

Análisis comparativo de la vulnerabilidad climática en áreas protegidas marinas en
Alemania y Colombia en función del riesgo

Felipe Sánchez Sosa

Monografía

Solución a un Problema de Ingeniería

Director de tesis

Juan José Vargas Osorio

Ingeniero ambiental

Codirector de tesis

Claudia Lilian Londoño Castañeda

Socióloga

Universidad Santo Tomás de Aquino

Facultad de Ingeniería Ambiental

Bogotá D.C.

2016

Tabla de contenido

Tabla de contenido	2
Lista de tablas.....	4
Lista de imágenes.....	5
1. RESUMEN	6
2. ABSTRACT	6
3. INTRODUCCIÓN	8
4. OBJETIVOS	9
5. MARCO TEÓRICO.....	10
5.1 ÁREAS ROTEGIDAS Y ECOSISTÉMAS ESTRATÉGICOS	10
5.1.1 Clasificación Internacional de Áreas Protegidas	10
5.1.2 Clasificación Nacional de Áreas Protegidas.....	12
5.1.3 Áreas Protegidas Marinas	13
5.2 ECOSISTEMAS MARINOS ESTUDIADOS	14
5.3 VULNERABILIDAD CLIMÁTICA EN ÁREAS PROTEGIDAS	17
5.3.1 Afectación a Corales	18
5.3.2 Afectación a Praderas Marinas	19
5.3.3 Afectación a Manglares.....	19
5.3.4 Afectación a Marismas	19
5.4 GESTIÓN DEL RIESGO EN ÁREAS PROTEGIDAS	20
6. METODOLOGÍA.....	22
7. DESARROLLO CENTRAL	23
7.1 DESCRIPCIÓN DE LAS RESERVAS	23
7.1.1 Seaflower	23
7.1.2 Wattenmeer.....	24
7.2 VULNERABILIDAD CLIMÁTICA.....	26
7.2.1 Vulnerabilidad climática en Seaflower.....	26
7.2.2 Vulnerabilidad climática en Wattenmeer	27
7.3 GESTIÓN DE RIESGO EN SEAFLOWER Y WATTENMEER.....	29
7.3.1 Variables para Seaflower	30
7.3.2 Variables para Wattenmeer.....	41
7.3.3 Comparación de Variables	49
7.3.4 Escenario a futuro en Seaflower	56

7.3.5	Escenario a futuro en Wattenmeer	57
7.3.6	Análisis de gestión de riesgo climático	58
8.	CONCLUSIONES.....	66
9.	RECOMENDACIONES	69
10.	BIBLIOGRAFÍA	70

Lista de tablas

Tabla 1. Variables de manejo para Seaflower	30
Tabla 2. Variables de manejo para Wattenmeer	41
Tabla 3. Comparación por estudio o no de Variables entre Seaflower y Wattenmeer.....	49
Tabla 4. Comparación descriptiva de variables entre Wattenmeer y Seaflower	50

Lista de imágenes

Imagen 1. Abanico de Coral en Seaflower. Foto: Julián Prato Valderrama. Fuente: Aportes al conocimiento de la Reserva de la Biósfera Seaflower.	14
Imagen 2. Manglar en Seaflower. Foto: Opal Bent, Coralina. Fuente: Atlas de la reserva de la Biósfera Seaflower.	15
Imagen 3. Marismas y dunas de arena. Foto: J. Hofstede / MELUR. Fuente: Strategie für das Wattenmeer 2100.	16
Imagen 5. Arrecife de coral en Seaflower. Foto: Andrés Talero. Fuente: Aportes al conocimiento de la reserva de la Biósfera Seaflower.	18
Imagen 4. Área y ubicación de la reserva de la Biósfera Seaflower. Fuente: Atlas de la Reserva de la Biósfera Seaflower.	23
Imagen 7. Ubicación de Alemania y Wattenmeer. Fuente: geoportal.de.	24
Imagen 8. Ubicación y topografía de la reserva Schleswig-holsteinisches Wattenmeer. Fuente: Strategie für das Wattenmeer 2100.	24
Imagen 6. Erosión costera en San Andrés. Foto: Elizabeth Taylor, CORALINA. Fuente: Atlas de la reserva de la Biósfera Seaflower.	26
Imagen 9. Playas de arena de Sylt. Foto: Felipe Sánchez Sosa.	28

1. RESUMEN

Motivado por la diferencia entre la gestión de riesgo en áreas protegidas a nivel mundial, tras el cumplimiento de un periodo de pasantías en el parque nacional Jasmund en Alemania, el presente trabajo analiza dos de las áreas marinas catalogadas como reserva de la biósfera por la UNESCO, centrándose en su estado y en los efectos que las variaciones en la atmósfera tendrían sobre estas.

Las reservas de la biósfera escogidas para el análisis comparativo fueron Wattenmeer (en concreto Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer) en Alemania, y Seaflower en Colombia. El propósito era partir de un estudio de la creación de las áreas protegidas en el mundo y en los dos países, uno en desarrollo y otro desarrollado, para poder evidenciar variables con las cuales, en relación con el cambio climático, se estudia la vulnerabilidad de los ecosistemas y se gestiona el riesgo, se busca comparar las variables y proponer mecanismos de mejora para dicha gestión.

Se encontró que Seaflower cuenta con una gran cantidad de problemas en lo que a la unión hombre-naturaleza respecta, un factor trascendental no sólo para cumplir sus características como reserva de la biósfera, sino para permitir a los ecosistemas resistir y adaptarse a los cambios. Otro factor de interés es la necesidad de innovar en proyectos de adaptación ya que los cambios venideros no se han presentado en la historia humana de la forma en que lo hacen hoy en día, por lo que nuevas formas de acción y adaptación son imperantes.

Palabras clave

Cambio climático, Reserva de la Biósfera, gestión del riesgo, adaptación, mitigación.

2. ABSTRACT

Motivated for the difference between the protected areas management in a global view, after completing the intership period in Jasmund national park in Germany, this investigation compare the climate change risk management in two marine areas catalogued by the UNESCO as biosphere reserves, focussing on the condition and the effects that the variations in the atmosphere have.

The biosphere reserves chosen for this analysis were Wattenmeer (Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer) in Germany and Seaflower in Colombia. The purpose was to start studying the creation of protected areas in the world and in this two countries, one developed and the other in develop, and thus to find some variables, which in relation with the climate chang, will be studied the vulnerability of the ecosystems and manage the risk, looking for a comparion of this variables and to propose mechanisms of improve.

It was found, that Seaflower have some problems with the relation between human and nature, a trascendental factor not just for achieving the goal as a reserve of the biosphere, but also for helping ecosystems to to resist and to adapt to changes. Another factor is the need to innovate in adaptation projects, since the coming

changes have not happened before the way they do now in the whole human history, so new actions and adaptations are a must.

Key words:

Climate change, biosphere reserve, risk management, adaptation, mitigation.

3. INTRODUCCIÓN

Dejando inicialmente de lado las causas, el cambio climático o la variabilidad climática (según el autor que se desee seguir) es un evento innegable del presente siglo. Ante las serias consecuencias que este trae consigo, en los últimos instantes de acción posibles el ser humano ha emprendido una serie de procesos para contrarrestar dichos cambios con medidas de mitigación y adaptación según corresponda. De especial cuidado por su significado para el planeta, en términos de balance ecosistémico y valor para la especie humana, se encuentran ciertos ecosistemas ubicados en todo el globo, especialmente aquellos cuyas características les hacen más vulnerables ante el cambio climático, algunos de ellos, como los ecosistemas marinos y costeros, son receptores también de la mayor parte de la energía recibida y conservada en la atmósfera.

Estos ecosistemas estratégicos han sufrido las consecuencias de cambios acelerados en el ambiente y tales efectos se evidencian en la disminución de la productividad de los mismos, y más allá, en un sinnúmero de afectaciones sociales y ambientales.

Se encontró una gran diferencia en cuanto al manejo del impacto que trae la presencia del ser humano en las áreas estudiadas, con claros avances en países desarrollados respecto a los países en desarrollo, estando por ejemplo Seaflower (en Colombia) altamente impactado por la gran densidad de la población que allí se encuentra, mientras que Wattenmeer (en Alemania), pese a tener un gran número de visitantes al año, sigue manteniendo el carácter de una de las regiones silvestres más conservadas de Europa.

Añadido a esto está la necesidad de generar proyectos que acudan a las necesidades sociales y ambientales según el contexto donde se sitúen, y que controlen los impactos de eventos sin precedentes en la historia humana asociados a la variabilidad climática del presente, así como la integración de la sociedad en las dinámicas ambientales para que el desarrollo de uno no cohíba sino que contribuya al del otro.

4. OBJETIVOS

Objetivo General

Realizar un análisis comparativo de las estrategias de adaptación al cambio climático en áreas marinas protegidas de Alemania y Colombia.

Objetivos específicos

- Revisar el proceso de creación de las áreas protegidas en el mundo, Colombia y Alemania.
- Identificar las variables usadas para el análisis de la gestión del riesgo áreas protegidas marinas y costeras.
- Realizar una propuesta de gestión de riesgo aplicada a un caso.

5. MARCO TEÓRICO

5.1 ÁREAS PROTEGIDAS Y ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS

Los ecosistemas estratégicos son aquellos que dadas sus características son capaces de garantizar la oferta de bienes y servicios, en su mayoría fundamentales o esenciales para el desarrollo humano, y además logran mantener el balance ecosistémico en más de una forma [1], algunas de las funciones que pueden cumplir son actuar como fuentes de agua potable o purificar aguas contaminadas, ser sumideros de carbono, contribuir a la regulación climática, entre muchas otras.

Una de las estrategias más importantes que ha tenido el ser humano desde hace ya no solo generaciones sino hasta civilizaciones enteras, para salvaguardar el ambiente que le rodea, ha sido nombrándole o dándole una categoría cuyos atributos le hacen digno de cuidado, sea cual sea el motivo, así es que nacen las áreas protegidas.

El concepto de áreas protegidas puede remontarse a las comunidades tradicionales que conservan lugares especiales por el significado sagrado que les atribuían, o bien hace mil años en Europa, cuando determinadas zonas eran reservas donde la fauna y la flora se cuidaban y guardaba para la caza real. Más adelante, y conmovidos por las vastas tierras sin explotar o explorar halladas en lo que hoy es estados Unidos, los colonizadores Europeos que llegaron a Norteamérica desarrollaron más este concepto, y en 1872, Yellowstone fue nombrado el primer parque nacional [2].

Siendo el siglo pasado un periodo de tiempo en el que el humano cae en cuenta de que los recursos naturales y la biodiversidad están disminuyendo de manera alarmante, entran a jugar las diferentes áreas protegidas un papel importante en el desarrollo social, pues se comprenden también los diferentes servicios que dichos espacios prestan para la supervivencia del ser humano [2], por ello empiezan a identificarse en todo el mundo sitios de diferentes tamaños y características que prestan bienes y servicios variados a toda la especie humana.

Una vez establecida una zona como área protegida, el siguiente paso es identificar una categoría adecuada, según las autoridades encargadas, sean estas regionales, nacionales o internacionales.

5.1.1 Clasificación Internacional de Áreas Protegidas

La IUCN (International Union for Conservation of Nature), proporciona una clasificación según los objetivos de manejo de las áreas, y es reconocida internacionalmente como un estándar para el reconocimiento y registro de áreas protegidas.

Entre las clasificaciones se encuentran: Reserva Nacional Estricta de Área Silvestre, para la protección de la biodiversidad y características geológicas, en las que las actividades humanas están estrictamente controladas; Parque Nacional, para la protección de los procesos ambientales a gran escala, junto con las especies y los ecosistemas involucrados, en función de fusionar los factores naturales, espirituales,

científico, educacional y recreacional; Monumento natural, Destinadas a la conservación de un monumento natural específico; Área de manejo de hábitat o especies, para la protección de hábitats o especies específicas, con (en muchos casos, mas no de forma necesaria) intervenciones continuas; Paisaje terrestre o marino protegido, que presentan una interacción necesaria entre el ser humano y el resto del ecosistema con características íntimamente vinculantes entre estos; Área protegida con usos sostenible de los recursos naturales, asociada a espacios en los que los ecosistemas y los sistemas de manejo de recursos naturales interactúan de forma sostenible, manteniendo una gran parte del área en situaciones naturales, y una pequeña restante dedicada al uso de bajo impacto y no industrial de recursos naturales [3].

Por otro lado, la UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) reconoce ciertos escenarios como patrimonio de la humanidad, cuando estos cumplen ciertos requisitos únicos en el mundo. No sólo son declaradas las piezas u obras de la humanidad, sino también ecosistemas y creaciones de la naturaleza misma. Así, entre los diferentes criterios para poder seleccionar un espacio natural como patrimonio de la humanidad, se encuentran (entre 10 criterios totales):

Criterio	Descripción
VII	Fenómenos naturales de belleza superlativa e importancia estética.
VIII	Ser ejemplo de la historia de la tierra, incluyendo récords de vida, procesos geológicos en desarrollo, o características fisiográficas o geomórficas.
IX	Ser una muestra remarcable de procesos biológicos en la evolución y desarrollo de ecosistemas terrestres, marinos, costeros entre otros, y comunidades de plantas y animales.
X	Contener hábitats para la conservación in-situ de la biodiversidad, incluyendo especies amenazadas.

[4]

Es bajo el concepto de desarrollo humano sin perjudicar al ambiente, la UNESCO decide además nombrar ciertas áreas de la tierra como Reservas de la Biósfera.

Se conocen con este nombre a las áreas donde la interacción del ser humano con el ecosistema promueve la conciliación de la conservación de la biodiversidad, el uso sostenible de los recursos y el desarrollo científico para entender el manejo y la interacción entre sistemas sociales y ambientales [5]. Cuentan con tres zonas básicas:

-Núcleo (core area), es el espacio que permanece intacto a alteración alguna.

-Zona de Amortiguación, es la zona que rodea el núcleo y donde se llevan a cabo prácticas ecológicas para reforzar la investigación, educación y el monitoreo.

-Área de transición, es la zona donde más actividades son permitidas, promoviendo el desarrollo humano de manera ecológicamente sostenible [5], [6].

La meta de las reservas de la Biosfera establecidas por la UNESCO, es evidenciar las buenas prácticas ambientales que dan ejemplo de una relación apropiada entre el humano y la naturaleza en la que vive [6].

Tiene por otro lado tres funciones interconectadas:

- Conservación: Para proteger diversidad cultural y biológica.
- Desarrollo: Fomentando el desarrollo humano y económico de manera sustentable ambiental y socialmente.
- Soporte logístico: Educación, monitoreo, investigación y formación ambiental.

Los esquemas de zonificación traspasan el tradicional seccionamiento confinado, en donde la zona núcleo (core) es por ejemplo combinada a veces con buenas prácticas ambientales por los locales y empresas innovadoras.

Cuenta además con múltiples Stake-Holders, enfatizando la inclusión de comunidades locales, promover el dialogo la solución de conflictos en el uso de recursos, interacción de la diversidad cultural y biológica, especialmente en el saber tradicional, educación y formación, y demostración de prácticas basadas en el monitoreo y desarrollo sostenible [25].

5.1.2 Clasificación Nacional de Áreas Protegidas

Cada país tiene a su vez un sistema propio de clasificación que puede estar a estándares internacionales.

Colombia cuenta con el SINAP (Sistema Nacional de Áreas Protegidas) para la regulación de áreas protegidas, en donde las categorías son las siguientes: Sistema de Parques Nacionales Naturales, Reservas Forestales Protectoras, Parques Nacionales Regionales, Distritos de Manejo Integrado, Distritos de Conservación de Suelo, Áreas de Recreación y Reservas Naturales de la Sociedad Civil.

Alemania por su lado cuenta con otra clasificación, donde estas áreas son nombradas por la ley nacional de protección de la naturaleza Bundesnaturschutzgesetz, para áreas que varían en tamaño, metas o vías para la protección y usos. La clasificación es: Áreas protegidas (Naturschutzgebiete), Parques nacionales (Nationalparke), Parque Natural (Naturparke - NRP), Monumentos naturales nacionales (Nationale Naturmonumente), Reservas de la Biosfera (Biosphärenreservate), Áreas de protección de paisaje (Landschaftschutzgebiete LSG) y Biotopos especiales protegidos (Besondere Geschützte Biototypen).

5.1.3 Áreas Protegidas Marinas

Muchas nacen por el atractivo que un escenario de gran belleza otorga a las personas, mas sin embargo un área en particular no es catalogada como protegida simplemente por su valor estético, sino por los servicios ecosistémicos asociados y el valor que estos tengan, sea por la conservación de la diversidad de especies únicas, la necesidad de permitir a comunidades de peces de interés comercial regenerar su cantidad, la captación o purificación del agua, la regulación de dióxido de carbono, o hasta el valor cultural que allí se encuentra.

Aparte del cuidado de la biodiversidad, el manejo pesquero es uno de los factores que más motivan la creación de las áreas protegidas marinas. En 1982, es celebrada la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (United Nations Convention on the Law of the Sea) y en esta se da un llamado a poner a las áreas marinas y costeras dentro de la red mundial de áreas protegidas; en 1990, las áreas protegidas marinas (APM) empiezan a tener peso en los diálogos de manejo de pesca y conservación marina. En 1992, la Conferencia de Naciones Unidas por el Ambiente y Desarrollo (United Nations Conference of Environment and Development UNCED) implementa la Agenda 21, donde se menciona la necesidad de mantener la biodiversidad costera y la productividad de los ecosistemas marinos [7].

