

**UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL
(UCI)**

**RESTAURACIÓN DE ARRECIFES DE CORAL, COMO OPCIÓN DE
PAGO POR SERVICIOS ECOSISTÉMICOS MARINO COSTEROS**



LARA ANDERSON RANA

**PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
MÁSTER EN LIDERAZGO Y GERENCIA AMBIENTAL.**

San José, Costa Rica

Noviembre, 2025

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL
(UCI)

Este Proyecto Final de Graduación fue aprobado por la Universidad como
Requisito parcial para optar al grado de
Máster en Liderazgo y Gerencia Ambiental.



MSc. Rodrigo Villate Rivera
PROFESOR TUTOR



MSc. Mauricio Méndez Venegas
LECTOR No.1



Mgts. Luis Gerardo Artavia Zamora
LECTOR No.2



Lara Anderson Rana
SUSTENTANTE

DEDICATORIA

A mi hijo quien ha sido mi motivación, ha puesto en mi vida el mayor reto a alcanzar, ¡ser mi mejor versión diaria, para él!

Si, a Tomás a quien quiero mostrar día a día que el camino se construye con esfuerzo, trabajo, dedicación, perseverancia y amor por las cosas.

Con este esfuerzo, quiero mostrarle que el camino es difícil, y que caminar siempre hacia lo correcto nos hace crecer y alcanzar la plenitud con la recompensa de lo aprendido, no sólo en estudiar sino en llegar a la meta.

Quiero dejarle como legado este fruto, pero en especial el esfuerzo vivido para alcanzarlo, el cual pudo ver, sentir y vivir.

Le dedico este trabajo para honrar su futuro y para que perciba lo importante de atesorar el presente.

AGRADECIMIENTOS

A Dios que me da oportunidades de renovarme y crecer día con día.

A mi familia, quienes han asumido mi ausencia como un acto de apoyo en mi proceso de crecimiento.

A Tommy Asberg, quien ha sido un referente en mi vida, en particular en como dirigir los ideales, metas y trabajar sobre ellos de forma persistente.

A la Universidad y quien ha construido una misión que nos enrumba a un mejor país a través de la formación del estudiantado con un enfoque regenerativo innovador.

A todos mis maestros y profesores, quienes han marcado mi camino con sus enseñanzas, algunos han sido verdaderos guías de vida, aún muchos años después de sus clases.

A mis compañeros de esta carrera, por compartir sus experiencias y hacer de esta experiencia un proceso agradable y enriquecedor.

A mi Institución y a quienes la integran, quienes me han dado oportunidades, me han enseñado y han reconocido mi entrega a lo largo del tiempo.

A Andrés Jimenez, quien de manera solidaria me apoyó con su tiempo y conocimientos.

A todos los que me han dado sus buenos deseos para esta etapa de mi vida, ya que me han impulsado hacia adelante con sus intenciones.

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
INDICE DE CONTENIDO	v
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE CUADROS	ix
LISTA DE ABREVIACIONES Y ACRÓNIMOS	x
RESUMEN EJECUTIVO	xii
1. INTRODUCCION.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Problemática	5
1.3. Justificación del Proyecto.....	8
1.4. Objetivo general	12
1.5. Objetivos específicos.....	12
2. MARCO TEORICO	13
2.1. Marco Normativo	13
2.2. Marco Conceptual.....	14
2.3. Marco Institucional.....	17
3. MARCO METODOLOGICO	18
3.1. Fuentes de información	18
3.2. Técnicas de Investigación.....	19
3.3. Método de Investigación	20

4. DESARROLLO.....	21
4.1. Capítulo 1: Caracterización de la restauración de coral	25
4.1.1. Los corales, la restauración y sus actividades	25
4.1.2. Actividades realizadas por los proyectos del país	32
4.1.3. Especies usadas en la restauración	33
4.1.4. Número de personas que participan en los proyectos	38
4.1.5. Monto total invertido por los proyectos	40
4.1.6. Normativa asociada a la autorización de la restauración de arrecifes de corales	43
4.1.7. Uso de protocolos y guías.....	44
4.2. Capítulo 2: Proyectos de restauración de arrecifes de coral	44
4.2.1. Inventario de proyectos	44
4.2.2. Ficha técnica por proyecto activo en el país.....	48
4.2.3. Avances logrados.....	58
4.3. Capítulo 3: Actividades de restauración de arrecifes de coral sujetas a reconocimiento y posibles beneficiarios.....	60
4.3.1. Posibles actividades para el reconocimiento de pago de servicios ecosistémicos marinos (PSEM)	64
4.3.2. Beneficiarios.....	66
4.4. Capítulo 4: Requisitos, obligaciones y tipos de reconocimiento.....	69
4.4.1. Requisitos y obligaciones	69
4.4.1.1. Requisitos Legales Institucionales	70
4.4.1.2. Requisitos Técnicos y operativos	71
4.4.2. Obligaciones de las organizaciones participantes	71

4.4.2.1. Obligaciones Técnicas.....	71
4.4.2.2. Obligaciones Operativas.....	73
4.4.3. Tipos de reconocimientos.....	73
4.4.3.1. Propuesta de reconocimiento económico y montos para la restauración de arrecifes de coral.....	73
4.4.3.2. Montos a reconocer	76
4.4.3.3. Esquema ampliado de Propuesta de reconocimiento a beneficiarios del PSEMC en restauración de arrecifes de coral	79
4.4.3.4. Incentivos económicos	80
4.4.3.5 Incentivos de fomento	81
4.5. Capítulo 5: Indicadores de éxito.....	83
5. CONCLUSIONES.....	89
6. RECOMENDACIONES	91
7. BIBLIOGRAFIA	94
8. ANEXOS	100
Anexo 1: Acta del proyecto final de graduación	100
Anexo 2: Formato de entrevista dirigida a cada proyecto	104
Anexo 3: Estructura Propuesta del PLAN DE RESTAURACIÓN DE ARRECIFES CORALINOS	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. a) Plataforma con galletas b) Galletas con fragmentos de coral c) Colocación de fragmentos en árboles d) Estructuras Árbol.	26
Figura 2. a) Técnica de fusión de coral con fragmentos. b) Corte o fragmentación c) Colocación de fragmentos en galletas de yeso (Conservación Marina de CR en Quepos. ..	27
Figura 3. a) Vivero Araña Playa Blanca b) Vivero Araña Punta Ocotol.	27
Figura 4. a) Tendedero Corales de Paz (Colombia), b) y c) Tendedero Cahuita (Raising Coral, Caribe).	28
Figura 5. a) c) Fragmentación de colonias donantes b) Aprovechamiento corales de oportunidad.	29
Figura 6. a) Limpieza de tendederos b) Limpieza de arañas con cepillo de hierro.	29
Figura 7. Crecimiento en araña, en Manzanillo (Raising Coral Caribe).	30
Figura 8. a) Monitoreo con fotografías, Culebra Reef Gardens b) Monitoreo, B.Culebra...	31
Figura 9. a) Trasplante directo, Roatan b) Monitoreo de Trasplantes, B.Culebra.....	31
Figura 10. <i>Pocillopora spp.</i>	34
Figura 11. <i>Pavona varians</i> , <i>Pavona Clavus</i> y <i>Pavona Gigante</i>	35
Figura 12. <i>Porites spp.</i> y <i>Porites lobata</i>	35
Figura 13. <i>Psammocora spp</i> y <i>Psammocora Stellata</i>	36
Figura 14. <i>Acropora palmata</i> y <i>Acropora cervicornis</i>	37
Figura 15. Frecuencia de especies usadas por proyecto.	37
Figura 16. Proyectos de Restauración en CR.	47
Figura 17. Resumen gráfico, Procedimiento para la implementación del PSEMC.....	87

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Actividades realizadas por los proyectos.....	33
Cuadro 2. Personas que trabajan en los Proyectos.	40
Cuadro 3. Fondos Invertidos por los Proyectos.....	42
Cuadro 4. Normativa relacionada con la restauración de corales.....	43
Cuadro 5. Proyectos Restauración de Arrecifes de Coral y logros.	59
Cuadro 6. Opinión sobre Actividades sujetas a reconocimiento de PSEM.....	61
Cuadro 7. Número de días jardineros y días de trabajo por mes.	64
Cuadro 8. Datos de Beneficiarios dado por las Organizaciones.....	68
Cuadro 9. Monto requerido para jardineros adicionales por mes y año.	76
Cuadro 10. Personal activo, posibles Beneficiarios y montos.....	77
Cuadro 11. Tipo de Reconocimiento, Propuesta Ampliada.	80
Cuadro 12. Indicadores de Éxito.	84
Cuadro 13. Indicadores Monitoreo Verificadores.	85
Cuadro 14. Sistema de Reporte de ODS.....	86

LISTA DE ABREVIACIONES Y ACRÓNIMOS

ACT: Área de Conservación Tempisque

BIOFIN: Iniciativa de Financiamiento para la Biodiversidad (Biodiversity Finance Initiative)

CCSS: Caja Costarricense de Seguro Social

FUNBAM: Fundación Banco Ambiental

FONAFIFO: Fondo Nacional de Financiamiento Forestal

GEF: Fondo para el Medio Ambiente Mundial (Global Environment Facility)

GIZ: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (Cooperación Alemana para el Desarrollo)

ICT: Instituto Costarricense de Turismo

INA: Instituto Nacional de Aprendizaje

INCOPECA: Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura

IUCN / UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (International Union for Conservation of Nature)

MAR Fund: Fondo para el Arrecife Mesoamericano (Mesoamerican Reef Fund)

MINAE: Ministerio del Ambiente y Energía

MRV: Mecanismo de Medición, Reporte y Verificación

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible

PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

PRONAMEC: Programa Nacional de Monitoreo Ecológico de Comunidades Coralinas

PSA: Pago por Servicios Ambientales

PSE: Pago por Servicios Ecosistémicos

PSEMC: Pago por Servicios Ecosistémicos Marino Costeros

SERI: Society for Ecological Restoration International

SETENA: Secretaría Técnica Nacional Ambiental

SINAC: Sistema Nacional de Áreas de Conservación

TFG: Trabajo Final de Graduación

UCI: Universidad para la Cooperación Internacional

UNED: Universidad Estatal a Distancia

UCR: Universidad de Costa Rica

RESUMEN EJECUTIVO

El Pago de Servicios Ambientales terrestres, ha sido una herramienta exitosa para estimular la reforestación y la conservación desde los años noventa. El país cuenta actualmente con una gran cobertura forestal, gracias a las Áreas Silvestres Protegidas y a este esquema de mecanismo financiero.

El Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE), ha dado un gran paso visionario, generando la normativa y guías para un modelo de Pago de Servicios Ecosistémicos Marino Costeros (PSEMC). Se tiene como base, de un Pilotaje dirigido al Manglar (Moluscos), con fondos provenientes del premio Earthshot prize del 2021. Sin embargo, ya se cuenta con los instrumentos para ejecutarlo a nivel nacional. El segundo paso está dirigido a Pesca Artesanal Sostenible. Se cuenta también con el presupuesto ordinario para la ejecución de este modelo, lo que deja al país, a las puertas de desarrollar nuevos esquemas de reconocimiento dirigido a otros ecosistemas, como un incentivo para la conservación.

En las últimas décadas los arrecifes coralinos, han sido gravemente afectados nivel mundial y Costa Rica no ha sido la excepción. En respuesta a esta problemática, han surgido múltiples iniciativas técnicas de restauración y proyectos de restauración de arrecifes coralinos que buscan fortalecer la resiliencia de los corales y asegurar la continuidad de los servicios ecosistémicos que brindan a las comunidades costeras.

De esta manera, el presente trabajo plantea una propuesta de un nuevo incentivo que apoye y fortalezca los esfuerzos nacionales de restauración de arrecifes de coral, mediante un diseño de un mecanismo financiero basado en el Pago por Servicios Ecosistémicos Marino Costeros, (PSEM). Para alcanzar este propósito, la investigación se orienta a comprender la naturaleza de las actividades de restauración, identificar a los actores involucrados, definir las acciones susceptibles de reconocimiento dentro del PSEMC y establecer los requisitos, obligaciones y tipos de reconocimiento necesarios para su adecuada implementación. Asimismo, se propone identificar indicadores de éxito que permitan orientar un sistema efectivo de reporte, monitoreo y verificación.

La metodología de investigación usada fue el enfoque de la investigación mixta, combinando el método cualitativo y cuantitativo; las técnicas de investigación se basaron en revisión documental, comunicación personal y en particular entrevistas semiestructuradas. El tipo de investigación es aplicada, dado que será una propuesta para el MINAE.

El desarrollo de estos contenidos dio como resultado la sistematización de los 10 Proyectos de Restauración de Corales del país, generando un mapa nacional de proyectos e información valiosa resumida en una ficha técnica por proyecto con detalles como el mapa con coordenadas y su ubicación, la suma de sus esfuerzos con datos de número de fragmentos puestos en viveros y cuantos trasplantes llevados al arrecife y su éxito, los actores principales de los proyectos donde destacan Organizaciones sin fines de lucro, Academia, Instituciones, voluntarios y los colaboradores como las empresas locales, entre otros datos.

Se nombraron y describieron las 9 especies de coral, usadas prioritariamente y se caracterizó la gestión de restauración, con las actividades realizadas con base a un Protocolo Nacional. Se generó el detalle del número de personas que participa en cada uno de los proyectos, identificando 237 personas que participan en este esfuerzo de restauración. También se determinó el monto total invertido en cada uno de los proyectos y el total que alcanza hasta ₡ 345 576 800 de colones por año, aunque se aprecia que no se precisa adecuadamente la contrapartida, es un monto considerable como aporte a la conservación de este ecosistema.

Este proyecto identificó la normativa asociada a la actividad, así como los avances logrados a lo largo del tiempo por los proyectos, donde la cantidad de fragmentos en los viveros a lo largo del tiempo alcanza los 52.795, la cantidad de estructuras en arrecife 958, los trasplantes directos al arrecife son de 9.255 colonias y el porcentaje de éxito entre un 60 y un 90%.

Entre los principales resultados de esta propuesta fue el generar el contenido de las condiciones habilitantes necesarias para instaurar un nuevo esquema de incentivos orientado a la protección y restauración de arrecifes coralinos. Entre estas condiciones se identificaron los perfiles de las personas beneficiarias, las principales actividades de restauración que podrían ser reconocidas y los requisitos y obligaciones que deben asumir tanto las organizaciones como quienes ejecutan las labores técnicas. Asimismo, se plantearon lineamientos generales sobre los tipos de reconocimiento que podrían otorgarse y se propuso un mecanismo básico para el monitoreo, reporte y verificación, con el fin de garantizar la transparencia y efectividad del esquema.

Entre las principales conclusiones de este trabajo, se tiene que, la restauración de arrecifes de coral es una oportunidad real para el MINAE, de desarrollar un mecanismo financiero innovador para la conservación y promoción e incentivo de la participación ciudadana.

Esta propuesta de un Pago de Servicios Ecosistémicos va más allá de una propuesta académica, pretende que sea aplicada para integrar el valor económico, social y ambiental, de una actividad ya existente y exitosa, cerrando el ciclo de recursos y conocimiento que caracteriza tanto a la economía circular como al desarrollo regenerativo.

1. INTRODUCCION

1.1. Antecedentes

En Costa Rica, el esquema de incentivos para la protección de ecosistemas se remonta a la Ley Forestal N.º 4465 de 1969, que permitió fomentar la reforestación mediante beneficios a los propietarios.

A lo largo de las décadas, este marco evolucionó, incorporando nuevas modalidades como los Certificados de Abono Forestal (CAF) en 1986, hasta llegar en 1996 a la actual Ley Forestal N.º 7575, que introdujo el concepto formal de Pago por Servicios Ambientales (PSA) y creó el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) como ente ejecutor.

Recientemente el país marcó la ruta de innovación en el Pago de Servicios Ambientales Marinos en el ecosistema de manglar directamente con usuarios de moluscos. El 6 de diciembre del 2024 se firmaron los primeros 6 contratos con Asociaciones de molusqueros.

Este esquema fue diseñado como un Proyecto Piloto, producto de que el país ganó el premio internacional “Earthshot Prize”, dado por el Principado de Gales en el 2021, se premió precisamente el modelo de PSA Nacional Terrestre y el Sistema de protección de Áreas Protegidas.

Con estos fondos el MINAE construyó un pilotaje desde finales del 2023 y para mediados del 2024, se tenía el modelo como propuesta de implementación. Para el segundo semestre

de ese año se logró establecer la normativa, con el Decreto Ejecutivo N°44558-MINAE que daría las bases legales y formalizó un convenio marco entre varias Instituciones para la ejecución del Manual de Operativo también desarrollado, el cual detalla las obligaciones y compromisos del beneficiario, así como las condiciones habilitantes o requisitos para participar del PSA.

Con estos insumos a finales del 2024, se firmaron contratos anuales con grupos molusqueros que se comprometerían a llevar a cabo 4 grandes actividades sujetas al reconocimiento económico, estas actividades son:

- control y vigilancia,
- monitoreo ecológico del manglar y de moluscos,
- viveros de moluscos y
- aprovechamiento sostenible.

El reconocimiento se definió en \$224 mensuales, pagados por medio de las asociaciones y donde estas pueden retener un 6.16% para gastos administrativos del proyecto.

De forma paralela en el 2024 se aprobaron en la Asamblea legislativa dos leyes para el Incentivo o Pago de Servicios Ecosistémicos Marinos. Fueron la Ley N°. 10.507 y N°. 10.533, la primera se reglamentó en agosto del 2025 y será la normativa para utilizar en los próximos PSA Marinos.

Además del PSA en ejecución, el MINAE tiene previsto escalar a nivel nacional el Piloto, ampliando el rango del Esquema de Manglar-Moluscos a todo el Pacífico bajo el nombre de Pago de Servicios Ecosistémicos Marinos Costeros (PSEMC).

La normativa vigente mencionada, abre la opción del reconocimiento económico a otras actividades, como por ejemplo un PSA en la Pesca Artesanal el cual ya se está estructurando en el MINAE.

Las líneas que eventualmente tendrían retribución económica podrían ser: actividades de restauración y conservación de manglares, pastos marinos y arrecifes de coral. También podrían ser acciones como conservación de tortugas marinas, recuperación de residuos, recolección de artes de pesca, y otras de acuerdo con la Ley citada.

La idea de esta investigación surge de procurar hacer de este trabajo, un insumo para objetivos operativos institucionales del MINAE, y entregar un esquema ya desarrollado sujeto a validación y uso como un PSEM.

La principal motivación de esta propuesta es la importancia de intervenir en un ecosistema en un estado crítico, y con una alta dependencia socioeconómica del recurso. Según la International Coral Reef Initiative (2021), los corales benefician a más de 1 billón de personas, generan seguridad alimentaria a más de 500 millones de personas.

Los Arrecifes de Coral proveen empleos directos, como la pesca y turismo, protege las costas de la erosión y del fuerte oleaje y en especial los corales, son sumideros de carbono. Para Costa Rica, con 970 km² de arrecifes, podrían estar valorados en hasta 582 millones de dólares, según la Interamerican Association for Environmental Defense (AIDA, 2012).

Los esfuerzos de restauración de arrecife de corales se han dado especialmente como parte de proyectos de la academia, de organizaciones, instituciones y empresarios turísticos con objetivos de recuperar el ecosistema conociendo la dependencia de la actividad turística con la salud de los ecosistemas.

La restauración de arrecifes de coral es una práctica activa en el país, se está desarrollando en 10 sitios, con diferentes grupos interesados en llevarlo adelante. Entre ellos, academia, empresa privada, asociaciones y organizaciones no gubernamentales.

Estas acciones además de permitir la regeneración de los ecosistemas marinos protegen las zonas costeras y estabilizan la cadena alimenticia. Además, la salud de los arrecifes coralinos está fuertemente vinculada a diferentes actividades socioeconómicas como el turismo y la pesca; lo que da una mayor importancia socioeconómica a llevar adelante estas actividades.

Por otra parte, el pago de servicios ecosistémicos es una política pública y se visualizarán pronto en las entidades involucradas: MINAE (FONAFIFO-MINAE-SINAC) e INCOPESCA, varias opciones de actividades a reconocer, donde la restauración de arrecifes de coral daría un apoyo económico y motivacional a los diferentes actores.

1.2. Problemática

La situación actual de los arrecifes de coral es crítica a nivel mundial. Aunque existen esfuerzos como la creación de áreas marinas protegidas y regulaciones para controlar las actividades humanas, los arrecifes continúan deteriorándose rápidamente.

El cambio climático, es uno de los principales factores que ha generado un aumento sostenido en la temperatura de los océanos y alteraciones en la química marina, como la acidificación del agua debido a la acumulación de dióxido de carbono (CO₂).

Estos fenómenos provocan el blanqueamiento coralino, un proceso por el cual los corales expulsan las microalgas simbióticas llamadas zooxantelas, que les proporcionan energía, lo que conlleva a su debilitamiento y eventual muerte. En las últimas décadas se han registrado eventos masivos de blanqueamiento a escala global, con tasas de mortalidad de hasta un 90 % en algunos sitios (Spady, 2025).

La contaminación marina, es otro factor que podemos señalar como parte de la problemática determinante, tanto de origen terrestre como marino. El vertido de aguas residuales, productos químicos agrícolas e industriales, así como la escorrentía urbana, introduce en el mar nutrientes y sustancias tóxicas que alteran el equilibrio ecológico del arrecife.

A esto se suma la creciente acumulación de plásticos, los cuales no solo afectan físicamente a los organismos marinos, sino que también liberan compuestos que pueden alterar procesos biológicos clave en los corales. Se estima que en los arrecifes del sudeste asiático hay más

de 11 mil millones de fragmentos de plástico, lo cual podría incrementar las tasas de enfermedad coralina del 4 % al 89 % (Phaksopa et al., 2025).

La sobre pesca y la pesca no sostenible, especialmente la que se da con artes destructivas o el uso de explosivos y venenos, impacta directamente sobre los hábitats coralinos, fragmentando su estructura y reduciendo la biodiversidad asociada en cualquier ecosistema. También, la sobreexplotación de especies herbívoras clave, como peces loro y cirujano, interrumpe el control natural de algas, lo que favorece su proliferación en detrimento de los corales (McAllister, 2025).

Otra amenaza latente es el desarrollo costero sin planificación y el inadecuado manejo de cuencas, lo que genera depósitos y contaminantes que afectan la calidad del agua en las costas. Estos sedimentos pueden cubrir los corales, bloquear la luz solar necesaria para la fotosíntesis y dificultar la fijación de nuevos reclutas coralinos, causando el blanqueamiento de este ecosistema (UICN, 2024).

Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza UICN (2024), más del 40% de las especies de coral enfrentan riesgo de extinción debido a diversas amenazas ambientales. La pérdida de los arrecifes de coral no solo representa un colapso ecológico, sino también socio económico, al reducirse la prestación de los servicios ecosistémicos que estos generan, ya que afecta gravemente a las comunidades costeras que dependen de ellos para su subsistencia, ya sea por la pesca, el turismo o la protección costera que estos ecosistemas brindan.

