

Manual de valoración de ecosistemas naturales y agroecosistemas



WORLD
RESOURCES
INSTITUTE



MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS
NATURALES

Manual de valoración de ecosistemas naturales y agroecosistemas

Fernando Andrés López Larreynaga

Ministro

Coordinación

Carlos Andrés Schonenberg Llach, Director General de Evaluación y Cumplimiento Ambiental;

Karla Edith Posada Quinteros, jefe unidad de valoración ambiental integrada;

Shirley Saenz Montenegro, Consultora WRI

Elaboración y revisión técnica

Equipo de World Resources Institute – WRI

Shirley Saenz Montenegro, Consultora WRI

René Zamora-Cristales, Senior Forest Economist;

Maggie González, Ecological Economist

Equipo del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Karla Edith Posada Quinteros, jefe unidad de valoración ambiental integrada

Walter Noel Rojas Orellana, Técnico de la unidad de valoración ambiental integrada;

Erick Alejandro Ortiz Ruiz, Técnico de la unidad de valoración ambiental integrada

Apoyo técnico

Hernán Romero, Gerente de Gestión Integral del Recurso Hídrico;

José Alejandro Machuca Laínez, Gerente Ordenamiento Ambiental;

Nelson Edgardo Saz Vargas, Especialista en Ordenamiento Ambiental

Enrique Anaya Von Beck, Técnico en Evaluación Ambiental;

Edición, diagramación y diseño

World Resources Institute - WRI

Primera edición, noviembre del 2024

Derechos reservados. Prohibida su venta. Este documento puede ser reproducido todo o en parte, reconociendo los derechos del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Índice

Presentación

1. Introducción

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

2.2. Objetivos Específicos

3. Alcance

4. Principios para la gestión de los ecosistemas naturales y agroecosistemas

5. Contexto nacional en la gestión de ecosistemas

5.1. Evaluación ambiental de las Actividades, Obras o Proyectos

5.1.1. Categorización de actividades, obras o proyectos

5.2. Compensaciones Ambientales en El Salvador

5.2.1. Antecedentes

5.2.2. Nuevo marco metodológico

5.3. Programas de restauración

5.3.1. Antecedentes

5.3.2. Restauración de ecosistemas y paisajes productivos

6. Atributos del Paisaje

6.1. Remanencia

6.2. Zonas priorizadas por recarga hídrica

6.3. Significancia estratégica

6.4. Condición Ecológica

7. Niveles de significancia ambiental

8. Compensaciones ambientales en ecosistemas naturales y agroecosistemas

8.1. Paso 1: ¿Qué y cuánto compensar?

8.1.1. Delimitación y caracterización del sitio(s)

8.1.2. Reglas de compensación ambiental

8.1.3. Métrica de compensación ambiental

8.1.4. Factores de riesgo

8.1.5. Cálculo de la métrica de compensación

8.1.6. Ejemplo de cálculo

8.2. Paso 2: ¿Dónde compensar?

8.3. Paso 3: ¿Cómo compensar?

8.3.1. Acciones de compensación para la restauración

8.3.2. Duración de las acciones de compensación por restauración

8.3.3. Estrategias de conservación

9. Planes regionales de restauración

9.1. Modalidades de ejecución

9.1.1. Tipos de planes de restauración

9.2. Acciones de restauración

9.3. Contenido mínimo de los planes de restauración

9.3.1. Costos del plan de restauración

9.3.2. Seguimiento y monitoreo

10. Glosario

11. Referencias bibliográficas

Índice de figuras

Figura 1. Jerarquía de la mitigación

Figura 2. Aplicación temprana de la jerarquía de la mitigación

Figura 3. Marco metodológico de compensaciones ambientales de El Salvador

Figura 4. Mapa de remanencia de los ecosistemas y agroecosistemas de El Salvador

Figura 5. Mapa de zonas priorizadas por su recarga hídrica

Figura 6. Mapa de Significancia Estratégica

Figura 7. Mapa de condición de los ecosistemas naturales y agroecosistemas

Figura 8. Mapa de significancia ambiental del paisaje

Figura 9. Resumen del proceso de determinación de las medidas de compensación realizadas en ecosistemas naturales y agroecosistemas

Figura 10. Directrices para analizar el principio de equivalencia ecológica en ecosistemas naturales y agroecosistemas

Figura 11. Proceso de caracterización de los ecosistemas y aplicación de la métrica.

Figura 10. Métrica de compensación ambiental en ecosistemas naturales y agroecosistemas

Figura 13. Mapa de regiones para la regeneración de servicios ecosistémicos

Figura 14. Directrices para definir tipos de acciones de compensación aplicables

Figura 15. Modalidades de ejecución de los planes de restauración

Índice de tablas

Tabla 1. Categorías de remanencia

Tabla 2. Categorías de las zonas priorizadas por recarga hídrica

Tabla 3. Categorías de significancia estratégica para la restauración y preservación

Tabla 4. Categorías de la condición ecológica para ecosistemas naturales

Tabla 5. Categorías de la condición ecológica para agroecosistemas

Tabla 6. Áreas de interés ambiental definidas por atributos del paisaje

Tabla 7. Regla de equivalencia ecológica de ecosistemas naturales y agroecosistemas

Tabla 8. Categorías de riesgo espacial.

Tabla 9. Categorías de dificultad de restauración.

Tabla 10. Puntajes de las categorías de dificultad de restauración

Tabla 11. Aplicación de la métrica según el escenario de evaluación

Tabla 12. Características y unidades de biodiversidad en el sitio del proyecto

Tabla 13. Características y unidades de biodiversidad en sitio de compensación (pre-intervención)

Tabla 14. Características y unidades de biodiversidad en sitio de compensación para restauración post-intervención.

Tabla 15. Etapas y criterios para la búsqueda de sitios de compensación.

Tabla 16. Consideraciones para las acciones de compensación por tipo de ecosistema

Tabla 17. Duración mínima de las acciones de compensación por restauración.

Tabla 18. Síntesis de estrategias de conservación en ecosistemas naturales y agroecosistemas

Tabla 19. Clasificación de las técnicas de restauración conforme las modalidades de restauración y cobertura actual.

Tabla 20. Contenido mínimo del plan de restauración.

Tabla 21. Estructura general de costos de un plan de compensación ambiental.

Tabla 22. Ecuaciones para determinar el valor de las unidades de biodiversidad.

Tabla 23. Ejemplo de metas de desempeño e indicadores de gestión

Tabla 24. Ejemplo de metas de desempeño e indicadores de impacto

Anexos

Anexo 1. Listado de ecosistemas y agroecosistemas

Anexo 2. Recursos hídricos: atributo recarga hídrica para la compensación ambiental

Anexo 3. Propuesta de indicadores para monitoreo, reporte y verificación de las acciones de restauración

Apéndice

Apéndice 1. Guía para el levantamiento de línea base de las acciones de restauración en ecosistemas naturales y agroecosistemas

Presentación

El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador actualiza los instrumentos de la evaluación ambiental para integrarlos coherentemente con estrategias y herramientas de la gestión de los recursos naturales adecuándolos a los presentes desafíos ambientales, sociales y económicos.

La actualización ha implicado ajustes estructurales en cuanto a métodos de estimación e implementación, entre ellos la estimación de la significancia ambiental, las compensaciones ambientales y la priorización de sitios para restauración para incorporar una visión más holística de los ecosistemas y sus servicios, además de los retos que como país enfrentamos. Es así como, migramos de un esquema de recurso por recurso (por ejemplo: árbol por árbol, hectárea impermeabilizada por árboles, entre otros) que lleva la reforestación aplicada indistintamente en el territorio, a uno que valora los ecosistemas y su equivalencia ecológica para priorizar acciones tendientes a su restauración y al logro de la ganancia neta de biodiversidad. Este instrumento se denomina: **Manual de valoración de ecosistemas naturales y agroecosistemas**. Con el Manual, se busca consolidar los mecanismos que apoyen la restauración de ecosistemas y agroecosistemas, además de contribuir a la mitigación y adaptación al cambio climático.

Sobre las compensaciones el Manual incluye líneas para responder: i) qué y cuánto compensar a través del establecimiento de reglas de equivalencia ecológica por tipo de ecosistema y la definición de una métrica. Esta métrica permite estimar las unidades de biodiversidad (UB) presentes en los ecosistemas a partir de los atributos de: remanencia, recarga hídrica, significancia estratégica, condición de los ecosistemas, factores de riesgo o fallas eventuales de las acciones implementadas y otros que establezca el Ministerio. La construcción del método de estimación o métrica es una adaptación de la **Métrica 3.0 desarrollada por Panks y otros (2021)**, la cual utiliza los ecosistemas como un proxy para describir la biodiversidad en el sitio generando UB por tipo de ecosistema que son el producto del área y de su calidad. ii) Dónde compensar, brindando los lineamientos para la selección de sitios de compensación utilizando el enfoque de regiones y áreas priorizadas para la conservación y restauración y iii) cómo se debe compensar a través de acciones restauración y preservación (pérdidas evitadas) y estrategias de conservación con una duración acorde al tipo de ecosistema, incorporadas en planes regionales de restauración a nivel nacional.

En principio se buscó contar con un método para las compensaciones ambientales; sin embargo, la utilidad del Manual trasciende a otras áreas y es aplicable a diversas

acciones sobre los ecosistemas naturales y agroecosistemas. Estas acciones pueden darse por: **i)** los impactos generados por las actividades, obras o proyectos de inversiones públicas, privadas o mixtas que requieran permiso ambiental o realizar alguna modificación o ampliación de una actividad, obra o proyecto en funcionamiento, y que generen la obligación de compensar los impactos que no hayan podido ser evitados, minimizados o corregidos en la biodiversidad y en los servicios ecosistémicos; **ii)** por actividades que potencialmente causen daño ambiental; **iii)** proyectos de restauración para identificar las zonas prioritarias a intervenir y **iv)** cualquier otra acción sobre los ecosistemas naturales / agroecosistemas.

La métrica construida brinda elementos que se retoman en el proceso de categorización ambiental (MARN, 2024a), que permiten definir el Nivel de Significancia Ambiental (NSA), que prioriza la conservación de los atributos del paisaje y determina áreas de interés ambiental a considerar en las primeras etapas de la jerarquía mitigación (evitar y/o minimizar).

En cuanto a la restauración, la métrica ofrece elementos que resaltan la importancia del paisaje para la provisión de servicios ecosistémicos (infiltración, control de la erosión, calidad y retención del suelo, entre otros). Además de favorecer la conectividad entre parches de ecosistemas, valorando las zonas de amortiguamiento de Áreas Naturales Protegidas u otros ecosistemas relevantes para sostener los flujos energéticos y los hábitats de diversas especies.

Destaco que, este instrumento ha sido posible gracias a la colaboración del Instituto de Recursos Mundiales (WRI, por sus siglas en inglés), que como parte de la Iniciativa 20x20 orientó, apoyó y construyó conjuntamente con el equipo del MARN a través de la Aceleradora de Políticas de Incentivos Públicos para la Restauración de paisajes degradados, la Aceleradora de Monitoreo y el Land and Carbon Lab. Otro socio que apoyó es el Programa de Las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) a través del piloto para la aplicación y medición de línea base en el proyecto incentivos para la restauración; agradezco en gran manera al WRI por este logro que beneficia enormemente a El Salvador, la calidad de vida y el bienestar de sus habitantes, las futuras generaciones, los ecosistemas y la provisión de sus servicios.

El Salvador

21,000 Km²

01 | Introducción

El Salvador tiene extensión aproximada de 21,000 Km² y se ubica en uno de los centros de biodiversidad (hotspots) más importantes del mundo, la región Mesoamericana (Myers, 2003; Mittermeier, Turner, Larsen, Brooks, & Gascon, 2011). El país posee una gran diversidad de ecosistemas terrestres y acuáticos, que proveen relevantes servicios ecosistémicos para la sociedad salvadoreña (MARN, 2013), entre los que se pueden mencionar (World Bank, 2020):



Mantienen la biodiversidad regional y la conectividad biológica.



Regulan la pérdida de suelo, la infiltración y la recarga de acuíferos.



Controlan torrentes y los caudales de ríos.



Regulan los microclimas locales.



Proveen bienes para la venta o el consumo de los hogares rurales, como madera, leña y carbón vegetal, frutas, materiales artesanales, forrajes y medicinas y, mantienen reservas de carbono.

Pese a estos beneficios, la sociedad no ha sabido valorar los ecosistemas y sus servicios, conservarlos y gestionarlos adecuadamente. La valoración de los ecosistemas requiere entre otras acciones, poner en perspectiva un cambio de paradigmas técnico-científico, jurídico y político que mejore y fortalezca la gestión ambiental del Estado en general y defina en el corto, mediano y largo plazo las estrategias de conservación adecuadas para mantener estos activos ambientales para las presentes y futuras generaciones, de manera tal que no se vea comprometido su aporte ecosistémico por las presiones que genera el desarrollo.

“*El manual define los pasos para diseñar e implementar medidas de compensación bajo un enfoque ecosistémico, con una estimación y asignación costo-eficiente de las compensaciones y desestimulando la generación de impactos ambientales sobre ecosistemas estratégicos y escasos en el país*”



Uno de los más importantes instrumentos de gestión y estrategias de conservación para resaltar y proteger los servicios de los ecosistemas es el marco de las compensaciones ambientales, las cuales son una herramienta para lograr un balance entre el desarrollo sectorial y la conservación de la biodiversidad. Las compensaciones ambientales deben utilizarse después de aplicar oportunamente todos los pasos previos de la jerarquía de la mitigación (evitar, minimizar y corregir) y cuando no existe otra alternativa disponible (IUCN, 2016).

La implementación de compensaciones ambientales que busca asegurar la ganancia neta de biodiversidad ha ganado una amplia aceptación, ya que pueden generar resultados positivos como la restauración de ecosistemas degradados, la preservación de zonas altamente amenazadas, la creación o ampliación de áreas protegidas, entre otros (Villarroya-Ballarín, Barros, & Kiesecker, 2014). En la actualidad más de 100 países están desarrollando políticas de compensación ambiental, 37 países requieren legalmente compensaciones ambientales a los proyectos que son aprobados bajo un sistema de evaluación de impacto ambiental y 64 países cuentan con sistemas voluntarios de

compensación (GIBOP, 2019; Bull & Strange, 2018).

El Salvador en su sistema de evaluación de impacto ambiental establece la obligatoriedad de contar con un permiso ambiental para la construcción y operación de actividades, obras o proyectos definidos en la Ley del Medio Ambiente (2012). El permiso ambiental contiene las obligaciones de prevenir, minimizar, corregir y compensar los impactos ambientales. El diseño e implementación de las compensaciones ambientales se ha direccionado a través de la Guía metodológica para el análisis, cálculo y cumplimiento de la compensación ambiental (2019), la cual establece tres tipos de medidas de compensación implementadas por medio de actividades de reforestación con un costo único por hectárea.

Esta guía ha marcado un importante avance en la gestión ambiental del país; sin embargo, presenta importantes retos ya que no ha facilitado una evaluación integral de los impactos ambientales bajo un enfoque ecosistémico, generando la dispersión de actividades e inversiones en reforestación que no logran demostrar la sostenibilidad de las medidas o la

equivalencia ecológica entre los ecosistemas impactados por los proyectos y las áreas reforestadas; además la carencia de un sistema de monitoreo y seguimiento ha limitado la consolidación de resultados y la evaluación de efectividad de las medidas.

Considerando estos retos, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) con el apoyo del World Resources Institute (WRI) y su proyecto “Aceleradora de Políticas Públicas de Incentivos para la Restauración” inició en 2020 con la identificación de los cuellos de botella y a finales del 2021 con la revisión de buenas prácticas, lecciones aprendidas y el fortalecimiento de capacidades a profesionales en el estado del arte global de las políticas públicas de compensación ambiental, lo cual facilitó el desarrollo de este Manual de valoración de ecosistemas naturales y agroecosistemas.

El Manual se desarrolla para establecer la meta de la ganancia neta de biodiversidad y la adherencia a la jerarquía de la mitigación en El Salvador, así como brindar lineamientos eficaces a los titulares de permisos ambientales y actores involucrados para implementar tanto medidas de compensación ambiental como acciones de restauración efectivas. En este sentido, el manual define los pasos para identificar la significancia ambiental del sitio a intervenir, posteriormente diseñar e implementar medidas de compensación bajo un enfoque ecosistémico, con una estimación y asignación costo-eficiente de las compensaciones y desestimulando la generación de impactos ambientales sobre ecosistemas estratégicos y escasos en el país (Saenz, 2016).

El enfoque adoptado de este Manual permite un análisis de algunos de los atributos de los ecosistemas que pueden ser aplicados a otras líneas de acción enfocadas en acciones de restauración y conservación (planes,

programas o estrategias) que este ejecutando el MARN a nivel nacional. Sobre la restauración de ecosistemas naturales y agroecosistemas, el Manual incorpora la métrica que prioriza áreas para desarrollar acciones de conservación o restauración, con base en el cruce, análisis e interpretación geoespacial de información existente a escala de país.

El Manual también establece la implementación de acciones de restauración y preservación a través de estrategias de conservación como la ampliación y declaración de las áreas protegidas, los pagos por servicios ambientales y los acuerdos de conservación y producción en áreas priorizadas. También brinda los elementos para vincular potencialmente estrategias como: el Programa de Incentivos y Desincentivos Ambientales, el Programa de Restauración de Ecosistemas y Paisajes y las evaluaciones de daño ambiental, entre otras.

El Manual de valoración de ecosistemas naturales y agroecosistemas está conformado por capítulos técnicos que presentan el siguiente contenido:

- **Principios para el diseño e implementación de acciones en los ecosistemas:** incluye la adherencia a la jerarquía de la mitigación, la ganancia neta de biodiversidad, la participación de los principales actores en la toma de decisiones, acción sin daño, costo efectividad y complementariedad con otras acciones paralelas a la restauración de ecosistemas naturales y agroecosistemas.
- **Contexto de la gestión de los ecosistemas,** que incluye la evaluación ambiental de actividades, obras o proyectos, síntesis de los antecedentes en compensaciones ambientales y sus retos, la nueva propuesta metodológica para su implementación y aspectos generales del Programa de Restauración de Ecosistemas y Paisajes Productivos.

- **Atributos del paisaje,** los cuales resaltan los valores de remanencia de ecosistemas, la priorización de sitios por su recarga hídrica, la significancia estratégica y la condición ecológica, los cuales buscan conservar la integralidad del paisaje.

- **Niveles de significancia ambiental de los ecosistemas,** el cual es indicador que permite definir las áreas de interés ambiental del territorio en el proceso de categorización de AOP.

- **Determinación de las medidas de compensación ambiental en ecosistemas naturales y agroecosistemas:** directrices para responder:
 - i) qué y cuánto compensar a través de una métrica de compensación que permite comparar los ecosistemas y sus servicios perdidos y ganados por medio de unidades de biodiversidad que incluyen además del área, componentes de calidad y factores de riesgo o fallas eventuales de las acciones de restauración;
 - ii) dónde compensar, brindando los lineamientos para la selección de sitios de compensación utilizando el enfoque de cuencas y de áreas priorizadas para la conservación y restauración y iii) cómo se debe compensar a través de acciones restauración y preservación (pérdidas evitadas) y estrategias de conservación con una duración acorde al tipo de ecosistema.

- **Plan regional de restauración:** presenta los componentes que conforman un plan, las modalidades para su ejecución y las directrices generales para definir el costo de los planes. También, establece un set básico de indicadores para evaluar la efectividad y cumplimiento de la ganancia neta de biodiversidad con base en la herramienta auroramonitoring.org y establece los periodos de seguimiento por parte del MARN, los cuales varían según el tipo de ecosistema, acción y duración.



02 | **Objetivos**

2.1 Objetivo General

Establecer las métricas para la valoración de ecosistemas naturales y agroecosistemas, definiendo los lineamientos generales para el diseño, implementación y monitoreo de las acciones de restauración que aseguren la ganancia neta de biodiversidad por los impactos a los ecosistemas naturales y agroecosistemas.

2.1 Objetivos Específicos

- Indicar los principios para el diseño e implementación de las acciones de restauración.
- Definir la métrica para estimar la significancia ambiental, las unidades de biodiversidad, los sitios prioritarios para la restauración y establecer las acciones de restauración en ecosistemas naturales y agroecosistemas.
- Establecer el contenido mínimo del plan regional de restauración y los tipos y modalidades para su implementación.
- Determinar las directrices generales para el monitoreo y seguimiento de los planes regionales de restauración.

03 | Alcance

El Manual de valoración de ecosistemas naturales y agroecosistemas es de ámbito nacional y es aplicable a las acciones sobre los ecosistemas naturales y agroecosistemas. Estas pueden darse por: i) los impactos generados por las actividades, obras o proyectos de inversión públicas, privadas o mixtas que requieran permiso ambiental o realizar alguna modificación o ampliación de una actividad, obra o proyecto en funcionamiento, y que generen la obligación de compensar los impactos que no hayan podido ser evitados, minimizados o corregidos en la biodiversidad y en los servicios ecosistémicos; ii) por actividades que potencialmente causen daño ambiental; iii) proyectos de restauración para identificar las zonas prioritarias a intervenir y iv) cualquier otra acción sobre los ecosistemas naturales / agroecosistemas.

El proceso y lineamientos generales establecidos por este Manual permiten dar cumplimiento a la normativa vigente, por ende, es aplicable para todos los usuarios, titulares, instituciones públicas/privadas, ONG´s y agentes externos.

04 Principios para la gestión de los ecosistemas naturales y agroecosistemas

El presente manual y su marco de aplicación está basado en los siguientes principios:

1. Adherencia a Jerarquía de la mitigación

La jerarquía de la mitigación es la secuencia de medidas de manejo ambiental que debe ser considerada e implementada por las actividades, obras o proyecto desde etapas tempranas de planeación (Figura 1). Consiste en prevenir adecuadamente los impactos negativos, minimizar y corregir aquellos que no puedan evitarse, y en última instancia compensar los impactos sobre la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos con el fin de asegurar la ganancia neta de biodiversidad. Las medidas de manejo ambiental son:



Prevención: son las medidas más importantes y costo efectivas, y deben ser implementadas en etapas tempranas de planeación de los proyectos para evitar impactos ambientales sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos vulnerables e irremplazables.



Minimización: son aquellas medidas que buscan reducir la magnitud, duración, la intensidad y/o la extensión de los impactos que no pueden evitarse completamente, tanto como sea factible por medio de la tecnología y las buenas prácticas ambientales (Adaptado de BBOP, 2012).

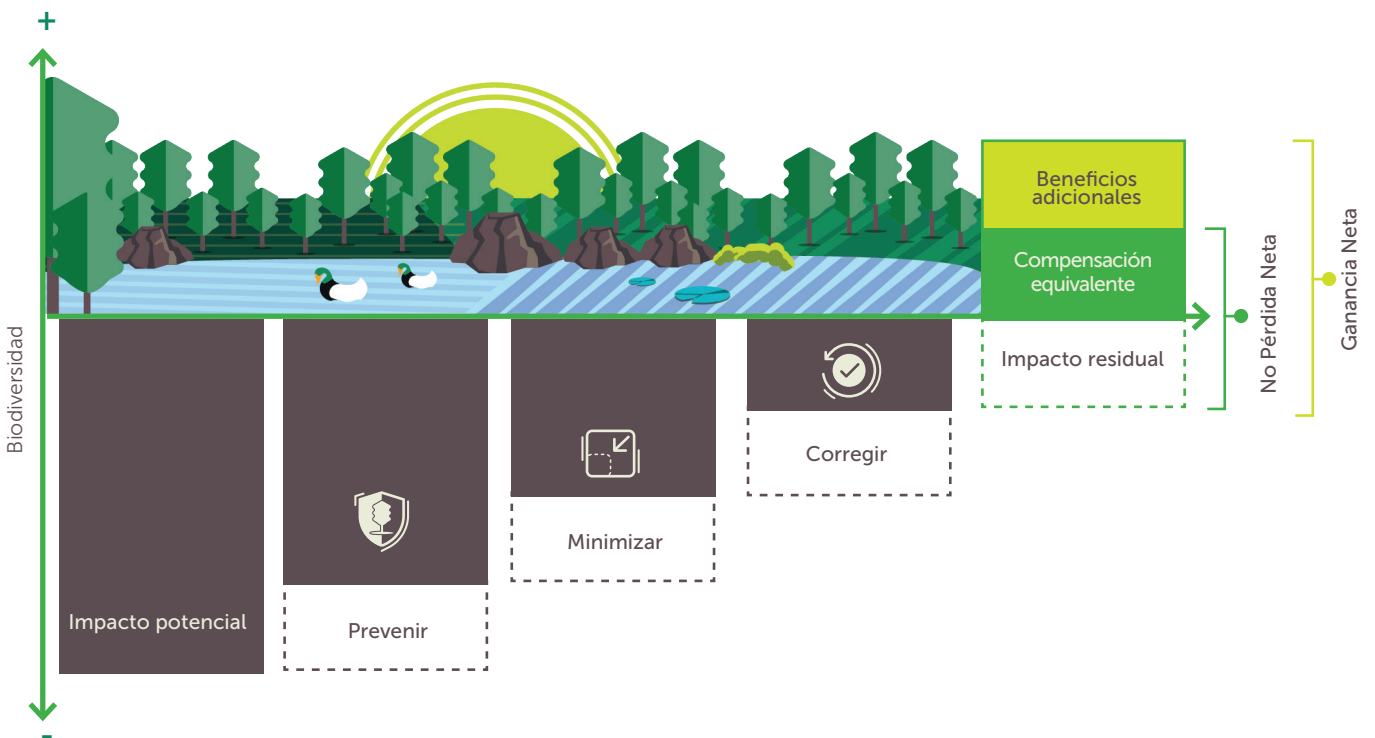


Corrección: son medidas que tienen por objetivo restaurar y/o rehabilitar los ecosistemas degradados en el sitio de las Actividades, Obras o Proyectos (AOP) después de la ocurrencia de los impactos que no pueden ser evitados y/o minimizados completamente.



Compensación ambiental: son las medidas que buscan resarcir o equilibrar los impactos que no pueden ser evitados, minimizados ni corregidos, con los resultados de las medidas implementadas en sitios equivalentes a los impactados; con el fin de mejorar el estado de conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos y asegurar su permanencia en el tiempo.

Figura 1. Jerarquía de la mitigación



Fuente. Adaptado de WRI; 2013, Landsberg, Stickler, Henninger, & Trewick, 2013; IUCN, 2016

2. Ganancia y no pérdida neta de biodiversidad

Es el punto en el que los impactos sobre la biodiversidad relativos a una actividad, obra o proyecto se equilibran mediante la implementación de medidas aplicando la jerarquía de mitigación para evitar pérdidas persistentes (BBOP, 2012).

Cuando las ganancias superan a las pérdidas en un porcentaje igual o mayor al 20%, se obtiene una ganancia neta de biodiversidad (Ekstrom, Bennun, & Mitchell, 2015; Panks, y otros, 2021). La ganancia neta se alcanza cuando se cumplen tres condiciones básicas en la implementación de los planes de compensación (adaptado de Gardner, y otros, 2013):

Equivalencia ecológica: es la equivalencia de ecosistemas demostrada entre unidades de biodiversidad (UB) pérdidas por los impactos de las actividades, obras y proyectos y las UB ganadas por la implementación de las acciones de restauración.

Adicionalidad: se logra cuando las UB ganadas por la implementación de las medidas de compensación, permiten alcanzar beneficios adicionales demostrables en el estado de conservación de la biodiversidad, a los que hubieran ocurrido en el área en ausencia de dichas medidas.

Sostenibilidad: conjunto de condiciones técnicas, económicas, jurídicas y de manejo adaptativo adecuadas y medibles para asegurar la permanencia de las acciones de restauración y cambios perceptibles en el estado de conservación de la biodiversidad (Adaptado de Saenz, Sleman, Hernández, & García, 2020).

3. Participación de actores

En el proceso de diseño e implementación de un plan regional de restauración se debe asegurar la participación y consulta de los principales actores (autoridades competentes y sociedad civil) para garantizar la toma de decisiones y la comunicación transparente de los resultados.

4. Acción sin daño

El diseño e implementación de las acciones de restauración y su plan debe evitar el desplazamiento de actividades económicas, de subsistencia o culturales, o la aparición de conflictos socio ambientales que puedan causar impactos ambientales en el sitio donde se implementaran las acciones de restauración o en otros ecosistemas aledaños.

5. Costo efectividad

La ejecución de las acciones de restauración buscará maximizar los resultados de conservación esperados con los recursos disponibles.

6. Complementariedad

Las acciones de restauración deben articularse con planes, programas o estrategias que este ejecutando el MARN y otras instancias a nivel nacional e implementarse en los territorios conforme a las directrices de los instrumentos de gestión ambiental del Estado.

7. Beneficios ambientales y sociales

La restauración debe ser vista no sólo como un medio para alcanzar y mantener una mayor ganancia neta posible de biodiversidad, sino también para mejorar los servicios ecosistémicos y sistemas alimentarios en beneficio de la sociedad y el medio ambiente. Por ello, debe mejorarse la conservación de la naturaleza, no reemplazarla, asegurando la conectividad ecológica y las medidas esenciales para garantizar las funciones ecológicas, asistiendo a los procesos de recuperación natural fomentando, de ser posible, las especies nativas.

8. Transparencia

Los objetivos y metas deben ser previamente acordados y negociados con las comunidades. Deben ser realistas, alcanzables, medibles, verificables y costo-eficientes en el corto, mediano y largo plazo, a fin de demostrar resultados. La verificación de la restauración debe utilizar indicadores objetivos y comparables con respecto a la condición inicial, a fin de constatar el avance.

9. Enfoque de equidad e igualdad

Considera las diferentes acciones afirmativas para potenciar las oportunidades de los grupos subrepresentados, con el fin de lograr su participación activa en las decisiones sobre el manejo de los recursos naturales. Se busca promover el respeto y la integración, en igualdad de oportunidades, para todas personas sin distinción de sexo, raza, religión o afinidad política.

10. Ciencia y tradición

Los conocimientos tradicionales que contribuyan a la restauración de los ecosistemas naturales y paisajes productivos deben integrarse con el conocimiento científico, en forma balanceada.

11. Comunicación y divulgación

Es importante que la comunicación sea consentida, participativa, libre e informada. La difusión de la información incorpora todos los medios de comunicación, pero favorece los utilizados local y culturalmente, teniendo en cuenta todos los conocimientos y saberes, ya sea formales y no formales.

05 | Contexto nacional en la gestión de ecosistemas

La restauración en el país está directamente vinculada con iniciativas globales que buscan contrarrestar la pérdida y degradación del paisaje. Entre estas se encuentran: Desafío de Bonn, el Programa para el Establecimiento de Metas sobre la neutralidad de la degradación de las tierras (NDT o LDN, por sus siglas en inglés) para el 2030, establecido por la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD) y recientemente el Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB), cuyo objetivo es no tener ninguna pérdida neta de biodiversidad, además de generar impactos positivos de biodiversidad, que también corresponde con uno de los objetivos del Manual de valoración de ecosistemas naturales y agroecosistemas.

5.1 Evaluación ambiental de las Actividades, Obras o Proyectos

En los Artículos 18 y 20 de la Ley del Medio Ambiente (2012) se establecen las bases para la Evaluación de Impacto Ambiental y la emisión de permisos ambientales:

- Evaluación del Impacto Ambiental (Artículo 18), se define como un conjunto de acciones y procedimientos que aseguran que las actividades, obras o proyectos que tengan un impacto ambiental negativo en el ambiente o la calidad de vida de la población sean sometidos desde la fase de pre-inversión a los procedimientos que identifiquen y cuantifiquen dichos impactos, recomendando medidas para prevenir, atenuar, compensar o potenciar los mismos, seleccionando la alternativa que mejor garantice la protección del medio ambiente.
- Alcance de los permisos ambientales (Artículo 20): establece entre otros aspectos que el permiso ambiental obliga al titular de la actividad, obra o proyecto, a realizar todas las acciones de prevención, atenuación o compensación indicadas en el Programa de Manejo Ambiental, como parte del Estudio de Impacto Ambiental, el cual será aprobado como condición para el otorgamiento del Permiso Ambiental.

5.1.1. Categorización de actividades, obras o proyectos

La categorización ambiental tiene como propósito orientar metodológicamente, durante el proceso de evaluación de impacto ambiental para clasificar las actividades, obras o proyectos, con el fin de incorporar la variable ambiental en su ejecución y establecer las reglas con las cuales sus proyectos serán evaluados.

El proceso de categorización establece los criterios para clasificar ambientalmente proyectos, en función de la envergadura del proyecto y de la naturaleza del impacto potencial que su ejecución podría generar, estos dos grandes criterios, establecidos por la Ley del Medio Ambiente en su Art. 22.

El MARN ha actualizado el proceso de categorización, desarrollando la metodología para determinar la Relevancia del Impacto Ambiental (RAI), el cual de forma general está basado en tres índices: el Índice de Naturaleza y Envergadura de la Actividad (INA), el Índice de Significancia Ambiental (ISA) y el índice Potencial de Impacto Ambiental (PIA). Su aplicación puede ser consultada en el documento "Categorización Ambiental de Proyectos – El Salvador" (MARN, 2024a).

