y el nivel de organización define los objetivos y los resultados del proyecto. Si se pretende recuperar una población de una especie en peligro de extinción, se define el proyecto a una escala local y el nivel de organización es de especie, por ejemplo la recuperación de las especies de coral *Acropora cervicornis*, catalogada en peligro crítico y *Acropora palmata* en Peligro para el Caribe colombiano (Ardila, y colaboradores 2002). Estas dos especies al ser constructoras de

arrecifes, por su dureza y su tridimensionalidad, ofrecen refugio a muchas especies diferentes de organismos, así pues, estos corales pueden ser considerados prioritarios dentro de un ecosistema arrecifal ya que potencian las interacciones entre las comunidades.

Utilizando la misma escala y pero trabajando al nivel de comunidad, el énfasis está en restablecer la comunidad original (Vargas y colaboradores, 2012). Es decir, qué adicional a las dos especies mencionadas anteriormente, el proyecto debe integrar otras especies típicas en los ecosistemas arrecifales a restaurar.

Cambiando la escala a regional, se trabaja sobre el nivel ecosistémico, direccionando los objetivos en la búsqueda de las condiciones ecológicas pre disturbio de los bienes y servicios ecosistémicos que provean estos sistemas ecológicos, garantizando la recuperación de la composición estructura y función ecosistémica (Vargas y colaboradores, 2012). Esto orienta el proyecto a la búsqueda de la recuperación de muchas de las funciones que los corales proveen a las zonas costeras principalmente asociados al abastecimiento de alimentos y protección de la zona costera contra la erosión y fenómenos climáticos provenientes del mar, siendo éste el objetivo la misión de recuperar la productividad pesquera y buscar que las estructuras tridimensionales de los arrecifes protejan las costas del clima extremo, posibilitando el desarrollo y sostenimiento de zonas coralinas en buen estado.

4. Establecer las escalas y jerarquías de disturbio.

Posteriormente se deben establecer Las escalas y jerarquías de los disturbios que ocurren en el ecosistema a restaurar, en la mayoría de los casos existe una combinación espacial y temporal de los disturbios (Vargas y colaboradores, 2012).

Para los arrecifes coralinos encontramos perturbaciones crónicas antrópicas como el incremento de la sedimentación debido a los diferentes usos del suelo; deficiente manejo de

aguas residuales ocasionando eutroficación; sobrepesca; cambio climático y blanqueamiento coralino; acidificación de los océanos y minería entre otros (Edwards y Gómez, 2007).

5. Lograr la participación comunitaria.

Los proyectos de restauración ecológica sin la participación de la gente están destinados al fracaso sin importar la escala temporal y espacial. La participación comunitaria juega dos papeles fundamentales el primero es como usuario de los bienes y servicios ecosistémicos que proveen los ecosistemas como los arrecifes de coral por otro lado encontramos que la mayoría de los procesos de deterioro son antrópicos. Es decir que las comunidades son actores principales en los procesos de restauración ya que éstos deben ser aceptados por las comunidades en el marco de un proyecto que brinde mejoras a las condiciones socioeconómicas y permitan la apropiación del proyecto por la comunidad es decir que los proyectos de restauración ecológica no sólo deben incorporar una variable ambiental, sino que deben contemplar alternativas que también potencien las economías locales. Un arrecife de coral en buen estado puede ser una fuente de ingresos a través de metodologías sostenibles en diferentes sectores de la economía por ejemplo el turismo especializado en buceo y fotografía subacuática. Adicionalmente el conocimiento tradicional con el que cuentan las comunidades locales es indispensable ya que sumado al conocimiento del restaurador se potencia el sostenimiento del proyecto en el tiempo.

Existen herramientas que pueden y deben ser usadas en proyectos que impliquen intervenir territorios, así el fin de la intervención sea la restauración de los ecosistemas. Algunas de estas herramientas vienen abrigadas por unos enfoques conceptuales,

encontramos la Investigación Acción Participativa donde la misma comunidad se comporta como investigador y transformador de la realidad. También encontramos la Conservación con Base Comunitaria, donde el manejo de los recursos naturales sea a través de la participación de las mismas comunidades, en cuanto al Manejo Local de los Recursos se pretende recuperar, conservar y proteger el capital natural a través de la intervención del territorio con procesos de restauración ecológica.

Las herramientas que se postulan en guías de restauración, son la Cartografía Social, metodología mediante la cual se considera el territorio como un referente en espacio y tiempo y es representado a través de una construcción colectiva de mapas o dibujos del entorno natural, político, económico y cultural.

También se encuentran los Recorridos Territoriales como complemento de la cartografía social; ya que, en estos recorridos en campo, se precisa la información consignada en estas imágenes o construcciones colectivas (Vargas y colaboradores, 2012).

6. Evaluar el potencial de regeneración del ecosistema.

En este paso, se pretende evaluar el potencial de regeneración del ecosistema, es decir, identificar la disponibilidad de especies en la región a intervenir. Con esta información podemos concluir e identificar ecosistemas o comunidades de referencia que marquen el camino de cómo y con qué material biológico realizar las intervenciones en las áreas a restaurar (Vargas y colaboradores, 2012).

Por consiguiente, es importante identificar el potencial de regeneración que los arrecifes coralinos tienen y esto implica conocer a profundidad la ubicación, abundancia y etapas sucesional en que se encuentran, inclusive tener claridad de dónde encontrar fragmentos coralinos que permitan ser trasladadas o reubicadas en las zonas a restaurar.

7. Establecer los tensores para la restauración a diferentes escalas.

Los tensionantes son factores que impiden los procesos de desarrollo natural de las áreas que se ven afectadas. Estos se clasifican en tensionantes ecológicos y socioeconómicos (Vargas y colaboradores, 2012).

En los arrecifes coralinos estos factores de deterioro provienen principalmente de actividades antrópicas que al combinarse con las condiciones bióticas y abióticas originan presión y deterioro como la acidificación del océano o el aumento de la temperatura debido a la acción del cambio climático. No menos importante, los factores denominados socioeconómicos principalmente la toma de decisiones y voluntad de actores involucrados en la conservación y recuperación de los ecosistemas marinos y costeros.

8. Seleccionar las especies adecuadas para la restauración.

Para la selección de especies utilizadas en los procesos de restauración se deben considerar atributos que potencian el proceso de recuperación o cumplimiento del objetivo del proyecto de restauración así pues la selección de especies es una variable a tener en cuenta en la formulación del objetivo y metas de los procesos con el fin de garantizar su éxito (Vargas y colaboradores, 2012).

Debemos preguntarnos previamente cuál va a ser la meta a cumplir con las acciones de restauración ecológica, si buscamos propiciar unas condiciones para la pesca y la protección de la costa de la erosión, es muy posible que las especies elegidas sean constructoras de arrecifes como los mencionados *Acroporas*.

9. Propagar y manejar las especies.

Es en esta etapa del proceso, donde se han definido las especies, debe existir claridad en cómo se van a obtener los individuos, bajo qué modelo de reproducción se harán las colectas de organismos, sexual o asexual (Vargas y colaboradores, 2012). Es indispensable profundizar en este paso a través de la presentación de algunas metodologías de restauración ecológica en arrecifes de coral.

10. Seleccionar los sitios.

Los proyectos de restauración ecológica deben desarrollarse en zonas donde los desarrolladores del proceso tengan claridad de los procesos naturales y antrópicos. En este sentido es importante tener en cuenta variables climáticas, oceanográficas (corrientes y mareas) para la selección de sitios adecuados para el trabajo de restauración (Edwards y Gómez, 2007).

Un ejemplo claro es el proyecto interinstitucional liderado por Ecopetrol S.A. denominado DIASPORA, cuyo objetivo principal es la instalación de 100 arrecifes artificiales en cinco fases en el Golfo de Morrosquillo, impactando de manera positiva la prestación de servicios ecosistémicos como la pesca artesanal y el ecoturismo, sin dejar de lado la prevención de la pesca ilegal, dificultando la aplicación de técnicas como redes de arrastre. (MoAm, 2018). Las estructuras de los arrecifes artificiales están constituidas por oleoductos obsoletos que conforman una estructura de 9 metros de altura (Universidad Autónoma de Oriente, 2018). Así pues, debe considerarse la disponibilidad de recursos para la ejecución de estas iniciativas, para cumplir con la instalación de estas estructuras en el fondo del mar es necesario contar con embarcaciones, puertos, buzos especialistas,

permisos para alterar el fondo marino, estudios de dinámicas oceanográficas entre otros insumos que consumen grandes cantidades de recursos económicos (Excelsior, 2018).

Por otro lado, y haciendo referencia a otro proyecto de restauración ecológica denominado Corales de paz, proyecto participativo para la restauración a gran escala de arrecifes de coral que busca preservar y mejorar la prestación de servicios ecosistémicos como el turismo, la pesca y la protección costera. La metodología utilizada se denomina jardinería de coral, esta consiste en la construcción de viveros submarinos para el desarrollo de fragmentos coralinos y otros organismos como esponjas constructoras de arrecife, las principales especies son los corales *Acropora*. En esta ocasión la ubicación geográfica del proyecto es el archipiélago de San Andrés y Providencia, (Corales de paz, 2018) el desarrollo de este proyecto sería imposible si no se contarán con recursos como lanchas y equipos de buceo, buzos y un amplio conocimiento y experiencia en propagación y reproducción de corales y otros organismos.

Estos dos ejemplos muestran cómo la selección de sitios y algunos recursos son fundamentales para el desarrollo y sostenimiento de los proyectos para la restauración ecológica de arrecifes coralinos.

11. Diseñar acciones para superar los tensionantes para la restauración.

Las acciones de restauración deben mantener un cimiento, principalmente cinco pilares:

Remoción y control de los tensionantes leves: eliminar pesca con dinamita en arrecifes y zonas aledañas.

Adición de especies o materiales: siembra de fragmentos de colonias coralinas o inmersión de arrecifes artificiales.

Regulación de la tasa de procesos ecosistémicos: propiciar el reclutamiento de plánulas de coral aumentando el área óptima de fijación con arrecifes artificiales o estructuras tridimensionales.

Regulación de las fuentes de entradas de energías: controlar la entrada de aguas cargadas de fertilizantes altamente nitrogenados que propicien el desarrollo de algas competidoras de los corales.

12. Monitorear el proceso de restauración.

Es imperativo que los cambios en el ecosistema intervenido se registren continuamente, todo en relación de los diferentes tratamientos de restauración aplicados. Este proceso inicia en el diseño del proyecto y lo acompaña siempre hasta que se considere recuperado el ecosistema intervenido (Vargas y colaboradores, 2012).

13. Consolidar el proceso de restauración.

Para el caso particular, la consolidación de un proyecto de restauración es equivalente a superar todos los factores de degradación y deterioro, pero también que el objetivo por cual se diseñó la intervención se cumpla y sea sostenible en el tiempo.

Remoción de los tensionantes severos: eliminación de las fuentes de contaminación por vertimientos.

Metodologías de Restauración Ecológica en Arrecifes de Coral

Una de las estrategias utilizadas para acelerar el proceso de recuperación de los arrecifes coralinos degradados es la restauración ecológica. Los beneficios de aplicar estas técnicas se muestran en el incremento de la cobertura de tejido vivo, incremento de larvas de coral, recuperación de micro-hábitats, rehabilitación de áreas impactadas por turismo, entre otros (García, y Nava 2006).

En los procesos de restauración ecológica de arrecifes de coral, el principal objetivo es regenerar el arrecife degradado en términos de estructura y función teniendo en cuenta atributos de estos ecosistemas como la biodiversidad y complejidad así como biomasa y productividad. Es fundamental mencionar que para los arrecifes de coral como para otros ecosistemas, la aplicación de estrategias de restauración pasiva, solo serán efectivas en la medida que los factores o factores de degradación desaparezcan, es decir que, el estrés crónico al que está sometido el arrecife, se detenga. De igual forma si la degradación fue severa o extensa los resultados de las estrategias pasivas no serán adecuadas, por ejemplo la colonización del arrecife por algas, todo en detrimento de los bienes y servicios ecosistémicos aprovechados por las comunidades, será entonces adecuado utilizar metodologías de restauración activas en conjunto de acciones de gestión, que contribuyan al manejo de las actividades cotidianas de las comunidades (Edwards y Gómez, 2007).

Este documento se propone mostrar las técnicas de restauración ecológica activa para arrecifes coralinos más utilizadas en Colombia y el Caribe como la instalación de arrecifes artificiales, trasplante de fragmentos de coral y guarderías de corales (Pizarro y colaboradores, 2014).

Arrecifes Artificiales

Esta es una técnica, que para la ciencia aún se encuentra en proceso de aceptación, en fase de experimentación, entrega ventajas asociadas a los procesos de restauración con arrecifes coralinos, estas estructuras tridimensionales tienden a mejorar la prestación de servicios ecosistémicos como la pesca y mitigan el deterioro de los ecosistemas marinos asociados a los arrecifes coralinos naturales como pastos marinos y manglares.

Específicamente se le atribuyen beneficios cómo repartir la presión que se ejerce sobre los ecosistemas naturales a través de las estructuras artificiales, ofrece refugio para invertebrados y peces que hacen parte de la cadena comercial y proporcionan zonas de cría

para juveniles de especies pertenecientes a los arrecifes de coral y ecosistemas circundantes. Por otro lado existen inconvenientes con la aplicación de metodologías con arrecifes artificiales la comunidad científica tiene preocupaciones en la medida en que estas estructuras se usan únicamente para propiciar áreas de pesca productivas, dejando de lado el conocimiento necesario y la definición de objetivos y metas que impliquen la restauración de ecosistemas degradados, es decir, se usan más como dispositivos agregadores de peces con fines comerciales, inclusive instalados por instituciones o personal no capacitado y claramente dejando de cumplir con los estándares que exige la restauración ecológica. Ahora bien haciendo un análisis más profundo de los beneficios e inconvenientes que pueden ocasionarse con la aplicación de esta metodología encontramos beneficios como los siguientes; si estas estructuras no cumplen con sus objetivos o metas planteadas en los proyectos de restauración son mucho más sencillos de retirar del medio, mientras que metodologías que utilizan el trasplante de fragmentos coralinos son más difíciles de desmontar, también permiten mejorar la conectividad entre los ecosistemas adicionalmente son una plataforma de investigación para procesos de restauración y para levantamiento de línea base para ecosistemas coralinos, es por esto que pueden ser considerados una herramienta esencial para la remediación y restauración de los arrecifes de coral. Para mitigar el riesgo que puede ocasionar la instalación de estas estructuras es indispensable tener en cuenta el diseño, despliegue, mantenimiento, monitoreo, estructura, tipos de materiales, tamaño, ubicación y forma. Finalmente es indispensable tener en cuenta la ubicación, ya que entre más cerca se encuentra en estas estructuras artificiales a los arrecifes naturales podemos estar causando mayor daño que beneficio, ya que en muchos casos estos sitios son utilizados como lugares de pesca y de buceo, impactando el ecosistema, por otro lado si la distancia es correcta contribuye a la conectividad ecológica entre estas estructuras artificiales y las naturales (Abelson, 2006).

Ejemplos concretos de esta metodología los encontramos a lo largo del planeta, en Australia desde mediados de los años 80 se han instalado, los materiales utilizados en este ejemplo son neumáticos de vehículos, el objetivo de este proceso de restauración es mejorar la producción primaria de colonizadores y mejorar las capturas de peces comerciales. El resultado de estos proyectos que comprenden más de 900 estructuras, es un aumento en las tasas de capturas para pescadores deportivos, aumento de la productividad primaria. También se obtuvo como resultado la repartición de actividades que ejercen presión sobre los ecosistemas artificiales, algunas de estas estructuras han sido establecidas únicamente para buceo, otras para pesca deportiva (Branden, et al. 1994).

Algunas consideraciones respecto a los materiales que pueden ser usados en las construcciones de las estructuras para arrecifes artificiales, encontramos estudios realizados en Estados Unidos, específicamente en Carolina del Norte. Para este caso en particular se han utilizado materiales como el concreto, el acero, inclusive el plástico. Como el objetivo principal de la aplicación de estas metodologías, se busca la mejora en la prestación de servicios ecosistémicos como la productividad pesquera y sostenimiento de la biodiversidad. Las diferencias para la aplicación de estos materiales en esta metodología, están dadas por los costos, la adquisición de materiales, transporte, durabilidad y la estabilidad del sustrato, sin dejar atrás la efectividad biológica como el reclutamiento de organismos. Son evidentes diferencias en los costos de los materiales utilizados, el caso del acero tiene un costo por metro de USD \$ 81, mientras que para el concreto USD \$ 168. Sin embargo en este proyecto la variable más importante ha sido el monitoreo constante y aplicado a mediano y largo plazo, ya que ha permitido definir la estructura de concreto, como la más resistente y con mayor capacidad biológica, es decir, la estructura que más coberturas de organismos obtuvo (Bell, et al. 1989).