Los corales son un recurso valioso con beneficios inestimables para el hombre y las especies marinas. Alberga más del 25% de toda la vida marina y es un hábitat de reproducción, cría, protección y alimento y viveros de poblaciones. Los corales son las especies fundacionales que proporcionan la estructura del arrecife y crea redes alimentarias importantes, son ricos en relaciones simbióticas entre especies, albergando aproximadamente 4000 especies de peces (International Coral Reef Initiative, 2025).

Alvarado, Evans, Kleypas, Marín-Moraga y Méndez-Venegas (2025) destacan: “Los arrecifes de coral en Costa Rica han enfrentado una degradación severa debido al cambio climático, la sobrepesca y la contaminación. Sin embargo, después de diez años de esfuerzos de restauración coordinados, que incluyen la jardinería de corales y las iniciativas comunitarias, existe evidencia tangible de que los arrecifes pueden recuperar su resiliencia y proveer servicios ecosistémicos que sostienen los medios de vida costeros” (traducción propia).

Frente a esta situación crítica, se vuelve indispensable no solo fortalecer las medidas de conservación, sino también promover acciones de restauración activa y mecanismos financieros, que puedan revertir el deterioro. En este contexto, la restauración de corales es una estrategia prometedora que, mediante mecanismos como los Pagos por Servicios Ecosistémicos Marino Costeros (PSEMC), podría recibir respaldo y reconocimiento institucional, técnico y financiero. Esta propuesta impulsaría la opción de establecer un

mecanismo de incentivo monetario que promueva la restauración bajo el esquema de PSEMC.

1.3. Justificación del Proyecto

La degradación de los ecosistemas de arrecifes de coral avanza a pasos alarmantes a nivel mundial, y Costa Rica refleja esta tendencia, con porcentajes de blanqueamiento similares a los registrados en los grandes arrecifes del planeta (Reimer, 2024). Frente a este panorama, la restauración coralina surge como una alternativa innovadora para mejorar el estado de los ecosistemas de arrecifes y como medida de adaptación frente a los efectos del cambio climático.

Tal como señalan (SINAC-GIZ, 2020), esta estrategia participativa representa un horizonte de acción promisorio tanto para la ciencia como para la sociedad y el bienestar humano, y abre la posibilidad de integrar enfoques relegados, como la educación biológica o educación ambiental marina.

En este contexto, la reciente iniciativa del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) para desarrollar nuevos esquemas de Pago por Servicios Ecosistémicos Marinos Costeros (PSECM) y con el nuevo Marco Legal, en el país, se plantea una valiosa oportunidad para estructurar también, además del PSA Moluscos, un modelo que reconozca económicamente la actividad de restauración de arrecifes de corales.

Este tipo de restauración, ya se implementa en varias regiones del país, bajo la normativa del Decreto Ejecutivo N°41774-MINAE: Promoción de iniciativas de restauración y conservación para la recuperación de los ecosistemas coralinos, (2019), donde en su Artículo 12 establece, la opción del cultivo de corales para la restauración y donde el SINAC promoverá la investigación y rehabilitación de los ecosistemas de coral mediante acciones tendientes a la conservación y restauración tanto in situ como ex situ (cultivo de corales, entre otros), considerando al manejo activo como una herramienta a seguir.

El SINAC asumió el liderazgo en establecer el Protocolo de Restauración de Arrecifes y Comunidades Coralinas, y procedimientos específicos para el diseño, instalación, monitoreo y manejo, desde el 2020 con el apoyo de GIZ. Este Protocolo homogenizó la metodología y construyó las pautas a los diferentes interesados en implementar la actividad, con lo que se obtuvo un documento oficializado para llevar a cabo la actividad, lo que proporciona una base técnica y operativa sólida.

La implementación de un mecanismo financiero dirigido al sector que ejecuta dicho protocolo podría generar beneficios ecológicos significativos, al tiempo que fortalecería las actividades socioeconómicas de las comunidades costeras (SINAC-GIZ, 2020).

Desde una perspectiva financiera, los mecanismos de reconocimiento e incentivo como los PSEM son herramientas clave para canalizar recursos hacia la conservación de la biodiversidad. Según BIOFIN-PNUD (2021), los mecanismos financieros ambientales permiten movilizar recursos mediante estructuras como fideicomisos, bancos de

compensación y esquemas de inversión-pago, fortaleciendo la sostenibilidad de las intervenciones ambientales.

Estos mecanismos no solo diversifican y aumentan posibilidades y fuentes de financiamiento, sino que también internalizan el valor económico del capital natural y generan incentivos para actores locales que desempeñan funciones ecológicas clave.

Dada la ausencia de incentivos a la conservación marina, se vuelve necesario este trabajo como ejemplo de innovación. la creación de un PSEM, orientado a la restauración de los arrecifes coralinos; que compense actividades como la jardinería de corales y el monitoreo participativo, reconociendo su impacto en la regeneración y protección de los ecosistemas marinos.

Este tipo de alternativas evidencia que los mecanismos financieros no solo son funcionales en contextos terrestres, sino que también son adaptables y pertinentes para ambientes marino-costeros, ampliando así el alcance del enfoque de servicios ecosistémicos en el país (BIOFIN–PNUD, 2021).

Un esquema como este, fomentaría el acercamiento entre las instituciones públicas, la academia, la sociedad civil y el sector privado, facilitando procesos participativos y corresponsables en la gestión de los recursos marinos.

En consecuencia, el desarrollo de un PSEMC para restauración de arrecifes de coral no solo responde a una necesidad ambiental urgente, sino que también representaría una oportunidad estratégica para generar impactos positivos en múltiples dimensiones: ecológica, económica, educativa y social.

Así mismo según Hernández-Blanco (2020), el rediseño del Esquema de Pago por Servicios Ecosistémicos (PSE) en Costa Rica reconoce la necesidad de incluir ecosistemas marino-costeros, entre ellos los manglares y los arrecifes de coral, debido a los servicios ecosistémicos estratégicos que proveen.

Los arrecifes de coral son especialmente relevantes por su papel en la protección de la línea costera contra tormentas y erosión, el suministro de alimentos mediante la pesca artesanal, la provisión de hábitat para la biodiversidad marina y su importancia para el turismo y la recreación.

Es necesario también que la propuesta reúna un conjunto de soluciones basadas en los objetivos, en las características en las tácticas, así como en los elementos de la visión regenerativa. Esta visión es un concepto que incluye y trasciende la sostenibilidad, al implicar una ingeniería reconstructiva. Implica, además, restaurar la salud y la vitalidad de los ecosistemas. (Socatelli, 2021).

Actualmente en el país no se cuenta con un mecanismo financiero que soporte e incentive este tipo de restauración, por lo que este trabajo académico plantea definir el contenido de un esquema oficial de pago por servicios para la restauración de arrecifes de coral.

Bajo este marco, la presente propuesta plantea el alcance del siguiente objetivo general y específicos:

1.4. Objetivo general

Estructurar una propuesta de Mecanismo Financiero, de Pago por Servicios Ecosistémicos Marino Costero (PSEMC) para la restauración de arrecifes de coral.

1.5. Objetivos específicos

- 1- Caracterizar la restauración de arrecifes de coral y los beneficios que estas generan.
- 2- Identificar los proyectos o actores involucrados que participan en las actividades de restauración de corales que podrían ser sujetos a reconocimiento del PSEMC.
- 3- Definir las actividades sujetas a reconocimiento en el PSEMC.
- 4- Describir los requisitos, obligaciones y los tipos de reconocimiento para el PSEMC.
- 5- Identificar indicadores de éxito para generar recomendaciones en el sistema de reporte monitoreo y verificación.

2. MARCO TEORICO

2.1. Marco Normativo

En el 2024 se empezó estructurar un PSA Marino basado en un Proyecto PILOTO, el cual contó con el Decreto N° N44558-MINAE, donde se reforma el artículo 62 del Reglamento a la Ley Forestal Decreto Ejecutivo N°25721-MINAE y se autoriza la ejecución de planes o proyectos de pago por servicios ambientales o ecosistémicos como mecanismos de reconocimiento a las acciones que realicen las comunidades rurales organizadas que ejecutan una explotación sostenible y debidamente autorizados por el Sistema Nacional de Áreas de Conservación.

El PILOTO contó también con un Manual de Operación de Reconocimiento para el pago por servicios ambientales o ecosistémicos en Bosques de Mangle, R-503-2024-MINAE. Dicho Manual deberá actualizarse para efectos de implementarse a nivel nacional, dado que se cuenta con la nueva Ley N°10.507, llamada “INCENTIVO PARA LA PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD MARINO COSTERA” en la cual su objetivo es la creación del Fondo de Pago por Servicios Ecosistémicos Marino-Costeros y la inclusión de labores de conservación marino-costera en la asistencia socioeconómica para pescadores.

En esta Ley se busca dar una retribución económica a quienes realicen actividades relacionadas con la restauración, la conservación y el uso sostenible de los recursos marinos. Las actividades por reconocer según la Ley N° 10.507, serán una serie de actividades relativamente amplias como lo serían:

- Actividades de restauración y conservación de manglares, pastos marinos y arrecifes de coral.
- Recuperación y conservación de biomasa pesquera y recursos estratégicos para el desarrollo nacional.
- Participación de grupos de personas de la sociedad civil organizados para coadyuvar en la vigilancia y protección de los recursos pesqueros y naturales.
- Actividades de recolección y valoración de residuos de playas y en el océano.
- Recolección y recuperación de artes de pesca abandonadas, perdidas o descartadas.
- Implementación de buenas prácticas agropecuarias en fincas en la zona costera.
- Promoción y desarrollo de artes de pesca que mejoren el desempeño ambiental de las pesquerías.
- Colaboración con universidades, institutos de enseñanza, organizaciones no gubernamentales y proyectos científicos, que desarrollen investigaciones dirigidas al manejo y la conservación de recursos pesqueros y naturales.

2.2. Marco Conceptual

El Pago de Servicios Ambientales es un mecanismo financiero que ha ofrecido un incentivo económico para quien lleva a cabo actividades o acciones de conservación y uso sostenible de los recursos. En la nueva Ley N°10507, el Pago de Servicio Ecosistémico será el término para el reconocimiento a las acciones en favor de la biodiversidad marina. Con la implementación de esta Ley y su Reglamento el Pago por Servicios Ambientales pasará a llamarse entonces, Pago por Servicio Ecosistémico Marino Costero (PSEMC).

En teoría, se podría señalar que la diferencia entre estos dos términos está en la visión o enfoque. El PSA ha sido la herramienta o mecanismo y el servicio ecosistémico normalmente se dirige a valorar económicamente los beneficios que el ecosistema provee. En este caso el nuevo PSEMC, será un reconocimiento a quienes realicen acciones de restauración, conservación y uso sostenible de los recursos marinos tal y como se ha visualizado el PSA en el país.

En múltiples definiciones los Pagos de Servicios Ecosistémicos (PSE), son un Mecanismo Financiero, basado en el pago por acciones. En particular en Oxford Bibliographies (2021) citan que son un mecanismo basado en transacciones voluntarias condicionadas entre usuarios de servicios ecológicos y sus proveedores, donde el usuario paga al proveedor para que adopte prácticas de manejo dirigidas a generar o mantener servicios ecosistémicos específicos.

A nivel conceptual, también, los Pagos de Servicios Ecosistémicos Marino Costeros (PSEMC) buscan reconocer y valorar servicios como la protección costera, la producción de alimentos, la captura de carbono azul, la belleza escénica y el hábitat de la biodiversidad marina (Lau, Hicks & Gurney, 2019).

Estos servicios, aunque críticos para comunidades costeras, suelen estar invisibilizados en las decisiones económicas tradicionales, y su degradación afecta desproporcionadamente a poblaciones vulnerables. En este sentido, los PSEMC se han planteado como una alternativa

para canalizar recursos hacia la restauración y conservación marina con enfoque en justicia social y sostenibilidad ecológica (Thiele et al., 2020).

Dado que la Ley antes mencionada, contempla la restauración de ecosistemas como una opción de Pago de Servicios Ecosistémicos, es necesario ampliar sobre el término restaurar.

La restauración ecológica se refiere al proceso de asistir activamente a la recuperación de ecosistemas degradados, dañados o destruidos, buscando restablecer su funcionalidad ecológica, biodiversidad y servicios ecosistémicos. Esta práctica se fundamenta en principios científicos que reconocen la resiliencia de los ecosistemas y la necesidad de integrar conocimientos ecológicos y sociales para lograr una restauración sostenible y efectiva. (Gann et al., 2021).

Los arrecifes de coral tienen un rol como proveedores de múltiples servicios ecosistémicos clave: protección frente a tormentas, regulación de sedimentos, hábitat de pesca y atractivo turístico. Sin embargo, el deterioro de los arrecifes por el cambio climático, la contaminación y la sobrepesca ha generado una necesidad urgente de estrategias activas de restauración.

La restauración de arrecifes de coral es una estrategia, que ha emergido como una técnica efectiva, basada en el cultivo y trasplante de fragmentos coralinos en estructuras artificiales, con resultados prometedores en la recuperación de cobertura coralina y biodiversidad.

Aunque existen múltiples iniciativas de restauración coralina a nivel global, como las desarrolladas en Indonesia, Seychelles, Panamá o Las Bahamas, la vinculación de estas prácticas con esquemas formales de PSE aún es incipiente. En algunos casos, los proyectos han incorporado mecanismos de financiamiento híbridos (donaciones, turismo, fondos privados) o esquemas de gobernanza colaborativa, pero sin que exista una arquitectura institucional consolidada que los reconozca como PSECM en el sentido estricto.

2.3. Marco Institucional

El Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO), es el responsable de ejecutar el programa de Pago por Servicios Ambientales (PSA) en el país. Este Fondo está facultado para captar recursos que permiten el financiamiento de este Mecanismo. (Sánchez-Chaves & Navarrete-Chacón, 2017). La nueva Ley habilita y reconoce nuevamente a Fonafifo como implementador del Pago de Servicios Ecosistémicos, con esto, el país logra capitalizar la experiencia generada desde 1996 con el Pago de Servicios Ambientales Terrestres.

El Sistema Nacional de Áreas de Conservación es el ente rector sobre los ecosistemas de Arrecifes de Coral, según la Ley de Conservación de la Vida Silvestre, Ley N° 7317 – MINAE. Así mismo, el SINAC tiene como competencia, el otorgamiento de permisos de investigación y permisos de colecta (científica o académica) de vida silvestre, sus partes, productos o derivados.

3. MARCO METODOLOGICO

3.1. Fuentes de información

Las principales fuentes primarias de información fueron, entrevistas, taller internacional con actores locales y extranjeros, también se hicieron consultas a expertos por medio de llamadas telefónicas.

Se rescató información clave y general para el manejo de conceptos, técnicas y los procedimientos de la restauración, en un Taller Internacional que se llevó a cabo en San José los días 18, 19 y 20 de agosto del 2025, en instalaciones de la Universidad de Costa Rica, donde se dio cita a la Red de Restauración Coralina del Pacífico Tropical Oriental, y participaron la mayoría de los actores o proyectos del país.

Se realizó una entrevista a cada responsable de los diferentes proyectos, de organizaciones no gubernamentales y de instituciones. Actualmente 10 proyectos de restauración de arrecifes de coral están en curso en el país.

En fuentes secundarias se acudió a fuentes bibliográficas actualizadas con artículos científicos, informes de organismos como PNUD, Banco Mundial, SINAC, MINAE, leyes, decretos, manuales, protocolos y experiencias internacionales en la restauración de arrecifes de coral.

Las revisiones documentales fueron una base sólida para el Marco Teórico y las referencias legales permitieron hacer una propuesta realista y actualizada en el desarrollo de este trabajo. Las Instituciones que están participando activamente son SINAC, UCR, INA, UNED y podrían participar ICT, FONAFIFO y MINAE.

Los resultados de este enfoque permitirán identificar las condiciones habilitantes para desarrollar una propuesta de Pago de Servicios Ecosistémicos Marino Costero. Donde se requiere identificar las actividades a reconocer, las condiciones y sus condiciones, las formas de pago, los beneficiarios y los posibles medios de reporte monitoreo y verificación.

3.2. Técnicas de Investigación

Este proyecto utilizó diferentes técnicas y herramientas como la revisión documental, para identificar o sistematizar la legislación, políticas, herramientas institucionales y casos relacionados en proyectos de restauración de corales.

También se utilizaron entrevistas semiestructuradas, con preguntas abiertas y cerradas, para recoger información cualitativa y cuantitativa. Esta encuesta permitió identificar frecuencias, tendencias y características descriptoras del mercado de PSEMC en arrecifes de coral. Esta encuesta fue dirigida a instituciones, academia y las organizaciones que ya están implementando la restauración de arrecifes de coral.

Estas entrevistas se realizaron con diversos segmentos del mercado, sector público como oferente del pago y como regente del mercado y el sector privado o sociedad civil como gestor del servicio.

3.3. Método de Investigación

El enfoque de la investigación fue mixto, combinando el método cualitativo y el cuantitativo; el primero dado que se exploran las percepciones visiones y experiencias de actores clave sobre la posible implementación de un esquema de Pago por Servicios Ecosistémicos Marino Costeros (PSEMC) en restauración de arrecifes de coral a través de un conjunto de actividades. Por otra parte, también se utilizó el método cuantitativo al usar entrevistas semiestructuradas con preguntas abiertas y cerradas donde se obtuvieron datos para identificar los proyectos activos, la descripción de las actividades a reconocer, el público meta o bien posibles beneficiarios.

El tipo de investigación fue aplicada, esto ya que se pretende generar un documento base para la implementación de un esquema de PSE Marino nuevo e innovador en Costa Rica. Además, la investigación fue descriptiva, dado que caracteriza el estado de los proyectos de restauración y el mercado potencial del PSE Marino Costero. Al mismo tiempo fue una investigación exploratoria ya que propone un tema poco desarrollado como lo es el PSE Marino Costero, además de generar una propuesta a partir de experiencias recientes.

4. DESARROLLO

Este trabajo, es un requisito académico, que plantea una propuesta de un nuevo Esquema de Pago de Servicios Ecosistémicos, donde posteriormente podría presentarse ante el MINAE y sus dependencias vinculadas, el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) y el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (Fonafifo).

Actualmente no existe un esquema formal de PSEMC que recompense directamente la restauración de arrecifes al estilo de pagos por conservación costera formal y Gubernamental. Sin embargo, a nivel global, existen modelos colaborativos de financiamiento privado entre organizaciones y comunidades, en países como en Tanzania, Bali o Seychelles se han aplicado PSE para conservación local sin intermediación gubernamental.

En general, los avances en este tipo de mecanismos marino-costeros son limitados. Costa Rica, es pionero en el uso del esquema de Pago de Servicio Ambiental Terrestre (PSA) y como país, hemos empezado recientemente a ejecutar esquemas marinos, como el caso piloto de PSA en Bosques de Manglar dirigido a moluscos en el Golfo de Nicoya. No obstante, esta propuesta dirigida a la restauración de arrecifes de coral representa una innovación teórica como un reto, de una actividad que ya se practica en el país como acciones propias de proyectos de organizaciones sin fines de lucro, agencias de buceo y la academia.

La restauración coralina es una novedosa forma de mejorar el estado de los ecosistemas arrecifales y una opción entre las medidas de adaptación ante los efectos del cambio

climático. Este nuevo acercamiento de carácter participativo presume un horizonte de acción lleno de posibilidades para la ciencia, la sociedad y en general del bienestar humano. (SINAC-GIZ, 2020).

En el país se cuenta con al menos una decena de agrupaciones que llevan a cabo la restauración y cuentan con sus respectivos colaboradores, que llevan a cabo labores de cultivo, mantenimiento, trasplante, monitoreo, vigilancia entre otras.

En varias partes del mundo se ha incursionado en la práctica de la jardinería de corales como una de las actividades de la restauración ecológica marina, la cual ha traído nuevamente esperanzas al restablecimiento de estos ecosistemas degradados. Esta, es una técnica, basada en la recolección, cultivo y trasplante de fragmentos de coral, y ha demostrado ser eficaz tanto ecológica como socialmente. Por ejemplo, en Seychelles, el proyecto Reef Rescuers logró aumentar la cobertura coralina en más de un 700 % en áreas intervenidas, junto con una duplicación en el reclutamiento coralino y una mayor diversidad de peces en solo dos años (Montoya-Maya et al., 2016). Asimismo, en la República Dominicana, la Fundación Ecológica Puntacana ha documentado la recuperación del hábitat coralino, la disminución de prácticas extractivas y la integración de pescadores locales como restauradores (Carne & Galván, s.f.).

Casos como los de Fragments of Hope en Belice o el programa Hope Reef en Indonesia impulsado por Mars Inc., muestran que esta técnica no solo permite la rehabilitación del arrecife, sino también la generación de beneficios colaterales como el incremento en la

abundancia de peces, el desarrollo del ecoturismo y el fortalecimiento del capital social local (Bernicot, s.f.; Mars Inc., 2025; Schopmeyer et al., 2017).

Estos proyectos de restauración de arrecifes de coral han sido adoptados por las comunidades de estos sitios, como una medida de adaptación al cambio climático, muestran que su aplicación puede ser escalable, culturalmente apropiada y resiliente. Los resultados de estas estrategias sustentan que la restauración de corales no solo es una herramienta técnica viable, sino también un símbolo de esperanza para la recuperación de uno de los ecosistemas más amenazados del planeta.

ESQUEMA DE PAGO POR SERVICIOS ECOSISTEMICOS MARINO COSTEROS POR LA RESTAURACIÓN DE ARRECIFES DE CORAL

De acuerdo con la experiencia desarrollada por Fonafifo en los diferentes mecanismos de Pago de Servicios Ambientales (PSA) terrestres, la formulación de nuevos esquemas de pago debe responder a una serie de Condiciones Habilitantes que se convierten en la base o la estructura para poder contar con un esquema formal de PSA. De acuerdo con el Manual de Operaciones de los PSA terrestres y al Piloto del PSA Manglares-Moluscos, (MINAE-SINAC-Fonafifo, 2024), las condiciones habilitantes, son definir los siguientes contenidos:

- Beneficiarios
- Actividades sujetas a reconocimiento
- Requisitos y obligaciones

-Los tipos de reconocimiento (pagos)

-Mecanismo de verificación, informe y reporte

De esta manera, se plantean cinco capítulos para estructurar la propuesta con base en las condiciones habilitantes mínimas requeridas para un posible nuevo Esquema de Pago de Servicios Ecosistémicos, en este caso dirigido a la Actividad de Restauración de Arrecifes de Coral.

Se desarrollarán a continuación los cinco capítulos; el primero, es la Caracterización que describirá en detalle el proceso de restauración de arrecifes y sus actividades.

El segundo capítulo, es un inventario de proyectos y sus colaboradores, lo que nos genera la información sobre los “Beneficiarios”.

El tercero indaga acerca de las acciones que se realizan en el proceso de restauración y propone un formato para las “Actividades sujetas a reconocimiento y sus beneficiarios”.

En el cuarto, se plantean los “Requisitos y obligaciones” de las organizaciones y de los colaboradores y los “Tipos de pago o reconocimientos”.