Sobre el ISA, la métrica aporta los atributos para definir el Nivel de Significancia Ambiental, el cual permite identificar junto con otros criterios la relevancia del sitio en cuanto a sus componentes ambientales previo a su intervención para clasificar la actividad, obra o proyecto de acuerdo al nivel de impacto potencial.

5.2. Compensaciones Ambientales en El Salvador

La Ley del Medio Ambiente de El Salvador establece en su sistema de evaluación ambiental la obligatoriedad de solicitar un permiso ambiental para el inicio y operación de las actividades, obras o proyectos definidos en la ley. El permiso ambiental obliga a los titulares de estos proyectos, a realizar todas las medidas de prevención, minimización, corrección y compensación, establecidos en el programa de manejo ambiental, como parte del estudio de impacto ambiental.

Frente al seguimiento de los proyectos, la ley establece que, para asegurar el cumplimiento de las medidas y obligaciones establecidas en el permiso ambiental, el MARN realizará periódica y aleatoriamente auditorías de evaluación ambiental. Además de solicitar al titular de la actividad, obra o proyecto el establecimiento de una fianza de cumplimiento por un monto equivalente a los costos totales de las obras físicas o inversiones que se requieran para ejecutar todas las medidas definidas en el programa de manejo ambiental.

5.2.1. Antecedentes

En 2014, el MARN adoptó la Guía Metodológica para el Análisis, Cálculo y Cumplimiento de la Compensación Ambiental, la cual se actualizó posteriormente en 2019.

Esta guía ha marcado la hoja de ruta para el diseño e implementación de las medidas de compensación ambiental en los últimos 10 años a través de tres tipos de medidas de compensación: i) afectación de cobertura vegetal medida en número de árboles y arbustos, ii) impermeabilización del suelo medida en hectáreas de pérdida de filtración de agua lluvia y iii) uso del recurso hídrico medida en metros cúbicos anuales utilizados. Adicionalmente, se incluye un monto fijo en dólares por afectación al paisaje y vida silvestre del área del proyecto.

Para definir el valor de la compensación ambiental la guía define el costo de una actividad de reforestación por hectárea con mantenimientos entre 3 y 20 años, en principio este costo es establecido para cada tipo de medida de compensación, aunque se brindan opciones de realizar medidas de conservación de suelos, sin ahondar en ello.

Para la ejecución de las medidas de compensación, la guía señala la posibilidad que puedan ser implementadas directamente por los titulares de los permisos ambientales o a través de agentes externos, a los cuales, los titulares transfieren la responsabilidad de la implementación de las medidas de compensación ambiental.

Estos lineamientos si bien han sido un paso importante en la gestión ambiental de El Salvador, han presentado también importantes retos ya que la diferenciación de tres tipos de medidas ha obstaculizado una evaluación integral de los impactos bajo un enfoque ecosistémico. Además, se ha promovido la dispersión de actividades e inversiones en reforestación, sin que se logre demostrar la sostenibilidad de la medida en el tiempo o la equivalencia ecológica entre los ecosistemas impactados por los proyectos y las ganancias en biodiversidad por las actividades de reforestación.

Adicionalmente, se ha priorizado el uso de la reforestación sin que exista una clara relación con el enfoque de restauración y las áreas priorizadas en la Estrategia de Restauración de Ecosistemas y Paisajes (2018-2023) u otras estrategias de conservación del MARN.

Otro gran reto es la ausencia de lineamientos para el diseño, implementación y monitoreo de planes de compensación, que permitan además alimentar un sistema de información o generar datos consolidados para comparar los resultados de las actividades de reforestación frente a la línea base de ecosistemas de los estudios de impacto ambiental y determinar así la efectividad de las medidas de compensación implementadas en El Salvador.

5.2.2. Nuevo marco metodológico

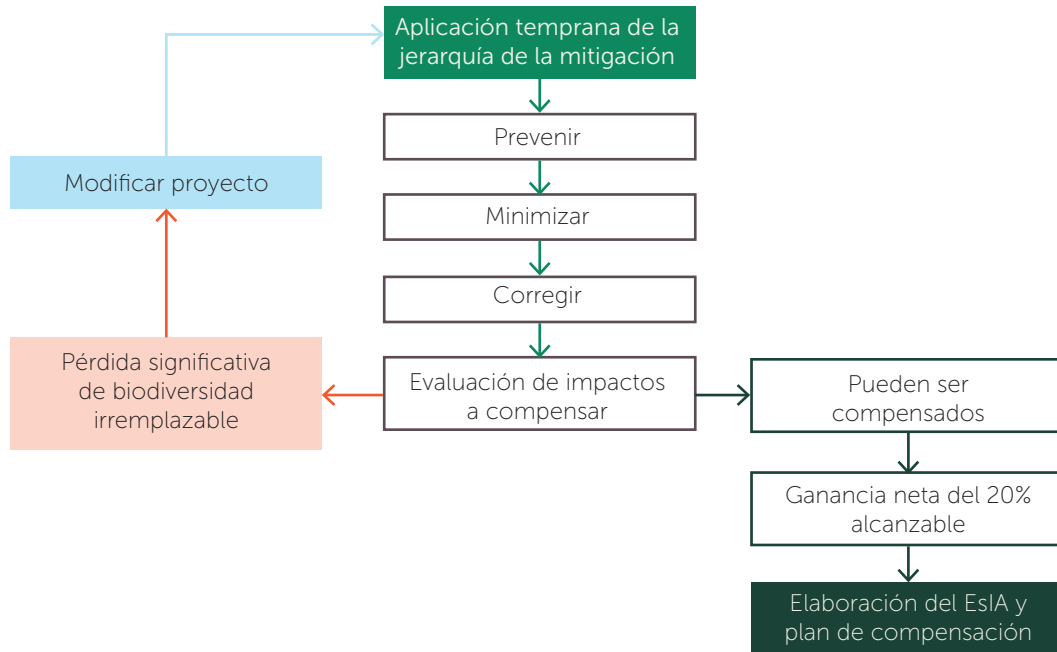
El nuevo marco metodológico para las compensaciones ambientales en El Salvador se basa en el principio fundamental de adherencia de actividades, obras o proyectos públicos, privados o mixtos a la jerarquía de la mitigación, donde la prevención de los impactos a la biodiversidad y servicios ecosistémicos irremplazables es prioritaria y debe asegurarse desde la etapa de prefactibilidad de los proyectos.

Las medidas de compensación se deben considerar y aplicar en última instancia y cuando no exista otra alternativa disponible, se diseñan e implementan con el objetivo de alcanzar la ganancia neta de biodiversidad, en este caso, a través de la restauración en ecosistemas naturales y agroecosistemas.

Si en la etapa de formulación y diseño de una actividad, obra o proyecto se identifica que los impactos ambientales luego de ser evaluadas las medidas de prevención, minimi-

zación y corrección son muy significativos y que no podrían ser compensados (Figura 2) ya que se afecta biodiversidad irremplazable (por ejemplo, los últimos relictos de un bosque natural en una cuenca hidrográfica o región del país), el proyecto debería ser modificado para evitar la pérdida de ese tipo de biodiversidad.

Figura 2. Aplicación temprana de la jerarquía de la mitigación



Fuente. Adaptado de Gardner, y otros, 2013 en CRA & PROMAC, 2017

Las compensaciones ambientales o por pérdida de biodiversidad son utilizadas con el objetivo de asegurar que las áreas compensadas o en proceso de restauración cumplen con la equivalencia ecológica del sitio impactado, que su diseño es consistente con metas regionales y el contexto de paisaje, que pueden permanecer en el largo plazo y que generan resultados adicionales en conservación a los que hubieran ocurrido en ausencia del proyecto, de manera que se puede alcanzar la meta de la ganancia neta de biodiversidad (Gibbons, y otros, 2007; Kiesecker, Copeland, Pocewicz, & Mckenney, 2010; Gardner, y otros, 2013).

El marco propuesto para El Salvador se basa en la revisión de los retos identificados en la implementación de planes de restauración, la información disponible, los objetivos de conservación y gestión de los recursos naturales y prioridades del MARN, así como en las directrices y lecciones aprendidas de otros países como Colombia, Perú, México, Brasil, Chile, Reino Unido, Estados Unidos, Australia, entre otros, identificando las mejores prácticas para implementar compensaciones por pérdida de biodiversidad (BBOP, 2012; Saenz, y otros, 2013; Villarroya-Ballarín, Barros, & Kiesecker, 2014; zu Ermgassen, y otros, 2019; Panks, y otros, 2021; Pope, Morrison-Saunders, Bond, & Retief, 2021).

En este sentido, el presente Manual define los principios y lineamientos para diseñar e implementar planes bajo un enfoque ecosistémico, en que se establece una medida de compensación ambiental o acción de restauración de acuerdo con el tipo de ecosistema natural y agroecosistema afectado (Capítulo 8) y se generan las directrices para responder cuatro inquietudes fundamentales (Figura 3):

I. ¿Qué y cuánto compensar?: a través del establecimiento de reglas de equivalencia ecológica por tipo de ecosistema y la definición de una métrica para ecosistemas naturales y agroecosistemas, comparando de manera integral los ecosistemas perdidos y ganados a través de UB que incluyan además del área, atributos como: remanencia, priorización por el potencial de recarga hídrica, significancia estratégica, condición ecológica y factores de riesgo o fallas eventuales de las acciones implementadas.

II. ¿Dónde compensar?: se establecen directrices para la ubicación de las medidas de compensación o acciones de restauración utilizando el enfoque de regiones, donde las intervenciones deben dirigirse prioritariamente a las áreas importantes para la preservación y restauración, que aporten al mejoramiento de la conectividad ecológica y la recarga hídrica, favoreciendo su agrupación y maximizando

su aporte a metas regionales y nacionales de biodiversidad.

III. ¿Cómo compensar?: se definen dos tipos de acciones: la restauración y preservación (pérdidas evitadas), las cuales, a través de un conjunto de estrategias de conservación como la creación y ampliación de áreas protegidas, pagos por servicios ambientales, acuerdos de conservación, fideicomiso en áreas públicas o privadas pueden alcanzar la ganancia neta de biodiversidad. La duración de las acciones dependerá del estado de conservación del ecosistema impactado y la condición que se requiera alcanzar en el sitio equivalente, la cual podrá ser de entre cinco años para agroecosistemas y de 20 años para ecosistemas naturales.

IV. Planes de restauración vía compensaciones ambientales: ¿Cuál es su contenido y cómo realizar el seguimiento y monitoreo?: para asegurar el diseño, implementación y monitoreo de medidas de compensación o acciones de restauración efectivas y que generen información adecuada, se establecen los componentes mínimos de un plan de restauración y los dos tipos de modalidades para su ejecución. El primero a través de la implementación directa y la segunda a través de agentes externos. También se establecen las directrices generales para definir el costo de los planes y se define un set de indicadores básicos para evaluar su efectividad y cumplimiento en los periodos de seguimiento definidos por el MARN, los cuales varían según el tipo de ecosistema natural y agroecosistema, acción y duración.

Figura 3. Marco metodológico de compensaciones ambientales de El Salvador



Fuente. *Elaboración propia*

Además, este nuevo marco metodológico para las acciones de compensación incorpora lo planteado por Gann y otros (2019); Keenleyside (2014) que establecen lo siguiente:

1. Restauración: proceso de ayudar a la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido con el objetivo de permitir su adaptación a los cambios locales y globales, así como la persistencia y evolución de las especies que lo componen (Gann, y otros, 2019). De acuerdo con los objetivos de restauración y condición ecológica que se persigan, la restauración se clasifica en dos tipos y se consideraran entre otros los principios y estándares de Gann y otros (2019) y Keenleyside (2014):



a. Restauración ecológica: estado o condición en el cual, tras la restauración, todos los atributos clave del ecosistema se asemejan mucho a los del modelo de referencia o ecosistema natural, logrando una recuperación significativa de la biota nativa y de las funciones ecosistémicas. La restauración ecológica se aplica como medida prioritaria de compensación cuando las acciones generan pérdidas de biodiversidad en ecosistemas naturales.



b. Rehabilitación: busca restablecer un nivel de funcionamiento del ecosistema para la provisión renovada y continua de servicios ecosistémicos, potencialmente derivados

también de ecosistemas no naturales. La rehabilitación es una opción válida únicamente cuando se impactan agroecosistemas y en el sitio a rehabilitar se desarrollan modelos de agroecosistemas sostenibles (agroforestales con diferentes arreglos, planes de finca y silvopastoriles) que permitan mejorar la provisión de servicios ecosistémicos, la conectividad ecológica, la resiliencia socio-ecológica, y promover el uso sostenible de la biodiversidad basándose en sistemas de producción ecológicos, biológicos, orgánicos o limpios.



2. Preservación: busca evitar pérdidas de biodiversidad a través del mantenimiento, prevención y disminución de amenazas en remanentes de ecosistemas naturales con condición ecológica muy buena en su línea base.

5.3 Programas de restauración

5.3.1 Antecedentes

El Programa de Restauración Ecosistemas y Paisajes (PREP), propuso promover y facilitar la restauración de ecosistemas, cuencas y paisajes rurales como mecanismo para asegurar los servicios ecosistémicos y la conservación de la biodiversidad como forma de adaptación a los impactos del cambio climático (MARN, 2012b).

El PREP busca construir resiliencia, aumentando la capacidad adaptativa y reduciendo la vulnerabilidad de los territorios bajo el enfoque de Mitigación basado en Adaptación (MbA), organizándose en tres componentes estratégicos: i) La restauración y conservación inclusiva de ecosistemas críticos; ii) La restauración de suelos degradados, a través de la arborización de los sistemas agrícolas, la adopción de sistemas agroforestales resilientes y el desarrollo de una agricultura sostenible y resiliente al cambio climático y

amigable con la biodiversidad; iii) El desarrollo sinérgico de la infraestructura física y la infraestructura natural.

El PREP es una herramienta fundamental para lograr cambios acumulativos en la transformación de paisajes y generar beneficios fuera de los sitios/parcelas de producción, mediante la implementación de 47 técnicas.

5.3.2. Restauración de ecosistemas y paisajes productivos

El MARN ha reestructurado la visión estratégica entorno a la restauración, asociándolo a la regeneración de servicios ecosistémicos basados en instrumentos que orientan la gestión adecuada del paisaje a nivel nacional, planteando un Programa de Restauración de Ecosistemas y Paisajes Productivos (PREPP) (2024b).

Entre estos instrumentos, se encuentra la Estrategia de Regeneración de Servicios Ecosistémicos que incorpora los elementos para dirigir las acciones del MARN organizando el paisaje en regiones a través de un enfoque holístico, considerando el efecto de las intervenciones desde la cordillera hasta la costa y también priorizando los servicios ecosistémicos y las acciones a realizar. Esto conlleva una articulación con el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) para homologar acciones, conceptos y técnicas con el objetivo de restaurar los ecosistemas y el paisaje productivo.

En el PREPP se definen de forma preliminar las áreas con prioridad de restauración a través de un índice que utiliza diferentes atributos del paisaje de importancia para la provisión de servicios ecosistémicos como infiltración, control de la erosión, calidad y retención del suelo (MARN, 2024b). Para mayor detalle referirse al documento oficial del PREPP.



06

Atributos del paisaje

De manera general, los atributos considerados para analizar el paisaje se relacionan con valores para resaltar la remanencia de ecosistemas, la priorización de sitios por su potencial recarga hídrica, la significancia estratégica y la condición ecológica. Los cuales buscan conservar la integralidad del paisaje, fomentar el desarrollo socioeconómico y mejorar de los servicios ecosistémicos a nivel nacional.

6.1 Remanencia

La remanencia mide la escasez del ecosistema a nivel nacional a través de comparar su extensión frente al área total terrestre del país (Figura 4). Entre más escaso sea un ecosistema menor será su remanencia y mayor será su puntaje o aporte en la determinación de las UB, lo cual crea un desincentivo para el desarrollo de AOP u otras acciones que pretendan degradar estos ecosistemas.

La remanencia es definida para cada ecosistema conforme a la Tabla 1 y al Anexo 1. Este componente está directamente relacionado con la equivalencia ecológica en ecosistemas naturales; por tanto, su valor siempre será igual en la pre-intervención (línea base) y en la post- intervención.

Es de resaltar que los ecosistemas naturales de remanencia muy baja tienen poca posibilidad de contar con sitios equivalentes para compensar. Por tanto, deben ser sometidos a una rigurosa evaluación que permita definir si es posible compensar la pérdida de estos ecosistemas y alcanzar la ganancia neta de biodiversidad, de no ser posible los proyectos deben ser modificados para evitar impactos ambientales en estos ecosistemas irremplazables.

Tabla 1. Categorías de remanencia

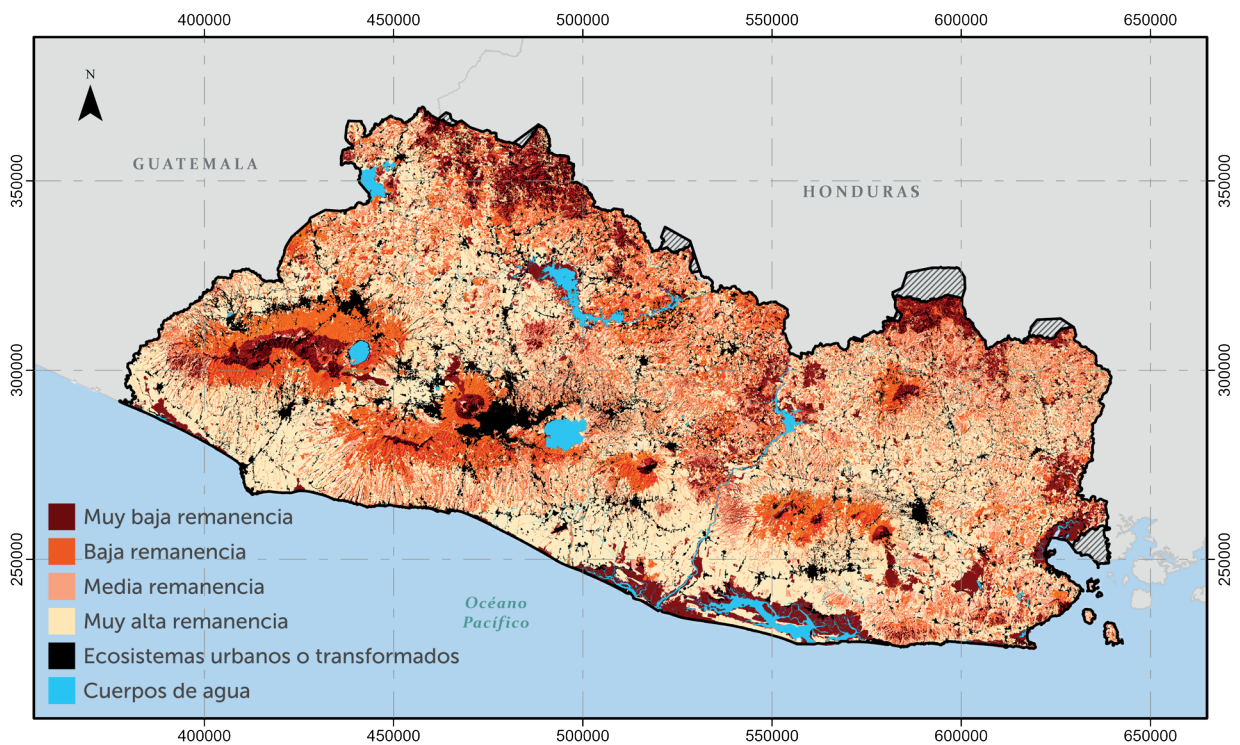
Categoría	Puntaje
Remanencia muy baja (0 - 3%) (ecosistemas irremplazables)*	-
Remanencia baja** (>3-10%)	4
Remanencia media (>10 - 20%)	3
Remanencia alta (>20 - 30%)	2
Remanencia muy alta (>30%)	1
Ecosistemas urbanos o transformados	0

Fuente. *Elaboración propia*

* Se emitirán criterios específicos para todas las actividades que se encuentren en estos ecosistemas.

** El MARN podrá en el proceso de evaluación solicitar medidas de manejo y compensación más complejas.

Figura 4. Mapa de remanencia de los ecosistemas y agroecosistemas de El Salvador.



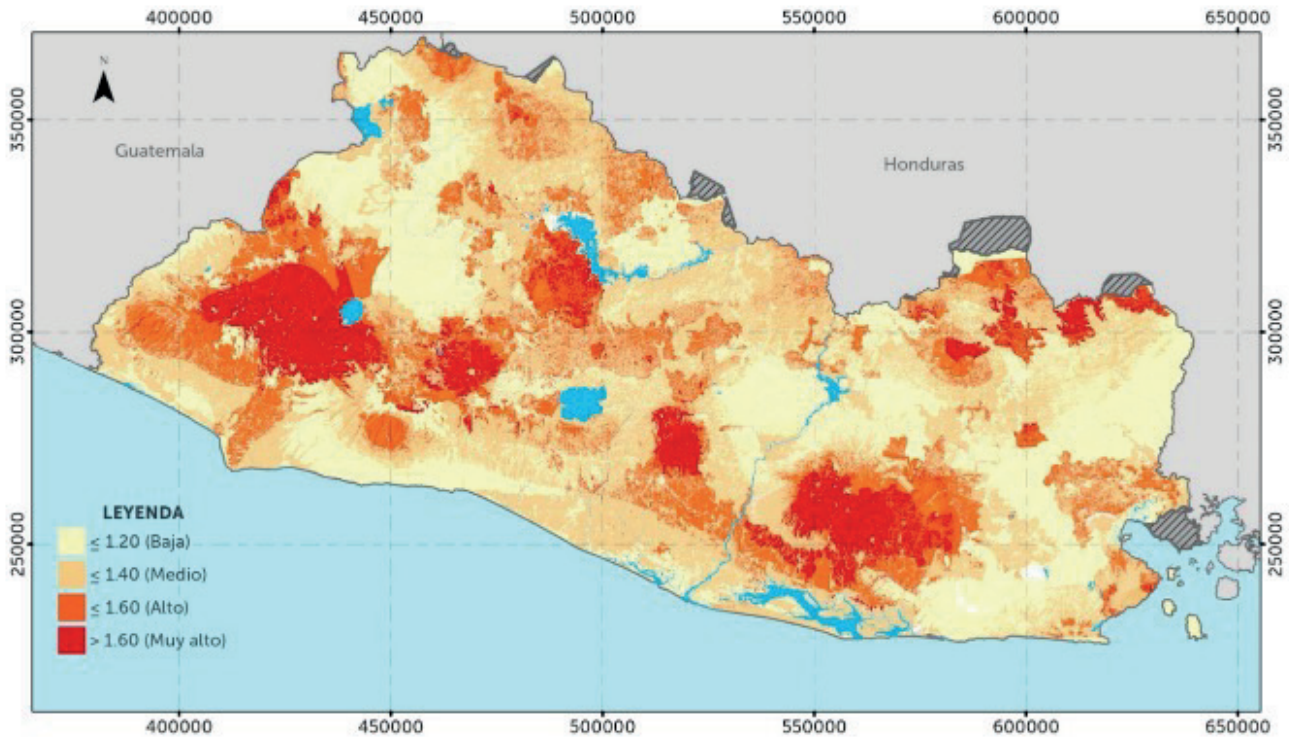
Fuente. *Elaboración propia a partir de mapa de usos de suelo 2011; usos de suelo 2016; INB 2018; GOA 2018*

6.2 Zonas priorizadas por recarga hídrica

La recarga hídrica se utiliza como proxy a los servicios ecosistémicos hídricos y mide el potencial de recarga de acuíferos estimada a partir de la metodología Gunther Schosinsky¹ (2018); además, se consideró la delimitación de las Masas de Agua Subterránea (MASub)² junto con las unidades

acuíferas para priorizar las zonas en función de las unidades hidrogeológicas y la comunicación entre sí, es decir, un acuífero productivo comunicado con los acuíferos colindantes (MASub), será mejor ponderado que un acuífero que pueda estimarse aislado y de poca capacidad (Figura 5).

Figura 5. Mapa de zonas priorizadas por su recarga hídrica



Fuente: Elaboración propia a partir de Mapa recarga potencial, 2018 e información PNGIRH, 2017

Con base en lo anterior, a mayor potencial de recarga hídrica y dentro una zona conformada por Unidades Acuíferas interconectadas y de potencial aprovechamiento será mejor ponderada y mayor será su puntaje o aporte en la determinación de las unidades de biodiversidad (Tabla 2). El análisis considerado para la generación de este insumo se presenta en el Anexo 2.

Cabe mencionar que la escala de valores podrá ser adaptada dependiendo de las condiciones de estrés hídrico, corredor seco y la condición ecosistémica presente.

Tabla 2. Categorías de las zonas priorizadas por recarga hídrica

Categoría	Puntaje
Zona con prioridad muy alta	2.00
Zona con prioridad alta	1.66
Zona con prioridad media	1.33
Zona con prioridad baja	1.00

Fuente. *Elaboración propia*

¹La metodología Schosinsky considera información superficial sobre precipitación, evapotranspiración, infiltración básica (fc), humedad del suelo inicial (Hsi), retención de humedad del suelo (capacidad de campo y punto de marchitez permanente) y densidad aparente (pa). Además de información referente a la intercepción de lluvia según cobertura vegetal, la profundidad de las raíces y el coeficiente de infiltración (Ci), relacionado con los coeficientes de pendiente (Kp), cobertura vegetal (Kv) y textura del suelo (Kfc); además de referir el Ci al Manual de Instrucciones de Estudios Hidrológicos, realizado por las Naciones Unidas en colaboración con los países.

²Corresponde con la agrupación de los acuíferos atendiendo a sus comportamientos hidrogeológicos e hidroquímicos; en principio están asociados a sistemas de explotación no sujeta a límites geomorfológicos, si no a flujos subterráneos interconectados por sus acuíferos los cuales están vinculados a zonas de aprovechamiento, de acuerdo con el Plan Nacional de Gestión Integrada del Recurso Hídrico (PNGIRH) corresponden a 21 MASub y 72 acuíferos (MARN, 2017).

6.3. Significancia estratégica

Para la aplicación de este atributo, la conservación incorpora la restauración y la preservación de los hábitats, según lo establecen el artículo 2 del Convenio de Diversidad Biológica, por:

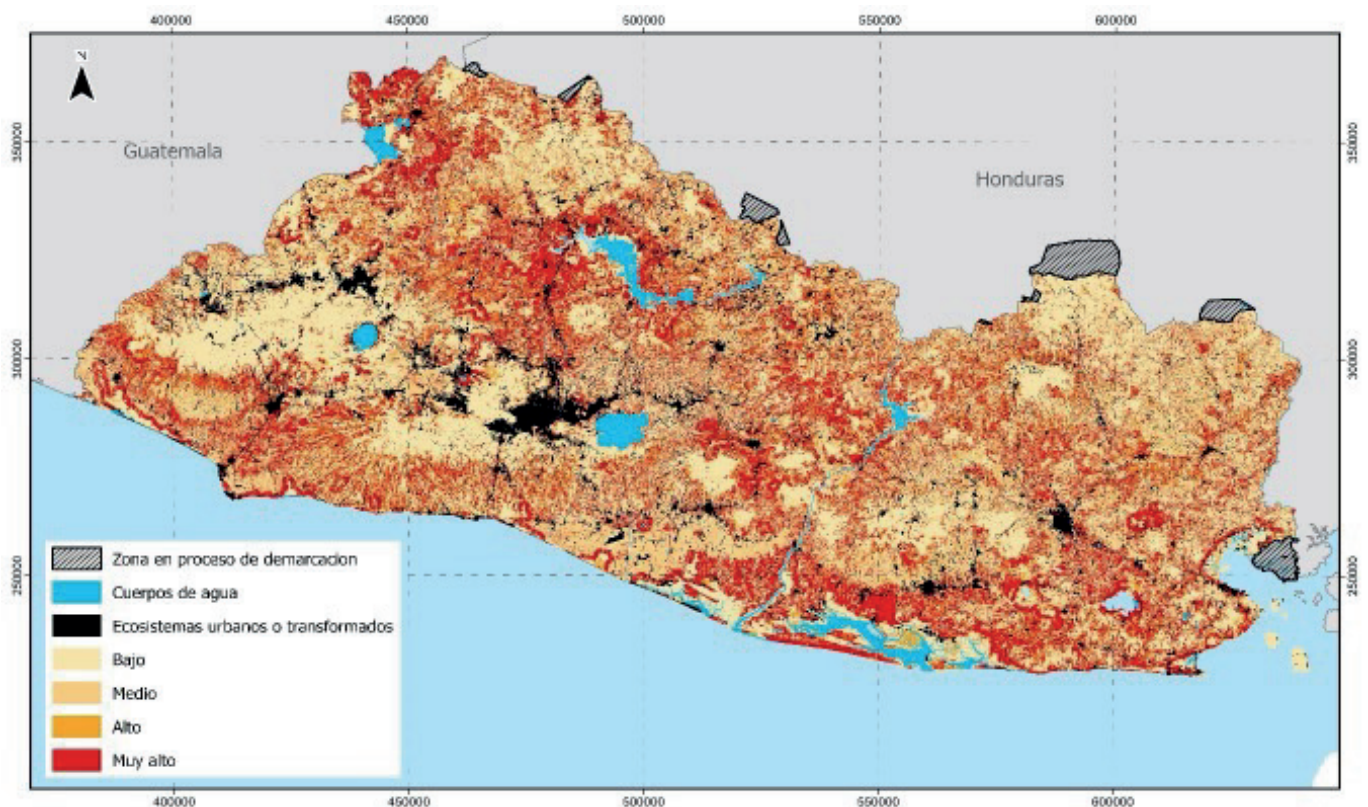
“Conservación in situ” se entiende la conservación de los ecosistemas y los hábitats naturales y el mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y, en el caso de las especies domesticadas y cultivadas, en los entornos en que hayan desarrollado sus propiedades específicas (UNEP/CBD, 1992).

La significancia estratégica identifica la ubicación espacial de los ecosistemas en áreas con prioridad para preservar y res-

taurar (Figura 6), además de reconocer aquellos paisajes claves en la prestación de servicios ecosistémicos y que mantienen elementos de conectividad estructural y biológica.

La significancia estratégica se estima a través de cinco atributos que conforman el Índice de Priorización de Áreas a Restaurar (IPAR), estos son: **1)** Análisis Morfológico del Patrón Espacial (MSPA por sus siglas en inglés), **2)** Categorías de gestión y/o protección legal, **3)** Cobertura arbórea de los Trópicos (TTC por sus siglas en inglés), **4)** Riesgo de erosión y **5)** Riesgo de degradación. Estos componentes tienen importancia para la provisión de servicios ecosistémicos como infiltración, control de la erosión, calidad y retención del suelo.

Figura 6. Mapa de Significancia Estratégica



Fuente: Elaboración propia

Entre mayor sea la significancia estratégica de un ecosistema mayor será su puntaje o aporte en la determinación de las unidades de biodiversidad (Tabla 3).

Tabla 3. Categorías de significancia estratégica para la restauración y preservación

Categoría	Puntaje
Muy alto	1.15
Alto	1.10
Medio	1.05
Bajo	1.00

Fuente. *Elaboración propia*

6.4. Condición ecológica

Mide la calidad o integridad de los ecosistemas que serán impactados, también representa la variación de la calidad de un ecosistema antes y después de la aplicación de las acciones de restauración. Por tanto, la métrica y el diseño de las medidas de compensación no admite que la condición ecológica después de la implementación de las acciones de restauración se mantenga igual o disminuya.

En este marco, la única opción donde es posible mantener la misma categoría de condición ecológica después de implementadas las medidas, es en aquellos sitios de compensación donde los ecosistemas naturales en su línea base presentan una condición ecológica muy buena y por tanto la acción a realizar es la preservación.

Para establecer la condición del ecosistema natural o agroecosistema se debe realizar un levantamiento de información de línea base conforme a las instrucciones de la Guía de Línea Base (Apéndice 1), en la que se describen los pasos para la recolección de información e

interpretación de la condición ecológica.

La interpretación de la condición ecológica se realiza con base en el índice de Shannon -Wiener, que mide la riqueza y la biodiversidad de un sitio, estimado a partir de los datos del Inventario Nacional de Bosques (MARN, 2018).

Se destaca que, el MARN podrá incorporar criterios y lineamientos adicionales para enriquecer la estimación de la condición de los ecosistemas.

Si durante la evaluación de línea base de un tipo de ecosistema se observan parches con importantes diferencias en su condición ecológica, cada uno de estos debe ser evaluado de manera individual para calcular las unidades de biodiversidad.

Una vez evaluados los atributos e indicadores claves, se define la categoría de condición ecológica de los ecosistemas naturales según lo establecido en la Tabla 4.

Tabla 4. Categorías de la condición ecológica para ecosistemas naturales

Categoría	Puntaje
Condición muy buena	3
Condición buena	2.5
Condición moderada	2
Condición pobre	1.5

Fuente. *Elaboración propia*

Para agroecosistemas, la Tabla 5 define la categoría de condición ecológica a partir del tipo de cobertura o cultivo identificado, lo cual será contrastado por el MARN a través de la capa cobertura arbórea de los

tropicales (Brandt & Ertel, 2021) entre otra información que este Ministerio considere pertinente. En la Figura 7 se presenta el mapa de condición de los ecosistemas naturales y agroecosistemas.

