

MANUAL DE EVALUACIÓN
DE REGENERACIÓN NATURAL EN

Bosques de Manglar



MANUAL DE EVALUACIÓN
DE REGENERACIÓN NATURAL EN

Bosques de Manglar

Referenciación recomendada para citar este documento:
ICF (Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo
Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre). 2024. *Manual de
evaluación de regeneración natural en bosques de manglar*.
Comayagüela, M.D.C., Honduras.



Autoridad nacional

Luis Edgardo Soliz Lobo

Ministro

Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF)

Elaborado por el equipo técnico del Programa Nacional de Reforestación (PNR)

Maruín Javier Agidero Rivera

Coordinador nacional

Aurorita Yessenia Espinal Giron

Asistente de la coordinación

Roberto Eugenio Gutiérrez Yanes

Unidad de monitoreo, seguimiento y evaluación

Celeste Avelina Díaz Licona

Técnico de restauración

Contribuyentes del equipo técnico del ICF

Javier Gutiérrez

Asesor en restauración

Betina Salgado

Departamento de Manejo Forestal

Sail Danilo Martínez

Departamento de Cuencas Hidrográficas

Daniel García

Roberto Medina

Departamento de Áreas Protegidas

Participantes en el taller de validación

Alexis Estrada

ICF, Región Forestal del Pacífico

Ciro Navarro

ICF, Oficina Local de Tela

Lilibeth del Cid

ICF, Región Forestal de Atlántida

Oscar Miranda

ICF, Región Forestal Biósfera del Río Plátano

Ana Banegas

Fundación para el Desarrollo de la Zona Sur (FUNDESUR)

Delmi Paz

Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA, Oficina Regional de Choluteca)

Diego Carias

Raquel Álvarez

Centro de Estudios Marinos (CEM)

Erick A. Larios

Universidad Nacional Autónoma de Honduras UNAH

Centro Universitario Regional del Litoral Pacífico CURLP

Faride Saybe

José Antonio Cano

Lifeweb-ICF

Jairo García

Fundación Cuero y Salado (FUCSA)

Karen Paz

GOAL

Nelbin Bustamante

Fundación para la Protección de Lancetilla, Punta Sal y Texiguat (PROLANSATE)

Nidia Ramos

Bay Islands Conservation Association (BICA – Roatán)

Onan Osorto

Comité para la Defensa y Desarrollo de la Flora y Fauna del Golfo de Fonseca (CODDEFFAGOLF)

Ronal Melgar

Granjas Marinas

Rosa Wood

Universidad Nacional de Agricultura y Ganadería (UNAG –Sede Mistruk)

Aracely Castro

Coordinadora de Proyecto y Asociada Forestal Senior en Honduras – GGGI

Lesly Licona

Consultora de GGGI

Realizado en Tela, Atlántida del 16 al 18 de octubre del 2024

Fotografías: ICF

Sitio web: www.icf.gob.hn

Facebook: Instituto de Conservación Forestal ICF

X: @ICFHonduras

Instagram: ICF Conservación Forestal



El Instituto de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF) agradece a las personas, instituciones y organismos internacionales que contribuyeron a la elaboración, validación y publicación del *Manual de evaluación de regeneración natural en bosques de manglar*.

El ICF expresa un especial agradecimiento al Instituto Global para el Crecimiento Verde (GGGI) en el marco del Proyecto de Cooperación Triangular entre Corea-México-Tres Países Centroamericanos para el Fortalecimiento de Capacidades para la Restauración del Paisaje Forestal en Respuesta al Cambio Climático, financiado por la Agencia de Cooperación Internacional de Corea (KOICA), por su apoyo al desarrollo, validación, edición, diseño, diagramación e impresión de este documento.

Asimismo, reconocemos el esfuerzo de todas las entidades involucradas en la restauración forestal del país: su experiencia y conocimiento han sido esenciales para enriquecer las metodologías presentadas en este documento. También extendemos nuestro agradecimiento a los socios estratégicos –incluidas las organizaciones no gubernamentales y la academia– por su valioso apoyo técnico.

Este manual se concibe como una herramienta para definir criterios técnicos y conceptuales de la restauración pasiva en el marco de la Estrategia Nacional de Restauración Forestal de Honduras 2023-2030 (ENRF). Su firme propósito es contribuir a la implementación de técnicas de restauración que favorezcan el bienestar ambiental, social y económico de las generaciones presentes y futuras.

Conoce nuestras actividades en redes sociales:

Global Green Growth Institute en América Latina y el Caribe:

LinkedIn: GGGI Latin America & the Caribbean

X (Twitter): @GGGI_LAC

Website: <https://ggi.org/>



Contenido

Presentación 11

Introducción 12

1. Marco conceptual 14

- 1.1 ¿Cómo es un bosque de manglar? 14
- 1.2 ¿Qué es un ecosistema de manglar? 14
- 1.3 Clasificación ecológica de los manglares 16
- 1.4 Clasificación según la composición de especies 17
- 1.5 Condición del suelo en bosques de manglar según su nivel de humedad 17
- 1.6 Conceptos asociados a la evaluación de la regeneración natural 17

2. Marco legal 20

3. Metodologías de evaluación 23

3.1 Nivel 1: Evaluación mediante sensores remotos satelitales 24

- 4.1.1 Consideraciones 24
- 4.1.2 Criterios de evaluación 24
- 4.1.3 Procedimiento de la validación mediante sensores 24
- 4.1.4 Procedimiento de la validación mediante vista de campo 25

3.2 Nivel 2: Evaluación cualitativa *in situ* 25

- 3.2.1 Consideraciones 25
- 3.2.2 Criterios de evaluación 25
- 3.2.3 Procedimiento de la evaluación *in situ* 25

3.3 Nivel 3: Evaluación mediante unidades de muestreo (UM) 30

4. Parámetros de la evaluación de la regeneración natural 27

4.1 Criterios 27

4.2 Área de evaluación 27

4.3 Estación de la regeneración 27

4.4 Periodo de evaluación de la regeneración natural 28

4.5 Unidad de muestreo (UM) 28

4.6 Diseño de muestreo 29

- 5.6.1 Muestreo aleatorio 29
- 5.6.2 Muestreo aleatorio sistemático 29

4.7 Categorías de regeneración natural a evaluar 30

4.8 Densidad mínima aceptable 32

4.9 Estado fitosanitario de las plantas a evaluar 33

4.10 Especies considerables para la evaluación 34

4.11 Diagnóstico del sitio de la regeneración natural 36

5. Escenarios de la regeneración natural 39

6.1 Escenario 1: regeneración aceptable (RA) 39

6.2 Escenario 2: Regeneración incompleta (RI) 39

6. Prescripciones técnicas 42

7. Regeneración natural asistida (RNA) 43

7.1 Actividades recomendadas para RNA en manglares 43

8. Detalles del proceso de evaluación de la RN en bosque de manglar 45

8.1 Descripción del proceso de evaluación 45

8.1.1 Prei-identificación del área a evaluar **45**

8.1.2 Identificación técnica *in situ* **46**

8.1.3 Delimitación del área de evaluación **46**

8.1.4 Ubicación de las UM **46**

8.1.5 Demarcación de la UM **46**

8.1.6 Evaluación de la regeneración natural (RN) **48**

8.1.7 Análisis de los resultados **48**

8.1.8 Reporte y registro de áreas **48**

8.2 Determinación del tamaño de la muestra y cantidad de UM a evaluar 48

8.2.1 Premuestreo **48**

8.2.2 El Muestreo **49**

8.3 Medición de las variables en la UM 51

8.3.1 Brinzal **51**

8.3.2 Latizales **51**

8.4 Análisis complementario de la calidad de agua 51

9. Previsiones para el trabajo de campo 52

9.1 Guía de previsiones 54

9.2 Lista de herramientas y equipos 54

10. Procedimiento de registro de las áreas evaluadas 56

10.1 Reporte de aprobación 56

10.2 Medios de verificación 56

10.3 Presentación de informe 56

10.4 Control de calidad 58

10.5 Registro en la plataforma 58

10.6 Supervisión y acompañamiento 58

10.7 Monitoreos posteriores 58

Lista de referencias 60

Anexos 63

Anexo 1. Diagnóstico del área de evaluación de la regeneración natural 63

Anexo 2. Hoja de campo para la evaluación de las categorías de regeneración natural 64

Anexo 3. Formato de mapa para la ubicación y distribución de las UM en el área de la evaluación de regeneración natural 65



Siglas y Acrónimos

CITES Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres

CTNH Comité Técnico Nacional de Humedales

DAP Diámetro a la Altura del Pecho

ENRF Estrategia Nacional de Restauración Forestal de Honduras 2023-2030

GPS Sistema de Posicionamiento Global

ha Hectáreas

ICF Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre

IUCN Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

LFAPVS Ley Forestal de Áreas Protegidas y Vida Silvestre

PNR Programa Nacional de Reforestación

RA Regeneración aceptable

RI Regeneración incompleta

RN Regeneración natural

RNA Regeneración natural asistida

SIG Sistemas de Información Geográfica

UM Unidades de muestreo



Presentación

Los manglares son ecosistemas únicos, que desempeñan un papel determinante en la mitigación del cambio climático, la protección costera y la preservación de la biodiversidad. La regeneración natural es un proceso esencial para su conservación y restauración; sin embargo, no hay un documento oficial que oriente su evaluación en campo.

De acuerdo con eso, el objetivo de este manual es facilitar una evaluación eficiente, que permita identificar las condiciones actuales del manglar, las limitantes que enfrenta como ecosistema y las acciones necesarias para su recuperación. Para ello, proporciona información precisa para la toma de decisiones en proyectos de restauración y para el manejo sostenible de los ecosistemas de manglar.

Aunque se dirige a todos los interesados en realizar actividades de restauración pasiva (técnicos de programas y proyectos, organizaciones, asociaciones, etc.), particularmente este instrumento guiará a los técnicos del Programa Nacional de Reforestación (PNR) del Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF), en la ejecución y validación de los procesos de restauración a nivel nacional. Además, constituye un mecanismo clave para evaluar la regeneración natural de los manglares.

La elaboración de este documento responde a la necesidad de herramientas prácticas que permitan hacer un seguimiento adecuado de procesos que aseguran la sostenibilidad de los bosques. Por eso, proporciona una metodología estandarizada y aplicable al contexto del ecosistema de manglar considerando factores ambientales y sociales.

En concordancia con la propuesta de Honduras para la “restauración forestal de 1,3 millones de hectáreas de bosque al 2030” a través de las NDC, este manual también se dirige a todos aquellos entes interesados en contribuir a los compromisos internacionales sobre cambio climático bajo la CMNUCC.

Introducción

Los manglares son ecosistemas muy **valiosos y productivos**, esenciales tanto para las comunidades costeras que dependen de ellos como para las poblaciones en áreas elevadas. También se reconoce su rol fundamental en la provisión de servicios ecosistémicos de gran relevancia ambiental, socioeconómica y sociocultural. De acuerdo con ello, estos ecosistemas desempeñan funciones clave, que van más allá de su valor ecológico, pues impactan a las comunidades humanas y a la biodiversidad. Por esto adquieren una importancia crítica en los esfuerzos de conservación.