Finalmente, el quinto capítulo propone los indicadores de éxito del nuevo PSEM con un “Mecanismo de verificación, informe y reporte”.

4.1. Capítulo 1: Caracterización de la restauración de coral

4.1.1. Los corales, la restauración y sus actividades

La restauración de coral se refiere a los procesos para recuperar arrecifes que han sufrido daño o alteración en su integridad física, biológica o funcional, mediante la implementación de acciones para regresarlo, en lo posible, a su estado original (Alvarado et al., 2025).

Esta técnica consiste en recolectar fragmentos de corales vivos, cultivarlos en viveros marinos y posteriormente trasplantarlos a arrecifes degradados, con el objetivo de acelerar la recuperación ecológica y funcional del ecosistema arrecifal. (Gann et al., 2021).

De acuerdo con MAR Fund (s.f.) la restauración debe estar dentro de un plan de manejo costero integral más amplio, y además se deben tener claros algunos factores como: el tipo de comunidad coralina que sostenía el sitio antes de que fuera perturbado, el tipo de comunidad coralina que puede sobrevivir actualmente en ese lugar, tener claro lo que causó el deterioro y saber si se han detenido las causas de la degradación.

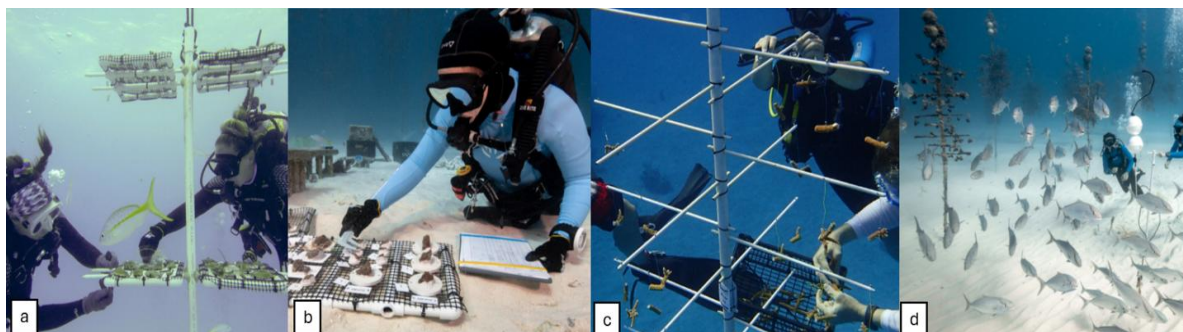
Con lo anterior, se puede visualizar el que este tipo de restauración requiere estudios que definan la factibilidad previamente para lo que se debe conocer a fondo la ecología del sitio, los recursos humanos disponibles y los recursos financieros.

Para efectos de la implementación de un Proyecto con estos objetivos, en el país se cuenta con una herramienta valiosa que se ha mencionado anteriormente: el Protocolo para la restauración de arrecifes y comunidades coralinas de Costa Rica (SINAC-GIZ, 2020). Este documento sirve de marco para ordenar analizar y caracterizar los procesos y actividades que se realizan en el país para la restauración de arrecifes de coral. Según esta guía los pasos a seguir en la operación de un proyecto constan de:

1-Selección de sitios para viveros; en este paso se deben considerar variables como calidad de agua, protección de olas y tráfico marino, accesibilidad, rango de mareas y profundidad, características oceanográficas e hidrografía del sitio, fondo marino, cercanía a un arrecife coralino, reconocimiento del sitio y el ejercicio de pilotos.

2- Construcción de viveros, el tipo de estructura utilizada y el mantenimiento de esta son factores determinantes en el crecimiento y sobrevivencia de los corales cultivados, de acuerdo con las condiciones del sitio será viable una estructura u otra: árbol, plataforma o mesa con galletas (ver figura 1), viveros permanentes con marco con forma de “A” /Araña de arrecife, (ver figura 3), o bien Tendederos (ver figura 4).

Figura 1. a) Plataforma con galletas b) Galletas con fragmentos de coral c) Colocación de fragmentos en árboles d) Estructuras Árbol.



Fuente: a) b) d) (Goergen et al., 2025) c) (MAR Fund, s.f.).

Para efectos de instalar plataformas o mesas con galletas se llevan a cabo cortes y se adhieren con goma especial a fragmentos de yeso llamados galletas. (Ver figura 2).

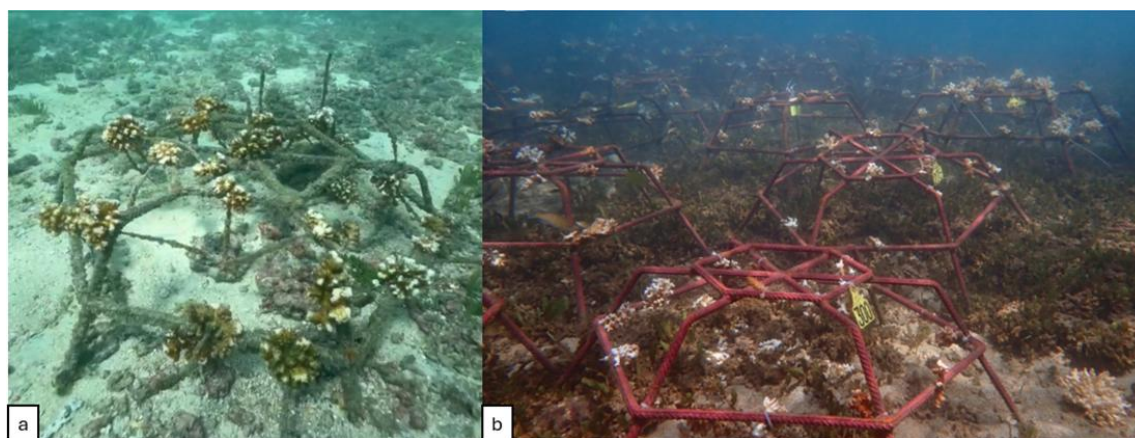
Figura 2. a) Técnica de fusión de coral con fragmentos. b) Corte o fragmentación c) Colocación de fragmentos en galletas de yeso (Conservación Marina de CR en Quepos.



Fuente: (Alvarado et al., 2025).

Las estructuras tipo A o Arañas (ver figura 3), por lo general son confeccionadas con varillas de construcción, de acero reforzado protegidas contra la corrosión, en las cuales se colocan los fragmentos con gasas.

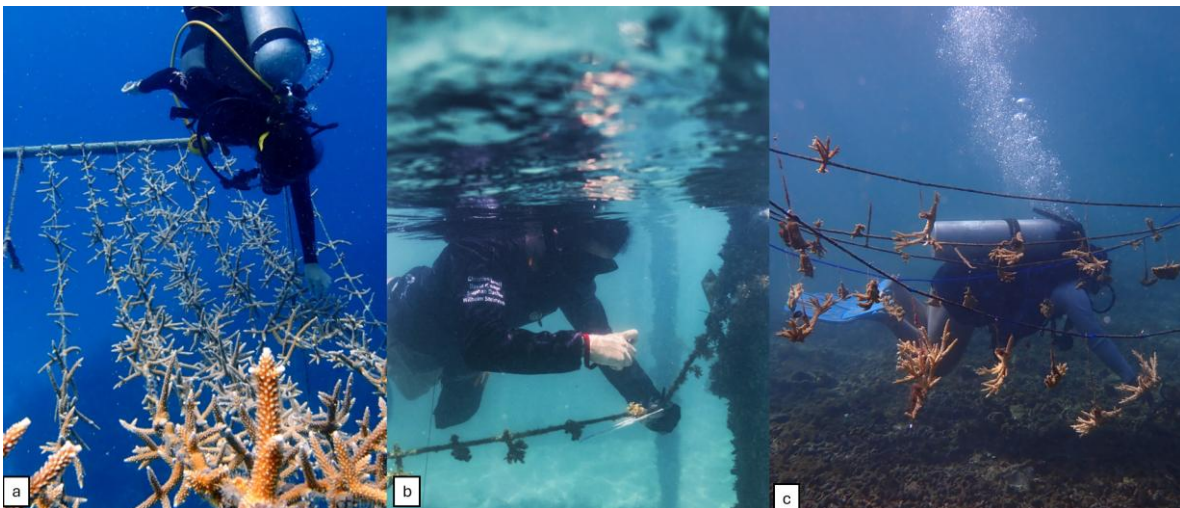
Figura 3. a) Vivero Araña Playa Blanca b) Vivero Araña Punta Ocotal.



Fuentes: a) (FUNDECODES, 2024), b) (Alvarado et al., 2025).

Los tendaderos son una de las técnicas de cultivo que optimiza la luz y la oxigenación al mismo tiempo reduce el riesgo de depredación y sedimentación. Una vez alcanzado el crecimiento esperado, los fragmentos se trasplantan en el arrecife.

Figura 4. a) Tendedoro Corales de Paz (Colombia), b) y c) Tendedoro Cahuita (Raising Coral, Caribe).



Fuentes: a) (Goergen et al., 2025) b) y c) (Marín, 2025).

3- Muestreo y recolección de fragmentos (fragmentación de colonias donadoras, aprovechamiento de corales de oportunidad, muestreo de colonias donantes, colocación en los viveros), (ver figura 5).

Figura 5. a) c) Fragmentación de colonias donantes b) Aprovechamiento corales de oportunidad.

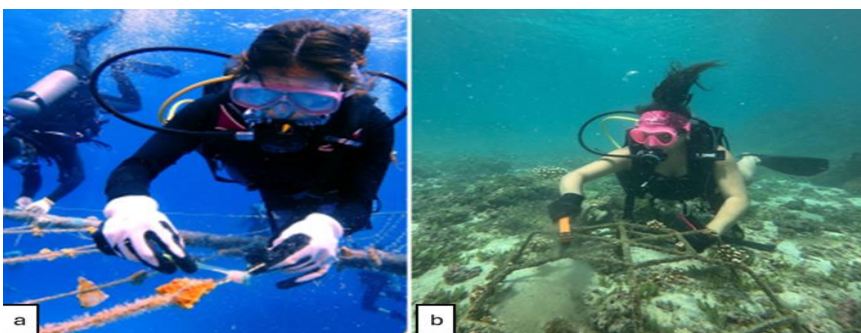


Fuente: (MAR Fund, s.f.)

4- Mantenimiento en los viveros (limpieza de las estructuras, líneas o cuerdas, rejillas plásticas).

Para el mantenimiento tal y como se aprecia en la figura 6, puede darse con cepillo livianos o incluso con cepillos de acero en otras estructuras.

Figura 6. a) Limpieza de tendedores b) Limpieza de arañas con cepillo de hierro.



Fuente: (Goergen et al., 2025).

5- Monitoreo en los viveros, en este paso se estima el crecimiento y sobrevivencia de las colonias, se detecta indicio de blanqueamiento o enfermedades, por medio de fotografías, registro y análisis.

A continuación, un ejemplo de colonias en una araña en el proyecto de Raising coral en el Caribe (Manzanillo) en (figura 7), donde en promedio el crecimiento es de 10cm por año.

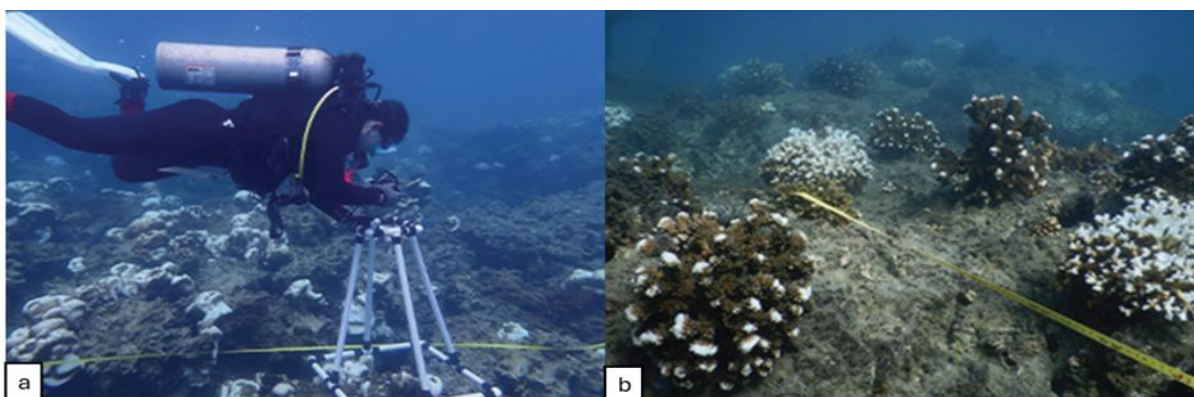
Figura 7. Crecimiento en araña, en Manzanillo (Raising Coral Caribe).



Fuente: (Marín, 2025)

Así mismo, se llevan a cabo labores de monitoreo con equipo fotográfico y luego es analizado su crecimiento en laboratorio con equipo de cómputo. De igual manera se estiman porcentajes de blanqueamiento en los viveros y se monitorean los trasplantes, (ver figura 8).

Figura 8. a) Monitoreo con fotografías, Culebra Reef Gardens b) Monitoreo, B.Culebra.



Fuente: (Alvarado et al., 2025).

6-Trasplantes y su monitoreo en el arrecife

Los trasplantes pueden ser directos con fragmentos ya sea de la colonia donante o de oportunidad (quebrados por anclas u otros). O bien pueden ser procedentes de viveros donde se han adaptado de previo con condiciones óptimas de previo a su trasplante. Así mismo se llevan a cabo monitoreo del crecimiento y salud de las colonias trasplantadas, (ver figura 9).

Figura 9. a) Trasplante directo, Roatan b) Monitoreo de Trasplantes, B.Culebra



Fuentes: a) (MAR Fund, s.f.) b) (Alvarado et al., 2025).

7-Monitoreo ecológico (Protocolos Oficiales) previo y post trasplantes.

La aplicación de esta herramienta es un paso obligatorio en los Proyectos de Restauración de Arrecifes de Coral, según la guía oficial. No obstante, los proyectos no aplican la herramienta directamente con los 11 indicadores que especifica la guía del Monitoreo de las Formaciones Coralinas (SINAC, 2016), se aplican indicadores priorizados, pero no todos los que define la guía.

Los Protocolos de Monitoreo Ecológico (PRONAMEC) en este caso, el de Arrecifes Coralinos, es una herramienta que permite el monitoreo a largo plazo de los indicadores más importantes en las Formaciones Coralinas, con el objetivo que se conozca del estado y los cambios que se presenten en el tiempo en el ecosistema.

4.1.2. Actividades realizadas por los proyectos del país

De acuerdo con las encuestas aplicadas a los diferentes proyectos de restauración de arrecifes de coral en Costa Rica, las actividades que se llevan a cabo coinciden con los pasos a seguir descritos con anterioridad en el Protocolo Nacional de Restauración de Corales. En el (cuadro 1), se muestra las actividades que lleva a cabo cada proyecto y su alineación con el Protocolo. A partir de la línea 8 del cuadro, se identifican otras actividades adicionales que diferentes proyectos por su naturaleza han promovido para lograr un mayor alcance.

Cuadro 1. Actividades realizadas por los proyectos.

ACTIVIDADES REALIZADAS POR LOS PROYECTOS DE RESTAURACIÓN DE CORALES										
ACTIVIDADES	1-Raising Coral Caribe	2- Culebra Reef Gardens	3- Restauración de Arrecifes de Coral, Ocotal-Punta Cacique	4- Conservación arrecifes coralinos, Playa Blanca	5-Proyecto Corales Sámara	6-Proyecto Restauración Isla Tortuga	7- Conservación Marina, Quepos	8- Laboratorio participativo de restauración de corales, Ballena	9-Raising Coral, Pacífico	10-Golfo Dulce Restoration
1-Selección de sitios para viveros	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2- Construcción de Viveros y colocación de fragmentos	●	●	●	●	●	●	●		●	●
3- Muestreo, recolección de fragmentos	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
4- Mantenimiento en los viveros	●	●	●	●	●	●	●		●	●
5- Monitoreo en los viveros	●	●	●	●	●	●	●		●	●
6-Trasplantes al arrecife y su monitoreo	●	●	●	●	●	●	●		●	●
7-Monitoreo ecológico (PRONAMEC)	●	●			●		●		●	
8-Mantenimiento de Tanques con corales para su reproducción sexual								●		
9-Integración de actores locales de las comunidades costeras en el cultivo de coral	●	●			●	●			●	●
10-Realizar Educación Ambiental con charlas y talleres en las comunidades costeras	●	●			●	●		●	●	●
11-Realizar Educación Ambiental con charlas y talleres en la región						●		●	●	
12-Desarrollar talleres de capacitación en buceo y jardinería	●	●				●			●	
13-Limpieza de Playas y o ríos	●				●	●	●	●	●	●

4.1.3. Especies usadas en la restauración

De acuerdo con las entrevistas aplicadas, un total de 9 especies de coral, están siendo usadas en la restauración de arrecifes, en los 10 diferentes proyectos. Las especies son:

Pocillopora spp.:

Es el más común en la restauración en la costa Pacífica según (figura 10), *Pocillopora* es un género de corales que pertenece al grupo de los corales duros, dentro de la familia Pocilloporidae.

Su esqueleto es macizo y está compuesto de carbonato cálcico. Tras la muerte del coral, su esqueleto contribuye a la generación de nuevos arrecifes en la naturaleza, debido a que la acción del CO₂ convierte muy lentamente su esqueleto en bicarbonato cálcico, sustancia esta asimilable directamente por las colonias coralinas (Cortés & Guzmán, 1998).

Figura 10. *Pocillopora spp.*



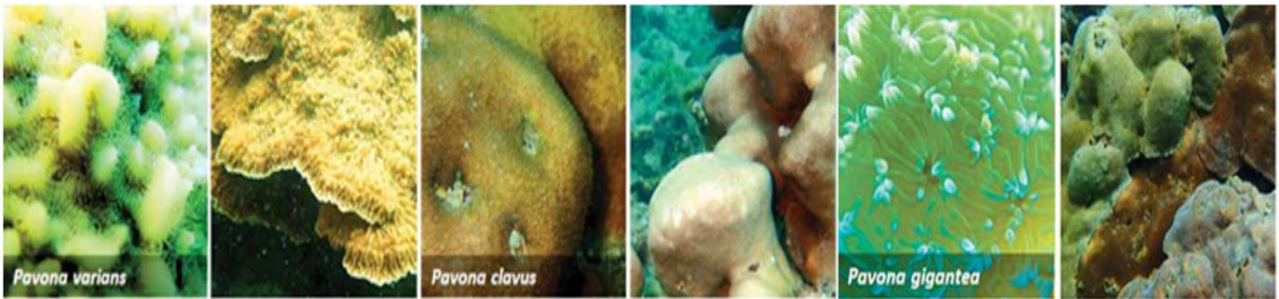
Fuente: (SINAC-GIZ, 2020).

Pavona Clavus y Pavona Gigantea, P. duerdeni y P. duerdifera.:

Estas especies suelen encontrarse en sitios de aguas calmas, por lo tanto, son poco frecuentes en plataformas someras o en costas sometidas a alta energía (Cortés & Guzmán, 1998, citado en SINAC-GIZ, 2020). Los Pavona crecen y se expanden de manera horizontal (incrustante) a manera de ostras. Las especies de este género se encuentran distribuidas a lo largo de la costa con diferente abundancia. *P. gigantea* es muy común en el Pacífico norte, mientras que *P. clavus* en el Pacífico sur y otras como *P. varians* y *P. frondifera* son poco comunes en toda la costa (Cortés & Guzmán, 1998), Estas especies suelen encontrarse en sitios de aguas

calmas, por lo tanto, son poco frecuentes en plataformas someras o en costas sometidas a alta energía (Cortés & Guzmán, 1998, citado en SINAC-GIZ, 2020), (ver figura 11).

Figura 11. *Pavona varians*, *Pavona Clavus* y *Pavona Gigante*.

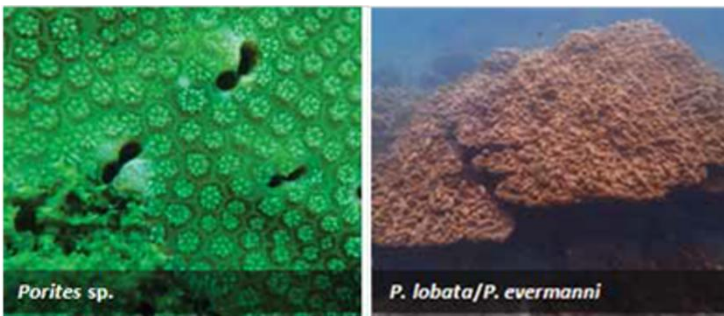


Fuente: (SINAC-GIZ, 2020).

Porites lobata:

Los Porites son corales de crecimiento lento, cuando son jóvenes crecen un máximo de 1.9 cm al año, sin embargo, la tasa de crecimiento se reduce conforme el tamaño y la edad de la colonia aumenta hasta alcanzar una tasa un centímetro al año. Por su forma de crecimiento se les llama masivos, ya que pueden formar grandes estructuras calcáreas de color amarillo, (Cortés & Guzmán, 1998, citado en SINAC-GIZ, 2020), (ver figura 12).

Figura 12. Porites spp. y Porites lobata.



Fuente: (SINAC-GIZ, 2020).

Psammocora spp.:

Las especies del género *Psammocora* suelen distribuirse de manera uniforme a lo largo del sistema arrecifal, siendo corales bastante comunes y en ciertas ocasiones pueden llegar a convertirse en la especie dominante (Bezy et al., 2006, citado en SINAC-GIZ, 2020). Las colonias no suelen alcanzar gran tamaño, y suelen distribuirse de manera uniforme en el fondo poco profundo (Cortés & Guzmán, 1998, citado en SINAC-GIZ, 2020), (ver figura 13)

Figura 13. *Psammocora spp* y *Psammocora Stellata*.



Fuente: (SINAC-GIZ, 2020).

Acropora palmata y *Acropora cervicornis*:

El género *Acropora* fue el primer grupo de corales en responder de manera positiva a las técnicas de restauración, comprobando la efectividad del método en distintas regiones como México, Florida en los Estados Unidos y República Dominicana (Young et al., 2012). En la actualidad, se han empezado a desarrollar técnicas de cultivo de especies de crecimiento masivo e incrustante, con el fin de asegurar la integridad ecológica de los arrecifes coralinos. (Cortés & Guzmán, 1998, citado en SINAC-GIZ, 2020), (ver figura 14).

Figura 14. *Acropora palmata* y *Acropora cervicornis*.



Fuente: (SINAC-GIZ, 2020).

Según las entrevistas aplicadas, las especies en restauración varían entre el Pacífico y el Caribe. En el Pacífico la especie presente en los nueve proyectos es *Pocillopora spp.* seguida de *P. lobata* y la tercera más común en restauración es la *P. gigantea*. Para el Proyecto en el Caribe se utilizan actualmente *A. palmata* y *A. cervicornis*. En la (figura 15) se puede apreciar la frecuencia del uso en los diferentes proyectos.

Figura 15. Frecuencia de especies usadas por proyecto.