Como se mencionó previamente, el recurso pesquero que ecosistemas marinos y costeros ofrecen fue impulsor de muchas de las actividades en pos de la conservación, por un lado, debido a la sobreexplotación indiscriminada y al deterioro de varios ecosistemas estratégicos, por otro, para permitir que el mismo recurso pesquero se restablezca, es preciso destinar áreas en donde la intervención sea nula y así las especies logren alzar nuevamente su población, de lo contrario, la sobreexplotación acabaría con el recurso en relativamente poco tiempo. Acabar con este significaría deteriorar las condiciones de los ecosistemas a los que este se encuentre vinculado haciéndolo más propenso a una desaparición paulatina [8].

La regulación del CO₂ atmosférico se suma a las características por las cuales estas áreas son de especial cuidado, y a medida que se han ido evidenciando los potenciales de captura de dióxido de carbono de algunos ecosistemas es que se va abogando por una protección fundada en la presencia de autoridades ambientales, y no solo una población afectada. De gran valor es el carácter protector que muchos de estos ecosistemas tienen para controlar fenómenos naturales que podrían, de no ser por barreras naturales, causar desastres serios o más graves en las poblaciones costeras y hasta en otras más alejadas del océano [9], [10], [11].

Es gracias a estos y muchos otros beneficios que autoridades a nivel internacional se reúnen para discutir cómo han de ser cuidadas estas zonas, velando por una correcta intervención sobre estas, para construir una resiliencia que acuda ante las preocupaciones de la generación presente, como los peligros del cambio climático.

Pero fue hasta el 2002, en el marco de la Cumbre Mundial en Desarrollo Sostenible (World Summit on Sustainable Development) en Johannesburgo se posicionó a las APM en un lugar prioritario en las agendas internacionales, promoviendo a las naciones a la conservación de las áreas marinas y costeras en su jurisdicción [7]. Se

puede sin embargo remontar unos años antes, al Congreso Mundial de Parques Nacionales en 1965, que empezó a prestarle interés al tema, o quizás al nombramiento del Fort Jefferson National Monument en Florida, en 1935 [8]. Pero aunque estos eventos ocurrieron hace ya varias décadas, no fue sino hasta años más tarde, casi terminando la segunda mitad del siglo pasado, que la importancia de estos ecosistemas empieza a incrementarse. Esto incluye el nombramiento de reservas de la Biosfera que incluían una porción marina para finales del siglo pasado.

5.2 ECOSISTEMAS MARINOS ESTUDIADOS

Los arrecifes coralinos, están entre los ecosistemas más productivos pero a su vez extremadamente frágiles en el planeta. Entre sus potencialidades y prestación de servicios ambientales están la captura de carbono, efecto barrera para la protección de las costas, altísima oferta de biodiversidad y mantenimiento de procesos biológicos esenciales.

Estas cualidades le confieren gran importancia en la regulación del ecosistema no solo a escala local sino que sus beneficios son globales, esto incluye la minimización de los impactos del cambio climático. Aparte de esto, brindan un atractivo turístico sin igual que es base para el desarrollo económico de las regiones donde estos se encuentren.

Pero estos ecosistemas se enfrentan a varios problemas, la introducción de especies uno de estos, puesto que alteran el equilibrio de la red trófica en los arrecifes amenazando con acabar la biodiversidad, como es el caso del Pez León



en el Caribe, el cual pese a su posible atractivo estético, al no contar con depredadores naturales y por su carácter agresivo se convirtió en una amenaza para la estabilidad de los arrecifes del caribe. Otros problemas asociado al desarrollo del ser humano y al cambio climático serán expuestos más adelante.

Asociados a los arrecifes, y también presentes en todos los océanos, a diferentes latitudes en todo el globo, están las praderas marinas, con cerca de 70 especies descritas a nivel mundial, 8 especies en el Caribe, no sólo albergan una vasta cantidad de especies, sirviendo como hogar, nido, o zona de alimentación, también ayudan a clarificar el agua fomentando el sedimento de partículas, evitan la erosión de las costas reteniendo arenas gracias a sus sistemas de raíces, y además se encuentran entre los ecosistemas con mayor tasa de captura de dióxido de carbono, siendo capaces de almacenar hasta dos veces más dióxido de carbono y de manera más rápida que los bosques tropicales, a medida que el nivel del mar crece, las praderas son capaces de crecer con el sobre el suelo que van formando al contribuir a procesos de sedimentación y captura de CO₂ [12], [10], [13].

Si bien estas praderas cuentan con un alto grado de adaptación a cambios en el ambiente, se encuentran altamente afectadas por procesos como la eutrofización, el dragado de fondo y la sobrepesca.

Estudios recientes en la costa oeste australiana por el Center of Marine Ecosystems Research de la Edith Cowan University han demostrado sin embargo que estas especies son capaces de dar información sobre el deterioro de las costas a causa de la perturbación causada por el ser humano [14].



Imagen 2. Manglar en Seaflower. Foto: Opal Bent, Coralina. Fuente: Atlas de la reserva de la Biósfera Seaflower.

Un siguiente ecosistema que puede vincularse a esta simbiosis, son los manglares, que gracias a sus características, entre las que se pueden mencionar la ausencia de depredadores, la alta tasa de nutrientes por plancton en las aguas, entre otros,

sirven como áreas-cuna a un gran número de especies que después migran hacia los corales, dándoles esto un papel extremadamente importante para los arrecifes [11], o bien otras especies migratorias encuentran acá un hábitat apropiado para su reposo [15].

El manglar es un ecosistema marino-costero, donde el árbol con el nombre Mangle es la especie que prima, junto a otras especies también tolerantes a la sal, lo que le hace tan especial. En ellos se alberga una gran diversidad de especies de animales y plantas que entran en una complejidad y unicidad en el globo. Se encuentran estos ecosistemas en las regiones tropicales y subtropicales del planeta [16].

Entre las funciones que ofrece, se encuentran la protección contra inundaciones, erosión de las costas, producción de nutrientes tanto para humanos como para muchas otras especies, y actúan además como especie barrera contra factores del ambiente. La red de raíces que se crea en los manglares es capaz de no solo lo anterior mente mencionado, sino que también ayudan a retener sedimentos y a limpiar las aguas de contaminantes antes de que lleguen al mar [15].

Acá también ha dejado su huella la raza humana, al arrasar con deforestación e industria estos espacios, a finales del siglo pasado entre el 30 y el 60% de la cobertura de manglar y pastos marinos había desaparecido [11].

Otro ecosistema de gran importancia ecológica por su diversidad, y funcionamiento son las marismas, costas de arena desarrolladas junto con el aumento del nivel del mar y procesos de sedimentación de material elevados dadas las características físicas de la zona, una dinámica que se mantiene intacta debido a los flujos de corrientes y mareas. Siendo un área de sedimentación, con canales, deltas, islas



Imagen 3. Marismas y dunas de arena. Foto: J. Hofstede / MELUR.
Fuente: Strategie für das Wattenmeer 2100.

barrera, y demás ambientes sirve como un filtro costero, y gracias al transporte de materiales, entre muchos otros factores, posee una gran oferta de nutrientes, siendo así de gran interés para muchas especies, como nido, hogar o parada de migración. Se estima que es el hábitat de 10.000 especies de animales, hongos y plantas [17].

El desarrollo humano no está del todo eximido de los procesos de las marismas, pues es también fuente de ingresos para comunidades por actividades como la pesca, el turismo, transporte marino, o el cuidado costero; incluso en las pequeñas islas formadas se encuentran habitantes en colinas artificiales, haciendo de gran valor es cuidado de estos y los demás asentamientos en tierra firme con el fin de fomentar el desarrollo sostenible [17].

Otra gran función es la de amortiguar la energía entrante del océanos, reduciéndola y así protegiendo las costas, luego está su ya mencionada capacidad para limpiar de contaminantes del ambiente que son sedimentados en este ecosistema.

5.3 VULNERABILIDAD CLIMÁTICA EN ÁREAS PROTEGIDAS

La sociedad actual se enfrenta a las consecuencias del uso inescrupuloso de los recursos naturales de las generaciones pasadas, un ejemplo de esto es lo que se ha llamado hasta hace algunos años el cambio climático, entendido como la alteración en los patrones y eventos que rigen el flujo de materia y energía en el planeta, como por ejemplo la temperatura media de la atmósfera y los océanos, los regímenes de lluvia, el nivel medio del mar, la intensidad y duración de las estaciones, entre muchos otros. Dichos cambios naturales en la tierra se presentan en escalas de tiempo prolongadas, desde decenas hasta millones de años, dado que están ligadas a los constantes cambios que en el planeta ocurren en su condición de sistema activo.

La Convención Marco de las Naciones Unidas por el Cambio Climático (UNFCCC) y el Informe especial del grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) tienen versiones diferentes del concepto de cambio climático. El primero lo entiende como las variaciones de cuyo origen es el ser humano culpable, directa o indirectamente, y que afectan la composición de la atmósfera, sumado esto a la variabilidad natural del clima, pero apreciable en periodos de tiempo más cortos [18]. Pero para la IPCC, es el cambio en el clima observable por la variación en sus propiedades en periodos de tiempo iguales o mayores a décadas, atribuible o no al humano [19].

Esta variabilidad en el clima está íntimamente vinculada (mas no es un sinónimo) al calentamiento global, atribuido principalmente a la emisión de gases efecto invernadero a la atmósfera. Si bien es cierto que el calentamiento global es un proceso natural de la tierra, se le imputa al desarrollo humano el aceleramiento de este a velocidades sin precedentes, debido a la emisión descontrolada y creciente de estos gases en las últimas décadas, y junto a esto la destrucción de ecosistemas que pueden actuar como amortiguadores. Los gases de efecto invernadero son los que mantienen la temperatura ideal en la tierra, permitiendo la existencia de vida en él, pero cuando su cantidad en la atmósfera se incrementa, es retenida más de la

energía proveniente del sol incrementando la temperatura media del planeta. Sin embargo, aun cuando el calentamiento global es innegable, aún hoy la controversia por su causa es importante [20].

La energía que no escapa se almacena en las diferentes esferas del planeta, siendo la atmósfera receptora del 2,3% de esta, y los océanos de hasta el 93,4%, razón por la cual los ecosistemas marinos serán los que mayor impacto recibirán por los cambios que se aprecian en la actualidad [20].

Según donde se evalúe, se prevé que el incremento del nivel medio del mar será entre 0,18 y 0,79 metros, o hasta más, y de la temperatura media de este entre 1°C y 3°C, con variaciones a nivel regional [21]. Tras la reunión en París en el 2015, el incremento se estima que estará entre 0,5 y 1,3 metros si no se toman acciones para reducir la emisión de gases de efecto invernadero [22].

5.3.1 *Afectación a Corales*

Los complejos arrecifales del planeta se encuentran hoy en día en riesgo debido a la alteración de las condiciones de su medio, como por ejemplo el rango de temperatura al que pueden seguir produciendo sus esqueletos calcáreos los corales no es muy amplio, lo que hace que al incrementarse unos pocos grados el agua el coral entra en un estado de estrés y como respuesta las zooxantelas (algas) que hacen parte de la simbiosis de este son expulsadas dando lugar al conocido blanqueamiento de coral, daño que puede remediarse si el estrés no es muy extremo o prolongado, de lo contrario el resultado es la muerte del coral y los arrecifes [23].

La creciente proliferación de enfermedades en estos ecosistemas se suma a los motivos de preocupación por el riesgo que significan al debilitar los corales. A esto hay que añadirle entre otros los incrementos en la intensidad y frecuencia de tormentas tropicales, la sobrepesca, el desarrollo costero y el vertimiento de residuos sólidos y líquidos a las aguas. Directa o indirectamente en el océano [24].

Según los diferentes impactos que amenazan los corales, se pueden estimar los efectos a corto, mediano y hasta largo plazo [9]. Asociado al cambio climático, está también el incremento del nivel del mar, lo que entre otros problemas, disminuirá la productividad de los corales al no recibir



Imagen 4. Arrecife de coral en Seaflower. Foto: Andrés Talero. Fuente: Aportes al conocimiento de la reserva de la Biósfera Seaflower

la misma cantidad de luz necesaria para sus procesos vitales. El aumento de las cantidades de dióxido de carbono en la atmósfera no será ajeno a los ecosistemas marinos, pues el carbono disuelto en el agua es usado por varios organismos para diversos fines. La acidificación del océano causaría la disminución del fitoplancton disponible, debilitaría los esqueletos de animales mermando su calcificación, e incrementaría la bioerosión. Por las variaciones en los fenómenos meteorológicos, se espera un incremento en la intensidad y frecuencia de los huracanes, causando mayor impacto en los corales que actúan como barreras ante oleajes, quienes a su vez sufrirían una mayor abrasión por sedimentos [23], [24], [25].

5.3.2 Afectación a Praderas Marinas

Cambios como el aumento en la temperatura llevan a la disminución en la productividad y en lugares donde las praderas se encuentran en su límite de tolerancia, lleva a la muerte del hábitat, y junto a esto, está el incremento en los nutrientes ya mencionado, que impulsa también el crecimiento de otras especies como algas que disminuirán la cantidad de luz entrante requerida por estos pastos marinos, igual que el incremento del nivel del mar, y la tasa de fotosíntesis mermaría. El incremento en las cantidades de CO₂ disuelto en el agua resulta ser por el contrario más beneficioso para el metabolismo de estas especies, significando sin embargo un riesgo para otras menos tolerantes [13].

5.3.3 Afectación a Manglares

Debido al incremento en el nivel del mar, las condiciones de salinidad del agua en los manglares cambiarían alterando a especies animales y vegetales, incluyendo a los manglares mismos. Pese a que estos ecosistemas están adecuados a ir creciendo junto con el nivel del mar, aumentando los depósitos sedimentados, el ascenso elevado puede superar la capacidad que estos ecosistemas tienen de adaptarse.

Adherido a esta problemática está la desestabilidad causada por actividades de origen antrópico como la deforestación y la contaminación, que resultan en una disminución en la resiliencia o de la capacidad de adaptación de los manglares a cambios eventuales, así, los manglares se encuentran en estados débiles y por ello su capacidad de amortiguación reducida puede ocasionar serios daños que normalmente serían superados con facilidad.

5.3.4 Afectación a Marismas

Junto a los manglares, el ascenso del nivel del mar es quizás el acontecimiento relacionado con la variabilidad climática más relevante, pero en este caso, debido al hundimiento del ecosistema al no poder sedimentar partículas con suficiente rapidez dadas la alta tasa de crecimiento del mar.

Las especies que habitan estos ecosistemas en su mayoría muestran gran adaptabilidad ante cambios en factores como temperatura o salinidad en las aguas, sin embargo el desplazamiento de otras especies de regiones mas del sur, dado el posible incremento en la temperatura y la disminución en la cantidad de heladas de

invierno traería serias alteraciones en la red trófica de las marismas, así como en los demás ecosistemas.

El retroceso del ecosistema en dirección contraria al mar es una de las tácticas para que este prevalezca, pero al encontrarse cercado por diques y urbanizaciones, se inhabilita uno de sus mecanismos de mitigación ante impactos severos por lo que queda más expuesto al hundimiento [17].

5.4 GESTIÓN DEL RIESGO EN ÁREAS PROTEGIDAS

Para poder llevar a cabo actividades de protección de estos ecosistemas, es necesario conocer no solo sus características, sino el riesgo en el que se encuentran, entendiendo riesgo como la estimación de la probabilidad y la magnitud de las consecuencias de las afectaciones a los sistemas sociales, ambientales y económicos, o la mezcla entre estos, derivada del desencadenamiento de una amenaza, que en términos del ambiente, es una determinada probabilidad de que los cambios en los fenómenos climáticos afecten en prolongados periodos de tiempo espacios físicos como cultivos, ciudades, o la salud de las personas [26].

Para poder entender el riesgo, además de una amenaza latente, se ha de tener en cuenta la vulnerabilidad del sistema objeto de estudio. Esta vulnerabilidad es el posible grado de afectación de zonas o poblaciones, determinado por su capacidad de adaptación y los impactos potenciales a los que se enfrenta, generados por la exposición y la sensibilidad a la amenaza. Los factores que determinan la vulnerabilidad son: Ambiental, físico, económico y social [26].

Cada sistema tiene un nivel de adaptación distinto ante los cambios en el ambiente (sean de origen antrópico o no), y su capacidad de respuesta determina si sobrevivirán ante los cambios, se modificarán o desaparecerán [17], hablando en términos no solo de especies sino de ecosistemas completos.

Una vez entendido el riesgo, el siguiente paso es llevar a cabo acciones para medirlo y gestionarlo, por ejemplo, para este caso, la gestión del riesgo ante el cambio climático mide el estado actual de un sistema (ya sea un ecosistema como arrecifes o marismas, o un asentamiento urbano como una ciudad), para poder evaluar la resistencia y el tipo de respuesta que puede tener ante cambios desfavorables que tengan repercusiones en la estabilidad del objeto de estudio.

Es el proceso de identificación y análisis de las consecuencias que se pueden tener ante un desastre, junto con las medidas de prevención y atención correspondientes a ser emprendidas [27].

La gestión de riesgo tiene un enfoque integral, en el que incluye la identificación del riesgo, desarrollo de medidas de prevención y mitigación, la protección mediante la transferencia del riesgo, y las fases de acción posteriores de reconstrucción.