En términos ambientales, los manglares son sumideros de carbono altamente eficientes: tienen la capacidad de capturar y almacenar hasta diez veces más dióxido de carbono (CO₂) que los bosques terrestres. Esto los convierte en aliados clave para la mitigación del cambio climático. Además, actúan como barreras naturales que protegen las costas: reducen la erosión, amortiguan efectos de las tormentas y oleajes, y disminuyen el riesgo de inundaciones. Estos ecosistemas también son hábitats esenciales para una rica diversidad de especies marinas y costeras. Con esto contribuyen a la salud de ecosistemas adyacentes (como los arrecifes de coral) y apoyan a las comunidades locales que dependen de la pesca para su sustento (IUCN, 2020; UNEP, 2014).

Desde una perspectiva socioeconómica, los manglares en Honduras resultan vitales para la economía local: son generadores principales de **recursos naturales** como madera, alimentos, medicinas y otros productos forestales (ICF, 2023). Además, ofrecen oportunidades para el ecoturismo, una fuente potencial sostenible de ingresos para las comunidades locales. En su dimensión sociocultural, muchos bosques de manglar se consideran sagrados o culturalmente significativos para las comunidades indígenas y locales, pues forman parte integral de sus prácticas tradicionales, identidad cultural y creencias espirituales (ICF, 2023).

Sin embargo, a pesar de su gran importancia, la extensión de los ecosistemas de manglar ha disminuido significativamente en las últimas décadas. Esta reducción se debe a actividades humanas como la acuicultura, agricultura, ganadería, explotación forestal, desarrollo de infraestructura turística, urbanización y contaminación de suelos y aguas (FAO, 2007). Estas presiones, unidas a los cambios naturales en las dinámicas oceánicas, hídricas y de sedimentación, alteran la estructura y el funcionamiento del ecosistema de manglar.



En **Honduras** los manglares se distribuyen en **cuatro regiones** costeras: Islas de la Bahía, el Atlántico, La Mosquitia y el Pacífico. Con un estimado de 50 065,14 hectáreas, este ecosistema representa el 0,79 % del bosque total del país (ICF, 2022). Estos bosques están compuestos por siete especies principales: *Rhizophora mangle* y *Rhizophora racemosa* (mangle rojo), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), *Avicennia germinans*, *Avicennia bicolor* (mangle negro), *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo) y *Pelliciera rhizophorae* (mangle piñuelo). Esta última únicamente se ha identificado en La Mosquitia (ICF, 2023).

La acelerada pérdida de un ecosistema como este, clave en la provisión de múltiples servicios ambientales, exige la implementación de acciones para contrarrestar las amenazas que enfrenta. En ese contexto, es fundamental **evaluar la regeneración natural** de los manglares, un proceso clave para la recuperación del ecosistema tras perturbaciones (Chazdon, 2014). Esta evaluación permite monitorear la resiliencia de los manglares frente a eventos extremos y determinar su potencial para alcanzar un equilibrio ecológico. Con los datos obtenidos gracias a ese proceso se pueden tomar decisiones informadas para reducir los factores de disturbios y así garantizar la restauración de estos ecosistemas y sus servicios ambientales.

Este manual describe los **procedimientos y técnicas** para evaluar la regeneración natural en bosques de manglar. También ofrece directrices claras para la recolección, procesamiento, organización y presentación de resultados, así como una **metodología estandarizada** para esta evaluación. Con datos confiables, este documento apoya los esfuerzos por la restauración, conservación y sostenibilidad a largo plazo de estos ecosistemas críticos.

En general, está dirigido al personal técnico de diversos sectores, instituciones (organizaciones gubernamentales, no gubernamentales y de cooperación), programas y proyectos que evalúen o deseen reportar áreas de manglar en proceso de restauración para su conservación.

Como herramienta clave, facilita la recopilación de información relevante para apoyar el cumplimiento de compromisos internacionales en materia de protección y mitigación del cambio climático. Además, busca identificar las características y condiciones de la regeneración ya existente, así como proponer acciones necesarias para fomentar la conservación de las áreas evaluadas. Con esto, el presente trabajo contribuye al fortalecimiento de los esfuerzos por la restauración y conservación ambiental.



01

Marco Conceptual

1.1 ¿Cómo es un bosque de manglar?

Un bosque de manglar es una formación boscosa dominada principalmente por árboles de mangle, acompañados de arbustos, matorrales, helechos y algunas palmeras. Estas especies son altamente tolerantes a la salinidad, por lo que pueden crecer en áreas lodosas, donde se mezcla el agua de mar con el agua dulce de ríos o quebradas. Estos ecosistemas se encuentran entre las líneas de marea alta y baja, e incluyen esteros y canales ubicados dentro de los límites de la zona (Villalobos et al., 2020).

1.2 ¿Qué es un ecosistema de manglar?

Es un entorno natural complejo dominado por bosques de manglares que interactúan con otros componentes físicos y biológicos. Estos ecosistemas incluyen tanto los árboles de mangle como organismos que los habitan (peces, crustáceos, aves y otros animales). Como se desarrollan en zonas costeras donde se mezclan el agua dulce y la salada, los ecosistemas de manglar crean un ambiente con alta salinidad y suelos anegados (saturados de agua). Además, cumplen funciones clave, como la protección costera, el secuestro de carbono y el apoyo a la biodiversidad local (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2007).



Figura 1. Bosque de mangle ubicado en el Parque Nacional Nombre de Dios.



1.3 Clasificación ecológica de los manglares

Los manglares se pueden clasificar en seis tipos ecológicos. Estos se definen de acuerdo con su ubicación, especies predominantes y condiciones ambientales específicas. A continuación, se describe cada uno de ellos:

Manglares ribereños

Se ubican a lo largo del cauce de los ríos, en las áreas más expuestas al intercambio mareal y al aporte de agua epicontinental. Cuando la marea baja, los nutrientes se sedimentan en las raíces y los manglares los utilizan. En Honduras, *Rhizophora mangle* (mangle rojo) es la especie predominante en este tipo ecológico. También suelen encontrarse dentro de estos manglares, en zonas con microtopografía más elevada, *Avicennia germinans*, *Avicennia bicolor* (mangle negro) y *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) (Venemedia Comunicaciones, 2015).

Manglares de borde

Se ubican en bahías y lagunas protegidas por arrecifes y barreras. En Honduras, estos manglares tienen un alto riesgo de contaminación debido a su conexión con el mar (Venemedia Comunicaciones, 2015). En este tipo de manglar domina el *Rhizophora mangle*, que ocupa la franja expuesta a las mareas y se desarrolla sobre sustratos inestables. La plataforma estable está ocupada por bosques mixtos de *Avicennia germinans*, *Avicennia bicolor* y *Laguncularia racemosa* (Von Prahl, 1989).

Manglares de barra

Se caracterizan por estar protegidos por una barra arenosa que (al encontrarse entre el manglar) se convierte en una cuenca de sedimentos. Durante la marea alta, se depositan los nutrientes del agua de mar; durante la baja, estos nutrientes se transportan al ecosistema. La barra generalmente está paralela a la costa, lo que permite la formación gradual de playones fangosos, relativamente protegidos del oleaje en zonas someras de la laguna. Esto favorece el alcance y desplazamiento de hipocótilos y plántulas de manglar, especialmente los de *Rhizophora mangle*. En estos manglares se observan, además, *Avicennia germinans* y *Avicennia bicolor* (Venemedia Comunicaciones, 2015).

Manglares de cuenca

Se establecen en las partes interiores del ecosistema, generalmente detrás de los manglares ribereños o de borde. Se desarrollan en áreas donde el intercambio mareal es menor y la renovación del agua es mucho más lenta, lo que limita el oxígeno disponible. Aquí predominan *Avicennia germinans* y *Avicennia bicolor*, provistos de neumatóforos que les permiten un mayor intercambio de oxígeno con la atmósfera. También se encuentra *Laguncularia racemosa*, especialmente en zonas con un mayor aporte de agua epicontinental (ICF, 2023).



Manglares de islote

Se caracterizan por su constante exposición al intercambio mareal y por encontrarse en suelos más fangosos que otros tipos ecológicos. Generalmente, se desarrollan aislados de la línea de costa (ICF, 2023). Están dominados por la presencia de *Rhizophora mangle*, cuyas alturas no superan los 10 metros (Venemedia Comunicaciones, 2015).

Manglares enanos

Se desarrollan sobre sustratos de roca caliza o de origen coralino. Están ubicados en áreas con escaso aporte de nutrientes o en regiones expuestas a condiciones ambientales adversas (como bajas temperaturas, altas salinidades o vientos fuertes). En Honduras, estos manglares no superan los 4 metros de altura y presentan un desarrollo distinto al de otros tipos ecológicos de manglar, ya que sus árboles se ramifican en varias direcciones y crecen horizontalmente sobre la superficie (Von Prahl, 1989).

1.4 Clasificación según la composición de especies

- **Manglares monodominantes:** Son bosques compuestos principalmente por una sola especie de mangle, aunque puede haber otras presentes en menor proporción. Esto significa que, aunque pueden coexistir, una de las especies predomina en términos de cobertura o biomasa.
- **Manglares mixtos:** Son bosques que incluyen tres o más especies de mangle, y no hay una especie que domine claramente. Su diversidad de especies puede contribuir a una mayor estabilidad y resiliencia del ecosistema.

1.5 Condición del suelo en bosques de manglar según su nivel de humedad

- **Suelo húmedo:** Lo caracteriza la presencia de agua visible en su superficie, el suelo saturado, los charcos formados o las áreas parcialmente inundadas. Es común que las raíces y las bases de los árboles permanezcan sumergidas en estas condiciones.
- **Suelo seco:** Se distingue por las superficies secas y la ausencia de agua visible o charcos. Esta falta de humedad suele llevar a que las raíces de los árboles queden expuestas.

1.6 Conceptos asociados a la evaluación de la regeneración natural

- **Área de evaluación:** Se refiere a cada sitio, previamente identificado y seleccionado, desde el cual se obtendrán datos confiables. Gracias a ellos, se podrá evaluar y monitorear el proceso de regeneración natural luego de un evento de degradación, independientemente de su origen.
- **Brinzal:** Es la categoría de regeneración que abarca desde plántulas hasta árboles jóvenes que cuenten con altura de entre 0,30 y 1,49 m, y un diámetro a la altura del cuello (DAC) menor a 5 cm diamétricos.
- **Claros:** En el contexto de este manual, los claros son los espacios abiertos desprovistos de regeneración natural ya sea por circunstancias de origen natural o artificial.
- **Criterio:** Condiciones esenciales para poder evaluar la regeneración natural en bosques de manglar. Con ellos se definen objetivamente la calidad y el desempeño deseados. Los criterios incluyen especificaciones técnicas, métricas de rendimiento y niveles aceptables de calidad y eficiencia que deben alcanzarse para cumplir con los objetivos de la evaluación. Estos estándares sirven como referencia para evaluar el cumplimiento y asegurar que resultados consistentes y confiables.
- **Evaluación de la regeneración natural:** Es el proceso sistemático y estructurado que permite analizar y medir la recuperación de la cobertura boscosa de un área degradada. Esta evaluación abarca la identificación de especies; la medición de densidades, alturas y diámetros de los individuos; y la identificación y reducción de los factores causantes de la degradación. Su fin es facilitar la restauración del ecosistema.
- **Indicador:** Es la medida de aspecto de un criterio.
- **Prescripciones:** Son los tratamientos específicos y detallados que guiarán las acciones prácticas en campo para alcanzar los estándares establecidos.
- **Latizal:** En esta categoría de regeneración se observa una masa arbórea formada por plantas con alturas entre 1,50 m a 5 m y Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) de 5 a 9,9 cm.
- **Regeneración Aceptable (RA):** Se considera regeneración aceptable cuando la densidad mínima de plantas por hectárea (definida según la región) se alcanza entre las dos categorías evaluadas: brinzal y latizal.
- **Regeneración Incompleta (RI):** Se considera regeneración incompleta cuando la densidad de plantas encontradas entre las dos categorías es menor a la densidad mínima aceptable por hectárea establecida para la región.