Trasplante de fragmentos de coral

Esta metodología de restauración y remediación de arrecifes de coral goza de una aceptación más amplia y eso se ve reflejado en la cantidad de estudios que ocupan Esta técnica como herramienta a la hora de recuperar o regenerar estos ecosistemas coralinos. Algunos de los objetivos principales que se alcanzan con esta metodología tienen que ver con la recuperación de alguna especie o del stock pesquero a través de la recuperación de comunidades de peces. Otros beneficios puntuales incluyen el aumento de la cobertura y diversidad de estas especies en el sustrato Por consiguiente muchos de los organismos asociados recuperan su hábitat primario incluyendo especies que pueden estar en estado de amenaza. Ya que el traslado estas colonias se hace con organismos que cuentan con unos tamaños mínimos la supervivencia puede ser mayor en lugares donde es mínima y donde el asentamiento de larvas se reduce a algunas condiciones ambientales sin embargo si no se tienen en cuenta variables importantes esta decisión de trasplantar organismos coralinos de un lugar a otro puede traer efectos adversos a los ecosistemas circundantes inclusive al mismo arrecife coralino. Profundizando un poco en los inconvenientes encontramos que muchos de los trasplantes coralinos asociados pueden perderse es decir se están perdiendo colonias de donantes, en términos generales perdiendo información genética valiosa también encontramos tasas reducidas de crecimiento de los trasplantes fracaso en la fijación y posteriormente por consecuencia de los movimientos de la columna de agua perdida de la colonia, factores como el movimiento y traslado de la colonia puede generar estrés por ende la fecundidad de los mismos se reduce drásticamente. Podemos concluir diciendo que muchas de las variables que limitan estos procesos de restauración son logísticos y técnicos sin embargo los factores ecológicos pueden ser aún más desastrosos, variaciones en la temperatura o acidificación del océano pueden influir drásticamente en el éxito de estos proyectos y perder el esfuerzo realizado en los trasplantes (Abelson, 2006).

La metodología que contempla el trasplante de fragmentos de coral tiene un uso particular cuando los arrecifes coralinos han sido golpeados en muchos casos por barcos causando la fragmentación de muchas colonias de Gran tamaño. Para evitar que se mueran estos fragmentos queden atrapados en la arena aislados o con pocas posibilidades de supervivencia el rescate y trasplante es la metodología indicada (Abelson, 2006).

Esta técnica de reproducción asexual permite reparar daños de inmediato, cuando haya sufrido un impacto el arrecife, como en el caso de un buque encallado, aumentando las posibilidades de supervivencia de las colonias que pueden ser fijadas nuevamente en la locación que se podría definir como natural. Esta metodología encaja como un procedimiento que pertenece a la restauración física, inclusive por encima de una concepción biológica, ya que no se está introduciendo material vivo diferente al que ya existía en la zona del impacto. Existen algunas posibilidades de trasplantar colonias completas de un lugar a otro esto principalmente porque el área donde se encuentra el arrecife se halla amenazada por algún factor de alto impacto, por ejemplo la presencia de industria a gran escala, para este caso los trasplantes de colonias completas aumentan la probabilidad de mortalidad, es decir que se genera una pérdida neta del coral, por otro lado este tipo de trasplantes se consideran menos susceptibles al estrés ya que no se trasplantan únicamente corales sino la totalidad de la colonia.

Con el objetivo de mitigar la mortalidad coralina, se buscan fragmentos de oportunidad de los corales que han sido fragmentados de manera natural; en casi todos los arrecifes de coral que se han desarrollado estas técnicas, se encuentran fragmentos que pueden ser trasplantados inmediatamente o ser llevados a guarderías donde se aumentan las probabilidades de supervivencia, situación que se explora más adelante en otra metodología de restauración ecológica activa (Edwards y Gómez, 2007).

Un ejemplo concreto de estos procesos de restauración ocurre en Puerto Rico en el año 2006, un buque de 228 m con 13 millones de galones de combustible encalló en el sur del puerto de Guayanilla. El buque impacta directamente un arrecife a una profundidad de 10.5 m y se estimó un daño a 7.500 m cuadrados del área arrecifal. El impacto y posterior remoción del buque pulverizó el fondo, destruyó la estructura arrecifal y acabó con colonias de corales y organismos asociados como octocorales, esponjas y crustáceos. La respuesta a dicha emergencia fue coleccionar los fragmentos de especies principalmente de crecimiento ramificado como *Acroporas*, para ser llevados a unas estructuras de PVC provisionales que permitirían asegurar la supervivencia de las mismas. Una vez estabilizada la zona y su sustrato, se seleccionó la mayor cantidad de fragmentos que sobreviven a los primeros días, posterior al evento ocasionado por el buque, utilizando cemento hidráulico y varillas de hierro; se fijaron más de 4.247 colonias de coral masivo donde el 90% sobrevivió ya que se ubicaron en la misma zona donde habitaban antes del siniestro (Niño y Prada, 2013).

Guarderías de coral

Esta metodología permite criar corales y realizar procesos de propagación asexual y sexual, nos concentraremos en este escrito en la estrategia asexual. Cabe resaltar que la infraestructura, tiempos y lugares donde se realizan estas estrategias, generalmente son costosas, entre más sofisticado y más tiempo se realice el proceso de crianza de los fragmentos de coral, el incremento de los costos es mayor. Se recomienda maximizar la eficiencia y rentabilidad de este cultivo para lo cual se sugiere que en la mayoría de los casos el cultivo sea in situ, sobre sustratos bentónicos o a media agua. Si por el contrario la planificación implica el uso de acuarios, los costos se incrementarán (Edwards y Gómez, 2007).

En cuanto a la propagación asexual de corales se conocen tres tipos de fragmentos los clones, juveniles y pólipos extirpados en cultivos ex situ. Con el fin de tener más

versatilidad de los fragmentos se utilizan tamaños entre 3 y 10 cm. Los beneficios de este tipo de proyecto se concentran en maximizar la cantidad de material genético y por lo tanto minimizar los daños causados en las zonas donantes del mismo, desarrollar colonias a partir de fragmentos coralinos sobreviven mejor que los fragmentos que son trasplantados directamente al arrecife y finalmente tener reservas de pequeños corales disponibles para ser trasplantados en caso de que ocurra un impacto ambiental negativo sobre el arrecife coralino (Edwards y Gómez, 2007).

Es importante tener en cuenta que los costos están representados por el establecimiento de los sustratos para la cría, la recolección de los fragmentos, la fijación a los sustratos de destino de los fragmentos coralinos, así como el mantenimiento y monitoreo de los procesos a lo largo de un periodo de tiempo, en esta última etapa de mantenimiento se tienen que tener en cuenta procesos de eliminación de algas y otros organismos competidores de los corales, adicionalmente tener presente que a menor tamaño de los fragmento es necesario mayor tiempo de cultivo y un medio ambiente más sano con menor tensión sobre cada uno de los ecosistemas, para corales ramificados contamos con tiempos de cultivo entre 9 y 12 meses cuando el fragmento llega al sustrato de cría con un tamaño de 3 cm (Edwards y Gómez, 2007).

Dentro de esta metodología de cría de corales en guarderías encontramos diferentes estructuras.

Una estructura práctica y económica se deriva de las guarderías de cuerdas o colgantes, metodología que se llevó a cabo en el Parque Nacional Natural Corales del Rosario y de San Bernardo en el Caribe colombiano, para el año 2011 se realizó el montaje de una guardería para la especie *Acropora cervicornis* o coral cuerno de venado, en la cual se montaron 48 fragmentos del coral ya mencionado los cuales se obtuvieron de 4 fragmentos de oportunidad ubicados en zonas arrecifales cercanas a la ubicación de la guardería

colgante. Los resultados en cuanto a supervivencia de los fragmentos del coral cuerno de venado son satisfactorios alcanzando el 100% de colonias vivas registrando crecimientos constantes; para el siguiente año se realizó el trasplante de 30 de estas colonias que tenían tamaños entre 21 cm y 10 cm, estas colonias fueron fijadas al sustrato coralino muerto por medio de cemento hipóxico en dos áreas coralinas cercanas tanto a la recolección de los fragmentos de oportunidad como a la ubicación geográfica de la guardería colgante. Posterior al trasplante al arrecife natural, se encontraron porcentajes de supervivencia entre el 82 y 92% con lo cual se registra como un éxito dicha aplicación de la metodología que implica la propagación asexual de fragmentos coralinos en este caso de crecimiento ramificado a través de la cría de estos clones en guarderías de cuerdas (Frank-Ante et al. 2014).

Alternativas económicas participativas

Para la construcción de esta propuesta de gestión de las zonas marinas y costeras, surgen alternativas desde la aplicación de modelos de economía moderna o surgida en el siglo XXI. En primer lugar encontramos la propuesta de la economía naranja, donde la cultura juega un papel fundamental en la generación de riqueza en la sociedad, por lo que la integración de las comunidades costeras que usan y aprovechan tradicionalmente ecosistemas como arrecifes de coral integran saberes tradicionales como las artes de pesca artesanales que dan un valor agregado a los productos que se extraen del arrecife. Este tipo de negocios sustentados en el modelo naranja, permiten un impacto social distribuido y equitativo, ya que es imperativo la asociatividad de los actores, para compartir recursos como la mano de obra o la infraestructura, inclusive brindar seguridad en el desempeño de las actividades asociadas al uso del arrecife coralino (Escobar, et al. 2017). La economía naranja es una alternativa para que el empresario que quiera compensar una comunidad por los impactos negativos sobre el ambiente en su territorio de pesca tradicional, podrá impactar de manera

positiva a los pescadores incorporando en su esquema de compensación, aún de manera voluntaria, la construcción de encadenamientos sociales que deriven en el aumento de la productividad de las comunidades costeras.

Por otro lado encontramos un modelo como la economía azul y verde, en primer lugar el modelo verde pretende el bienestar del ser humano y la equidad social a la vez que reduce el riesgo ambiental y los escasos ecológica de recursos naturales, por ejemplo los mercados asociados al carbono que capturan los bosques. En el sector azul, vemos como los océanos y sus ecosistemas son de vital importancia, aportando grandes cantidades de recursos y posibilidades de aprovechamiento, entre estas encontramos el turismo, maricultura, inclusive introducir la restauración como un negocio que genera activos a través de la restitución de bienes y servicios ambientales como la pesca artesanas, el turismo especializado entre otros, dando una oportunidad adicional de participación a todos los actores que ejercen presencia en la zonas marina y costera (Ivanova, *et al.* 2017).

Antecedentes

En lo referente a este estudio, los antecedentes partirán desde la Cumbre de Río en 1992. El medio ambiente marino y las zonas costeras fueron tratados en el capítulo 17 denominado protección de los océanos y de los mares de todo tipo incluidos los mares cerrados y semi-cerrados y las zonas costeras y protección, utilización racional y desarrollo de los seres vivos. En este capítulo se retoman conceptos de uso sostenible y manejo integrado de zonas costeras que habían sido tratados en foros internacionales tiempo atrás, a partir de esta cumbre en 1992, el concepto de manejo integrado de zonas costeras, se tomó como el núcleo organizativo y parte fundamental del desarrollo sostenible de los espacios costeros y marítimos, en 1993 el convenio sobre diversidad biológica y el convenio marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático toman como núcleo central del manejo de estos espacios marinos y costeros el manejo integrado de zonas costeras. La declaración

de Río contiene 27 principios que pretenden alcanzar el desarrollo sostenible como meta, entre estos encontramos la ordenación integrada y desarrollo sostenible de las zonas costeras y zonas marinas así como las zonas económicas exclusivas, sumado a esto encontramos el aprovechamiento sostenible y conservación de los recursos marinos vivos sujetos a jurisdicción nacional, desarrollo sostenible de las pequeñas Islas, entre otros, todos estos aplicables a la situación actual de Colombia y sus zonas costeras en el Caribe. Dentro de este convenio de diversidad biológica celebrado en 1993 el subgrupo de manejo de zonas costeras del panel intergubernamental de cambio climático (IPCC), ha identificado la necesidad de implementar acciones y estrategias para desarrollar planes de manejo integrado de zonas costeras, dando inicio a la realización de la conferencia mundial de costas para el mismo año, en los Países Bajos, la cual tenía como meta evaluar la vulnerabilidad del cambio climático y el desarrollo de planes de manejo integrado de zonas costeras para contribuir al desarrollo de conceptos, técnicas y herramientas para la preparación de estos planes y por último estimular la coordinación entre órganos administrativos regionales, nacionales e internacionales para la implementación de programas que contempla en el manejo integrado de zonas costeras (MIZC) (Steer y colaboradores, 1997).

Algunas directrices internacionales en el manejo de zonas costeras las han planteado instituciones de renombre como el Banco Mundial, el Plan de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Organizaciones para la Cooperación Económica y Desarrollo y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, así como el Reporte de la Conferencia Mundial sobre Costas, estos organismos llegan a un consenso en los fundamentos generales del manejo integrado de zonas costeras. El propósito del manejo integrado de zonas costeras es guiar el desarrollo de las áreas costeras de una forma ecológicamente sostenible, en cuanto a los principios del MIZC, encontramos que los programas del manejo integrado

de zonas costeras deben estar guiados por los principios de Río 1992, con énfasis en los principios de igualdad entre generaciones, el principio de precaución y el principio de “él que contamina paga”, en el manejo integrado de zonas costeras se debe tener una naturaleza interdisciplinaria y holística especialmente en lo que se refiere a ciencias sociales y biológicas.

Las funciones de los procesos de manejo integrado de zonas costeras van encaminados a fortalecer y armonizar el manejo sectorial en la zona costera, preservar y proteger la productividad y la diversidad biológica de los ecosistemas costeros y mantener sus valores, promoviendo el desarrollo económico racional y una utilización sostenible de los recursos oceánicos y costeros facilitando la resolución de conflictos en la zona costera (Steer y colaboradores, 1997).

La integración espacial de los programas de manejo integrado de zonas costeras abarcan las áreas costeras y las tierras altas, los usos que afectan las aguas costeras y sus recursos, y se extiende hacia el mar para incluir las aguas costeras que afectan la tierra que limita con esta área costera, además de los programas de manejo integrado de zonas costeras debe incluir el área oceánica y bajo la jurisdicción nacional la zona económica exclusiva, sobre las cuales los gobiernos tienen responsabilidades de administración y manejo. En cuanto a la integración vertical y horizontal del manejo integrado de zonas costeras, debe sobreponerse a la fragmentación sectorial e intergubernamental que existe hoy en los esfuerzos de manejo costero, para esto los mecanismos institucionales para la efectiva coordinación entre los múltiples niveles de gobierno que operan en la zona costera son fundamentales y deben estar integrados en los marcos de proyectos de manejo y administración de territorios. Finalmente, el uso de la ciencia reduce las incertidumbres y complejidades que existen en una zona dinámica y compleja, se debe construir basado en la

mejor ciencia social y natural disponible, caso concreto la restauración ecológica de arrecifes coralinos que se propone en este documento (Steer y colaboradores, 1997).

A nivel internacional, los esfuerzos en el campo del manejo integrado de zonas costeras, presentan su primera publicación en febrero de 1992, donde la conferencia de las Naciones Unidas sobre el desarrollo y el medio ambiente emite 108 esfuerzos en 44 países. Posteriormente en 1993 se publica una segunda lista de esfuerzos en manejo integrado de zonas costeras, en una edición especial de *Ocean and Coastal Management*, con un compilado de 140 esfuerzos en 56, como característica especial más de 20 de estos esfuerzos son provenientes de los Estados Unidos. Para 1997, 90 estados costeros han presentado al menos 180 programas, proyectos y estudios de factibilidad en el manejo integrado de zonas costeras (Steer y colaboradores, 1997).

Entrando en este punto de generación de programas, proyectos o estudios de pre-factibilidad, Colombia igual que la mayoría de las naciones del mundo, ha venido manejando sus recursos marinos y costeros a través de su legislación existente, por ejemplo, contamos con un estatuto para el manejo de los recursos naturales renovables, un estatuto para el manejo de la pesca y un sistema nacional de áreas protegidas. Colombia a pesar de la gran extensión de costas y mar territorial tiene poco conocimiento y en consecuencia un aprovechamiento muy bajo y limitado de los recursos que tiene, esto en comparación a los recursos terrestres que si son explotados de manera general y a gran escala. Los inicios de la política marina en Colombia, están orientados exclusivamente a relaciones internacionales y la delimitación de su jurisdicción marítima, en concreto sobre los años 60, Colombia da el primer paso para establecer una facultad de ciencias del mar y la comisión colombiana del océano en esa misma época. Pero a mediados de los años 70, la Armada Nacional y la Dirección General Marítima y Portuaria (DIMAR), así como COLCIENCIAS y la Universidad Jorge Tadeo Lozano, impulsan y patrocinan una serie de

seminarios nacionales sobre el desarrollo de las ciencias y tecnologías del mar. En los años 80, Colombia impulsó el desarrollo de las ciencias y tecnologías del mar dando prioridad a programas nacionales como la infraestructura científica y tecnológica, así como la evaluación y administración de los recursos vivos marinos, el desarrollo y administración de la zona costera, la exploración de la plataforma continental, la identificación de condiciones oceanográficas y la contaminación marina. En la misma década, encontramos el Plan Maestro de Desarrollo Marítimo, que en su construcción encontró como principales problemas y asuntos organizacionales, que las instituciones colombianas tenían poca relación con los asuntos marinos, adicionalmente que había un nivel bajo de personal y recursos presupuestarios dedicados al esfuerzo marítimo, además que las actividades marinas y costeras tendían a localizarse en los niveles bajos de la jerarquía burocrática gubernamental, en especial en el sector pesquero, la falta de comunicación y cooperación entre entidades en diferentes sectores, de igual forma no existía claridad en los mandatos jurisdiccionales, en algunos casos la superposición de entidades territoriales impedía el desarrollo de acciones en el marco del desarrollo sostenible de los mares y costas del país. En la década de los 90 encontramos el Proyecto de Desarrollo y Administración de la Zona Costera Colombiana en el Mar Caribe, cuyo objetivo era “obtener el conocimiento real de la zona costera colombiana en el mar Caribe y establecer criterios para su administración y ordenamiento con el fin de permitir su desarrollo integral y su vinculación a la economía nacional”. Finalmente posterior a la Ley 99 de 1993 y la creación del Ministerio de Medio Ambiente, se hace reconocible el nacimiento de instituciones para la investigación, que le permiten tomar decisiones con certeza científica y menor incertidumbre a los gobiernos, en este caso particular estamos hablando del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives De Andreis (INVRMAR) (Steer y colaboradores, 1997).