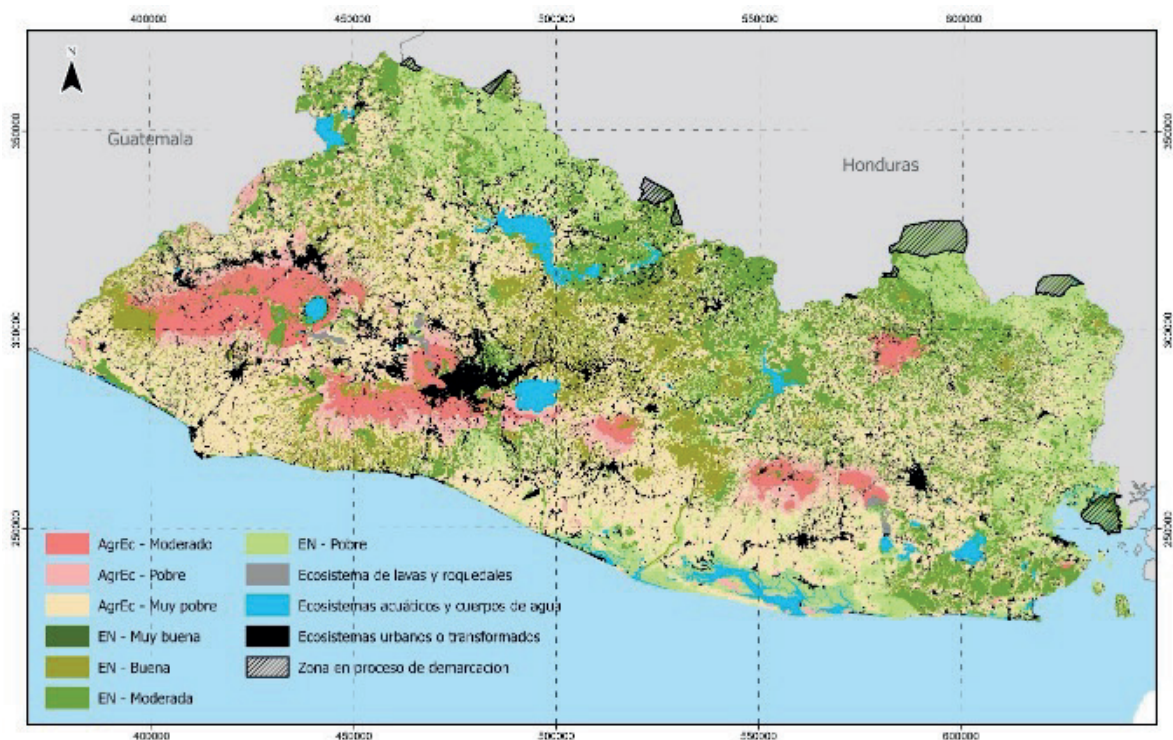
Tabla 5. Categorías de la condición ecológica para agroecosistemas

Categoría	Descripción	Puntaje
Condición moderada	Cafetales bajo sombra, cacao y sistemas agroforestales, frutales permanentes y plantaciones forestales*	1.5
Condición pobre	Monocultivos (granos básicos y frutales estacionales) con obras de conservación de suelos, ganadería intensiva y estabulada	1.25
Condición muy pobre	Monocultivos (granos básicos, caña de azúcar y otros) sin obras de conservación de suelos, ganadería extensiva.	1

Fuente. *Elaboración propia*

*Las plantaciones forestales dentro de Áreas Naturales Protegidas serán consideradas con una condición moderada y se analizarán conforme la métrica para ecosistemas naturales.

Figura 7. Mapa de condición de los ecosistemas naturales y agroecosistemas



Fuente: Elaboración propia a partir de Inventario Nacional de Bosques, 2018 y criterio panel de expertos

En los casos donde los agroecosistemas del sitio de compensación requieran restauración ecológica para alcanzar valores de equivalencia ecológica de ecosistemas naturales, se empleará para la post intervención los valores de la Tabla 4 según los objetivos de restauración planteados.

Por otra parte, la preservación debe ser implementada en combinación con la restauración ecológica de ecosistemas que presenten algún grado de degradación. Las unidades de

biodiversidad ganadas por la preservación no podrán superar el 30% del total de las unidades ganadas por la implementación.

En la post-intervención del sitio de compensación, la condición ecológica es el único componente de calidad que presenta un cambio frente a los valores de línea base, ya que la categoría de condición cambiará de acuerdo con los objetivos y modelo de restauración planteados para alcanzar la ganancia neta de biodiversidad.

07 | Niveles de significancia ambiental

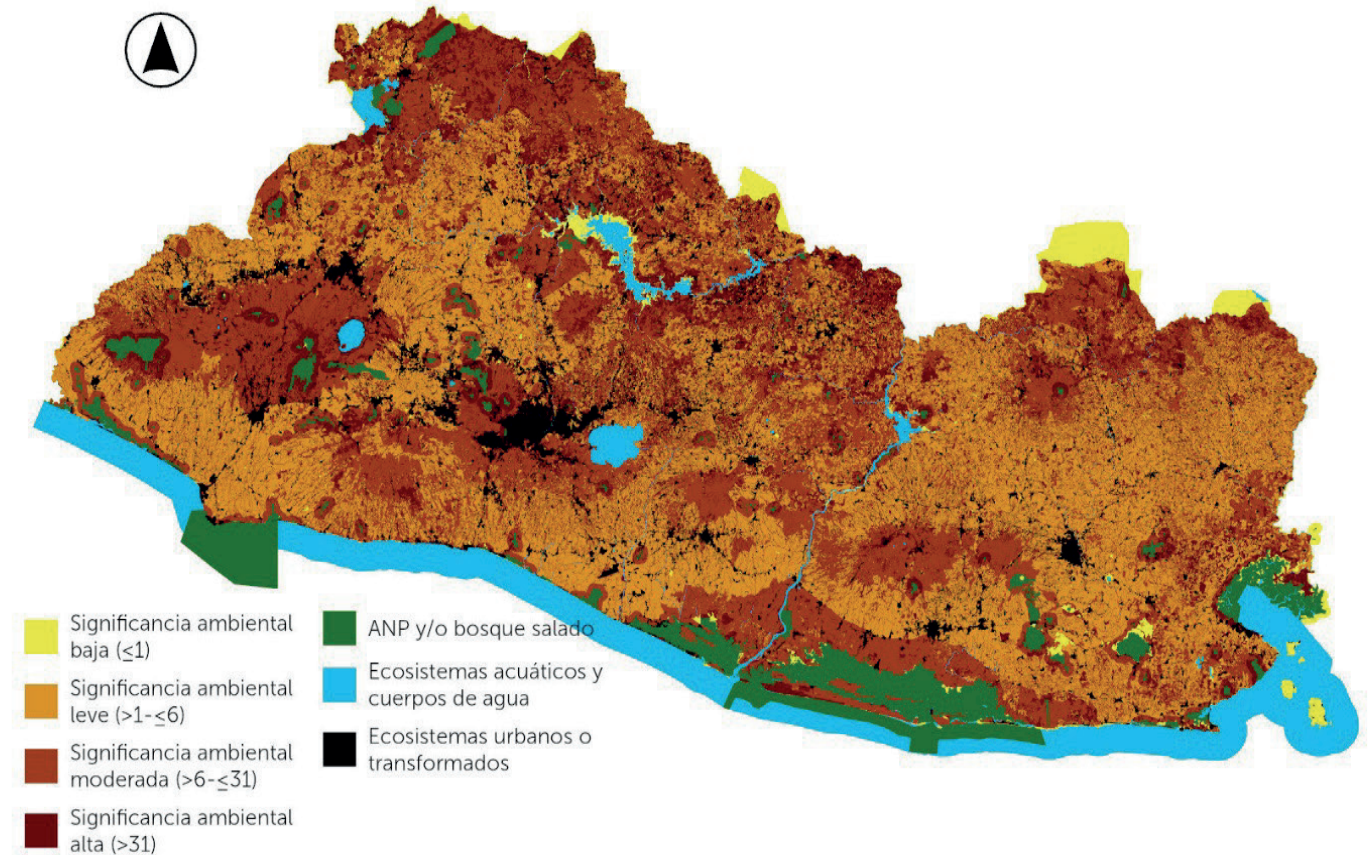
Los atributos del paisaje mencionados en el capítulo 6, se utilizan para determinar el Nivel de Significancia Ambiental (NSA) del territorio en el proceso de categorización de AOP. El NSA es un indicador que permite definir las áreas de interés ambiental.

Para determinar el NSA se utiliza un geoproceso, en el cual se realiza una distribución estadística de todos los resultados y se clasifican los datos en intervalos geométricos, que permiten crear rangos de datos basados en los intervalos de clase que tienen una serie geométrica, facilitando uniformizar la serie de datos en cuatro rangos, cuya distribución se presenta en la Tabla 6 y su representación cartográfica se observa en la Figura 8.

Tabla 6. Áreas de interés ambiental definidas por atributos del paisaje

Nivel de Significancia Ambiental (NSA)	Área de interés ambiental
Significancia Ambiental Alta	Territorios de Significancia Ambiental Alta Sistema de Áreas Naturales Protegidas (SANP) Ecosistemas Priorizados (remanencia muy baja)
Significancia Ambiental Moderada	Territorios de Significancia Ambiental Moderada Ecosistemas Acuáticos y Cuerpos de Agua Mar Territorial
Significancia Ambiental Leve	Territorios de Significancia Ambiental Leve
Significancia Ambiental Baja	Territorios de Significancia Ambiental Baja Área de Tejido Edificado

Figura 8. Mapa de significancia ambiental del paisaje



Fuente: Documento de Categorización Ambiental de Proyectos – El Salvador (2024)

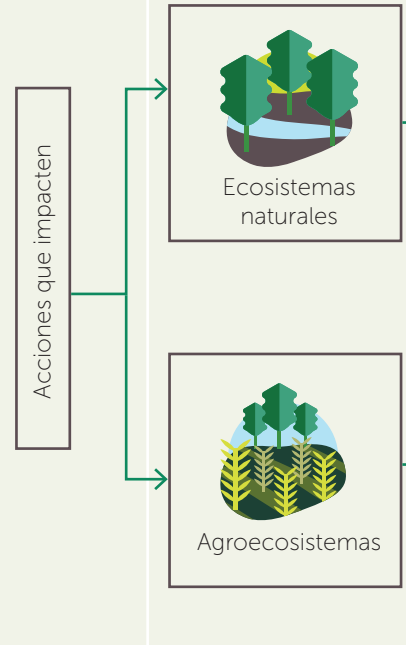
08 | **Compensaciones ambientales en ecosistemas naturales y agroecosistemas**

Las acciones en los ecosistemas naturales y agroecosistema ya sea provenientes de la ejecución de AOP u otras que impliquen impactos, requerirá del establecimiento de una compensación ambiental o acción de restauración equivalente en unidades de biodiversidad (UB), considerando los siguientes lineamientos para definir el ¿qué y cuánto?, ¿dónde? y ¿cómo compensar?

La Figura 9, presenta de forma resumida los pasos a seguir cuando las AOP u otras acciones se pretendan desarrollar en ecosistemas naturales o agroecosistemas. Estos pasos se detallan en los siguientes numerales.

La Figura 9, presenta de forma resumida los pasos a seguir cuando las AOP u otras acciones se pretendan desarrollar en ecosistemas naturales o agroecosistemas. Estos pasos se detallan en los siguientes numerales.

Figura 9. Resumen del proceso de determinación de las medidas de compensación realizadas en ecosistemas naturales y agroecosistemas



Fuente. *Elaboración propia*

8.1. Paso 1: ¿Qué y cuánto compensar?

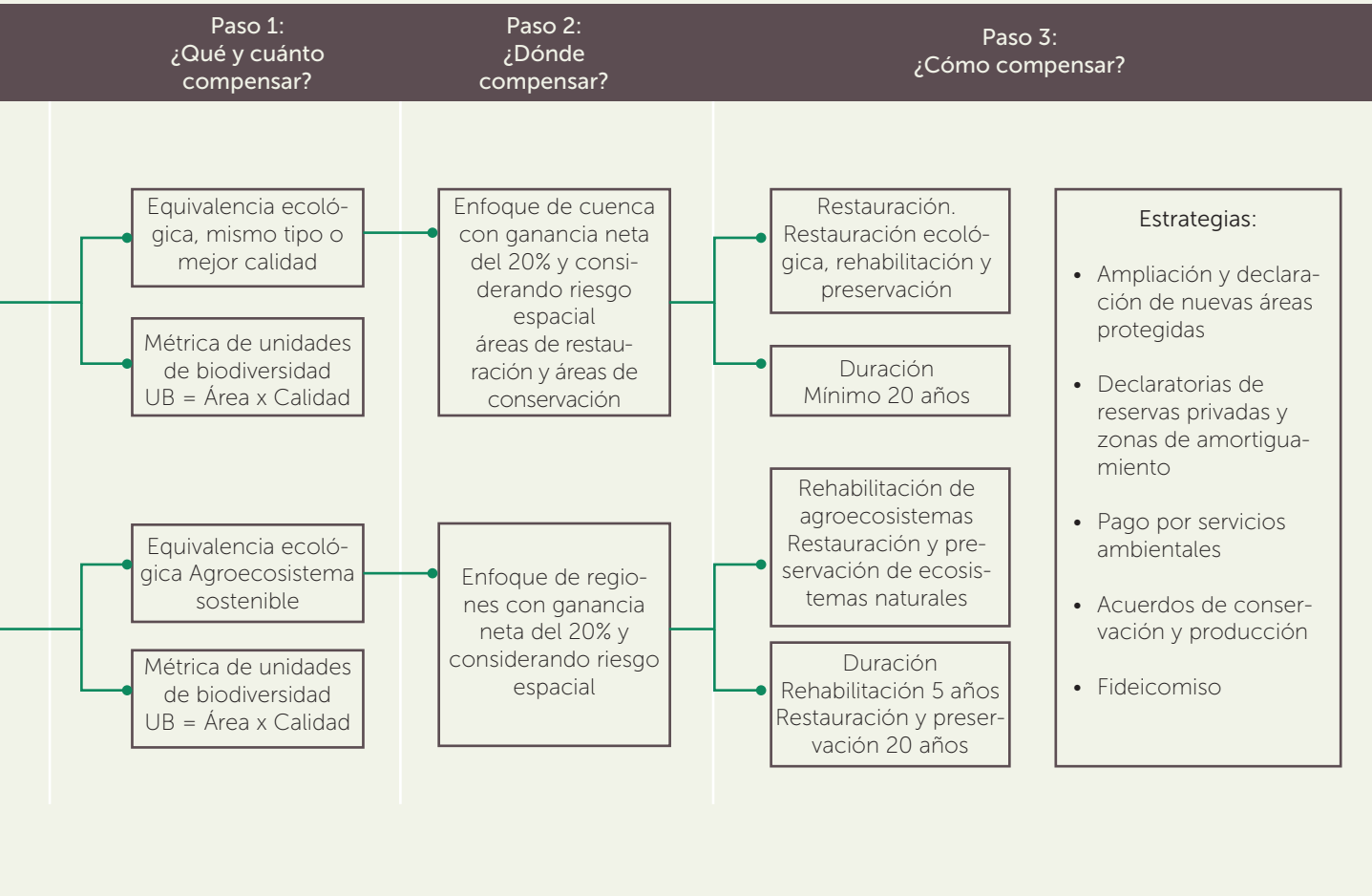
La determinación del qué y cuánto compensar en ecosistemas naturales y agroecosistemas se basa en el principio de la equivalencia ecológica entre los ecosistemas impactados por diversas acciones y los ecosistemas ganados por la implementación de los planes de restauración (vía compensación/restauración), los cuales son evaluados y comparados a través de una métrica en la que se obtienen UB.

Para esto, es necesario definir las directrices generales (Figura 10) para delimitar y caracterizar los sitios, establecer las reglas para la compensación ambiental y por último detallar las instrucciones para aplicar la métrica de compensación ambiental.

Figura 10. Directrices para analizar el principio de equivalencia ecológica en ecosistemas naturales y agroecosistemas



Fuente. *Elaboración propia*



8.1.1. Delimitación y caracterización del sitio(os)

Previo a la aplicación de la métrica es necesario delimitar y caracterizar el sitio donde se generarán los impactos a la biodiversidad, por medio de la jerarquización de los impactos luego de ser aplicadas las medidas de prevención, minimización y corrección, y el sitio donde se llevará a cabo la medida de compensación o acción de restauración, definiendo los ecosistemas naturales y/o agroecosistemas, su área y calidad (Figura 11).

Figura 11. Proceso de caracterización de los ecosistemas y aplicación de la métrica.



Fuente. Adaptado de Panks y otros, 2021

La caracterización de los sitios debe considerar al menos los componentes de calidad de la métrica de compensaciones ambientales e incluir:

- Mapa de coberturas vegetales y ecosistemas en formato KMZ, KML, DWG o formato shapefile con sistema de coordenadas NAD27, u otros que permitan delimitar los polígonos y ser procesados en un sistema de información geográfica, conforme a la metodología y nomenclatura del sistema Corine Land Cover de clasificación fisionómico y ecológico. La delimitación de los polígonos será mediante la interpretación de imágenes de satélite u ortofotos y su verificación en campo.
- Tipo del o los ecosistemas de acuerdo a la remanencia establecida por el Ministerio identificados en el área del proyecto a ser impactados, considerando la cantidad de hectáreas de cada ecosistema en relación a escala de región hidrográfica (Anexo 1).
- Caracterización del área del AOP a ser impactada por su potencial de recarga hídrica (Anexo 2).
- Línea base de los ecosistemas conforme a su condición ecológica y riqueza de especies (Apéndice 1).
- Para el análisis de los atributos establecidos en esta métrica la escala cartográfica deberá estar acorde al área de intervención y en función de identificar el área mínima cartografiable (hasta 1:5000).

8.1.2 Reglas de compensación ambiental

- I. Los ecosistemas naturales impactados deben ser compensados prioritariamente a través de la restauración ecológica favoreciendo la agrupación de las medidas y evitando su dispersión en diversas áreas del país; para ello deberá considerar la significancia estratégica planteada en este documento y aplicada en el PREPP (MARN, 2024b).
- II. La preservación de ecosistemas naturales es una acción válida únicamente cuando la condición ecológica de línea base de un ecosistema natural en el sitio de compensación es muy buena o buena y es implementada en combinación con la restauración ecológica de ecosistemas que presenten algún grado de degradación.
- III. Los agroecosistemas impactados podrán ser compensados a través de la rehabilitación de agroecosistemas y restauración/preservación de ecosistemas naturales, esta última opción genera mayores beneficios para la conservación de la biodiversidad y por tanto en los casos donde se pretenda pasar de una condición ecológica pobre a una buena, se requerirá menor área de compensación a la impactada (Tabla 7).
- IV. Las unidades de biodiversidad ganadas por la implementación de la medida de compensación (restauración, preservación y combinación de ambas opciones)

Tabla 7. Regla de equivalencia ecológica de ecosistemas naturales y agroecosistemas

Ecosistemas impactados	Ecosistemas a compensar
 <p data-bbox="384 1727 624 1753">Ecosistemas naturales</p>	<p data-bbox="796 1630 1305 1715">Mismo tipo de ecosistema natural Mejor tipo de ecosistema natural o ecosistema prioritario de conservación.</p>
 <p data-bbox="408 1975 596 2002">Agroecosistemas</p>	<p data-bbox="796 1865 1316 1951">Agroecosistemas sostenibles con mejor desempeño ambiental (agroforestales y silvopastoriles) Ecosistemas naturales</p>

Fuente. *Elaboración propia*

nes) deben demostrar un cambio neto de al menos el 20%.

- V. Si el plan de restauración se implementa fuera de la región impactada por el proyecto, se deberá incluir un factor de riesgo espacial que aumentará (penalizará) las UB a compensar; ya que las medidas de compensación ubicadas más cerca al sitio de impacto permiten disminuir las pérdidas locales de biodiversidad, así como asegurar el mantenimiento de servicios ecosistémicos claves para las comunidades que sean afectadas por los impactos ambientales de cualquier actividad (adaptado de Panks, y otros, 2021).
- VI. Debido a los riesgos asociados a la falla de las acciones de restauración o adicionalidad de las acciones de preservación en ecosistemas naturales, se podrá requerir compensar un área más grande a la impactada.
- VII. Las unidades impactadas es el resultado de, las unidades de biodiversidad que se perderán en el sitio más el factor de riesgo espacial (si el plan de restauración se implementa fuera de región impactada), que requerirán demostrar un cambio neto como mínimo del 20%.
- VIII. Para el caso de proyectos lineales u otra clase de proyectos o acciones que puedan afectar varios tipos de ecosistemas en una región o en varias, se podrán priorizar para la búsqueda del sitio de compensación, los ecosistemas naturales con mayor número de unidades de biodiversidad impactadas. En este caso siempre se deberá cumplir con las unidades totales de biodiversidad impactadas (adaptado de CRA & PROMAC - GIZ, 2017).

8.1.3. Métrica de compensación ambiental

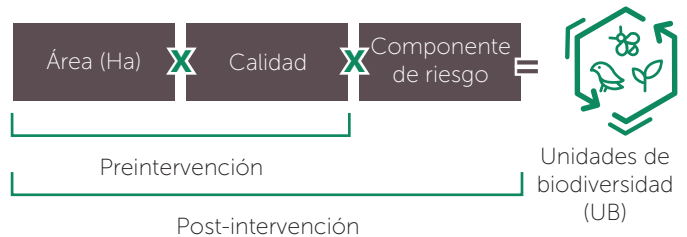
La métrica establecida para El Salvador es una **adaptación de la Métrica 3.0 desarrollada por Panks, y otros, 2021⁴**, la cual utiliza los ecosistemas como un proxy para describir la biodiversidad en el sitio que se verá impactado y en el sitio donde se realizará la compensación, generando unidades de biodiversidad por tipo de ecosistema que son el producto del área y de su calidad. Estas unidades representan la cantidad de unidades de biodiversidad que

se requieren en concepto de compensación por tipo de ecosistema (¿Qué y cuánto compensar?) (Figura 12).

El área de los ecosistemas se establece en hectáreas y se define para el sitio del proyecto y el sitio a restaurar. La calidad por tipo de ecosistema se evalúa en puntaje a través de cuatro componentes como: i) la remanencia, ii) el potencial de recarga hídrica, iii) la significancia estratégica y iv) la condición ecológica y que permiten evaluar de forma más integral la biodiversidad de los ecosistemas y sus servicios y que fueron presentados en el capítulo 6.

En el caso de las AOP o acciones relacionadas con impactos a los ecosistemas, si el Titular o responsable decide implementar las acciones de restauración fuera de la región impactada se aplicará un factor de riesgo espacial que aumentará las unidades de biodiversidad a compensar. Para el sitio donde se implementarán las acciones de restauración se establecen factores de riesgo debido a la incertidumbre y falla eventual de las acciones a través de **i)** la dificultad de restauración y **ii)** descuento por preservación.

Figura 12. Métrica de compensación ambiental en ecosistemas naturales y agroecosistemas



Fuente. *Elaboración propia*

8.1.4. Componentes de la calidad

El riesgo de falla de las medidas de compensación se incluye en la métrica por medio de la evaluación de tres factores: a) riesgo espacial, b) dificultad de restauración y c) descuento por preservación que penalizan las unidades de biodiversidad estimadas en el sitio intervenido y generadas en el sitio de restauración después de implementar las medidas en un ecosistema natural o agroecosistema.

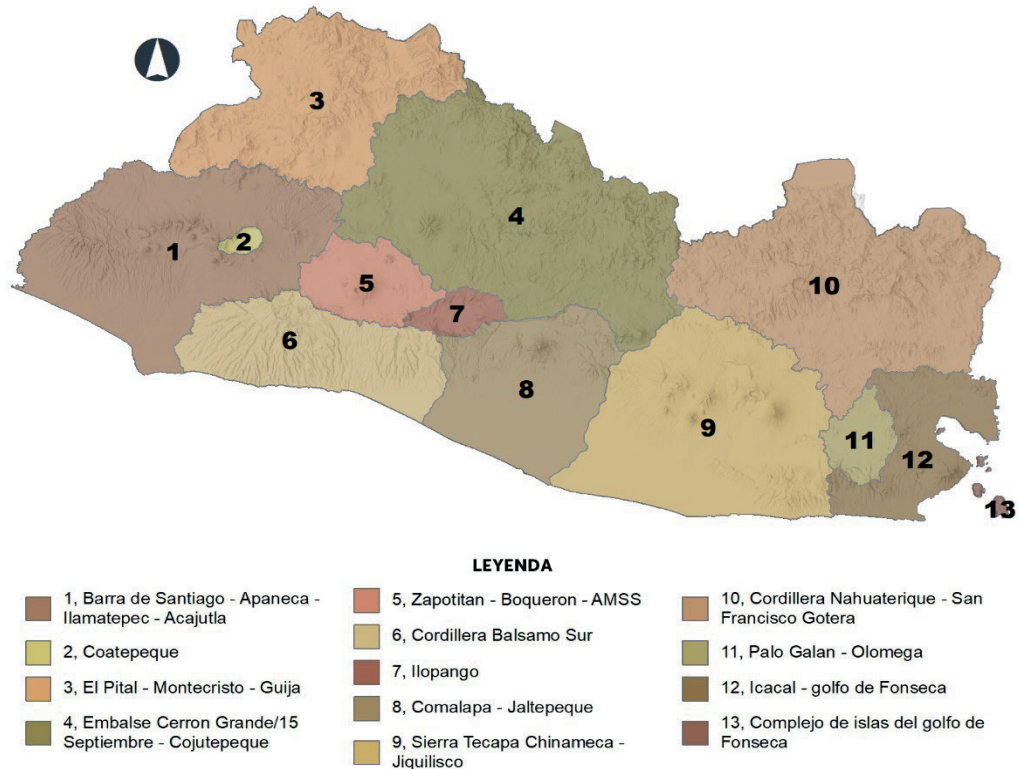


⁴Stephen Panks A, Nick White A, Amanda Newsome A, Jack Potter A, Matt Heydon A, Edward Mayhew A, Maria Alvarez A, Trudy Russell A, Sarah J. Scott B, Max Heaver C, Sarah H. Scott C, Jo Treweek D, Bill Butcher E and Dave Stone A. 2021. Biodiversity metric 3.0: Auditing and accounting for biodiversity – User Guide. Natural England. <http://publications.naturalengland.org.uk/publication/6049804846366720> <https://www.nationalarchives.gov.uk/doc/open-government-licence/version/3/>

a. Riesgo espacial

Representa la distancia entre el sitio de impacto y el sitio a compensar, teniendo como límite espacial las regiones establecidas para la regeneración de servicios ecosistémicos⁵ (Figura 13). Las cuales agrupan el territorio para la gestión de los ecosistemas.

Figura 13. Mapa de regiones para la regeneración de servicios ecosistémicos



Fuente: Elaboración propia

El uso de este factor de riesgo se basa en la premisa de que las medidas de compensación ubicadas más cerca al sitio de impacto permiten disminuir las pérdidas locales de biodiversidad, así como asegurar el mantenimiento de servicios ecosistémicos claves para las comunidades que sean afectadas por los impactos ambientales generados (Tabla 8) (adaptado de Panks, y otros, 2021).

Por tanto, se aplica una mayor penalización a las UB perdidas por el desarrollo de los impactos, cuando las acciones de compensación son implementadas fuera de la región donde se generan los impactos ambientales a la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

⁵Las regiones, se construyeron vinculando lo siguiente:

- i. La delimitación en categorías de regiones hidrográficas, cuencas hasta nivel de subcuencas. Esta última, permite identificar y acotar los pisos altitudinales de los elementos de relieve del país en función de los drenajes. También se incorporan, los drenajes en endorreicos de los cuerpos de agua más significativos y que actualmente se encuentran bajo presión: Lago de Coatepeque, lago de Ilopango y laguna de Olomega.
- ii. La conformación de los patrones espaciales morfológicos, principalmente las grandes áreas núcleo y elementos de conectividad entre estas. Este análisis se complementó con las áreas de conservación y las Áreas Naturales Protegidas, con lo que se modificó los límites establecidos por las regiones, cuencas y subcuencas hidrográficas.
- iii. Las incidencias de los grandes núcleos poblacionales y las dinámicas entre ellos y su entorno, con lo cual, se generaron áreas de retiro de las ciudades principales: Santa Ana, Sonsonate, Área Metropolitana de San Salvador y San Miguel.

Tabla 8. Categorías de riesgo espacial.

Categoría	Descripción	Puntaje
Riesgo alto	Compensación por fuera de las cuencas y/o regiones hidrográficas impactadas, y por fuera de las cuencas y/o regiones hidrográficas circundantes.	2
Riesgo medio	Compensación por fuera de las cuencas y/o regiones hidrográficas impactadas, pero dentro de las cuencas y/o regiones hidrográficas circundantes (o que limitan).	1.5
Riesgo bajo	Compensación dentro de las cuencas y/o regiones hidrográficas impactadas.	1

Fuente. *Elaboración propia*

b. Dificultad de restauración

La dificultad en la restauración de un ecosistema fue definida de acuerdo con el criterio de expertos, considerando factores ecológicos y el tiempo promedio necesario para restablecer la condición ecológica de los ecosistemas con el fin de alcanzar la ganancia neta de biodiversidad; donde la intensidad de la degradación inicial del sitio de compensación es un factor determinante en la probabilidad de éxito o fracaso de la restauración (Marchand, y otros, 2021).

La categoría de dificultad de restauración se establece según la Tabla 9, considerando la condición ecológica inicial del ecosistema en el sitio de compensación pre-intervención (columna a) versus la condición ecológica que se pretende alcanzar una vez ejecutadas las acciones de restauración en el sitio de compensación post-intervención (columna b).

Si el ecosistema natural en su estado inicial o de línea base se encuentra en una condición ecológica buena y sobre este se realizarán acciones de restauración ecológica que permitan

alcanzar una condición ecológica muy buena, se considera que la probabilidad de falla de la restauración es baja ya que la degradación inicial del sitio es baja y por tanto no se requerirá una alta penalización o descuento (Tabla 9 y Tabla 10).

Si, por el contrario, el sitio de compensación contiene agroecosistemas y se pretende a través de la restauración ecológica recuperar un bosque o ecosistema natural y alcanzar una condición ecológica buena, se considera que la dificultad de restauración es muy alta debido a que la matriz de paisaje está fuertemente degradada y se requerirán de técnicas más intensivas y de mayor duración para que se pueda demostrar la ganancia neta de biodiversidad.

Por tanto, se penaliza con un alto descuento en las unidades de biodiversidad que implicará compensar en un área más grande para alcanzar las unidades requeridas y funcionará como un desincentivo para impactar ecosistemas naturales con baja remanencia o ecosistemas únicos que no presentan equivalentes ecológicos (Tabla 9 y Tabla 10).

Tabla 9. Categorías de dificultad de restauración.

Categoría			b. Condición ecológica de ecosistemas en el sitio de compensación – post-intervención				
			Ecosistemas naturales				Agroecosistemas sostenibles
			Muy buena	Buena	Moderada	Pobre	Agroforestales y silvopastoriles
a. Condición ecológica de los ecosistemas en el sitio de compensación – línea base pre-intervención	Ecosistemas naturales	Buena	Dificultad baja	NA	NA	NA	NA
		Moderada	Dificultad media	Dificultad baja	NA	NA	NA
		Pobre	Dificultad alta	Dificultad media	Dificultad baja	NA	NA
	Agroecosistemas / Ecosistemas transformados	Dificultad muy alta	Dificultad muy alta	Dificultad alta	Dificultad media	Dificultad muy baja	

Fuente. *Adaptado de Saenz, 2016 en CRA & PROMAC, 2017*

NA= No aplica. La implementación de las acciones de restauración supone siempre una mejora en la condición ecológica de los ecosistemas que permita alcanzar la ganancia neta. Por tanto, este factor no admite opciones donde la condición ecológica se mantiene igual o disminuye.

Tabla 10. Puntajes de las categorías de dificultad de restauración

Categoría	Puntaje
Dificultad muy alta	0.6
Dificultad alta	0.7
Dificultad media	0.8
Dificultad baja	0.9
Dificultad muy baja	1

Fuente. *Elaboración propia*

8.1.5. Cálculo de la métrica de compensación

La métrica de compensación genera UB que deben ser calculadas en el sitio del proyecto o impacto y en el sitio donde se implementará la restauración, considerando los componentes o variables que le son aplicables a cada escenario (Tabla 11).

Tabla 11. Aplicación de la métrica según el escenario de evaluación

Escenario		Área (en hectáreas)	Calidad				Factores de riesgo	
			Remanencia (R)	Recarga hídrica (Rh)	Significancia estratégica (SE)	Condición ecológica (C)	Riesgo espacial (Re)	Dificultad de restauración (D)
Sitio del proyecto	Línea base	Área de impacto (Ai)	Si	Si	Si	Si	Si	No
	Post - Intervención	Área de compensación Ar (ha)	Si	Si	Si	Si (Predicción en el cambio de categoría)	No	Si

Fuente. *Adaptado de Panks, y otros, 2021.*

a. Sitio impactado

En el sitio donde se generan los impactos sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, se deben calcular las unidades de biodiversidad antes de la intervención para cada uno de los ecosistemas y las áreas que serán afectadas, para lo cual se utilizará la Ecuación 1.