- **Regeneración natural:** Es el proceso que le permite al ecosistema forestal recuperarse de manera autónoma después de haber sido perturbado o degradado. La regeneración natural se refiere a la capacidad con la que ya cuentan los bosques para autopropagarse y desarrollarse. Después de enfrentar un disturbio, esta capacidad les permite recuperar su cobertura boscosa original o una estructura cercana a ella. Esto puede desencadenarse por procesos naturales (como tormentas, incendios o plagas) o por actividades humanas que alteran el ecosistema (como deforestación, agricultura y acuicultura).
- **Regeneración natural asistida (RNA):** Es el conjunto de acciones ejecutadas para facilitar el proceso de regeneración natural dentro de un ecosistema. Esta intervención busca eliminar las barreras y amenazas ambientales que lo limitan (Chazdon, 2014).
- **Restauración pasiva:** La restauración pasiva o sucesión natural basa su estrategia en la regeneración natural, la cual depende de diferentes factores que limitan los mecanismos naturales de regeneración (Sanchún et al., 2016).
- **Variable:** Es un aspecto medible cualitativa y/o cuantitativamente que puede describirse y que, cuando se observa periódicamente, pone de manifiesto una cierta tendencia de cambio.
- **Verificadores:** Son las fuentes que se pueden consultar para ver si los objetivos del manejo y la restauración se están logrando. Pueden incluir material fotográfico, inspección visual, hojas de campo u otra fuente verificable.
- **Tensor ambiental:** Para fines de este manual, se denomina 'tensor ambiental' a cualquier actividad o evento (ya sea de origen natural o antropogénico) que represente una barrera o limite el proceso de regeneración natural en el ecosistema de manglar.
- **Unidades de muestreo (UM):** Es un área de terreno definido y delimitado para la recolección de datos de campo. Cada UM está diseñada para que se realicen mediciones y observaciones específicas sobre la regeneración natural (brinzal y latizal). Estas unidades sirven como fuentes de datos sobre las especies, procesos de crecimiento y diámetros de las plántulas. Con esta información se calcula y analiza la dinámica de regeneración en cada estación de muestreo.



02

Marco Legal

Lineamientos técnicos y reglamentos generales

- Este manual representa el primer documento oficial para la evaluación de la regeneración natural en bosques de manglar. Fue elaborado por el Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF) y forma parte del plan de implementación del Eje Estratégico 2 *Monitoreo, reporte y verificación de la Estrategia Nacional de Restauración Forestal de Honduras 2023-2030 (ENRF)*. Este eje estratégico establece que, para evaluar el éxito de la restauración, es necesario recopilar información biofísica y socioeconómica mediante la creación de un sistema permanente de monitoreo de las áreas bajo restauración. Con esto se pueden obtener indicadores medibles que permitan evaluar el progreso.
- En cuanto al reporte, a través de la ENRF, el ICF busca que las instituciones, organizaciones, programas o proyectos que realizan actividades de restauración integren su información, mediante herramientas técnicas como el presente documento y plataformas interactivas como el Sistema de Gestión y Monitoreo Forestal (SIGMOF). El objetivo es conformar un sistema único para canalizar, registrar, analizar, consolidar y resguardar la información, a nivel nacional, sobre los avances en los procesos de restauración. Esto, a su vez, permite reportar de manera sistemática los progresos del país tanto al Estado como a la comunidad internacional.
- La conformación del SIGMOF se hace a través de la plataforma Geoforestal, un sistema de información geoespacial diseñado para gestionar, monitorear y reportar datos relacionados con los recursos forestales, la cobertura boscosa y los procesos de restauración en Honduras. Su principal función es integrar datos provenientes de proyectos, instituciones y organizaciones vinculados a la gestión ambiental, para facilitar la toma de decisiones y el cumplimiento con compromisos nacionales e internacionales relacionados con la restauración forestal.
- El uso de este manual será **obligatorio** para todos los **procesos de evaluación** de regeneración natural en bosques de manglar realizados por el ICF. También se exige su uso a las demás instituciones, organizaciones y actores involucrados en actividades de restauración que deseen reportar ante el ICF las áreas en proceso de restauración y contribuir al cumplimiento de la meta nacional para el año 2030 de restaurar 1,3 millones de hectáreas de bosque en Honduras.
- El manual presenta los estándares y prescripciones técnicas del ICF para verificar en campo la regeneración natural en los bosques de manglar. La regeneración natural se define como el proceso mediante el cual un ecosistema forestal recupera su estructura y composición a través de sus procesos ecológicos internos. Esto se da, a lo largo del tiempo, en áreas previamente afectadas por disturbios naturales o actividades humanas.
- Mediante el Acuerdo Ejecutivo 12-DT-18 del 18 de junio de 2007 (publicado en La Gaceta el 27 de agosto), Honduras ratificó el Convenio sobre los Humedales de Importancia Internacional (Ramsar) (MiAmbiente, 2017), que reconoce a los bosques de manglar como uno de sus ecosistemas más representativos. Actualmente, el país cuenta con **12 sitios Ramsar**, que abarcan 270 224 hectáreas (Gobierno de Honduras, 2020). Tras la ratificación, se creó el Comité Técnico Nacional de Humedales (CTNH) y se inició la formulación de la Política Nacional de Humedales para su conservación y uso racional (Carrasco-Navas & Flores, 2009).

- Según el Acuerdo Ministerial No. 1190-2015, el ICF (junto con otras instituciones gubernamentales y no gubernamentales) tiene la competencia para apoyar la implementación de dicha política a través de planes de trabajo, según lo establecido en su reglamento interno de funcionamiento.
- La Ley Forestal de Áreas Protegidas y Vida Silvestre (LFAPVS), que entró en vigencia el 17 de marzo de 2008, establece la prioridad nacional de facilitar el establecimiento de bosques mediante métodos de regeneración natural, forestación y reforestación (Decreto 98-2007, 2007, art. 2, núm. 7). Asimismo, instituye como principio básico del régimen legal mejorar la capacidad administrativa y técnica de la Administración Forestal del Estado (LFAPVS, Decreto 98-2007, 2007, art. 3, núm. 3). Además, el Artículo 13 asigna al ICF la responsabilidad de actuar como ejecutor de la Política Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre, con las facultades de desarrollar programas y proyectos, y crear las unidades administrativas, técnicas y operativas necesarias para cumplir con los objetivos y fines de esta ley (Decreto 98-2007, 2007).
- La evaluación de la regeneración natural en bosques de manglar, según lo establecido en este manual, deberá realizarse utilizando unidades de muestreo (UM) ubicadas en áreas de manglar previamente seleccionadas o identificadas como prioritarias para la restauración. Esta evaluación se llevará a cabo obligatoriamente en áreas que presenten antecedentes de degradación, ya sea por plagas, incendios, eventos climáticos o actividades humanas como la tala ilegal y la contaminación, entre otras.
- Después de la evaluación de la regeneración natural, se recomienda monitorear periódicamente el crecimiento de plántulas y plantas jóvenes, considerando los recursos técnicos, económicos y logísticos. Este monitoreo permitirá evaluar si las áreas en cuestión están atravesando un proceso de regeneración viable o no viable. En cada sitio, se recopilarán únicamente los datos de plantas sanas de especies de mangle con raíces establecidas bajo el proceso de regeneración natural.



03

Metodologías de evaluación

Las metodologías de evaluación presentadas en este manual son procedimientos que se pueden utilizar para medir y analizar el desempeño, impacto o efectividad de la evaluación de la regeneración natural en el bosque de manglar para asegurar su protección y conservación. Estas pueden aplicarse en diversos ámbitos, según los objetivos de las entidades interesadas en realizar actividades para la restauración pasiva de los bosques a través de la sucesión natural.

Para seleccionar la metodología de evaluación que se debe emplear, hay que tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

Tabla 1. Tipos de metodologías de evaluación y consideraciones técnicas para su selección

Tipo de Metodología	Consideraciones	Aspectos Técnicos
<p>Nivel 1 Evaluación mediante sensores remotos satelitales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Facilita una evaluación general de área rápida y eficiente • Disminuye costos • Se pueden monitorear grandes extensiones de manera rápida • Permite distinguir diferentes etapas de regeneración (vegetación pionera, bosque secundario, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere personal, equipo y software especializados
<p>Nivel 2 Evaluación cualitativa <i>in situ</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Facilita conocer con mayor detalle la etapa en que se encuentra la regeneración • Permite determinar en campo la situación de la tenencia de la tierra en el predio donde se desarrolla la regeneración natural 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere personal capacitado en el uso de equipos y software para procesar información • Implica abordar personalmente al propietario del predio y contar con su autorización para realizar la evaluación
<p>Nivel 3 Evaluación mediante unidades de muestreo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ayuda a determinar la estructura y composición del área sometida a evaluación • Hace posible definir la densidad de plantas por unidad de hectárea • A través del inventario, proporciona información sobre la dominancia de la vegetación 	<ul style="list-style-type: none"> • Exige disponer de recursos técnicos y logísticos para realizar las actividades de campo • Requiere contar con equipo dasométrico mínimo para la medición de la regeneración natural, equipo de geoposicionamiento y orientación • El proceso de evaluación conlleva más tiempo

3.1 Nivel 1: Evaluación mediante sensores remotos satelitales

A través de imágenes de sensores remotos, se evaluarán las áreas regeneradas que comenzara la sucesión ecológica. Esto, independientemente de su uso anterior fuera agrícola o productivo.

Usar sensores remotos permite obtener una visión general del área sujeta a evaluación y monitorear grandes extensiones de terreno de manera rápida, eficiente y no invasiva. Con el empleo de sistemas de información geográfica (SIG) se podrá procesar y visualizar esta información, identificando áreas con mayor potencial de regeneración y priorizando zonas para evaluaciones más detalladas.