Finalmente encontramos en ejercicio, la aplicación de esta metodología MIZC, en la región del Pacífico, encontramos el Plan de Manejo Integrado de la Zona Costera para el Complejo de las Bocanas de Guapi e Iscuandé, Pacífico Colombiano. Mientras que en el Caribe se implementaron dos proyectos, el primero en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina y otro en el Golfo de Morrosquillo, ahora bien debe resaltarse que estos tres proyectos han sido todos puestos en marcha a manera de piloto, con el objetivo de ser la base para la construcción e implementación de capacidades institucionales a nivel nacional y regional (López, et al. 2009).

Área de estudio

Este documento pretende plasmar el área marina y costera del Caribe colombiano como el área de estudio, los lineamientos que se proponen para delimitar el área responden a los establecidos en el decreto 1120 del 2013, que hace referencia a la reglamentación de las Unidades Ambientales Costeras (UAC). Esta área incluye el espacio oceánico y las zonas continentales e insulares del Caribe colombiano, basados en la reglamentación que entrega el territorio, particularmente el Decreto 1436 de 1984 que establece los estudios de línea base y la Ley 10 de 1978, donde se definen detalles del territorio marítimo, así como también el Artículo 101 de la Constitución Política de 1991 donde se especifica que también son parte de Colombia el subsuelo, el mar territorial, la zona contigua la plataforma continental, la zona económica exclusiva, entre otros (Prato y Reyna, 2015).

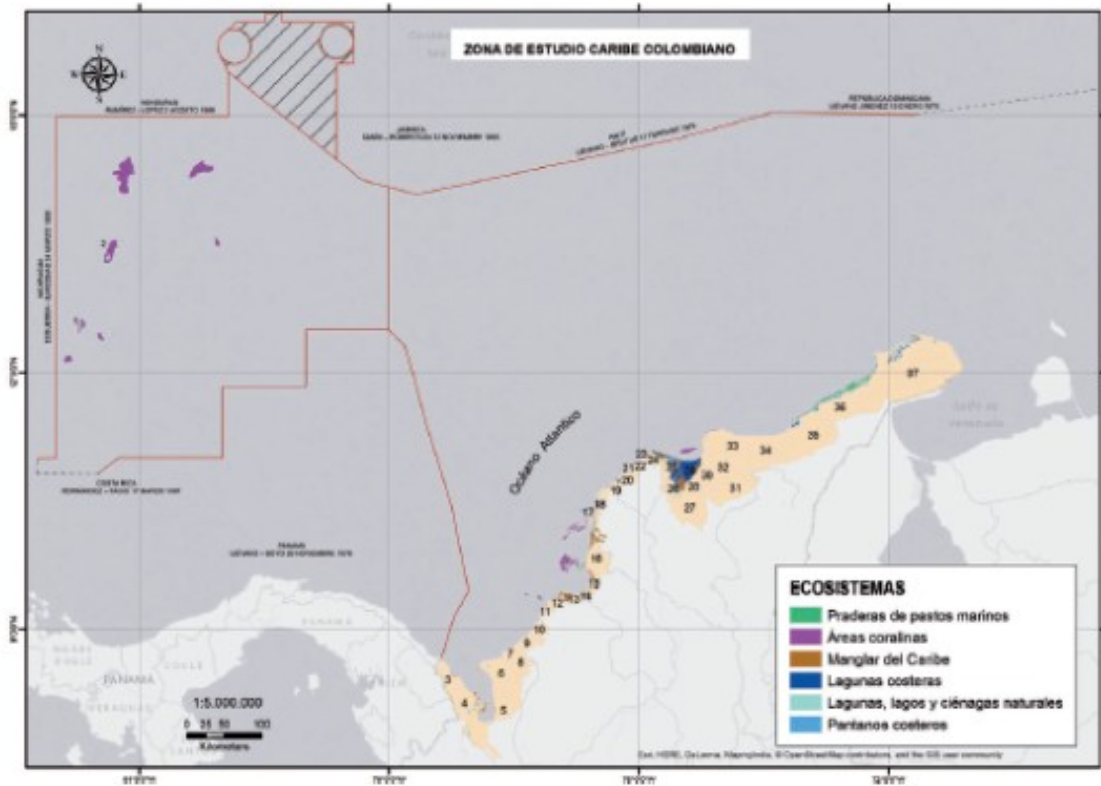


Figura 3. Área Marina y Costera, Caribe colombiano.

En cuanto a la división administrativa de estos territorios, encontramos 37 municipios y 9 departamentos que son la figura como la estructura administrativa y de gobierno de las zonas marinas y costeras del Caribe colombiano.

Tabla 1. Municipios del Área Marino y Costera, Caribe colombiano.

Nº	MUNICIPIO	DEPARTAMENTO
1	San Andrés	San Andrés, Providencia y Santa Catalina
2	Providencia	
3	Acandí	Chocó
4	Unguía	
5	Turbo	Antioquía
6	Necoclí	
7	San Juan de Urabá	
8	Arboletes	
9	Los Córdoba	Córdoba
10	Puerto Escondido	

11	Moñitos	
12	San Bernardo del	
13	Viento	
	San Antero	
14	Coveñas	
15	Tolú	Sucre
16	San Onofre	
17	Turbará	
1	Cartagena	Bolívar
19	Santa Catalina	
20	Piojó	
21	Juan de Acosta	
22	Tubará	Atlántico
23	Barranquilla	
24	Puerto Colombia	
25	Sitionuevo	
26	Remolino	
27	Pivijay	
28	El Reten	
29	Pueblo Viejo	Magdalena
30	Salamina	
31	Aracataca	
32	Ciénaga	
33	Santa Marta	
34	Dubalá	
3	Riohacha	La Guajira
36	Manaure	
37	Uribía	

En cuanto a la caracterización social y demográfica, encontramos que en la zona de estudio se encuentra el 8.8% de la población total del país, con cerca de 4.130.000 habitantes, ubicados principalmente en 4 núcleos urbanos: Barranquilla, Cartagena, Riohacha y Santa Marta. Siendo Barranquilla la ciudad más poblada de la región Caribe de Colombia. Cabe Resaltar que el municipio con menor cantidad de población es Providencia con 5.098 habitantes, por otro lado es el atractivo turístico más importante que tiene el Caribe colombiano, además de pertenecer a la reserva de la biosfera Seaflower. Mientras que el municipio con mayor número de habitantes es Uribía en el departamento de la Guajira con 162.000, seguido por Turbo en el departamento de Antioquia con una

población de 151.000 habitantes. Se debe resaltar la presencia de comunidades indígenas o étnicas en la zona de estudio, en los departamentos del Atlántico, Guajira, Magdalena, Sucre, Antioquia, Chocó y San Andrés, Providencia y Santa Catalina, donde la mayor proporción de población indígena la tiene el departamento de la Guajira mientras que en la menor proporción la alberga San Andrés Providencia y Santa Catalina (Prato y Reyna, 2015).

En cuanto a los indicadores socioeconómicos encontramos necesidades básicas insatisfechas, principalmente en municipios como Uribí en el departamento de la Guajira, contrastando con la ciudad de Barranquilla que posee el menor índice de necesidades básicas insatisfechas, entre las cuales encontramos acceso a vivienda educación y servicios públicos como acueducto y acceso a agua potable (Prato y Reyna, 2015).

Por otro lado, la caracterización económica de la región pasa por las siguientes actividades que representan mayores aportes al producto interno bruto (PIB).

Tabla 2. Principales actividades económicas de la región Caribe

N° INDICADOR	INDICADOR
1	Cultivo de otros productos agrícolas
2	Administración pública y defensa, seguridad social de afiliación obligatoria
3	Hoteles, restaurantes, bares y similares
4	Educación de no mercado
5	Comercio
6	Total Industria
7	Transporte por vía terrestre
8	Producción pecuaria y caza incluyendo actividades veterinarias
9	Construcción y acondicionamiento de edificaciones completas y partes
10	Servicios sociales y de salud de mercado
11	Actividades inmobiliarias y alquiler de vivienda
12	Extracción de carbón, carbón ignítero y turba
13	Extracción de petróleo crudo y gas natural
14	Impuestos
15	Construcción de obra de ingeniería civil
16	Generación, captación, y distribución de energía eléctrica

17	Correo y telecomunicaciones
18	Transporte por vía aérea
19	Actividades de servicios menos financieros e inmobiliarios
20	Recreación
21	intermediación financiera

La geomorfología y oceanografía del área de estudio, nos ubica en el Caribe colombiano en el noroccidente de Suramérica, posee 1.600 km de costas y un área marina de 532.54 km², con divisiones como el Caribe continental e insular oceánico, encontrando límites con Jamaica, Haití, República Dominicana, Costa Rica, Nicaragua, Honduras, Panamá y Venezuela. Al gran tamaño y significativa biodiversidad se suma la declaratoria de reserva de la biosfera por parte de la Organización de la Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Cultura (UNESCO) en el año 2000, cuya denominación es Seaflower, la más grande del mundo con 180.000 km², adicionalmente Colombia estableció un área marina protegida de Seaflower con 65.000 km², con el objetivo de fortalecer la conservación, buen manejo, control y vigilancia del archipiélago (Prato y Reyna, 2015), siendo la aplicación de una herramienta de restauración pasiva.

Las condiciones oceanográficas indican que el Caribe es un mar semi-cerrado, influenciado por los vientos alisios del noreste y por l corriente marina del Caribe que fluye de oriente a occidente, esta toma un giro a la altura de Panamá, se le conoce come le Giro de Panamá–Colombia o Contracorriente Panamá-Colombia.



Figura 4. Sistema de corrientes marinas superficiales para el Caribe.

En cuanto a las condiciones climáticas del Caribe, se clasifica como un clima húmedo seco tropical. Estas condiciones evidencian dos periodos estacionales caracterizados por cambios en las precipitaciones y el comportamiento de los vientos esta condición está íntimamente relacionada por los movimientos de la zona de convergencia intertropical (ZCIT). Es común encontrar la época seca entre los meses de diciembre y abril y una época de transición que comprende los meses de mayo a Julio mientras que la época donde la precipitación aumenta está comprendida entre los meses de agosto a noviembre. Ahora bien la geomorfología submarina que encontramos en el Caribe colombiano parte de lo que se entiende como la placa Caribe la cual se encuentra rodeada por placas como la Norteamericana, la de Suramérica, la de Nazca y Cocos, los movimientos y procesos como orogénesis glaciaciones actividad volcánica y cambios en el nivel del mar han definido la conformación de las cordilleras y cuencas, cañones, valles, islas, mesetas y otras formas de relieve presentes en el bentos del Caribe colombiano. Encontramos formaciones geológicas representativas dentro de la costa colombiana desde la región más cercana con Panamá donde aparece el Golfo de Urabá rodeado de selvas tropicales influenciado por el caudal del Río Atrato, siguiendo dirección norte, encontramos el delta del río Sinú y el golfo de Morrosquillo, por otro lado el archipiélago de islas del Rosario y el delta del río Magdalena, así como zonas escarpadas pendientes en la bahía de Santa Marta y las bahías del Parque Nacional Natural Tayrona, donde la influencia de la Sierra Nevada de Santa Marta completa las características del área estudiada. Finalmente encontramos la península de la Guajira, donde las pendientes son suaves compensando con una gran extensión de la plataforma continental. Por otro lado la zona insular del Caribe colombiano la conforma el archipiélago de San Andrés Providencia y Santa Catalina principalmente de un origen volcánico. Da la variabilidad de geoformas qué influyen en las dinámicas oceanográficas

que generan cambios en dinámicas favorables para la producción primaria y la gran biodiversidad marina que se encuentra en la zona, esto sumado al aprovechamiento y uso por parte de los habitantes de esta zona insular a través de la actividad pesquera y el turismo (Prato y Reyna, 2015).

Finalmente encontramos la zonificación marina, la zona de estudio a la que se refiere este documento se encuentra en la región biogeográfica del Atlántico tropical siendo éste el nivel más generalizado de organización del ambiente marino. Esta región biogeográfica contiene la provincia del archipiélago de San Andrés Providencia y Santa Catalina y la provincia del Mar Caribe. La provincia del archipiélago de San Andrés Providencia y Santa Catalina está compuesta por ecozonas como la Cordillera Tayrona, cuenca Kuiva y plataforma continental mesoamericana. Mientras que la provincia el mar Caribe está compuesta por cuatro ecozonas entre estas la plataforma continental, la Cuenca colombiana, la cordillera beata y talud caribana (Prato y Reyna, 2015).

Ahora bien entramos a revisar los ecosistemas marinos y costeros que hacen parte de la zona de estudio. Encontramos que los arrecifes coralinos están representados en un 99% el 100% de los pastos marinos y el 25% de los manglares del país (Prato y Reyna, 2015).

Tabla 3. Áreas de los ecosistemas marinos para el Caribe colombiano.

	Áreas Coralinas		Pastos Marinos		Manglares	
	Área (ha)	% País	Área (ha)	% País	Área (ha)	% País
Total Caribe	180518	99.96	42691	100	76992	2.04
Provincia mar Caribe	38513	21.33	40761	95.5	76816	24.98
Provincia total ASP	142005	78.63	1930	4.5	176	0.06
Pacífico	71	0.04	0	0	230541	74.96
Total país	180589	100	42691	100	307533	100

Metodología

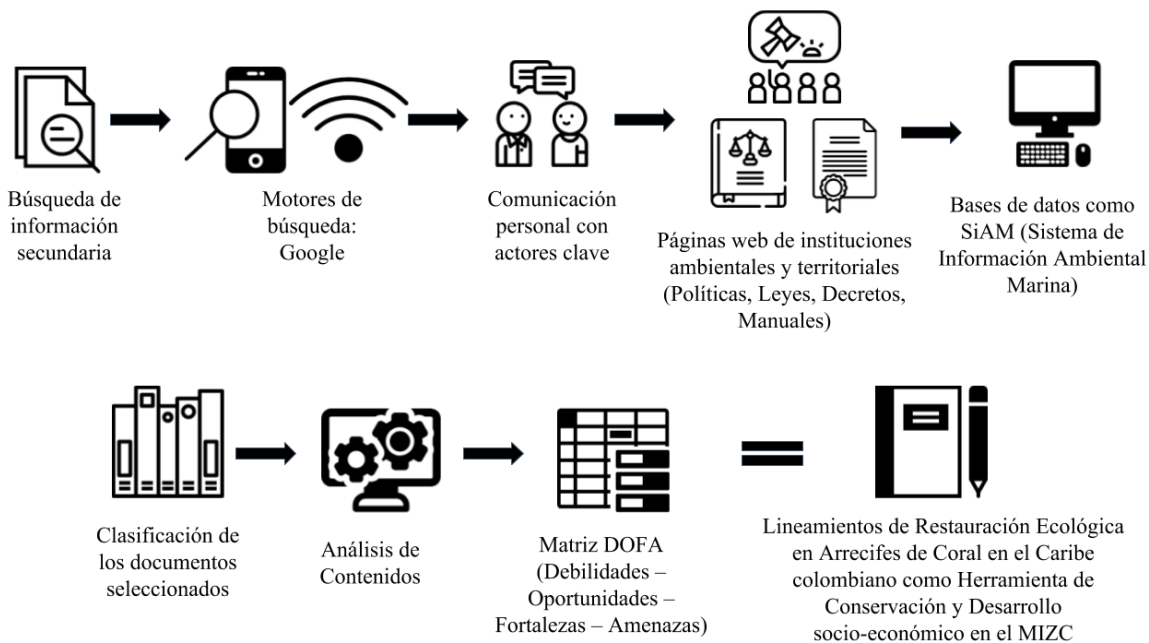


Figura 5. Diagrama de flujo propuesta metodológica.

Se trabajó con base en la secuencia de acciones esquematizadas en la figura anterior, el proceso inicia con la búsqueda de información secundaria en diferentes motores de búsqueda, principalmente en Google y sus herramientas de gestión documental, se revisan páginas web de instituciones ambientales, territoriales, de investigación públicas y privadas, en búsqueda de documentos publicados en la red, adicionalmente la revisión de bases de datos principalmente el Sistema de Información Ambiental Marina (SiAM); finalmente se tiene contacto con actores clave dentro del proceso de revisión de información.

Con la información identificada, se procede a la clasificación y análisis de los documentos, utilizando el Análisis de Contenidos como metodología principal, integrándola con el análisis de debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas (DOFA).

Esta herramienta se basa en la lectura textual o visual como instrumento de recolección de información, incorpora la aplicación del método científico o de un sistema objetivo,

replicable y que sea posible validar. El Análisis de Contenidos es una técnica que combina la observación, producción de datos y el análisis e interpretación de los mismos. Esta técnica de investigación utiliza la descripción objetiva sistemática y cuantitativa del contenido de la comunicación (Andréu, 2012).