Ecuación 1:

$$UBi = Ai \times Ri \times Rbi \times SEi \times Ci \times (Re)$$

Donde:

UBi: Unidades de biodiversidad pre-intervención en el sitio del impacto (pérdidas)

Ai: Área impactada

Ri: Remanencia del ecosistema pre-intervención en el sitio del impacto

Rbi: Recarga hídrica del ecosistema pre-intervención en el sitio del impacto

SEi: Significancia estratégica del ecosistema pre-intervención en el sitio del impacto

Ci: Condición ecológica del ecosistema pre-intervención en el sitio del impacto

Re: Riesgo espacial aplicable si la medida de compensación se realiza fuera de la cuenca impactada

b. Sitio de compensación para restauración pre-intervención

Siguiendo los lineamientos del numeral 8.2 (¿Dónde compensar?) y 8.3 (¿Cómo compensar?) del presente Manual, se seleccionará el sitio y la acción de compensación, y posteriormente se procederá al cálculo de las UB de los ecosistemas en su línea base antes de implementar las acciones de restauración según la Ecuación 2.

Ecuación 2:

$$UBr = Ar \times Rr \times Rbr \times SEr \times Cr$$

Donde:

UBr: Unidades de biodiversidad en el sitio de restauración pre-intervención

Ar: Área a ser compensada por restauración

Rr: Remanencia del ecosistema en el sitio de restauración

Rbr: Recarga hídrica del ecosistema en el sitio de restauración

SEr: Significancia estratégica del ecosistema en el sitio de restauración

Cr: Condición ecológica del ecosistema en el sitio de restauración pre-intervención

c. Sitio de compensación para restauración post-intervención

En el sitio donde se implementarán las acciones, se deberá predecir la condición ecológica del ecosistema que se alcanzará después de la implementación de las acciones de compensación por restauración, lo cual permitirá definir las UB post-intervención, según las Ecuación 3 y Ecuación 4.

Ecuación 3:

$$UBrp = Ar \times Rr \times Rbr \times SEr \times Crp \times D$$

Donde:

UBrp: Unidades de biodiversidad del sitio de restauración post-intervención

Ar: Área a ser compensada por restauración

Rr: Remanencia del ecosistema en el sitio de restauración

Rbr: Recarga hídrica del ecosistema en el sitio de restauración

SEr: Significancia estratégica del ecosistema en el sitio de restauración

Crp: Condición ecológica del ecosistema del sitio de restauración post-intervención (después de implementadas las acciones)

D: Dificultad de restauración del ecosistema

Ecuación 4:

$$UBrn = UBrp - UBr$$

Donde:

UBrn: Unidades netas de biodiversidad del sitio de restauración

UBrp: Unidades de biodiversidad del sitio de restauración post-intervención

UBr: Unidades de biodiversidad del sitio de restauración pre-intervención

d. Cálculo del cambio neto

Permite identificar si una efectiva implementación de las acciones de compensación por restauración generaría suficientes UB para demostrar un cambio neto y demostrar en el tiempo alcanzar la ganancia neta de biodiversidad (Ecuación 5).

Si los resultados de la Ecuación 6 son iguales o mayores al 20% se considera que es posible alcanzar la ganancia neta de biodiversidad. Si por el contrario el resultado es menor del 20% o es negativo, el proyecto y/o la acción de compensación por restauración deben ser modificados ya que no se podría demostrar el cumplimiento de la ganancia neta de biodiversidad.

Ecuación 5:

$$Cn=(UBrn +UBp)-UBi$$

Donde:

Cn: Cambio neto

UBrn: Unidades netas de biodiversidad en el sitio de compensación por restauración

UBr: Unidades de biodiversidad en el sitio de compensación por preservación

UBi: Unidades de biodiversidad en el sitio de impacto del proyecto (pérdidas)

Ecuación 6:

$$\% \text{ de cambio neto}=(Cn/UBi)*100\%$$

En todo caso, los resultados de la Ecuación 6 son un referente para el diseño, evaluación y aprobación de los planes de restauración, la ganancia neta de biodiversidad solo podrá ser demostrada durante la implementación efectiva y monitoreo del plan de restauración.

Cuando se decida implementar las acciones de compensación por restauración bajo la modalidad de instituciones nacionales y a través de un plan regional de restauración según lo dispuesto en el numeral 9.1 de este Manual, se estimarán las unidades de biodiversidad por ecosistema que necesita adquirir para alcanzar la ganancia neta, es decir se aplicará la ecuación 1, 2 y 3 y a su resultado sumará al menos un 20% para poder alcanzar la ganancia neta de biodiversidad.

El Ministerio por su parte aplicará las ecuaciones 2, 3 y 4 para calcular la oferta de unidades de biodiversidad por ecosistema e implementará en conjunto con los agentes externos el plan regional de restauración identificando los sitios prioritarios para restauración.

8.1.6. Ejemplo de cálculo**Sitio de los impactos pre-intervención**

Un proyecto de ampliación de infraestructura hotelera impactará 1 ha de ecosistema natural y 1 ha de agroecosistemas con las características descritas en la Tabla 12. El proyecto señala que implementará la medida de compensación dentro de la región impactada.

Tabla 12. Características y unidades de biodiversidad en el sitio del proyecto.

Tipo de ecosistema	Área impactada (Ai)	Calidad				Riesgo espacial	Unidades de biodiversidad
		Remanencia (Ri)	Recarga hídrica (Rhi)	Significancia estratégica (SEi)	Condición ecológica (Ci)	Riesgo espacial (Re)	
Bosque de coníferas/ ecosistema natural boscoso	1	Baja 4	Alta 1.66	Alta 1.10	Moderada 2	Bajo 1	14.61
Cultivo anual/ Agroecosistema	1	Alta 1	Alta 1.66	Media 1.05	Muy pobre 1	Bajo 1	1.74

Fuente. *Elaboración propia*

Utilizando la Ecuación 1 se obtienen las unidades de biodiversidad que serán impactadas por el proyecto y que equivalen a las pérdidas de biodiversidad:

$$UBi = Ai \times Ri \times Rhi \times SEi \times Ci \times (Re)$$



$$UBi \text{ ecosistema natural} = 1 \times 4 \times 1.66 \times 1.10 \times 2 \times 1$$

$$UBi \text{ ecosistema natural} = 14.61$$

$$UBi \text{ agroecosistema} = 1 \times 1 \times 1.66 \times 1.05 \times 1 \times 1$$

$$UBi \text{ agroecosistema} = 1.74$$

Para compensar esta pérdida de 14.61 unidades de biodiversidad en el bosque de conifera/ecosistema natural y 1.74 unidades de biodiversidad de un cultivo anual/ agroecosistemas, el proyecto propone realizar directamente la implementación de su plan de restauración a través de acciones de restauración ecológica (restauración de bosque de galería, bosque natural u otras) para los ecosistemas naturales, y para los agroecosistemas desarrollará acciones de rehabilitación (regeneración de suelos, sistemas agroforestales u otras), para alcanzar al menos un 20% de ganancia neta de biodiversidad.

Sitio de compensación para restauración pre-intervención

El sitio de compensación seleccionado se localiza en la misma región donde generan los impactos, y cuenta con 4.8 ha del mismo tipo de ecosistema natural afectado y con 2.4 ha de agroecosistemas con las siguientes características (Tabla 13).

Tabla 13. Características y unidades de biodiversidad en sitio de compensación (pre-intervención)

Tipo de ecosistema	Área impactada (Ai)	Calidad				Unidades de biodiversidad
		Remanencia (Ri)	Recarga hídrica (Rhi)	Significancia estratégica (SEi)	Condición ecológica (Ci)	
Bosque de coníferas/ ecosistema natural boscoso	4.8	Baja 4	Alta 1.66	Alta 1.10	Pobre 1.5	52.59
Cultivo anual/ Agroecosistema	.21	Alta 1	Alta 1.66	Media 1.05	Muy pobre 1	2.09

Fuente. Elaboración propia

Utilizando la ecuación 2 se obtienen las unidades de biodiversidad presentes en el sitio de compensación antes de implementar las acciones de restauración (línea base):

$$UBr = Ar \times Rr \times Rbr \times Pr \times Cr$$



$$UBr \text{ ecosistema natural} = 4.8 \times 4 \times 1.66 \times 1.10 \times 1.5$$

$$UBr \text{ ecosistema natural} = 52.59$$

$$UBr \text{ agroecosistema} = 1.2 \times 1 \times 1.66 \times 1.05 \times 1$$

$$UBr \text{ agroecosistema} = 2.09$$

Sitio de compensación para restauración post-intervención

Para el sitio de compensación y luego de ser implementadas las acciones de restauración ecológica en el ecosistema natural, se proyecta un cambio en la condición ecológica de pobre a buena para el ecosistema natural de acuerdo con los objetivos y modelo de restauración planteados, lo cual implica una dificultad de restauración media. Para el agroecosistema se prevé realizar una acción de rehabilitación que permita implementar un sistema agroforestal pasando de una condición muy pobre a moderada y por tanto se determina una dificultad de restauración muy baja (Tabla 14).

Tabla 14. Características y unidades de biodiversidad en sitio de compensación para restauración post-intervención.

Tipo de ecosistema	Área impactada (Ai)	Calidad				Factores de riesgo	Unidades de biodiversidad
		Remanencia (Rr)	Recarga hídrica (Rhr)	Prioridad (Pr)	Condición ecológica (Cr)	Dificultad de restauración (D)	
Bosque de coníferas/ ecosistema natural boscoso	4.8	Baja 4	Alta 1.66	Alta 1.10	Buena 2	Alta 0.8	70.12
Cultivo anual/ Agroecosistema	1.2	Alta 1	Alta 1.66	Media 1.05	Moderada 2	Muy baja 1	4.18

Fuente. *Elaboración propia*

Utilizando la ecuación 3 se obtienen las unidades de biodiversidad que serían generadas en el sitio de compensación después de implementar las acciones de restauración:

$$UBrp = Ar \times Rr \times Rhr \times Pr \times Cr \times D$$



$$UBrp \text{ ecosistema natural} = 4,8 \times 4 \times 1,66 \times 1,10 \times 2 \times 0,8$$

$$UBrp \text{ ecosistema natural} = 70,12$$

$$UBrp \text{ agroecosistema} = 1,2 \times 1 \times 1,66 \times 1,05 \times 1,5 \times 0,7$$

$$UBrp \text{ agroecosistema} = 4,18$$

Para calcular las unidades netas ganadas por la implementación de la acción de compensación por restauración se aplica la ecuación 4.

$$UBrn = UBrp - UBr$$



$$UBrn \text{ ecosistema natural} = 70,12 - 52,59$$

$$UBrn \text{ ecosistema natural} = 17,53$$

$$UBrn \text{ agroecosistema} = 4,18 - 2,09$$

$$UBrn \text{ agroecosistema} = 2,09$$

Cálculo del cambio neto

Utilizando la Ecuación 5 se obtiene el cambio neto por la implementación de la acción de compensación por restauración. Para el ecosistema natural, el cambio neto es de 2.74,

por lo cual se podría alcanzar la ganancia neta de biodiversidad si la acción es implementada efectivamente, esto se traduce en un porcentaje de cambio neto o de ganancia neta del 20% empleando la Ecuación 6. Para los agroecosistemas también se podría alcanzar una ganancia neta de 20%.

$$Cn = UBrn - UBi$$

$$Cn \text{ ecosistema natural} = 17,53 - 14,61$$

$$Cn \text{ ecosistema natural} = 2,92$$

$$Cn \text{ agroecosistema} = 2,09 - 1,74$$



$$Cn \text{ agroecosistema} = 0,35$$

$$\% \text{ de cambio neto} = \left(\frac{Cn}{UBi} \right) \times 100\%$$

$$\% \text{ de cambio neto ecosistema natural} = \left(\frac{2,92}{14,61} \right) \times 100\%$$

$$\% \text{ de cambio neto ecosistema natural} = 20\%$$

$$\% \text{ de cambio neto agroecosistema} = \left(\frac{0,35}{1,74} \right) \times 100\%$$

$$\% \text{ de cambio neto agroecosistema} = 20\%$$

En el caso que el responsable de este proyecto decidiera implementar las acciones de compensación a través de un plan regional de compensación según lo dispuesto en el numeral 8.1 de esta guía, este aplicará la ecuación 1 y a su resultado sumará un 20% para comprar suficientes unidades de biodiversidad que le permitan alcanzar la ganancia neta de biodiversidad. Para este ejemplo, se requeriría comprar a los agentes especializados al menos 17.53 unidades de biodiversidad del ecosistema natural y 2.09 unidades de agroecosistemas.

8.2. Paso 2: ¿Dónde compensar?

Las acciones de compensación por restauración deben ubicarse en sitios con ecosistemas equivalentes a los impactados, utilizando la delimitación de las regiones para la regeneración de servicios ecosistémicos como límite espacial (ver Figura 13).

La ubicación de las acciones debe también considerar el contexto de paisaje que permita implementar las acciones de compensación en sitios que representan la mejor oportunidad para la restauración y preservación, considerando la significancia estratégica.

Los sitios seleccionados deben aportar al mejoramiento

de la conectividad ecológica, la recarga hídrica, el paisaje y la adaptación al cambio climático, favoreciendo cuando sea posible la agrupación de las acciones en un solo sitio, maximizando su aporte a metas nacionales y regionales de biodiversidad.

La búsqueda de sitios o territorios debe considerar dos etapas, la primera en la que a partir de información secundaria se identifican preliminarmente los mejores sitios para alcanzar la ganancia neta y la segunda en la que a través de trabajo de campo y el levantamiento de información primaria se seleccionan el sitio o los sitios donde es viable desarrollar las acciones de restauración (Tabla 15).

Tabla 14. Etapas y criterios para la búsqueda de sitios de compensación.

Etapa	Criterios
I. Identificación preliminar del sitio de compensación	a. En las regiones definidas por la Estrategia de Regeneración de Servicios Ecosistémicos, el Programa de Restauración de Ecosistemas y Paisajes Productivos, Plan Nacional de Gestión Integral del Recurso Hídrico en la evaluación ambiental u otro instrumento de relacionado para identificar los sitios priorizados.
	b. En la cuenca o región hidrográfica impactada, identificar los sitios que presenten el ecosistema equivalente al impactado cuando sea posible.
	c. Identificar los sitios que presenten mayor prioridad para la restauración y conservación, es decir aquellos de prioridad muy alta, alta o media según el IPAR.
	d. Evaluar las unidades de biodiversidad que podrían ser generadas en el sitio y si estas son suficientes para alcanzar la ganancia neta de biodiversidad.
	e. Si no existen sitios equivalentes en la misma región, es una primera señal de alerta para evaluar el proyecto y su viabilidad ambiental, ya que se podrían afectar ecosistemas relictuales e irremplazables.
	f. De acuerdo con las reglas de compensación establecidas en el numeral 8.1.2, es posible buscar los sitios de compensación por fuera de la región impactada, sin embargo, esto implicará un aumento de las unidades de biodiversidad a compensar debido al riesgo espacial.
	g. Cuando se identifique un único sitio donde es posible implementar la acción de compensación, pero este se localiza tanto en la región impactada como por fuera de ella, deberá calcular las unidades de biodiversidad que se pueden generar en la región impactada con riesgo especial bajo y calcular las unidades de biodiversidad que se generan en la región circundante con riesgo espacial moderado.
II. Selección del sitio de compensación por restauración	a. Con base en la identificación preliminar del sitio o los sitios, se procederá al trabajo de campo y la generación de información primaria detallada (línea base).
	b. Verificar que los sitios presenten el mismo tipo de ecosistema impactado y que puedan llegar a albergar una riqueza ecosistémica similar.
	c. Evaluar si la disponibilidad de los propietarios de la tierra, el tipo de tenencia de la tierra, y el uso actual y potencial del suelo, permitirían alcanzar la sostenibilidad de la acción de compensación y el cumplimiento de los principios definidos en el numeral 4 del presente Manual.

Etapa	Criterios
II. Selección del sitio de compensación por restauración	d. Verificar las unidades de biodiversidad que podrían ser generadas en el sitio y si estas son suficientes para alcanzar la ganancia neta de biodiversidad.
	e. Verificar que la implementación de la acción de restauración pueda mejorar la conectividad ecológica y la recarga hídrica, y generar beneficios ambientales demostrables para la población local y lograr su compromiso para la sostenibilidad de las acciones.

Fuente. *Elaboración propia*

8.3. Paso 3: ¿Cómo compensar?

El cómo compensar se realiza a partir del establecimiento de directrices generales para definir los tipos de acciones de restauración aplicables, su duración y el establecimiento de estrategias de conservación que permitan asegurar la permanencia de las acciones (Figura 14).

Figura 14. Directrices para definir tipos de acciones de compensación aplicables.





Fuente. *Elaboración propia*


8.3.1. Acciones de compensación

Las acciones de compensación buscan mejorar la condición de los ecosistemas a través de la restauración (restauración ecológica, rehabilitación o preservación) garantizando la sostenibilidad mediante estrategias de conservación que incluyen mecanismos legales o económicos.

La implementación de las acciones de compensación se realiza prioritariamente a través de la restauración descrita en la sección 5.2.2, ya que presenta mayor adicionalidad y permite generar mayores ganancias de biodiversidad, o a través de una combinación de restauración (restauración ecológica y rehabilitación) y preservación. Las consideraciones para el desarrollo de acciones por tipo de ecosistema, se detallan en la Tabla 16.

Tabla 16. Consideraciones para las acciones de compensación por tipo de ecosistema

Acciones	Tipo de ecosistema	Consideraciones
 Restauración ecológica	Ecosistemas naturales	<ul style="list-style-type: none"> • Terrenos cercanos a las áreas núcleo, zonas de perforación o sitios colindantes a ecosistemas urbanos. • Terrenos cercanos a las Áreas Naturales Protegidas. • Áreas que faciliten la conectividad ecológica entre ecosistemas y bosques de ribera. • Inmuebles que brinden servicios ecosistémicos.
 Rehabilitación	Agroecosistemas	<ul style="list-style-type: none"> • Terrenos que contribuyan al mejoramiento: <ul style="list-style-type: none"> • La conectividad ecológica, • La recarga hídrica • El paisaje • Que suma acciones para la adaptación al cambio climático • Que adopte prácticas para la conservación de suelos y aguas

Acciones	Tipo de ecosistema	Consideraciones
 <p>Preservación</p>	Ecosistemas naturales	<ul style="list-style-type: none"> • La preservación será válida siempre y cuando el inmueble propuesto tenga una condición ecológica muy buena o buena • El terreno se incorpore al Sistema de Áreas Naturales Protegidas (SANP) ya sea área protegida pública o privada.
	Agroecosistemas	<ul style="list-style-type: none"> • Ecosistemas priorizados. • Terrenos colindantes a ANP/ecosistemas costeros o bosques de ribera. • Que contribuyan a la consolidación de áreas núcleo y corredores biológicos.

Fuente. *Elaboración propia*


Los inmuebles destinados a la preservación se aceptarán siempre y cuando se declaren como Área Natural Protegida Pública o Privada y se establezca de ser necesario (dependiendo de la condición ecológica) en combinación con acciones de restauración para lograr que éste alcance una condición superior.

En todo caso, el diseño e implementación de las acciones de compensación debe asegurar que las unidades de biodiversidad ganadas por la implementación de las acciones de compensación generen beneficios adicionales demostrables en el estado de conservación de la biodiversidad a los que hubieran ocurrido en el sitio en ausencia de dichas acciones.

8.3.2. Duración de las acciones de compensación por restauración

La duración mínima de las acciones de compensación por restauración dependerá del tipo de ecosistema impactado y culminará en el momento que a través del monitoreo y seguimiento se demuestre el cumplimiento de la ganancia neta de biodiversidad (Tabla 17).

Tabla 17. Duración mínima de las acciones de compensación por restauración.

<p><i>Impactado</i></p>  <p>Ecosistema natural</p> <p>ACCIONES: Restauración ecológica Preservación</p>	↔	<p><i>Equivalente</i></p>  <p>Mismo tipo de ecosistema natural</p> <p>DURACIÓN MÍNIMA: 20 AÑOS</p>
<p><i>Impactado</i></p>  <p>Agroecosistema (condición moderada)</p> <p>ACCIONES: Rehabilitación Conservación</p>	↔	<p><i>Equivalente</i></p>  <p>Mismo tipo de Agroecosistema</p> <p>DURACIÓN MÍNIMA: 5 - 10 AÑOS*</p>
<p><i>Impactado</i></p>  <p>Agroecosistema</p> <p>ACCIONES: Restauración ecológica Preservación</p>	↔	<p><i>Equivalente</i></p>  <p>Ecosistema natural</p> <p>DURACIÓN MÍNIMA: 15 AÑOS</p>
<p><i>Impactado</i></p>  <p>Agroecosistema (condición pobre muy pobre)</p> <p>ACCIONES: Rehabilitación</p>	↔	<p><i>Equivalente</i></p>  <p>Agroecosistema (condición moderada)</p> <p>DURACIÓN MÍNIMA: 5 - 10 AÑOS*</p>

* En función de la condición del agroecosistema previo a la intervención

Fuente. *Elaboración propia*

En los casos que las AOP u otras acciones generen impactos o pérdidas en agroecosistemas y tengan interés en compensar en ecosistemas naturales que presenten mayores ganancias en biodiversidad, podrán hacerlo siempre y cuando aseguren una duración de las acciones y de sus estrategias de conservación por al menos 15 años.

Una vez que los sitios de compensación hayan demostrado el cumplimiento de las metas de desempeño y por tanto hayan alcanzado la ganancia neta de biodiversidad, podrán ser objeto de nuevas acciones de compensación ambiental siempre y cuando se pueda demostrar un mejoramiento en la condición ecológica, adicionalidad y generar nuevas unidades de biodiversidad.

8.3.3. Estrategias de conservación

Las estrategias de conservación son un conjunto de actividades de manejo, instrumentos legales y financieros que aseguran la sostenibilidad de las acciones de compensación.

Para asegurar la permanencia de las acciones se deberá definir en acuerdo con los propietarios, administradores de la tierra o autoridades competentes, la estrategia o estrategias de conservación más adecuadas al tipo de uso del suelo y a los fines de restauración y preservación que se persigan. Las acciones se clasifican en la Tabla 18.



I. Áreas naturales protegidas: La Ley de Áreas Naturales Protegidas (2005) las define como parte del territorio nacional propiedad del Estado, del Municipio, de entes autónomos o de propietarios privados, legalmente establecida con el objeto de posibilitar la conservación, el manejo sostenible y restauración de la flora y fauna silvestre, recursos conexos y sus interacciones naturales y culturales, que tenga alta significancia por su función o por sus valores genéticos, históricos, escénicos, recreativos, arqueológicos y protectores, de tal manera que preserve el estado natural de las comunidades bióticas y los fenómenos geomorfológicos únicos. Entre ellas se encuentran los parques nacionales, reservas de biosfera y humedales RAMSAR, así como las áreas en proceso de declaración, donde se pueda demostrar adicionalidad a través de la implementación de acciones de restauración ecológica de ecosistemas naturales.

Como parte de las estrategias de conservación, se podrán gestionar la compra de terrenos, su manejo y monitoreo para preservar o restaurar ecosistemas naturales, con el fin de ampliar las áreas protegidas existentes o declarar nuevas áreas. Estas últimas, pueden encontrarse en suelos rurales o urbanos y donde el diseño de las acciones de compensación contemplará las siguientes actividades según las particularidades específicas: declaración del área, la compra de terrenos en caso se requiera, la revegetación de especies nativas, el mantenimiento y monitoreo.



II. Áreas Naturales Protegidas Privadas y zonas de amortiguamiento: son ecosistemas terrestres y costero-marinos circundantes que conectan y protegen la red de influencias o perturbaciones externas (adaptado de Bennett & Mulongoy, 2006 en Dudley, 2008). La Ley de Áreas Naturales Protegidas (2005) las define como áreas sujetas a promoción de actividades amigables con los recursos naturales, que apoyen los objetivos de manejo y minimicen los impactos negativos hacia adentro y afuera de las mismas; las cuales pueden ser objeto de compensación ambiental a través de acciones de restauración o preservación vía la declaración de áreas privadas, compra y manejo de los terrenos o a través de pagos por servicios ambientales o acuerdos de conservación y producción sostenible con los propietarios.



III. Pagos por servicios ambientales: son transacciones voluntarias, entre usuarios y proveedores de un servicio ecosistémico, condicionado al cumplimiento de reglas acordadas para la gestión de tales servicios ecosistémicos, los cuales generan beneficios fuera del sitio donde se producen (Wunder, 2015). Su implementación en compensaciones ambientales se refiere a los pagos por la restauración y preservación de ecosistemas naturales y agroecosistemas para conservación de corredores biológicos, recarga hídrica, captura de CO₂, entre otros; a través de la entrega de insumos para la implementación de acciones, incentivos monetarios, asistencia técnica y monitoreo.



IV. Acuerdos de conservación y producción: son acuerdos voluntarios que permiten la restauración por medio de la rehabilitación de los agroecosistemas (agroforestales o silvopastoriles bajo sistemas de producción biológicos, ecológicos, orgánicos y limpios) que incluyen la entrega de incentivos en especie, la asistencia técnica y el monitoreo para el mejoramiento ambiental y económico de las actividades productivas de los terrenos.



V. Fideicomiso para la conservación:

es un contrato de derecho civil, en el cual uno o varios titulares de permisos ambientales aportan tierras para ser administradas por un organismo especializado (fiduciaria) (adaptado de Ocampo – Peñuela, N. 2010) o agente externo, el cual los pondrá a disposición de un agente externo para implementar las acciones de compensación.

Nota aclaratoria: para las estrategias de conservación del romano 3 al 6, el periodo de duración del acuerdo o contrato no podrá ser inferior a la duración de la acción de compensación y una vez se haya demostrado el cumplimiento de la ganancia neta y los objetivos de conservación.

Tabla 18. Síntesis de estrategias de conservación en ecosistemas naturales y agroecosistemas

Ecosistema equivalente	Estrategia de conservación	Alcance	Acción		
			Restauración ecológica	Restauración ecológica y preservación	Rehabilitación
Ecosistemas naturales y agroecosistemas	Áreas Naturales Protegidas Privadas	Responsable de la implementación de la acción: compra la tierra, desarrolla proceso de declaratoria, implementa acciones, realiza manejo y monitoreo.	✔	✔	
		Titular del permiso ambiental en terrenos propios y en donde no se desarrollará el proyecto sujeto a permiso ambiental, realiza el proceso de declaratoria, implementa acciones, realiza manejo y acompaña al MARN en el monitoreo del área.	✔	✔	
	Áreas Naturales Protegidas*	Responsable de la implementación de la acción compra la tierra en caso no sea de su propiedad, restaura y transfiere su titularidad a la autoridad competente para la declaración o ampliación de un área natural protegida. Si el área se encuentra con algún grado de degradación se debe realizar su restauración, asegurando los recursos para la restauración y el proceso de declaratoria, implementación de acciones, manejo y monitoreo por la duración de la acción de restauración.	✔	✔	
	Pagos por servicios ambientales	Responsable de la implementación de la acción de compensación formaliza el acuerdo mediante un contrato de conservación/producción con los propietarios de la tierra, entrega insumos para la implementación de acciones, incentivos monetarios, y realiza asistencia técnica y monitoreo.	✔	✔	✔
	Fideicomiso para la conservación	Terrenos comprados o propios son administrados bajo un fideicomiso para el cumplimiento de las acciones de compensación, asegurando los recursos necesarios para la implementación, manejo y monitoreo.	✔	✔	

Fuente. *Elaboración propia*

*Para los casos donde se establezcan y existan ANP, el proceso a seguir será conforme a lo establecido en la Ley de Áreas Naturales Protegidas, su reglamento, planes de manejo, planes operativos, entre otros.

En los casos, donde se establezcan estrategias de conservación en terrenos de propiedad privada se deberá formalizar el acuerdo voluntario a través de un contrato que establezca claramente lo siguiente: las partes, el objeto, las áreas, acciones y estrategias de compensación, las obligaciones de las partes, la duración, mecanismos de monitoreo, los motivos de suspensión, solución de controversias, sanciones, terminación y anexos.

Los agentes externos deberán velar que, en los procesos de convocatoria para implementar estrategias de conservación en tierras privadas, se promueva la ejecución directa de las acciones por parte las comunidades y propietarios de la tierra.

09 | Planes regionales de restauración

Los planes regionales de restauración son instrumentos que describen de forma detallada y exhaustiva cómo se realizará la implementación de las acciones de restauración, que incluyen la preservación, la restauración ecológica y la rehabilitación de ecosistemas naturales y agroecosistemas.

La ejecución de los Planes considera una serie de estrategias de conservación que facilitan y garantizan la sostenibilidad de las acciones de compensación y brindan opciones diversas que permiten alcanzar la ganancia ecosistémica y adicionalidad. A continuación, se describen las modalidades para su ejecución, los tipos de planes, las técnicas de restauración, la estructura y contenidos mínimos de los planes, así como los lineamientos generales para su monitoreo.

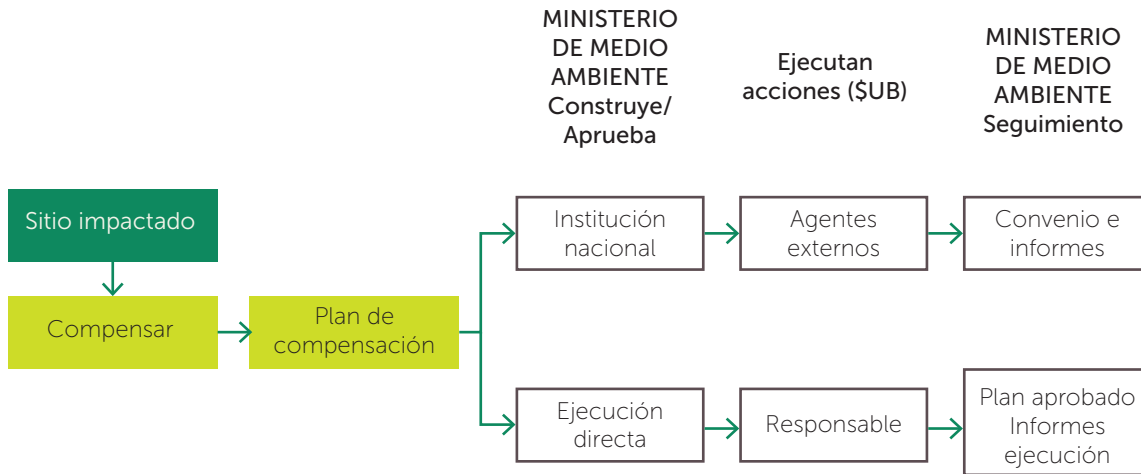
9.1. Modalidades de ejecución

El Plan de restauración podrá ser diseñado, implementado y monitoreado a través de dos modalidades de ejecución:

I. Instituciones nacionales: El MARN evaluará y construirá en conjunto con distintas instituciones los planes de restauración, estimando las unidades de biodiversidad disponibles por regiones e identificando áreas prioritarias. Los Agentes externos en coordinación con el MARN ejecutarán las acciones contempladas en los planes y estos deberán contratar auditorías externas financieras para asegurar una mayor transparencia en el manejo de recursos y un mejor reporte de resultados. En esta modalidad, se transfiere a los agentes externos la obligación de compensación ambiental, para lo cual se establece un contrato o convenio, donde se debe realizar el pago de las unidades de biodiversidad a ser compensadas para alcanzar la ganancia neta y en donde el agente externo asume la responsabilidad de implementar y monitorear el plan.

II. Ejecución directa: se podrá desarrollar directamente el plan de restauración proponiendo acciones que respondan a las unidades de biodiversidad estimadas por el MARN en los sitios que éste proponga, para garantizar la equivalencia ecológica y ganancia neta, siendo responsable por toda la duración de la implementación efectiva y el monitoreo de las acciones (Figura 15).

Figura 15. Modalidades de ejecución de los planes de restauración



Fuente. *Elaboración propia*

Bajo cualquiera de las modalidades descritas, los planes de restauración deberán cumplir con todos los principios de compensación ambiental y el contenido mínimo señalado en este manual, los cuales serán evaluados y monitoreados por la Unidad de Valoración Ambiental Integrada del MARN hasta que se demuestre la ganancia neta de biodiversidad.

Los planes de restauración ejecutados por agentes externos serán establecidos en zonas prioritarias bajo la coordinación del MARN, con base en criterios que permitan mejorar la infiltración, conectividad, disminuir la escorrentía y vulnerabilidad, entre otras metas ambientales. El MARN establecerá lineamientos más detallados para la modalidad de agentes externos.

9.1.1. Tipos de planes de compensación

- a. **Plan regional de restauración:** es aquel que se diseña para alcanzar la conservación efectiva de un área específica del país (en una o varias cuencas) y que cuenta con una oferta detallada de unidades de biodiversidad, donde pueden converger varias actividades que deban demostrar el cumplimiento de la ganancia neta de biodiversidad o restauración implementada.