Importante es entonces conocer qué eventos se pueden presentar a futuro para diseñar modelos que ante estos respondan, para el caso del cambio climático, no es una tarea sencilla, ya que pese al manejo de tecnologías avanzadas, el

comportamiento de los factores de riesgo es altamente impredecible, más aún en escalas de tiempo elevadas. Por eso se diseñan diferentes escenarios donde el abanico de posibilidades está expuesto y con base en las evidencias que sustentan dichos escenarios, se realizan proyectos adecuados al más viable de estos.

Ahora bien, una vez aceptada la problemática ambiental, sus consecuencias y la necesidad de tomar acciones, se dan unos pasos para tomar acción al respecto, empezando por ejemplo con la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente en Estocolmo, en 1972, que si bien no hace una mención directa al cambio climático, si se refiere al ambiente (humano) y la responsabilidad de la especie por la preservación de este segundo [28].

En 1992, las Naciones Unidas se vuelven a reunir en Río, y de este encuentro se habla del desarrollo sostenible y los mecanismos de acción, la cooperación de los estados y la promoción de un sistema internacional, adoptando el Programa 21 para el ya nombrado desarrollo sostenible, entre otros aspectos [29].

El siguiente gran evento a mencionar, es el protocolo de Kyoto de las naciones unidas en 1997, enfocado en el cambio climático y las medidas de mitigación de las partes interesadas ante los impactos negativos causados al planeta, como la eficiencia energética, promoción de modalidades agrícolas sostenibles, protección de los sumideros de gases efecto invernadero y la reducción en la emisión de estos, la creación de un mercado internacional de gases, etc. [30].

Diez años después de Río, las Naciones Unidas se reúnen en Johannesburgo con el fin de revisar el avance de las metas del Programa 21, y en el 2012 se celebró en Río nuevamente ésta conferencia en Río (Río+20), hablando sobre la pobreza, la equidad social y la protección del medio ambiente generando el documento titulado “El Futuro que queremos” [31].

Devolviéndose a la Convención Marco de las Naciones Unidas por el cambio climático (UNFCCC por sus siglas en inglés), con la conferencia de las partes (COP) como máxima autoridad, se reúne desde 1995 anualmente para discutir la aplicación de la convención y la gestión ante los compromisos tratados, siendo el 2015 la veintiunava reunión en París para, entre otras cosas, la aprobación de un informe base para la reducción de gases efecto invernadero que sustituya lo planteado en Kyoto en el 97 [31].

Cabe preguntarse ¿Por qué son tan importantes hoy en día todas estas reuniones internacionales y nacionales? Para afrontar los problemas del presente siglo, y darle así un mejor uso a los bienes que el ser humano extrae del planeta, es necesario que se ponga en claro la situación actual, y se tomen medidas al respecto. Así el ser humano podrá desarrollarse sin cohesiones, mientras que de la mano de su desarrollo prospera con el ambiente en el que vive.

6. METODOLOGÍA

La presente investigación se inicia con la estancia como practicante en el parque nacional alemán Jasmund bajo el marco de la beca Jóvenes Ingenieros 2014-2015. A partir de la experiencia de intercambio culminada con la pasantía mencionada, se pudo tener un acercamiento al desarrollo de actividades de conservación de ecosistemas altamente importantes sea por su especial singularidad o valor.

Una vez terminado el periodo de prácticas en el parque nacional, con la primera inmersión en el manejo de áreas protegidas en países desarrollados, se inicia un proceso de estudio del manejo de áreas similares en Colombia para lograr un análisis comparativo de estas, y así lograr generar propuestas de acción ante problemáticas locales; De especial interés fue el manejo que se le da a las áreas protegidas para mitigar los impactos de un problema actual de gran resonancia que es el cambio climático, dado que las prácticas se realizaron en una zona costera, se buscó estudiar áreas con porción marina.

Antes de empezar con los casos de estudio, se recolectó información del proceso de creación de estas áreas protegidas a nivel mundial y regional, evidenciando acuerdos, tratados y convenios, siguiendo con una revisión más específica de las áreas protegidas marinas.

Tanto en Alemania como en Colombia, se buscaron parámetros o características transversales a las áreas protegidas en los dos países que pudieran dar lugar al análisis comparativo, para finalmente establecer el estudio en reservas de la biósfera, una clasificación otorgada por la UNESCO.

Así, se trazaron las características de ambas reservas, Wattenmeer en Alemania y Seaflower en Colombia, que las hacen patrimonio de la humanidad, buscando establecer cómo es su condición actual, los factores que actualmente impactan los ecosistemas y los riesgos a futuro, esto con el fin de lograr entender el riesgo presente y potencial. El siguiente paso fue la delimitación de variables que se tendrían en cuenta para tomar acción en el futuro, estas variables son puntos clave en la evolución del ecosistema, en su adaptación a los cambios, en los servicios ecosistémicos representativos o en las actividades humanas vinculadas a la reserva. Las variables encontradas, para mejor comprensión y manejo, son catalogadas en tres categorías, pese a que a frontera entre algunas pueden ser difusas según la perspectiva con que se analice, las categorías son: Sociales, Económicas y Ambientales.

Siguiente a la identificación de las variables, se describen y analiza su importancia y problemática, para realizar luego una comparación entre las variables encontradas en ambos casos de estudio.

Una vez conseguidos los datos anteriores, se planteó una propuesta de gestión para la mitigación de los impactos que la variabilidad climática tendría en la integridad de una de las reservas estudiadas.

7. DESARROLLO CENTRAL

7.1 DESCRIPCIÓN DE LAS RESERVAS

7.1.1 Seaflower

La reserva de la Biósfera Seaflower, declarada oficialmente en el año 2005, se encuentra ubicada en las plataformas insulares del archipiélago de San Andrés, Santa Catalina y Providencia. Cuenta con un área total aproximada de 65.018km². En este se encuentran ecosistemas de alta importancia no sólo a nivel local sino que su estabilidad es un pilar para el equilibrio en el sistema tierra; En el archipiélago se pueden encontrar principalmente Arrecifes de Coral, fanerógamas marinas, Playas de Arena, Bosque de Mangle y Bosque Tropical [23], [25].

Dadas las características de la UNESCO para reservas de la Biósfera, en Seaflower se tienen demarcadas 5 zonas según su uso: Empezando con la zona de preservación, de máxima protección donde sólo se permite el acceso para realizar investigaciones; La Zona de Conservación, donde se prohíbe la actividad comercial de extracción, pero actividades de restauración y recuperación son llevadas a cabo; La tercera zona es de recreación y uso sostenible, son áreas que por algún motivo tienen un daño importante en su estructura y que requieren especial manejo, en estas se prohíbe la extracción industrial mas no artesanas, se permiten también actividades como ecoturismo y deportes náuticos; La cuarta zona, es de uso especial, y puede ser una clasificación temporal o permanente, a áreas de uso específico como actividades de alta demanda, protección y recuperación de especies, en donde además la seguridad pública



Imagen 5. Área y ubicación de la reserva de la Biósfera Seaflower. Fuente: Atlas de la Reserva de la Biósfera Seaflower.

tiene primacía; La quinta zona es de uso general, donde se promueve el uso sostenible de recursos, in modificación considerable en el ambiente [25].

Gracias a la confluencia intertropical, entre los Alisios del noreste y sureste, se presenta abundante nubosidad y pluviosidad (precipitación monomodal, con sequías de enero a abril), junto con Huracanes y Ondas del este del Caribe con pico de apariciones de Mayo a Noviembre. El giro Panamá-Colombia que llevan a cabo las corrientes marinas desde este al mar caribe, desviándose por presión del continente hacia el sur del archipiélago siguiendo hacia la costa colombiana. Otras características de las aguas del archipiélago incluyen una temperatura media del océano rondando los 28°C y salinidad en la capa superficial de 35,5UPS. Estos son tan solo algunos de los factores que convergen para permitir la existencia de ecosistemas exigentes en los requisitos de sus condiciones como los corales.

7.1.2 Wattenmeer

Las marismas del mar del norte son junto con los Alpes, de las regiones silvestres más grandes de Europa. Se encuentran en la costa que abarca desde países bajos hasta Dinamarca, en la reserva están incluidas (por lo menos para Alemania) las islas del litoral, y desde 100 metros delante de los diques hasta 40km hacia el mar [17], [32], [33]. Esta reserva es reconocida



Imagen 6. Ubicación de Alemania y Wattenmeer. Fuente: geoportal.de

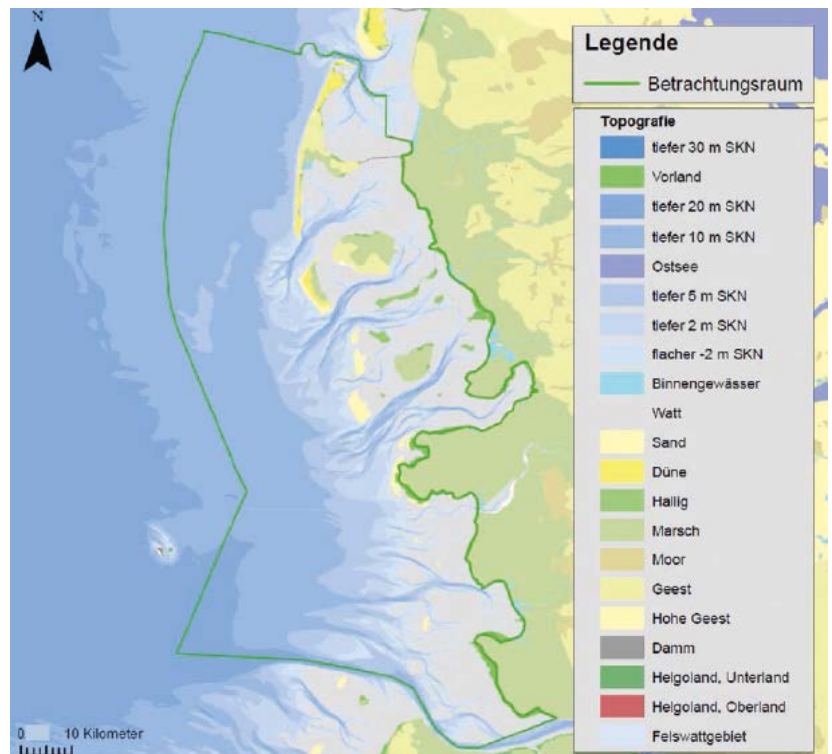


Imagen 7. Ubicación y topografía de la reserva Schleswig-holsteinisches Wattenmeer. Fuente: Strategie für das Wattenmeer 2100

desde 1985, y cuenta con un área aproximada de

Entre los ecosistemas predominantes en la reserva están: Playas de Arena y Marisma, Bajío, Islas con dunas, Praderas de pasto, Pantanos y Brezales. Para reducir el área de estudio, se analiza una de las tres secciones de la reserva en el territorio alemán, la más grande de las tres, con mayores impactos, situada más al norte, en Schleswig-Holstein, donde en las pequeñas islas del litoral (Halligen) viven aproximadamente 360 personas, completando el desarrollo humano sostenible en una región para ser nominada reserva de la biósfera [17], [33].

Entre las actividades realizadas por los habitantes, se incluye el Turismo, la Pesca artesanal, Pastoreo, Protección Costera, estas llevadas a cabo de manera sostenible y conjunta, para subir la calidad de los productos y satisfacer a los visitantes [39]. Paralelo a esto se llevan a cabo transporte Marítimo, extracción petrolera, de gravas y arena [17], [33].

En esta región de gran diversidad, se albergan hasta 250 especies que sólo pueden existir bajo estas condiciones, junto con hasta 100.000 parejas de aves empollan, por lo menos 2 millones de especies migratorias usan estas tierras en medio de su travesía, es la zona más rica en aves de Europa. Diferentes especies de peces también encuentran acá el lugar ideal para el desove y la crianza. Entre las actividades realizadas para concientización de la diversidad en las islas, se ha realizado anualmente el día de la Barnacla Carinegra (Ringelgangstage), para dar a conocer a los visitantes mediante diferentes eventos lo que estos ecosistemas tienen para ofrecer [17], [32], [33].

Las marismas son ecosistemas creados a partir de la sedimentación por arrastre, capaces de crecer con el mar, una vez que se presentan inundaciones, el agua trae consigo sedimentos, y al retirarse esta, los sedimentos se quedan aumentando así lentamente el nivel del suelo.

7.2 VULNERABILIDAD CLIMÁTICA

7.2.1 Vulnerabilidad climática en Seaflower

La fuerte relación entre costa y área terrestre, junto con el desarrollo sobre las costas, resulta en un incremento en la vulnerabilidad de la zona. Se suma el alto deterioro que causa el desarrollo urbano y las complicaciones sobre el mismo dadas las condiciones en las que se encuentra. Primero hay que nombrar la dificultad para proveer de agua potable a las islas pobladas que lo requieren (principalmente San Andrés y Providencia) y suministrar así a la alta densidad poblacional (2400hab/km^2 para el censo del 2005) [23], [25].

Hay también un fallo en la infraestructura, a lo que se suma la carencia de recursos financieros para la industria a gran escala y la dependencia del transporte externo. La presencia de sistemas tradicionales y su estrecha relación con las actividades cotidianas juega también un rol importante [23], [25].



Imagen 8. Erosión costera en San Andrés. Foto: Elizabeth Taylor, CORALINA. Fuente: Atlas de la reserva de la Biósfera Seaflower.

El gran valor que tienen los ecosistemas del archipiélago se ve amenazado por varios eventos que significan un factor de riesgo para la reserva. Empezando por las amenazas de origen antrópico, como se mencionó anteriormente la alta densidad es uno de los tensores de mayor impacto, ya que esta ha involucrado un desarrollo

costero y una emisión de residuos importantes, sólo en San Andrés se generan 68Ton/día. La contaminación de acuíferos por aguas residuales requiere de especial atención, ya que la salida más próxima que encuentran las aguas contaminadas es directamente al mar, cambiando las delicadas condiciones en las que los arrecifes se encuentran dañando su estabilidad [23], [25].

Otras perturbaciones de origen antrópico que causan estrés en el ecosistema, está la contaminación por vertimiento de residuos sólidos o líquidos, que deterioran el hábitat, y las actividades turísticas, que si bien pueden ser controladas según la capacidad de carga, se evidencia mayor salud y mejor desarrollo del complejo arrecifal en aquellos lugares alejados de la presencia humana [25].

La condición de vida de la población ha de ser tenida también en cuenta, ya que la atención de las necesidades de esta requiere la implementación de ciertos planes de desarrollo sostenible no solo por la sobrevivencia de los habitantes per se, sino también para evitar el deterioro del ambiente que actividades relacionadas con la pobreza o con prácticas ilegales ocasionan. La alta tasa de desempleo en la población es uno de los ejemplos de situaciones que desencadenan desastres en diferentes escalas, sea social, económica o ambiental [23], [25].

Estando conformado el borde costero (de San Andrés) por roca coralina, es susceptible a disolución. El desprendimiento de cavernas, sismos y disolución superficial han hecho retroceder este espacio. La extracción de arena (para construcciones), invasión a zonas adyacentes al mar, imposibilita la auto recuperación de las playas después de tormentas y contribuyen a la pérdida de estas. Incluso la escorrentía por los taludes (en Santa Catalina) está también relacionada con procesos erosivos [23], [25].

El alza del nivel del mar, junto con un incremento en la temperatura media superficial, se combinan con otros elementos para contribuir al detrimento de la biota del archipiélago, incluyendo las playas de manglar, que están relacionadas con las dinámicas de los agentes marinos [23], [25].

Actividades humanas como la pesca (en especial de herbívoros) ocasiona fallas en la resiliencia de los arrecifes al disminuir la cantidad de individuos que se encargan de mantener un balance en los arrecifes, esta pérdida de especies (principalmente debido a la pesca excesiva y a prácticas ilegales), se junta a otro gran problema que afecta gravemente el equilibrio de la red trófica, es la migración de especies, sea por transporte humano o por el cambio en las condiciones del ecosistema que desplaza individuos hacia nuevas zonas, como es el famoso caso del Pez León [21], [34].

7.2.2 Vulnerabilidad climática en Wattenmeer

Las tasas actuales de progresión del nivel del mar debido al cambio climático son tan elevadas que se teme que la resiliencia de las marismas no sea suficiente, por lo que los ecosistemas se verían inundados sin remedio. Contra esto, entre las actividades que mayor impacto tendrían, y que se deben implementar, son el cuidado del transporte natural de los sedimentos sin impedir el depósito [17], [33].

Los resultados serían catastróficos: Para las aves que allí habitan, reducirían los espacios para empollar, quedarían más expuestas a los depredadores, entre otros daños. Las aves migratorias pasarían por un escenario similar, al quedar inundadas las praderas, no encontrarían lugar para realizar sus paradas, dirigiéndose hacia nuevas zonas donde posiblemente no encontrarían su alimento, o las mejores condiciones. Los peces cambiarían también drásticamente su comportamiento y su hábitat [35], y eso implicaría también cambios, muy posiblemente negativos, en la actividad pesquera que allí se lleva a cabo.

Actualmente, las tres naciones que comparten esta Marisma del mar del norte, están involucradas en el proyecto de alcanzar para el año 2030 un estado neutral de impacto climático, es decir, reduciendo toda la energía fósil



Imagen 9. Playas de arena de Sylt. Foto: Felipe Sánchez Sosa

a 0, incrementando el uso de las energías alternativas, como ya se puede apreciar (en la mayoría de los casos) con el uso de energía eólica y solar [35].