En el proceso de análisis se distinguen varios pasos que deben surtirse:

1. Determinar el objeto o el tema de análisis.
2. Determinar las reglas de codificación.
3. Determinar el sistema de categorías.
4. Comprobar la fiabilidad del sistema de codificación y categorización.
5. Inferencias.

Esta metodología supone la sustitución del subjetivismo en las interpretaciones, a través de la estandarización de procesos que permiten ver en forma de datos los contenidos de documentos y comunicaciones. El Análisis de Contenidos guarda una relación estrecha con procedimientos propios del análisis del lenguaje, y es comprensible si se sitúa en contexto de un protocolo de investigación, lo que implica la validación de hipótesis, características del texto, antecedentes y efectos de la comunicación (López, 2002).

Finalmente, con los productos obtenidos del análisis a los documentos, se busca proponer unos Lineamientos de Restauración Ecológica en Arrecifes de Coral para el Caribe colombiano como Herramienta de Conservación y Desarrollo Socio-Económico en el marco del Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC).

Las técnicas usadas en este tipo de análisis corresponden a descripciones objetivas, sistemáticas y cuantitativas. De igual forma las técnicas deben ser complementarias, que

explican y sistematizan el contenido de los mensajes y la expresión del contenido (López, 2002).

Con el propósito de responder el objetivo 1, que busca evaluar la *presencia y/o ausencia* del componente de Restauración Ecológica en Arrecifes de Coral como herramienta de conservación y desarrollo socio-económico en las políticas públicas, se analizaron principalmente los siguientes documentos:

- Plan Nacional de Restauración. Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas.
- Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia - PNAOCI.
- Política Nacional del Océano y de los Espacios Costeros - PNOEC.
- Resolución 0768 de 2017, Por la cual se adopta la “Guía Técnica para la Ordenación y Manejo Integrado de la Zona Costera”.
- Decreto 415 de 2017. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Plan de Ordenación y Manejo Integrado de la Unidad Ambiental Costera - POMIUAC, Caribe Insular, en el Departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.
- Manual de Compensaciones

Es necesario seleccionar la categoría de análisis, así como la unidad de análisis; para este documento se definió así:

- Categoría de Análisis: Párrafos y frases.
- Unidad de Análisis: Grupo de palabras

Para la Unidad de Análisis se toma como referencia un grupo específico de palabras, no todas. Se tomaron principalmente palabras que hacen referencia a la Conservación de

Biodiversidad, Restauración Ecológica, Desarrollo Socio-Económico, Manejo Integrado de Zonas Costeras, Arrecifes de Coral, en un contexto geográfico delimitado al Caribe colombiano y a sus ecosistemas coralinos.

Este grupo de palabras seleccionadas y su determinado contexto geográfico son extraídos de los textos de Política Pública mencionados anteriormente. Dentro de esta categoría, se encuentran tres tipos de textos con diferencias en su epistemología, pero con similitud en su condición de reglas de juego para el acceso, uso y aprovechamiento de los recursos naturales del país, en especial al manejo integrado de zonas costeras en el Caribe colombiano:

- Políticas Públicas
- Decretos
- Resoluciones

El siguiente paso, hace referencia a las reglas de codificación y la regla de recuento a aplicar en este análisis es *presencia - ausencia* en los diferentes textos que componen los insumos a analizar de los conceptos y nociones que representan las Unidades de Análisis seleccionadas anteriormente.

Posteriormente se debe aplicar la categorización, proceso estructuralista, que da forma a la ubicación de los conceptos dentro del análisis, entrega jerarquía a las Unidades de Análisis, es decir que se establece un orden en los conceptos para su posterior tratamiento.

1. Manejo Integrado de Zonas Costeras

1.1. Participación

1.2. Investigación

1.3. Interacción

2. Restauración Ecológica

- 2.1. Rehabilitación
- 2.2. Recuperación
- 2.3. Metodologías de restauración ecológica

- 3. Conservación de Biodiversidad
 - 3.1. Prioridades de manejo
 - 3.2. Ecosistemas estratégicos
 - 3.3. Motores de pérdida de biodiversidad

- 4. Desarrollo Socio-Económico
 - 4.1. Educación y capacitación
 - 4.2. Proyectos productivos sostenibles
 - 4.3. Gobernabilidad

- 5. Arrecifes de Coral
 - 5.1. Estado de salud
 - 5.2. Bienes y servicios asociados
 - 5.3. Experiencias previas en el Caribe colombiano

Antes de finalizar y respondiendo al objetivo 2 que se orienta al análisis de pros y contras de los niveles y algunas metodologías de Restauración Ecológica en Arrecifes de Coral, es importante mencionar que el complemento a la metodología de Análisis de Contenido es la aplicación de un análisis de debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas (DOFA) a las Metodologías de Restauración Ecológica de Arrecifes de Coral que han sido presentadas en el Marco Teórico de este documento. El fundamento para realizar este análisis es incorporar las metodologías de restauración con mayores oportunidades y fortalezas que arroje la matriz DOFA a la fase final de inferencias o propuesta de

lineamientos de restauración ecológica para ser incorporados a las metodologías de Manejo Integrado (MIZC).

La última etapa del Análisis de Contenidos es la constitución de inferencias que para este documento serán desarrolladas a partir del establecimiento de una propuesta de Gestión que funcione como mecanismo de ejecución de procesos de Manejo Integrado de Zonas Costeras, que incorporen la restauración ecológica de arrecifes coralinos en un contexto geográfico delimitado al Caribe colombiano, con este elemento se constituye la respuesta al objetivo 3 donde se busca diseñar una propuesta de los lineamientos para el componente de Restauración Ecológica en Arrecifes de Coral en el Caribe colombiano como herramienta de conservación y desarrollo socio-económico para procesos de Manejo Integrado de Zonas Marino Costeras.

Resultados y Discusión

Es necesario que los resultados de este análisis incidan en la construcción de una propuesta de lineamientos de restauración ecológica para arrecifes de coral, en el marco del manejo integrado de las zonas costeras, insulares y oceánicas del Caribe colombiano.

Los documentos cuya interpretación se desarrolló a través del Análisis de Contenidos y posteriormente a través del DOFA, se encuentran en el ANEXO 1.

Para brindar un sustento al análisis de los datos y mostrar el desarrollo de las actividades para cumplir el objetivo 1, es necesario traer este esquema organizacional:

Tabla 4. Reglas de Codificación para el Análisis de Contenidos.

Unidad de Análisis	Contexto de Análisis
Manejo Integrado de Zonas Costeras	Participación
	Investigación
	Interacción

Restauración Ecológica	Rehabilitación Recuperación Metodologías de restauración ecológica
Conservación de Biodiversidad	Prioridades de manejo Ecosistemas estratégicos Motores de pérdida de biodiversidad
Desarrollo Socio-Económico	Educación y capacitación Proyectos productivos sostenibles Gobernabilidad
Arrecifes de Coral	Estado de salud Bienes y servicios asociados Experiencias previas en el Caribe colombiano

El procedimiento que se realizó fue una búsqueda en cada documento seleccionado de las palabras denominadas Unidades de Análisis y reconocer el contexto de su aparición, específicamente determinar el párrafo donde hace aparición la Unidad de Análisis y determinar si el contexto del documento está dentro del Contexto de Análisis propuesto en la metodología.

Las cifras del recuento de presencia y frecuencia de las Unidades de Análisis en los documentos seleccionados, se encuentran representadas en el ANEXO 2 del documento.

A continuación, las Unidades de Análisis y su peso porcentual en el análisis de contenidos de los documentos seleccionados, en donde las mayores frecuencias están centradas a la mención de arrecifes de coral y conservación (Figura 6). Estos conceptos son primordiales en disciplinas como la Restauración Ecológica, Conservación de la Biodiversidad y Gestión Ambiental.

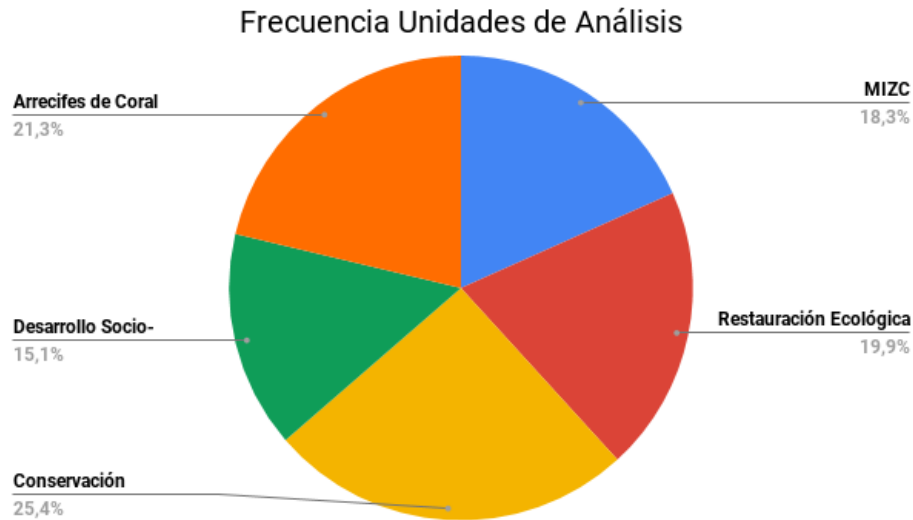


Figura 6. Frecuencia de las Unidades de Análisis en los documentos seleccionados.

En este sentido, puede verse que la Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia (PNAOCI) contiene todas las Unidades de Análisis (Figura 7), siendo un primer eslabón en la cadena de interacciones necesarias para el desarrollo integrado de las zonas costeras. Puede ser la PNAOCI un elemento articulador de procesos que incidan en la restauración ecológica de ecosistemas estratégicos como los arrecifes coralinos, además de que también puede verse como un factor diferenciador de la multi e interdisciplinariedad de la política ya que se asemeja y equipara a estas mismas variables en los procesos de implementación de Manejo Integrado de Zonas Costeras como lo propone la metodología colombiana COLMIZC, incluso a pesar de que los conceptos dominantes en esta son más dirigidos a la conservación en general (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible 2015).

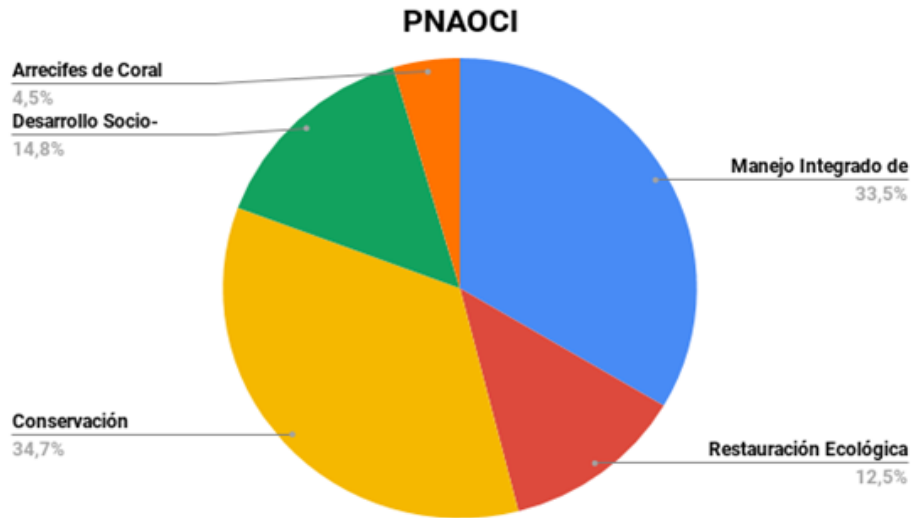


Figura 7. Frecuencia de las Unidades de Análisis en la PNAOCI.

En la Política Nacional del Océano y de los Espacios Costeros (PNOEC) sucede el mismo fenómeno integrador descrito en el párrafo anterior, confirmando la apuesta del país por el desarrollo sostenible, evidente en la ratificación de presencia y frecuencia de la Unidad de Análisis “desarrollo socio-económico” (Figura 8). Esto sugiere que sin la mediación de la economía y el intercambio de bienes y servicios suministrados por ecosistemas arrecifales en el mercado, los recursos, la participación, la durabilidad y las posibilidades de crecimiento son nulas, es decir, que es necesario apalancarse en las políticas que apoyan la integración sectorial, ya que permiten el aprovechamiento de los recursos naturales bajo estándares de crecimiento verde (CCO, 2007). La pregunta que cabe hacerse en este análisis es como lograr implementar estas rutas de integración, cual es el modelo de desarrollo social local para que estas rutas sean una realidad. El turismo y en especial el turismo sostenible dan cuenta de este fenómeno en el país, las cifras de 2017 hablan de un crecimiento del 27% (Miranda, 2018), es decir que, si tenemos recursos naturales conservados, tenemos una alternativa de uso y aprovechamiento sostenible, un pretexto para invertir recursos económicos públicos y privados en procesos de restauración

de ecosistemas, ya que el retorno de la inversión estaría asegurado con los ingresos de actividades como el turismo subacuático.

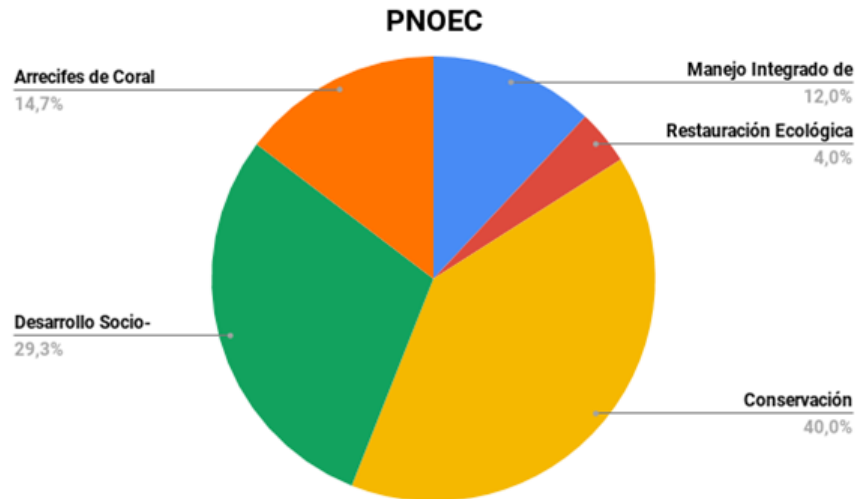


Figura 8. Frecuencia de las Unidades de Análisis en la PNOEC.

Por el contrario, las herramientas que tienen los tomadores de decisiones en el aparato estatal e inclusive en el privado, no cuentan con la presencia de instrumentos que permiten el planteamiento de procesos de restauración y manejo de ecosistemas coralinos como el COLMIZC.

En síntesis, hasta el momento, el aprovechamiento de los recursos marinos está lejos de ser sostenible y no se ve como el desarrollo de proyectos de restauración, puedan salirse de la mera investigación y se conviertan en una alternativa integradora ambiental y socialmente viables, que desde la política se vean incentivados.

Algunas alternativas están asociadas, por ejemplo, con ver estas estrategias como un negocio sostenible alrededor de un recurso natural y con más importancia que involucre modelos económicos como la economía naranja.

Podrá ser discutible, pero herramientas de restauración, como las guías técnicas deberían incluir un apartado que aporte instrumentos y estrategias de financiación viables y que aseguren la participación comunitaria y desarrollo sostenido y sostenible de los ecosistemas coralinos y de las comunidades costeras, lo cual está completamente ausente, como puede verse en la Figura 9; y ausente también en las políticas públicas del océano. Es necesario que funcione como instrumento que permita el cumplimiento de los objetivos de las políticas públicas en términos de crecimiento y posicionamiento de Colombia como potencia oceánica, como lo expresa en PNOEC.

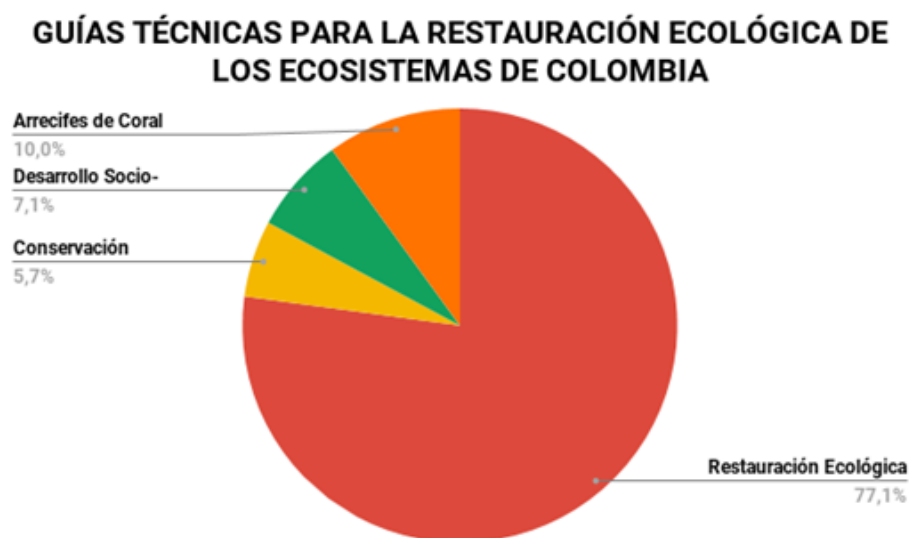


Figura 9. Frecuencia de las Unidades de Análisis en la Guía Técnica para la Restauración Ecológica de los Ecosistemas de Colombia.