Este plan corresponde a la modalidad 1 mencionada en la sección anterior y representa la oferta de unidades de biodiversidad que pueden ser adquiridas por los titulares de las actividades o personas interesadas; el plan es diseñado por el MARN y ejecutado por los agentes externos (adaptado de Saenz, 2020). Estarán sujetos a convenios suscritos con los agentes externos y rendición de informes de ejecución.

- b. **Plan de restauración individual:** es aquel que se diseña, costea e implementa por ejecución di-

recta (modalidad 2) con el fin de alcanzar la ganancia neta de biodiversidad. Para su elaboración es necesario: 1) Presentar el polígono e información adicional del sitio propuesto, 2) solicitar al MARN las UB disponibles para desarrollar el plan y 3) validación y análisis de la información.

El Plan debe ser presentado junto con el estudio de impacto ambiental o estudios específicos que se requieran, estará sujeto a revisión y aprobación por parte del MARN. El plan de restauración individual debe ser implementado una vez aprobado por este Ministerio.

Cabe destacar que las acciones de compensación no se realizan en el sitio impactado por el proyecto, de ser así, estas corresponden con medidas de prevención y corrección de acuerdo con la jerarquía de mitigación.

9.2 Contenido mínimo de los planes de compensación ambiental

Las acciones de restauración se desarrollan con base en lo establecido en el PREPP (2024b), el cual brinda elementos clave para la toma de decisiones en cuanto a la restauración del paisaje a nivel nacional, proveyendo la ruta de implementación y orientando la restauración por tipo de ecosistemas.

Este instrumento incluye los pasos, lineamientos, técnicas y detalla los costos de referencia para ejecutar la restauración.

Para implementar los planes de restauración, el MARN retoma las técnicas establecidas en PREPP, que se describen en la Tabla 19.

Tabla 19. Clasificación de las técnicas de restauración conforme las modalidades de restauración y cobertura actual.

Modalidad	Técnica sugerida	Cobertura actual
Restauración ecológica pasiva o natural	Restauración de vegetación de Playa y Ecotono de Transición Costero	Playas, barras y dunas de arena intervenidas o deterioradas por causas naturales o humanas
	Restauración de manglar	Manglares azolvados, manglares afectados severamente por fenómenos climáticos o antrópicos
	Restauración del ecotono de transición del bosque	Ecotonos afectados por agricultura (caña, ganadería, granos básicos) así como otras causas antrópicas
	Restauración de bosques degradados	Bosques afectados por extracción selectiva de madera, leña y Productos no maderables del bosque (PNMB) e incendios
	Restauración natural en bosque de galería	Bosques de galería y meandros deteriorados por extracción de materiales y cultivos, sitios con afectaciones por extracciones pétreas
Restauración ecológica activa o inducida	Restauración de bosque de galería	Bosques de galería y meandros severamente deteriorados, sitios con afectaciones por extracciones pétreas
	Reforestación del paisaje degradado	Ecotonos afectados por agricultura (caña, ganadería, granos básicos, matorrales y paisajes urbanos), bosques secundarios, agroecosistemas de café lavas y roquedales y suelos degradados
	Manejo de arrecifes coralinos	Arrecifes afectado por causas climáticas y antrópicas
	Manejo de playas rocosas	Arrecifes, y payas rocosas afectadas por causas climáticas y antrópicas
	Manejo sostenible de cuerpos de agua	Cuerpos de agua deteriorados por actividades antrópicas (vertidos, sobrepesca, deterioro de los ecosistemas de contorno)
Rehabilitación de agroecosistemas	Restauración de suelos deteriorados en asocio con cultivos	Suelos desnudos caracterizado por alta pérdida de cobertura vegetal, remoción o pérdida de suelo fértil, altamente erosionados, compactados, sometidos a prácticas indebidas (quemadas periódicas, exceso de agroquímicos, sobrepastoreo, labranza profunda, agricultura de laderas) o desastres naturales.
	Aprovechamiento y rehabilitación de plantaciones forestales	Plantaciones de Pinos, Teca, Gmelina, Eucalipto, Laurel, Dalbergia y otros.
	Sistema agroforestal de Cacao	Sistemas agroforestales de cacao deficiente, cultivos de café o granos básicos abandonados, otros cultivos con baja cobertura.
	Caficultura sostenible-establecimiento	Cultivo convencional de café
	Caficultura sostenible-renovación	
	Ganadería bovina sostenible	Ganadería convencional

Modalidad	Técnica sugerida	Cobertura actual
Rehabilitación de agroecosistemas	Sistemas agroforestales de granos básicos	Granos básicos (Maíz, frijol, arroz, maicillo), hortalizas, frutales (musáceas, otros), cultivos varios (maní, chí, ajonjolí, jamaica, ocra), otros.
	Manejo sostenible de bosques naturales	Bosques naturales públicos y privados
	Apicultura sostenible	Bosques naturales públicos y privados, Granos básicos (Maíz, frijol, arroz, maicillo), hortalizas, frutales (musáceas, otros), cultivos varios (maní, chí, ajonjolí, jamaica, ocra), otros
	Agricultura resiliente para caña de azúcar	Cultivo de Caña de Azúcar convencional

Fuente. Programa de Restauración de Ecosistemas y Paisajes Productivos (2024b)

9.3. Contenido mínimo de los planes de restauración

En la Tabla 20 se presenta el contenido mínimo que deberá cumplir todo plan de restauración bien sea ejecutado por los agentes externos o por los titulares que opten por ejecutar de forma directa las medidas de compensación ambiental. El Plan debe expresar claramente cómo se espera cumplir la ganancia neta, así como, la identificación de las unidades de biodiversidad, acciones, estrategias, costos y lugar de implementación, entre otros componentes.

Tabla 20. Estructura general de costos de un plan de compensación ambiental.

Ítem	Descripción general
Objetivos (general y específicos)	Qué se quiere lograr en el sitio propuesto y qué atributos (remanencia, recarga hídrica, conectividad, conservación de ecosistemas priorizados, entre otros) se esperan potenciar.
Caracterización del territorio y ecosistemas presentes	<ul style="list-style-type: none"> Diagnóstico y caracterización biofísica del estado de los ecosistemas presentes en el territorio seleccionado (estado de la cobertura arbórea, arbustiva, fauna y suelo). Definición de la cuenca o región hidrográfica, límites geográficos y área donde se implementará el plan incluyendo información cartográfica. Estimación de las UB existentes a partir de la información recopilada y validada por el MARN.
Acciones a implementar	Descripción general de las acciones que se implementaran y los resultados esperados, incluyendo los arreglos legales (acuerdos y contratos de conservación y de títulos de propiedad) para asegurar la permanencia de las acciones. Las acciones podrán ser redefinidas posterior a la visita de campo y responder a los indicadores establecidos por el MARN.
Plan de trabajo	Descripción detallada de las actividades, métodos y tiempos para el establecimiento y mantenimiento de las acciones definidas anteriormente con el fin de alcanzar la ganancia neta de biodiversidad. Debe incluir cronograma a nivel anual.
Metas de desempeño	Son los resultados esperados medibles de las acciones a través de indicadores de gestión e impacto (mayor detalle en la sección 8.3) para demostrar la ganancia neta de biodiversidad y el mejoramiento de la condición ecológica de los ecosistemas.
Gestión de riesgos	Descripción de actividades, estrategias y responsables para la gestión de riesgos, cambios imprevistos y manejo adaptativo en el plan de trabajo.
Monitoreo	Descripción detallada del avance de los indicadores establecidos por el MARN, periodicidad y responsables de la evaluación de cumplimiento de las metas de desempeño.

Ítem	Descripción general
Presupuesto	Descripción detallada de los costos del plan y de las unidades de biodiversidad, así como el cronograma de inversión.
Bibliografía	Información secundaria consultadas (artículos, informes técnicos, libros u otros).
Anexos	Que incluirán los anexos cartográficos en formato KMZ, KML, DWG o formato shapefile con sistema de coordenadas NAD27y las ortofotos e imágenes utilizadas e información de línea base, así como los contratos de conservación firmados y los títulos de propiedad que aseguren la sostenibilidad de las acciones.

Fuente. *Elaboración propia*

9.3.1. Costos del plan de restauración

Para definir el costo del plan de restauración es necesario involucrar los costos de todas las acciones, estrategias e inversiones necesarias para su diseño, implementación y monitoreo (Tabla 21), para lo cual se debe considerar al menos la siguiente estructura general:

Tabla 21. Estructura general de costos de un plan de compensación ambiental.

Ítem	Descripción	Porcentaje
Costos de diseño	Son incurridos durante la fase de diseño del plan de compensación, e incluyen contratación de personal para diseño y costeo de las acciones y estrategias, trabajo de campo, levantamiento de línea base, reuniones con la comunidad, asesoramiento legal en caso de que sea necesario, entre otros.	6%
Costos de implementación	Son aquellos que se requieren para ejecutar las acciones de restauración y preservación según las estrategias de conservación seleccionadas. Están compuestos por los costos de establecimiento y los costos de mantenimiento por la duración de las acciones, que incluyen personal, insumos y herramientas, compra de predios, incentivos, asistencia técnica, levantamiento de información, viajes y visitas de campo, reuniones con la comunidad, asesoramiento legal en caso de que sea necesario, entre otros.	67%
Costos de monitoreo	Son costos continuos para monitorear las acciones de compensación y elaborar informes de cumplimiento, incluyen el personal, los equipos, muestreos y demás actividades para asegurar un efectivo cumplimiento de la obligación.	10%
Costos de auditoría externa	Son causados únicamente cuando el plan se ejecuta a través de agentes externos con el objeto de contratar una auditoría externa financiera. Los informes derivados de las auditorías deberán ser remitidos al MARN.	2%
Costos administrativos	Se refieren a costos de funcionamiento y organización de la entidad que implementa el plan	10%
Costos de contingencia	Son costos para gestionar amenazas no previstas.	5%
Impuestos y gastos financieros	Según el régimen aplicable (Renta, IVA, valor de transacciones)	

Fuente. *Adaptado de Hicks, 2016; CRA y Fondo Patrimonio Natural, 2020; State of NSW and Department of Planning, Industry and Environment, 2021.*

Esta estructura es general y podrá ser ampliada en cada caso específico, sin embargo, bajo ninguna modalidad de ejecución los costos administrativos deberán superar el 10% del costo total del plan de compensación, así mismo los costos de implementación en ningún caso podrán ser inferiores al 60% de los costos totales.

El MARN en coordinación con los agentes externos definirán áreas específicas, acciones y estrategias viables al contexto ambiental y socio económico, y definirán los costos de implementar los planes regionales y por ende el valor económico de las unidades de biodiversidad.

El valor económico de las unidades de biodiversidad será definido considerando el tipo de ecosistema natu-

ral o agroecosistema y la acción de restauración diferenciando su valor según su alcance en términos de condición ecológica y duración, por lo cual establecerán claramente la oferta de unidades en preservación, restauración ecológica y rehabilitación de cada plan (Tabla 22).

De acuerdo con los resultados de las métricas, se pagará al agente externo el número de unidades de biodiversidad necesarias para asegurar la ganancia neta de biodiversidad siempre y cuando a través del plan regional pueda cumplir la equivalencia ecológica. El convenio o acuerdo con el agente externo será el instrumento legal y contractual para cancelar el monto de la UB correspondientes.

Tabla 22. Ecuaciones para determinar el valor de las unidades de biodiversidad.

Ecosistemas impactados	Ecosistemas equivalentes	Acción de compensación	Duración mínima	Costo por hectárea	Valor de la unidad
Ecosistemas naturales	Ecosistemas naturales	Restauración ecológica	20 años	Cr= Costo total restauración/ # de hectáreas restauradas	VUBr= Cr/ unidades de biodiversidad por hectárea
Agroecosistemas	Ecosistemas naturales	Restauración ecológica	15 años	Cr= Costo total restauración/ total de hectáreas restauradas	VUBr= Cr/ unidades de biodiversidad por hectárea
	Agroecosistemas condición moderada	Rehabilitación	5 - 10 años	Crh= Costo total rehabilitación/ total de hectáreas rehabilitadas	VUBrh= Crh/ unidades de biodiversidad por hectárea

Fuente. *Elaboración propia*

Los intereses generados por el manejo de recursos de planes regionales de restauración por parte de los agentes externos serán invertidos en investigación, comunicación de resultados y acciones de manejo adaptativo de los sitios de compensación, en el fortalecimiento del monitoreo y seguimiento de las acciones previa autorización del MARN.

Los titulares de los permisos ambientales deberán hacer el pago de las unidades de biodiversidad de planes regionales de restauración según lo establecido en el convenio suscrito con el agente externo.

Únicamente podrán ampliarse los plazos en casos excepcionales, sobre los cuales el MARN analizará la pertinencia correspondiente.

9.3.2. Seguimiento y monitoreo

El monitoreo y seguimiento del plan de restauración es necesario para verificar el cumplimiento de las metas de desempeño que permitan demostrar la ganancia neta de biodiversidad. En este marco, el agente externo o el ejecutor directo tienen la obligación de presentar a la Unidad de Valoración Ambiental Integrada del MARN informes de monitoreo con la siguiente periodicidad y en consonancia con el plan de trabajo y la duración de las acciones de compensación:

- **Informe de monitoreo del periodo 1:** al finalizar año 1
- **Informe de monitoreo del periodo 2:** al finalizar el año 3
- **Informe de monitoreo del periodo 3:** al finalizar el año 5
- **Informe de monitoreo del periodo 4:** al finalizar el año 10
- **Informe de monitoreo del periodo 5:** al finalizar el año 15
- **Informe de monitoreo del periodo 6:** al finalizar el año 20

Las metas de desempeño deben ser definidas claramente en el plan de restauración y deben estar relacionadas con los objetivos de las acciones de restauración, y la condición ecológica que permita demostrar el cambio neto y alcanzar la ganancia neta de biodiversidad.

Las metas deben ser propuestas para evaluar el avance en la implementación del plan de restauración y según la periodicidad del monitoreo, y deben estar soportados por un set de indicadores de gestión e impacto según las acciones y estrategias implementadas.

Los **indicadores de gestión** son aquellos que miden el cumplimiento de las actividades, acciones y estrategias de conservación, frente al cronograma anual y presupuesto asignado. Mientras que los indicadores de impacto miden la efectividad de las acciones y estrategias de compensación frente al cambio esperado en la condición ecológica de los ecosistemas en los periodos de monitoreo.

Los indicadores de impacto deben incluir al menos el set de indicadores presentados en el Anexo 6 y deberán ampliarse de acuerdo con los ecosistemas y las acciones planteadas (Tabla 23 y Tabla 24).

Tabla 23. Ejemplo de metas de desempeño e indicadores de gestión

Acciones de compensación	Meta	Indicador de gestión	Estado de avance	Cumplimiento (Sí / No)
Restauración ecológica en un bosque latifoliado a través del pago por servicios ambientales	Meta año 1: Al menos 5 propietarios han firmado acuerdos de conservación para la restauración ecológica de 20 ha de bosque	# de acuerdos de conservación firmados por año y hectáreas alcanzadas	Avance año 1: 5 propietarios de la tierra han firmado los acuerdos de conservación en el primer año para la recuperación de 20 ha de bosque	Sí
	Meta año 2: Se han propagado 400 plantas/ha priorizadas en 20 ha	# de plantas propagadas por hectárea	Avance año 2: 8,000 plantas fueron propagadas en 20 hectáreas	Sí

Fuente. *Elaboración propia*

NOTA: La presenta debe considerar un ejemplo ilustrativo y no como una directriz

Tabla 24. Ejemplo de metas de desempeño e indicadores de impacto

Acciones de compensación	Meta	Indicador de impacto	Estado de avance	Efectividad (avance/meta) x100%
Restauración ecológica en el bosque latifoliado a través del pago por servicios ambientales	Meta año 3: El área de corredores de biodiversidad aumenta en un 30% en 3 años	Conexión entre hábitats.	Avance año 3: Se redujo la abundancia de plantas no nativas a <25 % de la cobertura	83.3%
	Meta año 10: La riqueza de especies nativas en el bosque aumenta al menos a 8 especies de árboles	Riqueza de especies	Avance año 10: La riqueza de especies nativas en el bosque aumentó a 8 especies de árboles	100%

Fuente. *Elaboración propia*

NOTA: La presenta debe considerar un ejemplo ilustrativo y no como una directriz

El MARN establecerá los mecanismos necesarios para el monitoreo y seguimiento a la restauración y las compensaciones ambientales.

También generará cada 5 años informes públicos de seguimiento a las compensaciones ambientales, en los cuales se incluya al menos **i)** número de proyectos autorizados, **ii)** localización de pérdidas y ganancias, **iii)** resultados de monitoreo de planes individuales y regionales, **iv)** acciones del MARN en el periodo y propuestas de mejora para el siguiente periodo.

10

Glosario

AGROECOSISTEMAS: Ecosistemas modificados y gestionado por los seres humanos con el objetivo de obtener alimentos, fibras y otros materiales de origen biótico que requiere la sociedad.

ÁREA EN RESTAURACIÓN: superficie donde se implementan técnicas de restauración considerando al ecosistema natural, agroecosistema y la realidad local, con el objetivo de restablecer su funcionalidad.

ALCANCE DE LA RESTAURACIÓN: Cuando el ecosistema y los agroecosistemas han recuperado y mantienen sus funciones y servicios sin intervención humana de acuerdo con su naturaleza.

- Para los ecosistemas naturales, la restauración natural e inducida implica la consolidación de al menos dos de los tres estratos de vegetación (arbóreas, arbustivas o herbáceas).
- En los agroecosistemas la restauración favorece el incremento en la prestación de los servicios sistémicos. El logro de la restauración resulta de la comparación de indicadores que muestren la recuperación de las funciones y servicios. Esta comparación incluye la condición inicial y final de los ecosistemas.

ACCION DE RESTAURACIÓN: son las actividades que buscan mejorar la condición de los ecosistemas a través de la restauración (restauración ecológica, rehabilitación o preservación) garantizando la sostenibilidad mediante estrategias de conservación que incluyen mecanismos legales o económicos.

ACUÍFERO: Formación geológica permeable portadora de agua, situada sobre

capa menos permeable, y el agua contenida en la zona saturada de la formación. Otra definición de acuífero se denomina a aquel estrato o formación geológica que, permite la circulación del agua por sus poros y grietas, el acuífero debe ser capaz de almacenar y transmitir agua en cantidad susceptible de ser explotada económicamente; la capacidad de almacenamiento de este viene determinada por su volumen (la extensión del acuífero) y por su porosidad y fisuramiento.

ARBUSTOS: vegetación de plantas leñosas con alturas entre 0.5 y 4.0 metros.

BOSQUE: Superficie de tierra de un tamaño mínimo de 0.5 ha, conformada por árboles mayores 4 metros de altura incluyendo arbustos, hierbas, musgos, líquenes, hongos y epifitas.

COMPENSACIÓN AMBIENTAL: Conjunto de mecanismos que el Estado y la sociedad debe adoptar conforme a la ley para compensar los impactos residuales que ocasione el desarrollo de actividades, obras o proyectos en el medio ambiente bajo la adherencia a la jerarquía de mitigación. Las compensaciones pueden ser efectuadas en forma directa por los titulares o a través de terceros, en la misma cuenca o región hidrográfica o zonas más propicias para su conservación.

CONSERVACIÓN: Conjunto de actividades humanas para garantizar el uso sostenible del ambiente y los procesos ecológicos esenciales, incluyendo las medidas para la protección, el mantenimiento, la rehabilitación, la restauración, el manejo y el mejoramiento de los recursos naturales y ecosistemas.

ECOSISTEMA NATURAL: Es el sistema formado por todas las comunidades naturales y los conjuntos de los organismos vivos de flora y fauna que habitan en él, y que interactúan entre sí y el ambiente que los rodea.

ESTRATEGIA DE CONSERVACION: Conjunto de actividades de manejo, instrumentos legales y financieros que aseguran la sostenibilidad de las acciones de compensación.

EQUIVALENCIA ECOLÓGICA: Son áreas de ecosistemas naturales y/o vegetación secundaria que mantienen especies, comunidades y procesos ecológicos similares a los presentes en el ecosistema natural o agroecosistemas impactados por el desarrollo de actividades, obras o proyectos y, que tienen una viabilidad ecológica similar por área y contexto paisajístico. Esta equivalencia se demuestra entre unidades de biodiversidad pérdidas por los impactos de los proyectos y las unidades de biodiversidad ga-

nadas por la implementación de las acciones de compensación ambiental.

HERBÁCEAS: vegetación no leñosa, que comprende la cobertura natural de los suelos.

INDICADORES DE RESTAURACIÓN: Los indicadores de restauración de ecosistemas pueden ser medidas o variables que se utilizan para calificar o cuantificar los procesos de restauración. Estos indicadores abarcan distintos aspectos clave relacionados con la recuperación y mejora de los ecosistemas naturales o agroecosistemas intervenidos. Los indicadores deben ser adaptados a los objetivos de los planes de restauración por regiones y pueden ser definidos de acuerdo con las dimensiones y aspectos específicos.

PERDIDA O GANANCIA NETA EN BIODIVERSIDAD: Es el punto en el que los impactos sobre la biodiversidad relativos a una actividad, obra o proyecto se equilibran mediante las medidas establecidas en los planes de compensación e implementadas aplicando la jerarquía de mitigación para evitar pérdidas persistentes. Cuando las ganancias superan a las pérdidas se obtiene una ganancia neta de biodiversidad.

PLAN DE RESTAURACIÓN: Instrumento técnico del Estado mediante el cual se busca llevar a cabo acciones tendientes a la restauración, recuperación o preservación de ecosistemas naturales y agroecosistemas afectados por el desarrollo de una actividad, obra o proyecto. El Plan incluye lo siguiente: Objetivo y metas de desempeño, evaluación de impactos a compensar y caracterización del sitio de compensación, acciones de compensación, plan de trabajo, cálculo de las unidades de biodiversidad en el sitio de compensación y del cambio neto, gestión de riesgos, monitoreo y presupuesto.

RESTAURACIÓN: es un proceso que busca rehabilitar y mejorar los servicios ecosistémicos. Incluye la regeneración asistida de las funciones ambientales y procesos ecológicos esenciales para que los ecosistemas (naturales y agroecosistemas) sean sostenibles.

RESTAURACIÓN ECOLÓGICA PASIVA O NATURAL: consiste en la eliminación o reducción, en la medida de lo posible, de aquellos factores que han causado la degradación, dejando así que el propio ecosistema se recupere por sí mismo.

RESTAURACIÓN ECOLÓGICA ACTIVA O INDUCIDA: consiste en las acciones directas sobre el ecosistema o agroecosistema degradado o sus características, con el objetivo de reemplazarlo, restaurarlo o rehabilitarlo para mejorar los servicios ecosistémicos.

UNIDADES DE BIODIVERSIDAD: Cantidad de biodiversidad o vida silvestre de flora y fauna contenida y disponible en los ecosistemas naturales y agroecosistemas denotada por los valores de atributos como: remanencia, recarga hídrica, significancia estratégica y condición de los ecosistemas, entre otros. Las unidades de biodiversidad permiten determinar qué y cuánto compensar mediante la comparación de las unidades perdidas por el desarrollo de actividades, obras o proyectos y las unidades ganadas por las acciones de compensación.

USO DE SUELO: A efectos de la presente ley, se entenderá por cambio de uso del suelo la transformación de cualquier uso de suelo rural entre sí (agrícola, ganadero, forestal o cualquier otro vinculado a la utilización de los recursos naturales) o la transformación del uso de suelo rural en suelo urbanizable.

RECARGA HÍDRICA: Es el proceso mediante el cual el agua se filtra por las capas de suelo, hasta llegar a su punto de equilibrio, el cual puede ser a varios metros desde la superficie o un punto de brote que hace que el agua salga a la atmósfera y sea aprovechado para mantener o incrementar el caudal de agua en manantiales, ríos, lagos y escorrentía superficial. La cantidad de agua filtrada, depende de las características del suelo y su capacidad de permeabilidad.

SISTEMA ACUÍFERO: Una serie de dos o más acuíferos que están conectados hidráulicamente.

SISTEMA AGROFORESTAL: un sistema de manejo sostenido de la tierra, que incrementa el rendimiento de ésta, combina la producción de cultivos y plantas forestales y/o animales, simultánea o consecutivamente, en la misma unidad de terreno, y aplica prácticas de manejo que son compatibles con las prácticas culturales de la población local. (FAO, 1984).

ACCIÓN DE RESTAURACIÓN: conjunto de actividades para desarrollar la restauración del paisaje, incluye las técnicas de restauración establecidas por el PREPP, las cuales comprenden prácticas utilizadas para mejorar la salud y la funcionalidad de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o alterado de alguna manera. Estas técnicas tienen como objetivo recuperar la diversidad biológica, los

procesos naturales y la capacidad de los ecosistemas para brindar servicios ambientales y sostener la vida.

ZONAS DE AMORTIGUAMIENTO: Áreas frágiles colindantes y de incidencia directa a las Áreas Naturales Protegidas, sujetas a promoción de actividades amigables con los recursos naturales, que apoyen los objetivos de manejo y minimicen los impactos negativos hacia adentro y afuera de las mismas.

ZONA DE RECARGA: lugar o área en donde las aguas lluvias se infiltran en el suelo, las cuales pasan a formar parte de las aguas subterráneas o freáticas

ZONA DE RECARGA MUY ALTA: Son zonas donde la recarga hídrica mayor a 795 mm/año y la condición de bosque que generalmente se encuentran en estado de degradación y que en este momento suelen ser áreas de cultivo estacionales o permanentes con deficientes o nulas técnicas de conservación de suelos y/o manejo agroforestal.

ZONA DE RECARGA ALTA: Son zonas donde la recarga hídrica oscila en los rangos de 555 a 795 mm y la condición de bosque lo que generalmente se encuentran es degradada y que en este momento suelen ser suelos degradada o son áreas de cultivo estacionales o permanentes con deficientes o nulas técnicas de conservación de suelos y/o manejo agroforestal.

ZONA DE RECARGA MEDIA: Son zonas donde la recarga hídrica oscila en los rangos de 300 a 555 mm, las condiciones de esas zonas, suelen tener bosques secundarios degradados en ciertos casos, lo que se complica un poco más ya que normalmente son áreas de cultivo estacionales en áreas de pendientes muy inclinadas mayores del 30%, muchas veces con deficientes o nulas técnicas de conservación de suelos y/o manejo agroforestal.

ZONA DE RECARGA BAJA: Son zonas donde la recarga hídrica a 300 mm/año, las condiciones de estas zonas suelen tener bosques secundarios degradados en ciertos casos, son áreas de cultivo estacionales o permanentes con deficientes técnicas de manejo agroforestal, con problemas de inundación, con serias limitaciones de cultivo cuando la estación seca avanzada ya que no suelen retener mucha humedad en el suelo.

Referencias bibliográficas

- ANDA-COSUDE. (2008). Mapa hidrogeológico de El Salvador. Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación, Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados.
- Auge, M. (2004). Vulnerabilidad de acuíferos. *Revista Latino-Americana de Hidrogeología*, n.4, 85-103.
- BBOP, B. a. (2012). Resource Paper: Limits to What Can Be Offset. Washington, D.C.: BBOP.
- Bennett, G., & Mulongoy, K. (2006). Review of experience with ecological networks, corridors and buffer zones. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, Technical Series (Vol. 23, p. 100).
- Brandt, J., & Ertel, J. (2021). Trees in Mosaic Landscapes. The extent of trees in the tropics. World Resources Institute (WRI).
- Brandt, J., & Stolle, F. (2020). A global method to identify trees outside of closed-canopy forests with medium-resolution satellite imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 42(5), 1713-1737.
- Bull, J., & Strange, N. (2018). The global extent of biodiversity offset implementation under no net loss policies. *Nat Sustain* 1, 790–798.
- Constanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., . . . van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253-260.
- CRA, C. A., & PROMAC, P. M.-G. (2017). Guía para implementar acciones de compensación en el Atlántico. Barranquilla,. Colombia.
- Daily, G. (1997). Nature's services. *Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Washington, D. C.: Island Press, 1-19.
- Dudley, N. (2008). Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas. Gland, Suiza: UICN. x + 96pp.
- Ekstrom, J., Bennun, L., & Mitchell, R. (2015). Guía transectorial para implementar la jerarquía de mitigación. Cross Sector Biodiversity Initiative, Cambridge.
- Etter, A. (1991). Introducción a la ecología del paisaje: Un Marco de Integración para los Levantamientos Ecológicos. Bogota: Landscape Ecology, volumen 32, no. 3.
- EU, J. R. (2022). MSPA Guide. European Commission.
- FORGAES, F. d. (2005). Método RAS para determinar la recarga de agua subterránea. San Salvador: FORGAES - Unión Europea.
- Foster, S. (1987). Fundamental concepts in aquifer vulnerability, pollution risk and protection strategy. International Conference, 1987, Noordwijk Aan Zee, the Netherlands Vulnerability of Soil and Groundwater to Pollutants (págs. 69-86). The Hague: Netherlands Organization for Applied Scientific Research.
- Gann, G., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C., Jonson, J., . . . Dixon, K. (2019). Principios y estándares internacionales para la práctica de la restauración ecológica. Society for Ecological Restoration (SER). *Restoration Ecology* 27(S1): S1–S46.
- Gardner, T., Von Hase, A., Brownlie, S., Ekstrom, J., Pilgrim, J., Savy, C., . . . Kate, K. (2013). Biodiversity offsets and the challenge of achieving no net loss. *Conservation biology*, 27(6), 1254-1264.
- Gibbons, P., Briggs, S., Zerger, A., Ayers, D., Seddons, J., & Doyle, S. (2007). Assessing the Biodiversity Value of Stands

- and Patches in a Landscape Context. Conservation science and practice series (1), 215.
- GIBOP. (5 de Septiembre de 2019). Global Inventory on Biodiversity Offset Policies (GIBOP). Obtenido de International Union for Conservancy of Nature, The Biodiversity Consultancy, Durrell Institute of Conservation and Ecology: <https://portals.iucn.org/offsetpolicy/>
- Hendrickx, J. M., & Walker, G. R. (2017). Recharge from precipitation. En Recharge from precipitation. En: Recharge of Phreatic Aquifers in (Semi-) Arid Areas (págs. 19-114). A.A. Balkema / Rotterdam / Brookfield: IAH International Contributions to Hydrogeology.
- IUCN, I. (2016). IUCN Policy on Biodiversity Offsets.
- Junker, M. (2005). Método RAS para determinar la recarga de agua subterránea. San Salvador: FORGAES.
- Keenleyside, K., Dudley, N., Cairns, S., Hall, C., & Stolton, S. (2014). Restauración ecológica para áreas protegidas. Principios, directrices y buenas prácticas. Gland, Suiza: UICN. x + 118pp.
- Kendall, C., & Caldwell, E. (1998). Fundamentals of isotope geochemistry. En Isotope tracers in catchment hydrology (págs. 51-86). U.S. Geological Survey.
- Kiesecker, J. M., Copeland, H., Pocerwicz, A., & Mckenney, B. (2010). Development by design: blending landscape-level planning with the mitigation hierarchy. *Frontiers in ecology and the environment* (8), 261-266.
- Landsberg, F., Stickler, M., Henninger, N., & Treweek, J. (2013). Weaving Ecosystem Services into Impact Assessment. A Step-by-Step Method. WRI. World Resources Institute.
- LANP. (2005). Ley de áreas naturales protegidas. El Salvador.
- Legislativa, A. (2005). Ley de áreas naturales protegidas. El Salvador.
- Legislativa, E. (2012). Ley de Medio Ambiente. San Salvador.
- Lerner, D. N. (1990). Groundwater recharge. A guide to understanding the natural recharge. R. van Acken GmbH.
- Liu, J., & Taylor, W. (2002). Integrating landscape ecology into natural resource management. Cambridge University Press.
- LMA. (2012). Ley de Medio Ambiente. San Salvador.
- Losilla, M. (2001). Los acuíferos volcánicos y el desarrollo sostenible en América Central. San José: Universidad de Costa Rica.
- Marchand, L., Castagnyrol, B., Jiménez, J., Benayas, J., Benot, M.-L., Martínez-Ruiz, C., . . . Comin, F. (2021). Conceptual and methodological issues in estimating the success of ecological restoration. *Ecological Indicators*, 123, 107362.
- MARN. (2012a). Esfuerzo Principal de Adaptación al Cambio Climático en El Salvador. Programa Nacional de Restauración de Ecosistemas y Paisajes (PREP). San Salvador, El Salvador: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo.
- MARN. (2012b). Programa de Restauración de Ecosistemas y Paisajes. San Salvador.
- MARN. (2013). Estrategia Nacional de Biodiversidad. San Salvador.
- MARN. (2014). Guía metodológica para el análisis, cálculo y cumplimiento de la compensación. San Salvador.
- MARN. (2017). Plan nacional de gestión integrada del recurso hídrico de El Salvador, con énfasis en zonas prioritarias. San Salvador: Unidad de Comunicaciones del MARN.
- MARN. (2017). Plan Nacional de gestión integrada del recurso hídrico de El Salvador, con énfasis en zonas prioritarias. San Salvador: Unidad de Comunicaciones del MARN.
- MARN. (2018). Inventario Nacional de Bosques de El Salvador. San Salvador.
- MARN. (2019). Guía metodológica para el análisis, cálculo y cumplimiento de la compensación. San Salvador.
- MARN. (2024). Categorización Ambiental de Proyectos – El Salvador. San Salvador.
- MARN. (2024a). Categorización Ambiental de Proyectos – El Salvador. San Salvador.
- MARN. (2024b). Programa de Restauración de Ecosistemas y Paisajes Productivos - PREPP. San Salvador.
- MARN, M. d. (2018). Inventario nacional de bosques de El Salvador. San Salvador: Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques (FCCB) y Banco Mundial (BM),.
- Mittermeier, R., Turner, W., Larsen, F., Brooks, T., & Gascon, C. (2011). *Global Biodiversity Conservation: The Critical*

Role of Hotspots. *Biodiversity hotspots*, 3-22.