Los proyectos a futuro para actuar ante los efectos del cambio climático tienen como objetivo la protección de las costas (incluyendo el desarrollo humano en estas) y la protección de la naturaleza, dos aspectos que durante los últimos años se han visto enfrentados entre sí. Anteriormente la protección de las costas era primordial, irónicamente comprometiendo la salud de los ecosistemas, en tanto que se construyeron diques para guardarse de las eventuales inundaciones en la zona, que poco a poco fueron alterando las condiciones en el lugar [32], [35].

También se evidencia el impacto debido a la migración de especies, como la cigüeñuela y el fumarel, no por actividades humanas, sino por su inactividad ante el cambio climático, la falta de reconstrucción de hábitats deteriorados y por el cambio mismo [36].

Entre los escenarios plausibles para el presente siglo, no se tiene total certeza de lo que puede pasar en los ecosistemas, pues si bien ciertas playas de sal tienen más capacidad de crecimiento con el mar que otras en las marismas, la tasa a la que esto dejaría de ocurrir es incierta. Son varios los parámetros que pueden indicar la magnitud de la variación del nivel del

oleaje, las corrientes y los vientos, en las siguientes décadas, como la morfología del lugar, y las actividades realizadas en él. según ciertos escenarios de la IPCC considera que el nivel medio del mar crecerá entre 0,3 y 1,1 metro, pero en cuanto al desarrollo morfológico en la marisma existen pocos estudios de proyección [17].

Las consecuencias que los cambios en las estaciones pueden traer, como la disminución de los días de heladas, pueden incurrir en el cambio de especies dominantes a insignificantes y viceversa, o el desplazamiento de especies de hábitats más cálidos hacia el norte, trayendo consigo posibles enfermedades, o bien aumentando la competencia por alimentos y depredación sobre las especies que anteriormente habitaban el lugar. Lo siguiente a tener en cuenta, es la acidificación del mar por el incremento del dióxido de carbono en la atmósfera, que afectaría a las especies más sensibles a las condiciones fisicoquímicas del ambiente, que incluso pueden encontrarse ya al margen de su rango de tolerancia. Muchas de las especies invasoras podrían migrar y tendrían mejor tolerancia a dichas condiciones, volviéndose así más dominantes [17].

Especies concretas y de gran importancia para la estabilidad de la marisma, que actúan como bio-ingenieros, como cierto gusano (Wattwurm), que ayuda a regular la oxigenación y mezcla en el suelo de las marismas, otros organismos por ejemplo ayudan a la formación o a la estabilidad de las dunas; de desaparecer estos, las consecuencias serían desastrosas. A esto se le agrega claro la introducción artificial de especies por actividades humanas, y la propia perturbación en el ambiente debido a estas. Los ecosistemas costeros, por el aumento del nivel del mar, tendrían un desplazamiento natural hacia tierra firme, movimiento que se vería frenado por la presencia de los diques, volviendo estos más pequeños [17].

7.3 GESTIÓN DE RIESGO EN SEAFLOWER Y WATTENMEER

Para la gestión del riesgo por cambio y variabilidad climática, según el enfoque de la gestión del riesgo climático del PNUD se puede partir de tres aspectos fundamentales: Primero los patrones históricos y actuales, para tener una idea del comportamiento hasta hoy de factores como tormentas, ascenso del nivel del mar, entre otros; luego está el análisis de las tendencias observables, ya que el acelerado cambio que se vive en el presente hace que nuevos patrones sean formados y hagan que las predicciones anteriores se alejen de la realidad; el tercer factor es la predicción de escenarios climáticos [37].

Partiendo del primer aspecto de estudio, se pueden extraer ciertas variables por su impacto en la vulnerabilidad de los ecosistemas, sea por actividades dañinas que disminuyen su capacidad de mitigación y adaptación natural, por procesos de origen antrópico que promuevan o no la estabilidad del ecosistema, o los tensores ambientales mismos que significan un riesgo potencial. Las variables encontradas se muestran a continuación.

Se puede entonces observar cómo es la conducta de ciertos aspectos en las tres categorías establecidas; social, económico y ambiental.

7.3.1 Variables para Seaflower

Tabla 1. Variables de manejo para Seaflower

Variables	Descripción	Problemática	Soluciones y manejo
Variables Sociales			
Densidad Poblacional	Actualmente la isla tiene que afrontar los problemas por la alta densidad poblacional (medida en habitantes por kilómetro cuadrado), en un contexto donde la adquisición de recursos es precaria, y la población recibe cantidades exuberantes de visitantes al año.	Según el censo del DANE , Para el 2005, la densidad de la población en San Andrés era de 2400 hab/km². Dada la fragilidad a la que se encuentran los ecosistemas de Seaflower por las perturbaciones humanas, los cambios en las condiciones ambientales por efectos del cambio climático serían más perjudiciales tanto para los diferentes ecosistemas como para las poblaciones que de estos dependen. Inicialmente se ha hablado del problema que significa no sólo la sobrepoblación en las islas y la carga que nada más su presencia implica al ambiente, sino también la dificultad para atender sus necesidades [25].	Frenar el crecimiento poblacional en la isla es primordial. Además del control de la cantidad de visitantes que llegan a la reserva a disfrutar de sus bienes y servicios. Esta regulación bajaría el nivel de estrés que los ecosistemas en las costas están presentando. Incluso, de ser posible, devolver a ciertos grupos de poblaciones sus tierras para que la densidad en las islas merme, podría contribuir a la mejora [38].

		A falta de recursos, es que se llevan a cabo prácticas más dañinas y hasta ilegales de construcción y extracción en la reserva, debilitando los ecosistemas, pero también los países vecinos juegan un rol importante en este asunto [23].	
Procesos culturales	La presencia de una gran multiculturalidad en las Islas habitadas es uno de los motivos de reconocimiento de la reserva de la biósfera, y hace un llamado al desarrollo cultural , para respetar los derechos de las diferentes etnias presentes, y llevar a cabo procesos que junten acciones encaminadas a salvar el archipiélago. Esta variable se mide en la cantidad de procesos relacionados con el desarrollo de la cultura.	Otro problema social está asociado al desplazamiento de las culturas tradicionales de las Islas, los Raizales han sido expulsados no solo de sus tierras de vivienda, sino también de zonas de práctica de actividades tradicionales como la pesca, hasta incluso su participación en el turismo es baja. En total, se aproxima que poseen menos del 40% de sus tierras [38]. Sus actividades son cambiadas por las industriales de mayor impacto y menor resistencia a largo plazo a desastres causados por fenómenos naturales.	Tanto para la comunidad científica como para la local, es importante generar un conocimiento de la importancia de los ecosistemas de la reserva, y junto a esto de las especies clave para el equilibrio, como lo son la tortuga, el tiburón, el pez loro, y la langosta, entre otros. Las comunidades que desde hace generaciones viven en las Islas tienen conocimientos de su manejo que permitirían generar proyectos de adaptación y uso sostenible, como se ha visto en otros contextos, para que los biomas continúen brindando sus servicios y siendo capaces de regularse ante alteraciones.
Desarrollo de estudios y proyectos ambientales.	La generación de conocimiento en la reserva mediante estudios de caracterización y evaluación, y proyectos de	En muchos de los casos, las investigaciones se ven detenidas por demoras en las concesiones de permisos, o no cuentan con el presupuesto suficiente para poder llevar a cabo un estudio a fondo o completo que dé resultados más completos y ante los cuales se	Para poder avanzar, se requiere de un desarrollo solidario ligada a proyectos sostenibles en las islas, es decir, proyectos que empiecen un verdadero desarrollo sostenible para poder así atender las necesidades de la población, sin que esto implique acabar con los

	adaptación y mitigación es clave para poder actuar ante los afectos del cambio climático. La definición del tipo de proyecto (si su carácter es de mitigación, adaptación u otro), y la cantidad de estos, sería la medición inicial de esta variable.	puedan tomar decisiones [24].	recursos con los que se cuenta, incluso se podría hablar de una independencia del territorio continental hasta ahora remarcable, cuyo vínculo ha sido causante de muchas problemáticas. La promoción de estudios de impacto no solo en las grandes islas, sino también en los cayos, cuyo estudio escasea, lograría dar luces de mejores prácticas, siguiendo también el ejemplo de países desarrollados [24], [39].
Variables económicas			
Pesca	Siendo la reserva extremadamente rica en biodiversidad, el servicio que ofrece para la industria pesquera es sin duda uno de los mayores atractivos para este tipo de empresas, pero la Pesca debe ser llevada o regresada a un nivel que permita al ecosistema auto regenerarse y autorregularse, especialmente si se encuentran en situaciones más	Las industrias pesqueras han abusado de la disponibilidad de peces que se encuentran en las aguas de la reserva, no sólo en las aguas donde se tiene permitida esta actividad, sino también con actividades ilegales en las franjas destinadas para conservación y preservación. El problema acá tiene dos caras, por un lado, alterar la cadena trófica de los ecosistemas debido a la sobrepesca, y por otro, la evidente baja en la productividad ante la disminución del número de especímenes por alteraciones en el ambiente gracias al cambio climático [23].	Para apostar por un desarrollo sostenible en el archipiélago, como es de esperarse siendo este declarado Reserva de la Biosfera por la UNESCO. Para ello habría que fomentar el cambio de cantidad por calidad, con un enfoque hacia los inversionistas [38]. El respeto de zonas de preservación donde las especies puedan estar seguras y no se vean afectadas por alguna acción humana asegurará la restauración de la población de especies de interés pesquero, y así se podrá continuar con esta actividad [23], [41]. Cuotas anuales de pesca, y regulación en periodos de reproducción son algunas de las acciones tenidas en

	inestables. La medición de esta variable se basaría en el establecimiento de los niveles de captura máxima sostenible [40], en relación con los niveles reales de pesca.		cuenta, respetando el llamado nivel de captura sostenible, sin implicar esto un reduccionismo a la explotación máxima permisible, sino también involucrando los impactos sociales y económicos de la pesca en el proceso a esta sostenibilidad real, no aislante [23], [40] A estos procesos que consideran las relaciones funcionales de los ecosistemas se unen también sistemas de monitoreo regulares de control [40].
Turismo	Otra de las actividades que genera mayores ingresos es el turismo en las islas por los servicios que esta presta, recibiendo cifras que para el 2008 superaban ya los 700.000 visitantes por año [42]. Esta variable no se mide sólo por la cantidad de visitantes sino que también puede incluirse una valoración cualitativa de la magnitud del impacto de cada servicio turístico prestado por el	Las ganancias generadas por el turismo no se ven reflejadas en la isla misma. Las estructuras en mal estado, la falta del control de basuras, el desempleo, entre otros, son una de las caras de las Islas del archipiélago que contribuyen al deterioro de los ecosistemas haciéndolos más vulnerables ante catástrofes relacionadas con fenómenos naturales [23], [38].	Continuando con el freno al desarrollo desorganizado, se requerirá una restricción en las construcciones y en el aumento del ingreso de personas, para que la carga al ambiente no incremente; hasta el desmonte de ciertas estructuras y megaestructuras que significan riesgo para el ecosistema por su condición debería considerarse [43]. Mejorar la calidad del turismo para que este sea partícipe activo de la regeneración de los ecosistemas contribuiría a que estos se adapten mejor ante el cambio climático [2], [31], [34]. Las empresas podrían reinvertir a su vez en el archipiélago una mayor porción de lo que gracias a él ganan. En este sentido se hablaría de una reinversión en la Isla y de una inclusión social, de

	ecosistema.		proyectos como pagos por servicios ambientales y compensación por la presencia de reservorios de carbono de gran importancia [31].
Crecimiento económico	Asociado al desarrollo en las islas están los desafíos económicos como el control de la pobreza, la falta y el suministro de recursos y las limitaciones de capacidad de acción. La medición de esta variable involucraría el porcentaje y el nivel de pobreza en la población. También la cantidad de presupuesto destinado y en efecto utilizado para la reinversión por parte de las empresas beneficiadas de la reserva la reserva misma.	La marcada presencia de una población con bajos recursos y la falta de atención de las necesidades básicas es el origen de problemas que desgastan las costas y los manglares, les hacen más propensos a sufrir deterioro y disminuyen su capacidad de regeneración [44], [38].	Reinvertir en la Isla para mejorar la calidad de vida de los habitantes puede parecer ajeno a la adaptación al cambio climático, pero en tanto que el sistema antrópico está en buenas condiciones no seguirá afectando los ecosistemas y ambos estarán en mejores condiciones para afrontar los cambios e impactos a futuro [23], [38]. Se deben tener claras cuáles actividades corresponden a mitigación y cuáles a adaptación [44].
Variables ambientales			
Temperatura del agua	Como se ha venido mencionando, un parámetro de gran importancia por su	El aumento de esta variable puede significar la muerte de complejos arrecifales gracias al blanqueamiento,	Las acciones que se pueden llevar a cabo ante esta variable para remediar sus consecuencias no tendrían una

	incidencia, y de los que más se espera cambio en los años venideros, es la temperatura en el agua. Esta variable sería medida tanto en grados kelvin (para seguir el Sistema Internacional de Medidas), como la tasa de variación de esta.	como ya se ha evidenciado en ocasiones pasadas, donde grandes porciones de arrecifes sufrieron episodios severos e irreparables de blanqueamiento [34], [45]. En los manglares se esperaría un cambio en los patrones de conducta de las especies y una reducción de la variedad de algunas, llevándolas a la extinción, pero también podría incrementar la productividad del manglar mientras la temperatura se mantenga en el límite superior de tolerancia de las especies [39].	influencia directa, ni a corto plazo. Reducir el estrés en los ecosistemas es otra de las acciones más importantes, hará que estos logren mejorar su capacidad de regeneración y adaptación ante los efectos del cambio climático [46].
Contaminación por Residuos y actividades de extracción	La contaminación por residuos llevada a cabo por malas prácticas es sin lugar a dudas otro factor que ha de ser considerado para asegurar el buen desarrollo. Se mediría por la cantidad (sea en kilogramos o toneladas) por una unidad de tiempo (como días o semanas). Añadido a esto una visión cualitativa de la magnitud del impacto en los ecosistemas, la cantidad de acciones tomadas para resolver esta problemática y la mejora en la situación.	Las islas no poseen un real manejo de gestión integral de residuos, sumado a esto está un buen porcentaje de los residuos generados en las islas, que requiere de un manejo especial para su disposición final o aprovechamiento. Es así que muchos residuos van a parar a manglares, pastos marinos y hasta los corales mismos, al ser arrastrados por las corrientes de los ríos, contribuyendo al deterioro ecosistémico [23], [24]. El principal problema asociado a hidrocarburos se ve en las Industrias que buscan llevar a cabo extracción petrolera; sólo desde la exploración, se afectan severamente los ecosistemas	Campañas de evacuación, de reciclaje y reutilización, se llevan a cabo para reducir la cantidad de residuos botados a lugares inadecuados, eso de la mano de la erradicación de sitios ilegales de disposición identificados [23]. La aplicación de la normativa y la participación de la comunidad para la conservación contribuyen a mantener alejados a los ecosistemas de estos riesgos, igualmente se esperaría un apoyo internacional entre países vecinos cuyas actividades marítimas también afectan la reserva, aunque no se encuentren en los límites establecidos de esta.