Para esta metodología se hará uso de:

- **Fuentes gratuitas:** Imágenes de Landsat, Sentinel-2 y MODIS, entre otros
- **Software de uso:** Google Earth Engine, Google Earth, QGIS, ArcGIS u otros softwares para procesar y analizar imágenes

3.1.1 Consideraciones

- La evaluación se hará cuando hayan transcurrido al menos 2 años desde el inicio de la restauración
- En caso de que ya se haya superado ese plazo del proceso de recuperación, se debe verificar la información de años anteriores para determinar la temporalidad de la regeneración natural
- La evaluación se debe enfocar en áreas donde se hayan realizado actividades que permitan la recuperación de las intervenidas (por ejemplo, a través de la Fuerza de Tareas Interinstitucional contra el Delito Ambiental (FTIA)) o en aquellas donde haya transcurrido el tiempo de evaluación y se estén planificando o ejecutando medidas de protección de las áreas en proceso de restauración

3.1.2 Criterio de evaluación



**Vegetación establecida durante
4 años continuos
después de la recuperación de
zonas en bosque de mangle**

3.1.3 Procedimiento de la validación mediante sensores

- Para mejorar la interpretación de los datos, se deberán realizar correcciones atmosféricas y geométricas para asegurar la calidad de las imágenes, disminuyendo los ruidos, o resaltar características de interés
- Detectar cambios para comparar imágenes de diferentes fechas, con el objetivo de identificar la dinámica de cobertura del área donde se desarrolla el proceso de sucesión vegetal
- Analizar tendencias a largo plazo utilizando series de imágenes satelitales
- Calcular índices espectrales para evaluar la salud y densidad de la vegetación; entre estos, el NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada)

3.1.4 Procedimiento de la validación mediante vista de campo

- El técnico responsable de la validación debe contar con la información de la poligonal del área (archivo en formato digital) de la regeneración al momento de ir a campo para verificar y/o rectificar los límites
- Cuando se identifican actividades humanas en una porción del área sujeta a evaluación, el técnico deberá definir la georreferencia del área con o sin intervención antropogénica
- Es necesario hacer un recorrido representativo a través del área sujeta a la evaluación
- Se debe buscar, preferentemente, puntos elevados en el área para apreciar la regeneración natural y tomar fotografías como parte de la evidencia del reporte de validación
- La apreciación visual deberá mostrar una cobertura establecida de aproximadamente el 80 % o más del área total para considerarse regeneración aceptable
- El evaluador estimará la altura predominante del estrato en regeneración; en caso de que sea superior a 4 metros, se considerará un bosque establecido

3.2 Nivel 2: Evaluación cualitativa in situ

Se realizará sobre áreas donde se identifique regeneración ecológica de interés para entidades, en áreas con un disturbio y/o donde los interesados destinen el área para la protección. Es necesario contar con la autorización del propietario, en caso de ser tenencia privada, a voluntad manifiesta para destinar un área con fines de protección. El levantamiento de información sobre el área se identifica en campo. Cuando no se identifique un usuario del área, será obligatorio evaluar las características de la vegetación que está dando surgimiento al nuevo bosque.

3.2.1 Consideraciones

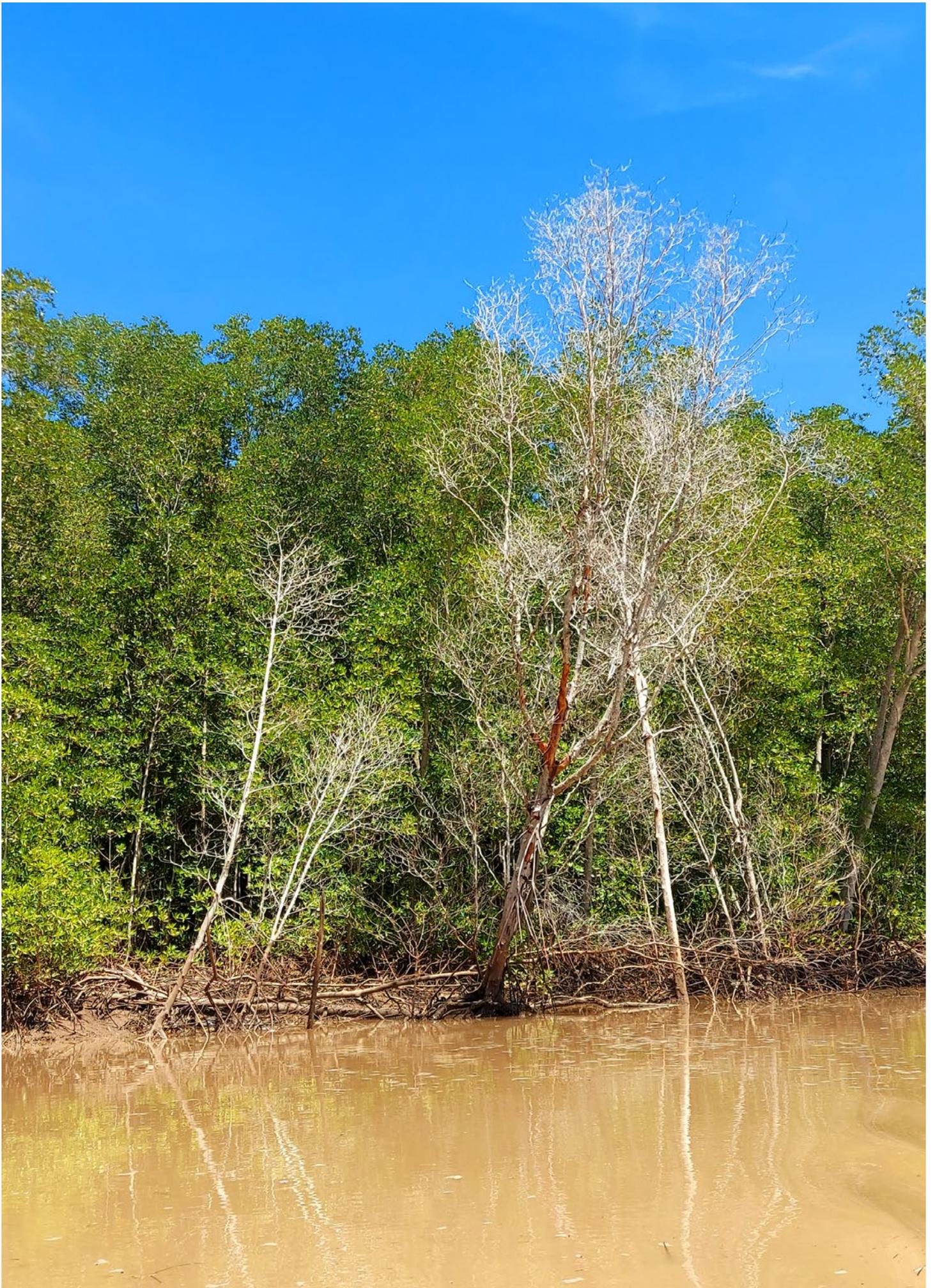
- Para definir el área de regeneración se podrá hacer uso de drones y/o GPS
- Se deberán georreferenciar las áreas destinadas únicamente a la protección
- Para considerarse áreas con fines de protección, se podrá contar con la voluntad manifiesta de un propietario privado o el suelo deberá estar ocupado por cobertura forestal en distintas etapas de la sucesión vegetal sin perturbaciones antrópicas significativas

3.2.2 Criterios de evaluación

- El origen del disturbio determina la obtención de la voluntad manifiesta y el garante será el técnico evaluador, con el respaldo de aspectos sociales y ambientales
- Cuando se trata de un disturbio natural, el evaluador dará fe y, por tanto, no será necesaria la voluntad manifiesta
- No se requiere voluntad manifiesta cuando exista una obligación de proteger amparada en el marco legal forestal vigente de los bosques de protección
- Vegetación establecida durante 4 años continuos después de la recuperación de zonas en bosque de manglar

3.2.3 Procedimiento de la evaluación in situ

- Será obligatorio realizar un recorrido representativo a través de área sujeta a la evaluación cuando la georreferenciación se haga con drones. Cuando se realice mediante GPS, quedará a criterio técnico hacer recorridos adicionales dentro del área
- En caso de realizar la evaluación con GPS, será necesario recolectar la evidencia fotográfica desde los puntos más representativos del área
- Se determinará como regeneración aceptable cuando esta tenga aproximadamente el 80 % o más del área total con presencia de regeneración natural
- El evaluador estimará la altura predominante del estrato en regeneración; en caso de ser superior a 1,5 metros, se considerará regeneración aceptable



04

Parámetros de evaluación de la regeneración natural

4.1 Criterios

Los criterios definen las categorías y condiciones esenciales para evaluar la regeneración natural en bosques de manglar. Uno de los principales es la definición del área de evaluación

4.2 Área de evaluación

Se refiere a cualquier área identificada como bosque de manglar que se encuentre en etapa de regeneración natural y que requiera una evaluación de ese proceso para determinar su estado actual y su potencial de restauración. Es decir, ecosistemas que se estén regenerando tras haber sufrido pérdida de su cobertura boscosa, ya sea por causas naturales o relacionadas con el hombre.

Tabla 2. Criterio, indicadores, variables y verificadores de la evaluación de la regeneración natural

Criterio	Indicador	Variables	Verificadores
Estructura y composición del área de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> Área de regeneración natural según el estado de desarrollo Densidad de plantas por hectárea Porcentaje de especies regeneradas con crecimiento vigoroso Número de especies presentes en la regeneración Dominancia de la regeneración natural. 	<ul style="list-style-type: none"> Altura de las plantas (brinzales y latizales) Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) Porcentaje de cobertura vegetal Especies 	<ul style="list-style-type: none"> Inspección visual de las UM Fotografías georreferenciadas Informes técnicos y hojas de campo Mapas de distribución de UM Registro en plataforma

4.3 Estación de la regeneración

La interacción compleja de factores ambientales y ecológicos determina la regeneración natural de los bosques de manglar. Entre estos factores se destacan la dinámica sedimentaria e hídrica propia de cada área (incluyendo los ciclos de mareas), los niveles de inundación y el aporte de agua continental. Asimismo, la salinidad y la fenología de las especies del manglar —especialmente periodos y mecanismos de propagación vegetativa— juegan un papel crucial en el transporte y desarrollo de propágulos, semillas flotantes y frutos, que son esenciales para la recolonización de áreas degradadas.

Por su parte, los factores antropogénicos –como contaminación, urbanización y alteración de los ciclos naturales– pueden modificar significativamente las condiciones necesarias para la regeneración. Su impacto se refleja en cambios en la calidad del agua, el estado fitosanitario del ecosistema y la capacidad de los propágulos para establecerse y sobrevivir.

El cambio climático también es un desafío significativo para la regeneración, ya que altera patrones de precipitación y aumenta la frecuencia de eventos extremos –como tormentas y marejadas–. Esto afecta los ciclos de regeneración y reduce la resiliencia de los manglares frente a futuras amenazas.

4.4 Periodo de evaluación de la regeneración natural

Comienza con la determinación del tiempo transcurrido desde el evento de degradación; que puede estar relacionado con tala, contaminación, cambio de uso del suelo o plagas, entre otros. Esto se establece con la ayuda de imágenes satelitales que muestran cambios en la cobertura forestal u otras fuentes de información. La primera evaluación de la regeneración natural se debe realizar después de, al menos, dos estaciones lluviosas desde el evento de la degradación.

Este periodo se considera adecuado porque ya permite observar el éxito de la germinación, el establecimiento de plántulas y la supervivencia inicial. Las evaluaciones deben programarse preferentemente al final de la estación lluviosa, cuando las plántulas germinadas ya cuentan con mayores probabilidades de haberse establecido y sobrevivido.

4.5 Unidad de muestreo (UM)

Para garantizar la comparabilidad de los resultados y la replicabilidad de la metodología, las evaluaciones de regeneración natural en bosques de manglar deben seguir obligatoriamente un método estandarizado. La UM está diseñada para realizar mediciones y observaciones específicas sobre la regeneración natural.

La UM se conforma de una unidad circular, con un radio de 3,99 m (equivalente a 50 m²) de donde se obtendrán los datos de las categorías brinzal y latizal.