Myers, N. (2003). *Biodiversity Hotspots Revisited*. *BioScience*, 53(10), 916-917.

Panks, S., White, N., Newsome, A., Potter, J., Heydon, M., Mayhew, E., . . . Stone, D. (2021). *Biodiversity metric 3.0: Auditing and accounting for biodiversity*. United Kingdom: Natural England Joint Publication JP039.

PNUD-ANDA. (1972). *Desarrollo de los recursos hidráulicos en El Salvador*. San Salvador: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados.

Poorter, L., Craven, D., Jakovac, C., van der Sande, M., Amisshah, L., Bongers, F., . . . Martínez-Ramos, M. (2021). *Multi-dimensional tropical forest recovery*. *Science*, 374(6573), 1370-1376.

Pope, J., Morrison-Saunders, A., Bond, A., & Retief, F. (2021). *When is an Offset Not an Offset? A Framework of Necessary Conditions for Biodiversity Offsets*. *Environmental Management*, 67(2), 424-435.

Priego, Á., Bocco, G., Mendoza, M., & Garrido, A. (2010). *Propuesta para la generación semiautomatizada de unidades de paisaje*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental - UNAM.

Raes, L., Nello, T., Nájera, M., Chacón, Ó., Prado, K., & Sánchez, A. (2017). *Análisis económico de acciones*. Gland, Suiza: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

Saenz, S. (2016). *Compensaciones por pérdida de biodiversidad en Colombia: del nivel nacional al nivel regional*. Colombia: Programa Medio Ambiente Colombia de la GIZ.

Saenz, S., Sleman, J., Hernández, S., & García, J. (2020). *Bolsa Verde Atlántico: Programa Regional de Compensaciones Ambientales Agrupadas del Atlántico*. Barranquilla, Colombia: Corporación Autónoma Regional del Atlántico (C.R.A.).

Saenz, S., Walschburger, T., Gonzáles, J., León, J., Mackenney, B., & Kiesecker, J. (2013). *A Framework for Implementing and Valuing Biodiversity Offsets in Colombia: A Landscape Scale Perspective*. 4961-4987: *Sustainability*, 5(12).

Schosinsky, G. (2006). *Cálculo de la recarga potencia de acuíferos mediante un balance hídrico de suelos*. *Revista Geológica de América Central* (34-35), 13-30.

Schosinsky, G., & Losilla, M. (2000). *Modelo analítico para determinar la infiltración con base en la lluvia mensual*. *Revista Geológica De América Central* (23), 43-55.

Soille, P., & Vogt, P. (2008). *Morphological segmentation of binary patterns*. *Pattern recognition letters*, 30(4), 456-459.

Subirós, J., Linde, D., Pascual, A., & Palom, A. (2006). *Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje (landscape ecology)*. *Documents d'anàlisi geogràfica*, No. 48, 151-166.

UNEP/CBD. (1992). *Convenio sobre la Diversidad Biológica*.

Ventura, N., Villacorta, R., Sloom, P., Delgado, J., Vreugdenhil, D., & Graham, D. (2000). *Mapeo de Vegetación Natural de los Ecosistemas Acuáticos y Terrestres de Centro América*. Capítulo El Salvador. San Salvador: Banco Mundial, CCAD, Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Universidad de El Salvador.

Villarroya-Ballarín, A., Barros, A., & Kiesecker, J. (2014). *Policy development for environmental licensing and biodiversity offsets in Latin America*. *Plos one*. 9 (9), 1-13.

Vreugdenhil, D., Linares, J., Komar, O., Henríquez, V., Meerman, J., Barraza, J., & Machado, M. (2011). *Mapeo de los ecosistema de El Salvador, actualización*. San Salvador: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, MARN; Banco Mundial; Fondo Global del Medio Ambiente, GEF; World Institute for Nature and Environment, WICE.

World Bank. (2020). *A Green Deal for El Salvador: Forest-Based Green Infrastructure for Income and Services*. Washington: World Bank.

WRI, W. R. (31 de Marzo de 2022). *ResourceWatch*. Obtenido de https://resourcewatch.org/data/explore/db-84dd39-54e1-4a70-a9fc-ae90809cefa3?hash=further_information§ion=Discover&selectedCollection=&zoom=18.17458368944404&lat=13.686275712090652&lng=-89.23596897802234&pitch=0&bearing=0&basemap=dark&labels=light&laye

Wunder, S. (2015). *Revisiting the concept of payments for environmental services*. *Ecological Economics*, 117, 234-243.

zu Ermgassen, S., Baker, J., Griffiths, R., Strange, N., Struwig, M., & Bull, J. (2019). *The ecological outcomes of biodiversity offsets under "no net loss" policies: A global review*. *Conservation Letters*, 12(6), e12664.



Anexo 1

**Listado de
ecosistemas y
agroecosistemas**

Contexto general.

Ecosistemas naturales de El Salvador-actualización

1. Introducción

La Ley de Medio Ambiente en su artículo 5 define "ecosistema" como unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados (LMA, 2012) como la Ley de Áreas Naturales Protegidas, en el artículo 4 especifica que un ecosistema es: es un "Complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional, mediante el uso de energía" (LANP, 2005).

Dadas estas especificaciones y desde un punto de vista antropogénico la importancia de los ecosistemas reside en los servicios que aportan a los seres humanos, pero más allá su importancia radica en que sostienen y propician la vida. Bajo este orden de ideas, a continuación, se presenta el análisis realizado a los ecosistemas de El Salvador como insumo para la métrica de compensaciones ambientales y sus estrategias de implementación. Este análisis busca entre otros objetivos redirigir los procesos de la Dirección de Evaluación y Cumplimiento Ambiental (DEC) y procesos aplicados a los ecosistemas para migrar de una compensación tradicional con enfoque forestal a una compensación con enfoque de ecosistemas y sus servicios, donde se espera que las medidas de intervención sobre éstos logren o faciliten la no pérdida o ganancia neta de biodiversidad.

El análisis de los ecosistemas para los procesos de compensación ambiental busca ante establecer una valoración adecuada de la remanencia de cada uno de los ecosistemas del país con el propósito de ser incorporados dentro de las valoraciones ambientales que se realizan en la evaluación ambiental y demás estrategias o procesos que consideran los recursos naturales y los ecosistemas.

La remanencia mide la escasez del ecosistema a nivel nacional a través de comparar su extensión geográfica frente al área total terrestre del país. Entre más escaso sea un ecosistema menor será su remanencia y mayor será la necesidad de conservarlo. En este estudio, se valora la escasez de los ecosistemas naturales, es así como, los ecosistemas de remanencia muy baja tienen una condición de protección debido a la limitada posibilidad de contar con sitios equivalentes.

Conforme esta propuesta, los proyectos ubicados en ecosistemas de baja remanencia deben someterse a un análisis

detallado para definir si es posible compensar su pérdida y alcanzar la ganancia neta de biodiversidad, de no ser posible los proyectos serán considerados inviables para evitar impactos ambientales en estos ecosistemas irremplazables.

2. Marco de referencia

El abordaje de la métrica de compensaciones busca resaltar los atributos especiales de los ecosistemas para conservarlos, por ejemplo, la remanencia; el análisis consideró la información disponible sobre la diversidad de ecosistemas que coexisten en el territorio ponderándolos mediante una métrica adimensional calculada en porcentaje, generada a partir de la razón entre la superficie del ecosistema intervenido y la superficie total de los ecosistemas.

Este análisis requirió una revisión de la información con la que cuenta el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales para consolidar y homologar una base de datos que compile los ecosistemas presentes en el país. Esta revisión, incluyó los estudios publicados en los años 2001, 2011 sobre el mapeo de los Ecosistemas Terrestres y Acuáticos; además del Inventario Nacional de Bosques (MARN, 2018) y la información generada en los procesos de zonificación ambiental para establecer una línea base del territorio.

El cruce de toda esta información mediante procesos de Sistemas de Información Geográfica (SIG) permitió actualizar los límites de los distintos ecosistemas al período más reciente de información con la que se cuenta; es decir, al año 2018, delimitando el área geográfica identificada para cada ecosistema y calculando su remanencia mediante la siguiente fórmula:

$$RE = \frac{SE}{STE} \times 100$$

Donde:

RE: Remanencia del ecosistema

SE: Superficie del ecosistema

STE: Superficie total de todos los ecosistemas

El resultado de la fórmula anterior establecerá la remanencia del ecosistema en relación al total de ecosistemas que se identifican a escala país; sin embargo, es importante destacar que el área total de ecosistemas corresponde a la suma de los ecosistemas a los cuales se les puede aplicar la métrica por unidades de biodiversidad, excluyendo los ecosistemas urbanos y transformados junto con los ecosistemas acuáticos. Una vez establecida las áreas, se agruparán los resultados en base al porcentaje según se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. Remanencia de los ecosistemas a partir del porcentaje de presencia en el país

Remanencia	Rango de porcentajes (%)	Ponderación en la métrica
Muy baja (MBR)	0.01 – 3.00	N/A*
Baja (BR)	3.01 – 10.00	4
Media (MR)	10.01 – 20.00	3
Alta (AR)	20.01 – 30.00	2
Muy alta (MAR)	> 30.00	1

Fuente. *Elaboración propia*

* Los ecosistemas de remanencia muy baja tienen una condición de protección debido a la limitada posibilidad de contar con sitios equivalentes

3. Mapa de Vegetación de Ecosistemas Terrestres y Acuáticos del 2001

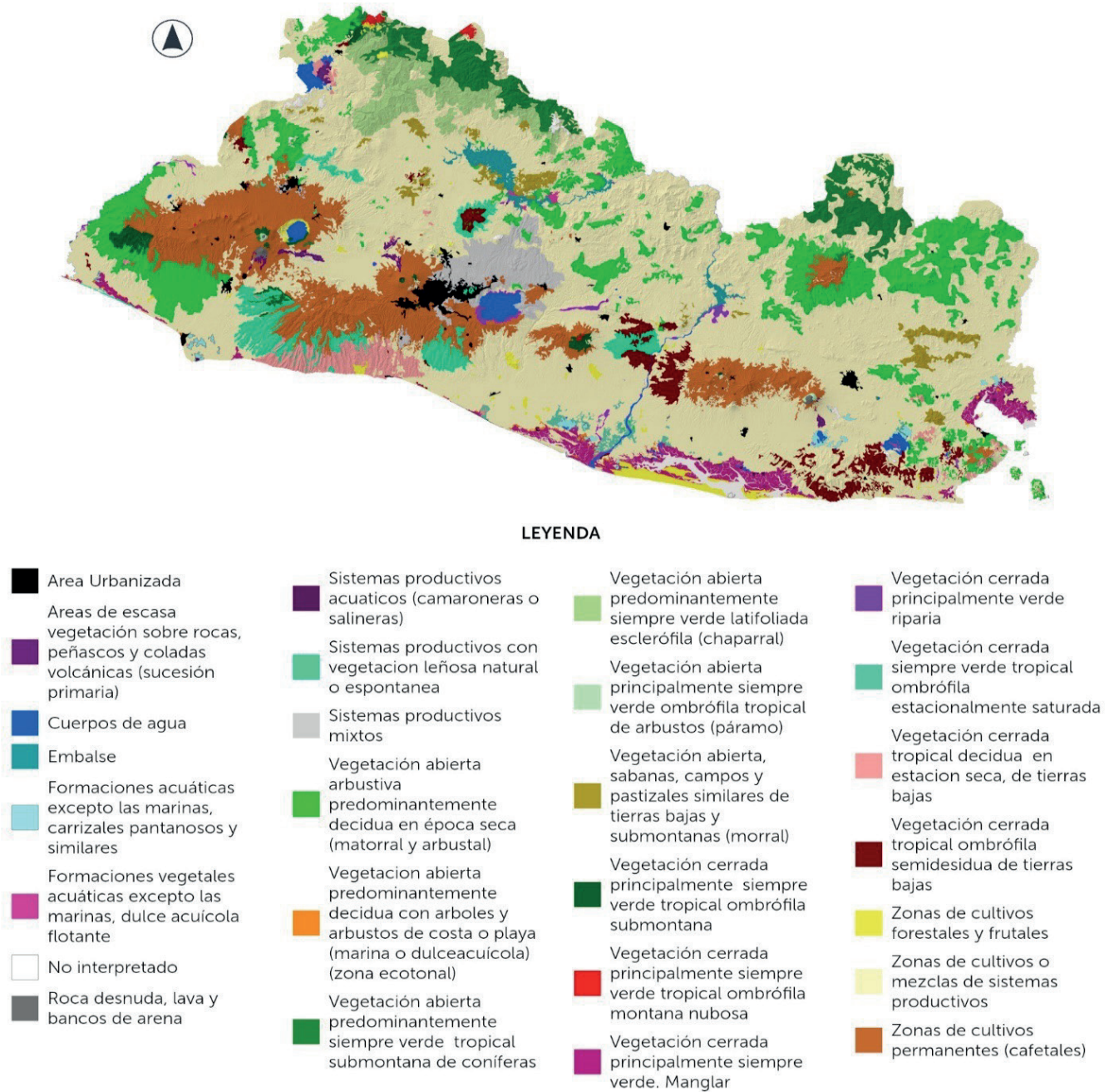
El Mapa de Vegetación de Ecosistemas Terrestres y Acuáticos (Ventura, y otros, 2000) publicado en el año 2001 registra un total de 27 ecosistemas (ver Mapa 1) entre los cuales se observa la ubicación de ecosistemas boscosos sobre las cordilleras y zonas montañosas del territorio, así como la evidente tendencia del uso de suelo a los sistemas productivos (variedad de cultivos).

Este mapa fue el principal insumo para reconocer los distintos ecosistemas presentes en el territorio, por lo que se consideró predominante en términos de delimitación de ecosistemas para retomar como base de la diversidad de los 17 Formaciones Vegetales propuestas por la Clasificación adoptada por la Organización de las Naciones Unidas

para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) aunado a 11 categorías asignadas en el mapa nacional.

No obstante, es importante considerar que dicha información fue generada a una escala 1:250,000 por lo que su delimitación requiere mejorarse mediante información a menor escala para poder contar con información de línea base acorde a las dinámicas de evaluación. Además, se debe considerar que, dada la fragmentación de los ecosistemas terrestres y acuáticos en el territorio nacional, es casi imposible establecer exactamente los límites de cada una de las formaciones observadas; de tal manera que dentro de un mismo sitio se presentan características de más de una formación vegetal (Ventura, y otros, 2000).

Mapa 1. Vegetación de Ecosistemas Terrestres y Acuáticos (2001).

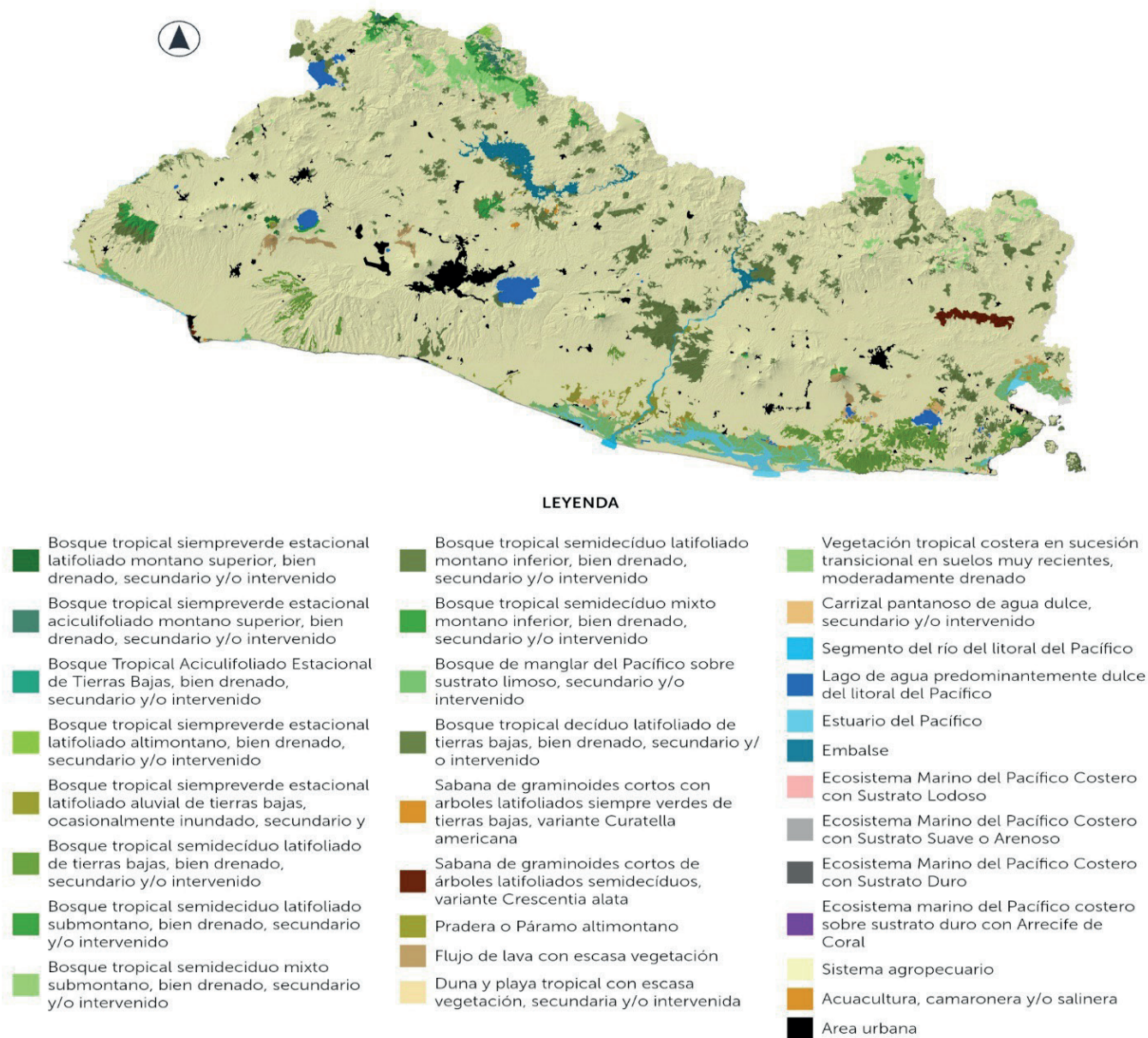


Fuente. Ventura, y otros, 2000

4. Mapa de los ecosistemas de El Salvador, actualización 2011

Igualmente, se examinó el mapa elaborado en el año 2011 (Vreugdenhil, y otros, 2011), el cual reinterpretó el análisis desarrollado en 2001 reconociendo la mayoría de ecosistemas del territorio como parte del sistema agropecuario, e incluyó dentro de este los sistemas de cafetales. El cambio más significativo que se presentó en este estudio fue el reconocer el factor de drenaje, las pendientes, la elevación entre otros criterios como factores de clasificación de la formación vegetal (Mapa 2). El mapa de ecosistemas publicado en el 2011 identifica un total de 19 ecosistemas naturales y seminaturales y 8 ecosistemas acuáticos.

Mapa 2. Ecosistemas de El Salvador. Actualización 2011



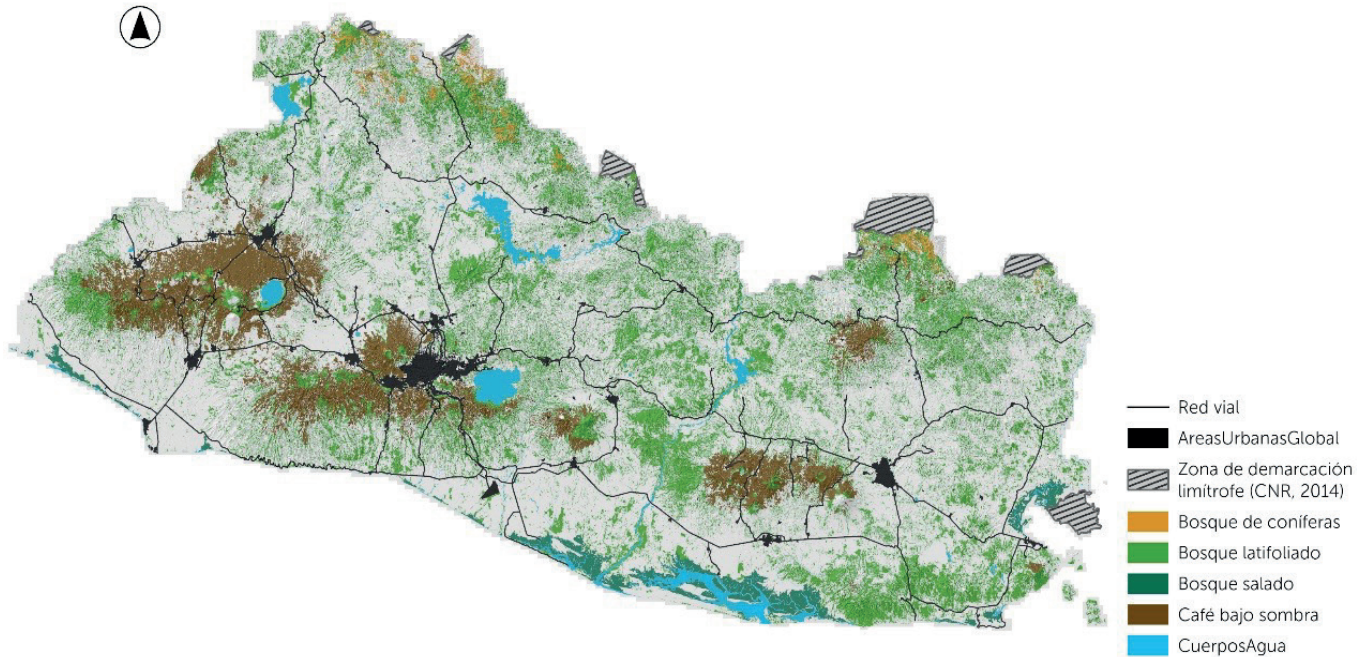
Fuente. Vreugdenhil, y otros, 2011

Como parte de los criterios que se retomaron en el mapeo de ecosistemas se consideraron los cinco niveles de elevación establecidos por la UNESCO como factores de aproximación de las zonas climáticas y el aislamiento de poblaciones de especies.

5. Inventario Nacional de Bosques del 2018

El Inventario Nacional de Bosques (INB) comprende el resultado de diversos productos; entre ellas, el mapa de Coberturas y Usos de Suelo del año 2011, junto con el diseño y levantamiento de datos de 319 parcelas con una metodología para la recolección, identificación de especies vegetales y protocolos de medición de carbono en suelos, hojarasca y herbáceas.

En términos generales el INB reconoció tres estratos de vegetación: bosque latifoliado (el cual consolida el bosque perennifolio maduro, el bosque secundario y el bosque caducifolio maduro), el bosque de coníferas y el bosque salado; además de reconocer el café como un estrato de vegetación relevante en términos de cobertura forestal a nivel del país (MARN, 2018) (Mapa 3)

Mapa 3. Mapa de estratos de bosque y café bajo sombra

Fuente. INB, 2018

6. Usos de suelo de las directrices de Zonificación Ambiental y Usos de Suelo 2018

En el proceso de elaboración de las directrices de Zonificación Ambiental y Usos de Suelo (ZAUS) se realiza un levantamiento de los usos de suelo para identificar usos de suelo que pertenecen a un mismo tipo de ecosistema natural o al mismo tipo de agroecosistema, agrupándose con el objetivo de caracterizar los ecosistemas a partir de la interpretación de los procesos ecológicos inherentes a los tipos de unidades morfoestructurales del paisaje.

Este análisis resulta relevante en la actualidad a raíz de la creciente necesidad de entender los aspectos relevantes sobre los ecosistemas y los procesos ecológicos de forma integrada, con el objetivo de encaminar las acciones hacia procesos de conservación y producción en el marco de la planificación territorial y el manejo ecosistémico (Etter, 1991).

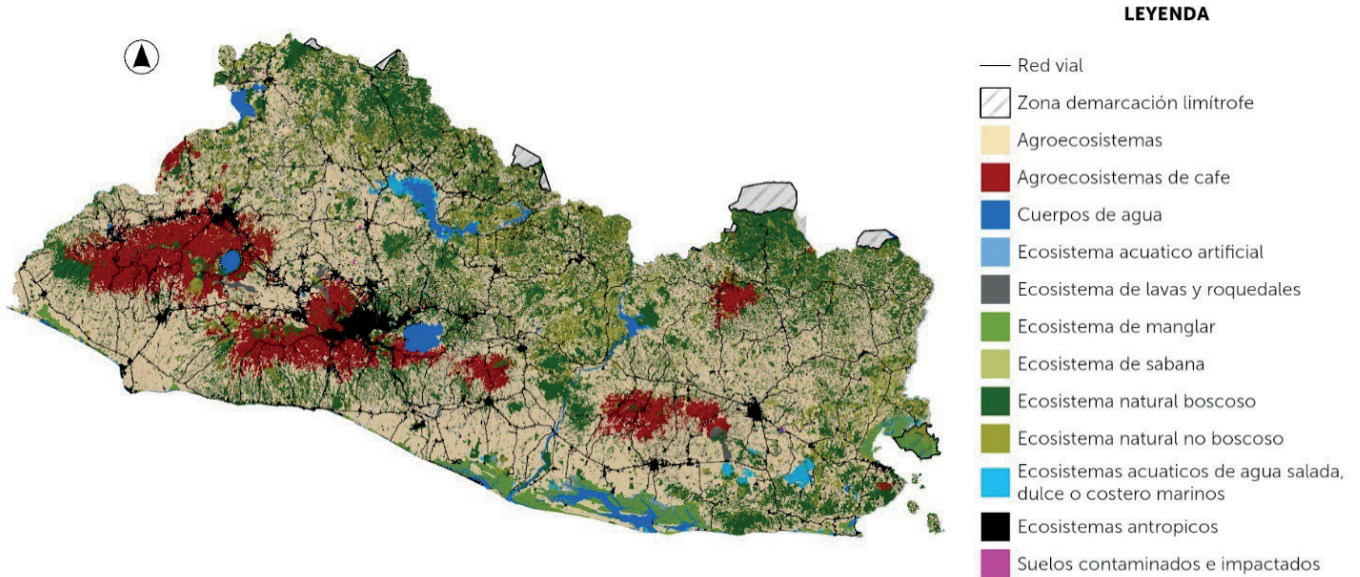
El país cuenta con una gran variedad de ecosistemas que corresponden al nicho de una gran riqueza biológica, brindando bienes y servicios ambientales. Por ello, en congruencia con las características de cada uno de los ecosistemas, se han agrupado los ecosistemas de la siguiente forma:

- Ecosistemas naturales boscosos: las cuales consideran todo el estrato de vegetación mayor a cuatro metros de altura, coincidiendo con la definición de bosque presentada por el INB, por ejemplo: bosques de coníferas y bosques nebulosos, los bosques de galería
- Ecosistema natural no boscoso: corresponden a la formación vegetal que no coincide con las características de un bosque; no obstante, presentan un avanzado grado de regeneración natural, además de una composición paisajística bastante definida, como por ejemplo el bosque o sabanas de morro, entre estos están también los pastos, matorrales y la vegetación arbustiva
- Agroecosistemas: este componente del paisaje resulta estratégico para la conectividad entre ecosistemas naturales ya que en su mayoría corresponden a las áreas intermedias entre las áreas boscosas no degradadas. Dentro de este se puede considerar los ecosistemas permanentes como las plantaciones de frutales, o semi-permanentes como los cultivos anuales como los arrozales u hortalizas, entre otros.
- Agroecosistemas de café: este componente corresponde a uno de los usos productivos del territorio se presenta de forma individual debido al grado de representatividad en términos de cobertura natural y los servicios ecosistémicos que presta.
- Ecosistemas acuáticos: Entre estos se encuentran, lagos, lagunas, ríos, embalses, pantanos entre otros; no obstante, el presente manual no desarrollará ninguna metodología que permita abordar las compensaciones en este tipo de ecosistemas.

7. Propuesta de actualización de los ecosistemas de El Salvador

Para la elaboración del mapa de ecosistemas propuesto, se partió de los estudios de 2001 y 2011 de ecosistemas definidos por las clases UNESCO, mencionados anteriormente. Además, incorporó los insumos de los usos de suelo del 2011 y 2016, insumos del Inventario Nacional de Bosques y la clasificación del territorio por ecosistemas reconocidos por la Gerencia de Ordenamiento Ambiental en las directrices de zonificación (Mapa 4).

Mapa 4. Clasificación por ecosistemas

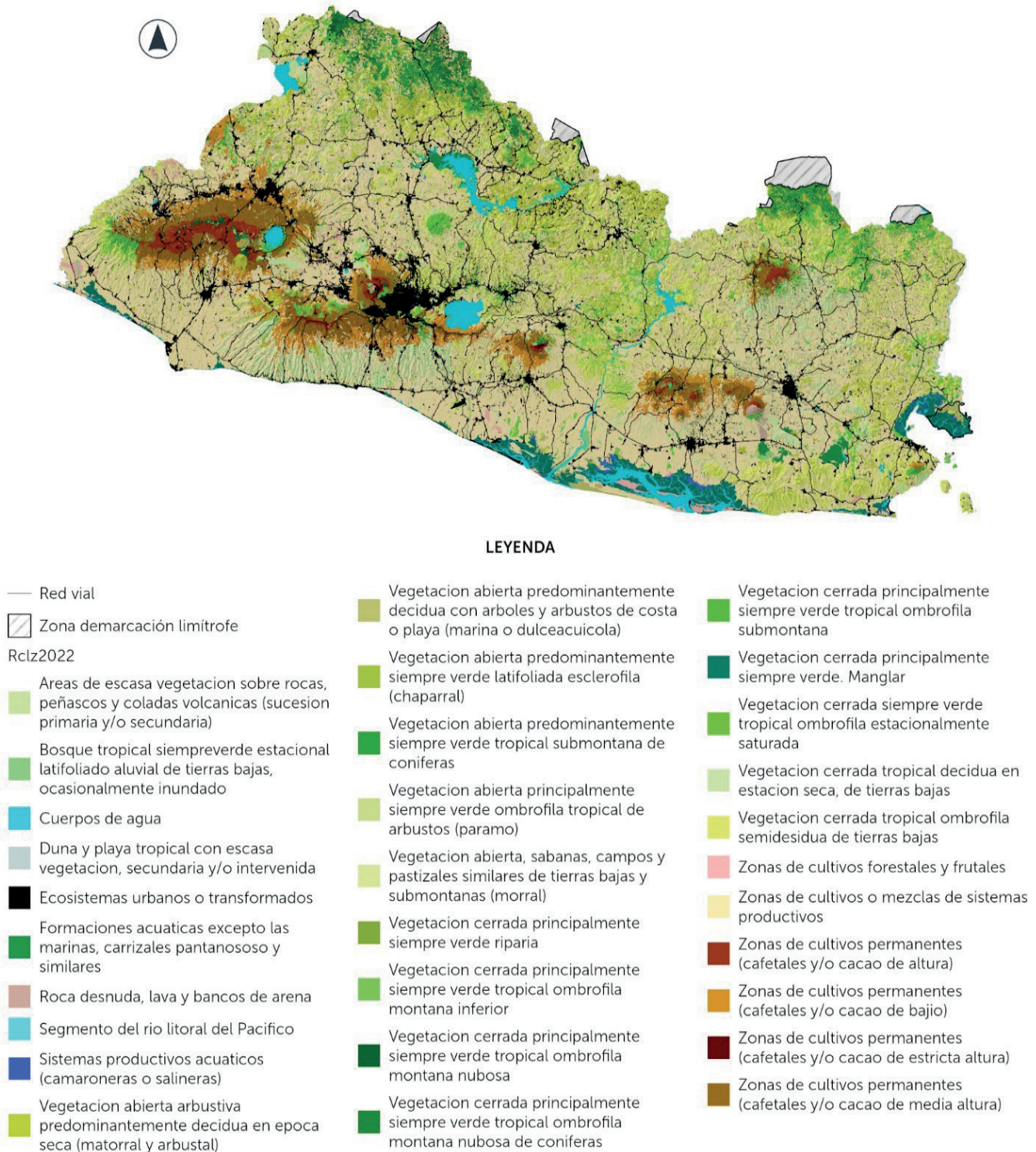


Fuente. Usos de suelo años 2011, 2016, usos ZAUS 2019 clasificados por ecosistema

Con esos insumos se realizó un cruce de las capas mediante geoprocesos en SIG, para delimitar a mejor escala los límites de los ecosistemas identificados en el 2001, contrastándose los cambios de cobertura y discrepancias con las capas de los años siguientes, verificándose mediante revisión satelital en Google Earth para determinar el ecosistema que corresponde.