Un dato interesante proviene del análisis de contenido del documento Manual para Compensar las Pérdidas de Biodiversidad en el país (Figura 10), en lo que se refiere a las actividades que son licenciadas por el estado (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA), haciéndose evidente la total ausencia de conceptos como el manejo integrado de zonas costeras y desarrollo social y económico, ratificando así, el vacío que

tienen las herramientas a las que el público interesado tiene acceso, siendo más grave aún, el hecho de que no existe ninguna referencia a ecosistemas coralinos como objeto de restauración ecológica, a lo que se suma la actual ausente de un manual dirigido específicamente a las compensaciones en ecosistemas marinos y costeros.

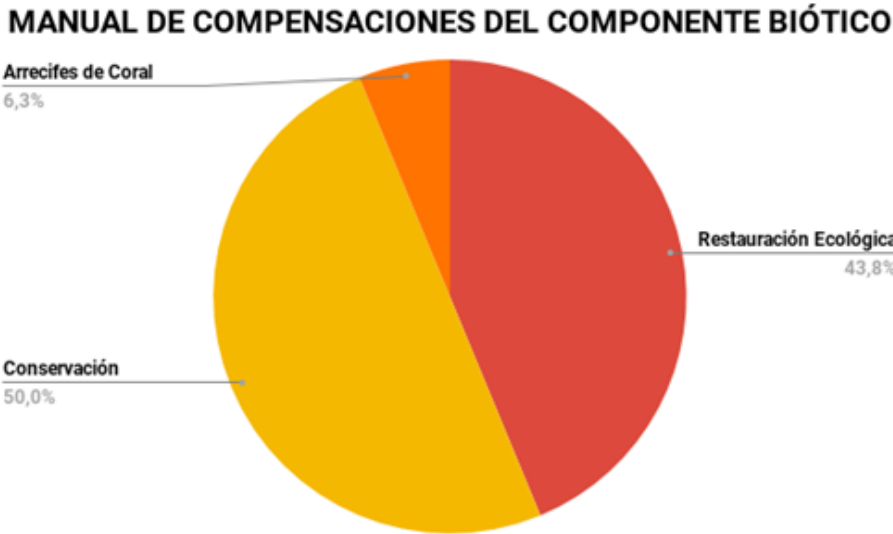


Figura 10. Frecuencia de las Unidades de Análisis en el Manual de Compensaciones del Componente Biótico.

Hoy Colombia cuenta con diferentes propuestas para la compensación por diversos impactos ambientales negativos, pero aún no se articulan las herramientas técnicas, de mercado y de política. Desde el año 2017 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible propuso alternativas como los Bosques de Paz, los Bancos de Hábitat, BancO₂, Pago por Servicios Ambientales (PSA), Inversión del 1% del valor del proyecto (Hidrocarburos, y otros), Mercado Voluntario de Carbono, Carbono Neutro, Energías Renovables y Encadenamientos Productivos Sostenibles, propuestas que incorporan las Unidades de Análisis dispuestas en esta propuesta de gestión. En la Figura 11, puede verse

un documento CONPES, en especial el referente a Pago por Servicios Ambientales (PSA), que a pesar de la ausencia de la Unidad de Análisis “arrecifes de coral” muestra presencia y frecuencia del manejo integrado de recursos; pero la referencia no está dirigida al MIZC, solo a la integralidad del manejo de recursos naturales, permitiendo la participación de los usuarios en la toma de decisiones así como lograr beneficios económicos directos por ser custodios y regeneradores de los mismos recursos de la biodiversidad del país.

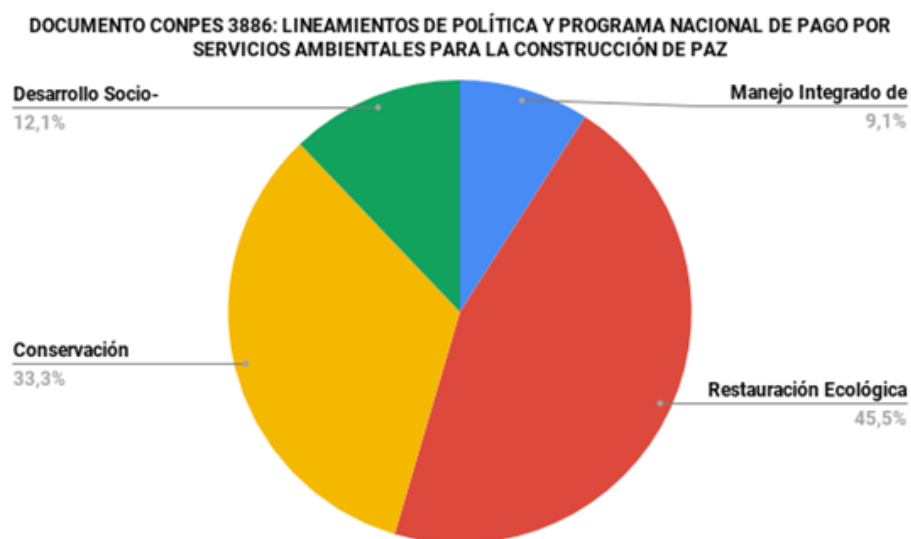


Figura 11. Frecuencia de las Unidades de Análisis en el DOCUMENTO CONPES 3886:

LINEAMIENTOS DE POLÍTICA Y PROGRAMA NACIONAL DE PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAZ.

En el párrafo anterior se ejemplifica un mecanismo legal para incorporar procesos de restauración ecológica de ecosistemas con un objetivo definido y sustentado en la disponibilidad de servicios ambientales para usufructuar por el Estado y por las comunidades que habitan los territorios en cuestión. En este sentido podemos articular políticas, mecanismos de acción, incentivos, apertura de mercados, saberes locales a la conservación y restauración de ecosistemas, dando cumplimiento a los objetivos generales

de las políticas y mandatos legales. Podemos pensar en Manuales para Compensar la Pérdida de Biodiversidad que incorporen ecosistemas marinos y costeros como los arrecifes de coral, además de posibilidades de interacción con mecanismos de acción de los entes públicos y privados como el Pago por Servicios Ambientales.

Esta combinación de herramientas de gestión pública, permiten plantear propuestas como la compensación de pérdidas de biodiversidad en sistemas coralinos, a través de la aplicación de proyectos de instalación de arrecifes artificiales como instrumento de restauración activa de arrecifes de coral, propiciando el uso y aprovechamiento de estos bienes y servicios ecosistémicos por parte de comunidades locales que presten el servicio de turismo especializado en buceo en ambientes artificiales (disminuyendo el número de buzos promedio en arrecifes naturales), pesca deportiva propiciada por los beneficios ecológicos que proveen las estructuras artificiales, caso concreto en el Caribe colombiano ya referenciado en este documento como el proyecto “DIÁSPORA”.

Adicionalmente se hace importante discutir lo referente al Contexto de la Educación y Capacitación. En documentos que entregan lineamientos y reglamentan conductas como los Planes de Manejo de Áreas Protegidas, se encuentran las actividades permitidas en el territorio, entre estas, el turismo y la investigación o la explotación de recursos en diferentes grados de intensidad, ya sea pesca artesanal, industrial o explotación de hidrocarburos. Actividades que encajan dentro de modelos de desarrollo social y económico y que a su vez que protegen y propician la conservación de la biodiversidad mediante la aplicación de incentivos tributarios a la industria, o la generación de ingresos a las comunidades que usan los recursos en actividades como el turismo sostenible o el aprovechamiento de recursos hidrobiológicos de manera artesanal constituyendo las bases para grandes ecosistemas empresariales que se articulan para ofrecer la venta al consumidor final de productos con sellos o denominación artesanal y sostenible, avalados por

instituciones del orden de MArViva o Conservación Internacional, entregando dividendos económicos justos a las bases de las cadenas productivas, los pescadores artesanales y otros actores de la comunidad. Con esto se pretende mostrar que la Educación y Capacitación a estos grupos sociales es fundamental para sentar las bases de proyectos que son funcionales únicamente con la interacción vertical y horizontal que proponen metodologías como el manejo integrado de zonas costeras y las posibles variaciones metodológicas de restauración ecológica en arrecifes de coral (MarViva, 2016).

Finalmente, los ecosistemas de gran importancia, denominados en las políticas como estratégicos, soportan el desarrollo de las comunidades y de las economías de los países propietarios. Los arrecifes de coral hacen parte de este grupo selecto y por consiguiente, es más urgente llevar a la práctica acciones de manejo integrado que incorporen la restauración y mercado, lo que implica y obliga a los actores como empresas, comunidades, gobierno y público en general, a interactuar y a generar acuerdos y reglas de juego y por qué no, sustentar la búsqueda del cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible o del ingreso a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), a través del cumplimiento de metas como la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, pero aumentando el crecimiento de la economía colombiana y de la región Caribe (El Espectador, 2018).

En consecuencia, las prioridades de manejo podrán restringirse a ecosistemas coralinos, su valoración económica y tasas de degradación como argumento suficiente para dar una mirada a propuestas centradas en las nuevas economías y soportadas por las tecnologías exponenciales.

La Tabla 5 muestra los análisis DOFA realizado a las metodologías de restauración ecológica, en donde se resaltan algunas alternativas gracias a identificar y contrastar

Fortalezas vs Debilidades y Oportunidades vs Amenazas. En concreto la sostenibilidad de proyectos enfocados a la recuperación o restauración ecológica de arrecifes de coral depende de identificar en las guías para los tomadores de decisiones estos contrastes entre las metodologías. Si el proyecto no cuenta con una gran cantidad de recursos financieros, no será posible pensar en el desarrollo de un proyecto que implique la instalación de arrecifes artificiales, ni contar con la construcción de cadenas comerciales que se nutren de estrategias de publicidad. Por otro lado podemos ver como algunas empresas definen estos encadenamientos como un modelo de negocio que beneficia a las comunidades y al ambiente mediante la implementación de buenas prácticas de producción, comercio justo, economía colaborativas, entre otras estrategias (CECODES, 2017).

Tabla 5. Análisis DOFA para la Metodología de Restauración Ecológica de Arrecifes Artificiales.

DOFA Arrecifes Artificiales			
FORTALEZAS	I. Alto impacto estructural y biológico	AMENAZAS	I. Aumento temperatura del agua
	II. Conectividad ecológica		II. Acidificación
	III. Mejora prestación de bienes y servicios ambientales		III. Contaminación
	IV. Evitan pesca con redes de arrastre		IV: Enfermedades coralinas
	V. Reparten la presión que se ejerce sobre los ecosistemas naturales		V. Se usan más como dispositivos agregadores de peces
	VI. Estructuras desmontables		VI. Uso de estructuras por no profesionales
	VII. Alta Durabilidad		VII. Falta de reglas de juego para todos los interesados en Colombia y la región
	VIII. Mezcla de metodologías de restauración (física y biológica)		
	IX. Motiva la interacción gubernamental e intersectorial		
OPORTUNIDADES	I. Interés de grupos sociales	DEBILIDADES	I. Altos costos
	II. Divulgación del problema		II. Conocimiento Especializado
	III. Ciencia y tecnología		III. Habilidades en buceo y natación
	IV. Estado actual de		IV. Técnica en fase de

conservación de ecosistemas marinos	experimentación
V. Plataforma para investigación/monitoreo	V. No se conocen efectos a largo plazo
VI. Herramienta remediación y restauración de los arrecifes de coral	VI. Transporte
VII. Asociatividad para su gestión	VII. Pocos estudios
VIII. Diversidad de materiales de construcción	VIII. Impactan la biodiversidad local
IX. Potencia cadenas comerciales	IX. Intensidad en el monitoreo
X. Incentivar actividades productivas sostenibles	X. Requiere de información de línea base
XI. Mecanismo influenciador del ordenamiento ambiental del territorio	

Con el propósito de disertar sobre la metodología de Restauración Ecológica de Arrecifes de Coral, basada en la instalación de Arrecifes Artificiales, es obligación de este documento entregar unos parámetros sobre la discusión a lugar.

En primera instancia todas las ideas expuestas en la discusión del documento están orientadas por dos conceptos concretos, conservación de la biodiversidad y el desarrollo socio-económico.

Posteriormente el objetivo de transitar las metodologías de Restauración Ecológica de Arrecifes de Coral por el análisis DOFA, es identificar cuál de estas posee más Fortalezas y Oportunidades para ser integradas en una propuesta de lineamientos de restauración ecológica en las metodologías de Manejo Integrado (MIZC).

Dando respuesta al Objetivo 2, se presenta la Matriz DOFA sobre cada una de las metodologías de restauración ecológica a analizar: arrecifes artificiales, trasplante de fragmentos de coral y guarderías de coral.

La metodología de Arrecifes Artificiales, es una apuesta colectiva en todos los casos, ya que representa una inversión económica, logística, de materiales e insumos, tiempo y en general de recursos escasos para los habitantes de zonas costeras en el Caribe colombiano, que deben ser provistos de manera participativa por los interesados para el desarrollo de estas iniciativas. Con lo mencionado anteriormente, esta herramienta de restauración es el reflejo de los conceptos que el MIZC incorpora dentro de su haber metodológico y epistemológico, se trata de la interacción horizontal entre diferentes sectores de la economía, extendiendo el alcance a los integrantes de las cadenas productivas de los negocios que pertenecen a dichas actividades económicas, desde los proveedores de bienes y servicios hasta los consumidores finales (Alonso *et al.* 2003).

En esta misma línea, se establece que la aplicación de Arrecifes Artificiales como herramienta de gestión de la zona costera genera integración vertical. Este planteamiento se sustenta en la necesidad de incorporar instituciones del estado nacionales, regionales y locales con el fin de alcanzar una autorización para realizar una alteración al fondo o sustrato marino (Congreso de la República, Ley 08, 2014).

Estas dos situaciones de integración se encuentran debidamente documentadas en el proyecto DIASPORA, liderado por Ecopetrol, pero integra una gran cantidad de actores institucionales y económicos, jalonando la conservación de la biodiversidad y promoviendo el desarrollo socio-económico regional a través de la ejecución de un mismo proyecto con Arrecifes Artificiales (Comunicación personal ANH, 2016).

Los proyectos que incorporan una modificación estructural de sustrato marino y generen impactos positivos o negativos a nivel ecológico, económico y social, deben ser planificados, organizados, controlados, liderados, concertados para ser sostenibles (Alonso *et al.* 2003), por lo que el componente de manejo valida esta metodología de restauración

como candidata a ser incorporada dentro de los lineamientos para incluir la restauración ecológica de arrecifes de coral al MIZC.

Finalmente, y acudiendo a un sustento técnico, la incorporación de un Arrecife Artificial abre la puerta a la mezcla de metodologías de restauración, pero también a una gran serie de ciencias y conocimientos, respondiendo afirmativamente al criterio de interdisciplinariedad en el MIZC. Al modificar el sustrato marino, con una estructura artificial que simula un arrecife coralino, se puede trasplantar allí fragmentos de oportunidad, acelerando el proceso de establecimiento de coberturas vivas, acelerando el proceso de sucesión natural en el arrecife (Edwards y Gómez, 2007). Pero esto no es todo, si se constituye un negocio alrededor de esta intervención, es necesario que se cuente con disciplinas afines a la gestión de negocios, administración de empresas, contabilidad, mercadeo, entre otras propias de otros sectores de la economía. Se trae a colación un ejemplo en el Caribe colombiano, como lo son los Parques Temáticos de Buceo, impulsados por la Armada Nacional, la Comisión Colombiana del Océano, Parques Nacionales Naturales, la Autoridad Ambiental Regional y la Dirección General Marítima (Giraldo, 2015), con la colaboración de la empresa privada como Eduardoño (CCO, 2016).

Tabla 6. Análisis DOFA para la Metodología de Restauración Ecológica de Trasplante de Fragmentos de Coral.