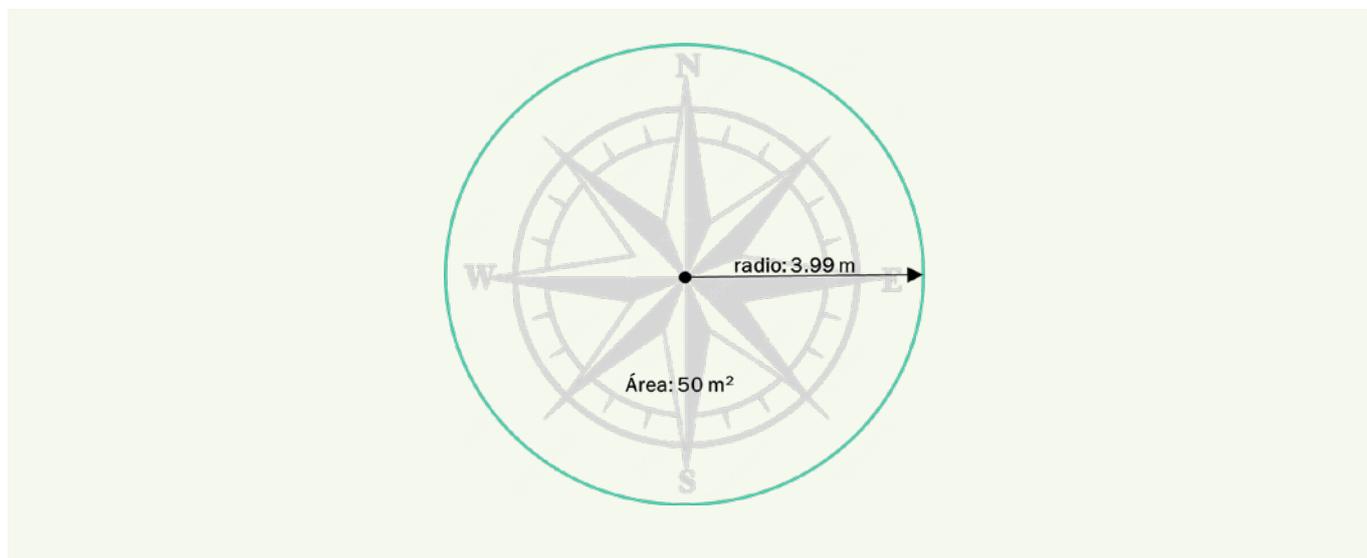


Figura 2. Diagrama de la unidad de muestreo

Para evaluar la regeneración, se debe conformar un equipo técnico capacitado en uso de instrumentos de medición forestal y sistemas de ubicación geográfica. Este grupo de trabajo usualmente es de tres personas (el técnico forestal y dos personas de apoyo).

Durante el reconocimiento técnico *in situ*, hay que establecer puntos de acceso y salida fáciles, considerando la ubicación geográfica y la dinámica de mareas del área a evaluar. Esta preparación es esencial para garantizar la eficiencia en la recolección de datos y la seguridad del personal de campo.

4.6 Diseño de muestreo

Para el proceso de evaluación de la regeneración natural en el bosque de manglar, se presentan los siguientes dos diseños de muestreo.

4.6.1 Muestreo aleatorio

Consiste en el establecimiento aleatorio de las UM para asegurar la representatividad del muestreo en el área de evaluación. Se deben utilizar herramientas de SIG para aleatorizar las UM dentro del área.

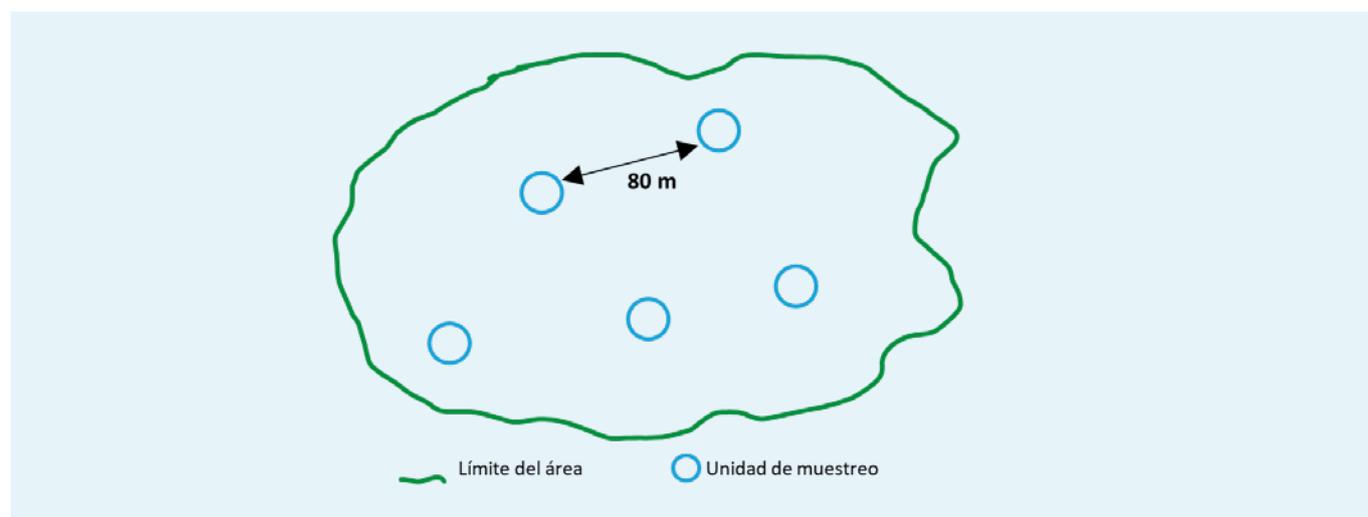


Figura 3. Ejemplo de distribución de unidades de muestreo para la evaluación natural con diseño aleatorio.

4.6.2 Muestreo aleatorio sistemático

Este diseño permitirá trazar y distribuir transectos de forma aleatoria en el área de evaluación. Las UM se distribuirán sistemáticamente, para garantizar la probabilidad de evaluar los elementos (plantas) a intervalos fijos. Se recomienda hacer uso de herramientas de manejo de datos geospaciales como QGIS o ArcGIS, entre otras, para lograr la distribución precisa de las UM en el área.

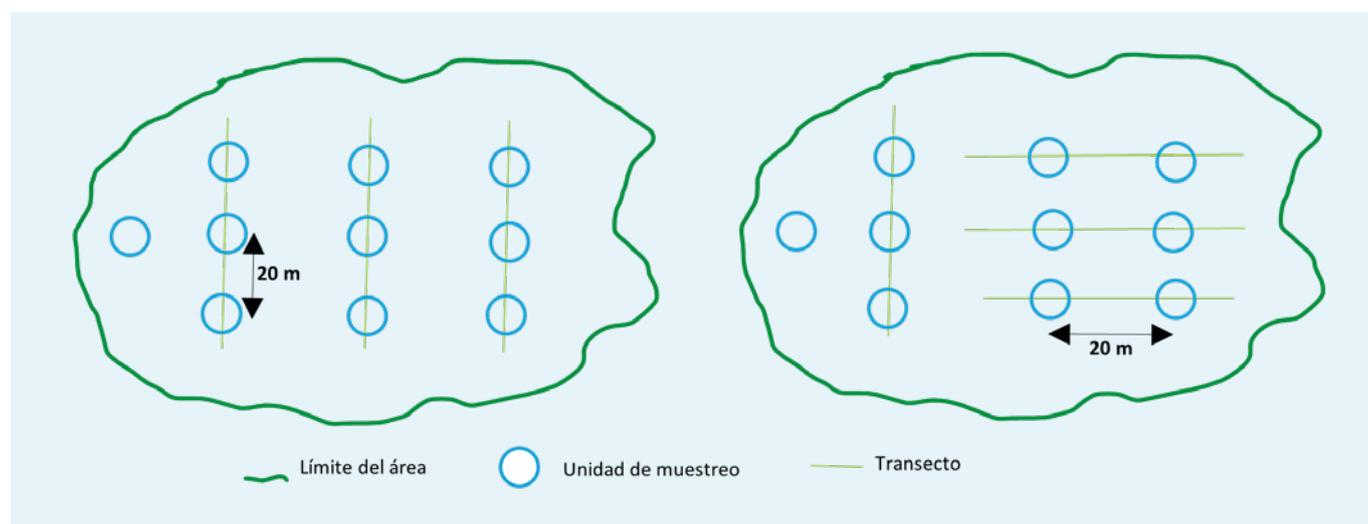


Figura 4. Ejemplos de distribución de unidades de muestreo para la evaluación de la regeneración natural con diseño aleatorio sistemático

4.7 Categorías de regeneración natural a evaluar

Una categoría de regeneración natural se refiere a la clasificación que describe el estado y grado de desarrollo un ecosistema forestal, u otro tipo de vegetación, después de haber enfrentado un disturbio o proceso de degradación.

Las categorías de regeneración natural que se evalúan en los bosques de manglar son brinzal y latizal.

Tabla 3. Categorías de regeneración natural y sus métricas correspondientes

Categoría	Altura	Diámetro a la altura del pecho (DAP)
Brinzal	0,30 m a 1,49 m	
Latizal	1,50 m a 5 m	5 cm – 9,9 cm

- **La categoría brinzal**, comprende plantas con alturas desde 0,30 m hasta 1,49 m. Para medir la altura se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones:
 - a. En especies con raíces fúlcreas, se debe hacer la medición después de la última raíz fúlcrea hasta el ápice de la planta
 - b. En especies sin raíces fúlcreas, se debe hacer la medición a partir de la base hasta el ápice de la planta
- **La categoría latizal**, incluye plantas con alturas entre 1,50 m y 5 m, y DAP entre 5 cm y 9,9 cm. Para medir el DAP debe tomarse en cuenta las siguientes consideraciones:
 - a. En especies con raíces fúlcreas, se debe hacer la medición 30 cm por encima de la última raíz fúlcrea
 - a. En especies sin raíces fúlcreas, se debe hacer la medición a partir de la base de la planta hasta los 1,30 m

Estas categorías de evaluación se han definido de acuerdo con protocolos, manuales y publicaciones científicas especializadas que abordan la estructura y regeneración naturales de los bosques de manglar en Latinoamérica (Cifuentes-Jara et al., 2018; ICF, 2023; Instituto Nacional de Bosques [INAB], 2016; Villalobos et al., 2020).



Figura 5. Medición de altura de una planta de la especie mangle rojo (*Rhizophora mangle*), en la región de La Mosquitia.

4.8 Densidad mínima aceptable

Debido a las variaciones en la distribución espacial y en la composición de los bosques de manglar en las distintas regiones de Honduras, las densidades mínimas aceptables de las plántulas se han establecido según la región donde se realice la evaluación de la regeneración natural.

Estas densidades se definieron por consenso en el taller de validación del presente manual, apoyadas en los datos del Inventario Nacional Forestal (INF) presentados en el documento Estado Actual del Ecosistema de Manglar en Honduras (ICF, 2023).

Tabla 4. Densidades mínimas aceptables de plantas por región y su factor de expansión.