4.1.4. Número de personas que participan en los proyectos

El número de personas que participa en la restauración de arrecifes coralinos es un volumen considerable. Un total de 237 personas participan activamente en los 10 Proyectos de restauración activos en el país, un (1) Proyecto en el Caribe y nueve (9) Proyectos en el Pacífico. La mayoría de los proyectos son organizaciones no gubernamentales y se componen de juntas directivas de las cuales participan activamente una parte de ellos. En el caso de Culebra Reef Garden es notable la participación del Laboratorio de Ecología y Conservación de Arrecifes Neotropicales (LECAN), de la Universidad de Costa Rica, donde participan 33 personas activamente en las diferentes actividades señaladas en el (cuadro 2). Así mismo, el número de voluntarios que aportan su trabajo es de 40 personas, donde la empresa privada (Península Papagayo) aporta con fondos para la gestión del voluntariado y el pago de los jardineros, este proyecto suma un total de 80 personas.

Por otra parte, destaca también Raising coral Pacífico como segundo proyecto con más personas que participan, pero particularmente, es el que cuenta con 15 jardineros, capacitados que contratan para llevar a cabo la labor de mantenimiento de los arrecifes y sus actividades relacionadas. Así mismo cuentan con 30 voluntarios que aportan de manera regular, aprovechando así las capacitaciones recibidas a lo largo del tiempo.

Los demás proyectos con mayor número de personas actualmente son el Proyecto Corales Sámara, seguido de Raising Coral Caribe, ambos destacan con el número de voluntarios con que cuentan, 40 y 30 respectivamente. Como se puede apreciar en este cuadro 2, el mayor

aporte lo hacen los voluntarios en general en el 90% de los proyectos, lo cual indica, procesos activos de reclutamiento y capacitación por parte de los proyectos. Es visible que proyectos como, Ocotil-Punta Cacique, su gestión es a través de voluntariado local experimentado que han participado en otros proyectos previamente.

En general, es preciso mencionar el que los proyectos con menor personal, voluntario, de planta, jardineros o de apoyo, no es que no requieran mayor volumen de trabajo, si no que los proyectos que han logrado ampliar el personal de apoyo por lo general es el resultado de las posibilidades que ofrece el financiamiento disponible o el tiempo que el proyecto se ha desarrollado en el sitio, generando alianzas que amplían el radio de acción. De modo que ingresos adicionales permitirían a los proyectos mejorar las acciones de mantenimiento, de reproducción y monitoreo de sus resultados.

Cuadro 2. Personas que trabajan en los Proyectos.

# PERSONAS QUE TRABAJAN EN LOS PROYECTOS DE RESTAURACIÓN										
PROYECTOS	JUNTA DIRECTIVA	LECAN CIMAR	PLANTA/JARDINEROS	VOLUNTARIOS	GIZ	UNED	INA	ESTUDIANTES/PASANTES	SINAC	TOTAL
1-Raising Coral Caribe	5		2	14					4	25
2-Culebra Reef Gardens		33	4	40	2				1	80
3-Restauración Ocotal Cacique				10						10
4-Conservación Arrecifes Coralinos, Playa Blanca			2	5					1	8
5-Proyecto Corales Sámará	7			20						27
6-Proyecto Restauración Isla Tortuga						2	2	4		8
7-Conservación M, Quepos	2		1	10						13
8-Laboratorio Ballena	3			2						5
9-Raising Coral, Pacífico	5		15	30				1		51
10-Golfo Dulce Restoration	1		2	7						10
TOTALES	23	33	26	138	2	2	2	5	6	237

Como se puede apreciar, algunos proyectos nacen de instituciones públicas por influencia del personal que ha estado involucrado y con experiencias en el tema de restauración. Estos detalles de los involucrados se pueden apreciar en las fichas técnicas de cada proyecto descritas más adelante, así como en el cuadro anterior.

4.1.5. Monto total invertido por los proyectos

La actividad de restauración de arrecifes de coral se da en el país gracias a la Inversión de 10 organizaciones sin fines de lucro, ya sea con fondos propios o bien con financiamiento gestionado por ellos mismos. Cada proyecto tiene una gestión administrativa distinta, pero

en todos los casos hay múltiples colaboradores, además de la organización que canaliza los fondos.

En algunos casos la misión de la ONG a cargo del proyecto es propiamente la conservación y restauración de arrecifes de coral, en otros casos la academia lidera la implementación técnico científico junto con patrocinadores locales del sector turismo en la zona.

Esta actividad requiere una planificación financiera rigurosa, ya que implica costos muy altos, tanto en la instalación inicial de viveros como al mantenimiento, monitoreo y seguimiento de los corales trasplantados. Estos costos varían según la técnica empleada, la escala del proyecto y las condiciones logísticas del sitio considerando los gastos del equipo, transporte, y personal involucrado.

No obstante, el costo, estos, representan una inversión clave para garantizar la efectividad ecológica y la sostenibilidad a largo plazo. A continuación, en el (cuadro 3), se presenta la estimación de la inversión de cada proyecto.

Cuadro 3. Fondos Invertidos por los Proyectos.

FONDOS INVERTIDOS ANUALMENTE POR LOS PROYECTOS		
PROYECTOS	MONTO \$	MONTO col/502
1-Raising Coral Caribe	\$ 25 000,00	₡ 12 550 000,00
2-Culebra Reef Gardens	\$ 150 000,00	₡ 75 300 000,00
3-Restauración de Arrecifes de Coral, Ocotal-Punta Cacique	\$ 100 000,00	₡ 50 200 000,00
4-Conservación Arrecifes Coralinos, Playa Blanca	\$ 23 000,00	₡ 11 546 000,00
5-Proyecto Corales Sámará	\$ 8 000,00	₡ 4 016 000,00
6-Proyecto Restauración Isla Tortuga	\$ 120 000,00	₡ 60 240 000,00
7-Conservación Marina, Quepos	\$ 23 000,00	₡ 11 546 000,00
8-Laboratorio participativo de restauración de corales, Ballena	\$ 72 000,00	₡ 36 144 000,00
9-Raising Coral, Pacífico	\$ 162 000,00	₡ 81 324 000,00
10-Golfo Dulce Restoration	\$ 5 400,00	₡ 2 710 800,00
Tipo de Cambio 502 TOTAL	\$ 688 400,00	₡ 345 576 800,00

En el anterior cuadro, se debe aclarar que los montos son estimaciones y no un monto detallado de cada proyecto. En la mayoría de los proyectos no se contabiliza el aporte del voluntariado y los colaboradores, además no se toman en cuenta los salarios del personal de la academia ni de las Instituciones; sin embargo, aunque no son costos precisos, se puede estimar el aporte de los proyectos a la restauración de los arrecifes de coral, son de aproximadamente \$688.400 dólares por año y en colones al tipo de cambio de 502 serían ₡345.576.800 millones de colones.

4.1.6. Normativa asociada a la autorización de la restauración de arrecifes de corales

Con el objetivo de puntualizar la normativa asociada se menciona en el siguiente cuadro 4, la principal legislación nacional y guías relacionadas:

Cuadro 4. Normativa relacionada con la restauración de corales.

NORMATIVA	NOMBRE	CONTENIDO RELEVANTE
Decreto Ejecutivo N°41774-MINAE	“Promoción de iniciativas de restauración y conservación para la recuperación de los ecosistemas coralinos”.	Art 12. Cultivo de corales para la restauración. El SINAC Promoverá la investigación y rehabilitación de los ecosistemas de coral mediante acciones tendientes a la conservación y restauración tanto in situ como ex situ, considerando al manejo activo como una herramienta a seguir. Para ellos el SINAC establecerá los protocolos y procedimientos específicos para el diseño, instalación, monitoreo y manejo a través de consulta técnica con expertos en el tema, para asegurar el éxito y evitar cualquier interferencia negativa que se pueda presentar. Art 14 Creación e integración. Créase el Consejo de Corales, el cual estará representado por un representante permanente y un representante suplente de las siguientes instituciones: a) Viceministerio de Aguas y Mares, b) Viceministerio de Recursos naturales, c) Universidad de Costa Rica, d) Universidad Nacional de Costa Rica, e) Sistema Nacional de Áreas de Conservación, f) Parque Marino del Pacífico, g) Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura, h) Instituto nacional de Aprendizaje, i) Organizaciones no Gubernamentales.
Ley N° 7317 - MINAE	Ley de Conservación de la Vida Silvestre	Art 25 b), Art 36 y Art 40. Establece como competencias del SINAC, el otorgamiento de permisos de investigación y permisos de colecta (científica o académica) de vida silvestre, sus partes, productos o derivados.
Criterio de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA).	Acuerdo ACP-70-2015, del 23 de junio de 2015, de la Sesión Ordinaria 088-2015-SETENA de su Comisión Plenaria.	La evaluación de impacto ambiental no resulta de aplicación para los permisos de investigación ni las licencias de colecta científica o académica, a que se refiere el numeral 26 de la Ley de Conservación de la Vida Silvestre.

Cabe destacar sobre el Decreto N°41774 el cual creaba el Consejo de Corales, donde el Viceministerio de Aguas y Mares lideraba las convocatorias. El Viceministerio fue transformado y la Comisión dejó de funcionar, lo que ha limitado la articulación de políticas, proyectos y financiamiento para la gestión integral de los arrecifes del país. No obstante, la normativa aún está vigente.

4.1.7. Uso de protocolos y guías

En el país se cuenta con un Protocolo de Restauración de Arrecifes de Coral, tal y como se ha mencionado anteriormente, y es el Protocolo Oficial para implementar la actividad. Además, para beneficio de la actividad se cuenta con protocolos y guías a nivel global y a nivel regional, lo que representa un óptimo complemento a las nuevas técnicas y alternativas según la experiencia y éxito de los proyectos, a continuación, una lista de referencia:

- Protocolo de Restauración de Arrecifes Coralinos, Costa Rica.
- Guide to Coral Reef Restoration, Coral Restoration Consortium.
- Reef Resilient Network (Cursos en línea de restauración).
- Material Didáctico, Jardinería de Arrecifes Coralinos (PADI-INA).

4.2. Capítulo 2: Proyectos de restauración de arrecifes de coral

4.2.1. Inventario de proyectos

En el país, se cuenta con múltiples investigaciones y artículos publicados, pero no se cuenta con el inventario y mapeo de los ecosistemas arrecifales nacionales, tampoco se cuenta con un inventario de proyectos de restauración a nivel nacional. Este capítulo hace el levantamiento de la información para contar con la sistematización de todos los proyectos activos.

Es importante además identificar ecosistemas degradados y con potencial para su restauración; esta es una necesidad urgente para que el Sistema Nacional de Áreas de Conservación tome decisiones basadas en una línea base de datos.

En el país el requisito para desarrollar proyectos de restauración son los Permisos de Investigación que se solicitan ante el SINAC. Actualmente los proyectos de restauración han surgido como producto del conocimiento de la degradación de sistemas arrecifales en zonas importantes y el esfuerzo de agrupaciones como asociaciones, fundaciones, la academia e instituciones que han tenido la oportunidad de proponer, aprender, impulsar y hasta desarrollar cada uno de los proyectos de restauración en el país.

Al momento de plantear este trabajo, no se contaba con un inventario de los diferentes proyectos de restauración y el detalle de su trabajo. Para estos efectos se realizaron consultas a diferentes expertos de restauración en el país y se logró identificar y ubicar los diferentes proyectos y unificar la información por medio de las entrevistas aplicadas a cada uno de ellos. En la (figura 16), se puede apreciar en el mapa del país la ubicación de cada proyecto.

Las organizaciones que actualmente llevan a cabo la rehabilitación de corales son:

- 1- Raising Coral, Caribe
- 2- Culebra Reef Garden, Papagayo

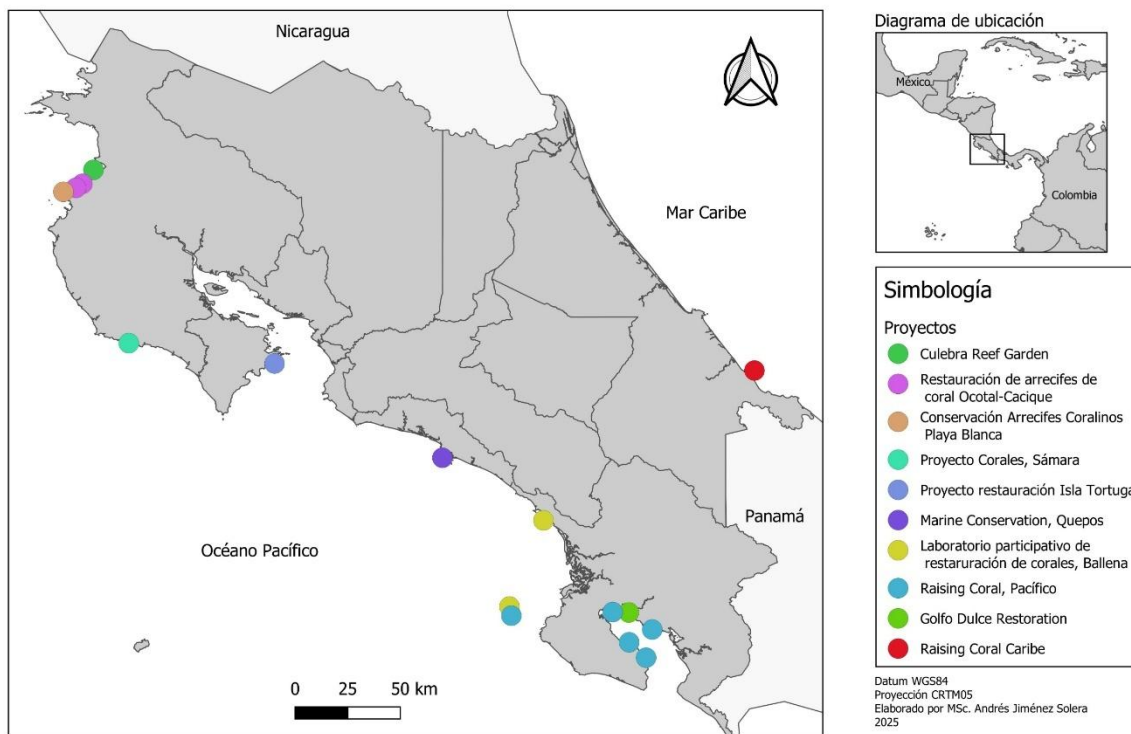
- 3- Restauración de Arrecifes de Coral, Ocotal, Ocotal-Punta Cacique
- 4- Conservación de Arrecifes Coralinos, Playa Matapalo y Playa Blanca.
- 5- Proyecto Corales, Sámara
- 6- Proyecto Restauración, Isla Tortuga
- 7- Conservación Marina, Quepos
- 8- Laboratorio Participativo de Restauración de Corales, Ballena
- 9- Raising Coral, Pacífico
- 10- Golfo Dulce Restoration

Proyectos en etapa de exploración o que apoyan actividades de restauración:

- 11- Conect ocean, Flamingo
- 12- Clean Wafe, Tamarindo
- 13- Arrecifes sonoro, Puerto Viejo Limón.
- 14- Embajadores del mar, Cahuita
- 15- Coral Conservation Caribe

Figura 16. Proyectos de Restauración en CR.

Proyectos de restauración de arrecifes de coral en Costa Rica



Fuente: (Entrevistas-aplicadas a cada proyecto). Mapa elaborado por Andrés Jimenez Solera.

4.2.2. Ficha técnica por proyecto activo en el país

1- Proyecto: Raising Coral Caribe, desde 2021.

- **Nombre de la Organización, Institución o Empresa:** Asociación Raising Coral CR

- **Lugar(es) de restauración con coordenadas:**

Acropora somero laguna: 9°44'59.8"N 82°48'46.8"W

Sin nombre 1: 9°43'59.9"N 82°47'49.3"W

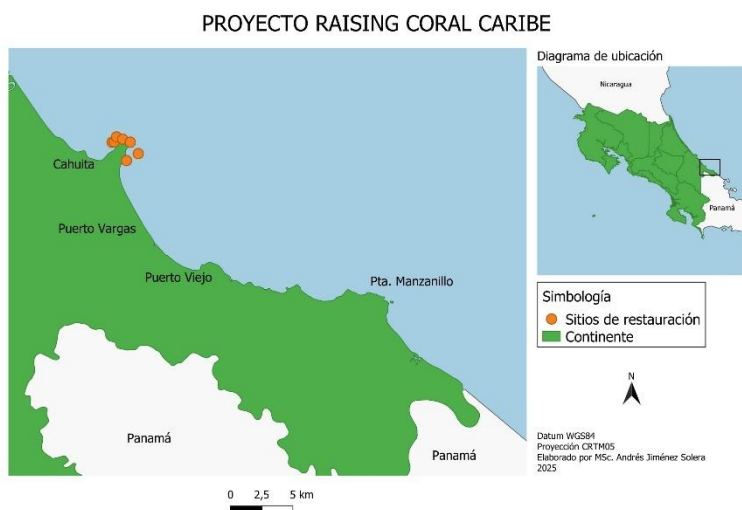
Sin nombre 2: 9°44'51.5"N 82°48'26.2"W

Arañas perezoso 9°44'51.5"N 82°49'14.8"W

Cahuita: Sector Perezoso, La laguna del arrecife y en el arrecife de Eduardo

Gandoca Manzanillo: Sugar Reef (arañas)

- **Mapa:**



- **Número de personas que trabajan en el proyecto:** Directiva (5), planta (2), voluntarios (14/7 regulares) otros: funcionarios SINAC (4)

- **Especies, Fragmentos y estructuras sembrados y/o trasplantados y % de éxito:**

ESPECIE	FRAGMENTOS en vivero	ESTRUCTURAS EN ARRECIFE (trasplante-restauración)	% de éxito-sobrevivencia
<i>Acropora palmata</i>	55	143	87%
<i>Acropora cervicornis</i>	260	86	90%
TOTAL	315	229	88.5%

- **Persona responsable:** Jose Andrés Marín Moraga,

- **Contactos:** jamm@raisingcoral.org, teléfono 8893 3124

- **Colaboradores:** SINAC, FUNDECOPERACION, comunidades (operadores turísticos).

2- Proyecto: Culebra Reef Gardens, desde 2019.

- **Nombre de la Organización, Institución o Empresa:** Alianza Culebra Reef Gardens (UCR-CIMAR, Península de Papagayo, GIZ y SINAC-ACT).

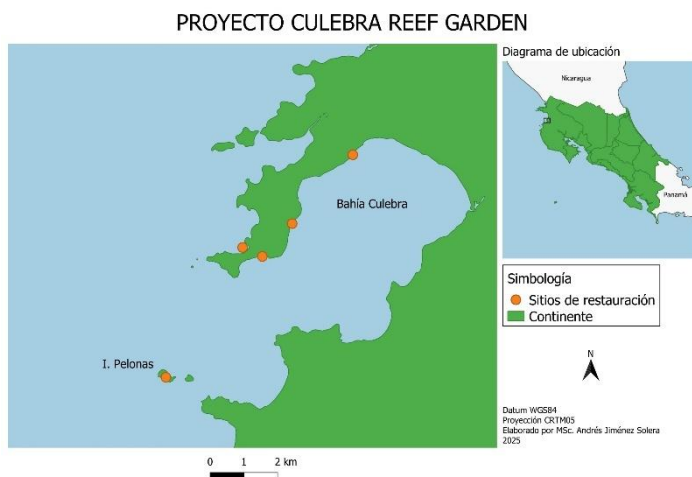
- **Lugar(es) de restauración con coordenadas:**

Islas Pelonas: 10.578994, -85.710406 Playa Blanca: 10.611351, -85.684318

Virador (Guiri-Guiri): 10.613615, -85.689657 Sombrero: 10.638303, -85.659986

Jícaro: 10.619937, -85.676378

- **Mapa:**



- **Número de personas que trabajan en el proyecto:** LECAN-CIMAR (33) Península de Papagayo (4), GIZ (2), Culebra tiene una red de voluntarios (40), ACT (1) Total: 80

- **Especies, Fragmentos y estructuras sembrados y/o trasplantados y % de éxito:**

ESPECIE	FRAGMENTOS en vivero	ESTRUCTURAS EN ARRECIFE (trasplante-restauración)	Trasplantes directos al arrecife	% de éxito-sobrevivencia
<i>Pocillopora spp.</i>	10.000 (Blanq)* / 12.000	218	565	0% */ 90%
<i>Pavona clavus</i>	37		37	90%
<i>Pavona gigantea</i>	148		148	90%
<i>Porites lobata</i>	66		66	90%
TOTAL	22.251	218	816	90%

*Evento de calentamiento que provocó blanqueamiento

- **Persona responsable:** Juan José Alvarado, CIMAR, LECAN y Maria José Solano G.

- **Contactos:** Correo: restauracion.papagayo@gmail.com Celular: 8319 9575/ 8722 5190

- **Colaboradores:** (UCR, Península de Papagayo, GIZ, SINAC). Voluntariado gestionado desde la Alianza Mar y Tierra, y desde Península Papagayo.

3- Proyecto: Restauración de Arrecifes de Coral, Ocotal-Punta Cacique, desde 2022

- **Nombre de la Organización, Institución o Empresa:** Asociación Alianza Mar y Tierra.

- **Lugar(es) de restauración con coordenadas:**

Ocotal 10.54818°N, 85.72564°O, Punta Cacique. 10.572819, -85.700512

- **Mapa:**



- **Número de personas que trabajan en el proyecto:** Directiva (), planta (), voluntarios (10) otros: Total: 10

- **Especies, Fragmentos y estructuras sembrados y/o trasplantados y % de éxito:**

ESPECIE	FRAGMENTOS en vivero	ESTRUCTURAS EN ARRECIFE (trasplante-restauración)	% de éxito-sobrevivencia
<i>Pocillopora spp.</i>	5000	65 arañas en Ocotal 60 arañas en Cacique	N/D
TOTAL	5000	125	N/D*

*No Dato (N/D)

- **Persona responsable:** Elsiana Luna Pastrana, (cofundadora de la ONG)

- **Contactos:** Correo: alianzamarytierra@gmail.com Celular 8813 9964

- **Colaboradores:** LECAN (Laboratorio de Ecología y Conservación de Arrecifes Neotropicales), del CIMAR-UCR,

4- Proyecto: Conservación de tortugas marinas y arrecifes coralinos, Playa Matapalo y Playa Blanca, (Carrillo), Pacífico Noroeste de Costa Rica, desde 2022.

- Nombre de la Organización, Institución o Empresa: Fundación para el Equilibrio entre la Conservación y el Desarrollo (FUNDECODES)

- Lugar(es) de restauración con coordenadas:

Playa Blanca 85.76594.10, 10.53973

- Mapa:



- Número de personas que trabajan en el proyecto: Directiva (0), planta (1), voluntarios (5 en promedio) otros: funcionarios SINAC (1) Total: 7

- Especies, Fragmentos y estructuras sembrados y/o trasplantados y % de éxito:

ESPECIE	FRAGMENTOS en vivero	ESTRUCTURAS EN ARRECIFE (trasplante-restauración)	% de éxito-sobrevivencia
<i>Pocillopora spp.</i>	1212+807= 2019	140	N/D
<i>Psammocora spp.</i>	113	-	N/D
TOTAL	2132	140	N/D

- Persona responsable: Giovanni Bassey Fallas/ Mauricio Méndez Venegas.