Adicionalmente, se retomaron criterios establecidos por el sistema UNESCO como la distinción de cinco niveles de elevación como aproximaciones para la diferenciación climática y como factor de aislamiento de poblaciones de especies. El resultado final se presenta en el Mapa 5.

Mapa 5. Ecosistemas según calificación de la UNESCO (Racionalización)



Fuente. *Ecosistemas por usos de suelo consolidados y reclasificados*

A partir de estos insumos se generó una base de datos homologada en términos de ecosistemas según la categoría implementada en la DEC, retomando la clasificación de Corine LandCover y también la denominación de formaciones vegetales utilizando el Sistema de Clasificación desarrollado por Müller-Dumbois & Ellemberg (1967) y adoptado por la UNESCO en 1973.

Cada una de las clasificaciones se dividieron en los rangos presentados en la Tabla, asignándose una ponderación en función del porcentaje del área total por categoría dividida por el área total de ecosistemas; por ejemplo, el área del Bosque de coníferas, equivale a 51,234.98 Ha, que corresponde al 2.71% del área en relación al área total de ecosistemas, lo que corresponde a una remanencia Muy baja.

$$RE = \frac{51,234.98}{1,892,695.44} \times 100 = 2.71\% = \text{“Muy baja remanencia”}$$

Es importante destacar que el área total de ecosistemas corresponde a la suma de los ecosistemas a los cuales se les puede aplicar la métrica por unidades de biodiversidad; por lo tanto, del área total del país (2,166,489.93 Ha) se excluyen los ecosistemas urbanos y transformados junto con los ecosistemas acuáticos quedando un total de 1,892,695.44 Ha.

En las tablas 2 a la 4 se puede observar el cuadro resumen de la remanencia de los ecosistemas según las categorías antes descritas, su representación en hectáreas en el territorio y su porcentaje en relación del área total de ecosistemas, junto con su categoría de remanencia según la metodología antes descrita.

Tabla 2. Categorías de ecosistemas homologada con usos de suelo y formación vegetal según clases UNESCO

Clasificación por ecosistema	Uso de suelo (CLC*)	Usos según Racionalización 2022	Áreas totales (Ha)
Ecosistema natural boscoso			590,507.06
		Bosque de coníferas	51,234.98
		Vegetación abierta predominantemente siempre verde tropical submontana de coníferas	36,365.05
		Vegetación cerrada principalmente siempre verde tropical ombrófila montana nubosa de coníferas	14,869.93
		Bosque de galería	123,220.36
		Vegetación cerrada principalmente siempre verde riparia	123,220.36
		Bosque estacionalmente inundable	3,950.64
		Bosque tropical siempreverde estacional latifoliado aluvial de tierras bajas, ocasionalmente inundado	3,950.64
		Bosque latifoliado caducifolio/semicaducifolio maduro	29,872.10
		Áreas de escasa vegetación sobre rocas, peñascos y coladas volcánicas (sucesión primaria y/o secundaria)	943.14
		Vegetación abierta predominantemente siempre verde latifoliada esclerófila (chaparral)	6,184.32
		Vegetación cerrada principalmente siempre verde tropical ombrófila submontana	1,975.73
		Vegetación cerrada tropical decidua en estación seca, de tierras bajas	9,435.80
		Vegetación cerrada tropical ombrófila semidecidua de tierras bajas	11,333.10
		Bosque latifoliado perennifolio maduro	19,424.87
		Áreas de escasa vegetación sobre rocas, peñascos y coladas volcánicas (sucesión primaria y/o secundaria)	5.39
		Vegetación cerrada principalmente siempre verde tropical ombrófila montana inferior	69.32
		Vegetación cerrada principalmente siempre verde tropical ombrófila montana nubosa	1,589.78
		Vegetación cerrada principalmente siempre verde tropical ombrófila submontana	3,519.69
		Vegetación cerrada siempre verde tropical ombrófila estacionalmente saturada	14,240.69
		Bosque latifoliado secundario	362,804.12
		Áreas de escasa vegetación sobre rocas, peñascos y coladas volcánicas (sucesión primaria y/o secundaria)	630.79

Clasificación por ecosistema	Uso de suelo (CLC*)	Usos según Racionalización 2022	Áreas totales (Ha)
		Vegetación abierta predominantemente decidua con árboles y arbustos de costa o playa (marina o dulceacuícola)	1,305.87
		Vegetación abierta principalmente siempre verde ombrófila tropical de arbustos (paramo)	276.40
		Vegetación cerrada principalmente siempre verde tropical ombrófila montana inferior	1,870.70
		Vegetación cerrada principalmente siempre verde tropical ombrófila montana nubosa	2,534.79
		Vegetación cerrada principalmente siempre verde tropical ombrófila submontana	11,553.10
		Vegetación cerrada siempre verde tropical ombrófila estacionalmente saturada	31,556.39
		Vegetación cerrada tropical decidua en estación seca, de tierras bajas	57,236.15
		Vegetación cerrada tropical ombrófila semidecidua de tierras bajas	255,839.94
Ecosistema de manglar			52,330.00
		Bosque salado	49,828.71
		Vegetación cerrada principalmente siempre verde. Manglar	49,828.71
		Zona ecotonal	2,501.28
		Vegetación abierta predominantemente decidua con árboles y arbustos de costa o playa (marina o dulceacuícola)	2,501.28
Ecosistema de sabana			12,855.32
		Morrales	12,855.32
		Vegetación abierta, sabanas, campos y pastizales similares de tierras bajas y submontanas (morral)	12,855.32
Ecosistema natural no boscoso			175,269.71
		Pastos naturales	26,588.80
		Vegetación cerrada siempre verde tropical ombrófila estacionalmente saturada	26,588.80
		Vegetación arbustiva y/o herbácea	148,680.91
		Vegetación abierta arbustiva predominantemente decidua en época seca (matorral y arbustal)	145,047.27
		Vegetación abierta predominantemente decidua con árboles y arbustos de costa o playa (marina o dulceacuícola)	3,633.64
Ecosistema de lavas y roquedales			5,719.50
		Cráter	404.72
		Roca desnuda, lava y bancos de arena	404.72
		Formación rocosa (lavas, farallones, arrecifes, acantilados u otros)	5,314.78
		Áreas de escasa vegetación sobre rocas, peñascos y coladas volcánicas (sucesión primaria y/o secundaria)	3,201.55
		Roca desnuda, lava y bancos de arena	2,113.23
Ecosistemas acuáticos de agua salada, dulce o costero marinos			16,452.52
		Pantano y/o humedales	12,683.68
		Formaciones acuáticas excepto las marinas, carrizales pantanosos y similares	12,683.68

Clasificación por ecosistema	Uso de suelo (CLC*)	Usos según Racionalización 2022	Áreas totales (Ha)
		Playas, dunas y/o arenales	3,768.84
		Duna y playa tropical con escasa vegetación, secundaria y/o intervenida	1,125.57
		Segmento del río litoral del Pacífico	2,643.27
Agroecosistemas			857,850.51
		Caña de azúcar	117,436.12
		Zonas de cultivos o mezclas de sistemas productivos	117,436.12
		Cultivos anuales	631,665.42
		Zonas de cultivos o mezclas de sistemas productivos	631,665.42
		Cultivos permanentes	14,302.76
		Zonas de cultivos forestales y frutales	14,302.76
		Pastos cultivados	91,215.20
		Zonas de cultivos o mezclas de sistemas productivos	91,215.20
		Plantación forestal	3,231.00
		Zonas de cultivos forestales y frutales	3,231.00
Agroecosistemas de café			181,710.83
		Cafetal (estricta altura)	26,663.73
		Zonas de cultivos permanentes (cafetales y/o cacao de estricta altura)	26,663.73
		Cafetal (media altura)	78,888.78
		Zonas de cultivos permanentes (cafetales y/o cacao de media altura)	78,888.78
		Cafetal (bajío)	76,158.31
		Zonas de cultivos permanentes (cafetales y/o cacao de bajío)	76,158.31
Ecosistema acuático artificial			3,075.51
		Camaroneras y/o salineras	3,075.51
		Sistemas productivos acuáticos (camaroneras o salineras)	3,075.51
Ecosistemas antrópicos			182,640.71
		Obras de protección	18.03
		Ecosistemas urbanos o transformados	18.03
		Tejido edificado continuo	59,226.97
		Ecosistemas urbanos o transformados	59,226.97
		Tejido edificado discontinuo	123,395.71
		Ecosistemas urbanos o transformados	123,395.71
Suelos contaminados e impactados			939.17
		Áreas de extracción, minas y canteras	845.94
		Ecosistemas urbanos o transformados	845.94

Clasificación por ecosistema	Uso de suelo (CLC*)	Usos según Racionalización 2022	Áreas totales (Ha)
		Escombreras y/o rellenos sanitarios	93.23
		Ecosistemas urbanos o transformados	93.23
Cuerpos de agua			87,139.10
		Embalses	15,715.02
		Embalse	15,715.02
		Esteros y bocanas	31,791.83
		Cuerpos de agua	31,791.83
		Lagos, lagunas y lagunetas	17,759.30
		Cuerpos de agua	17,759.30
		Río (espejo de agua)	21,872.95
		Cuerpos de agua	21,872.95

* CLC = Corine LandCover

Fuente. elaboración propia a partir de mapa de usos de suelo y clasificados por ecosistemas según Corine LandCover y Clases UNESCO

Tabla 3. Remanencia de los ecosistemas según formaciones vegetales de la clasificación UNESCO

Ecosistemas / Usos según clases UNESCO (Racionalización 2022)	Área (Ha)	Porcentaje (%)	Remanencia
Ecosistemas naturales boscosos y no boscosos			
Áreas de escasa vegetación sobre rocas, peñascos y coladas volcánicas (sucesión primaria y/o secundaria)	4,780.87	0.25%	Muy baja
Bosque tropical siempreverde estacional latifoliado aluvial de tierras bajas, ocasionalmente inundado	3,950.64	0.21%	Muy baja
Duna y playa tropical con escasa vegetación, secundaria y/o intervenida	1,125.57	0.06%	Muy baja
Formaciones acuáticas excepto las marinas, carrizales pantanosos y similares	12,683.68	0.67%	Muy baja
Roca desnuda, lava y bancos de arena	2,517.95	0.13%	Muy baja
Segmento del río litoral del Pacífico	2,643.27	0.14%	Muy baja
Vegetación abierta arbustiva predominantemente decidua en época seca (matorral y arbustal)	145,047.27	7.66%	Baja
Vegetación abierta predominantemente decidua con árboles y arbustos de costa o playa (marina o dulceacuícola)	7,440.79	0.39%	Muy baja
Vegetación abierta predominantemente siempre verde latifoliada esclerófila (chaparral)	6,184.32	0.33%	Muy baja
Vegetación abierta predominantemente siempre verde tropical submontana de coníferas	36,365.05	1.92%	Muy baja
Vegetación abierta principalmente siempre verde ombrófila tropical de arbustos (paramo)	276.40	0.01%	Muy baja
Vegetación abierta, sabanas, campos y pastizales similares de tierras bajas y submontanas (morral)	12,855.32	0.68%	Muy baja
Vegetación cerrada principalmente siempre verde riparia	123,220.36	6.51%	Baja
Vegetación cerrada principalmente siempre verde tropical ombrófila montana inferior	1,940.01	0.10%	Muy baja
Vegetación cerrada principalmente siempre verde tropical ombrófila montana nubosa	4,124.56	0.22%	Muy baja
Vegetación cerrada principalmente siempre verde tropical ombrófila montana nubosa de coníferas	14,869.93	0.79%	Muy baja
Vegetación cerrada principalmente siempre verde tropical ombrófila submontana	17,048.53	0.90%	Muy baja
Vegetación cerrada principalmente siempre verde. Manglar	49,828.71	2.63%	Muy baja
Vegetación cerrada siempre verde tropical ombrófila estacionalmente saturada	72,385.88	3.82%	Baja
Vegetación cerrada tropical decidua en estación seca, de tierras bajas	66,671.95	3.52%	Baja
Vegetación cerrada tropical ombrófila semidecidua de tierras bajas	267,173.04	14.12%	Media
Agroecosistemas			
Agroecosistemas*	857,850.51	45.32%	Muy alta
Zonas de cultivos permanentes (cafetales y/o cacao de bajo)	76,158.31	4.02%	Baja
Zonas de cultivos permanentes (cafetales y/o cacao de estricta altura)	26,663.74	1.41%	Muy baja
Zonas de cultivos permanentes (cafetales y/o cacao de media altura)	78,888.78	4.17%	Baja
Ecosistemas urbanos o transformados			
Ecosistemas urbanos o transformados	183,579.88	9.70%	
Sistemas productivos acuáticos (camaroneras o salineras)	3,075.51	0.16%	
Ecosistemas acuáticos			
Embalse	15,715.02	0.83%	
Cuerpos de agua	71,424.08	3.77%	
	2,166,489.93		

NOTA: El factor de representatividad se obtiene de la razón del área (en hectáreas) del ecosistema en análisis por el área total de los ecosistemas a nivel de país excluyendo aquellos de carácter antrópico (ecosistemas alterados) y ecosistemas acuáticos

* Los Agroecosistemas están conformados por los usos de Zonas de cultivos forestales y frutales (175,337,629.86) y Zonas de cultivos o mezclas de sistemas productivos (8,403,167,426.14)

* Los Agroecosistemas se han considerado como un solo ecosistema por las prácticas que representa y la dinámica de aprovechamiento de los suelos.



Anexo 2

**Recursos hídricos:
atributo recarga
hídrica para la
compensación
ambiental**

Recursos hídricos:

Atributo recarga hídrica para la compensación ambiental

Introducción

El desarrollo socioeconómico de El Salvador está ligado fundamentalmente a la presencia y utilización del agua subterránea, la que a menudo suele ser el principal recurso hídrico disponible, especialmente durante la época seca (noviembre- abril) y en los periodos de sequías o canícula, en los que particularmente se evidencia un manejo y uso inadecuado, sin considerar muchas veces que es un recurso único, finito y vulnerable. En este sentido, resulta prioritario tratar de dar respuesta a la crisis del agua expresada en términos de demanda y vulnerabilidad potencial por contaminación, por lo que, se deben generar y articular instrumentos económicos y de planificación que persigan la protección de los ecosistemas productores de agua dulce en armonía con el desarrollo social y económico del país.

Sin embargo, a pesar de la importancia que tiene el recurso hídrico, existe intervención antropogénica con actividades agropecuarias, industriales, extracción de madera y construcción de viviendas entre otros, las cuales se ubican en sitios no apropiados, generando cambio de uso del suelo y vinculados con la implementación de prácticas inadecuadas especialmente en las zonas de recarga hídrica y que al final están incidiendo negativamente en la calidad y cantidad de las aguas subterráneas, disminuyendo el volumen de recarga hídrica por la impermeabilización de superficies e incrementando la escorrentía superficial.

La importancia de zonas de recarga dentro de una cuenca hidrográfica, se debe a que son zonas con una alta capacidad para infiltrar y percolar agua a las capas inferiores, convirtiéndose en las fuentes principales para obtener agua dulce, representando un papel importante dentro del ciclo hidrológico del agua.

En base a lo anterior, es importante la protección y conservación de los humedales, ya que desempeñan funciones múltiples y generan grandes beneficios, dentro de las cuales se pueden mencionar la mitigación y adaptación al cambio climático, conformación de zonas de amortiguamiento frente a inundaciones, abastecimiento de agua, provisión de alimentos, medicinas, recreación y turismo.

El objetivo del presente documento es dar a conocer los puntos clave que permiten considerar el cálculo la recarga hídrica e identificar la infiltración como un servicio de los ecosistemas para ser retomado en la estimación de la

compensación ambiental por el desarrollo de actividades, obras o proyectos. El objeto es dar a conocer el método para el cálculo de la compensación.

1. Importancia de la recarga hídrica

Aunque la aplicabilidad de la metodología para el cálculo de la Recarga Hídrica es una medida bastante adaptada a nuestros problemas de disponibilidad futura del agua, esta debe ser considerada como una medida que requiere la incorporación de otras técnicas culturales, como lo son: el cumplimiento de la Ley, el uso eficiente y adecuado del agua por la población y los diferentes actores de los sectores productivos, la adopción de una planificación del usos del suelo, la adopción de una planificación y gestión integrada de los recursos hídricos del país, así como de la zonificación ambiental de un área de recarga hídrica, el manejo adecuado de los recursos naturales de las cuencas; el conjunto de estas medidas no es más que una forma indirecta de lograr el ordenamiento territorial.

La Recarga Hídrica es la forma que la naturaleza almacena agua entre los espacios vacíos del suelo, en las áreas de recarga y las zonas acuíferas; agua que puede ser utilizada para el abastecimiento de agua por una población, riego, uso industrial y agroindustrial. La forma más común de aprovechamiento de este recurso es mediante la perforación de pozos, aunque también suele ocurrir en manantiales que brotan en las laderas de las montañas.

Aunque la recarga hídrica está limitada a la capacidad de filtración de las capas de suelo, en algunos casos puede saturarse, lo cual repercutiría en problemas de deslaves, resquebrajamiento de capas de suelo, y podría ser un peligro para poblaciones cercanas, por lo cual, debe evaluarse el tipo de riesgos potenciales a los cuales está sometida la zona.

El agua subterránea circula a través de los poros del suelo, de sedimentos y de grietas y fracturas en rocas del subsuelo. A medida que fluye, transporta sustancias disueltas, lo que tiene implicaciones positivas para los procesos geológicos de larga duración relacionados con la precipitación y disolución de minerales a lo largo de miles y millones de años, al tiempo que le permite transportar nutrientes y energía entre diferentes porciones de una cuenca hidrológica.

Sin embargo, esto también tiene consecuencias negativas, derivadas principalmente de la actividad humana, pues el agua se contamina fácilmente y arrastra elementos nocivos al subsuelo. Fugas y derrames de sustancias, utilizadas o producidas por el ser humano (gasolinas, fertilizantes, aguas negras, desechos industriales, entre otras), se infiltran y llegan al agua subterránea, la contaminan y ocasionan que no sea apta para uso humano.

Una vez en el subsuelo, estas sustancias son transportadas hacia zonas de descarga natural (ríos, humedales, manantiales y el mar), así como a pozos de los cuales se extrae el agua para consumo humano, riego y usos industriales.

Detectar la contaminación del agua subterránea es un gran reto porque la única forma de hacer un diagnóstico preciso es perforar pozos para coleccionar muestras de agua. Por eso, en la mayor parte de los casos, los problemas no se detectan sino hasta que el agua subterránea ha transportado los contaminantes a un manantial, un río o un pozo que abastece de agua a alguna población. Incluso en estos casos, es frecuente que los contaminantes pasen desapercibidos y la población se vea afectada. Las principales características de un área de recarga son:

- Desde el punto de vista climatológico, son zonas con precipitación media anual alta, evapotranspiración media o baja y humedad del aire elevada.
- Desde el punto de vista geológico, suelen ser suelos permeables o medianamente permeables, siendo de gran importancia la conformación de los estratos y el tipo de rocas que lo conforman, ya que esto contribuye en la capacidad de infiltrar el agua.
- Desde el punto de vista topográfico, suelen ser zonas con configuración elevada u ondulada, en las zonas costeras y de valles interiores sus configuraciones planas.
- Los usos de los suelos, comprende "las acciones, actividades e intervenciones que realizan las personas sobre un determinado tipo de superficie para producir, modificarla o mantenerla. El uso del suelo abarca la gestión y modificación del medio ambiente natural para convertirlo en terreno agrícola: campos cultivables, pastizales; o asentamientos humanos.

Para comprender mejor la recarga hídrica se debe considerar las fuentes de la recarga, las que se pueden clasificar de acuerdo a los tipos de recarga, Lerner (1990) los clasifica de la siguiente forma:

- Recarga directa o recarga difusa, proveniente del agua lluvia.

- Recarga concentrada o indirecta, producto de cauces permanentes, estacionales y efímeros.
- Flujos laterales, procedentes de otros acuíferos.
- Retorno de riego, excesos de riego o pérdidas en los canales de distribución.
- Recarga urbana, producto de fugas de redes de abastecimiento y redes de alcantarillado. Además del generado por la escorrentía superficial de calles pavimentadas con contenido de grasas y aceites, aguas residuales denominadas grises, conteniendo lejía, o residuos de jabón o productos de limpieza.

2. Zonas o unidades acuíferas

Es importante considerar que todo proyecto a implantarse en un terreno incidirá en las condiciones de recarga acuífera; por lo tanto, es necesario no limitarse al perímetro del inmueble, sino contemplar su emplazamiento en función de la ubicación dentro de las zonas o unidades acuíferas.

Entre los principales elementos para el aprovechamiento de las aguas subterráneas se identifican los siguientes:

- **Pozos perforados:** perforación mecánica profunda y vertical, por lo regular en forma cilíndrica (diámetro 12 a 16 pulgadas) revestidos de tubería metálica o PVC, con tubería ranurada para facilitar el acceso del agua al pozo y se dotan de sistemas de extracción (electrobombas o compresores).
- **Pozo excavado:** Receptáculo hallado mediante excavación, que almacena agua subterránea con profundidades pequeñas (5 a 10 metros) y diámetros grandes (hasta 1 metro), cuyas paredes se revisten con ladrillo, tubería de cemento o concreto para evitar su derrumbamiento. Para extraer el agua contenida, se puede hacer uso de bombas manuales o sistema de bombeo muy simples.
- **Manantiales:** Es una sugerencia del agua que emerge de las rocas y están concentrados en la zona de descarga del agua subterránea, y cuando brota a la superficie, se convierte en un afluente temporal o permanente. Generalmente se realizan galerías y drenes, las cuales son perforaciones horizontales de baja pendiente de sección circular que interceptan el flujo de agua subterránea en el acuífero.

Cabe mencionar que, la sobreexplotación de un pozo profundo, afecta principalmente a los manantiales y pozos excavados, donde el nivel freático desciende tanto que

seca los manantiales y profundiza el agua en los pozos excavados.

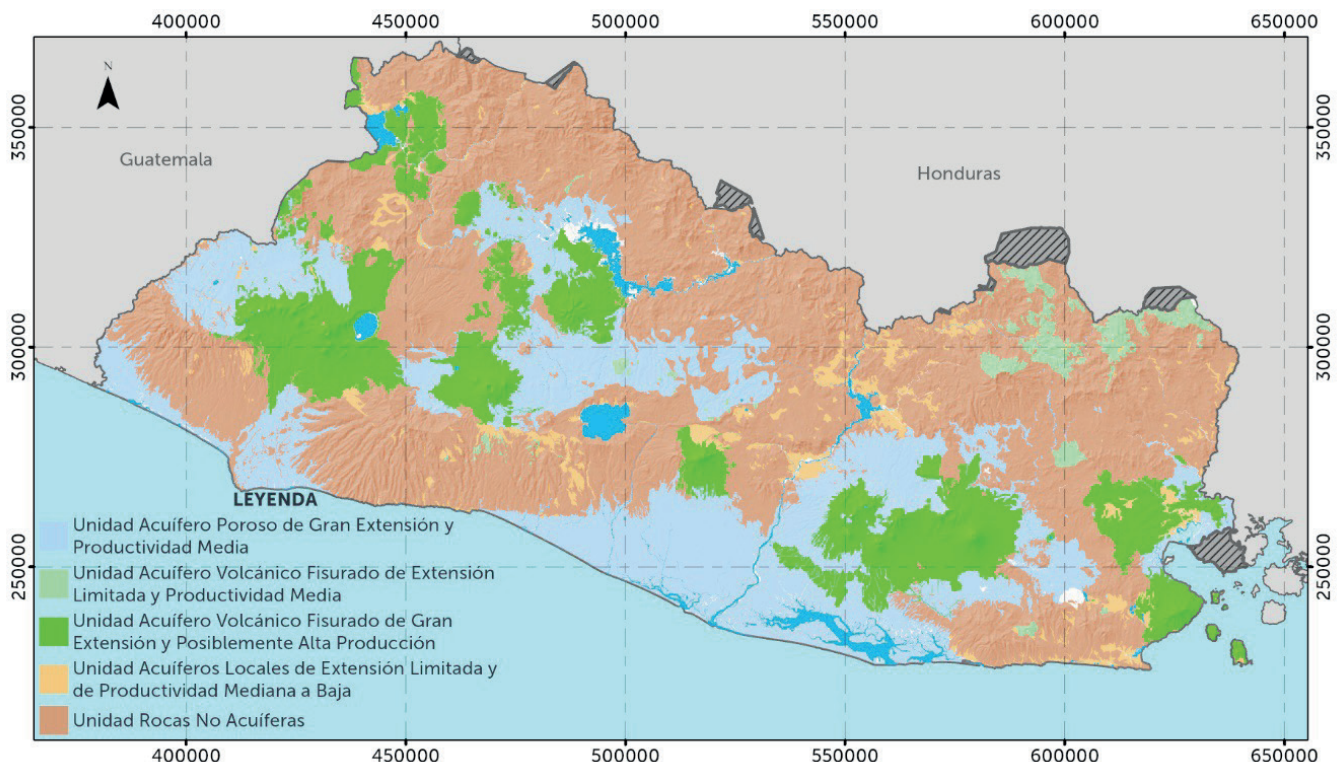
Aunado a esto, en la zona costera se debe tener en cuenta el riesgo de contaminación por las aguas marinas denominado "intrusión salina", esto ocurre cuando el nivel del agua en el acuífero desciende mucho, producto de un manejo no adecuado de los pozos que se encuentran en operación, lo que genera que el sentido de las corrientes subterráneas se invierta, atrayendo el agua del mar hacia el acuífero y salinizándolas. Esto genera un impacto irreversible en las propiedades del acuífero, y restringe su uso para abastecimiento, riego u otros fines.

La identificación de las zonas acuíferas depende del clima, la topografía y las características geológicas del terreno, los cuales permiten la formación de los sistemas de flujo locales, intermedios y regionales, en los que el tiempo de residencia del agua subterránea es de menor a mayor, respectivamente. Estos flujos presentan cada uno su zona de recarga, tránsito y descarga particular. La forma de identificar cada una de las zonas es a través de las características

físico-química de un flujo local con uno regional, el último presenta mayor profundidad y distancia de recorrido lo que le permite tener mayor interacción agua-roca; por tal razón, el agua en su zona de descarga presenta mayor temperatura, menor contenido de oxígeno disuelto, mayor salinidad y pH más alcalino. Generalmente, la descarga de este tipo de sistema de flujo se manifiesta en una cuenca hidrográfica diferente a aquélla donde se originó la recarga

Este análisis ha ido evolucionando a partir de la clasificación propuesta por el PNUD-ANDA (1972) y Losilla (2001), los cuales asociaron las formaciones acuíferas del país con las cuatro principales zonas hidrogeológicas., llegando a la elaboración del mapa hidrogeológico (ANDA-COSUDE, 2008) donde se identificaron las siguientes unidades hidrogeológicas: i) unidad acuífero volcánico fisurado de gran extensión y posible alta producción, ii) unidad acuífero volcánico fisurado de extensión limitada y productividad media; unidad acuífero poroso de gran extensión y productividad media, iii) unidad acuíferos locales de extensión limitada y de productividad mediana a baja y iv) unidades de rocas no acuíferas, las que se muestran en el Mapa 1.

Mapa 1. Unidades hidrogeológicas.

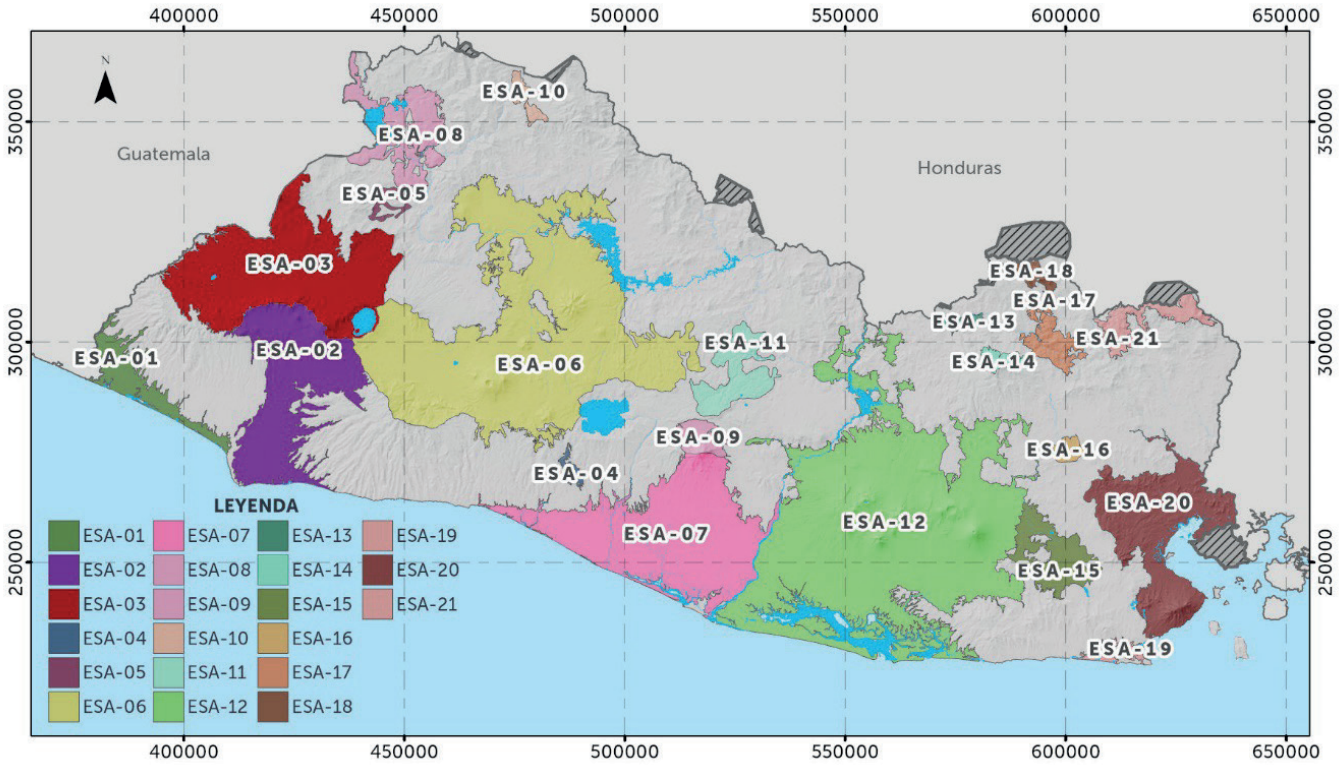


Fuente. ANDA-COSUDE, 2008

Se estima que el 46.34% (9611.88 km²) de la superficie del país equivale a unidades acuíferas que pueden agruparse en grupos en función del comportamiento hidrogeológico e hidroquímicos que se denominan Masas de Agua Subterránea (MASub) como se presentan en el Mapa 2, que

de acuerdo con el Plan Nacional de Gestión Integrada del Recurso Hídrico (PNGIRH) corresponden a 21 MASub y 72 acuíferos (MARN, Plan Nacional de gestión integrada del recurso hídrico de El Salvador, con énfasis en zonas prioritarias, 2017).