DOFA Trasplante de Fragmentos de Coral			
FORTALEZAS	I. Bajo costo	AMENAZAS	I. Trasplantar organismos coralinos de un lugar a otro puede traer efectos adversos a los ecosistemas
	II. Metodología de restauración y remediación		II. Se están perdiendo colonias de donantes
	III. Aceptación más amplia comunidad científica		III: Aumento temperatura del agua
	IV. Gran cantidad de estudios		IV. Acidificación
	V. Aumento cobertura y diversidad de especies		V. Contaminación

	<ul style="list-style-type: none"> VI. Logística sencilla VII. Aumento de supervivencia de las colonias que pueden ser fijadas en la locación natural VIII. Utiliza fragmentos de oportunidad IX. Utiliza pocos materiales X. Mejora la prestación de bienes y servicios ambientales 	<ul style="list-style-type: none"> VI: Enfermedades coralinas VII. Pérdida de información genética VIII. Afectación arrecifes circundantes IX. No conectividad entre proyectos y metodologías X. Falta de reglas de juego para todos los interesados en Colombia y la región 	
OPORTUNIDADES	<ul style="list-style-type: none"> I. Método estándar para encallamiento de barcos sobre arrecifes II. Conservación de biodiversidad asociada III. Protección especies amenazadas IV. Respuesta inmediata a eventos de encallamiento de barcos V. Trasplante de grandes colonias coralinas completas VI. Mezcla de metodologías de restauración (física y biológica) VII. Generación de proyectos productivos sostenibles VIII. Divulgación de la problemática IX. Interés de diversos grupos sociales X. Plataforma para investigación/monitoreo XI. Mecanismo influenciador del ordenamiento ambiental del territorio 	DEBILIDADES	<ul style="list-style-type: none"> I. Tasas reducidas de crecimiento de los trasplantes por estrés II. Conocimiento Especializado III. Habilidades en buceo y natación IV. Fácil destrucción y desmantelamiento antrópico y natural V. Estrés en las colonias trasplantadas VI. Requiere de información de línea base

La aceptación de esta metodología en la comunidad científica es determinante en la aplicación de la misma, las facilidades con las que se puede experimentar con esta metodología la pone entre las más cotizadas y aplicadas por los científicos y con gran énfasis en el Gran Caribe, enfocando esfuerzos en especies de crecimiento ramificado como los *Acroporas* (Pizarro *et al.* 2014). A esta característica se suma el bajo costo en materiales, mano de obra, transporte y logística que se asume en un proyecto de trasplante;

por otro lado, tiene la posibilidad de ser usado como un sistema de respuesta en escenarios de desastres ecológicos como resulta el encallado de una embarcación sobre un arrecife natural (Niño y Prada, 2013). La posibilidad de realizar actividades de monitoreo de un trasplante de fragmentos de coral, realizado posterior a un encallado, es remota para los interesados, pero al darse, es una plataforma de investigación, involucrando a otra esfera de la sociedad como la Academia y entidades de investigación pertenecientes al sistema nacional ambiental (SINA) como el INVEMAR.

Queriendo enfatizar un poco más en el desarrollo temporal de esta metodología, encontramos coincidencias en lo que plantea el MIZC. Toda iniciativa que implique el manejo integrado, debe ser continua y dinámica, condiciones que en la restauración ecológica deben estar incorporados, en concreto, la continuidad del proceso garantiza resultados positivos (la falta de esta continuidad, obviamente llevará a los negativos), tanto en crecimiento como supervivencia de colonias trasplantadas (Edwards y Gómez, 2007), para esto se dispone de una gama de alternativas en cuanto al monitoreo de estas iniciativas de restauración en ecosistemas terrestres, pero que no coinciden con las acciones en ecosistemas marinos (Aguilar y Ramírez, 2015). Siendo el monitoreo el factor fundamental para probar ante la comunidad científica que estas técnicas de restauración son viables pero también demostrando la continuidad y dinamismo exigido por el MIZC.

Tabla 7. Análisis DOFA para la Metodología de Restauración Ecológica de Guarderías de Coral.

DOFA Guarderías de Coral			
FORTALEZAS	I. Conectividad ecológica	AMENAZAS	I. Aumento temperatura del agua
	II. Mejora prestación de bienes y servicios ambientales		II. Acidificación
	III. Reproducción sexual y asexual		III. Contaminación
	IV. Maximización de material biológico (clonación)		IV. Enfermedades coralinas

	<ul style="list-style-type: none"> V. Experiencia en especies de crecimiento ramificado VI. Guarderías desmontables e itinerantes VII. Diversidad de materiales de construcción VIII. Mecanismo influenciador del ordenamiento ambiental del territorio 	<ul style="list-style-type: none"> V. Falta de reglas de juego para todos los interesados en Colombia y la región VI. Pérdida de información genética VII. Colonización de competidores como algas, esponjas y bacterias
OPORTUNIDADES	<ul style="list-style-type: none"> I. Divulgación de la problemática II. Interés de diversos grupos sociales III. Costos variables según materiales, logística, tiempo y lugar de ejecución IV. Puede ser in situ o ex situ V. Protección especies amenazadas VI. Conservación de biodiversidad asociada VII. Incentivar actividades productivas sostenibles VIII. Plataforma para investigación/monitoreo IX. Diversidad de estructuras viables como guardería 	DEBILIDADES
		<ul style="list-style-type: none"> I. Conocimiento Especializado II. Habilidades en buceo y natación III. Uso de acuarios y laboratorios aumento de costos IV. Experiencias en pocas especies V. Metodologías para algunas especies (<i>Acroporas</i>) VI. Requiere de información de línea base

Las Guarderías de Coral como herramienta de restauración permiten al igual que las propuestas anteriores, desarrollar la participación social, es decir, no solo la participación de los actores principales como gobierno e industria, también el habitante de la zona costera debe ser partícipe de las transformaciones que sufre su territorio y en consecuencia qué implicaciones puede tener este cambio en los bienes y servicios ambientales que provee el territorio (Frank-Ante *et al.* 2014). Esquemmatizando un poco esta variable de participación, es muy factible que de la transformación de un espacio marino degradado a uno con coberturas coralinas y organismos asociados, los bienes y servicios ambientales como la pesca se vean impactados positivamente (Comunicación personal DIASPORA) y a partir de

allí la comunidad genere acuerdos comerciales con el propósito de comercializar los productos pesqueros, cuyas artes de pesca son sostenibles para las poblaciones de peces y mariscos de interés económico en la zona, en conclusión el manejo integrado de la zona costera, permite que el desarrollo social y económico tenga espacios de crecimiento y sostenibilidad y que mejor oportunidad que a través de un encadenamiento productivo sostenible sustentado en un proceso de restauración ecológica de arrecifes de coral. (Comunicación personal Conservación Internacional, 2017).

Otro aspecto positivo a tener en cuenta, es que este tipo de iniciativas de conservación y desarrollo, están permitidas al interior de una Unidad Ambiental Costera / Oceánica, es decir que la actividad, infraestructura, permisos y autorizaciones relacionados al desarrollo de acciones de restauración mediante Guarderías de Coral son vistas como herramientas de gestión interinstitucional y con miras en objetivos comunes, como el desarrollo sostenible y la conservación de la biodiversidad en las UAC y así mismo dentro de las Unidades de Manejo Integrado UMI (López, 2015), es posible categorizar la restauración de ecosistemas coralinos como una medida que incide en la aplicación de acciones que comulguen con el desarrollo y la conservación (Alonso *et al.* 2003).

Si el propósito del MIZC y en particular la metodología adaptada para Colombia (COLMIZC) es lograr gestionar la zona costera y oceánica buscando el desarrollo sostenible en todas la UAC, obedeciendo a la Política nacional ambiental para el desarrollo sostenible de los espacios oceánicos y las zonas costeras e insulares de Colombia, es indiscutible que estas tres metodologías de Restauración Ecológica de Arrecifes de Coral comulgan con el aspecto metodológico y epistemológico que propone el manejo integrado y dada la complejidad de la zona a gestionar la solución debe ser igual de dinámica e integral.

Todo ello, permite estructurar, para dar cumplimiento al tercer objetivo, una propuesta de lineamientos para incorporación de restauración ecológica de arrecifes de coral dentro de herramientas de gestión integrada de zonas costeras. Para esta situación se plantea un ejemplo que incorpora lineamientos de las dos metodologías y encuentra elementos suficientes para superar cuellos de botella documentados en estos procesos de manejo colectivo de recursos naturales.

La propuesta se basa en la construcción de mecanismos de acción y ejecución de planes o modelos de negocio que incorporen la restauración de arrecifes de coral, siendo extensivo a cualquier tipo de ecosistema y región del país. Esta construcción se basa en la articulación de cadenas de valor sostenibles, que se cimientan en los ecosistemas y sus usuarios más próximos, comunidades locales, sosteniéndose hasta los consumidores finales de los recursos que provienen de los ecosistemas arrecifales. Esto ha sido denominado para esta propuesta, un encadenamiento productivo marino sostenible (EPMS).

Propuesta para el Encadenamiento Productivo Marino Sostenible –EPMS-

Esta propuesta se establece en un territorio definido, que será el Caribe colombiano y sus arrecifes de coral. El EPMS es una propuesta que permite articular las intersecciones conceptuales y metodológicas entre el MIZC y la Restauración Ecológica.

Insumos mínimos: Los insumos necesarios para esta propuesta serán las comunidades: sus conocimientos, sus capitales (cultura, mano de obra, infraestructura...); los ecosistemas: siendo más precisos los bienes y servicios que estos suministran a propios y foráneos de los arrecifes de coral; las instituciones públicas: como entes de control, investigación, cooperación y recaudo tributario (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y su oficina de Negocios Verdes, Corporaciones Autónomas o de Desarrollo Sostenible, DIMAR, CCO, INVEMAR, DIAN, Ministerio de Comercio, Industria y

Turismo), el mercado, la empresa privada y clientes finales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

Ya se avizora que la propuesta busca armonizar y regularizar las interacciones de los actores en el escenario de la gestión y desarrollo de las zonas costeras, todo a través un gana-gana para cada uno de los interesados. Para encontrar ese equilibrio y durabilidad, se considera que la puesta en escena no debe dirigirse como tradicionalmente se hace, proyectos financiados por el estado, sino que debe ser a través de un negocio, es decir, de la generación de capital y de la distribución equitativa en la red constituida de ese capital.

Este tipo de iniciativas se constituye en una plataforma que inclusive incita al uso y participación del sector privado en el uso de incentivos a la conservación como por ejemplo los descuentos tributarios por inversión en proyectos de control y mejoramiento ambiental, sustentado en la última reforma tributaria y consignado en el Estatuto Tributario Artículo 158-2. Es decir que la empresa que desee o busque incentivos económicos por migrar a actividades productivas o patrocinar algunas como la restauración ecológica de arrecifes de coral, bajo un modelo de turismo en arrecifes artificiales y/o restaurados en el Caribe colombiano, estaría contribuyendo a la conservación de la biodiversidad y al desarrollo social y económico de la zona costera, metas propias del MIZC y de políticas como el Plan Nacional de Restauración (Decreto 1625, 2016).

Por otro lado, también es posible armonizar actividades de alto impacto en los ecosistemas coralinos, como el aprovechamiento de hidrocarburos fuera de la línea de costa, a través de la aplicación de estrategias de compensación o mitigación de los impactos sobre la biodiversidad marina. Una petrolera podrá acceder a su licencia ambiental siempre y cuando invierta o sea un actor activo dentro de un proceso de construcción de un encadenamiento productivo marino sostenible a través de la instalación de guarderías de

coral cuyos fragmentos sean usados para repoblar arrecifes degradados o impactados por la actividad de la petrolera, o al menos en sus zonas de impacto como parte de sus programas de responsabilidad social y ambiental, agregando actividades y actores para construir una cadena comercial alrededor del turismo sostenible, principalmente el ofrecimiento de actividades como buceo, careteo, pesca sostenible, gastronomía, alojamiento y todo lo concerniente a la actividad en cuestión. Siendo la empresa petrolera la gran contribuyente en los procesos de asociatividad de las comunidades locales para que sean ellos quienes se beneficien económicamente de esta actividad turística sin deteriorar el ambiente donde se desarrolla, la empresa cumpla sus obligaciones de ley y los arrecifes de coral tengan una oportunidad de ser protegidos para seguirlos aprovechando en el futuro.

La implementación de un Encadenamiento Productivo Marino Sostenible (EPMS) debe contemplar criterios que seguir y herramientas que usar, con el objetivo de alcanzar impactos ambientales, sociales y económicos positivos en espacios de tiempo prolongados, es decir que sea un espacio más para la sostenibilidad de los espacios marinos y costeros.

En Colombia existen precedentes que deben estar incorporados en este modelo de encadenamiento.

Principios

- Conservación de la diversidad biológica
- Uso sostenible de la diversidad biológica
- Distribución justa y equitativa de beneficios derivados del uso de la diversidad biológica
- Sostenibilidad socioeconómica
- Cumplimiento de la legislación nacional e internacional
- Respeto de los derechos de los actores involucrados en los EPMS

- Claridad sobre la tenencia de la tierra, el uso y acceso de los recursos naturales y a los conocimientos

Los EPMS pertenecen a varios sectores que en los negocios verdes se entienden como agrosistemas sostenibles, biocomercio, negocios para la restauración, eco-productos industriales y mercado de carbono.

Criterios a cumplir por los EPMS

- Viabilidad económica del negocio
- Impacto ambiental positivo del bien o servicio
- Enfoque de ciclo de vida del bien o servicio
- Vida útil
- No uso de sustancias o materiales peligrosos
- Reciclabilidad de los materiales y/o uso de materiales reciclados y biodegradables
- Uso eficiente y sostenible de recursos para la producción del bien o servicio
- Responsabilidad social al interior de la empresa
- Responsabilidad social y ambiental en la cadena de valor de la empresa
- Responsabilidad social y ambiental al exterior de la empresa
- Comunicación de atributos sociales o ambientales asociados al bien o servicio
- Esquemas, programas o reconocimientos ambientales o sociales implementados o recibidos

Herramientas conceptuales para la implementación de un EPMS

Producción Más Limpia (PML): mecanismo que permite promover y enlazar el mejoramiento ambiental y la transformación productiva a la competitividad empresarial, el objetivo es garantizar la protección ambiental, el crecimiento económico, el bienestar social y la competitividad empresarial.

En pocas palabras un bien o servicio que encuentre su génesis en un EPMS debe enfocar sus procesos productivos hacia la conservación de materias primas y energía, la eliminación de materias primas tóxicas y la reducción en la cantidad e intensidad de la toxicidad de las emisiones y residuos. En los productos se debe reducir el impacto del ciclo de vida del producto, desde la extracción de materia prima hasta su disposición final, en el caso de un servicio debe estar presente la dimensión ambiental en el diseño y prestación del mismo (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

Ecoeficiencia: estrategia que permite generar bienes y servicios de manera competitiva y con alta calidad, a la vez que se disminuyen los impactos negativos sobre el ambiente, así como la utilización de recursos naturales a lo largo del ciclo de vida (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

EcoEtiquetado: método de información a los productores y consumidores sobre el desempeño ambiental de productos y servicios (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

Cadenas de Valor Sostenible: alianzas estratégicas entre actores quienes están involucrados en un proceso productivo basado en el uso y aprovechamiento sostenible de los recursos. Esta cadena debe compartir metas, responsabilidades, riesgos y beneficios (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

Análisis de Ciclo de Vida: estudio del impacto ambiental generado por un producto o servicio, desde la producción hasta la destrucción o aprovechamiento (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

Indicadores de Sostenibilidad: cifras que demuestran la gestión adelantada por los actores que están interactuando en el EPMS, el levantamiento de la información con la que se construyen estos indicadores se obtiene a través de procesos de monitoreo de las variables

económicas, sociales y ambientales preestablecidas en las metas de la cadena de valor del EPMS (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

Huella Ecológica: todo producto o servicio genera un impacto en el capital natural, por lo que es necesario cuantificar en la cantidad de recursos consumidos y desechos generados, así como el área necesaria para soportar la producción de bienes y servicios (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

Incentivos Económicos y Tributarios: desde el Ecoetiquetado, Incentivo Forestal por Conservación y Restauración, pasando por el Mecanismo de Desarrollo Limpio y Pago por Servicios Ambientales encontramos incentivos económicos. De igual forma son viables instrumentos tributarios como las inversiones en control y mejoramiento ambiental o reconversión tecnológica que entregan descuentos o deducciones en impuestos como la Renta, el IVA, o el predial (Decreto 1625, 2016).

Ruta para la Construcción de un EPMS

La construcción debe iniciar por el Modelo del Negocio, cuya directriz principal está marcada por dos corrientes de la Economía del siglo XXI, denominadas Economía Naranja y Economía Azul.

Los EPMS, por su concepción en ecosistemas marinos y costeros, para este caso particular en Arrecifes de Coral y por centrar la atención en una necesidad básica de conservación de estos sistemas naturales fija otra variable, la restauración ecológica.

Pero cómo articular en un modelo de negocio tan variadas particularidades. En primer lugar los esfuerzos deben estar focalizados a la adición de actores que estén relacionados con los arrecifes de coral y los bienes y servicios que estos proveen, es decir que los actores para la construcción de un EPMS van desde los habitantes de las zonas aledañas o que se

encuentren dentro de la zona costera hasta quienes usufructúan por pesca artesanal, industrial, turismo, medicamentos, transporte, maricultura, fijación de carbono, artesanías, entre otros; pero no se puede pasar por alto la autoridad nacional, regional, local y en algunos casos internacional.

En consecuencia, con el MIZC y en especial con COLMIZC, la articulación de actores debe ser horizontal y vertical garantizando la participación en la construcción y puesta en marcha de un EPMS.

En torno a los arrecifes de coral y los procesos de restauración ecológica giran los bienes y servicios que serán transmitidos a través del EPMS, se debe definir cuál será el producto o servicio a comercializar.

Las posibilidades de financiar proceso de restauración ecológica de arrecifes de coral deben ser pensados más allá de la simple acción de introducir o repoblar colonias coralinas en arrecifes naturales o artificiales.

En este caso particular el negocio que se va a estructurar en el EPMS es una organización que promueve la pesca responsable y artesanal, además del turismo especializado en actividades de fotografía y buceo libre y con equipo autónomo de buceo.

El paso a paso para la construcción de este EPMS es el siguiente (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014):

1. Coordinar el proceso de intervención ambiental a través de expertos en Restauración Ecológica en Arrecifes de Coral, específicamente en Arrecifes Artificiales.