	Continuando con actividades que deterioran los ecosistemas haciéndoles más vulnerables, otro gran problema que requiere cuidado y gran atención es la explotación de ciertos recursos (distintos a los pesqueros) en la zona por grandes industrias en cuyo proceso son generados contaminantes o destruidos espacios, como gran ejemplo está la extracción de hidrocarburos y otras actividades portuarias. Esta variable se mediría inicialmente con la valoración del impacto causad o a los ecosistemas por las actividades propuestas.	de la reserva. Sin embargo hasta el momento se evidencian hidrocarburos disueltos en porcentajes muy por debajo del valor establecido por la UNESCO para la contaminación de aguas, de 10µg/L [23].	
Acidificación del agua	El incremento de la concentración de CO₂, en el agua lleva a un proceso de acidificación que afecta seriamente las condiciones del ambiente y con este los procesos de diversos organismos en el mar. La medición se realizaría con la concentración misma de CO₂ presente en el agua.	La tasa de crecimiento de corales mermaría, y junto a esta la resistencia de las estructuras calcáreas ya formadas [46]. Un incremento en la acidez del agua puede ser altamente perjudicial para los corales, pero por otro lado, las praderas marinas podrían en un inicio verse beneficiadas al incrementar sus nutrientes, pero esto trae consigo también la proliferación de algas y otras especies significan competencia	Básicamente el CO₂ oceánico se ve altamente influenciado por el CO₂ atmosférico, una primera acción sería la reducción de estos gases, pese a que los efectos de las emisiones de las últimas décadas seguirán teniendo efecto por varios años más. Dicha reducción no ha de ser local, sino también global, para que logre haber un impacto real. La protección de ecosistemas fijadores de carbono como las

	Se puede también dar cuenta de la tasa de captura de ciertos ecosistemas. Otro factor para la medición es la afectación que tiene esto en determinadas especies sensibles, evaluando el nivel de deterioro en el porcentaje de la población.	para las fanerógamas, y además contribuyen a procesos de eutrofización del ecosistema [15]. La acidificación generaría incremento en los nutrientes para los pastos marinos, lo que puede ser beneficioso para estos, pero podría llegarse a un estado de eutrofización en estas praderas, terminando por dañar el ecosistema [12].	praderas es también altamente importante, para poder contrarrestar el incremento de este producto en los mares y la atmósfera [13].
Nivel del mar	Una de los efectos irremediables por el incremento en la temperatura y el deshielo, es el ascenso del nivel del mar, medido en centímetros o metros, y evaluado también con la tasa de crecida, que ha aumentado progresivamente y se proyecta que a finales del presente siglo, se pueda elevar hasta un poco más de un metro del nivel actual. Una elevación es ya irremediable, pero acciones al respecto lograrían mitigarla y preparar a los ecosistemas marinos y costeros ante esta.	Esta es una de las amenazas que más podría afectar a los manglares, especialmente en a aquellos con bajas tasas de elevación de sedimentos, y aquellos que se encuentren en dificultades de migrar a tierras más adecuadas [39]. Los pastos marinos y corales por su lado sufrirían un lento proceso de deterioro al recibir menor cantidad de luz, mezclado esto con el posible aumento en la turbidez y la mayor abrasión por tormentas y ciclones. Estos ecosistemas tienen la capacidad de crecer verticalmente con el mar, pero la tasa de crecida de este último puede fácilmente superar la de los ecosistemas [23].	En primera instancia es fundamental contar con redes de monitoreo para conocer el estado de ascenso del mar en las costas, y generar así procesos de adaptación acertados [39]. Ante el ascenso inminente, se requiere ceder espacio a los manglares para que puedan trasladarse en dirección opuesta al mar, y así mermar el problema que significaría la baja en su extensión [15].
Introducción de especies	La posible introducción de especies ha de ser también	Hay varios motivos que explican el desplazamiento o la introducción de	El fortalecimiento o en algunos casos por lo menos la aplicación de la

	tratada con cuidado, pues los ecosistemas en el archipiélago dependen de un altamente complejo y a su vez frágil equilibrio entre las miles de especies que ya le habitan. Se mediría esta variable con la cantidad de especies no propias de la reserva, y una evaluación de su peligrosidad.	especies a nuevos ecosistemas: El cambio en las condiciones ambientales hace que estas migren para buscar aquellos espacios que se adecúen mejor a su área, el desorientación por alteraciones en el hábitat, o el transporte (voluntario o no) gracias a la acción humana, entre otros posibles. Sea cual sea el motivo, nuevas especies entran al ecosistema como invasoras y alteran seriamente el flujo de materia y energía en el ecosistema, como es el caso del ave María Mulata y el Pez León [23].	normativa nacional e internacional en protección del ambiente ha de tenerse también presente, y fortalecerse. Es necesario generar vínculos transnacionales, para que los diferentes países cuyas acciones influyen en la reserva lleguen a acuerdos y así alcanzar un fin común.
Productividad de los ecosistemas	La productividad de los ecosistemas evidenciada en las diferentes zonas del archipiélago, sean los arrecifes, las praderas marinas, o los manglares, ha de seguir activa para permitir el funcionamiento de todos los ecosistemas de la reserva. Esta variable se puede medir por la energía movida en los biomas de la reserva, y la prestación de ciertos servicios. Acá se puede volver a mencionar la tasa de captura de CO₂ de las praderas marinas, pero también el porcentaje de purificación de las aguas	Los ecosistemas estratégicos como los encontrados en Seaflower se encargan de garantizar la oferta de servicios esenciales para el desarrollo humano, su destrucción significa una pérdida de la adquisición de estos y un detrimento importante en la calidad de vida no solo a nivel local, sino también en muchas regiones del mundo [24]. En ecosistemas que sirven como cuna, una gran variedad de especies se dirige para sus etapas de desove y crecimiento para dirigirse después a los arrecifes [11]. El deterioro ambiental se presencia en varios sectores. Por un lado, están las costas deterioradas gracias a la extracción de materia, construcción y	Pese a que los arrecifes de coral suelen ser de los mayores atractivos y llamativos, el cuidado de otros espacios no es menos importante, como aquellos que funcionan como salas-cunas como los manglares y las fanerógamas marinas. Un paso a la protección involucra a la reevaluación de zonas de conservación a zonas de preservación, para asegurar que las especies puedan reproducirse y que su número no merme por la pesca descontrolada. El control del cumplimiento de las actividades permitidas en las diferentes zonas es un proceso paralelo e indispensable [38].

	incluyendo la sedimentación de partículas en los manglares, la presencia de especies fundamentales en los corales, la calidad de los procesos naturales como cadenas tróficas, reproducción, entre otros.	ocupación, y botaderos ilegales [23]. Los Manglares también sufren de estas perturbaciones, junto con la alteración en los parámetros fisicoquímicos de las aguas por vertimientos, su evolución se ve coartada y su resistencia ante plagas y tormentas se reduce [15], [11]. A los ecosistemas marinos, es a donde eventualmente van a parar los vertimientos generados ilegalmente o por malos sistemas de alcantarillado. También los pequeños derrames generados por actividades marinas humanas como la pesca y el transporte, si bien la cantidad de esta es baja en la mayoría de los casos, significa un riesgo más que pone en riesgo la calidad de las especies y del ecosistema entero [9].	El cuidado de estas zonas contribuiría al regeneramiento de especies nativas de forma natural, pero en adición a este se pueden llevar a cabo procesos artificiales como granjas de especies (endémicas) que potencien este crecimiento.
Erosión de las costas	Esta variable hace referencia al deterioro costero por actividades humanas como construcción o extracción de material, o por procesos naturales como transporte de sedimentos por oleaje, disolución o rompimiento de cuevas por tormentas, entre otros.	El riesgo ante procesos erosivos en la reserva no es bajo. Si bien es cierto que estas playas se forman por erosión natural de rocas coralinas que son arrastradas, otro tipo de erosión afecta las costas, y este no es sólo natural, sino que también está ligado a la actividad humana; entre los procesos de origen antrópico se encuentra la extracción de arenas, y la generación de basuras.	Desde comienzos de siglo se viene generando un plan de monitoreo de la dinámica costera, que junto a un seguimiento de fotografías aéreas por las autoridades ambientales pone en evidencia la evolución de las costas por el arrastre de sedimentos [23]. Entre los proyectos generados como barrera natural ante procesos de destrucción en las costas, se cuenta con el manejo de las basuras y una

			restauración de especies de fauna y flora nativas [24]. Se puede contemplar también la construcción de Diques de abrigo [39] para contribuir a la retención de sedimentos en las costas y evitar el transporte hacia mar abierto.
Regulación hídrica	El flujo de las corrientes, de aguas lluvias, y de la evapotranspiración en los diferentes ecosistemas de la reserva mantiene también un equilibrio, y cuando esta regulación hídrica es alterada, se modifican también los flujos de materia y energía en otras esferas no solo a nivel local sino que puede trascender a un impacto global. Se mediría con la cantidad de agua que ingresa y la evacuada del ecosistema.	El aumento o la disminución en las precipitaciones, las modificaciones en las corrientes, las tasas de evapotranspiración, entre otros factores, se suman a parámetros cambiantes en el ambiente, con serias repercusiones. En cuanto a las variaciones en la precipitación por ejemplo, un aumento en esta ocasiona un aumento en la salinidad, reduciendo la diversidad y la producción primaria, convirtiendo en llanuras salinas zonas que no lo eran [39]. Ya hoy día existen problemas para el abastecimiento de agua dulce, los cambios venideros agravarían las situación aún más [47].	Pasillos que ayuden a la migración de ecosistemas es una de las opciones posibles, junto a la revegetación con especies nativas que controlen el ciclo hidrológico, y claramente la restauración de las zonas degradadas [47].. Muchos de estos cambios requieren de participación activa del ser humano de restauración, ya que la velocidad de las variaciones en el ambiente es superior a la velocidad de adaptación de las especies [23], [17], [39], [47].

7.3.2 Variables para Wattenmeer

Tabla 2. Variables de manejo para Wattenmeer

Variables	Descripción	Problemática	Soluciones y manejo
Variables Sociales			
Innovación con proyectos piloto de conservación	El fomento a proyectos piloto para generar nuevas soluciones en un campo con aún muchas incógnitas, podría dar luces a nuevos caminos no contemplados hasta ahora, que darían solución a la problemática de la inundación de las marismas y sus ecosistemas aledaños. Se contemplaría tanto la cantidad como el tipo de proyecto propuesto o en marcha para atender a las problemáticas de cambio climático como medida fundamental de esta variable.	Se requiere atención a la falta de conocimientos en ciertos ecosistemas, especialmente de aquellos que se encuentran detrás de los diques [17].	Como parte del proyecto “Wachsen mit dem Meer”, o crecer con el mar, que busca aparte de las propuestas ya encontradas, nuevos caminos para dar solución a la adaptación al incremento en la velocidad de ascenso del nivel del mar así como a la mitigación de este [17], [33]. Como medidas de adaptación al cambio climático, se gesta el proyecto PiKKoWatt, medidas piloto para la adaptación clima con comunidades en la región de marismas de Schleswig-Holstein, por sus siglas en alemán, con ayuda de WWF, para promover el desarrollo sostenible en la región [33].

Compendio de información relevante	La siguiente variable de interés es la posibilidad de generar un compendio de información a partir de experiencias locales, o internacionales, aledañas al área de estudio, que afronten problemas similares. Similar a la variable anterior, se evaluarían la cantidad de proyectos realizados que puedan asociarse entre sí para la creación de un conocimiento conjunto y el nivel de atención de estas a las necesidades locales.	La falta de certeza ante los eventos futuros se junta con las diferencias geográficas entre los ecosistemas, para incrementar la incertidumbre ante los cambios venideros en el ambiente. El mismo incremento del nivel del mar a nivel global tiene diferentes repercusiones en cada ecosistema por sus características particulares, por el desarrollo que los gobiernos en cada país ha llevado a cabo, o por las acciones correctivas a realizar [17].	La totalidad de la reserva de las marismas del mar del norte se extiende desde Dinamarca hasta países bajos, en este último, se han gestado proyectos para la construcción de diques que controlen la crecida del nivel del mar, siguiendo este ejemplo se pueden aplicar dichas construcciones, con sus variaciones, en ciertas zonas que peligren más por el impacto que generaría tal incremento en el nivel medio del mar [17], [48].
Acciones ambientales remediabiles	Es válido también contemplar la implementación de acciones remediabiles, es decir, medidas que se llevan a cabo ante posibles eventos a futuro como construcciones para proteger de inundaciones en determinado tiempo, pero que de no ocurrir,	El diseño de estas medidas depende de un nivel de claridad en los posibles escenarios a futuro y el rango de variaciones entre los parámetros estudiados. Pese a lo avanzados de los modelos, la incertidumbre aún es elevada, y continúa creciendo cuanto más se aleja en el tiempo [49].	En las pequeñas islas, conocidas como Hallig, se empezarían a presentar repetidas inundaciones, cada vez más fuertes, por lo que la construcción de diques regionales y no de manera aislada puede ser de gran importancia, y hasta ahora la única solución encontrada que contrarreste con tanta eficiencia el problema tratado, esto combinando ciertas construcciones en la costa para impedir la pérdida de material, junto con el fomento de la sedimentación natural y el relleno para

	como en el ejemplo, de no elevarse el nivel del mar lo esperado, siguen siendo medidas que tendrán un periodo de vida útil más largo, en otras palabras, sus características las hace adaptables a los eventos que en realidad puedan ocurrir. Se tendrían en cuenta los diferentes escenarios evaluados para el crecimiento del nivel mar y otras consecuencias del cambio climático, y con base en estas proyecciones, se medirían los proyectos viables.		ayudar al crecimiento de la marisma. Pese a que la formación de diques es
Variables económicas			
Participación de Stake-Holders	Para completar el círculo de la reserva de la biósfera, es necesaria también una sinergia de intereses, por un lado los humanos, para asegurar el desarrollo de las poblaciones que	Lograr un proceso que articule tanto el cuidado de los ecosistemas costeros, como el desarrollo urbano, en vez de confrontarlos como se realizaba hace tan solo un par de décadas, implica un reordenamiento en la concepción del cuidado y el manejo en la reserva [17], [33].	La Comunicación entre Stake-Holders, formación y educación tanto de habitantes como de visitantes, y la planeación de proyectos a desempeñar se deben tener en cuenta como pilares para el desarrollo en esta reserva [17], [33].

	ya se encuentran asentadas y llevan a cabo prácticas sostenibles, como ganadería, o promoción de turismo, entre otras, junto con otros Stake-Holders con capacidad de acción. Esto mezclado con la integridad de las marismas, que requieren de una serie de actividades (o cese de estas) para su conservación.		
Variables Ambientales			
Tasa de sedimentación	Para el ecosistema de Marisma, la variable central, y a la que muchos de los problemas se reducen, es la Tasa de sedimentación y déficit que esta pueda presentar debido al acelerado incremento en el nivel del mar. Es importante conocer en qué punto se empezaría a presentar una falla en la relación	El gran inconveniente para llegar a una regulación adecuada es la falta de un modelo que simule el comportamiento de diferentes parámetros y de cuenta de la evolución de la marisma ante el incremento del nivel del mar, este modelo (Wattenmeer-model) no existe en la actualidad, y la calidad de los datos actuales no es suficiente para poder desarrollarlo. El modelo también podría indicar la variación en parámetros como acidez y temperatura, sin embargo no se cuenta con mediciones de esta última variable	Para fomentar la sedimentación es necesario el cuidado de ecosistemas como las praderas de sal, un suministro importante de sedimentos y vegetación para toda la marisma, en las que se podrían implantar ciertas construcciones. Junto a esto está el asegurar la formación de las dunas, que funcionan como trampas de arena, pero respetando el ecosistema y actuando solamente en lugares que peligran, dejando aquellos resistentes intactos, para evitar posibles deterioros por alteraciones innecesarias [41]. Aparte de esto, el desarrollo del

	aumento del nivel del mar-crecimiento de las marismas, para poder mantener controlado dicho déficit en los valores más bajos posibles. Está claro que se requiere devolver (y hasta incrementar) a las marismas su capacidad de crecer con el mar, es decir, contribuir a su gran potencial de sedimentación [13]. Para ellos es entonces prioritario tener un control de la medición de la sedimentación en las marismas, y lograr manejar esta tasa, como se está proyectando en las marismas de Países Bajos.	[17].	modelo que logre simular la dinámica de los sedimentos es fundamental para lograr llevar un control sobre la eficiencia de las medidas tomadas y poder tomar decisiones al respecto.
Nivel del mar	El innegable alza del nivel del mar es uno de los asuntos que va ligado a todo el proceso de adaptación de las marismas, en lo que se ha denominado el proyecto “Crecer con el	El ascenso del nivel del mar es uno de los eventos que más problemas simboliza para el equilibrio del planeta, no solo por los efectos que tendría directamente sobre las poblaciones costeras en todo el globo, sino por la alteración que este simboliza para los ecosistemas marinos, costeros y hasta los más alejados del mar, a los que	El cese en la emisión de gases efecto invernadero a través del uso de combustibles fósiles no impedirá el ascenso del nivel del mar, pero si lo limitará [22]. La construcción de diques también contribuiría ante el aumento del nivel

	mar" (Wachsen mit dem Meer) Esta variable involucra en su medición la magnitud del incremento así como su velocidad.	también alcanzarían los efectos de estos eventos, que en el peor de los escenarios, podrían llevar a un incremento de más de un metro en todo el globo [50].	del mar [17], [22].
Introducción de especies	Causada principalmente por procesos naturales, esta variable se mediría con la cantidad de especies que migran a la reserva, junto con una evaluación cualitativa de su impacto.	La migración de especies es una amenaza constante, se sabe también por la literatura encontrada de los problemas específicos asociados a la migración natural en las marismas por especies en dirección sur-norte debido a factores como la disminución de días de heladas y al calentamiento general en el ecosistema, entre otros; dichos problemas se vinculan en primera instancia con el cambio en las especies predominantes.	Censos de las poblaciones podrían resultar en una contribución a la identificación de especies no propias de la reserva, y, según la especie y su nivel de peligrosidad, se tomarían medidas para controlarlas. Por el lado de la prevención, el cese de actividades que contribuyan al calentamiento global para evitar los desplazamientos, aunque esta sea una medida de largo plazo.
Procesos de recuperación	El promover los procesos de recuperación es otra variable de gran importancia, ya que evitando la intervención humana se permite que el ecosistema se cure a sí mismo, y se prepare ante los cambios que están ocurriendo y que ocurrirán.	El principal problema que hay al respecto es la comprensión de las dinámicas ambientales por lo menos al punto mínimo necesario para frenar la acción humana [33].	De la mano de los parámetros físicos, también se requeriría de un monitoreo de especies de aves y peces principalmente, que ayuden a la comprensión de procesos que afectan el empolle o desove, la mudanza y migración [17].