Mapa 2. Masas de agua subterránea



Fuente. MARN, 2017

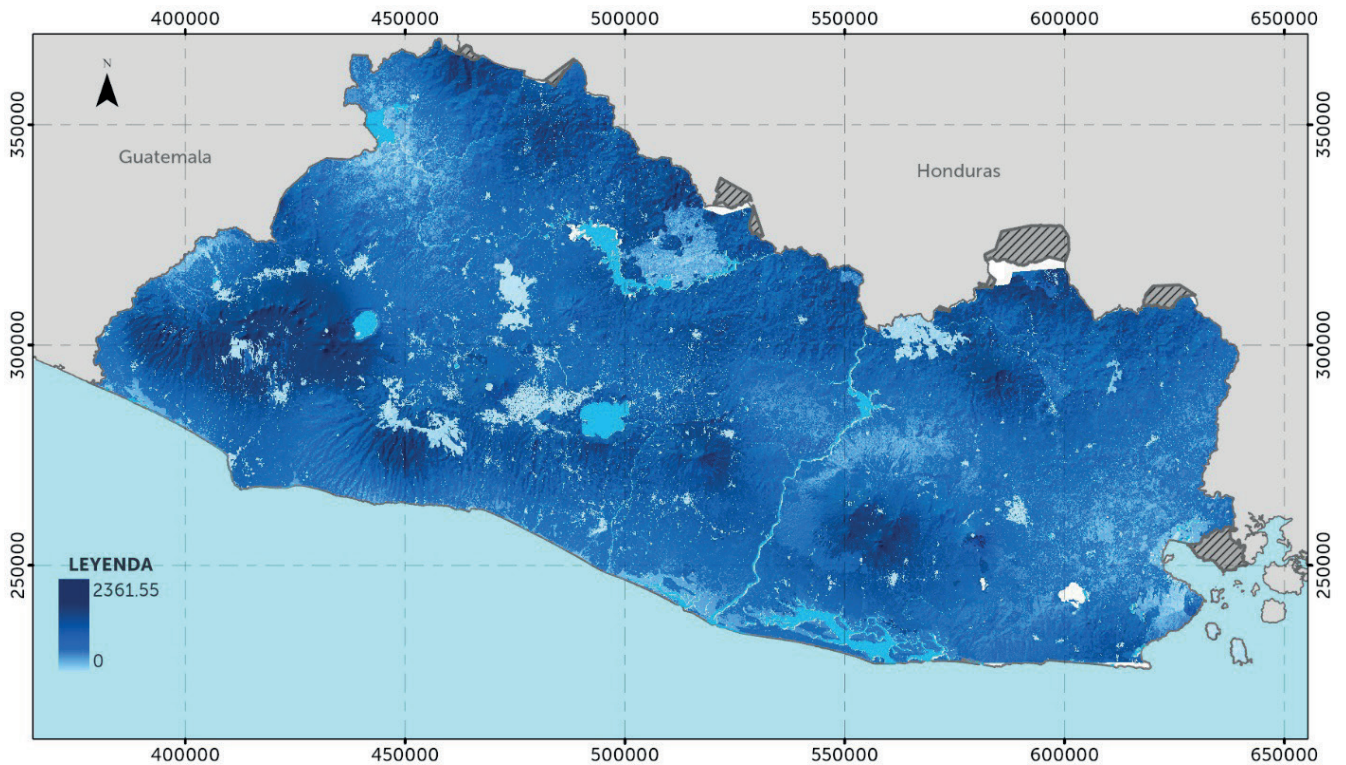
3. Metodología para la evaluación de la recarga hídrica

Existen diferentes metodologías para la identificación de áreas de recarga hídrica, las cuales pueden basarse en datos cualitativos o cuantitativos esto se define según herramientas que se poseen y el área sujeta de estudio.

En el país se han realizado varias metodologías para la estimación de la recarga de los acuíferos; en el año 2005 se utilizó la metodología RAS (Junker, 2005) y más recientemente, en el año 2018 se realizó una actualización basada en la metodología de balance hídrico de suelos establecido por Gunther Schosinsky (2006), el cual se fundamenta en la ecuación de Schosinsky y Lo-silla (2000) que estima la infiltración con base en la distribución de precipitación y coeficientes de infiltración en los suelos del país.

La metodología utiliza datos climatológicos para la determinación de los valores de infiltración, los cuales son ajustado por la pendiente topográfica del terreno, cobertura vegetal y la interceptación de la lluvia por las hojas, el método define la precipitación que se infiltra mediante el "Índice de Recarga o Infiltración potencial".

El análisis espacial de las áreas de estudio se realizó por medio del procesamiento de mapas temáticos, utilizando técnicas como álgebra de mapas, conversión y reorganización de características del área, lo cual permite definir áreas de infiltración homogéneas lo que permitió determinar para cada una de ellas el aporte a la recarga potencial de agua subterránea en un mapa ráster (Maoa 3) que evalúa la infiltración potencial por pixeles de 20x20 m.

Mapa 3. Recarga potencial de acuíferos (Gunther Schosinsky)

Fuente. MARN, 2017

4. Servicios ecosistémicos por infiltración

El concepto de servicios ecosistémicos ha sido ampliamente debatido, al principio se definió como las condiciones y procesos a través de los cuales los ecosistemas naturales y las especies conforman, sostienen y satisfacen la vida humana, percibiéndose como un beneficio directo o indirecto de dichas funciones (Daily, 1997; Constanza, y otros, 1997); por lo tanto, su funcionamiento está directamente vinculado con los beneficios perceptibles en términos de salud, economía y calidad de vida de las personas.

Los ecosistemas son combinaciones complejas de organismos vivos y no vivos que interactúan y participan en procesos intrincados, afectando unos a otros. Ellos proveen beneficios a la sociedad y las economías, y prestan múltiples servicios esenciales para aumentar la seguridad hídrica.

El recurso hídrico como un ecosistema, genera los beneficios y servicios que incluyen el almacenamiento y la producción de agua dulce, la regulación de los caudales, la purificación del agua, la recarga del agua a los acuíferos subterráneos y la reducción de riesgos asociados a desastres relacionados con el agua.

En vista del deterioro ambiental del país y especialmente por la crisis hídrica que sufren las comunidades rurales y sabiendo que el recurso hídrico es el primero que sufre

los efectos del cambio climático, los cuales se han evidenciado en el país mediante la ocurrencia de precipitaciones de corta duración y altas intensidades, repercutiendo en lluvias cuya intensidad es mayor que la tasa de infiltración, dando lugar grandes volúmenes de escorrentía con el consecuente desperdicio de agua y repercutiendo en que los suelos no conservan su humedad; por lo tanto se genera una baja recarga en las zonas acuíferas.

El valor económico de los servicios ecosistémicos y en especial el recurso hídrico, es ignorado con frecuencia, a pesar de destacados estudios que demuestran su enorme contribución a escala global. Los ecosistemas de agua dulce y los bosques tropicales son los ambientes más biodiversos del mundo. Ellos contribuyen considerablemente al suministro de servicios ecosistémicos a través de procesos ecológicos.

Sin embargo, la pérdida progresiva de la biodiversidad ocasiona que los ecosistemas sean más vulnerables, afectando su capacidad de adaptación. La naturaleza también necesita agua para garantizar una eficiente prestación de los servicios; por lo tanto, la seguridad hídrica y los ecosistemas deben considerarse codependientes para garantizar la conservación de los servicios ecosistémicos.

Por cuanto es prioritario la formulación y el control de las dinámicas de territorio mediante el diseño de medidas de manejo e intervenciones que potencien impactos positivos (obras o acciones a favor de la recarga hídrica) y minimicen los impactos negativos en los ecosistemas terrestres (naturales y antrópicos), como los cambios en el uso de suelo relacionados con los aspectos de deforestación, agricultura, ganadería y urbanización, entre otros que modifican el ciclo hidrológico.

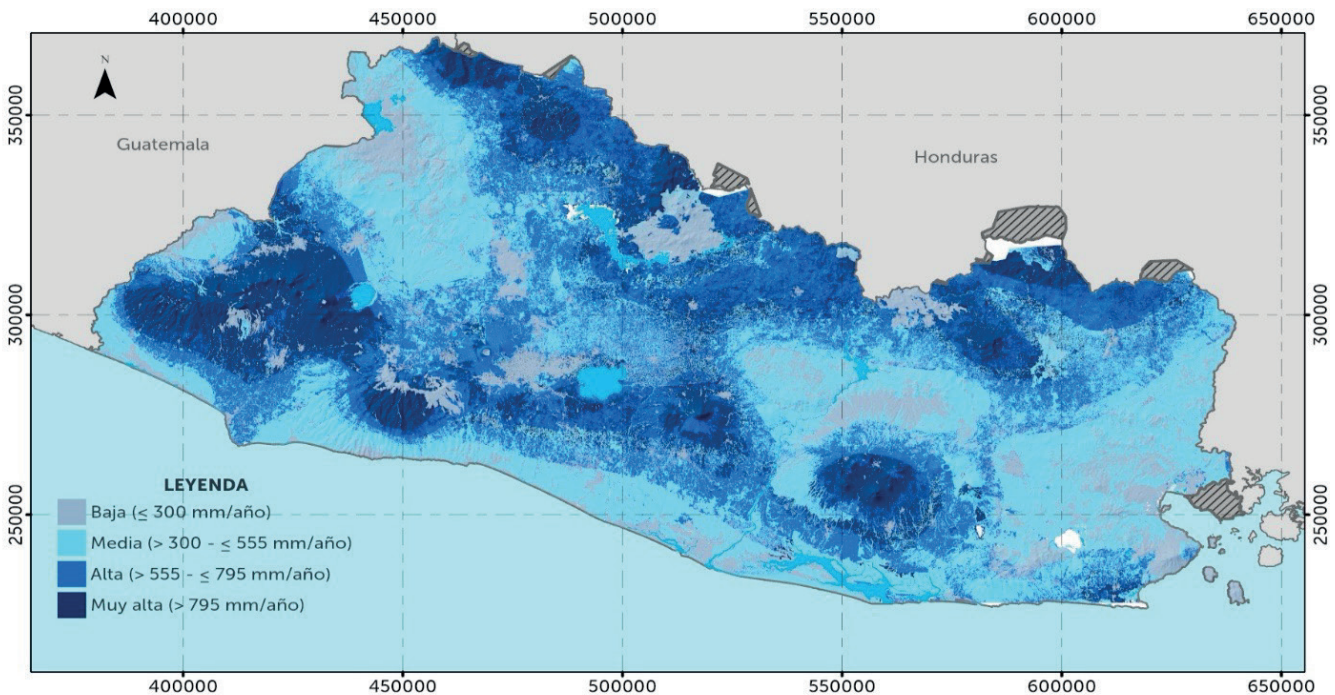
5. Recarga potencial de los acuíferos y su compensación

La recarga hídrica ha sido retomada por la métrica de compensación con el objetivo de compensar los impactos a los servicios ecosistémicos que se verán afectados para

garantizar la sostenibilidad y abastecimiento que requieren los núcleos poblacionales los cuales se ven beneficiados del manejo y conservación de los suelos en la cuenca media y alta, la formación hidrogeológica existente y el tipo de vegetación como factores que pueden incidir de forma favorable o perjudicial en la recarga de un acuífero.

Por tal razón y con el objetivo de priorizar las zonas de recarga, a partir del mapa generado en el 2018 (Mapa 3) se realizó una clasificación de los pixeles en base al sistema Jenks Natural Breaks Classification (u Optimization); el cual consiste en un método de clasificación de datos diseñado para optimizar la disposición de un conjunto de valores en clases "naturales"⁶, para delimitar espacialmente el índice de recarga o infiltración y clasificarlo los rangos (Mapa 4), asociándolos con un valor cualitativo.

Mapa 4. Recarga acuífera potencial clasificada por rangos



Fuente. MARN, 2017

⁶Una clase natural es el rango de clase más óptimo que se encuentra "naturalmente" en un conjunto de datos. Un rango de clase se compone de elementos con características similares que forman un grupo "natural" dentro un conjunto de datos.

El criterio de agrupamiento de la recarga hídrica por rango permite zonificar el territorio; **por lo tanto, una zona que se clasifique con recarga potencial alta, tendrá una ponderación mayor que una zona con recarga potencial baja.**

Además, se consideró la delimitación de las MASub (Mapa 2) junto con las unidades acuíferas (Mapa 1) para priorizar las zonas en función de las unidades hidrogeológicas y la comunicación entre sí, es decir, un acuífero productivo comunicado con los acuíferos colindantes, será mejor ponderado que un acuífero que pueda estimarse aislado

y de poca capacidad. **Es decir, una zona dentro de una MASub conformada por Unidades Acuíferas de potencial aprovechamiento será mejor ponderada que una zona de baja productividad y aislada de los acuíferos colindantes.**

A partir de estos insumos, se emplea la Ecuación 1 que corresponde a la suma de los puntajes de cada variable asignados por criterio y que pueden combinarse entre sí, generando variaciones que, de acuerdo a la sumatoria total serán categorizadas por nivel de priorización de la recarga hídrica.

Ecuación 1:

$$ZRH = \text{Recarga hídrica (Schosinsky)} + MASub$$

Entre mayor sea la priorización de la recarga hídrica, mayor será su puntaje o aporte en la determinación de las unidades de biodiversidad a compensar. Cada ponderación por atributo se presenta en la Tabla 1 y el resultado cartográfico se presenta en el Mapa 5.

Por ejemplo, un proyecto ubicado en una zona de recarga hídrica alta, tendrá una ponderación de 1.0; éste puede ubicarse en cualquiera de las 4 categorías de unidades acuíferas y estar o no estar dentro de una MASub; en caso que éste se ubicara dentro de una MASub y dentro de una Unidad Acuífero Volcánico Fisurado de Extensión Limitada y Productividad Media, tendrá una ponderación de 0.66, la sumatoria estas dos ponderaciones es de 1.66; por lo tanto, su priorización es "Muy alta" por ser mayor a 1.60.

Mapa 5. Recarga y priorización de acuíferos por su recarga hídrica y productividad

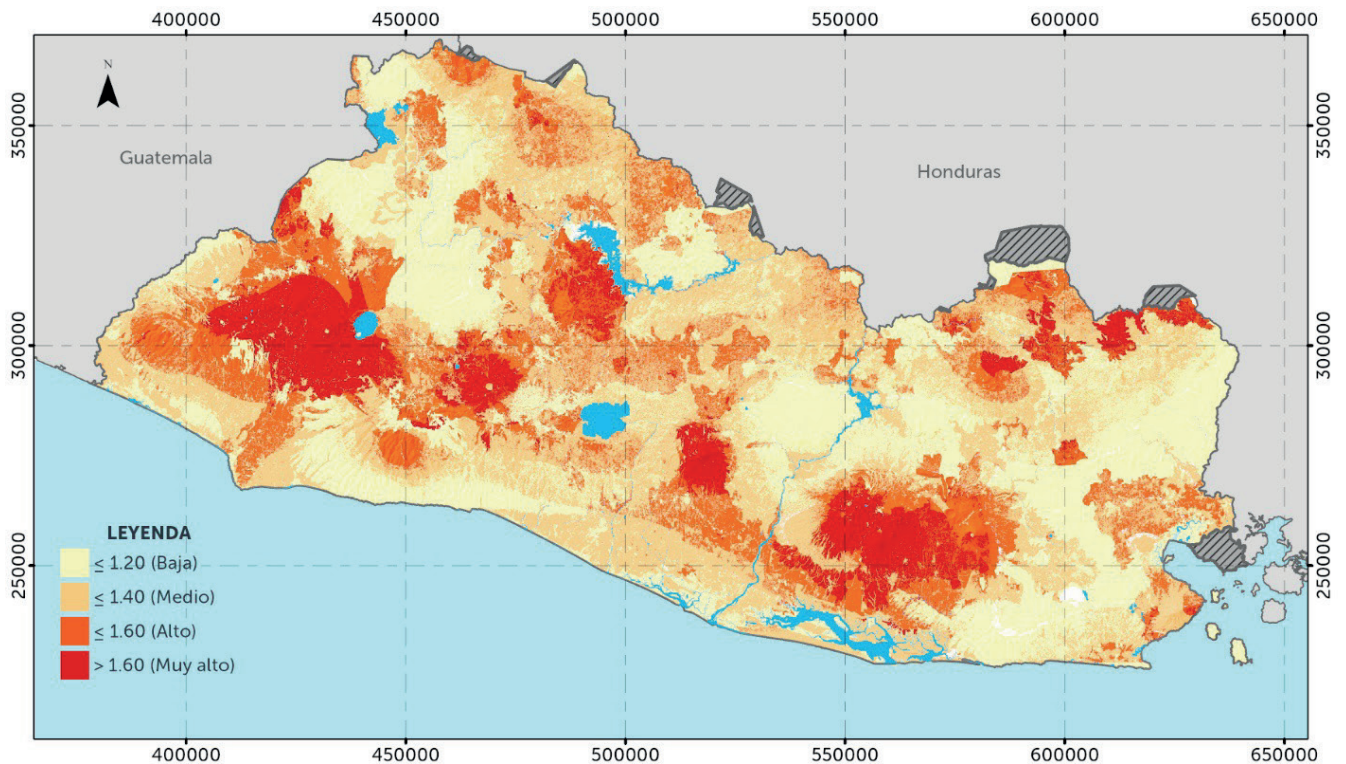


Tabla 1. Matriz de permutación de los valores por atributo

Recarga hídrica, 2018	Puntaje	Dentro de MAsub / Unidades Acuíferas	Puntaje	Rangos (Σ puntajes)
Muy alta	1.2	Si / Unidad Acuífero Volcánico Fisurado de Gran Extensión y Posiblemente Alta Producción	0.8	Muy alta > 1.60
Alta	1.0	Si / Unidad Acuífero Volcánico Fisurado de Extensión Limitada y Productividad Media	0.66	Alta $1.40 \leq 1.60$
Media	0.8	Si / Unidad Acuífero Poroso de Gran Extensión y Productividad Media Si / Unidad Rocas No Acuíferas pero comunicadas Si / Unidad Acuíferos Locales de Extensión Limitada y de Productividad Mediana a Baja	0.53	Media $1.20 \leq 1.40$
Baja	0.6	No / Unidad Acuíferas incomunicadas	0.40	Baja ≤ 1.20

Fuente. *Elaboración propia*

6. Monitoreo de los acuíferos por análisis isotópico

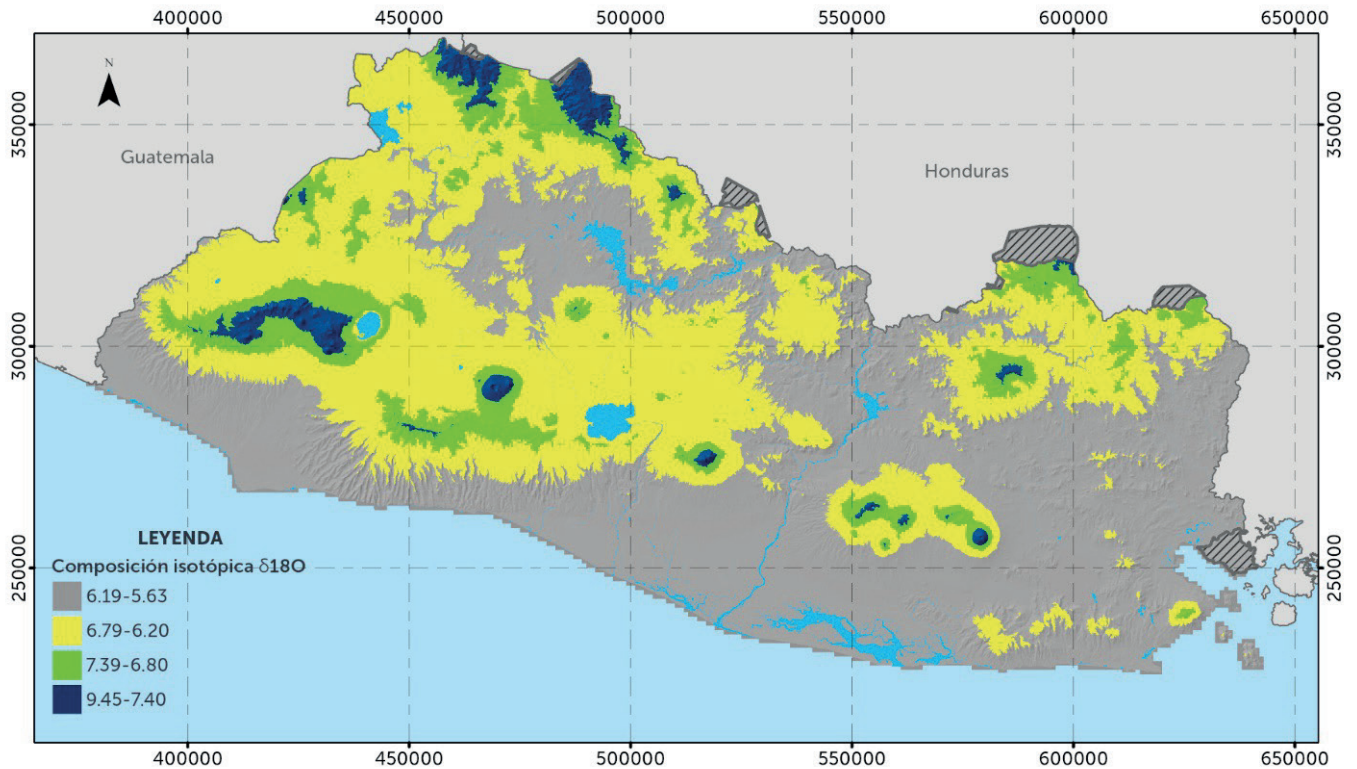
Un criterio importante considerado para el monitoreo de los impactos y acciones de restauración es la incorporación del análisis isotópico que está desarrollando la Dirección del Observatorio de Amenazas y Recursos Naturales (DOA); éste consiste en que a partir de mapas denominados "isoscapes" (Mapa 6) resultado de la combinación de "isotopos" y "landscape" (paisaje).

El isoscape es, básicamente, el resultado de aplicar un método de trazador que ha utilizado un isótopo para definir caminos preferenciales de flujo subterráneo (Hendrickx & Walker, 2017), los cuales pueden utilizarse para

determinar las fuentes que originan la recarga, realizando el papel de señalizadores mediante la inyección de un trazador y luego rastrearlo en un área determinada (Lerner, 1990).

El mapa ha sido generado a partir de la ecuación establecida para el $\delta^{18}O$ en función de la elevación del terreno, ya que fue con dicho isótopo que se obtuvo el mejor coeficiente de correlación entre paisaje y la composición isotópica, lo cual representa una oportunidad para comprender las relaciones entre el entorno y el comportamiento de los acuíferos.

Mapa 6. Mapa isoscape



Fuente. MARN, 2022

En base a esto se pueden identificar mecanismos responsables de generación de flujo; es decir, las zonas de recarga, así como sistemas de contaminación (Kendall & Caldwell, 1998), convirtiéndose en una red o sistema de monitoreo para el comportamiento y resultados de las acciones de compensación que se estén desarrollando en las parte media y alta de las cuencas, así como los efectos de los impactos negativos derivados de malas prácticas o degradación de los ecosistemas.

Se puede concluir que, además de priorizar las zonas de mayor recarga y mayor productividad se plantea un sistema de monitoreo del comportamiento de los acuíferos vinculados al análisis isotópico que permitirá identificar de manera dinámica el estrés hídrico, efectos del corredor seco en las zonas de recarga, consecuencias de la deforestación o degradación, así como las acciones de restauración en la condición ecosistémica.



Anexo 3

**Propuesta de
indicadores para
monitoreo, reporte
y verificación de
las acciones de
restauración**

Propuesta de indicadores para monitoreo, reporte y verificación de las acciones de restauración

Introducción

La restauración de ecosistemas es un proceso que conlleva un horizonte de tiempo de mediano y largo plazo. Por ello, desarrollar e implementar estrategias de restauración efectivas y sostenibles de los ecosistemas orientadas a la recuperación de ecosistemas y paisajes, requiere de una serie de exigencias económicas, humanas y tecnológicas para demostrar la efectividad de las medidas, y solo después de varios años de trabajo de campo, del desarrollo de líneas base, de generación de indicadores y parámetros que monitoreen el progreso de estas acciones, los resultados son visibles.

Dado que, demostrar la restauración de los ecosistemas y paisajes toma tiempo, es importante contar con un sistema sólido y eficiente de monitoreo y verificación forma permanente para destacar sus resultados. En esta tarea los gobiernos deben enfocar sus esfuerzos para construir líneas bases y definir indicadores que permitan verificar los avances en la restauración.

En ese sentido, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el Instituto de Recursos Mundiales (WRI) en el año 2020, plantean una guía práctica para identificar prioridades en indicadores para monitorear la restauración de bosques y paisajes. Esta guía brinda una serie de mecanismos para el monitoreo de la restauración adaptables a cada país (Buckingham et al. 2019). Además, establece las razones fundamentales del porque monitorear, las cuales son:

- 1. Asegurar la transparencia y proveer evidencia** del progreso, de los logros, y del impacto en ciertos objetivos y metas específicas, incluyendo evaluaciones periódicas sobre quién y cómo benefician las intervenciones.
- 2. Comunicar los resultados positivos** y aprender de los resultados negativos para aprovechar el impulso positivo, inspirar respuesta y compartir conocimientos relevantes
- 3. Guiar y apoyar** la implementación de proyectos, proveer de retroalimentación, incluyendo aprendizajes co-

lectivos y continuos para la gestión adaptativa.

- 4. Permitir** que las partes interesadas vean el progreso de sus objetivos de inversión.
- 5. Compartir evidencia** con los inversores para aumentar la confianza y promover más inversiones
- 6. Apoyar el monitoreo** sólido de los impactos de la restauración y los reportes regulares del avance de los compromisos nacionales, regionales e internacionales.

Aunado a ello, una séptima razón que debe incorporarse a las ya antes descritas es:

- 7. El nivel de planificación-Cohesión Social** de las acciones de restauración debe comprender desde el nivel más básico y cultural de las comunidades locales, hasta los niveles superiores (privados, gubernamentales y técnicos), donde se integren los diferentes intereses y valores de pertenencia e importancia de los ecosistemas para consensuar y obtener resultados sostenibles en el tiempo.

Actualmente el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, está desarrollando diversas iniciativas vinculadas con la restauración, entre ellas: la actualización de las compensaciones ambientales por el desarrollo de proyectos, la cual plantea un enfoque de valoración de los ecosistemas y la priorización de estrategias como la restauración y la conectividad entre ecosistemas como instrumentos que permitan demostrar la no pérdida o ganancia neta en biodiversidad.

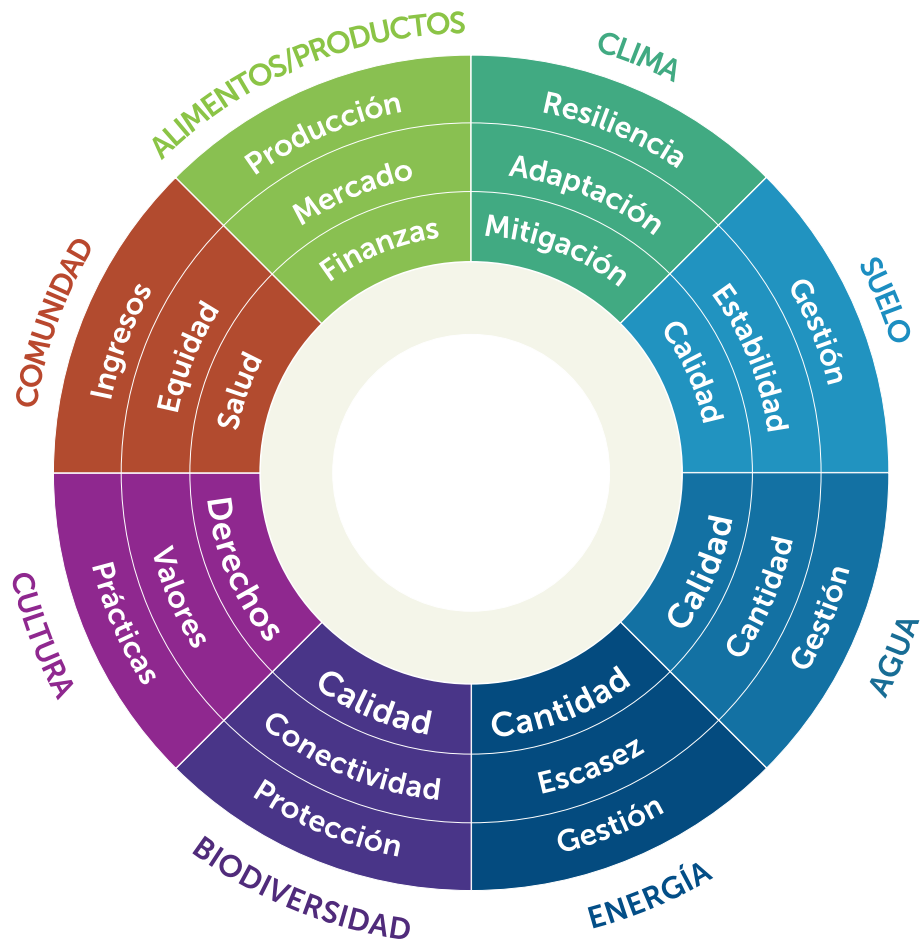
Con esta propuesta se busca, plantear indicadores para medir los resultados de los diversos planes orientados a la restauración y fortalecer las capacidades para el monitoreo, seguimiento e informe de las acciones de restauración de ecosistemas y paisajes productivos como los descritos anteriormente u otros. Con el fin de demostrar la no pérdida o la ganancia neta en biodiversidad por las diferentes acciones realizadas.

Base Conceptual

El desarrollo y planteamiento de los indicadores propuestos, ha sido retomado y adaptado para nuestro país a partir del documento El Camino de la Restauración (Buckingham et al. 2019).

Para el establecimiento de indicadores y su monitoreo los autores proponen temas y subtemas-objetivo de restauración comunes, para los cuales brindan una gama de enfoques de aplicación, que incluye: una perspectiva propia que se vincula, el enfoque de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y el enfoque de bienes y servicios ecosistémicos derivados de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2005), como puntos de entrada (Figura 1).

Figura 1. Enfoque del programa AURORA/WRI



Con base en este análisis y como marco de actuación para el monitoreo y evaluación de las acciones de restauración que buscan la pérdida nula o la ganancia neta en biodiversidad, se plantean los siguientes objetivos y metas:

Objetivo General

Plantear indicadores para medir los resultados de los diversos planes orientados a la restauración y fortalecer las capacidades para el monitoreo, seguimiento e informe de las acciones de restauración de ecosistemas y paisajes productivos como los descritos anteriormente u otros. Con el fin de demostrar la no pérdida o la ganancia neta en biodiversidad por las diferentes acciones realizadas.

Metas

- **M1.** Desarrollar en un plazo de tres años líneas bases de los ecosistemas y agroecosistemas como medio para el seguimiento y monitoreo de los indicadores.
- **M2.** Implementar acciones de recuperación de ecosistemas y paisajes, con base a indicadores desarrollados.

- **M3.** Revisar y actualizar anualmente los indicadores generados para medir el progreso en las acciones de restauración de ecosistemas y paisajes.
- **M4.** Lograr la homologación de indicadores base al interior del MARN, que permita medir el proceso de Restauración de Ecosistemas y Paisajes.

Considerando lo establecido por (Buckingham et al. 2019) y con base en consulta de expertos se proponen una batería de indicadores en los cuales se han adaptado los enfoques antes mencionados, adicionando indicadores que permiten medir la pérdida o ganancia neta en biodiversidad.

Además, se ha considerado la realidad del país teniendo en cuenta las barreras y retos que implica el desarrollo de un proceso de Restauración de Ecosistemas y Paisajes.

La Tabla 1, muestra los indicadores propuestos para medir los resultados de las acciones de restauración y/o conservaciones contenidas en los diferentes instrumentos como planes, así como, su forma de medición y la contribución o fuente considerada para su establecimiento. Con esto, se espera disponer de elementos que permitan demostrar la contribución de las diversas estrategias a la restauración de ecosistemas y paisajes productivos.

Tabla 1. Indicadores propuestos para la medición de resultados e impactos

Enfoque	Sub tema	Indicador	Colector	Contribución
Económicos	Ingresos	Beneficios económicos de la restauración	# de empleos generados y segregados por sexo	WRI, ONU/SDGS Objetivos 1 y 8
			Ingresos por actividades de restauración segregados por sexo	
	Mercado	Acceso a mercado	Apertura a nuevos mercados	
		Ganancia del productor por precio final	Ganancia del productor por precio final	
Finanzas	Acceso a servicios financieros	% de acceso a servicios financieros innovadores		
Cultura	Prácticas	Uso del conocimiento, innovaciones y prácticas	# de agricultores desarrollando prácticas tradicionales, innovadoras y practicas	WRI, AICHI, Meta 18
	Valores	Percepción sobre la restauración	# de agricultores participando en acciones de restauración	
Regulación suelo/ agua	Estabilidad	Compactación y Permeabilidad del suelo	Datos de infiltración	WRI, AICHI, Meta 8, ONU/SDGS Objetivo 6
	Gestión	Uso de prácticas de conservación de suelos	% beneficiarios utilizando obras de conservación de suelos	
		Uso de prácticas de conservación de agua	% beneficiarios utilizando obras de conservación de agua	AICHI, Meta 14
Alimentación y productos	Producción	Productividad de la tierra	# de qq producidos	WRI, ONU/SDGS Objetivo 8, AICHI, Meta 7
		Producción sostenible	# de has bajo producción sostenible	WRI, ONU/SDGS Objetivo 8, AICHI, Meta 7

Enfoque	Sub tema	Indicador	Colector	Contribución
Biodiversidad	Calidad	Listado de especies identificadas en la lista roja	# de especies identificadas	WRI, ONU/SDGS Objetivo 15. AICHI, Meta 12
		Riqueza de especies	# especies distintas presentes	WRI, MARN: Pérdida neta cero o ganancia neta en biodiversidad-conforme a la métrica propuesta
			# especies distintas plantadas	
			% de cobertura incrementada	
	Conectividad	Conexión entre hábitats o corredores	# de hábitat y corredores identificados y conservados	WRI, ONU/SDGS Objetivo 15, AICHI, Meta 5 y 11
			Promedio de la distancia más cercana entre parches de hábitats	WRI, ONU/SDGS Objetivo 15, Aichi Metas 5 y 11
	Protección	Sitios significativos para la biodiversidad	Proporción cubierta por áreas Protegidas o Estratégicas para la conservación (ha)	WRI, ONU/SDGS Objetivo 15, Aichi Metas 5 y 11

Fuente. *Elaboración propia*



MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS
NATURALES

www.marn.gob.sv | medioambiente@marn.gob.sv