- Contactos: bassey33cr@gmail.com/mmendez.bio@gmail.com tel: 83304007/ 8826 0934

- Colaboradores: RIU Hotels and Resorts, Scuba Caribe, Alianza Mar y Tierra, Alianza Culebra Reef Garden

5- Proyecto Corales, Sámara

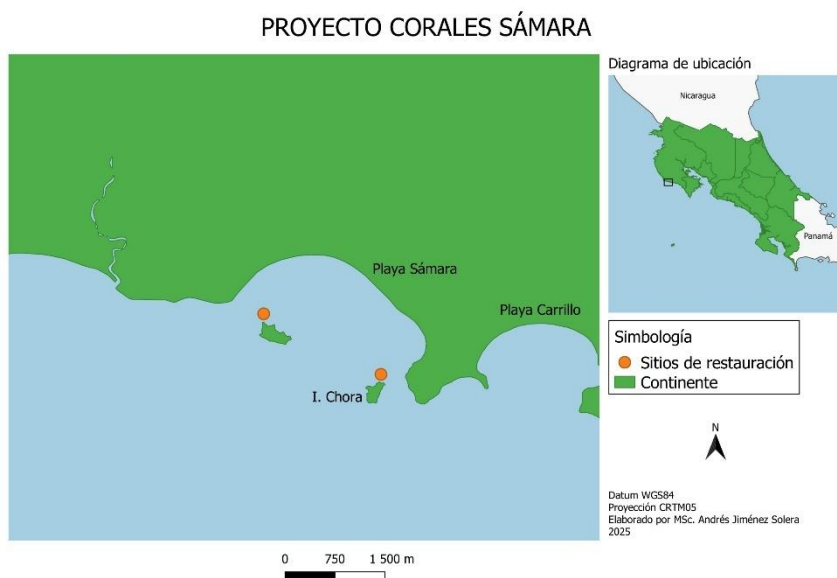
- **Nombre de la Organización, Institución o Empresa:** Asociación Proyecto Corales de Sámara

- **Lugar(es) de restauración con coordenadas:**

- Arrecife rocoso Isla Chora 9.864319, -85.513597

- Arrecife rocoso Cangrejal, 9.872467, -85.529678

- **Mapa:**



- **Número de personas que trabajan en el proyecto:** Directiva (7), planta (), voluntarios (20), Total: 27

- **Especies, Fragmentos y estructuras sembrados y/o trasplantados y % de éxito:**

ESPECIE	FRAGMENTOS en vivero	ESTRUCTURAS EN ARRECIFE (trasplante-restauración)	% de éxito-sobrevivencia
<i>Pocillopora spp.</i>	14.000	10.000 fragmentos y 90 arañas	71%
TOTAL	14.000	90 arañas	71%

- **Persona responsable:** Julio Briceño

- **Contactos:** Correo: info@proyectocorales.org, teléfono: 83031395

- **Colaboradores:** -SINAC, Municipalidad, Asada de Sámara, Empresarios turísticos locales.

6- Proyecto: Proyecto Restauración Isla Tortuga, desde 2025.

- Nombre de la Organización, Institución o Empresa: INA, UNED, B ISLAND CRUISE

- Lugar(es) de restauración con coordenadas:
Isla Tortuga- Islote mayor, 9°46'51.7"N 84°53'26.0"W

- Mapa:



- Número de personas que trabajan en el proyecto: Directiva (), planta (4), voluntarios ()
otros: Estudiantes UNED (4) Total: 8

- Especies, Fragmentos y estructuras sembrados y/o trasplantados y % de éxito:

ESPECIE	FRAGMENTOS en vivero	ESTRUCTURAS EN ARRECIFE (trasplante-restauración)	Fragmentos directos y% de éxito
<i>Pocillopora elegans</i>	2000 árbol y tendedero	43	100 fragmentos / 90%
<i>Povona gigantea</i>	30	5 mezclas	90%
<i>Porites lobata</i>	30		90%
TOTAL	2060	48	90%

- Persona responsable: Carlos Perez, INA / Rodrigo Mendez UNED

- Contactos: Correo: cperezreyes@ina.ac.cr teléfono 88011546 / 70190844

- Colaboradores: UNED (Calidad de aguas), INA (trabajo de campo)

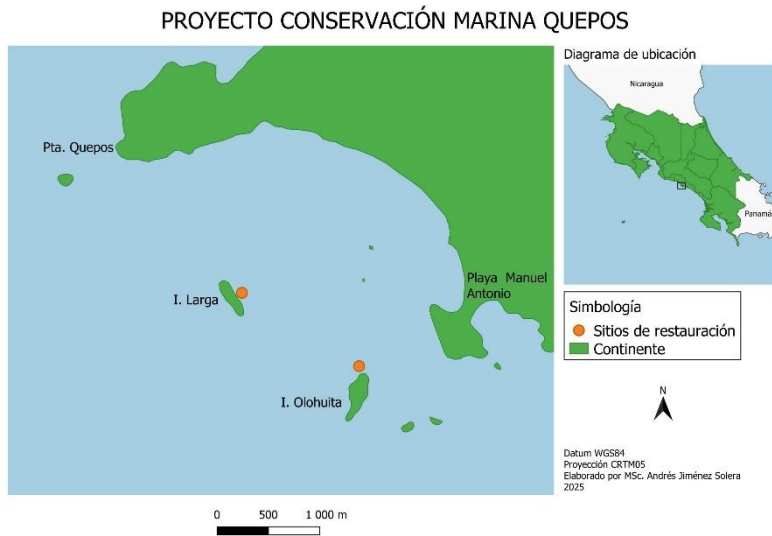
Bay Island Cruise (embarcaciones, materiales y alimentación).

7- Proyecto: Conservación Marina, Quepos, Costa Rica, desde el 2019.

- Nombre de la Organización, Institución o Empresa: Marine Conservation, Quepos, Costa Rica

- Lugar(es) de restauración con coordenadas:
 Manuel Antonio, en: Isla Larga 9.382289, -84.166310,
 Isla Olohuita 9.375833, -84.155925

- Mapa:



- Número de personas que trabajan en el proyecto: Directiva (2), planta (1), voluntarios (2 constantes y otros 10 periódicos) otros: Pasantes Total: 15

- Especies, Fragmentos y estructuras sembrados y/o trasplantados y % de éxito:

ESPECIE	FRAGMENTOS en vivero	Trasplantes de colonias al arrecife	% de éxito-sobrevivencia
<i>Pocillopora spp.</i>	1271	1203	95%
<i>Pavona gigantea</i>	1384	1290	93%
<i>Pavona frondifera</i>	308	279	91%
<i>Pavona duerdeni</i>	144	144	100%
<i>Porites lobata</i>	450	352	78%
<i>Psammocora Stellata</i>	19	5	26%
TOTAL	3576	3273	-

- Persona responsable: Katharine Evans Brittan

- Contactos: Correo: info@marineconservationcostarica.org, teléfono: 86820098

- Colaboradores: Ocean Unlimited

8- Proyecto: Laboratorio participativo de restauración de corales, Ballena

- Nombre de la Organización, Institución o Empresa: Restauración de Corales C R

- Lugar(es) de restauración con coordenadas:

Isla del Caño: 8.713659, -83.883196 Ballena: La Piedra 9.107068, -83.723516

*se valoran nuevos sitios por evento de sedimentación

- Mapa:



- Número de personas que trabajan en el proyecto: Directiva (3), planta (), voluntarios (2) otros: Total: 5

- Especies, Fragmentos y estructuras sembrados y/o trasplantados y % de éxito:

ESPECIE	FRAGMENTOS en vivero	ESTRUCTURAS EN ARRECIFE (trasplante-restauración)	% de éxito-sobrevivencia
<i>Pocillopora spp.</i>	100	20 araña con 15 fragm c/u	0%*
<i>Pavona</i>	100	(aún en laboratorio)	100%
<i>Porites</i>	100	(aún en laboratorio)	100%
TOTAL	300	20	-

*Fenómeno la Niña en 2025, causó pérdidas totales de las estructuras.

- Persona responsable: Pablo Piedra

- Contactos: Correo: info@coraltico.org Teléfono 88107777

- Colaboradores: Comisión de C.C. OSA, Corredor Biológico Paso de la Danta, Reserva Playa Tortuga (Gestor), ASANA (Estudiantes para el laboratorio)

9- Proyecto: Raising Coral, Pacífico, desde 2016.

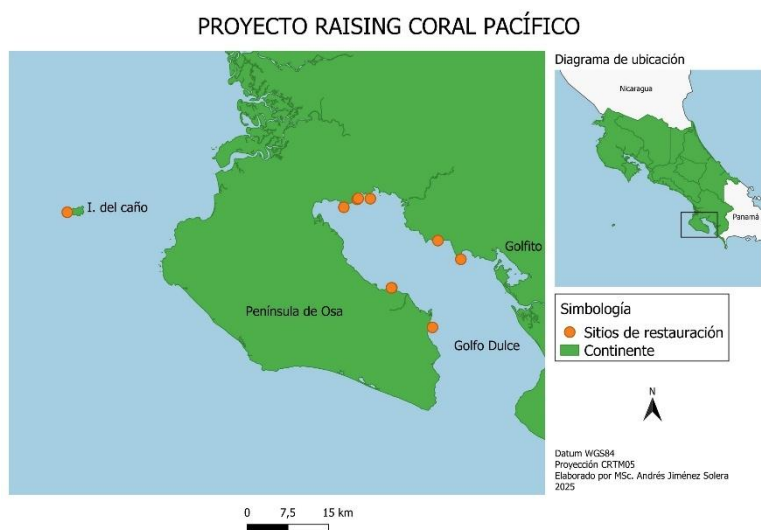
- **Nombre de la Organización, Institución o Empresa:** Asociación Raising Coral

- **Lugar(es) de restauración con coordenadas:**

Golfo Dulce: Punta el Bajo, Punta Adela, Punta Islotes, Mogos, Punta Estrella, Sándalo, Punta Gallardo y Platanares.

Isla del Caño: Barracuda, Catarata, Este intermedio, Jardín y Esquina.

- **Mapa:**



- **Número de personas que trabajan en el proyecto:** Directiva (1), planta (4), voluntarios (30) otros: jardineros activos (11 Total: 45)

- **Especies, Fragmentos y estructuras sembrados y/o trasplantados y % de éxito:**

ESPECIE	FRAGMENTOS en vivero/ en arrecife	ESTRUCTURAS EN ARRECIFE (trasplante-restauración)	% de éxito- sobrevivencia
<i>Pocillopora spp.</i>	2000 / 3400	Reef Stars (83) / TD	Del 2016 al 2023 el % de sobrevivencia de los trasplantados era 92% y en el vivero un 96%. Al 2023 la sobreviv bajó a 26% en trasplantados y en vivero a un 40%. En 2024 la sobreviv. es 90% en los viveros y ND en trasplantes.
<i>Porites spp.</i>	0 / 955	Trasplante directo TD	
<i>Pavona gigantea</i>	144 / 567	Trasplante directo TD	
<i>Pavona frondifera/variens</i>	144 / 84	Trasplante directo TD	
<i>Psammocora Stellata</i>	184 / 60	Trasplante directo TD	
TOTAL	5066	83	-

- **Persona responsable:** Marylaura Sandoval Siles

- **Contactos:** Correo: sandoval.mary20@gmail.com, teléfono 8396 5257

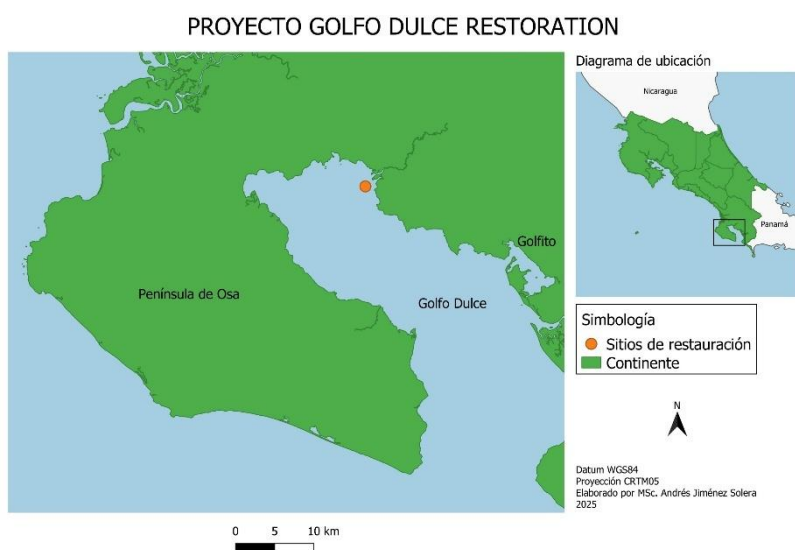
- **Colaboradores:** Hoteles: Playa Nicuesa Lodge, Cativo Lodge, Lapa ríos Lodge y Botánica (by Hilton). Misión tiburón (manglares), UCR (Calidad del agua).

10- Proyecto: Golfo Dulce Restoration, desde el 2023.

- **Nombre de la Organización, Institución o Empresa:** Asociación Pulso Azul

- **Lugar(es) de restauración con coordenadas:** Playa Saladero 8°42'25.5"N 83°20'36.0"W

- **Mapa:**



- **Número de personas que trabajan en el proyecto:** Directiva (1), planta (2), voluntarios (5+2) otros:() Total: 10

- **Especies, Fragmentos y estructuras sembrados y/o trasplantados y % de éxito:**

ESPECIE	FRAGMENTOS en vivero	ESTRUCTURAS EN ARRECIFE (trasplante-restauración)	% de éxito-sobrevivencia
<i>Pocillopora damicornis</i>	437	2 estruc. de arañas de 40 fragm. c/u	Frg. 30%
<i>Porites lobata</i>	228	3 estructuras de araña con 40 fragm. c/u	Frg. 30%
<i>Psammocora spp.</i>	24	1 estructura de araña con 10 fragmentos	Frg. 30%
TOTAL	689	5	30%

- **Persona responsable:** Mariela Sanchez Chavarria Teléfono: 8544 2627

- **Contactos:** Correo: marisanha99@gmail.com, Golfodulcerestoration@gmail.com

- **Colaboradores:** INA, Changing Tide Tours, Pandorita, vecinos de las comunidades.

4.2.3. Avances logrados

En general, el éxito o sobrevivencia en cada proyecto es muy estable y en promedio la sobrevivencia entre todos los grupos es de un 90%, según el total de las entrevistas generadas. Este porcentaje de éxito cambia con los eventos que provocan el llamado blanqueamiento o muerte masivos, como el del año 2023 que afectó a la mayoría de los proyectos, en el caso del Proyecto laboratorio el evento persistió durante el 2024. Estos eventos también generaron grandes cantidades de sedimento en las zonas de restauración y las pérdidas fueron totales.

Para medir el esfuerzo realizado por cada proyecto, se consultó en la entrevista realizada a los distintos proyectos, por la cantidad de fragmentos en vivero a lo largo del tiempo, la cantidad de estructuras en arrecife, los trasplantes directos al arrecife y el porcentaje de éxito. Lo anterior se puede apreciar en el siguiente (cuadro 5), donde se visualiza el esfuerzo por proyecto y la sumatoria de los mismos.

Este cuadro nos genera datos muy interesantes a nivel país, la cantidad de fragmentos en vivero a lo largo del tiempo alcanza los 52.795, la cantidad de estructuras en arrecife 958, los trasplantes directos al arrecife 9.255 y el porcentaje de éxito entre un 60 y un 90%.

Cuadro 5. Proyectos Restauración de Arrecifes de Coral y logros.

PROYECTOS DE RESTAURACIÓN, LOGROS POR FRAGMENTOS ESTRUCTURAS Y ÉXITO				
SITIOS	FRAGMENTOS en vivero	ESTRUCTURAS EN ARRECIFE	Trasplantes directos al arrecife	% de éxito-sobrevivencia
1-Raising Coral Caribe	315	229		88,50%
2-Culebra Reef Gardens	22251	218	816	90%
3-Restauración de Arrecifes de Coral, Ocotal-Punta Cacique	5000	125		N/D
4-Conservación arrecifes coralinos, Playa Blanca	2132	140		N/D
5-Proyecto Corales Sámara	14000	90		71%
6-Proyecto Restauración Isla Tortuga	2060	48	100	90%
7-Conservación Marina, Quepos	3576		3273	91%
8-Laboratorio participativo de restauración de corales, Ballena	300	20		0% / 100%*
9-Raising Coral, Pacífico	2472	83	5066	90%
10-Golfo Dulce Restoration	689	5		30%
TOTALES	52795	958	9255	
<i>*Fenómeno la Niña en 2025, causó pérdidas totales de las estructuras en arrecife. En laboratorio la sobrevivencia es del 100%.</i>				

Algunas publicaciones científicas coinciden con los datos mencionados, donde por ejemplo (Alvarado et al., 2025) mencionan que, en términos generales las tasas de crecimiento han rondado entre 6 y 9 cm/año, con supervivencias entre 60–90 % de las colonias. Todos los sitios fueron gravemente afectados por el fenómeno de El Niño 2023, con altos valores de blanqueamiento y pérdida de colonias en los viveros.

4.3. Capítulo 3: Actividades de restauración de arrecifes de coral sujetas a reconocimiento y posibles beneficiarios

Para efectos de un Pago de Servicios Ecosistémicos Marinos, de acuerdo con la Ley 10.507 (Ley N° 10507, 2024), los beneficios, se otorgarán mediante un pago por resultados, entre ellas, algunas de las actividades que tendrán retribución económica serán “Actividades de restauración y conservación de manglares, pastos marinos y arrecifes de coral.”

De esta manera es preciso definir las actividades sujetas a reconocimiento y sus posibles beneficiarios. Según el instrumento oficial el Protocolo Nacional para la Restauración de Arrecifes de Coral, se definen 7 actividades requisito, las cuales coinciden con lo que ejecutan actualmente, esto según el Cuadro 1, mencionado anteriormente, donde de acuerdo con la entrevista confirmaron el cumplimiento de estas actividades.

No obstante, para efectos del reconocimiento para un PSEM, deberían de identificarse actividades ejecutables, medibles, que puedan ser supervisadas y reportadas por una entidad responsable que asuma el rol de gestor de la actividad, planificador y guía.

Para estos efectos, se les consultó a través de las entrevistas a los diferentes proyectos, la opinión sobre las posibles actividades sujetas a reconocimiento con las circunstancias mencionadas, el resultado de la suma de las opiniones puede apreciarse en el Cuadro 6. En general, el mantenimiento en los viveros, la construcción de viveros y colocación de

fragmentos y trasplantes al arrecife y su monitoreo, son las actividades mencionadas con más frecuencia, seguidas del monitoreo en los viveros, el muestreo con recolección de fragmentos y realizar educación ambiental con charlas y talleres en las comunidades costeras.

La actividad de monitoreo de arrecifes de coral del PRONAMEC (visto como un conjunto específico de indicadores), a pesar de ser un requisito en el Protocolo Nacional, no se ejecuta en la mayoría de los proyectos, por varias razones, entre ellas el que no se ha dado la inducción adecuada por parte del SINAC a los proyectos.

Cuadro 6. Opinión sobre Actividades sujetas a reconocimiento de PSEM.

OPINION SOBRE ACTIVIDADES SUJETAS A RECONOCIMIENTO DE PSEM											
ACTIVIDADES/ PROYECTOS	1-Raising Coral Caribe	2- Culebra Reef Gardens	3- Ocotol-Punta Cacique	4-, Playa Blanca	5-Proyecto Corales Sámara	6- Isla Tortuga	7-Laboratorio Quepos	8- Ballena	9-Raising Coral, Pacífico	10-Golfo Dulce	TOTAL
1- Construcción de Viveros y colocación	●	●		●	●	●	●		●	●	8
2- Muestreo y recolección de fragmentos				●	●	●	●		●	●	6
3- Mantenimiento en los viveros	●	●	●	●	●	●	●		●	●	9
4- Monitoreo en los viveros		●		●		●	●	●	●	●	7
5-Trasplantes al arrecife y su monitoreo	●	●		●		●	●	●	●	●	8
6-Monitoreo ecológico (PRONAMEC)						●	●				2
7-Mantenimiento de Tanques con corales para su reproducción sexual en Laboratorio								●			1
8-Realizar Educación Ambiental con charlas y talleres en las comunidades costeras	●	●						●	●	●	5
9-Realizar Educación Ambiental con charlas y talleres en la región								●			1
10-Limpieza de Playas y o ríos					●						1
11-Demarcación del sitio con boyas y su mantenimiento		●							●		2
12-Vigilancia		●									1
13-Alimentar peces / limpiar filtros y tanques								●			1

De esta manera las actividades identificadas en el cuadro 1 (Actividades realizadas por los proyectos) y el cuadro 6 (Opinión sobre Actividades sujetas a reconocimiento de PSEM),

coinciden con el Protocolo Nacional, a excepción de dos actividades (la aplicación del Protocolo y selección de sitios para vivero) pero sí realizan la actividad de educación ambiental como una necesidad imperante para revertir las conductas sociales que causan las amenazas al ecosistema arrecifes de coral. De acuerdo con las entrevistas, no todos los proyectos llevan a cabo acciones de educación ambiental, pero al menos 5 dedican grandes esfuerzos a esta línea, como es el caso de Proyecto Corales de Sámara, quienes conectan con grupos comunales, escuelas y colegios de la región.

El proyecto Laboratorio de Corales en Ballena, llevan charlas y talleres incluso a nivel de la región, además de recibir estudiantes para charlas como partes de sus actividades cotidianas. De igual manera Rasing Coral tanto en el Caribe como el Pacífico llevan a cabo un gran volumen de actividades de sensibilización a diferentes grupos.

Las actividades sujetas a reconocimiento no podrían distanciarse de las solicitadas por el Protocolo de modo que la sugerencia retoma estas actividades y suma la actividad de educación ambiental.

Con el propósito de ilustrar una de las actividades a las que se le dedica más tiempo de trabajo de cada proyecto, se analizó durante las entrevistas el volumen de trabajo requerido mes. En este caso el mantenimiento de los viveros, la cual también se reconoce a quien la lleva a cabo como el “jardinero de coral.”

El mantenimiento en los viveros y o tanques, es la actividad priorizada por todos los proyectos. Esto dado que el mantenimiento es la actividad que requiere de constancia a lo largo del año y un número considerable de personas. De acuerdo con las entrevistas aplicadas, todos los proyectos visualizan la opción del que se pague a jardineros de coral para la limpieza y mantenimiento en las diferentes estructuras. Además de otras actividades paralelas. Según cuadro 7, con la consulta realizada con el volumen de trabajo actual se contabilizaría la necesidad de 75 jardineros extra a los que ya cuentan.