	Dada la complejidad de los sistemas y procesos presentes en cualquier ecosistema, esta variable se mediría más en la evaluación de la calidad de estos y en la productividad evidenciada en los ecosistemas, al desarrollar adecuadamente sus funciones.		
Regulación hídrica	Medida con la cantidad de agua entrante y saliente del ecosistema, esta variable está asociada a los procesos del ciclo hidrológico en todo el globo y se ve afectada al cambiar los movimientos de energía que tiene algún impacto sobre este.	El incremento de tormentas y de la marea, así como el cambio en las corrientes de los ríos traería un desbalance en el movimiento de material y de nutrientes, así como un posible cambio en ciertas áreas y sus usos para el ser humano y para especies sea por inundaciones u otro efecto.	Ayudar a controlar la evacuación del exceso de agua después de las tormentas, o hasta el ingreso de estas a ciertas zonas de las marismas es vital para mantener el balance. El uso de diques por ejemplo ayudaría a preservar el ecosistema.
Extracción y relleno de material sedimentable	Esta variable atiende a la posible necesidad de buscar un lugar del cual extraer material para introducirlo en las Marismas de la reserva a manera de relleno , en lo posible de las costas del mar del norte	Aún no existen los estudios que den a conocer la cantidad de material requerido (preferiblemente del mar del norte), su procedencia y que su extracción no signifique el deterioro en otra zona [17].	Como se ha venido mencionando, de no poder reducir el déficit de en la tasa de crecimiento de las marismas, se considera como primera opción conseguir fuentes externas de sedimentos, que no pudieran llegar de forma natural, y que se encuentren a poca distancia para reducir costos [17],

	o sus cercanías. Se mediría por la cantidad de material transportado requerido y el impacto que este pueda tener en ambos ecosistemas, tanto el donador como el receptor.		[33]. Uno de los métodos pensados para que este sea añadido, requiere conocer un punto clave en el ecosistema donde las corrientes se encargarían de dispersar el material [17]. El uso de sedimentos resulta además ser más ecológico que otras soluciones más técnicas llevadas a cabo en el pasado como construcciones en la costa que impidan el lavado de sedimentos por acción de las corrientes, un gran problema considerando la gran dinámica de estas en las costas del mar del norte; Islas como Sylt se ven desde hace algunos años en la necesidad de reponer una parte de la costa que es desplazada por el mar [17].
--	---	--	--

7.3.3 Comparación de Variables

Tabla 3. Comparación por estudio o no de Variables entre Seaflower y Wattenmeer.

Variables	Seaflower	Wattenmeer
Densidad poblacional	x	
Procesos culturales	x	
Desarrollo de estudios y proyectos ambientales de conservación.	x	x
Compendio de información relevante		x
Acciones ambientales remediabiles		x
Pesca	x	
Turismo	x	
Crecimiento económico y participación de Stake-Holders	x	x
Contaminación por residuos y actividades de extracción	x	
Temperatura	x	

del agua		
Acidificación del agua	x	
Nivel del mar	x	x
Introducción de especies	x	x
Productividad de ecosistemas y procesos de recuperación	x	x
Erosión de costas	x	
Regulación hídrica	x	x
Tasa de sedimentación		x
Extracción y relleno de material sedimentable		x

Tabla 4. Comparación descriptiva de variables entre Wattenmeer y Seaflower

Seaflower	Wattenmeer	Comparación
Densidad poblacional	N/A*	La alta densidad poblacional y el descontrol de esta en Seaflower es sin duda uno de los mayores problemas para la estabilidad del ecosistema y un gran tensor que frena el desarrollo de los ecosistemas en las costas, o que cuanta su capacidad de recuperación. En Wattenmeer dicha concentración de población es mucho más baja, y pese a que algunas zonas son cuidadas contra el avance de ecosistemas costeros hacia las

		islas o hacia el continente mismo, la intervención intenta ser reducida. Se puede apreciar también que aquellos espacios donde el ser humano no tiene contacto alguno es donde los ecosistemas como los arrecifes están en mejores condiciones.
Procesos culturales	N/A*	La pérdida paulatina de las prácticas tradicionales en Seaflower, principalmente en la isla de San Andrés, reemplazada por actividades industriales y presencia de diversas empresas incrementa y resalta el desnivel social y económico de la población total en el archipiélago, la ignorancia de las prácticas sostenibles antes llevadas a cabo deteriora el ecosistema haciéndole más vulnerable ante los cambios. En Wattenmeer, las pequeñas islas pobladas y el desarrollo agrícola en las costas van de la mano con el turismo ecológico y el desarrollo costero.
Desarrollo de estudios y proyectos ambientales de conservación.	Innovación con proyectos piloto	En ambos casos se propone la generación de nuevas ideas para solucionar los inconvenientes que a cada reserva le compete. Acá es importante resaltar que en Wattenmeer para la primera mitad de siglo el enfoque es de mitigación en cuanto a la generación de gases efecto invernadero, y solo hasta la segunda mitad de siglo se espera que los cambios en el ambiente empiecen a afectar realmente las marismas. Seaflower tiene que atender ambas medidas de inmediato, pues las próximas variaciones serán ya suficientes para empezar a deteriorar seriamente los ecosistemas marinos y costeros.
N/A*	Compendio de información	En la literatura encontrada, el manejo en la reserva de la biósfera Wattenmeer contempla la comparación con áreas

	relevante	similares de las cuales pueda aprender para la generación de proyectos sostenibles. No se encontró tal interés interinstitucional en los estudios de Seaflower de manera explícita.
N/A*	Acciones ambientales remediables	El desarrollo de estas acciones en la reserva Wattenmeer requiere una aproximación de los eventos posibles mediante el planteamiento de escenarios, proyecciones llevadas también a cabo en Seaflower, pero puede que la diferencia en el tipo de ecosistemas y su fragilidad, y el presupuesto destinado a la investigación, sugiera mayor dificultad para plantear proyectos con tales características.
Pesca	N/A*	La reserva de la biósfera Seaflower, según lo encontrado en la literatura, cuenta con un control funcional de la pesca para evitar la sobrecarga en el recurso pesquero, caso contrario a lo que parece suceder en Seaflower, donde la sobrepesca, pesca ilegal, y hasta la pesca masiva por fuera de la reserva por parte de países vecinos está acabando con dicho recurso.
Turismo	N/A*	El turismo es un factor fuerte en las dos reservas, pero no se tuvo en cuenta para Wattenmeer, ya que es un proyecto cuya sostenibilidad ya está definida y en marcha, y no altera significativamente las condiciones de la marisma. Mientras que el turismo sostenible en Seaflower es un proyecto que aún requiere grandes esfuerzos para completarse, y contribuir a la resiliencia del archipiélago.
Crecimiento económico	Sinergia de intereses	La pobreza no es uno de los problemas con los que se tenga que lidiar en la reserva del mar del norte, pero es de imperante solución para el caribe, donde la desigualdad social es abrumadora, igual que sus consecuencias en el ambiente.

Contaminación por residuos y actividades de extracción	N/A*	No se encontró literatura respecto a problemas ligados a la contaminación por basuras o vertimientos considerables en Wattenmeer, caso contrario a lo que sucede en Seaflower, donde este es otro de los factores que daña los ecosistemas y contribuye al aumento de la vulnerabilidad ante amenazas naturales en todo el archipiélago. Para la reserva de la biósfera Wattenmeer el cese de actividades asociadas a la extracción y el uso de hidrocarburos, y más allá, la promoción del desarrollo de tecnologías limpias en toda la región remplazando el uso de combustibles fósiles en un 100% es un proyecto ya puesto en marcha, mientras que en Seaflower aún se lucha por impedir que multinacionales hagan exploraciones para la extracción de hidrocarburos, tanto dentro como al borde establecido de la reserva.
Temperatura del agua	N/A*	El incremento en la temperatura tiene diferentes efectos, tanto positivos como negativos, según el ecosistema que se analice. Definitivamente para los complejos arrecifales, y especialmente aquellos que ya se encuentran al borde de su umbral de tolerancia, un incremento será devastador. Para las marismas por otro lado, los estudios muestran un umbral mayor de tolerancia ante variaciones en este parámetro.
Acidificación del agua	N/A*	Esto trae consigo un cambio serio en las condiciones del hábitat de las especies de flora y fauna marinas y costeras, para lo cual las fanerógamas marinas se verían en cierto grado beneficiadas, mientras que por su lado, los esqueletos calcáreos de otros animales perderían fuerza. El control en ambos casos es similar, y radica en el cuidado de las zonas que actúan como reservorios de carbono, como

		se encontró en la literatura, gracias la alta tasa de captura de carbono de las praderas marinas debe ponerse especial cuidado en la protección de estos ecosistemas reguladores, presentes en todo el globo.
Nivel del mar	Nivel del mar	Es sin duda alguna uno de los eventos más preocupantes dentro de las consecuencias del cambio climático. Este incremento es irreversible, pero se puede reducir en tanto la contribución al calentamiento global sea fuertemente controlada, un gran desafío para las diferentes naciones en todo el mundo. Pese a ello, países en desarrollo como Colombia se deberán centrar en la mitigación, ya que su contribución de gases efecto invernadero es mínima, pero su recepción de las consecuencias elevada.
Introducción de especies	Introducción de especies	La migración de especies es en ambos casos un tema a tratar, pues las variaciones en la atmósfera de todo el globo serán uno de los factores que más impulsan este traslado desde el punto de vista natural. Se espera que con estos cambios, haya también una variación entre especies dominantes y no dominantes nativas de los biomas, incluyendo el desbalance que traen
Productividad de ecosistemas	Procesos de recuperación	Asegurar el desarrollo de la naturaleza es clave para la protección de las mismas. Como se explica con anterioridad, no se puede esperar que el ser humano logre modelar con baja incertidumbre (la suficiente) la gran complejidad de un ecosistema, menos aún uno altamente diverso como el que se encuentra en las catalogadas reservas de la biósfera. Permitir el desarrollo de estos ecosistemas y la auto-regulación de los mismos es sin lugar a dudas una de las medidas de adaptación más valiosas.

Erosión de costas	N/A*	La erosión costera es de los mayores riesgos a los que se ven enfrentados los ecosistemas ubicados en el límite entre el mar y la tierra. Tanto en Wattenmeer como en Seaflower, esta erosión se percibe con la dinámica de los sedimentos, una dinámica altamente activa cuyo control hace un llamado al desarrollo de propuestas de control, por ejemplo mediante diques que contribuyan a la retención de sedimentos, pero también la promoción de formaciones naturales como dunas de arena, entre otros.
Regulación hídrica	N/A*	El incremento en las tormentas, en su magnitud y frecuencia, está contado entre los eventos a esperar con las variaciones en el ambiente, tanto en el mar del norte como en el caribe, dichas tormentas que pudiesen ser en principio beneficiosas para los hábitats o algunos de ellos, se transformarían en causantes de más deterioro, y junto con el incremento del nivel del mar, tales ecosistemas no podrían actuar como barreras y el impacto en la población humana se incrementaría considerablemente.
N/A*	Tasa de sedimentación	Importante también para los manglares, es el eje central de la adaptación al cambio climático en las marismas, ecosistemas basados en la sedimentación de partículas traídas con las inundaciones esporádicas necesarias para el crecimiento del ecosistema junto con el mar. Para las dos reservas, no se espera que la velocidad de adaptación al crecimiento sea suficiente para llevar el ritmo del incremento en el nivel del mar, al paso al que este evoluciona. De ahí que medidas para contribuir al crecimiento de manera artificial, hasta cierto punto, son o serán necesarias.
N/A*	Extracción y relleno de	Como propuesta para la contribución a la adaptación al cambio climático y el

	material sedimentable	incremento del nivel del mar en las marismas de Wattenmeer, se plantea el traslado de sedimentos y así equilibrar la tasa de sedimentación ya mencionada. Esta solución no se encontró contemplada en la literatura hallada como mecanismo de adaptación para los manglares, que también dependen de la sedimentación para su crecimiento y mecanismo contra el hundimiento.
--	-----------------------	--

*N/A: Estas variables no fueron consideradas en la comparación no debido a que no estén relacionadas con los estudios en la reserva, sino porque su importancia para la atención al cambio climático dado el manejo actual no fue considerado primordial para modificación.

La variación en la prioridad de los dos países ante lo que debe atenderse y la forma de hacerlo permite dar cuenta de algunas diferencias en cuando a la gestión del riesgo. Por un lado por las consecuencias que el cambio climático implica en los ecosistemas de las reservas, distinto en ambos casos y con especiales particularidades, por otro lado, por la misma gestión atribuible a los procesos de la autoridad ambiental competente y a la economía del país.

7.3.4 Escenario a futuro en Seaflower

Se sabe por seguimientos mediante fotos satelitales, que ciertos corales son más resistentes al aumento en la temperatura, y son aquellos que se han encontrado expuestos por periodos de tiempo más prolongados a pequeños incrementos en la temperatura superficial, pero su porción no es la mayoría del arrecife, por lo que los incrementos venideros son de alto riesgo para el total de la reserva.

Es inevitable el acenso del nivel del mar, pero el aceleramiento en el proceso trae consigo sus consecuencias. Los corales también crecen de forma vertical con el mar, pero a una tasa lenta, y no hay una visión positiva frente a la tasa de crecida de los corales, y un proceso lleva a otro, al estar más sumergidos, los corales reciben menos luz por lo que su crecimiento será también más lento. Además, su capacidad de retener las olas también mermará, y los cimientos de las islas se debilitarán al no recibir los sedimentos generados por los pequeños corales [9].

Debido a los cambios en estos factores físico-químicos en los mares, es de esperarse un desplazamiento de especies, ya sea que se encuentren

desorientadas, o que encuentren en las nuevas condiciones del archipiélago la comodidad adecuada para hacer de este su nuevo nicho. De la misma forma, especies en el arrecife se verían desplazadas, sea por la llegada de nuevos depredadores, o por la intolerancia a las variaciones que se puedan presentar, en temperatura, acidez, turbidez, entre otras.

Los complejos arrecifales estarán en un proceso de adaptación, pero muchos de ellos se encuentran ya bajo estrés y debilitados, y con ellos alterada toda la fauna asociada, a esto se sumará el incremento en la frecuencia e intensidad de los Huracanes, que normalmente llegan para alimentar la reserva, la que a su vez sirve como barrera amortiguando su fuerza, pero en un futuro esto cambiaría, ya que el ecosistema debilitado no podrá cumplir su función ni podría tolerar el impacto como lo haría de estar saludable, haciendo de los huracanes más dañinos aún tanto para los arrecifes, destruyendo los corales, como para las comunidades en las islas, que sufrirían impactos más directos.

Las costas presentarán cierto debilitamiento por la erosión si esta no es controlada, igual que los bosques de manglar, en donde la contaminación y sobrepoblación dañarían la capacidad de estos ecosistemas para regenerarse. Estos últimos pueden quedar inundados ante un incremento en el nivel medio del mar.

De incrementarse el ingreso de insumos como el carbono en los ecosistemas de las praderas marinas, estas presentarían un gran crecimiento, pero también se beneficiarían otros organismos como algas, y al proliferar rápidamente empezarían a agotar otros recursos como la luz que ingresa, y lentamente se generaría un proceso de eutrofización.

Los Manglares, como los arrecifes de coral, logran adaptarse a crecimientos del mar sedimentando partículas para formar el suelo, pero quedarían inundados ante la creciente velocidad del alza del nivel de las aguas. Las variaciones en la acidez de las aguas también tendrían sus consecuencias movilizandando especies de poca tolerancia y afectando la capacidad de captura de carbono en algunas plantas.

7.3.5 Escenario a futuro en Wattenmeer

En un escenario poco amigable, se estima un aumento del nivel del mar de hasta 1,2m a finales de siglo, con inundaciones más frecuentes en las pequeñas islas en el litoral. Pese al fortalecimiento en el crecimiento de las marismas debido al incremento en el transporte de sedimentos, las características de estos también cambiarían y no se espera que la marisma sea capaz de seguir creciendo al mismo ritmo, esto sin embargo, aplica en la segunda mitad del presente siglo.

La idea es entonces en esta primera mitad de siglo, permitir una circulación natural sin perturbaciones en las marismas. Este “Hands-off-management” consiste en la no intervención innecesaria, partiendo del hecho de que los estudios realizados en la zona indican cambios tolerables por el ecosistema, en otras palabras, que el incremento del nivel del mar se verá acompañado por un crecimiento en las marismas suficiente para que estas no se ahoguen. Esto es “Dejar a la naturaleza ser naturaleza”. A las causas de esa decisión se añade la considerada incapacidad humana de decidir correctamente sobre procesos altamente complejos asociados al desarrollo de un ecosistema, e intervenir sobre estos suponiendo por ejemplo la formación de una serie de dunas en un lado y no en otro para así justificar la protección de un lado de la cosa [17].

Algunas áreas se verían inundadas sin embargo, y es de esperarse la migración de animales en dirección al norte.

En lo que a la protección de especies de interés internacional se refiere, como es el caso de aves migratorias que usan grandes extensiones de tierra en las marismas como parada en sus viajes, estas posibles inundaciones acabarían con los terrenos que usan, afectando seriamente a dichas especies. Tales áreas han de ser protegidas para salvaguardar uno de los servicios que las marismas prestan, servicios por los que es reconocida como reserva de la biósfera [17].

Si bien es cierto que hay un estimado de las variaciones en los parámetros fisicoquímicos en la naturaleza, como temperatura, acidez, nivel del mar, etc., dichos valores dependen también en gran medida de la geomorfología de la zona, y la reacción que esta puede presentar para resistirse o no ante los cambios.

7.3.6 Análisis de gestión de riesgo climático

El interés en la gestión del riesgo en factor de la vulnerabilidad ante el cambio y la variabilidad climática es disminuir el riesgo de desastre fomentando la prevención y aumentar la adaptación.

Así las cosas, a partir de las variables encontradas se pueden establecer una serie de patrones a futuro para el análisis y la toma de decisiones por parte de stake-holders. Este, junto con un análisis de las capacidades de las instituciones, brindaría un panorama más completo para la gestión del riesgo.