Región	Densidad mínima aceptable (plantas/ha)	Factor de expansión (plantas/UM)
Pacífico	2500	12,5
Islas de la Bahía	2500	12,5
La Mosquitia	1500	7,5
Atlántico	700	3,5

Al realizar la evaluación, la densidad mínima aceptable será la suma de las plantas encontradas en las dos categorías de regeneración natural (brinzal y latizal) considerando lo siguiente:

- Dentro de cada UM establecida, el conteo es fundamental para determinar si la regeneración natural en el área es aceptable o no
- Cada planta registrada en una UM de 3,99 metros de radio (área de 50 m²) se extrapola a 200 plantas por ha, mediante el cálculo basado en el factor de expansión. Este factor indica cuántas plantas deben encontrarse en una UM para alcanzar el promedio de densidad mínima aceptable por hectárea, según los valores establecidos para cada región en la tabla 4. Si una UM cuenta con un número de plantas inferior al factor de expansión mínimo, se considerará como una UM con regeneración incompleta (RI).
- Por ejemplo, para la región del Pacífico, el factor de expansión es de 12,5; esto significa que cada UM debe tener al menos entre 12 y 13 plantas para ser clasificada como regeneración aceptable. Esto equivale a una densidad mínima de 2500 plantas por hectárea.
- El análisis de datos determinará si el área total evaluada cumple con los criterios de regeneración aceptable (RA). Este análisis se basará en el promedio de UM clasificadas como RA y RI.
- Las especies consideradas en la evaluación de la regeneración natural son las encontradas en el área dejada por el disturbio, según la región del bosque de manglar.

4.9 Estado fitosanitario de las plantas a evaluar

Se consideran plantas **sanas y óptimas** para incluir en la evaluación de regeneración natural aquellas especies constituyentes de bosques de mangle que cumplan con lo siguiente:

- Plantas erguidas y sin daños ocasionados por incendios, plagas, enfermedades, parásitos (incluidas las epífitas), herbivoría o pisoteo de animales
- Plantas libres de daños que comprometan las condiciones para considerarse saludables
- Plantas firmemente afianzadas al sustrato, con hojas completamente formadas y que muestren indicios claros de potencial para convertirse en árboles jóvenes y, eventualmente, en plantas adultas sanas

Características de las especies consideradas óptimas para incluir en la evaluación de regeneración natural de bosques de mangle



Plantas erguidas y sin daños ocasionados por incendios, plagas, enfermedades, parásitos (incluidas las epífitas), herbivoría o pisoteo de animales



Plantas libres de daños que comprometan las condiciones para considerarse saludables



Plantas firmemente afianzadas al sustrato, con hojas completamente formadas y que muestren indicios claros de potencial para convertirse en árboles jóvenes y, eventualmente, en plantas adultas sanas

4.10 Especies considerables para la evaluación

En la evaluación de la regeneración natural se deben considerar exclusivamente las especies nativas características de los bosques de manglar. En consecuencia, solo se registrarán datos de las especies de mangle con las siguientes características.

Tabla 5. Características generales de las principales especies de mangle de los litorales de Honduras

Nombre científico	Características
Mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Ubicación: Bordes costeros, ríos y lagunas con mayor exposición al intercambio mareal • Características de las raíces: Presentan raíces zancos gruesas o raíces de apoyo, acompañadas de raíces aéreas delgadas • Aspecto de las hojas: Grandes, redondeadas y opuestas • Flores: De color amarillo cremoso, con cuatro pétalos puntiagudos • Plántulas: Con forma de torpedo, generalmente ancladas al árbol nodriza
Mangle blanco (<i>Laguncularia racemosa</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Ubicación: En zonas con menor exposición al intercambio mareal. Usualmente en áreas más elevadas, detrás o en combinación con el mangle negro • Características de las raíces: Gruesas y protuberantes, sin raíces de apoyo. En algunos casos, puede desarrollar neumatóforos • Aspecto de las hojas: Redondeadas, a veces con ramas rosáceas y opuestas, con glándulas en la base • Flores: Blancas y muy pequeñas • Frutos: Verdes, nervudos y agrupados en racimos
Mangle negro (<i>Avicennia germinans</i> / <i>Avicennia bicolor</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Ubicación: Generalmente se encuentran en áreas más elevadas, detrás del mangle rojo, en zonas con menor exposición al intercambio mareal • Características de las raíces: Rodeadas de neumatóforos que sobresalen de suelo para facilitar el intercambio de gases • Aspecto de las hojas: Largas, delgadas, con cristales de sal en la parte posterior y opuestas • Flores: Blancas, con cinco pétalos • Frutos: De aproximadamente una pulgada de largo y aplanados
Mangle botoncillo (<i>Conocarpus erectus</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Ubicación: Cerca del mar, en áreas con piedras, playas y bermas • Características de las raíces: No son de apoyo ni aéreas • Aspecto de las hojas: Largas, delgadas y alternas, con glándulas en la base • Flores: Muy pequeñas y agrupadas en racimos • Frutos: En racimos, con semillas redondas
Mangle piñuelo (<i>Pelliciera rhizophorae</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Ubicación: Usualmente, en áreas más elevadas, detrás del mangle negro y el mangle rojo. En Honduras, se han reportado solamente en la Mosquitia • Características de las raíces: De apoyo, en forma de cohete, generalmente más pequeñas que las del mangle rojo • Aspecto de las hojas: Agrupadas al final de las ramas, opuestas, con glándulas en los bordes • Flores: Grandes, blancas, sésiles y solitarias, con cinco sépalos • Frutos: Con pericarpio, de color marrón rojizo y con un espolón terminal

Si, durante la evaluación, se encuentran especies asociadas dentro de la UM, estas deben mencionarse en la sección de observaciones de la hoja de campo. Sin embargo, no se incluyen en el cálculo de la densidad mínima aceptable.

En **caso de no poder identificar** con certeza alguna especie o si surgen dudas sobre su identidad, se recomienda recolectar una muestra botánica que deberá:

- Ser cuidadosamente preservada y colocada en una prensa botánica para su secado y conservación
- Ser enviada posteriormente a un especialista en taxonomía vegetal para su identificación precisa

Este procedimiento asegura una identificación adecuada de las especies, lo que contribuye a la validez y confiabilidad de los datos recopilados durante la evaluación.



4.11 Diagnóstico del sitio de la regeneración natural

Al evaluar la regeneración natural, es clave recopilar información sobre variables y características específicas del lugar. Estas deben integrarse al formato de diagnóstico del área de la evaluación de la regeneración natural (anexo 1). Esta información es fundamental para comprender la dinámica de la regeneración natural en cada área de evaluación. Entre las características más relevantes que se deben recopilar, se incluyen las indicadas en la siguiente tabla.

Tabla 6. Principales características de los sitios evaluables

Características	Descripción	
Régimen del área	<ul style="list-style-type: none"> • Protegida 	<ul style="list-style-type: none"> • No protegida
Tipo de tenencia	<ul style="list-style-type: none"> • Nacional • Ejidal 	<ul style="list-style-type: none"> • Privada
Uso actual del área o de las áreas adyacentes	<ul style="list-style-type: none"> • Bosque • Agroforestal • Vegetación herbácea y/o arbustiva • Superficie de agua dulce 	<ul style="list-style-type: none"> • Agropecuario • Zonas urbanizadas • Áreas abiertas, sin o con poca vegetación • Áreas húmedas • Superficies de agua salada
Fuente de inundación	<ul style="list-style-type: none"> • Marea • Río • Canal 	<ul style="list-style-type: none"> • Océano • Laguna
Tipo ecológico de manglar	<ul style="list-style-type: none"> • Manglares de borde • Manglares ribereños • Manglares de barra 	<ul style="list-style-type: none"> • Manglares de cuenca • Manglares de islote • Manglares enanos
Condición del suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Seco 	<ul style="list-style-type: none"> • Húmedo
Tipo de marea	<ul style="list-style-type: none"> • Diurna • Semidiurna 	<ul style="list-style-type: none"> • Mixta
Composición del manglar	<ul style="list-style-type: none"> • Manglares mixtos 	<ul style="list-style-type: none"> • Manglares monodominantes
Estado fitosanitario de las plantas	<ul style="list-style-type: none"> • Sana • Daños físicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Daños por plagas y enfermedades • Daños por herbivoría
Tensores ambientales	<ul style="list-style-type: none"> • Naturales • Eventos climáticos extremos • Abrasión marina • Antropogénicas • Prácticas acuícolas • Prácticas agropecuarias 	<ul style="list-style-type: none"> • Prácticas extractivas • Contaminación química • Contaminación sólida • Contaminación biológica • Incendios





05

Escenarios de la regeneración natural

Para las evaluaciones de la regeneración natural en bosques de manglar se establecen dos escenarios: **regeneración aceptable (RA)** y **regeneración incompleta (RI)**. Para el inventario se deben considerar estos escenarios, tomando como referencia la densidad mínima aceptable de plantas por hectárea establecida para cada región.

5.1 Escenario 1: Regeneración aceptable (RA)

Se considera **regeneración aceptable (RA)** cuando, mediante un recorrido visual, se comprueba que **la regeneración está presente en al menos el 80%** del área a evaluar. Sin embargo, para validar la apreciación visual se deberán presentar como mínimo 5 UM y 4 fotografías georreferenciadas por UM, tomadas en los 4 puntos cardinales. Con ellas se debe evidenciar la densidad mínima de plantas por hectárea encontradas en el bosque, entre las dos categorías de evaluación (brinzal y latizal). Se recomienda hacer uso de aplicaciones móviles para georreferenciar el material fotográfico.

Este escenario de regeneración puede reportarse al Programa Nacional de Reforestación (PNR) como un área en proceso de restauración pasiva. Para ellos, se deben seguir los lineamientos metodológicos establecidos en este manual.

5.2 Escenario 2: Regeneración incompleta (RI)

Si durante el recorrido visual se comprueba que la regeneración natural se encuentra presente en menos del 80% del área a evaluar, se debe planificar y ejecutar un muestreo y muestreo. Esto se hace por medio del cálculo del tamaño de la muestra, según el procedimiento, siguiendo los lineamientos descritos en el capítulo 9 de este manual.

Cuando la cantidad de plantas contabilizadas, incluyendo las dos categorías de regeneración natural evaluadas (brinzal y latizal), no cumple con los valores mínimos requeridos, no se podrá reportar al Programa Nacional de Reforestación. En este caso, se deberán prescribir recomendaciones para favorecer la densidad mínima de regeneración natural y su posterior reporte.

La clasificación de estos dos escenarios permite evaluar de manera clara y objetiva el estado de la regeneración natural en los bosques de manglar. Así se facilita la toma de decisiones y el diseño de intervenciones específicas para áreas con regeneración incompleta.



Figura 6. Regeneración natural aceptable de la especie mangle rojo (*Rhizophora mangle*) en la región de la Mosquitia.



06

Prescripciones técnicas

- En las áreas sujetas a evaluación, después del disturbio se debe esperar a que pasen dos estaciones de lluvia, pues en ese periodo se desarrollan la germinación y el surgimiento de las plántulas
- Si después de la evaluación se determina que no se cumple con la densidad aceptable de plantas por hectárea, la recomendación es esperar una estación de lluvia más para realizar nuevamente la evaluación y definir si el área se está regenerando o no
- Si el sitio no presenta regeneración después de las estaciones de lluvia sugeridas, se debe elaborar un informe en el que se **enumeren las limitaciones** o factores que impiden la regeneración natural del sitio.
- Posteriormente, estos factores deben manejarse o controlarse, en la medida de lo posible, para favorecer el proceso de regeneración hasta alcanzar la densidad mínima aceptable. Esto se definirá como regeneración natural asistida de las especies de bosque de manglar destinados a la protección.
- Si un sitio es considerado con potencial para la intervención mediante restauración activa, se deberá reforestar únicamente con especies nativas durante la siguiente estación lluviosa, hasta alcanzar el estándar mínimo de plantas por hectárea.
- Si se encuentran especies que no correspondan a mangle dentro de las UM establecidas, estas deberán mencionarse únicamente en los comentarios de las hojas de campo. Las plántulas con alturas menores a 0,3 m también se mencionarán únicamente como observaciones en la hoja de campo.
- Si dentro del área evaluada se identifican claros no regenerados y la sumatoria de estos supera el 5% del área total, se debe prescribir la reforestación directa.
- El área mínima continua de claros que no requiere intervención con reforestación es de hasta 0.5 ha.
- Los parches de bosque maduro que ocupen un área igual o superior a 1 ha del área total de la evaluación se excluirán del cálculo del área total evaluada. Se deberá evidenciar esta exclusión mediante su delimitación clara en el archivo shapefile.
- El tamaño mínimo en hectáreas de un área degradada con potencial para la evaluación de regeneración natural será determinado por el criterio técnico, según su relevancia para la protección.
- En caso de identificar una **especie en peligro de extinción** reportada en CITES y/o la IUCN, se procederá a una evaluación detallada y se recomendará priorizar el sitio con **medidas de protección**.