Algunos proyectos ya cuentan con “jardineros de coral”, ya sean voluntarios, personal de planta, junta directiva de la organización o bien contratados para tal fin, quienes llevan a cabo la labor metódica e indispensable del mantenimiento del coral. Sin embargo, dependen del financiamiento que logren colocar año con año, para estos fines.

Cuadro 7. Número de días jardineros y días de trabajo por mes.

# DIAS JARDINEROS Y DIAS DE TRABAJO POR MES			
PROYECTOS	# JARDINEROS	# DIAS POR MES	DIAS TRABAJO / MES
1-Raising Coral Caribe	10	3	30
2-Culebra Reef Gardens	7	5	35
3-Restauración de Arrecifes de Coral, Ocotal-Punta Cacique	10	3	30
4-Conservación arrecifes coralinos, Playa Blanca	5	2	10
5-Proyecto Corales Sámara	10	5	50
6-Proyecto Restauración Isla Tortuga	8	2	16
7-Conservación Marina, Quepos	3	10	30
8-Laboratorio participativo de restauración de corales, Ballena	5	3	15
9-Raising Coral, Pacífico	8	8	64
10-Golfo Dulce Restoration	9	1	9
TOTAL	75		289

De esta manera, con los datos de este cuadro se muestra como resultado preliminar, un total de 75 jardineros solo para la actividad de mantenimiento de los viveros, con un total de 289 días de trabajo.

4.3.1. Posibles actividades para el reconocimiento de pago de servicios ecosistémicos marinos (PSEM)

De acuerdo con el Protocolo vigente y a las actividades sugeridas por los proyectos en ejecución se recomienda tomar en cuenta el total de las actividades que se llevan a cabo en general, como opciones de reconocimiento.

Para efectos de esta propuesta dado que todos los proyectos necesariamente ejecutan la mayoría de las actividades, se sugiere el que cada proyecto presente un Plan de Restauración con su debido Plan de Trabajo, donde incluya el detalle de las actividades que somete a reconocimiento ante el MINAE (SINAC-FONAFIFO).

Las Actividades son indispensables e interdependientes y cada proyecto ha generado experiencias específicas dadas las condiciones del sitio y sus propias capacidades. De esta manera, cada proyecto presentaría su propuesta de actividades con la proyección del personal, número de días de trabajo y los resultados que se obtendrán.

Las posibles actividades son:

- 1- Mantenimiento en los viveros y o tanques (limpieza de las estructuras, líneas o cuerdas, rejillas plásticas o tanques).
- 2- Construcción de Viveros y colocación de los fragmentos (árbol, tendedero, plataforma-mesa-galletas) (viveros permanentes (marco con forma de “A” /Araña de arrecife) o bien trasplante directo.
- 3- Traslado de colonias para trasplante en el arrecife y su monitoreo.
- 4- Monitoreo en los viveros (estimar crecimiento y sobrevivencia de las colonias, detectar indicio de blanqueamiento o enfermedades, fotografías, registro y análisis).

5- Muestreo y recolección de fragmentos (fragmentación de colonias donadoras, aprovechamiento de corales de oportunidad, muestreo de colonias donantes, y colocación en los viveros.

6- Aplicación del Protocolo Nacional de Monitoreo Ecológico (PRONAMEC) previo y post trasplantes.

7- Realizar educación ambiental con charlas y talleres en las comunidades.

4.3.2. Beneficiarios

Las organizaciones que dirigen cada uno de los proyectos, serían las responsables de convocar y seleccionar a los colaboradores que cumplan con los requisitos para participar como beneficiarios del Programa.

Los criterios de selección de las personas beneficiarias serán de exclusiva responsabilidad de cada organización y se aplicarán de acuerdo con el número de personas estimado en el Plan de Trabajo presentado, como parte del Plan de Restauración.

Según el Protocolo de Restauración de Arrecifes Coralinos SINAC-GIZ (2020), los practicantes de la restauración o aspirantes a restaurar debe cumplir con un mínimo de requisitos que permitan asegurar que conocen la labor y que no pongan en riesgo su integridad.

De acuerdo con el nivel de participación se debe contar con un perfil adecuado, por ejemplo el investigador principal, líder del proyecto, quien es la persona a cargo de aspectos tales como la escogencia de sitios y el monitoreo ecológico; investigador responsable del proyecto, debe contar con formación académica en ciencias biológicas, marinas/ambientales o manejo de recursos naturales, contar con un seguro y certificación de buceo básico (open water) o superior con al menos 50 buceos. Además, se recomienda contar con la certificación del curso Básico de Embarco (Zafarrancho), impartido por el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA).

Así mismo el investigador asociado jardinero de coral que es persona idealmente local, involucrada en el cultivo y siembra de coral. El grado de involucramiento dependerá de la naturaleza del proyecto. Este debe haber recibido asesoramiento técnico, ya sea mediante la modalidad de curso o taller inductivo impartido por quien fuese responsable de implementar el proyecto. También deberá contar con un seguro y certificación de buceo básico vigente o superior con al menos 25 buceos y se recomienda contar con la certificación del curso Básico de Embarco.

Por otra parte, el asistente o voluntario, que son las personas interesadas, quienes se podrán involucrar según su conveniencia y disponibilidad; deben haber recibido asesoramiento técnico, ya sea mediante la modalidad de curso o taller inductivo impartido por quien fuese responsable de implementar el proyecto. Deben contar mínimo con experiencia en actividades que impliquen contener la respiración de manera voluntaria por periodos cortos

de tiempo. Además de contar con un seguro y certificación de buceo básico vigente o superior con al menos 25 buceos, según su registro.

Los beneficiarios que proponga cada organización tendrán que contar con una póliza además de mantener una modalidad de seguro con la Caja Costarricense de Seguro Social. Se debe aclarar el que el PSEMC no se constituirá como una relación obrero patronal, por lo que el seguro cada participante deberá de estar adscrito y al día.

De esta manera, cada proyecto tendrá definidos sus colaboradores, en el Plan de Restauración, para lo que deberá detallar el perfil del beneficiario, las labores a realizar, el tiempo que dedicará al proyecto al mes durante un año y las actividades que realizará. Para esto deberá aportar información como la que se detalla en el cuadro 8. a continuación:

Cuadro 8. Datos de Beneficiarios dado por las Organizaciones.

NOMBRE	# de cédula	ACTIVIDADES POR REALIZAR	DIAS AL MES	CAPACITACIÓN			POLIZA #	Seguro con la CCSS y al día
				Zafarrancho	Jardinería	Otro		

Este cuadro resumirá la información de los beneficiarios y será la organización quien lo presente junto con los demás requisitos para optar por el PSEM. En este cuadro es parte del Plan de Restauración en su Plan de trabajo anual.

4.4. Capítulo 4: Requisitos, obligaciones y tipos de reconocimiento

4.4.1. Requisitos y obligaciones

Los requisitos y obligaciones son parte fundamental de un Esquema de Pago de Servicios Ambientales, en este caso Pago de Servicios Ecosistémicos Marino Costeros. El cumplir con los requisitos y obligaciones por parte de los beneficiarios, constituye un elemento esencial para garantizar la eficacia, transparencia y sostenibilidad del mecanismo.

Los requisitos permiten asegurar que los actores participantes (asociación, fundaciones, organizaciones comunales, academia, entidades privadas con proyectos de restauración) cuentan con la capacidad legal, técnica y administrativa necesaria para ejecutar acciones que contribuyan efectivamente a la recuperación y mantenimiento de los servicios ecosistémicos marino-costeros.

En el caso específico de la restauración de arrecifes de coral, las condiciones habilitantes buscan asegurar que los beneficiarios actúen en coherencia con los marcos regulatorios nacionales, los planes de manejo de las áreas silvestres protegidas cumplan con los Permisos

de Investigación y los protocolos técnicos establecidos por el SINAC. Asimismo, promueven la equidad en el acceso a los incentivos, fortalecen la gobernanza local y garantizan que los recursos invertidos generen beneficios ambientales, sociales y económicos verificables a largo plazo (BIOFIN-PNUD, 2020; SINAC-GIZ, 2020).

4.4.1.1. Requisitos Legales Institucionales

Con base al Manual de Operaciones del PSA Bosques de Manglar (MINAE, SINAC, FONAFIFO, INCOPECA & FUNBAM, 2024), se sugieren los siguientes requisitos para las Organizaciones:

- Contar con el Permiso de Investigación vigente del SINAC.
- Cada organización deberá estar debidamente inscrita ante Registro Nacional y contar con personería jurídica vigente.
- Acuerdo de asamblea o de junta directiva mediante el cual se autoriza al presidente de la organización a la firma del contrato en el marco del PSEM dirigido a la restauración de arrecifes, donde aceptan asumir los compromisos pactados en el Plan de Restauración.
- Nota de manifestación del consentimiento, previo e informado, debidamente firmada por el presidente de la organización, cuyo requisito se recomienda replicar a lo interno de cada organización con todas las personas físicas participantes.
- Encontrarse al día con las obligaciones tributarias ante el Ministerio de Hacienda.
- Mantenerse al día con sus obligaciones ante la CCSS y FODESAF.

-Contar con un contrato con un contador habilitado para el ejercicio e incorporado al Colegio de Contadores Privados de Costa Rica con el objetivo que garantice los informes financieros del proyecto.

4.4.1.2. Requisitos Técnicos y operativos

-Contar con Plan de Restauración (proyecto que acompañe la solicitud de Permiso de Investigación) aprobado o avalado por el SINAC, que describa metodología, especies a usar, sitio y cronograma de trabajo detallado en función de la solicitud del beneficio del PSEM. En este documento se debe demostrar las capacidades o alianzas para ejecutar los objetivos del proyecto. Además de incluir en su planeación la contribución en el aporte socioeconómico local y la participación en la gobernanza ambiental de la región. Debe demostrar la factibilidad financiera del Proyecto.

Se sugiere un Plan de Restauración que contenga un Plan de Trabajo que justifique los fondos solicitados. Para efectos de esta propuesta se anexa un formato de estructura para este Plan de Restauración. Ver Anexo (3).

4.4.2. Obligaciones de las organizaciones participantes

4.4.2.1. Obligaciones Técnicas

-Demostrar experiencia en la restauración, monitoreo o jardinería de corales, o alianzas con organizaciones que sí la tengan (universidades, ONG, centros de investigación).

- Ejecutar el monitoreo ecológico establecido para evaluar indicadores de éxito (sobrevivencia, cobertura coralina, biodiversidad), según el Protocolo de Restauración de Arrecifes y Comunidades Coralinas de Costa Rica (SINAC-GIZ, 2020)., y compartir los datos como parte de los Informes.
- Cumplir un Protocolo de seguridad para los participantes del programa y demostrar su aplicación.
- Contribuir a la economía local o empleo costero sostenible (por ejemplo, contratación de pescadores reconvertidos o jóvenes de comunidades costeras).
- Cumplir con los principios de equidad y participación comunitaria.
- Maximizar los esfuerzos de sostenibilidad financiera del proyecto o cofinanciamiento (donaciones, fondos propios, alianzas), con el fin de cumplir al menos las etapas de trasplantes al arrecife.
- Alineamiento con Planes de Manejo del Área Silvestre Protegida (ASP) o del Área Marina de Pesca Responsable (AMPR).
- Participación en Consejos Locales o estructuras de gobernanza, locales o regionales.
- Generar esfuerzos con un enfoque en beneficios ecosistémicos comprobables, como aumento de cobertura coralina, refugio de biodiversidad y mejora en servicios como pesca o turismo.
- Deberá elaborar y remitir un informe de cumplimiento de obligaciones, técnicos, administrativos, financieras y otras cada tres meses al SINAC y Fonafifo.

4.4.2.2. Obligaciones Operativas

- Cumplir todos los términos del permiso de investigación otorgado por el SINAC.
- Cumplir y participar en las actividades previstas del contrato PSEM de arrecifes de coral.
- Coordinar el trabajo de los beneficiarios y llevar los controles de las actividades realizadas.
- Cumplir las recomendaciones realizadas por el investigador responsable (biólogo) del proyecto.
- Elaborar, cumplir y reportar la ejecución de un Plan de Trabajo con los fondos del PSEM.
- Contar con los mecanismos de registro de cumplimiento de las actividades, según formato aportado o aprobado.
- Indicar al SINAC, por medio del responsable de la investigación, el listado de los participantes de las actividades a ejecutar en este esquema.
- Mantener un mecanismo de registro interno, con un expediente de cada miembro.

4.4.3. Tipos de reconocimientos

4.4.3.1. Propuesta de reconocimiento económico y montos para la restauración de arrecifes de coral

El reconocimiento económico propuesto para los beneficiarios del esquema de Pago por Servicios Ecosistémicos Marino-Costeros (PSEMC) en restauración de arrecifes de coral se basa en una tarifa fija mensual, inspirada en la experiencia de los programas piloto

actualmente implementados por el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO), en colaboración con el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) y el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC).

Para esta Estructura de PSEM dirigido a la Restauración de Arrecifes de Coral, se propone adoptar un esquema durante la fase inicial de la implementación, con resultados de acciones y reconociendo la necesidad de fortalecer las técnicas y los mecanismos de monitoreo ecológico antes de sumarle al modelo, el pago por resultados ecológicos y sociales. Bajo esta modalidad, el monto de reconocimiento se asignaría con base en el Plan de Restauración aprobado para cada proyecto, el cual deberá estimar de manera realista el volumen de trabajo requerido en el periodo de ejecución, incluyendo:

- Número de personal técnico-comunitario involucrado.

- Jornadas de trabajo proyectadas para viveros, trasplantes, mantenimiento, monitoreo y educación ambiental.

- Periodo total de ejecución y metas ecológicas asociadas.

Para estos efectos se deberá presentar una tabla para estimar los montos estimados como beneficiarios.

De acuerdo con la experiencia acumulada por los proyectos de restauración coralina activos en el país, el costo promedio de un día de trabajo de un jardinero se estima en ₡20.000 colones. Así mismo, en promedio las labores de mantenimiento o jardinería son en promedio unos 6 días máximo por persona. Por tanto, el monto mensual propuesto (₡120.000 colones) busca reflejar una compensación justa, compatible con el esfuerzo y la dedicación del personal que realiza las labores de restauración, al tiempo que mantiene coherencia con los estándares ya definidos en otros PSEMC. Además del reconocimiento al beneficiario se sugiere mantener un porcentaje a la organización para gastos operativos entre un 6% y un 10% sobre el monto total que percibirían los beneficiarios de cada proyecto.

El reconocimiento propuesto tiene congruencia con el PSA PILOTO de Manglar-Moluscos el cual reconoce \$224 dólares por mes y ₡112.448 (Tipo de cambio 502) y el PSEM nacional reconocerá ₡116.116 por mes por persona participante. De esta manera se mantiene la coherencia y lógica con los otros dos esquemas ya oficiales.

Este esquema permitirá remunerar directamente a las personas de las comunidades costeras capacitadas por los propios proyectos de restauración, fortaleciendo así la inclusión local, la apropiación social y la continuidad de las acciones de conservación. Además, sienta las bases para que, en futuras etapas del programa, una vez consolidados los instrumentos de verificación ecológica, se incorporen bonificaciones por desempeño o indicadores de éxito en restauración coralina (SINAC-GIZ, 2020).

4.4.3.2. Montos a reconocer

En el análisis realizado en esta investigación se cuenta entonces, con un monto de pago por día de trabajo y un estimado de 6 días máximo por persona. También contamos con datos que generaron las entrevistas aplicadas a los proyectos donde podemos estimar con base al Cuadro 7. (Número de Días jardineros y días de trabajo por mes) podemos estimar el monto requerido para pagar específicamente la actividad de Mantenimiento con colaboradores locales. A continuación, en el Cuadro 9, se estima el monto para “la jardinería”, el cual es un total anual de ₡69.360.000.

Cuadro 9. Monto requerido para jardineros adicionales por mes y año.

# DIAS JARDINEROS Y DIAS DE TRABAJO POR MES					
PROYECTOS	# JARDINEROS	# DIAS POR MES	DIAS TRABAJO / MES	20,000 colones x día Total por mes	TOTAL X AÑO
1-Raising Coral Caribe	10	3	30	₡ 600 000,00	₡ 7 200 000,00
2-Culebra Reef Gardens	7	5	35	₡ 700 000,00	₡ 8 400 000,00
3-Restauración de Arrecifes de Coral, Ocotol-Punta Cacique	10	3	30	₡ 600 000,00	₡ 7 200 000,00
4-Conservación arrecifes coralinos, Playa Blanca	5	2	10	₡ 200 000,00	₡ 2 400 000,00
5-Proyecto Corales Sámara	10	5	50	₡ 1 000 000,00	₡ 12 000 000,00
6-Proyecto Restauración Isla Tortuga	8	2	16	₡ 320 000,00	₡ 3 840 000,00
7-Conservación Marina, Quepos	3	10	30	₡ 600 000,00	₡ 7 200 000,00
8-Laboratorio participativo de restauración de corales, Ballena	5	3	15	₡ 300 000,00	₡ 3 600 000,00
9-Raising Coral, Pacífico	8	8	64	₡ 1 280 000,00	₡ 15 360 000,00
10-Golfo Dulce Restoration	9	1	9	₡ 180 000,00	₡ 2 160 000,00
TOTAL	75		289	₡ 5 780 000,00	₡ 69 360 000,00

Además del dato de los jardineros adicionales para las actividades de mantenimiento, en este documento en el Cuadro 2. (Personas que trabajan en los proyectos), se muestran a los colaboradores que son parte de cada proyecto, y se agrega a continuación la tabla del personal que ejecuta las actividades del proyecto, (junta directiva, personal de planta, jardineros ya contratados y pasantes/colaboradores permanentes), con lo que podemos estimar a 58 personas que participan activamente en el proyecto y de forma permanente, quienes son también posibles beneficiarios, (cuadro 10).

Cuadro 10. Personal activo, posibles Beneficiarios y montos.

PERSONAL ACTIVO, POSIBLES BENEFICIARIOS y MONTOS						
PROYECTOS	JUNTA DIRECTIVA	PLANTA/JARDINEROS	ESTUDIANTES /PASANTES /colaboradores	TOTAL, pers	6 días x mes x 12	MONTO ANUAL
1-Raising Coral Caribe	5	2		7	504	₡ 10 080 000,00
2-Culebra Reef Gardens		4		4	288	₡ 5 760 000,00
3-Restauración de Arrecifes de Coral, Ocotal-Punta Cacique	4			4	288	₡ 5 760 000,00
4-Conservación Arrecifes Coralinos, Playa Blanca		2		2	144	₡ 2 880 000,00
5-Proyecto Corales Sámara	7			7	504	₡ 10 080 000,00
6-Proyecto Restauración Isla Tortuga			4	4	288	₡ 5 760 000,00
7-Conservación Marina, Quepos	2	1		3	216	₡ 4 320 000,00
8-Laboratorio participativo de restauración de corales, Ballena	3			3	216	₡ 4 320 000,00
9-Raising Coral, Pacífico	5	15	1	21	1512	₡ 30 240 000,00
10-Golfo Dulce Restoration	1	2		3	216	₡ 4 320 000,00
TOTALES	27	26	5	58	4176	₡ 83 520 000,00

En esta tabla no se contabilizaron los funcionarios públicos ni voluntarios quienes son parte indispensable de los proyectos, sin embargo, no se incluyen como posibles beneficiarios.

De esta manera, los montos a reconocer en el Pago de Servicio Ecosistémico Arrecifes de Coral en su primer año, se puede estimar con las siguientes cifras:

Jardineros adicionales (Mantenimiento) ₡ 69 360 000,00

Personal activo, posibles beneficiarios ₡ 83 520 000,00

Monto a reconocer estimado ₡ 152 880 000,00

Porcentaje organizaciones (10%) ₡ 15 288 000,00

TOTAL (estimado) ₡ 168 168 000,00

Por otra parte, en cuanto al financiamiento de este nuevo esquema que de PSEMC que se propone, actualmente el país cuenta con fondos para el 2025 y el 2026, con recursos provenientes del presupuesto ordinario, esto según Hacienda (2025).

Para efectos de mediano y largo, el país a través del Banco Central de Costa Rica deberá elaborar una Cuenta Ambiental de Recursos Marinos y Costeros, con el apoyo del Consejo Nacional de Cuentas Ambientales esto según la Ley 10.507. Actualmente una consultoría en conjunto con una comisión Interinstitucional ya trabaja desarrollando la cuenta en sus tres ejes, y con ello podría ayudar a generar un “portafolio” de proyectos para la búsqueda de fondos (J. Asch, comunicación personal, 23 de octubre de 2025).

4.4.3.3. Esquema ampliado de Propuesta de reconocimiento a beneficiarios del PSEMC en restauración de arrecifes de coral

El reconocimiento a beneficiarios del PSEMC se propone como un esquema ampliado como una opción en una segunda etapa, donde se generen diferentes categorías que incentiven la restauración efectiva, inclusiva y sostenible de los arrecifes de coral, alineando los pagos con los resultados alcanzados en las actividades prioritarias definidas por el Protocolo Nacional de Restauración de Arrecifes y Comunidades Coralinas de Costa Rica (SINAC-GIZ, 2020).

Dado que debe haber un Plan de Restauración validado por proyecto, que estime el volumen de trabajo, las metas ecológicas y sociales, y el periodo a evaluar. Cada reconocimiento deberá corresponder al cumplimiento de las condiciones habilitantes o criterio de elegibilidad.

Los tipos de reconocimiento podrían dirigirse a dos categorías: económicos y de fomento, donde los económicos directamente implicarían un pago como incentivo y la modalidad de fomento donde impulsan o motivan con reconocimientos que fortalecen, animan y motivan la gestión de cada proyecto, como se detalla en el (cuadro 11) y explicados a continuación:

Cuadro 11. Tipo de Reconocimiento, Propuesta Ampliada.

Tipo de reconocimiento		Criterio de elegibilidad / condición habilitante	Actividad o resultado a reconocer	Monto o modalidad de pago	Fuente o forma de verificación	Institución responsable / observaciones
ECONOMICO	Económico continuo (PSEM de inicio)	Proyecto aprobado con Plan de Restauración validado por SINAC/FONAFIFO; cumplimiento de requisitos técnicos y administrativos.	Ejecución efectiva de las actividades priorizadas del protocolo (viveros, trasplantes, monitoreo).	€120.000 mensuales por persona, o proporcional según jornadas efectivas, 20.000 colones por día de trabajo (promedio 6 días por persona). Más un % a la organización	Informe técnico mensual o trimestral, firmado por la coordinación del proyecto y verificado por SINAC.	FONAFIFO / SINAC (según área de conservación).
	Económico por desempeño (futuro)	Proyecto con sistema de monitoreo ecológico validado; reporte de indicadores. Sumado al cumplimiento de requisitos técnicos y administrativos.	Resultados ecológicos comprobables (supervivencia coralina, cobertura viva, reclutamiento).	Bonificación adicional (hasta 25% del monto anual a la organización).	Reporte de monitoreo validado por SINAC o instancia académica aliada.	SINAC / aliado técnico.
FOMENTO	Promoción	Participación activa de personas locales capacitadas y cumplimiento de actividades comunitarias o educativas.	Involucramiento comunitario, educación ambiental, comunicación social del proyecto.	Certificación / sello: "Aliado Marino Regenerativo".	Registro institucional y evidencia de actividades.	MINAE-SINAC / FONAFIFO.
	Apoyo en especie	Proyectos con buena ejecución, continuidad o innovación técnica.	Reposición de materiales, dotación de equipo o apoyo logístico.	Entrega de bienes o servicios según disponibilidad presupuestaria o alianzas.	Acta de entrega / convenio de cooperación.	FONAFIFO / aliados interinstitucionales
	Reconocimiento social	Participación comunitaria ejemplar o resultados destacados.	Liderazgo local, cooperación interinstitucional, buenas prácticas.	Difusión, reconocimientos públicos, priorización en futuras convocatorias.	Publicación o acta de evento.	FONAFIFO / MINAE / gobiernos locales.