Para ambos casos, identificar si la prioridad es generar acciones de mitigación o adaptación contextualizaría tales proyectos de forma tal que den soluciones más acertadas y aterrizadas ante las problemáticas reales de su contexto. Es decir, si el interés es ayudar a adaptar al ecosistema ante el

incremento acelerado del mar o mitigar las consecuencias de la exposición a mayores temperaturas.

Densidad poblacional

Este resulta ser un factor que está causando problemas en la reserva del Caribe y ha de ser controlado lo más pronto posible. Sin embargo no en el mar del norte, donde la población no genera un impacto negativo en el ambiente. Esto se puede deber a que el control de la densidad y la explotación de recursos en el norte ha sido manejada con más rigor desde hace algunas décadas.

El descontrol poblacional en Seaflower sería un agravante de los problemas causados por el cambio climático, al generar mayor presión sobre los ecosistemas de la reserva, sea por mayor generación de residuos, ocupación de áreas o por estrés debido a la sobrepoblación de visitantes. Ante lo cual las autoridades deben generar un plan que por un lado disminuya esta densidad o logre ubicarla mejor en el archipiélago para llevar el impacto a niveles tolerables, especialmente en la Isla San Andrés donde la mayor población se concentra. Por otro lado, la gestión debería contribuir a la población a prepararse ante los efectos que se espera que tengan lugar en los próximos años. Esto último se vería en la mejora de la infraestructura de las edificaciones y del espacio público, el cese de actividades industriales perjudiciales en las cosas, entre otros.

Procesos culturales

Comunidades locales que desde hace ya tiempo habitan (o en algunos casos habitaban) las regiones, son quienes mejor conocen de las dinámicas de los ecosistemas y cómo adaptarse a estos. Seaflower y Wattenmeer no son excepciones a la regla, y si bien es cierto que los cambios que se están presentando hoy en día no tienen precedentes en la historia humana, una articulación de dichos saberes tradicionales, inherentes a la cultura de quienes allí habitan, con conocimientos científicos de los eventos esperados podría traer soluciones novedosas y más acertadas para mitigar los efectos del cambio climático.

Para ello se esperaría en Seaflower una fuerte reincorporación de los raizales y de su riqueza cultural en actividades como la pesca y el turismo, mediante actividades de bajo impacto.

Proyectos ambientales de conservación

Dadas las características especiales de cada región, la implementación e innovación en tecnologías limpias aportaría grandes beneficios para contrarrestar los daños ambientales hasta ahora generados. Alemania ya se encuentra generando tales proyectos, mientras que en Colombia se

evidencia (según los comentarios de muchos investigadores) una falencia en el acompañamiento a tales procesos para generar nuevas soluciones.

La reserva en Alemania está ya en proceso de convertir toda la energía de la región en energía sostenible entre otros pasos, para convertirse en una región neutral en la producción de gases efecto invernadero en los próximos años, un camino que aún requiere planeación y desarrollo. Esta se suma a las actividades piloto que el archipiélago requiere para incrementar su resiliencia y disminuir así los impactos ante el cambio climático.

Junto al carácter aislado del archipiélago, el avance en tecnologías de menor impacto negativo, en busca de ser también una región neutral, traería no solo beneficios para los ecosistemas al disminuir las cargas que estos soportan sino también una independencia en la generación de energía lo que llevaría a progresos económicos a largo plazo, y así centrarse en otros planes de adaptación.

Compendio de Información relevante

En el mar del norte, más de un país cuenta con un tramo de lo que toda la marisma abarca, y estos en conjunto planean mediante sus conexiones acciones para la conservación, sirviéndose de ejemplo entre sí con los proyectos realizados para procesos de mejora en la adaptación al cambio climático.

El archipiélago por su lado ha visto las consecuencias del problema político en lo que a la definición de fronteras respecta. Las características de esta reserva le hacen también de difícil comparación con ecosistemas aledaños, que no cuentan con los biomas que en el archipiélago se encuentran, en la especial extensión de este.

Se tienen los precedentes de blanqueamientos masivos de coral, y de deforestación intensiva de bosques en los manglares, que son muestra del peligro que afrontan los ecosistemas y la sociedad misma. Estos otorgan cierta información relevante sobre algunos puntos que hay que atender.

Un problema colateral es la discusión generada por las diferencias en los usos de la zona por países que limitan con la reserva en el caribe, como la práctica de actividades altamente perjudiciales en la cercanía al límite de la reserva, ignorando la alta complejidad del mismo y el simple hecho de que los ecosistemas no se rigen por las fronteras que dispone la sociedad.

Para el archipiélago, hay un valor adicional que incrementa la dificultad para su solución y potencia la fuerza del impacto. Se trata del factor de aislamiento a la plataforma continental en que se encuentra la reserva, por lo que el precario manejo de recursos y la mala disposición de los residuos

muchas veces dependiente de la importación y exportación, suman piezas a las necesidades que requieren atención.

Para ello se requiere primero dar una solución real y transparente a los problemas de las fronteras entre países y buscar contextualizar otros proyectos exitosos de conservación en otros países como una base para generar procesos de mejora.

Acciones ambientales remediabiles

A tener en cuenta también, son acciones cuyo efecto no implique desastres, si los eventos para los cuales fueron planteadas no ocurren. El riesgo de no hacerlo es planear actividades que pueden resultar perjudiciales para el ecosistema al o respetar el dinamismo de este, así, estas acciones remediabiles se adaptarían a un gran espectro de circunstancias buscando ser en todas estas beneficiosas en mayor o menor medida.

Un ejemplo de esto ya planteado en Wattenmeer, son los diques para evitar inundaciones por un acelerado nivel del mar, que de ser este menor a lo esperado, seguirían sirviendo por periodos de tiempo más largos. Acciones similares serían ideales en el desarrollo de Seaflower, donde algunos de los cambios venideros y sus efectos aún son inciertos.

Pesca

La pesca es una de las actividades industriales que perjudica a la reserva, y como se ha mencionado, el cuidado del recurso pesquero (altamente ligado a la asignación de las áreas protegidas marinas desde sus inicios), mediante el cumplimiento de las fronteras establecidas, y evitando la sobrepesca garantizaría la estabilidad en el ecosistema.

Existe la posibilidad de que este recurso no pueda seguir dando abasto a la alta demanda que existe por parte de la industria, que de por sí ya ha disminuido la disponibilidad de peces para los pescadores artesanales, quienes han visto con el paso de los años como se ha reducido su productividad en proporciones irrisorias, haciendo que cerca de las costas, donde antes pescaban decenas en poco tiempo, hoy en día consigan después de unas horas apenas un par de peces, y se vean obligados a ir más lejos, mar adentro, para lograr mejorar su productividad.

El avance en el cambio climático podría irremediablemente reducir aún más la disponibilidad de peces y el impacto económico para este sector sería devastador.

Además de eso es necesario mencionar entre las actividades de prevención aquellas dedicadas a la conservación de ciertas especies de peces como el pez loro, que ayuda a la recuperación de los arrecifes mediante el consumo

de las algas que compiten con las larvas de coral por espacio y sofocan a otras especies como las fanerógamas. Evitar su pesca, así como la de otros animales claves permitirá que los diversos ecosistemas se encuentren en mejores condiciones y su resiliencia sea más alta.

Turismo

El turismo es sin duda una de las actividades que más capital genera en estas reservas, pero su descontrol crea un tensor serio en el ambiente que en muchos casos, por su incesante impacto no permite un regeneramiento de los ecosistemas.

En Wattenmeer el control de la población visitante y residente es mayor, por lo que el impacto no es tan grave y el ecosistema logra seguir desenvolviéndose sin mayores obstáculos.

Igual que para la industria pesquera, los daños en el ecosistema ocasionados por variaciones climáticas podría acabar con este sector.

Las empresas que fomentan el turismo y la pesca en Seaflower se ven altamente beneficiadas por los recursos que la reserva ofrece, y sería de esperar una reinversión en la conservación para aumentar la resiliencia ante el cambio climático, y seguir contando con los beneficios generadores de ingresos, lo que lleva a la siguiente variable.

Crecimiento económico y sinergia de intereses

Evitar el análisis aislado de factores tratando a la reserva como un sistema interconectado, e incluir stake-holders para la toma de decisiones, son pilares para articular planes de desarrollo que mejoren las reservas en lugar de deteriorarlas. Para el caso de Seaflower, respondiendo a preguntas como: ¿Están los pescadores integrados en el proceso de conservación y desarrollo sostenible? Y ¿Qué participación están teniendo inversionistas y autoridades ambientales?

Para poder contrarrestar los efectos del cambio climático, es necesario reinvertir en las reservas y en su protección. Esto no incluye sólo las actividades de investigación de los ecosistemas, sino también el factor antrópico que junto a estos se desarrolla, incluyendo los altos índices de desempleo y pobreza.

Si se empieza a generar un cambio en este aspecto, la población estará en mejor disposición de generar y participar activamente en proyectos de adaptación.

Contaminación por residuos y actividades de extracción

Continuando con el cuidado de los ecosistemas para conservar su resiliencia, la producción de material contaminante ajeno al que corresponde sería altamente perjudicial, igual que la alteración por modificaciones de alto impacto como la extracción de material.

La presencia de industrias que perjudiquen el ecosistema no es un problema de gran envergadura en Wattenmeer, como lo es en Seaflower, donde aparte de pesquerías y empresas de turismo, la extracción de hidrocarburos (aunque hasta el momento no ha pasado de propuestas para exploración) se junta para deteriorar los ecosistemas y hacerlos más vulnerables a tensiones externas.

También hay que mencionar el manejo de los residuos, que va de la mano con la reducción de la pobreza, la mejora en la infraestructura, y el control de diversas actividades humanas que impactan al ecosistema. Siendo las reservas un sistema interconectado, para poder atender realmente a la problemática del cambio climático hay que dar control a la estructura antrópica, estos factores influyen en el deterioro de las reservas y pese a la claridad de su impacto, aún es de verse la dificultad por parte de las autoridades competentes para mantener bajo control este problema.

Temperatura y acidez del agua

Hablando ahora de las características físicas del ecosistema, como la temperatura del agua, la acidez de esta, etc., cada tipo de ecosistema (y esto se puede expandir a diferencias entre especies de los mismos ecosistemas) tiene un nivel de resiliencia diferente, que varía no solo por las características de este. Es así que una especie en estado de estrés soportará con menor éxito modificaciones en su ambiente, como lo haría una en mejores condiciones.

Controlar estos parámetros no es una tarea que se pueda llevar a cabo de manera local, directa o inmediata, sino que es una tarea conjunta entre acciones locales e internacionales para mermar las causas que ocasiona estas variaciones descontroladas.

Nivel del mar

El renombrado ascenso del nivel del mar no se puede detener, pero si reducir con el cambio de actividades que contribuyan al calentamiento global. Alemania ya está en ese proceso, y si bien Colombia no es uno de los mayores contribuyentes a los gases de efecto invernadero, acciones locales vinculadas a las globales incrementarían la eficiencia de los proyectos que se lleven a cabo.

El riesgo de las reservas está claro, y es que pese a su capacidad de crecer junto con el mar, lo hacen a una velocidad moderada, mucho menor a la

crecida actual, por ende, de no actuar, se verían inundados, y como se expuso anteriormente, los ecosistemas marinos son de especial importancia para el equilibrio de la vida en el resto de la tierra.

Algunas de las medidas estarían dedicadas más a la prevención para atender las consecuencias aledañas los desastres que pueden ocurrir por eventos como tormentas tropicales más intensas, inundaciones, etc. Reestructurar los sistemas de alerta temprana, atendiendo a las nuevas predicciones, reemplazando aquellas basadas en pronósticos viejos, servirá para poder responder de manera más efectiva a las amenazas.

Introducción de especies

Es de esperarse un cambio en la dominancia de las especies según su tolerancia a las nuevas condiciones, y algunos estudios registraron una buena capacidad de adaptación o menor afectación en especies de las marismas por variaciones en parámetros como la acidez del agua o la temperatura en la superficie. Sin embargo no es el caso de los arrecifes o los manglares, donde ejemplos claros muestran afectaciones serias por la alta sensibilidad de ciertos organismos, o la intrusión de especies que ha causado estragos en el equilibrio del bioma, y permitir tales cambios, sean por desplazamiento natural o no de las especies, podría significar graves pérdidas.

Es entonces tarea de autoridades ambientales aumentar el control de las especies con mejoras en los sistemas de monitoreo existentes, enfocándose en las causas reconocidas que llevan a estas migraciones.

Productividad de ecosistemas y procesos de recuperación

El ecosistema de marisma, como se encontró en la literatura y en los escenarios planteados, podría tener una mayor resiliencia ante el cambio climático por lo menos durante la primera mitad del presente siglo, haciendo de esto en cierta medida prescindible tomar acciones para la recuperación del ecosistema por daños atribuibles por ejemplo al incremento del nivel del mar, por lo que permitir el desarrollo natural es mucho más productivo que la intervención humana, factor que no ocurre en el caso de Seaflower, donde la presencia de la civilización no ha tenido un impacto positivo en los ecosistemas analizados, por lo que acciones de recuperación y restitución son necesarias.

Se teme por ejemplo que escenarios de blanqueamiento masivo de corales puedan ocurrir nuevamente antes de terminada la primera mitad del siglo, este riesgo aumenta cuando los corales se encuentran bajo situaciones de estrés.

Ambas reservas plantean una promoción de procesos naturales en la zona, evitando la actividad humana. Según lo encontrado, en la Reserva de la Biósfera Wattenmmer grandes extensiones de costa se dejan intactas para que la marisma evolucione a su ritmo, y la ya mencionada no intervención contribuye a este proceso; para el caso de Seaflower, abogándose también por permitir la auto-regulación natural, se propone en cambio un cese de actividades humanas o un retroceso en estas para devolverle el espacio a los ecosistemas y que estos puedan regenerarse de manera adecuada.

Erosión de costas

La erosión costera también es un riesgo en ambos casos, ya que las costas mantienen procesos de restauración naturales bastante delicados.

Esta es tomada en cuenta en la reserva del mar del norte junto con la tasa de sedimentación que debe mantenerse, incluye a la pérdida de sedimentos por corrientes, controlable con la construcción de diques de contención.

En Seaflower, para evitar la pérdida de costas, hay que asegurar los procesos de sedimentación en todos los ecosistemas, así como el correcto aporte de estos por parte de los arrecifes. Para esta reserva, los arrecifes juegan un papel importante al aportar los sedimentos que construyen las costas, por lo que la salud en los arrecifes también se verá reflejada en la salud de las costas.

Tasa de sedimentación y extracción de material sedimentable

El foco en la conservación de las marismas se centra en el control de la regulación en la sedimentación, y el modelamiento ambiental para poder evidenciar el comportamiento de esta. Similar puede ocurrir en los manglares, entre cuyos procesos también se encuentra la sedimentación de partículas y de igual forma se ven hoy día amenazados por no poder crear un fondo a la velocidad de crecida del mar.

La solución planteada cuando ya el ecosistema no alcanza a crecer a la misma velocidad en el mar del norte, podría contemplarse en los manglares. Este relleno implicaría varios estudios para analizar la viabilidad de estas medidas en el caribe, y más aún, la ubicación de una zona pertinente de extracción, problema que aún lleva a algunas discusiones en Alemania.

La extracción y relleno de material para contribuir a los manglares en su proceso de crecimiento como se propone en las marismas no es una propuesta que se haya encontrado, quizás pese a la dificultad de conseguir el material que es usado por estos ecosistemas para ser sedimentado.

8. CONCLUSIONES

El proceso de establecimiento de áreas protegidas marinas es relativamente nuevo, y la diferencia de la gestión sobre estas en diferentes países notoria. La reserva de la biósfera Seaflower fue declarada hasta comienzos del presente siglo, y a diferencia de la reserva Wattenmeer, nombrada a comienzos de la última década del pasado siglo, cuenta con relativamente menos tiempo en su gestión, y por el contexto en el que se encuentra, el desarrollo en el archipiélago deja en evidencia los problemas económicos de la nación en desarrollo, nombrando algunos ejemplos, la pobreza, el estado de las construcciones, y la presencia de una industria intrusiva. Para el caso de Alemania, se puede ver mayor fortalecimiento en lo que a la protección ambiental respecta.

Para llevar a cabo progresos en el manejo de la reserva, es importante avanzar en la comprensión de esta como un sistema caótico, que se funda en el entendimiento del caos (de un sistema altamente complejo, con muchos actores y factores como mediadores) y del orden (de todas las capas del sistema) como dos caras de la misma moneda. Comprendiendo esto, se esperaría alcanzar una aproximación más acertada a las dinámicas reales de los ecosistemas en las reservas, donde, como ya se ha mencionado en un par de ocasiones, el ser humano es tan solo una parte integral de estos y debe comportarse como tal.

Los ecosistemas son escenarios variados y dinámicos con procesos altamente complejos ante los cuales el ser humano no puede terminar de generar conclusiones certeras e inequívocas. Al hacer parte de este, el humano debe propender por adaptarse a los cambios del ambiente de la mejor forma, a la vez que procura un avance en la sociedad, y este vínculo es lo que se busca ratificar en las reservas de la biósfera, y es parte de lo que habla el desarrollo sostenible.

Las consecuencias del cambio climático se verán reflejadas tarde o temprano, y acciones de intervención serán para entonces necesarias.