07

Regeneración natural asistida (RNA)

De acuerdo con la Estrategia Nacional de Restauración Forestal de Honduras (ICF, 2024), el objetivo principal de la RNA es facilitar el desarrollo de la regeneración natural hacia la formación de un bosque joven. Este proceso se lleva a cabo mediante monitoreo, eliminación de factores limitantes, restauración de condiciones hidrológicas y otras actividades de manejo.

En áreas de manglares donde la regeneración natural no ha sido efectiva, las acciones de RNA se centran en restaurar las dinámicas naturales del ecosistema, como la hidrología y la composición florística, priorizando a especies clave para el equilibrio ecológico del área.

7.1 Actividades recomendadas para RNA en manglares

Para recuperar la vegetación nativa y eliminar barreras o amenazas que impidan su crecimiento, se recomienda implementar las siguientes acciones:

Restauración hidrológica:

Abrir o rehabilitar canales naturales para restablecer el flujo de agua y mantener niveles adecuados de salinidad

Eliminación de especies invasoras:

Controlar arbustos o hierbas invasoras que compitan con las especies nativas de manglar

Plantación de especies nativas de manglar:

Establecer plantaciones con especies clave para alcanzar la densidad mínima adecuada, priorizando las esenciales para el ecosistema de manglar



Reducción de fuentes de contaminación:

Retirar residuos sólidos y controlar vertidos químicos que afecten negativamente la regeneración del manglar

Prevención y control del pastoreo y pisoteo:

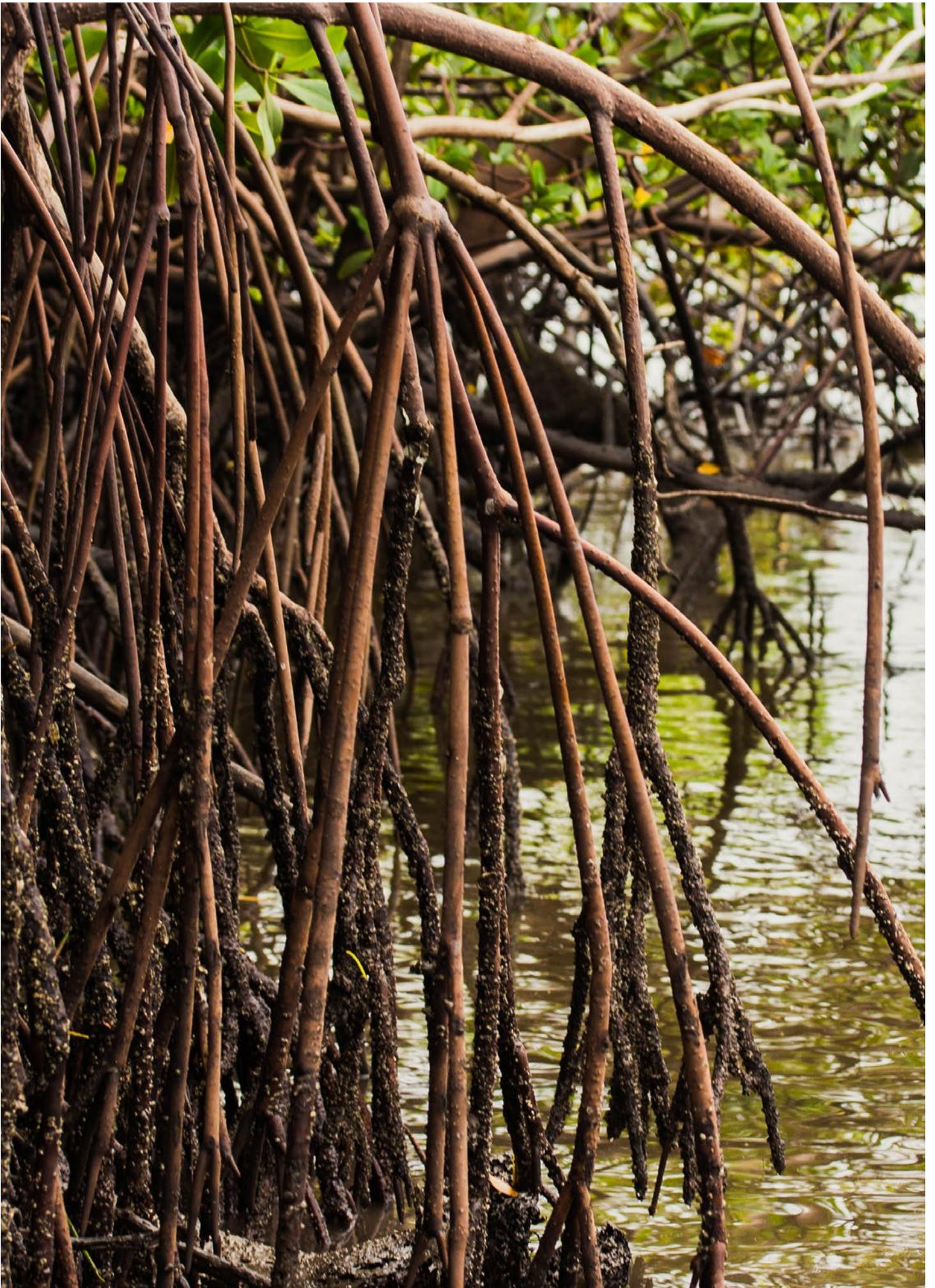
Implementar medidas para evitar la compactación del suelo causada por animales, que dificulta la propagación de plántulas

Control de actividades humanas:

Establecer regulaciones para prevenir la sobreexplotación y otras actividades que afecten el proceso de regeneración natural

Monitoreo constante:

Hacer evaluaciones periódicas del área restaurada para garantizar el éxito de las intervenciones y ajustar las estrategias necesarias



08

Detalles del proceso de evaluación de la RN en bosque de manglar

8. Detalles del proceso de evaluación de la RN en bosque de manglar

A continuación, se especifican los pasos que deben seguir los responsables de la evaluación de la regeneración natural en bosques de manglar. El objetivo de esta evaluación es determinar el estado de la regeneración y recuperación de las especies establecidas de forma natural. Para esto, es necesario recopilar información clave sobre la densidad, salud y composición de las especies en regeneración. Así se podrá conocer la capacidad del ecosistema para recuperarse de los impactos de la degradación y definir acciones que fomenten su regeneración y conservación.

8.1 Descripción del proceso de evaluación

8.1.1 Preidentificación del área a evaluar

Para la identificación y delimitación preliminar de las áreas de manglar que se pueden evaluar, hay una variedad de herramientas como:

- Sistemas de información geográfica
- Mapa de oportunidades de restauración forestal
- Mapa de cobertura y uso del suelo
- Imágenes satelitales
- Google Earth
- Google Earth Engine

Además, se debe consultar información en bases de datos sobre posibles causas de degradación de las áreas afectadas como:

- Tala ilegal
- Actividades acuícolas (desechos tóxicos y expansión de áreas productivas)
- Incendios
- Turismo
- Eventos climáticos
- Plagas

Estas herramientas constituyen una guía esencial para seleccionar los sitios que deben ser visitados y evaluados en campo.

Se recomienda el uso de herramientas como drones únicamente en la etapa de identificación del área a evaluar, ya que el nivel 3 de la metodología de evaluación requiere realizar mediciones del DAP y la altura, así como, el diagnóstico de la calidad de los sitios y otros datos que requieren la verificación directa por parte del técnico en campo.

Para determinar el historial del evento de degradación, se plantean los siguientes dos métodos que pueden complementarse:

- Estipular la **fecha de la pérdida de cobertura boscosa** mediante la comparación de imágenes satelitales en una línea de tiempo
- Consultar la información disponible en plataformas de acceso abierto manejadas por el ICF (como SIGMOF) sobre la **incidencia de incendios, plagas y deforestación**

El propósito de este proceso es **identificar las áreas** de manglar y otros usos o coberturas del suelo aledaños que constituirán el **ámbito geográfico y temporal** del estudio. Si se cuenta con una serie histórica de imágenes y fotografías para un área, se puede establecer un periodo y la **cronología de los cambios en la cobertura**. Esta información debe complementarse y corroborarse con recorridos de campo y consultas a funcionarios de Gobierno, organizaciones comunitarias y pobladores de las zonas aledaños.

El área para evaluar se seleccionará según **criterios técnicos**, considerando la **magnitud** de la degradación, la **relevancia** para la protección y la **viabilidad** de la evaluación y el monitoreo de la regeneración natural a largo plazo.

Por lo general, las áreas para evaluar mediante los procedimientos establecidos en este manual son las siguientes:

- Áreas de bosques afectadas por plagas y enfermedades
- Áreas impactadas por incendios forestales
- Áreas degradadas por desastres naturales
- Áreas perjudicadas por tala ilegal
- Áreas afectadas por infraestructura y obras civiles
- Áreas degradadas por contaminación
- Áreas impactadas por la expansión de la camaricultura, entre otras

Si se identifica un área como potencial para evaluación, se hará un recorrido in situ por toda la zona de interés para la validación de límites y el reconocimiento general.

8.1.2 Identificación técnica in situ

Se trata del reconocimiento en campo para validar la información obtenida mediante sistemas de información geográfica (SIG). Es fundamental realizar esta tarea antes de comenzar la evaluación de regeneración natural, ya que puede reducir significativamente el trabajo de recolección de datos.

8.1.3 Delimitación del área de evaluación

El técnico evaluador debe utilizar un GPS, un archivo shape o .kml para determinar y comprobar los límites del área efectiva para evaluar, definida en el proceso de pre-identificación geoespacial, las condiciones actuales del sitio. Para ello, deben considerarse aspectos clave como ubicación, accesibilidad y otros factores que puedan influir en el levantamiento de datos y en la ejecución de la evaluación. La delimitación es un paso esencial para determinar el número de UM necesarias para el proceso.

8.1.4 Ubicación de las UM

Cada UM establecida dentro de un área de evaluación se debe identificar con un número correlativo y sus respectivas coordenadas en el sistema WGS 84 (World Geodetic System 1984).

8.1.5 Demarcación de la UM

Se debe identificar el centro de la UM con una numeración correlativa para la verificación, seguimiento o monitoreo. Se demarca con estacas y cinta vinílica de color fluorescente que contenga información importante (número de UM, transecto, azimut y fecha de la evaluación) para la verificación, seguimiento o monitoreo posterior.



8.1.6 Evaluación de la regeneración natural (RN)

Este proceso inicia con la instalación de las UM en el área previamente delimitada. Posteriormente, se hace la recolección de datos, utilizando formatos de campo diseñados para registrar las variables relacionadas con la regeneración.