4.4.3.4. Incentivos económicos

Económico continuo:

Los incentivos económicos constituyen el componente principal de reconocimiento y se otorgarían con base en resultados verificables del plan de restauración. Estos pueden considerar tanto indicadores ecológicos como de gestión social y técnica.

Se propone una estructura escalonada que incluya:

-Pago base por cumplimiento técnico, asociado al cumplimiento de las actividades prioritarias del protocolo (establecimiento y mantenimiento de viveros, trasplantes, seguimiento y monitoreo).

-Reconocimiento o incentivo a la organización por inclusión comunitaria, orientado a proyectos que empleen o capaciten a personas de comunidades costeras en las labores de restauración, monitoreo o educación ambiental.

Económico por desempeño (a futuro):

Estos pagos podrán calcularse de acuerdo con el volumen de trabajo ejecutado y los resultados reportados en los informes de monitoreo del periodo.

-Evolución hacia la bonificación por resultados ecológicos confirmados en los monitoreos ecológicos oficiales medibles a través de los indicadores y determinada a partir del porcentaje de estructuras coralinas vivas, crecimiento de cobertura coralina o éxito en el reclutamiento natural.

4.4.3.5 Incentivos de fomento

Los incentivos no monetarios complementan los reconocimientos económicos y buscan fortalecer el compromiso social y la visibilidad de los proyectos. Estos reconocimientos fortalecen la motivación de los actores locales y fomentan el sentido de pertenencia hacia los procesos de restauración. Estos mecanismos contribuyen a la sostenibilidad del programa y refuerzan la cooperación entre actores públicos, privados y comunitarios. Podrían clasificarse como Incentivos de Promoción, Apoyo en especie y de Reconocimiento Social.

Promoción:

Entre ellos se pueden incluir Certificaciones o sellos oficiales, como “Aliado Marino Regenerativo” o “Proyecto de Restauración Reconocido por el PSEMC”, otorgados por FONAFIFO-SINAC-MINAE.

Apoyo en especie:

Apoyos en especie, como equipos de buceo, embarcaciones, motores, materiales de vivero o herramientas tecnológicas, que faciliten la ejecución de las actividades del plan de restauración, sujetos a disponibilidad presupuestaria o alianzas interinstitucionales.

Reconocimiento social:

Difusión y reconocimiento público de los beneficiarios destacados en plataformas institucionales, ferias, o eventos del sector marino costero.

Acceso prioritario a futuras convocatorias de cofinanciamiento, asistencia técnica o programas de capacitación avanzada.

4.5. Capítulo 5: Indicadores de éxito

Según la ley (Ley N° 10507, 2024) los beneficios se otorgarán mediante un pago por resultados, por lo que se requerirá un mecanismo de medición, reporte y verificación que defina el Reglamento a la Ley. Con el objetivo de desarrollar un mecanismo de reporte y verificación, en primera instancia se les consultó a los diferentes proyectos dada su experiencia, por los indicadores de éxito que podrían identificarse para proponer un mecanismo de reporte y verificación.

En el cuadro 12 puede visualizarse la opinión de las entrevistas, donde todos son expertos en el tema de restauración y los principales indicadores de éxito seleccionado fueron, en primera instancia la tridimensionalidad o bien la aparición de organismos asociados que dependen del arrecife como peces herbívoros o depredadores, seguido de la sobrevivencia de los fragmentos en el cultivo en un porcentaje mayor al 80% y la cobertura o área de intervención. Cabe mencionar que dos indicadores de éxito muy importantes tuvieron un puntaje bajo, sin embargo, puede ser por motivos de que se mencionaron por separado, es el caso del porcentaje de colonias que sobreviven y el crecimiento de estas si se hubiesen mencionado como un solo indicador se colocaba como uno de los prioritarios.

Cuadro 12. Indicadores de Éxito.

INDICADORES DE ÉXITO	1-Raising Coral Caribe	2- Culebra Reef Gardens	3-Restauración Arrecifes, Ocotal-Punta Cacique	4-Conservación arrecifes coralinos, Playa Blanca	5-Proyecto Corales Sámara	6-Proyecto Restauración Isla Tortuga	7-Conservación Marina, Quepos	8-Laboratorio participativo restauración de corales, Ballena	9-Raising Coral, Pacífico	10-Golfo Dulce Restoration	TOTAL
Número de fragmentos sembrados			●								1
Sobrevivencia de los fragmentos en el cultivo debería de ser de al menos 80%	●				●		●		●		4
Tasa de sobrevivencia, mayor 60%						●					1
Porcentaje de colonias que sobreviven				●				●	●		3
Crecimiento	●									●	2
La diversidad genética ante casos de eventos permite la resiliencia.	●	●									2
Tridimensionalidad (respuesta de organismos asociados: peces que dependen del arrecife, herbívoros, depredadores).		●				●	●	●		●	5
Cobertura (estandarizar cobertura) / Área de intervención		●	●				●	●			4
Resiliencia										●	1
Aparición de colonias emergentes en las zonas de los trasplantes										●	1

Con base al artículo 14 del Reglamento a la Ley del Pago por Servicios Ecosistémicos Marino Costeros (PSEMC), cada mecanismo que se llegue a establecer por el Fondo de PSEMC deberá tener un control, seguimiento y supervisión a nivel técnica y financiera.

De esta manera se propone un sistema de control y supervisión general que facilite el seguimiento de los resultados del Programa PSEMC y su efecto positivo en el ecosistema por lo que se espera gestionar información o resultados ecológicos y sociales.

Este mecanismo tiene por objetivo asegurar la transparencia, la rendición de cuentas y la mejora continua de las acciones de restauración coralina que participan del PSEMC.

Para estos efectos se plantean tres dimensiones de alcance, los cuales son la ecológica, la social y la de gestión. En el caso de la ecológica se priorizan indicadores con base al criterio de expertos de las entrevistas, sin embargo, el SINAC, debe homogenizar los indicadores y

la metodología que le solicita a los proyectos de restauración. En el Protocolo oficial, los indicadores son bioecológicos y miden o evalúan la salud general del arrecife, pero no miden el progreso de un proyecto de restauración.

Los indicadores sociales, estarían en función de la participación comunitaria actividades generales, el ser involucrados en el proyecto. También se mediría el empleo generado, con el pago de este reconocimiento, así como el alcance de la sensibilización con la información. En la dimensión de gestión se enfoca al cumplimiento del cronograma, la ejecución presupuestaria y la presentación de los informes.

El sistema de control y supervisión general se propone en el cuadro 13, que se detalla a continuación:

Cuadro 13. Indicadores Monitoreo Verificadores.

INDICADORES/ MONITOREO y REPORTE					
Dimensión	Indicador	Descripción / Unidad de medida	Frecuencia de monitoreo	Verificador	Responsable
Ecológica	Sobrevivencia de fragmentos trasplantados	Porcentaje de fragmentos vivos respecto al total sembrado (%)	Trimestral	Registros de campo, fotografías georreferenciadas	Coordinador (Investigador del proyecto)
Ecológica	Crecimiento promedio de colonias trasplantadas	Incremento en cm ² o cm/mes de crecimiento coralino	Semestral	Cuadrantes o fotogrametría 3D	Coordinador (Investigador del proyecto)
Ecológica	Cobertura coralina viva en el sitio restaurado	Porcentaje de cobertura coralina sobre el sustrato (%) (área de intervención)	Anual	Línea de transecto o foto cuadrantes	Coordinador (Investigador del proyecto)
Ecológica	Diversidad de especies y organismos asociados al arrecife	Número de especies presentes en el área restaurada	Anual	Listado de especies, fotografías, tablas de datos copiladas del Protocolo de Arrecifes	Coordinador (Investigador del proyecto) / PRONAMEC -SINAC
Social	Participación comunitaria	Número de personas locales involucradas en actividades del proyecto (capacitación, jardinería, monitoreo)	Semestral	Listas de asistencia, informes de talleres	Organización (Investigador) / SINAC -FONAFIFO

Social	Empleo generado	Número de empleos directos e indirectos generados por el proyecto o que reciben beneficios del proyecto (porcentaje)	Semestral	Registros administrativos, contratos	Org. a cargo del Proyecto (SINAC - FONAFIFO)
Social	Información o sensibilización a comunidades de la región	Porcentaje de la población que recibe información y sensibilización sobre los Arrecifes, sus Servi Ecos e imp de los recursos para la salud de los arrecifes	Anual	Encuestas o entrevistas semiestructuradas. Listas de participación	Organización a cargo del Proyecto (Investigador) / SINAC -FONAFIFO
Gestión	Cumplimiento del cronograma de actividades	Porcentaje de actividades realizadas conforme al Plan de Restauración y su cronograma	Trimestral	Plan operativo anual, informes técnicos	Coordinador del proyecto / PSEMC SINAC - FONAFIFO
Gestión	Ejecución presupuestaria del PSEMC Restauración de Arrecifes	Porcentaje de recursos utilizados respecto al presupuesto aprobado (%)	Semestral	Informe financiero, comprobantes	Área administrativa FONAFIFO
Gestión	Presentación oportuna de informes	Entrega de informes técnicos y financieros dentro de los plazos establecidos	Semestral	Registro de recepción de informes y su Visto Bueno	Coordinador del proyecto / PSEMC SINAC - FONAFIFO

El cuadro anterior detalla los posibles indicadores, para cumplir con la medición de cumplimiento y sus verificadores.

Para efectos de reporte se propone a continuación un cuadro que permita visualizar el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de acuerdo con los Indicadores ya seleccionados y mostrando el Objetivo cumplido y la meta específica, ver Cuadro 14, a continuación:

Cuadro 14. Sistema de Reporte de ODS.

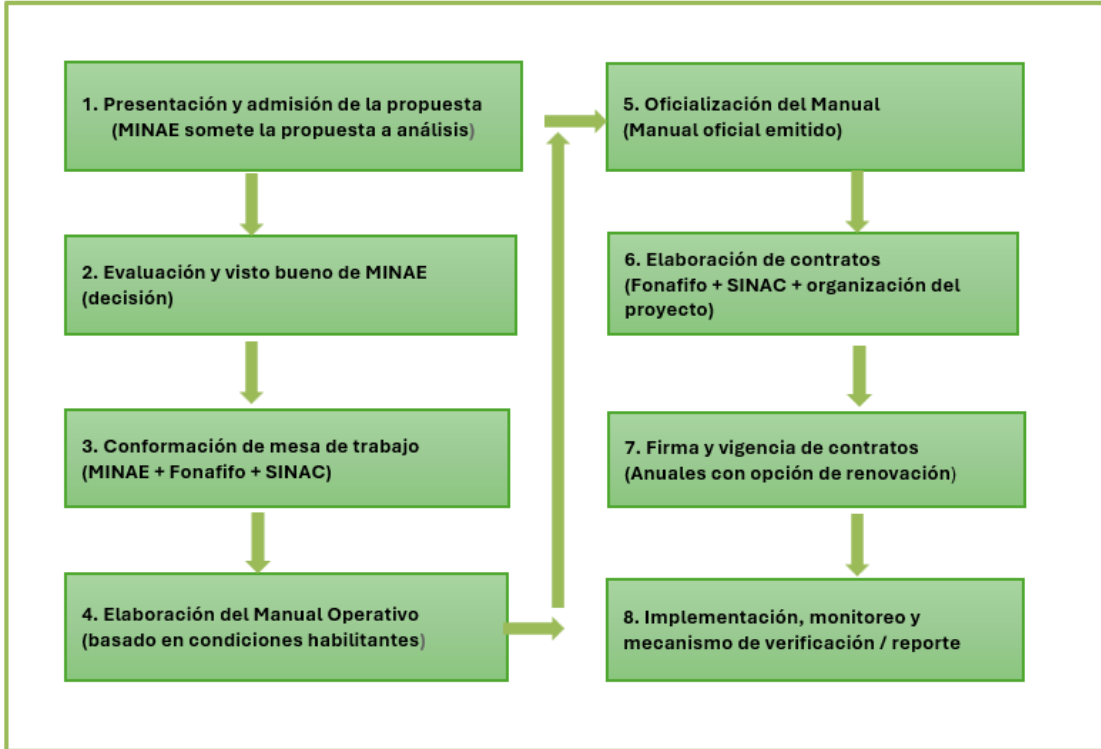
REPORTE DE CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE			
Dimensión	Indicador	ODS relacionado	Meta específica
Ecológica	Sobrevivencia de fragmentos trasplantados	ODS 14: Vida submarina	14.2 Gestionar y proteger los ecosistemas marinos y costeros
Ecológica	Crecimiento promedio de colonias trasplantadas	ODS 14: Vida submarina	14.5 Conservar al menos el 10% de las zonas costeras y marinas
Ecológica	Cobertura coralina viva en el sitio restaurado (área de intervención)	ODS 14: Vida submarina	14.2 y 14.5 Restaurar ecosistemas marinos y aumentar áreas conservadas

Ecológica	Diversidad de especies y organismos asociados a los arrecifes	ODS 14: Vida submarina ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres	14.2 Proteger ecosistemas marinos 15.5 Reducir degradación de hábitats naturales
Social	Participación comunitaria	ODS 8: Trabajo decente ODS 14: Vida submarina	8.5 Empleo pleno y productivo 14.b Acceso de comunidades pesqueras a recursos
Social	Empleo generado	ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico	8.3 Promover empleos sostenibles y decentes
Social	Información o sensibilización a comunidades de la región	ODS 4: Educación de calidad ODS 14: Vida submarina	4.7 Educación para el desarrollo sostenible 14.a Aumentar conocimiento científico
Gestión	Cumplimiento del cronograma de actividades	ODS 16: Paz, justicia e instituciones sólidas	16.6 Desarrollar instituciones eficaces y transparentes
Gestión	Ejecución presupuestaria del PSEMC Restauración de Arrecifes	ODS 16: Instituciones sólidas ODS 17: Alianzas para lograr objetivos	16.6 Gestión eficiente de recursos 17.17 Alianzas para el desarrollo sostenible
Gestión	Presentación oportuna de informes	ODS 16: Paz, justicia e instituciones sólidas	16.6 Responsabilidad y transparencia institucional

Procedimiento para la implementación del PSEMC

Para implementar la propuesta de un este PSEMC, los pasos a seguir serían en primera instancia, que el MINAE admita y someta la propuesta a análisis. Con el eventual visto bueno, procedería a conformar una mesa de trabajo dirigida por el MINAE y en conjunto con Fonafifo y SINAC, desarrollarían un manual operativo el cual su principal contenido se basa en las condiciones habilitantes desarrolladas (en este trabajo) y se estructura de acuerdo con los Manuales de PSA que históricamente ha generado Fonafifo. Una vez se cuente con el Manual oficializado, el siguiente paso sería elaborar un contrato entre Fonafifo, SINAC y las organizaciones. Los contratos serían anuales con opción de renovación. El desenlace sería la implementación, se puede visualizar estos pasos en la Figura 17.

Figura 17. Resumen gráfico, Procedimiento para la implementación del PSEMC.



5. CONCLUSIONES

-1. La restauración de arrecifes de coral constituye una actividad plenamente alineada con el propósito de la Ley N°10507 y su Reglamento, al ofrecer una estrategia concreta de conservación y generación de beneficios ecosistémicos. En este sentido, la inclusión de esta actividad dentro del esquema del Pago por Servicios Ecosistémicos Marino Costeros (PSEMC) representa una oportunidad para fortalecer las acciones del Ministerio de Ambiente y Energía mediante un instrumento financiero sostenible.

-2. Se han identificado diez proyectos de restauración de arrecifes de coral autorizados oficialmente en el país, los cuales aportan experiencias valiosas y avances significativos en la recuperación de este ecosistema. Estos proyectos constituyen la base técnica y operativa para estructurar un futuro esquema de incentivos.

-3. Aunque existe un Protocolo Nacional de Restauración de Arrecifes de Coral, las metodologías de monitoreo biológico empleadas por los proyectos no son homogéneas, lo que dificulta la comparación y estandarización de los resultados. La armonización de estos procedimientos sería esencial para la implementación de un PSEMC transparente y verificable.

-4. La creación de un mecanismo financiero para la restauración coralina no sólo promovería la expansión de nuevas iniciativas, sino que también potenciaría el valor turístico, educativo y científico de los proyectos existentes, con esto se crearía un círculo favorable entre conservación, financiamiento sostenible y desarrollo local.

-5. El PSEMC no debe promover sólo la jardinería, debe ser parte de un complemento de actividades, constantes, continuas y complementarias que aseguren la recuperación funcional de los ecosistemas arrecifales. La meta debe dirigirse a restablecer las condiciones ecológicas previas al momento que se dio la degradación del ecosistema.

-6. La ejecución de un PSEM permitiría ampliar la base de colaboradores y aumentar el alcance de los proyectos de restauración de arrecifes de coral, contribuyendo a superar limitaciones financieras que actualmente reducen su impacto. Este reconocimiento contribuiría a mejorar los resultados ecológicos y sociales.

-7. Esta propuesta se enmarca en los principios del Desarrollo Regenerativo desde varias perspectivas, éste va más allá de la sostenibilidad tradicional. Cumple con el enfoque de restablecer, revitalizar y fortalecer los ecosistemas y el fortalecimiento del vínculo entre las comunidades y el entorno natural. a relación de la sociedad con ellos. Esta propuesta se constituiría en un instrumento que mejore la resiliencia ecológica y el bienestar social de manera integrada.

-8. El desarrollo de esta propuesta evidencia y reconoce la amplia participación de diversos actores sociales, académicos, institucionales y del sector privado en los esfuerzos de restauración de arrecifes en el país. Este enfoque multisectorial es una fortaleza fundamental del modelo, ya que refleja un compromiso colectivo con la conservación marina y la gestión sostenible de los recursos costeros.

6. RECOMENDACIONES

-1. Al Ministerio del Ambiente y Energía, habilitar el reconocimiento de Pago de Servicios Ecosistémicos a la Restauración de los Arrecifes de Coral, dado que la actividad cuenta con los requerimientos para poner en acción mecanismo financiero innovador.

-2. Al SINAC y el MINAE, capitalizar los esfuerzos de restauración y brindar mayor acompañamiento a la actividad de los proyectos, ampliando la información aquí sistematizada, visualizando y potenciando alcances, identificando debilidades, amenazas y formas de prevenir actividades inadecuadas.

-3. Actualizar el Protocolo Nacional de Restauración de Arrecifes de Coral, cuya versión vigente data de 2020. Aunque constituye una herramienta valiosa, los avances metodológicos recientes, tanto a nivel nacional como internacional, ofrecen información más precisa y técnicas mejoradas que deberían incorporarse. Esta actualización también representa una oportunidad para estandarizar los indicadores de monitoreo, alinearlos con protocolos oficialmente reconocidos y fortalecer la gestión del conocimiento, la sistematización de información, el cumplimiento regulatorio y la toma de decisiones dentro del marco propuesto para el PSE Marino Costero (PSEMC).

-4. Activar mecanismos de control y supervisión en el campo, cuando se presentan solicitudes y renovación de Permisos de Investigación.

-5. Para asegurar que los proyectos superen el enfoque limitado de la jardinería de corales, entendida únicamente como la siembra de fragmentos, se recomienda que la implementación del Plan de Restauración de Arrecifes de Coral sea un requisito indispensable para avalar el reconocimiento de los proyectos para un PSEM. Esto garantizará que las acciones de la organización estén planificadas a lo largo del tiempo y orientadas hacia el logro efectivo de la restauración de los arrecifes, fomentando esfuerzos sostenidos y medibles.

-6. Que el MINAE, desarrolle a través del SINAC y Fonafifo, un Manual Operativo para un PSEM en Restauración de Arrecifes de Coral e implementarlo en el país los que promoverá mayores resultados en los proyectos que se desarrollan en el país.

-7. Que se incorpore en las Políticas de Pago de Servicios Ecosistémicos y sus herramientas, el enfoque de Desarrollo Regenerativo como un principio orientador de la actividad de restauración que guíe hacia la asimilación de la población y comunidades del que el bienestar humano depende de la funcionalidad de los ecosistemas.

-8. Se considera fundamental para el manejo adecuado de este ecosistema, que el MINAE-SINAC, reactiven el Consejo Nacional de Corales, el cual fue creado por el Decreto N° 41774-MINAE del 2019 “Promoción de iniciativas de restauración y conservación para la recuperación de ecosistemas coralinos”, y entre otras cosas, delegaban la Coordinación de este Consejo, en el Viceministerio de Aguas y Mareas. Al no existir más este Viceministerio, se recomienda actualizar el Decreto con Viceministerio de Ambiente y el SINAC y reactivar este Consejo. El funcionamiento de este facilitaría el que se cuente con actualización de

políticas, protocolos y regulaciones necesarias para la restauración y la implementación de PSEMC.

-9. El SINAC debe participar activamente como Institución rectora del ecosistema de coral, en la Red de Restauración Coralina del Pacífico Tropical Oriental, dicha Red está activa y recientemente renovó un plan de Acción a través de un Taller el pasado mes de agosto.

-10. Aunque Costa Rica cuenta con la Estrategia Nacional de Restauración de Paisajes (EN5R-CR), la cual establece un marco general orientador, esta no detalla acciones específicas para la restauración de arrecifes de coral.

Por ello, se recomienda incorporar y priorizar metas concretas para el paisaje marino-costero, definiendo acciones específicas que promuevan la recuperación y resiliencia de este ecosistema dentro de la implementación de la EN5R-CR.

7. BIBLIOGRAFIA

- Alvarado, J. J., Evans, K., Kleypas, J. A., Marín-Moraga, J. A., & Méndez-Venegas, M. (2025). Coral reefs restoration initiatives in Costa Rica: Ten years building hope [Iniciativas de restauración de arrecifes de coral en Costa Rica: Diez años construyendo esperanza]. *Revista de Biología Tropical*, 73(S1), e63695. <https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop..v73iS1.63695>
- Asamblea Legislativa. (2022). Ley N.ª 10.507: “INCENTIVO PARA LA PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD”. Publicada en el Alcance N.º 195 de La Gaceta el 3 de diciembre de 2024.
- Bernicot, T. (s.f.). Coral Gardeners. Coral Gardeners Initiative.
- Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE). (2019). Decreto Ejecutivo N.º 41774-MINAE: Promoción de iniciativas de restauración y conservación para la recuperación de los ecosistemas coralinos.
- Fondo para el Sistema Arrecifal Mesoamericano (MAR Fund). (s. f.). Guía práctica para la restauración de corales.
- Fundación para el Equilibrio entre la Conservación y el Desarrollo (FUNDECODES). (2024). Informe de ejecución de avance del proyecto: Jardinería de corales, arrecife coralino de Playa Blanca, Guanacaste, Costa Rica (MSc. Giovanni Bassey Fallas, investigador).
- Gann, G. D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C. R., Jonson, J., ... & Dixon, K. W. (2021). International principles and standards for the practice of ecological restoration. Second edition. Society for Ecological Restoration. <https://www.ser.org/page/SERStandards> Consultado el 19 de julio del 2025.