La diferencia de los ecosistemas para atender a estos cambios es variada, unos biomas son más sensibles a alteraciones en el ambiente que otros, y algunos parámetros como la temperatura del agua pueden jugar un rol muy importante en un ecosistema (como los arrecifes), pero no tan preocupante en otros (hablando acá de las marismas).

Sin embargo y pese a las diferencias entre estos, se pueden encontrar similitudes entre algunas de sus funciones o procesos afectados por el cambio climático, y soluciones claras en una reserva pueden servir como punto de partida en otra para gestionar mecanismos de adaptación y mitigación. Entre estas está la posibilidad de los ecosistemas marinos tenidos

en cuenta de crecer de manera autónoma con el nivel del mar, pero a una velocidad específica con poco rango de alteración de forma natural.

De gran importancia en las reservas es reforzar la capacidad de recuperación y restauración de los ecosistemas. Para este punto se pueden encontrar diferentes acciones complementarias, como la reducción de los tensores por causas antrópicas, en el caso de la reserva de la Biósfera Seaflower, esto incluye la alta densidad poblacional, la emisión de residuos, y el turismo no sostenible. Por un lado se encuentran anuncios oficiales por las autoridades de la calidad de los servicios prestados, pero por otro, informes de personas que argumentan el mal estado en que se encuentra el archipiélago. La mitigación de estos tensores contribuiría a que los ecosistemas continúen cumpliendo su función y pueda n por si mismos irse adaptando a las variaciones en el ambiente de forma natural y correcta.

Las variables de manejo encontradas sirven como ejemplo del enfoque que dos países con diferentes modelos de desarrollo en cuanto a adaptación y gestión del riesgo. El control de residuos, por citar un ejemplo, ya es un tema manejado en Alemania, por lo cual no es un problema que requiera especial innovación para su contribución al cambio climático, pero en un contexto donde los residuos dan a parar a los manglares, praderas marinas, costas y arrecifes, planes de gestión se vuelven primordiales para el control de la vulnerabilidad.

La correcta gestión ante el riesgo climático implica desde un inicio generar acuerdos entre autoridades, industria y población civil para que estas contribuyan a la mejora en la calidad del ecosistema. Con el fin de asegurar la salud de los ecosistemas, se pueden proponer actividades locales para concientización, limpieza y cuidado del ambiente, pero sin embargo acciones locales aisladas son de poca transcendencia si no se mezclan estas con acciones regionales, nacionales e internacionales para la mitigación y adaptación.

Ver a los habitantes en la reserva como una parte intrínseca de estos, como parte del sistema natural y no como una especie invasora y turista, contribuye a crear planes sostenibles de manejo, en tanto esto se acompañe con el estudio de adaptación de prácticas humanas a las dinámicas ambientales del contexto en el que se encuentren.

Así, la devolución de sus tierras a las comunidades raizales, se podría sumar a la educación ambiental a todos los habitantes y visitantes, y el aprendizaje de saberes ancestrales de los raizales, para generar procesos que incrementarían la protección y conservación en la reserva

El pago por servicios ambientales, como las subvenciones para los ganaderos en las marismas podría ser un ejemplo de cómo integrar a los

pescadores y otras comunidades en la protección del ecosistema en Seaflower. Antes se respetaba un área para que las especies tuvieran un refugio y en este pudieran aumentar su número para así mantener un equilibrio con la actividad pesquera, pero ya hoy día esta área asignada es insostenible, por lo que el replanteamiento de dichas áreas se hace cada vez más imperante, así como la atención al cumplimiento de las restricciones ya establecidas en las diferentes zonificaciones de la reserva.

Sobre el aumento en la resiliencia, una vez identificadas las especies importantes en los ecosistemas, aquellas de vital importancia para el cuidado del equilibrio, es necesario generar procesos de reconocimiento de estas en la población y fomentar su conservación, así como de su hábitat.

Conservar también los sumideros de carbono como los manglares y las praderas marinas contribuiría a la mitigación del incremento del CO₂ emitido, dichos ecosistemas también están ligados a otros, sirviendo como cuna de un gran número de especies.

Finalmente se esperaría un enfoque en la planificación costera, de manera que de ser necesario, ecosistemas como pantanos, manglares, y hasta las mismas playas puedan retroceder en dirección opuesta al mar debido al incremento en el nivel de este.

Dicha planificación abogaría también por construcciones sostenibles que sean capaces de soportar los impactos de las variaciones en los fenómenos meteorológicos como tormentas, y vayan acorde con las necesidades humanas y las dinámicas ambientales.

En esta planeación es menester añadir el concepto de desarrollo sostenible, y la comprensión del sistema como uno altamente complejo y caótico capaz de auto-regenerarse como el mismo cuerpo humano; acá se da cabida a el estudio a partir de la aceptación de un sistema caórdico, un nuevo concepto que vale la pena considerar para este desarrollo, en donde a partir del caos surge el sistema, y existe también un orden adecuado para regular el balance sin llegar a un exceso que estropee la continua evolución del mismo.

9. RECOMENDACIONES

Colombia cuenta hoy en día con dos reservas de importancia mundial, y ambas están siendo explotadas inescrupulosamente, el cambio en el interés de uso de tierras y el fomento en la educación ambiental podrían lograr un cambio al reconocer la diferencia entre los costos de mitigación y los de restauración y compensación, no solo a nivel económico, sino también social y claramente ambiental.

Muchos de los estudios ya realizados sugieren también mayor participación de autoridades o de Stake-Holders para el apoyo y financiamiento en proyectos de investigación en áreas con poca o ninguna investigación, como la gestión del riesgo en algunos de los cayos de la reserva Seaflower. La destinación de recursos para la Investigación en Colombia aún es muy escasa.

Analizar las capacidades de estos Stake-Holders, de las autoridades, de las comunidades, también ayuda a comprender el alcance que tendría la gestión del riesgo en este aspecto.

El enfoque en el cambio de tecnologías tradicionales a base de combustibles fósiles a tecnologías limpias es importante, ya que dadas las condiciones del presente siglo, y pese a que los aportes de Colombia al calentamiento global por emisión de gases efecto invernadero son bajos, los países en vías de desarrollo no pueden pasar por la etapa que pasaron países ya desarrollados, entendiéndose con ello una era industrial insostenible. Es por eso que abogar por proyectos de desarrollo sostenible innovadores en el caribe debería unirse a la agenda de plan de ordenamiento para atención de desastres. Para esto se podría hablar de un laboratorio de nuevas tecnologías, en donde se consiga satisfacer las necesidades humanas de forma no precaria, sin impedir un desarrollo biótico normal, es decir, vincular al desarrollo humano como parte del sistema natural en la medida de las posibilidades.

No convertir una reserva de la biosfera en poco más que un resort debe ser una bandera de desarrollo, puesto que es un ecosistema con un gran significado biológico y cultural, que debería ser apreciado y protegido ante los eventos que se avecinan por el cambio climático.

El estudio del riesgo por las fallas geológicas y tsunamis no debe dejarse de lado, y ha de contemplarse por la amenaza que representa.

10. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la República de Colombia, «Ecosistemas estratégicos,» [En línea]. Available: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=408:plantilla-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos-10>. [Último acceso: 15 Abril 2016].
- [2] United Nations Environmental Programme - World Conservation Monitoring Center, «UNEP - WCMC,» [En línea]. Available: <http://old.unep-wcmc.org/>. [Último acceso: 29 Septiembre 2015].
- [3] UICN, «UICN,» [En línea]. Available: http://www.iucn.org/about/work/programmes/gpap_home/. [Último acceso: 26 Septiembre 2015].
- [4] UNESCO, «UNESCO,» [En línea]. Available: <http://whc.unesco.org/>. [Último acceso: 26 Septiembre 2015].
- [5] UNESCO, «UNESCO - Ecological Sciences for Sustainable Development,» [En línea]. Available: <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/ecological-sciences/>. [Último acceso: 26 Septiembre 2015].
- [6] Bundesamt für Naturschutz, «BfN,» [En línea]. Available: <http://www.bfn.de/>. [Último acceso: 21 Septiembre 2015].
- [7] Food and Agriculture Organization of the United Nations, «Fisheries and Aquaculture Department,» [En línea]. Available: <http://www.fao.org/fishery>. [Último acceso: 26 Septiembre 2015].
- [8] L. Sonnenschein, «History of Marine Protected Areas: Measurements, Mechanisms & Future Opportunities,» St. Louis.
- [9] CORAL REEF ALLIANCE, «Los arrecifes y el cambio climático global,» 2005.
- [10] rtve, «Las praderas marinas, dos veces más efectivas que los bosques en contra el cambio climático,» 28 Mayo 2012. [En línea]. Available: <http://www.rtve.es/noticias/20120528/praderas-marinas->

dos-veces-mas-efectivas-bosques-lucha-contra-cambio-climatico/531973.shtml. [Último acceso: 19 Febrero 2016].

- [11] I. Nagelkerken, C. M. Roberts, G. v. d. Velde, M. Dorenbosch, M. C. v. Riel, E. C. d. I. Morinière y P. H. Nienhuis, «How important are mangroves and seagrass beds for coral-reef,» *MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES*, vol. 244, p. 299–305, 2002.
- [12] EcuRED, «Pastos Marinos,» EcuRed, [En línea]. Available: http://www.ecured.cu/Pastos_marinos. [Último acceso: 19 Febrero 2016].
- [13] SeaWeb, «Seagrasses and Climate Change,» [En línea]. Available: <http://www.seaweb.org/resources/briefings/seagrass.php>. [Último acceso: 19 Febrero 2016].
- [14] Ambientum, «Praderas marinas, indicadores del deterioro ambiental,» 01 Febrero 2016. [En línea]. Available: <http://www.ambientum.com/boletino/noticias/Praderas-marinas-indicadores-del-deterioro-ambiental.asp>. [Último acceso: 02 Febrero 2016].
- [15] RedManglar Internacional, «Importancia,» 21 Marzo 2012. [En línea]. Available: http://redmanglar.org/sitio/index.php?option=com_content&view=article&id=50&Itemid=2. [Último acceso: 2016 Marzo 02].
- [16] RedManglar Internacional, «¿Qué es el ecosistema de Manglar?,» 21 Marzo 2012. [En línea]. Available: http://redmanglar.org/sitio/index.php?option=com_content&view=article&id=50&Itemid=2. [Último acceso: 2 Marzo 2016].
- [17] Schleswig-Holstein Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, «Strategie für das Wattenmeer 2100,» Schleswig-Holstein, 2015.
- [18] UNFCCC, «UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE,» 1992.
- [19] UNFCCC, «Fact sheet: Climate change science - the status of climate change science today,» 2011.
- [20] «Cambio Climático Global,» [En línea]. Available: <http://cambioclimaticoglobal.com/que-es-el-calentamiento-global>.

[Último acceso: 15 Septiembre 2015].

- [21] M. Creary, «Efectos del Cambio Climático Sobre Los Arrecifes de Coral Y el Medio Marino,» Crónica ONU, 2013. [En línea]. Available: <http://unchronicle.un.org/es/article/efectos-del-cambio-clim-tico-sobre-los-arrecifes-de-coral-y-el-medio-marino/>. [Último acceso: 10 Febrero 2016].
- [22] Potsdam Institut für Klimafolgenforschung, «Meeresspiegelanstieg in Vergangenheit und Zukunft: robuste Abschätzungen für Küstenplaner,» 23 Febrero 2016. [En línea]. Available: https://www.pik-potsdam.de/aktuelles/pressemitteilungen/meeresspiegelanstieg-in-vergangenheit-und-zukunft-robuste-abschaetzungen-fuer-kuestenplaner?set_language=de. [Último acceso: 26 Febrero 2016].
- [23] CORALINA-INVEMAR, «Atlas de la reserva de Biósfera Seaflower,» Publicaciones especiales de INVEMAR #28, Santa Marta, 2012.
- [24] Comisión Colombiana del Océano, «Aportes al conocimiento de la reserva de la biósfera Seaflower,» Bogotá, 2015.
- [25] CORALINA, «Seaflower - Área marina protegida de usos múltiples,» Archipiélado de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.
- [26] A. G. G. J. G. P. J. D. P. A. P. R. A. U. C. Mauricio Chavarro Pinzón, «Amenazas, riesgos, vulnerabilidad y adaptación frente al cambio climático,» Bogotá D.C., 2008.
- [27] UNISDR, «Gestión de Riesgo,» [En línea]. Available: http://www.eird.org/cd/toolkit08/material/proteccion-infraestructura/gestion_de_riesgo_de_amenaza/8_gestion_de_riesgo.pdf. [Último acceso: 28 Febrero 2016].
- [28] Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, «DECLARACIÓN DE LA CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL MEDIO HUMANO,» Estocolmo, 1972.
- [29] Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, «DECLARACIÓN DE RIO SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y EL DESARROLLO,» Río de Janeiro, 1992.
- [30] Convención Marco de las Naciones Unidas, «PROTOCOLO DE KYOTO DE LA CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS

SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO,» Estocolmo, 1998.

- [31] Naciones Unidas, «Naciones Unidas,» [En línea]. Available: <http://www.un.org/es/sustainablefuture/about.shtml>. [Último acceso: 04 Noviembre 2015].
- [32] UNESCO, «UNESCO-Biosphärenreservat Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer und Halligen,» Deutsche UNESCO-Kommission e.V., [En línea]. Available: <http://www.unesco.de/wissenschaft/biosphaerenreservate/deutsche-biosphaerenreservate/wattenmeer-sh.html>. [Último acceso: 25 Febrero 2016].
- [33] WWF, «WWF-Projekte „Wachsen mit dem Meer“ – das Wattenmeer rechtzeitig an den Meerspiegelanstieg anpassen,» Husum, 2015.
- [34] J. F. I. C. S. J. B. Peter J Mumby, Towards Reef Resilience and Sustainable Livelihoods, Exeter, 2014.
- [35] WWF, «Klimaschutz und -anpassung im Wattenmeer,» WWF, 22 Febrero 2016. [En línea]. Available: <http://www.wwf.de/themen-projekte/projektregionen/wattenmeer/klimawandel-im-wattenmeer/>. [Último acceso: 25 Febrero 2016].
- [36] Spektrum, «Wo Salz dem Naturschutz dient,» Spektrum.de, 08 Febrero 2016. [En línea]. Available: <http://www.spektrum.de/news/es-lohnt-sich-wirtschaftlich-und-oekologisch-deiche-zurueck-zu-bauen/1397801>. [Último acceso: 25 Febrero 2016].
- [37] PNUD, «Gestión del Riesgo Climático,» New York, 2010.
- [38] G. Marquéz, «Iniciativa Providencia, Iniciativa Seaflower o Iniciativa Colombia,» *Cuadrenos del Caribe*, vol. 17, nº 1, pp. 79-84, 2014.
- [39] E. L. Gilman, N. J. Ellison, C. Duke y C. Field, «Amenazas para los manglares a partir del cambio climático y las opciones de adaptación: revisión,» ELAW, 2008.
- [40] C. I. Vázquez León y J. L. Fermán Almada, «Evaluación del impacto socioeconómico de la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado en la actividad pesquera ribereña de San Felipe, Baja California, México,» *Scielo México*, vol. 22, nº 47, 2010.

- [4
1] O. Sierra Roza, P. Santos Martínez y A. Acero P., «PROSPECCIÓN ECOLÓGICA DEL MANGLAR Y PRADERAS MARINAS COMO HÁBITATS DE CRÍA PARA PECES ARRECIFALES EN SAN ANDRÉS ISLA, CARIBE INSULAR COLOMBIANO,» Santa Marta, 2012.
- [42] Redacción Vivir, «Turismo amenaza la reserva marina Seaflower,» El Espectador, 13 Junio 2013. [En línea]. Available: <http://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/turismo-amenaza-reserva-marina-seaflower-articulo-427209>. [Último acceso: 27 Febrero 2016].
- [43] C. A. Londoño Piedrahita, «CALENTAMIENTO GLOBAL EN LA RESERVA DE BIOSFERA SEAFLOWER,» 15 Mayo 2015. [En línea]. Available: <http://es.slideshare.net/carloslondono/calentamiento-global-en-la-reserva-de-biosfera-seaflower>. [Último acceso: 02 Marzo 2016].
- [44] G. Wilches-Chaux, «La reducción de la pobreza como estrategia para la adaptación al cambio climático y la adaptación al cambio climático como estrategia para la reducción de la pobreza,» 2008.
- [45] O. Hoegh-Guldberg, «Climate change, coral bleaching and the future of the World's coral reefs,» Sidney, 1999.
- [46] J. Pernetta, R. Leemans, D. Elder y S. Humphrey, «Impacts of Climate Change on Ecosystems and Species: Marine and Coastal Ecosystems,» Gland, 1994.
- [47] IPCC, «INFORME ESPECIAL DEL IPCC IMPACTOS REGIONALES DEL CAMBIO CLIMÁTICO: EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD,» 1997.
- [48] Ecomare, «Seedeiche,» Ecomare, [En línea]. Available: <http://www.ecomare.nl/de/lexicon/mensch-und-umwelt/kuestenschutz-wasserbau/kuestenschutz/daemme-und-deiche/>. [Último acceso: 28 Febrero 2016].
- [49] S. Raubenheimer, «Desing the scenario building process,» de *Climate Change Mitigation in Developing Countries*, Cape Town, 2016.
- [50] M. Mengel, A. Levermann, K. Frieler, A. Robinson, B. Marzeion y R. Winkelmann, «Future sea level rise constrained by observations and

long-term commitment,» Toulouse, 2015.