2. Socializar el proyecto con las comunidades costeras que dependen económicamente de la pesca y el turismo convencional.
3. Empoderar a las comunidades costeras para que gobiernen el capital natural que de esta intervención se desprende.
4. Establecer una cadena de producción sostenible que acoja buenas prácticas en estas dos categorías de servicios y productos derivados de los bienes y servicios ambientales de los arrecifes artificiales.
5. Establecer estrategias de comunicación y promoción de los productos y servicios como las ecoetiquetas, evidenciando el desempeño social, ambiental y económico del servicio y producto proveniente de estas cadenas de producción sostenible.
6. Los actores que han financiado la intervención y establecimiento de la cadena productiva sostenible en las comunidades costeras podrán tramitar beneficios tributarios, permisos o autorizaciones para el acceso, uso y aprovechamiento de los recursos naturales.

Los productos y servicios que se generan en estas cadenas productivas sostenibles deben estar ensamblados con empresas como restaurantes, operadores turísticos o el cliente final, garantizando que los beneficios que se generen por su presencia en el mercado se reflejan en las comunidades costeras y no en intermediarios.

Conclusiones

La construcción de esta propuesta, marca la integración de varias herramientas e instrumentos, que se articulan buscando un objetivo común, propender por el desarrollo social y económico, así como conservar la biodiversidad de las zonas marinas y costeras del Caribe colombiano.

Las Unidades de Análisis planteadas para el desarrollo de la metodología de Análisis de Contenidos, mostró que los conceptos base que giran en torno a la restauración de arrecifes de coral, están presentes, pero carecen de herramientas claras de implementación, en especial en lo que se refiere a cómo financiar estas iniciativas con miras a la inclusión de diversos actores y la participación activa de las comunidades costeras.

Las metodologías de Restauración Ecológica para Arrecifes de Coral con costos más elevados dificultan la ejecución de proyectos, las dificultades en la financiación y la escala de tiempo prolongada los dejan fuera del alcance de la mayoría de los interesados, sin embargo, buscar transformar estos procesos dentro de las nuevas economías, da una mayor factibilidad a estos procesos.

El análisis muestra que, aunque el concepto de restauración ecológica marina se encuentra incluida en las políticas públicas, no se ve ninguna opción de desarrollo, es decir, ninguno de los documentos analizados muestra una ruta para su implementación.

Los documentos analizados son carentes de estrategias de financiamiento para emprender los programas de restauración marina y en especial, de arrecifes de coral.

Por otro lado se encuentra el concepto y metodología de Manejo Integrado de Zonas Costeras, que en su adaptación en el país encontramos la COLMIZC. En la unión de estas dos corrientes se gesta una solución al deterioro de las zonas marinas y costeras, sin dejar de priorizar y valorar a las comunidades locales y sus necesidades, pero falta desarrollo a las oportunidades relacionadas con la restauración ecológica.

Para construir con argumentos esta propuesta de gestión de las zonas marinas costeras con un espíritu sistémico e integral, se validó la presencia del concepto de restauración ecológica en los documentos de política en un contexto que aportara en la conservación de la biodiversidad y el desarrollo social y económico, sin embargo se tocan temas importantes

de manera superficial, es el caso de la financiación de procesos, actividades, proyectos, obras que tengan como objetivo la conservación de la biodiversidad y el desarrollo social y económico y desarrollen en el marco de metodologías de restauración o de manejo integrado de zonas costeras.

La solución que este trabajo aporta es la incorporación de la variable de mercado a los proyectos COLMIZC y de restauración ecológica. A través de la incorporación de la industria y las comunidades locales en la gestión (manejo y planificación) de las zonas marinas y costeras la sostenibilidad de las iniciativas estará garantizada.

Cómo segundo punto, este trabajo propone mecanismos mediante los cuales la incorporación de la industria y las comunidades locales a las iniciativas de COLMIZC y restauración de ecosistemas coralinos sea una realidad. Es indispensable pensar la solución desde la perspectiva de los actores mencionados y no desde el pedestal del Estado omnipotente y omnipresente (que todo lo puede y que está en todos los lugares), no hace falta argumentar esta afirmación ya que el aparato del Estado no tiene los recursos para financiar estos procesos y tampoco tiene presencia de sus órganos en el territorio marino costero del Caribe.

Por esta razón es fundamental darle facilidad y soluciones a problemas y necesidades a los órganos de control de los proyectos que para esta propuesta son las comunidades locales, buscando su alianza e incorporación dando oportunidad a la solución de sus necesidades a través del empoderamiento en la construcción de la solución y qué mejor forma que posibilitar el desarrollo de negocios verdes y sus derivados en las comunidades. De igual forma a quienes tiene el capital para financiar estos procesos, pero no se puede pretender que sólo por altruismo los privados entreguen recursos, se debe dar solución a sus problemas o necesidades.

Hoy los mercados libres exigen que productos y servicios sean amigables con el ambiente y con quienes producen estos bienes de consumo, por lo que brindar oportunidades a las empresas por ejemplo de compensar los impactos de sus productos a través de la puesta en marcha de procesos de restauración de arrecifes de corales con la ayuda de la instalación de arrecifes artificiales, todo administrado por una empresa local que se beneficia de la inversión del empresario a través del ofrecimiento de paquetes turísticos a turistas-buzos nacionales y extranjeros interesados en conocer un arrecife artificial ubicado en el Caribe colombiano y que es un modelo de negocio participativo que a su vez mitiga la pérdida de biodiversidad que ocasiona la extracción o la utilización de una materia prima o insumo por parte de la empresa que apoya esta iniciativa, así pues esta organización tendrá datos, informes, testimonios, imágenes, indicadores que anunciar a stakeholder que se componen de clientes, proveedores hasta inversionistas.

Con estas alternativas que contemplan desde la diferenciación en el mercado hasta descuentos tributarios o el cumplimiento de mandatos legales, la empresa privada brindará sostenibilidad financiera a la conservación de la biodiversidad y al desarrollo social y económico de las zonas marinas y costeras del Caribe colombiano, con el plus de mantener la guía de las metodologías, instrumentos y herramientas que se exponen en este análisis.

Debe ser una prioridad establecer que la participación del sector privado como un actor que contribuye a la regulación sobre el uso y apropiación de recursos naturales y de los bienes y servicios que estos proveen, no se basa en un mandato por parte de una autoridad ambiental o una regulación, dejando de ser procedente en muchas zonas costeras ya que esta situación en Colombia evidencia el abandono por parte de Estado de los denominados territorios nacionales y del territorio marino del país. Un ejemplo concreto del abandono y de la desconfianza del sector privado y de las comunidades hacia el Estado es la pérdida de

los territorios marinos pertenecientes al Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina en el litigio con Nicaragua (SEMANA, 2012).

Esta propuesta más que basarse en el libre mercado se sustenta en la opción de compra que tiene el consumidor final de productos y servicios para adquirir los que muestren un compromiso ambiental, social y económico, que permita el uso, acceso y permanencia del recurso, o mejor de los bienes y servicios que proveen las zonas marinas costeras específicamente los arrecifes de coral.

Como sustento de esta metodología de gestión se cuentan algunos ejemplos exitosos, por ejemplo MarViva y su programa denominado “El Estándar de Responsabilidad Ambiental para la Comercialización de Pescado de Mar” (MARVIVA, 2018) o por otro lado el caso de Conservación Internacional con el programa ECOGOURMET (ecogourmet, 2018); estas dos iniciativas son parte de la solución que se plantea para que las comunidades costeras sean partícipes de mercados justos, sostenibles y que tiendan la mirada al desarrollo de sus territorios.

Ahora bien, alcanzar estándares como los que plantean estas organizaciones y sus iniciativas, resulta costoso para las empresas que los acogen, garantizar que los productos que son adquiridos sean provenientes de especies marinas fuera de estados de amenaza, edades adultas y no juveniles, que nunca se rompa la cadena de frío, entre otras características constituyen un desafío operativo, de transferencia de capacidades en el territorio y sostener económicamente esta cadena de producción. En este sentido la aceptación de estas medidas por parte de las empresas e instituciones involucradas proviene de la necesidad que existe en la actualidad de entregar al consumidor productos y servicios sostenibles, es decir que sean consumidas sus marcas, gracias al compromiso ambiental y social.

Finalmente para no dejar la responsabilidad de la gestación de todos los procesos que en esta propuesta se articulan al mercado y los patrones de consumo, el sector privado debería acogerse a los cimientos que el Estado colombiano ha construido como la Estrategia de Crecimiento Baja en Carbono o la Política de Crecimiento Verde o los Planes de Biocomercio y Mercados Verdes, estas herramientas permiten adoptar ideales que comparten los objetivos de desarrollo social y ambiental en las zonas costeras del país.

Hoy son evidentes algunos patrones de cambio en los sectores industriales como el caso de los gigantes industriales del petróleo, gas y carbón que están adoptando nuevas líneas de negocio, principalmente Energías Renovables, este cambio motivado por la imagen de estas empresas frente a los consumidores, es decir que el consumidor es hoy el gran responsable de estos cambios ya que una empresa que genere un servicio o un producto que no contemple parámetros como los mencionados será excluida de los espacios de privilegio y tiende a su desaparición ya que son reemplazadas por organizaciones que basan sus modelos de negocio en estas fortalezas.

Recomendaciones

La principal recomendación que esta propuesta hace es incorporar la variable de mercado en la COLMZ y por supuesto en la incorporación de las herramientas que ofrece la restauración ecológica de arrecifes al inventario de negocios verdes que ya cuenta con una oficina en el MADS.

De igual forma la construcción de una base de datos de aliados estratégicos del sector privado, clasificados por el tipo de obligaciones ambientales y sociales que posean así como del interés o procesos adelantados en materia social y ambiental.

Con el propósito de perfilarlos como actores participantes de los procesos de ordenación y gestión del territorio marino y costero a través de mercantilización sostenible de estos territorios.

A su vez es importante ampliar los beneficios a quienes se integren a estas iniciativas, como ya mencionó el tema tributario juega un papel fundamental en incentivar la inversión en estos rubros, reemplazando al Estado como benefactor de las zonas marinas y costeras, claro está bajo los parámetros que las políticas ambientales han entregado al país.

El manejo y gestión de ecosistemas coralinos es muy complejo dada la variabilidad de bienes y servicios que estos proveen, la aparición como fuente de recursos para las comunidades costeras y para el mercado los pone en peligro al igual que los procesos de contaminación, es una necesidad del Estado elevar el estatus de protección y de acción para estas zonas marinas y costeras en el Caribe colombiano.

Bibliografía

Abelson, A. (2006). Artificial reef vs coral trasplantation as restoration tolos for mitigating coral reef deterioration: benefits, concerns, and proposed guidelines. *Bulletin of marine science*, 78(1), 151-159.

Aguilar, M., Ramírez, W., (2015). Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres. Bogotá, Colombia, Instituto de Investigación Alexander Von Humboldt

Aguilera, M., Reina, Y., Orozco, A., Yabrudy, J., y Barcos, R. (2017). *Evolución socioeconómica de la región Caribe colombiana entre 1997 y 2017*. Banco de la República N° 258.

Alayon, L. (2005). Cangrejos negros con y sin fin: *Regulaciones externas y apropiaciones locales en el manejo de un recurso en las islas de Providencia y Santa Catalina*. (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. Colombia.

Alonso D., Sierra-Correa P., Arias-Isaza, F. y M. Fontalvo. (2003). *Conceptos y guía metodológica para el manejo integrado de zonas costeras en Colombia, manual 1: preparación, caracterización y diagnóstico*. Serie de documentos generales INVEMAR N° 12.

Andréu, J. (2000). *Las Técnicas de Análisis de Contenido: Una Revisión Actualizada*. Fundación Centro Estudios Andaluces. Universidad de Granada. España.

Ardila, N., Navas, G., Reyes, J. (2002). *Libro rojo de invertebrados marinos de Colombia*. Invemar.

Bádenas, B., y Aurell, M. (1999). *Arrecife de coral y concentraciones de dióxido de carbono: un ejemplo en la didáctica sobre cambio climático. Enseñanzas de las ciencias de la tierra*. (7.1). 21-28.

Bell, M., Moore, C., Murphey, S. (1989). Utilization of Manufactured reef structures in South Carolina's Marine Artificial reef Program. *Bulletin of marine Science*. *Bulletin of marine science*, 44(2), 818-830.

Branden, K., Pollard, D., Reimers, H. (1994). A Review of recent artificial reef developments in Australia. *Bulletin of marine science*, 5(2-3), 982-994.

CECODES. (2017). *Crepes & Waffles: cultura sostenible*. Recuperado de: <https://www.cecodes.org.co/site/crepes-waffles-cultura-sostenible/>

CONSERVACIÓN INTERNACIONAL. (2018). *ECOGOURMET*. Recuperado de: ecogourmet.org

Copete, N. (2012). *Evaluación Formativa de la Gestión Ambiental del Programa Finca Florverde en Relación con el Manejo del Agua en la Sabana de Bogotá (Tesis de Maestría)*. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. Colombia.

Decreto Único Reglamentario N° 1625, 2016, 11, Octubre

Departamento Nacional de Planeación. (2002). *Documento Conpes 3164, sobre la Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia (PNAOCI) - Plan de acción 2002 – 2004.*

Díaz, J. (2014). *Atributos comunitarios en la regulación de recursos de uso común: una aproximación micro política a cuatro casos rurales en Colombia.* Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. Colombia.

Díaz, J., Barrios L., Cendales, J., Garzón, J., Geister, J., López, M., Ospina, G., Parra, F., Pinzón, J., Vargas, B., Zapata, F. y Zea, S. (2000). *Áreas coralinas de Colombia.* Serie de publicaciones especiales de INVEMAR, 8, 175.

Durston, J., y Miranda, F. (2002). *Experiencias y metodología de la investigación participativa.* Chile, Santiago de Chile: Naciones Unidas.

El tiempo. (2017). El día de las bolsas de tela y otras prácticas de consumo responsable. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/practicas-de-consumo-responsable-68694>

Edwards, A., Gómez, E. (2007). Reef Restoration Concepts & Guidelines: making sensible management choices in the face of uncertainty. Coral Reef. St Lucia, Australia: The Coral Reef Targeted Research & Capacity Building for Management program.

El Espectador. (2018). Colombia en la OCDE: ¿qué implica esto?. Recuperado de: <https://www.elespectador.com/economia/colombia-en-la-ocde-que-implica-esto-articulo-791598>

Escobar, G., Forero, T., & Vargas, P. (2017). *La institucionalidad de la economía naranja en Colombia: un estudio de neo-institucionalidad para el periodo 2010-2014.* (Tesis de pregrado). Universidad de La Salle. Bogotá , Colombia.

Excelsior. (2018). Petrolera colombiana construye 50 arrecifes artificiales. México. Recuperado de: <https://www.excelsior.com.mx/global/2018/01/27/1216418#view-3>

Frank-Ante, R., Zarza, E., Cano, M., Wong, J., y Hernández, E. (2014). Aportes a la consolidación de un proceso regional para la conservación de arrecifes coralinos: ensayos para la estandarización de metodologías para el repoblamiento de especies amenazadas del género *Acropora* en tres Parques Nacionales Naturales del Caribe colombiano. (15), 114-131.

García, M., y Nava, G. (2006). *Técnicas de Restauración y Monitoreo de Arrecifes Coralinos*. México, Veracruz. Oceanus, A.C.

(García, y Nava 2006).

Giraldo, K. (2015). Inauguran Parque Temático de Buceo “Ciénaga de los Vásquez”. *El Universal*. Recuperado de <http://www.eluniversal.com.co/cartagena/inauguran-parque-tematico-de-buceo-cienaga-de-los-vasquez-211103>)

Guzmán, W., Posada, B., Guzmán, G., y Morales, D. (2008). *Programa nacional de investigación para la prevención, mitigación y control de la erosión costera en Colombia*. PNIEC. Plan de acción 2009-2019. INVEMAR.

IDEAM-INVEMAR. (2011). Plan nacional de adaptación al cambio climático – INAP. INVEMAR.

INVEMAR. (2010). *Plan de Investigación de Arrecifes Coralinos en el contexto de Cambio Climático Global PARRCO CRSBeLF 2011 – 2019*.

INVEMAR – CVS. (2012). *Lineamiento de manejo integrado de la unidad ambiental costera estuarina río Sinú – golfo de Morrosquillo*. Serie de documentos generales INVEMAR N° 53.

INVEMAR. (2017). *Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia, 2016*. Serie de publicaciones periódicas N° 3.

Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt. (2014). *¿Restauración Ecológica?*. Colombia. Recuperado de:
<http://www.humboldt.org.co/es/actualidad/item/635-restauracion-eco>

Iguarán, A.,(2018). *El Heraldo*. Barranquilla, Colombia. elheraldo.co. Recuperado de <https://www.elheraldo.co/cierre-del-parque-tayrona>

Ivanova, A., Cariño, M., Monteforte-Sánchez, M., Ramírez E., & Domínguez, W. (2017). *La economía azul como modelo de sustentabilidad para estados costeros: el caso de Baja California Sur*. *Sociedad y Ambiente*. (14), 75-98

Ley de Costas, Ley 08, 2014, 20, Julio

López, F. (2002). El Análisis de Contenido como Método de Investigación. *XXI Revista de Educación*, 4, 167-179.

López, A., Peláez, J., Prieto, L., Sierra-Correa, P., Mona, Y., Prada, N., y Caicedo, P. (2009). *Avances en el manejo Integrado de Zonas Costeras en el departamento del Cauca (Pacífico Colombiano)*. Colombia, Bogotá: Serie de documentos generales. INVEMAR No.33.