- Goergen, E. A., Lustic, C., Levy, J., Johnson, M., Griffin, S., Moulding, A. L., & Ross, A. (2025). Guide to coral reef restoration: Optimizing efficiency and scale for in situ nurseries and outplanting. Coral Restoration Consortium.
- Hacienda. (2025). Decreto Ejecutivo N.º 44984-H. San José, Costa Rica: Imprenta Nacional.
- Hernández-Blanco, M (2020) Modelo general de un nuevo programa de pago por servicios ecosistémicos para Costa Rica. BIOFIN-PNUD. Costa Rica.
- Interamerican Association for Environmental Defense (AIDA). (2012). Los arrecifes de coral en Costa Rica: Valor económico, amenazas y compromisos legales internacionales para protegerlos. AIDA. <https://aida-americas.org/es/los-arrecifes-de-coral-en-costa-rica-valor-economico-amenazas-y-compromisos-legales-internacionales>. Consultado el 17 de octubre del 2025.
- International Coral Reef Initiative (ICRI). (2021). Mobilization of 27 Coral Reefs. International Coral Reef Initiative. <https://icriforum.org/wp-content/uploads/2021/07/Mobilization-of-27-Coral-Reefs.pdf> Consultado el 17 octubre del 2025.
- International Coral Reef Initiative. (2025). Benefits of coral reefs. ICRI Forum. Consultado el 16 de noviembre del 2025. <https://icriforum.org/about-coral-reefs/benefits-of-coral-reefs/>.
- Kleypas JA, Yates KK (2009). Coral reefs and ocean acidification. *Oceanography*, 22, 108-117.
- Lau, J. D., Hicks, C. C., & Gurney, G. G. (2019). What matters to whom and why? Understanding the importance of coastal ecosystem services in developing coastal

- communities. *Ecosystem Services*, 35, 219–230.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.12.004> Consultado el 12 de julio del 2025.
- Ley N.º 10507, Incentivo para la protección de la biodiversidad marino-costera (Asamblea Legislativa de Costa Rica, 2024)
- McAllister, S. (2025). Effects of excessive fishing on coral reef ecosystems and biodiversity. *Aquatic Ecosystems and Environmental Frontiers*, 3(4), 1-4. Consultado el 16 de noviembre del 2025. <https://doi.org/> (no DOI indicado)
<https://aquaticfrontiers.com/index.php/aqu/article/view/AF250401>
- Marín Moraga, J. A. (2025). Fotografía de actividad de restauración de corales [Fotografía]. Archivo personal.
- Mars Incorporated. (2025). Hope Reef Program: coral restoration outcomes.
- Ministerio de Ambiente y Energía [MINAE], Sistema Nacional de Áreas de Conservación [SINAC], Fondo Nacional de Financiamiento Forestal [FONAFIFO], Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura [INCOPECA], & Fundación Banco Ambiental [FUNBAM]. (2024). Manual de operación del plan piloto para el pago de servicios ambientales y/o ecosistémicos en bosques de mangle. San José, Costa Rica.
<https://www.fonafifo.go.cr/media/4484/manual-para-psa-en-%C3%A1reas-de-bosque-de-mangle-firmado.pdf> consultado el 19 de octubre 2025.
- Montoya-Maya, P. H., Smit, K. P., Burt, A. J., & Frias-Torres, S. (2016). Large-scale coral reef restoration could assist natural recovery in Seychelles, Indian Ocean. *Nature - Conservation*, 16, 1–17. Consultado el 25 de julio del 2025
<https://doi.org/10.3897/natureconservation.16.8604>
- Nature Seychelles. (2016). Reef Rescuers Restoration Toolkit and Ecological Outcomes.

- Oxford Bibliographies. (2021). Payments for Ecosystem Services (PES). Oxford University Press. <https://www.oxfordbibliographies.com/abstract/document/obo-9780199363445/obo-9780199363445-0140.xml> Consultado el 12 de julio del 2025.
- Phaksopa, J., Worachananant, S., Thamrongnawasawat, T., Tanapivattanukul, K., Kumnuandao, S., Chamcha-em, T., Khamrueang, A., & Chaimongkol, T. (2025). Microplastic pollution and risk assessment around coral reefs of the Eastern Part, Thailand. *Environmental Science and Pollution Research*, 32(12441–12454). Consultado el 16 noviembre del 2025. <https://doi.org/10.1007/s11356-025-36439-8>
link.springer.com
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) & BIOFIN Costa Rica. (2021). Documento de trabajo: Modelo general de un nuevo Programa de Pago por Servicios Ecosistémicos (PSE). BIOFIN Costa Rica. https://biofin.cr/wp-content/uploads/2021/11/undp_cr_PAGO_SERVICIOS_ECOSITEMICOS_21-1.pdf
- Reimer, J. D. (2024). The Fourth Global Coral Bleaching Event: Where do we go from here? *Coral Reefs*. Consultado el 16 de noviembre del 2025. <https://doi.org/10.1007/s00338-024-02504-w>
- Restauración de arrecifes. Iniciativa Mesoamericana de Rescate de Arrecifes. <https://www.marfund.org>
- Sánchez-Chaves, O., & Navarrete-Chacón, G. (2017). La experiencia de Costa Rica en el pago por servicios ambientales: 20 años de lecciones aprendidas. *Revista de Ciencias Ambientales*, 51(2), 195-214. <https://doi.org/10.15359/rca.51-2.11> consultado 12 de julio 2025.

- Sellarés, R., Valdez, A., Villalpando, M., Plekanić, R., & Guendulain-García, S. D. (2022). Acciones de conservación marina a través de la integración de la comunidad local. *AULA Revista de Humanidades y Ciencias Sociales*, 68(1), 67–77. Consultado el 16 de noviembre del 2025. <https://doi.org/10.33413/aulahcs.2022.68i1.195>
- Schopmeyer, S. A., et al. (2017). Coral gardening benefits Caribbean reefs: survival and productivity. University of Miami Rosenstiel School Report.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). (2016). Protocolo PRONAMEC: Protocolo para el monitoreo ecológico de formaciones coralinas. Proyecto Consolidación de las Áreas Marinas Protegidas. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF). San José, Costa Rica.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) & Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). (2020). Protocolo nacional para la restauración de arrecifes y comunidades coralinas en Costa Rica. SINAC–MINAE. <https://www.sinac.go.cr/ES/biodiversidad/Corales/Documents/Protocolo%20Nacional%20Restauraci%C3%B3n%20Coralina%202020.pdf>
- Socatelli, M. (2021). Fundamentos del desarrollo y el turismo regenerativos [PDF]. Universidad para la Cooperación Internacional (UCI). <https://omeka.uci.ac.cr/biblioteca/files/original/adf7085da33ee9acfa308a6478aabec5.pdf>
- Society for Ecological Restoration International (SERI) (2004) The primer on ecological restoration. . (ed Group.SaPW), Washington, D.C.

Spady, B. L. (2025). The 4th Global Coral Bleaching Event (GCBE4) [Preprint]. EarthArXiv.

<https://eartharxiv.org/repository/view/9564/>

Thiele, T., et al. (2020). Blue infrastructure finance: A new approach to ocean conservation.

Friends of Ocean Action / World Economic Forum.

[https://www.conservation.org/docs/default-source/publication-pdfs/blue-](https://www.conservation.org/docs/default-source/publication-pdfs/blue-infrastructure-finance.pdf?Status=Master&sfvrsn=6ed0bda1_2)

[infrastructure-finance.pdf?Status=Master&sfvrsn=6ed0bda1_2](https://www.conservation.org/docs/default-source/publication-pdfs/blue-infrastructure-finance.pdf?Status=Master&sfvrsn=6ed0bda1_2) Consultado el 14 de

julio del 2025.

IUCN. (2024, noviembre). Over 40% of coral species face extinction – IUCN Red List.

Consultado en la web el 2 agosto 2025 [https://www.iucn.org/press-](https://www.iucn.org/press-release/202411/over-40-coral-species-face-extinction-iucn-red-list)

[release/202411/over-40-coral-species-face-extinction-iucn-red-list](https://www.iucn.org/press-release/202411/over-40-coral-species-face-extinction-iucn-red-list)

8. ANEXOS

Anexo 1: Acta del proyecto final de graduación

ACTA (CHARTER) DEL TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN (TFG)

Nombre y apellidos: Lara Anderson Rana

Lugar de residencia: Tilarán Guanacaste, Costa Rica

Institución: SINAC-MINAE

Cargo/puesto: Coordinadora Regional Programa Marino Costero, ACT

Información principal y autorización del PFG	
Fecha: 14 de junio 2025	Nombre del proyecto: Jardinería de Corales como opción de Pago por Servicios Ecosistémicos Marino Costeros
Fecha de inicio del proyecto: 25 de junio 2025	Fecha tentativa de finalización: 25 de setiembre 2025
Tipo de TFG: El Proyecto Final de Graduación será una Tesina.	
Objetivos del proyecto: Objetivo general: Diseñar una propuesta preliminar de estructuración de Pago por Servicios Ecosistémicos Marino Costero (PSEMC) para Jardinería de Corales, con el fin de promover la conservación y restauración de los arrecifes de coral, mediante la implementación de un sistema sostenible, que incentive la participación de actores clave y beneficie a las comunidades costeras. Objetivos específicos: 1- Caracterizar los servicios ecosistémicos generados por los arrecifes de coral para comprender su importancia mediante la identificación de los beneficios ecológicos de la jardinería de corales y una evaluación del impacto de los arrecifes en actividades económicas como el turismo y la pesca. 2- Analizar el marco legal y las herramientas institucionales existentes en Costa Rica para la implementación del PSEMC aplicado a la jardinería de corales, revisando la normativa actual para asegurar un programa efectivo y proponiendo el marco de gobernanza. 3- Definir quiénes son los actores involucrados y describir las condiciones habilitantes necesarias estableciendo los requisitos para los beneficiarios, los montos a reconocer y los tipos de reconocimiento adecuados para cada caso. 4- Desarrollar estrategias de intervención priorizadas y seleccionar actividades específicas que sean susceptibles de reconocimiento incluyendo la definición de indicadores de éxito, el cálculo de costos, la presentación de resultados y la creación de un sistema de reporte y verificación.	

Descripción del producto: La Jardinería de corales es una actividad de restauración que actualmente se implementa en varias partes del mundo, dirigido a la recuperación de los arrecifes coralinos que han sido afectados y degradados. En diversos sitios han incursionado en esta práctica la cual ha traído nuevamente esperanzas al restablecimiento de este ecosistema.

Esta actividad, se lleva a cabo en diferentes zonas de Costa Rica también. La iniciativa, consta de cultivar corales en viveros (sitios costeros con condiciones estables), posteriormente en un estadio de crecimiento idóneo se les trasplanta en sitios donde hubo mortalidad de arrecifes o sitios seleccionados con hábitat con mejores probabilidades de sobrevivencia y crecimiento.

Estas acciones permiten la regeneración de los ecosistemas marinos, esto protegiendo las zonas costeras y estabilizando la cadena alimenticia. Además, la salud de los arrecifes coralinos está fuertemente vinculados a diferentes actividades socioeconómicas como el turismo y la pesca; lo que le da una mayor importancia.

La jardinería de corales es una práctica activa en el país, se está desarrollando en alrededor de 9 sitios, con diferentes grupos interesados (Academia, empresa privada, asociaciones y organizaciones) en llevarlo adelante. Estos actores podrían ser los beneficiarios del Pago de Servicios Ecosistémicos.

Necesidad del proyecto: La situación actual de los corales en todo el mundo es crítica; no obstante, los esfuerzos de crear áreas protegidas marinas con regulaciones donde se pueden controlar las actividades antrópicas. La realidad actual, a escala mundial, es la amenaza de varios factores, como el aumento del CO₂, causando calentamiento y acidificación. En las últimas décadas se ha sufrido de eventos globales de blanqueamiento, generando mortalidad en algunos sitios de hasta el 90%. Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza UICN (2024), más del 40% de las especies de coral enfrentan riesgo de extinción debido a diversas amenazas ambientales. Por otra parte, los corales son un recurso valioso con beneficios inestimables para el hombre y las especies marinas. Alberga más del 25% de toda la vida marina y es un hábitat de reproducción, cría, protección y alimento y viveros de poblaciones. Los corales son las especies fundacionales que proporcionan la estructura del arrecife y crea redes alimentarias importantes, son ricos en relaciones simbióticas entre especies, albergando aproximadamente 4.000 especies de peces.

Sin embargo, la principal motivación es la importancia de intervenir en un ecosistema en un estado crítico, y con una alta dependencia socioeconómica del recurso. Por ejemplo, a nivel mundial, los corales benefician a más de 1 billón de personas, generan seguridad alimentaria a más de 500 millones de personas. Provee empleos directos, como la pesca y turismo, protege las costas de la erosión y del fuerte oleaje y en especial los corales, son sumideros de Carbono o Carbono Azul.

Los esfuerzos de jardinería de corales se han dado especialmente como parte de proyectos de la Academia, de Organizaciones y empresarios turísticos con objetivos de recuperar el ecosistema conociendo la dependencia de la actividad turística con la salud de los ecosistemas. El MINAE a través del SINAC, asumió el liderazgo de generar el protocolo de restauración de arrecifes y comunidades coralinas, lo cual homogenizó la

metodología y construyó las pautas a los diferentes interesados en implementar esta actividad.

Actualmente el MINAE está desarrollando diferentes opciones de pago de servicios ecosistémicos marino costeros y la Jardinería de Corales podría ser una alternativa a implementar, lo que daría un apoyo económico y motivacional a los diferentes actores que actualmente lo implementan. El Ministerio cuenta ya con fondos para la implementación para este año 2025 y el 2026.

Justificación de impacto del proyecto: Este trabajo pretende generar los insumos para que le Ministerio del Ambiente cuente con un documento base para la estructuración que se requiere para un futuro Pago de Servicios Ecosistémicos costeros.

Actualmente el equipo de trabajo de PSE Marinos está trabajando en dos modelos de PSA, uno de ellos es el escalonamiento a nivel nacional, del Piloto PSA Manglar actual. El otro es un PSA en pesca artesanal. Posteriormente se visualizarán otras actividades que coincidan con lo habilitado en la ley 10507 y su próximo reglamento. Se espera el que la Jardinería de Corales sea una opción, y como manera de facilitar el proceso se desarrollará esta propuesta que integre las partes que normalmente incluiría un Manual de Procedimientos, para facilitar el seguimiento para el MINAE próximamente.

Restricciones:

- Garantizar fondos disponibles, a mediano y largo plazo para el éxito de las actividades.
- Negación de las comunidades como actores a ser parte de un PSEC; podría darse por desconfianza por malas experiencias con la Institución.
- Recursos de amparo que detengan el proceso por parte de actores que no fueron incluidos.
- Dificultad operativa en desembolsar los pagos por parte del administrador de los fondos.
- Condiciones climáticas adversas para llevar a cabo las actividades de jardinería.
- Disponibilidad de equipo técnico para la implementación.

Entregables:

Actividad 1. Análisis del Marco Legal y de herramientas Institucionales. Descripción de la Jardinería de corales.

Actividad 2. Caracterización de los Servicios Ecosistémicos de los arrecifes de coral y el impacto económico de las actividades como pesca y turismo.

Actividad 3. Identificación de los actores, Condiciones habilitantes, requisitos, posibles beneficiarios, montos a reconocer.

Actividad 4. Análisis de las estrategias de intervención Priorizadas y Selección de las actividades susceptibles de reconocimiento, sus indicadores, costos de la actividad, mecanismos de reporte de resultados y propuestas de sostenibilidad financiera.

Producto. Propuesta preliminar de estructuración de Pago por Servicios Ecosistémicos Marino Costero (PSEMC) para Jardinería de Corales. (Proyecto Final de Graduación).

Identificación de grupos de interés:

Cliente(s) directo(s):

-INSTITUCIONES: MINAE, SINAC, FONAFIFO y FUNBAM.

-Academia

-Organizaciones que actualmente hace jardinería de coral:

1-Alianza mar y tierra (Ocotal)

2-Proyecto corales (Sámara)

3-Creciendo Juntos, (Papagayo)

4-Raising coral, (Golfito y Caribe)

5-Embajadores del mar, (Cahuita)

6-Conect ocean (Flamingo)

7-Green way (Tamarindo)

-Investigadores y asistentes.

Cliente(s) indirecto(s):

INCOPECA, INA, ICT

Empresas Turísticas

Comunidades costeras

Aprobado por (Tutor):

MSc. Rodrigo Villate

Firma:

Estudiante:

Lara Anderson Rana

Firma:

Anexo 2: Formato de entrevista dirigida a cada proyecto

PARTE I: FICHA TECNICA RESUMEN POR PROYECTO:

1- Nombre del Proyecto:

2- Nombre de la Organización, Institución o Empresa:

3- Lugar de restauración y/o diferentes sitios:

4- Tienen disponible un mapa con Coordenadas con la ubicación del proyecto y los sitios donde trabajan? SI __ NO__ Si la respuesta es sí:

¿Lo pueden compartir?

5- Especies con las que se trabajan, fragmentos sembrados en el proyecto por especie, y cantidad de estructuras llevadas al arrecife:

ESPECIE	CANTIDAD DE FRAGMENTOS en vivero (histórico)	CANTIDAD DE ESTRUCTURAS LLEVADAS AL ARRECIFE (trasplante-restauración)	Trasplantes directos al arrecife

6- Porcentaje de éxito de la siembra en el arrecife:

7- Contactos: (correo, teléfono):

8- Qué otras organizaciones, ONG's o empresas gestionan o están involucrados en este proyecto? Porcentaje (%) de participación de cada uno:

PARTE II: INFORMACIÓN PARA CONSTRUCCION DE PROPUESTA PARA PSA-PSEMC

1- ¿Cuántos socios trabajan con su Organización en el Proyecto?

Personal de directiva (), planta (), voluntarios () otros ____

¿En el caso de voluntarios locales (pescadores) han participado? Es muy posible

¿Los voluntarios locales deben pagar los gastos?

2- ¿Cómo se financia el proyecto?

3-Los socios con los que participa han establecido alguna formalidad como Convenio o Cartas de entendimiento?

4- ¿Qué requisitos solicitan a sus socios o voluntarios para que participen en la actividad?

5- ¿Qué actividades son parte del Proyecto de Restauración de Coral, en particular las relacionadas a jardinería? ¿Puede describir las diferentes actividades que ustedes realizan?

6- SOBRE LOS JARDINEROS: (personas quienes hacen siembras, trasplantes, mantenimiento y otras actividades operativas).

6.1 ¿Tienen jardineros certificados en el proyecto? SI () NO x Cuantos:

6.2 Cual es número ideal de jardineros o volumen de trabajo requerido de los jardineros?:

6.3 ¿Hay jardineros locales, de las comunidades? SI () NO ¿cuántos? ()

7- Cuáles son los costos asociados a las actividades?

8- ¿Conoce usted si existen guías, protocolos para llevar a cabo la actividad?

SI NO

Si la respuesta es sí: ¿Puede mencionarme cuáles?

9- ¿Sabe usted si existe normativa, o requerimientos para llevar a cabo la actividad?

SI NO

Si la respuesta es sí: ¿Puede mencionarme cuáles?

10- Cual considera que puede ser un indicador de éxito en los viveros y los trasplantes?

11- Qué actividades podrían ser sujetas a reconocimiento para un PSA Marino - Jardinería de Coral?

12- Considera que un PSA debe orientarse al Jardinero de Coral? ¿O a la organización? Encuesta aplicada a

Anexo 3: Estructura Propuesta del PLAN DE RESTAURACIÓN DE ARRECIFES

CORALINOS

1. Información general del proyecto

- Nombre del proyecto
- Ubicación geográfica (sitio, coordenadas, área de intervención)
- Organización o entidad ejecutora
- Aliados técnicos y comunitarios
- Periodo de ejecución propuesto
- Responsable técnico y contacto principal

2. Justificación

- Contexto ecológico y social del sitio
- Problemática ambiental identificada (demostrar la degradación del sitio propuesto)
- Alineamiento con los objetivos del PSEMC y el Protocolo Nacional de Restauración
- Acciones para abordar el factor que degradó el ecosistema
- Relevancia para la conservación y regeneración marina-costera

3. Objetivos del plan de restauración

- Objetivo general
- Objetivos específicos (técnicos, ecológicos, sociales y de fortalecimiento comunitario)

4. Descripción técnica del plan

- Especies objetivo y criterios de selección
- Línea base
- Fuentes de fragmentos o material coralino
- Metodología
- Técnicas de jardinería coralina a emplear
- Infraestructura y equipamiento necesario
- Plan de mantenimiento y seguimiento
- Plan de manejo de riesgos (ambientales, climáticos, biológicos, operativos)

5. Plan de trabajo y cronograma

- Actividades principales y subactividades
- Cronograma de ejecución por fases (instalación, mantenimiento, monitoreo, evaluación)
- Responsables y roles asignados
- Perfil de los colaboradores (beneficiario PSEMC)

6. Recursos y presupuesto

- Estimación de costos por actividad
- Distribución de recursos humanos y materiales
- Aportes del proyecto y aportes esperados del PSEMC (económicos o en especie)
- Detallar las actividades, cronograma y responsables de las actividades sujetas a reconocimiento por PSEMC.

7. Indicadores de desempeño y resultados esperados

- Indicadores ecológicos (ej. tasa de sobrevivencia, cobertura coralina, diversidad)
- Indicadores sociales (participación comunitaria, empleo local, formación técnica)
- Indicadores de gestión (cumplimiento del cronograma, reportes entregados, uso de recursos)

(El SINAC debe confirmar estos indicadores, probablemente se requiera un taller trabajo a nivel de los proyectos para estandarizar los indicadores y metodología).

8. Mecanismo de Medición, Reporte y Verificación (MRV)

- Descripción del sistema de monitoreo ecológico, social y de gestión
- Frecuencia y formatos de reporte
- Entidades y responsables de la verificación
- Procedimientos de auditoría o validación de resultados
- Recomendaciones para mejora continua

9. Estrategia de sostenibilidad

- Continuidad post-PSEMC de las actividades reconocidas
- Plan de financiamiento
- Articulación con otras iniciativas locales o nacionales
- Plan de fortalecimiento comunitario o de capacidades técnicas

10. Anexos

- Mapas y fotografías del sitio
- Permiso de Investigación, informes de toda la gestión previa.
- Evidencia de capacitación del personal local
- Formularios técnicos (por ejemplo, fichas de monitoreo)