López, A. (INVEMAR). (2015). Curso de Manejo Integrado de Zonas Costeras y Planificación Espacial Marina [YouTube]. De <https://www.youtube.com/watch?v=DFwLBdXJRyg&t=1s>

MarViva. (2016). Mercados responsables. Colombia. Recuperado de: <http://www.marviva.net/es/mercados-responsables>

MarViva. (2018). El Estándar de Responsabilidad Ambiental para la Comercialización de Pescado de Mar. Recuperado de: <http://estandar.marviva.net/>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2000). *La Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia.*

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). Plan Nacional de Negocios Verdes

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). *Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos*

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). *Plan Nacional de Restauración: restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas.*

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). *Política Nacional del océano y de los espacios costeros.*

Miranda, B., (2018). Qué hay detrás del espectacular boom del turismo que vive Colombia. *BBC Mundo*. Recuperado de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-42982719>

Monitoreos Ambientales MoAm. (2008). Arrecifes Artificiales Morrosquillo. Colombia. Recuperado de: <http://moam.com.co/es/portafolio/evaluacion-arrecifes-artificiales-golfo-morrosquillo/>

Niño, L., y Prada, M. (2013). Compilación experiencias sobre la administración sostenible de los archipiélagos Islas del Rosario y San Bernardo. Cartagena, Colombia. Instituto Colombiano de Desarrollo Rural INCODER

Pizarro, V., Carrillo, V., García, A. (2014). Revisión y Estado del Arte de la Restauración Ecológica de Arrecifes Coralinos. (15), 132-149.

Por la cual se adopta la Guía Técnica para la Ordenación y Manejo Integrado de la Zona Costera, Resolución 0768, 2017, 17, Abril.

Posada, B., y Henao W. (2008). *Diagnóstico de la erosión costera del Caribe colombiano*. INVEMAR. Serie de publicaciones especiales N° 13.

Prato, J., Reyna, J. (2015). *Aproximación a la valoración económica de la zona marina y costera del Caribe colombiano*. Colombia, Bogotá: Secretaria Ejecutiva de la Comisión Colombiana del Océano.

Rojas, X., Sierra-Correa, P., Lozano-Rivera, P., López-Rodríguez, A. (2010). *Guía metodológica para el manejo integrado de zonas costeras en Colombia, manual 2: planificación de la zona costera*. Serie de documentos generales INVEMAR N° 44.

SEMANA. (2012). Colombia pierde una rica porción en mar territorial. Recuperado de: <https://www.semana.com/nacion/articulo/colombia-pierde-rica-porcion-mar-territorial/268083-3>

Steer, R., Arias-Isaza, F., Ramos, A., Sierra-Correa, P., Alonso, D., Ocampo. (1997). *Documento base para la elaboración de la “Política Nacional de Ordenamiento Integrado de Zonas Costeras Colombianas”*. Documento de consultoría para el Ministerio de Medio Ambiente. Serie de publicaciones N° 6.

Universidad Autónoma de Occidente. (2014). Arrecifes artificiales aumentan la vida marina en el Caribe colombiano. Colombia. Recuperado de:
<http://www.uao.edu.co/noticias/arrecifes-artificiales-aumentan-vida-maritima-en-caribe-colombiano>

Vargas, O., Díaz, J., Reyes, S., y Gómez, P. (2012). *Guías técnicas para la restauración ecológica de los ecosistemas de Colombia*. Colombia, Bogotá. GREUNAL.

ANEXOS

ANEXO 1. Documentos seleccionados para analizar.

Documento	Tipo de Documento					
	Política Pública	Decreto	Convenio	Resolución	Manual	Investigación
Plan Nacional de Restauración. Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas	X					
Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia - PNAOCI	X					
Política Nacional del Océano y de los Espacios Costeros - PNOEC	X					
Resolución 0768 de 2017, Por la cual se adopta la “Guía Técnica para la Ordenación y Manejo Integrado de la Zona Costera”				X		
RESOLUCIÓN MADS No. 478 DE 2016. Componente 2. Diseñar, coordinar y fortalecer programas de conservación y restauración de ecosistemas marinos, costeros e insulares Actividad 3. Lineamientos generales para la restauración de las lagunas costeras de Colombia				X		
Decreto 415 de 2017. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Plan de Ordenación y Manejo Integrado de la Unidad Ambiental Costera - POMIUAC Caribe Insular, en el Departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina		X				
Conceptos y Guía Metodológica para el Manejo Integrado de Zonas Costeras en Colombia. Manual 1:					X	

Preparación, caracterización y diagnóstico						
Conceptos y Guía Metodológica para el Manejo Integrado de Zonas Costeras en Colombia. Manual 2: Planificación de la zona costera					X	
Conceptos y Guía Metodológica para el Manejo Integrado de Zonas Costeras en Colombia. Manual 3: Gobernanza					X	

Documento	Tipo de Documento					
	Política Pública	Decreto	Acuerdo	Resolución	Manual	Investigación
Guía Técnica para la Restauración Ecológica de los Ecosistemas de Colombia					X	
CONPES 3164: política nacional ambiental para el desarrollo sostenible de los espacios oceánicos y las zonas costeras e insulares de Colombia plan de acción 2002 - 2004	X					
CONPES 3886: lineamientos de política y programa nacional de pago por servicios ambientales para la construcción de paz	X					
Guía Técnica Para La Ordenación Y Manejo Integrado De La Zona Costera. Versión 1.1. Noviembre De 2016					X	

Lineamientos De Manejo Integrado De La Uac Estuarina Río Sinú - Golfo De Morrosquillo, Sector Córdoba					X	
Manual De Compensaciones Del Componente Biótico					X	
Plan De Manejo Del Área Marina Protegida De Los Archipiélagos De Rosario Y San Bernardo Amp-arsb 2013-2023					X	
Plan de Manejo Integrado de la Zona Costera para el Complejo de las Bocanas de Guapi e Iscuandé PACÍFICO COLOMBIANO Fase II					X	
Política Nacional Para La Gestión Integral De La Biodiversidad Y Sus Servicios Ecosistémicos (Pngibse)	X					
RESOLUCIÓN 0679 DEL 31 DE MAYO DE 2005. Por medio de la cual se declara el Área Marina Protegida de los Archipiélagos del Rosario y de San Bernardo, se adopta su zonificación interna y se dictan otras disposiciones.				X		
RESTAURACIÓN ARRECIFAL CONCEPTOS Y RECOMENDACIONES: Tomando decisiones de gestión sensatas ante la incertidumbre					X	
Técnicas De Restauración Y Monitoreo En Arrecifes Coralinos					X	
Primer Simposio Internacional Sobre La Administración Sostenible					X	

De Los Archipiélagos De Islas Del Rosario Y San Bernardo						
Protocolo Para La Propagación Y La Restauración De Poblaciones Del Coral Cuerno De Ciervo, Acropora Cervicornis: Estrategias De Bajo Costo De La Sociedad Ambiente Marino					X	
PROYECTO PILOTO NACIONAL DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL – INAP - Plan de Investigación de los Arrecifes Coralinos del AMP Corales del Rosario, San Bernardo e Isla Fuerte en el Contexto de Cambio Climático Global. PARRCO - CRSBeIF 2011-2019					X	
RESOLUCIÓN 0679 DEL 31 DE MAYO DE 2005. Por medio de la cual se declara el Área Marina Protegida de los Archipiélagos del Rosario y de San Bernardo, se adopta su zonificación interna y se dictan otras disposiciones.				X		

ANEXO 2. Presencia y frecuencia de las Unidades de Análisis en los documentos seleccionados.

Documento	CONPES 3164: POLÍTICA NACIONAL AMBIENTAL PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE LOS ESPACIOS OCEÁNICOS Y LAS ZONAS COSTERAS E INSULARES DE COLOMBIA PLAN DE	DOCUMENTO CONPES 3886: LINEAMIENTOS DE POLÍTICA Y PROGRAMA NACIONAL DE PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAZ	Decreto 415 de 2017. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Plan de Ordenación y Manejo Integrado de la Unidad Ambiental Costera - POMIUC, Caribe Insular, en el Departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.	GUÍA TÉCNICA PARA LA ORDENACIÓN Y MANEJO INTEGRADO DE LA ZONA COSTERA. Versión 1.1. NOVIEMBRE DE 2016
------------------	--	--	---	--

	ACCIÓN 2002 - 2004			
Unidad de Análisis	Manejo Integrado de Zonas Costeras	Manejo Integrado de Zonas Costeras	Manejo Integrado de Zonas Costeras	Manejo Integrado de Zonas Costeras
Frecuencia	21	3	6	1
Unidad de Análisis	Restauración Ecológica	Restauración Ecológica	Restauración Ecológica	Restauración Ecológica
Frecuencia	7	15	1	8
Unidad de Análisis	Conservación Biodiversidad	Conservación Biodiversidad	Conservación Biodiversidad	Conservación Biodiversidad
Frecuencia	13	11	8	10
Unidad de Análisis	Desarrollo Socio-Económico	Desarrollo Socio-Económico	Desarrollo Socio-Económico	Desarrollo Socio-Económico
Frecuencia	8	4	23	1
Unidad de Análisis	Arrecifes de Coral	Arrecifes de Coral	Arrecifes de Coral	Arrecifes de Coral
Frecuencia	1	0	0	1

Documento	GUÍAS TÉCNICAS PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE LOS ECOSISTEMAS DE COLOMBIA	LINEAMIENTOS DE MANEJO INTEGRADO DE LA UAC ESTUARINA RÍO SINÚ - GOLFO DE MORROSQUILLO, SECTOR CÓRDOBA	CONCEPTOS Y GUÍA METODOLÓGICA PARA EL MANEJO INTEGRADO DE ZONAS COSTERAS EN COLOMBIA. Manual 1: Preparación, caracterización y diagnóstico	CONCEPTOS Y GUÍA METODOLÓGICA PARA EL MANEJO INTEGRADO DE ZONAS COSTERAS EN COLOMBIA. Manual 3: Gobernanza
Unidad de Análisis	Manejo Integrado de Zonas Costeras	Manejo Integrado de Zonas Costeras	Manejo Integrado de Zonas Costeras	Manejo Integrado de Zonas Costeras
Frecuencia	0	26	26	8
Unidad de Análisis	Restauración Ecológica	Restauración Ecológica	Restauración Ecológica	Restauración Ecológica
Frecuencia	54	7	2	8
Unidad de Análisis	Conservación Biodiversidad	Conservación Biodiversidad	Conservación Biodiversidad	Conservación Biodiversidad
Frecuencia	4	29	21	37
Unidad de Análisis	Desarrollo Socio-Económico	Desarrollo Socio-Económico	Desarrollo Socio-Económico	Desarrollo Socio-Económico
Frecuencia	5	13	7	10
Unidad de Análisis	Arrecifes de Coral	Arrecifes de Coral	Arrecifes de Coral	Arrecifes de Coral
Frecuencia	7	19	7	5

Documento	MANUAL DE COMPENSACIONES DEL COMPONENTE BIÓTICO	CONCEPTOS Y GUÍA METODOLÓGICA PARA EL MANEJO INTEGRADO DE	PLAN DE MANEJO DEL ÁREA MARINA PROTEGIDA DE LOS ARCHIPIÉLAGOS	Plan de Manejo Integrado de la Zona Costera para el Complejo de las Bocanas de Guapi e Iscuandé
------------------	--	--	--	--

		ZONAS COSTERAS EN COLOMBIA. Manual 2: Planificación de la zona costera	DE ROSARIO Y SAN BERNARDO AMP-ARSB 2013-2023	PACÍFICO COLOMBIANO Fase II
Unidad de Análisis	Manejo Integrado de Zonas Costeras	Manejo Integrado de Zonas Costeras	Manejo Integrado de Zonas Costeras	Manejo Integrado de Zonas Costeras
Frecuencia	0	7	1	78
Unidad de Análisis	Restauración Ecológica	Restauración Ecológica	Restauración Ecológica	Restauración Ecológica
Frecuencia	7	8	2	2
Unidad de Análisis	Conservación Biodiversidad	Conservación Biodiversidad	Conservación Biodiversidad	Conservación Biodiversidad
Frecuencia	8	22	6	14
Unidad de Análisis	Desarrollo Socio-Económico	Desarrollo Socio-Económico	Desarrollo Socio-Económico	Desarrollo Socio-Económico
Frecuencia	0	7	4	23
Unidad de Análisis	Arrecifes de Coral	Arrecifes de Coral	Arrecifes de Coral	Arrecifes de Coral
Frecuencia	1	0	7	7

Documento	PLAN NACIONAL DE RESTAURACIÓN	PNAOCI	Política Nacional del Océano y de los Espacios Costeros PNOEC	POLÍTICA NACIONAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LA BIODIVERSIDAD Y SUS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS (PNGIBSE)
Unidad de Análisis	Manejo Integrado de Zonas Costeras	Manejo Integrado de Zonas Costeras	Manejo Integrado de Zonas Costeras	Manejo Integrado de Zonas Costeras
Frecuencia	2	59	9	16
Unidad de Análisis	Restauración Ecológica	Restauración Ecológica	Restauración Ecológica	Restauración Ecológica
Frecuencia	48	22	3	9
Unidad de Análisis	Conservación Biodiversidad	Conservación Biodiversidad	Conservación Biodiversidad	Conservación Biodiversidad
Frecuencia	18	61	30	47
Unidad de Análisis	Desarrollo Socio-Económico	Desarrollo Socio-Económico	Desarrollo Socio-Económico	Desarrollo Socio-Económico
Frecuencia	5	26	22	68
Unidad de Análisis	Arrecifes de Coral	Arrecifes de Coral	Arrecifes de Coral	Arrecifes de Coral
Frecuencia	1	8	11	12

Documento	PRIMER SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE LA ADMINISTRACIÓN SOSTENIBLE DE LOS	PROTOCOLO PARA LA PROPAGACIÓN Y LA RESTAURACIÓN DE POBLACIONES DEL CORAL	PROYECTO PILOTO NACIONAL DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL – INAP -	RESOLUCIÓN 0679 DEL 31 DE MAYO DE 2005. Por medio de la cual se declara el Área Marina Protegida de los Archipiélagos del

	ARCHIPIÉLAGOS DE ISLAS DEL ROSARIO Y SAN BERNARDO	CUERNO DE CIERVO, ACROPORA CERVICORNIS: ESTRATEGIAS DE BAJO COSTO DE LA SOCIEDAD AMBIENTE MARINO	Plan de Investigación de los Arrecifes Coralinos del AMP Corales del Rosario, San Bernardo e Isla Fuerte en el Contexto de Cambio Climático Global. PARRCO - CRSBeIF 2011-2019	Rosario y de San Bernardo, se adopta su zonificación interna y se dictan otras disposiciones.
Unidad de Análisis	Manejo Integrado de Zonas Costeras	Manejo Integrado de Zonas Costeras	Manejo Integrado de Zonas Costeras	Manejo Integrado de Zonas Costeras
Frecuencia	13	0	0	2
Unidad de Análisis	Restauración Ecológica	Restauración Ecológica	Restauración Ecológica	Restauración Ecológica
Frecuencia	27	12	1	1
Unidad de Análisis	Conservación Biodiversidad	Conservación Biodiversidad	Conservación Biodiversidad	Conservación Biodiversidad
Frecuencia	6	11	9	21
Unidad de Análisis	Desarrollo Socio-Económico	Desarrollo Socio-Económico	Desarrollo Socio-Económico	Desarrollo Socio-Económico
Frecuencia	7	0	1	0
Unidad de Análisis	Arrecifes de Coral	Arrecifes de Coral	Arrecifes de Coral	Arrecifes de Coral
Frecuencia	106	23	50	4

Documento	Resolución 0768 de 2017 Por la cual se adopta la “Guía Técnica para la Ordenación y Manejo Integrado de la Zona Costera”	RESOLUCIÓN MADS No. 478 DE 2016. Componente 2. Diseñar, coordinar y fortalecer programas de conservación y restauración de ecosistemas marinos, costeros e insulares Actividad 3. Lineamientos generales para la restauración de las lagunas costeras de Colombia	RESTAURACIÓN ARRECIFAL CONCEPTOS Y RECOMENDACIONES: Tomando decisiones de gestión sensatas ante la incertidumbre	TÉCNICAS DE RESTAURACIÓN Y MONITOREO EN ARRECIFES CORALINOS
Unidad de Análisis	Manejo Integrado de Zonas Costeras	Manejo Integrado de Zonas Costeras	Manejo Integrado de Zonas Costeras	Manejo Integrado de Zonas Costeras
Frecuencia	5	0	2	0
Unidad de Análisis	Restauración Ecológica	Restauración Ecológica	Restauración Ecológica	Restauración Ecológica
Frecuencia	1	32	9	24
Unidad de Análisis	Conservación Biodiversidad	Conservación Biodiversidad	Conservación Biodiversidad	Conservación Biodiversidad
Frecuencia	1	1	2	6
Unidad de Análisis	Desarrollo Socio-Económico	Desarrollo Socio-Económico	Desarrollo Socio-Económico	Desarrollo Socio-Económico

Frecuencia	0	0	0	1
Unidad de Análisis	Arrecifes de Coral	Arrecifes de Coral	Arrecifes de Coral	Arrecifes de Coral
Frecuencia	0	2	43	16