8.1.7 Análisis de los resultados

Una vez finalizados todos estos pasos en campo y obtenidos unos resultados, se hace un análisis de ellos para determinar en qué estado se encuentra la regeneración y qué acciones se deben tomar.

8.1.8 Reporte y registro de áreas

La evaluación y reporte de la regeneración natural deben ser realizados por un profesional forestal o afín, quien se encarga de presentar los resultados en un informe técnico y diligenciar el formulario de la restauración pasiva en la plataforma institucional.

Las entidades u organizaciones interesadas en reportar áreas en procesos de restauración pasiva en bosques de manglar deben acudir a la Oficina Central del ICF. Allí pueden solicitar el registro y visualización geoespacial de las áreas, para que estas se incluyan en la plataforma del SIGMOF. El proceso inicia con la presentación de una solicitud que detalle las áreas de interés y las justificaciones pertinentes.

El personal técnico del Programa Nacional de Reforestación de la oficina regional o local correspondiente es el responsable del acompañamiento para asegurar la recolección, control y registro adecuados de las áreas evaluadas en proceso de restauración por entidades externas al ICF.

8.2 Determinación del tamaño de la muestra y cantidad de UM a evaluar

8.2.1 Premuestreo

Este procedimiento se debe implementar cuando se presente un escenario de regeneración natural incompleta (RI).

- **En áreas menores o iguales a 10 ha no se hace premuestreo**

Esto se debe a que el cálculo estadístico para determinar el tamaño de la muestra no toma en cuenta la dimensión del área para evaluar. Es difícil para fines prácticos ubicar tantas UM en un área pequeña porque durante la toma de datos se puede obtener un coeficiente de variación altamente variable, que provoque el aumento considerable del tamaño de la muestra. Por lo tanto, se establece que en áreas menores o iguales a 10 ha no se realiza premuestreo. Por lo tanto, se procede directamente al inventario, con un mínimo de 10 UM para establecer en campo.

- **En áreas mayores a 10 ha sí se hace premuestreo**

Para **determinar el tamaño** de la muestra en áreas mayores a 10 hectáreas se recomienda hacer un premuestreo. El coeficiente de variación expresa la variabilidad de la regeneración de las UM. Este coeficiente (CV %), se calcula a partir de una submuestra de mínimo de 10 UM distribuidas de forma representativa en toda el área según el diseño de muestreo establecido.

Cuando el CV indique que es necesario aumentar el número de UM de muestreo y superar el tamaño de la submuestra (10 UM), estas deben distribuirse aleatoria y sistemáticamente en el área, siguiendo el diseño de muestreo y respetando el distanciamiento de, al menos, 20 m entre ellas.

8.2.1.1 Cálculo

Para el cálculo del tamaño de la muestra, este manual establece que se use un valor (t) de 1,645 (número decimal), para un nivel de confianza del 90 % y un error estándar del 20 %, por la variabilidad presente en el bosque de manglar. El uso de estos parámetros permite reducir el tamaño de la muestra, minimizar el costo del inventario y asegurar que los datos sean estadísticamente confiables.

El tamaño de la muestra se determinará en función del comportamiento del coeficiente de variación obtenido durante el premuestreo. Este define el tamaño de la muestra total, según homogeneidad o dispersión de los datos con respecto a la media.

Las fórmulas que se deben utilizar para el cálculo del tamaño de la muestra son las siguientes:



Tamaño de la muestra

$$n = CV\%^2 \times t^2 / (E\%^2)$$

n=

Tamaño de la muestra

CV%=

Coficiente de variación en el pre-muestreo en porcentaje

t=

Valor t de Student para un nivel de confianza del 90 % (t=1,645)

E%=

Error de muestreo admisible

Desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \mu)^2}{N}}$$

σ =

Desviación estándar poblacional

N=

Tamaño de la población

x_i =

Valores de la población

μ =

Media poblacional

Coficiente de variación

$$CV = \frac{\sigma}{\mu} \times 100$$

CV=

Coficiente de variación

σ =

Desviación estándar poblacional

μ =

Media poblacional



8.2.2 El Muestreo

En el escenario de regeneración aceptable, el muestreo es aleatorio. Las 5 UM se establecen de forma representativa en el área de regeneración independientemente del tamaño de esta. Se debe respetar el espaciamiento mínimo entre cada UM, como se describe en la siguiente tabla. El tamaño de UM a utilizar es de 50 m², con un radio de 3,99 m.

Tabla 7. Espaciamiento entre UM según el tamaño del área para el escenario de RA

Tamaño del área de evaluación (ha)	Espaciamiento mínimo sugerido entre UM
0 a 5 ha	40 m
6 a 10 ha	80 m
11 a 20 ha	100 m
21 a 40 ha	250 m
≥41 ha	400 m o más

En el escenario de regeneración incompleta, el muestreo es aleatorio sistemático, lo que implica elegir el transecto y la primera UM al azar; las demás UM se distribuyen de acuerdo con un intervalo fijo en toda el área y según el tamaño de esta.

La UM a utilizar es de 50 m², con un radio de 3,99 m. La ubicación de las UM está condicionada por el tamaño, forma y accesibilidad del sitio; la colocación de los transectos del muestreo se orienta al norte cuando el área lo permita. El espaciamiento entre UM recomendado considerando el tamaño del área se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 8. Espaciamiento entre UM y transecto según el tamaño del área en un escenario de RI

Tamaño del área de evaluación (ha)	Espaciamiento mínimo sugerido entre UM	Espaciamiento mínimo sugerido entre transecto
0 a 5 ha	10 m	15 m
6 a 10 ha	20 m	25 m
11 a 20 ha	50 m	55 m
21 a 50 ha	75 m	80 m
≥51 ha	100 m o más	105 o más

El cálculo del estado de la regeneración se determinará de acuerdo con el promedio total de las UM en función de su cumplimiento con la densidad mínima aceptable por hectárea

La recolección de datos sobre la regeneración natural requiere utilizar los formatos de campo establecidos de acuerdo con el levantamiento de información de diagnóstico como aquella relacionada con la evaluación de la regeneración natural (anexos 1 y 2).

8.3 Medición de las variables en la UM

El proceso que se debe seguir para la medición de las variables de la regeneración natural en el área seleccionada es el siguiente:

8.3.1 Brinzal

Mediante un barrido en la UM, la medición inicia tomando como referencia el punto cardinal norte de la UM y se avanza en el sentido de las agujas del reloj. En la hoja de campo correspondiente se deben anotar la medida de la variable de altura y la identificación de las especies.

8.3.2 Latizal

Mediante un barrido en la UM se inicia la medición tomando como referencia el punto cardinal norte de esta y se avanza en el sentido de las agujas del reloj. En la hoja de campo correspondiente se deben anotar las medidas de las variables de altura y DAP, así como la identificación de las especies.

Para asegurar la claridad del registro, en estas mediciones se deben involucrar el técnico y los dos acompañantes.

Es fundamental registrar en la hoja de campo correspondiente (ver anexo A), toda la información sobre variables y características del sitio de evaluación. Esta debe proporcionar detalles valiosos para la planificación de actividades que favorezcan el proceso de regeneración natural como, por ejemplo: características del área, posibles fuentes de propágulos, amenazas, usos del área, factores de estrés ambiental, presencia de enfermedades y otros datos relevantes para la protección del bosque en regeneración.

8.4 Análisis complementario de la calidad de agua

En el marco de la evaluación de la regeneración natural en áreas de manglar, se recomienda analizar la calidad del agua como una actividad complementaria, siempre que las condiciones lo permitan y los recursos estén disponibles. Aunque no es un requisito obligatorio, estos análisis pueden proporcionar información valiosa sobre las condiciones ambientales que pueden influir en el proceso de regeneración natural.

Los principales aspectos para considerar en el análisis son:

- Parámetros básicos como salinidad, pH, oxígeno disuelto y temperatura
- Identificación de posibles fuentes de contaminación, como descargas de aguas residuales o presencia de químicos

Monitoreo de la conexión hidrológica entre el manglar y cuerpos de agua cercanos

Los resultados de estos análisis, aunque no condicionan el proceso de evaluación de la regeneración natural, pueden contribuir a un diagnóstico más integral del ecosistema y a la planificación de estrategias de restauración más efectivas.

Nota: La inclusión de este análisis será decisión del equipo técnico a cargo, considerando los recursos disponibles, la accesibilidad al área y los objetivos específicos de la evaluación. El ICF no lo exigirá para el reporte de áreas en proceso de restauración mediante la evaluación de la regeneración natural.

09

Previsiones para el trabajo de campo

La ejecución del trabajo de campo en bosques de manglar enfrenta diversos desafíos, debido a las características únicas de estos ecosistemas. Al ubicarse en zonas costeras donde convergen la tierra y el mar, los manglares generan condiciones de alta salinidad, fluctuaciones de marea y suelos fangosos e inestables. Además, la combinación de calor, humedad, raíces expuestas y la alta densidad de insectos incrementa las dificultades del trabajo en el terreno. Estas condiciones, que complican el acceso y obligan al equipo de campo a enfrentar numerosos obstáculos, hacen imprescindible tomar rigurosas precauciones antes de iniciar cualquier actividad.

Por ejemplo, el olvido de cualquier equipo o herramienta esencial puede provocar un gran retraso o incluso la cancelación de las actividades planificadas; esto, considerando que el acceso y desplazamiento en el manglar suelen ser lentos, difíciles y arriesgados (SINAC-UNA, 2020). Por ello es fundamental que, antes de adelantar cualquier actividad de recolección de datos en este ecosistema, se sigan las siguientes indicaciones.



9.1 Guía de previsiones

- Como el entorno de los manglares puede ser riesgoso debido a la fauna, las condiciones climáticas y el terreno, es vital garantizar la seguridad del personal de campo mediante el uso de equipos de protección adecuados y una planificación logística precisa. Es importante evitar áreas peligrosas o de difícil acceso.
- Es crucial establecer con anticipación la mejor ruta de acceso y de salida del sitio de muestreo. Una mala planificación puede provocar retrasos, desgaste físico y pérdida de tiempo. Utilizar mapas e imágenes satelitales locales es altamente recomendable.
- Es fundamental tener en cuenta las mareas y otros factores climáticos que puedan afectar tanto el acceso como la recolección de datos, ya que los cambios en el nivel del agua pueden alterar el paisaje rápidamente.
- Se deben definir con anticipación la cantidad de personas que participarán en la evaluación o monitoreo, así como las responsabilidades específicas de cada miembro del equipo.
- Hay que asegurarse de que al menos una persona del equipo tenga un manejo avanzado de herramientas de ubicación geográfica, como GPS.
- Es un requerimiento que cada persona cuente con la vestimenta y equipo adecuados para las condiciones del terreno (como repelente, bloqueador solar, guantes, gorra o sombrero, botas resistentes, agua y alimento). Debido a la presencia de lodo profundo y raíces expuestas, se recomienda usar calzado que garantice una buena movilidad.

9.2 Lista de herramientas y equipos

Para la recolección de datos en campo, se necesita una variedad de herramientas y equipos que faciliten la medición y recopilación de información sobre las diferentes variables. Estos deben verificarse antes de realizar el trabajo de campo. Los materiales y equipos básicos incluyen:

- GPS (geoposicionador)
- Brújula
- Cinta métrica
- Cinta diamétrica
- Pie de rey
- Manual de evaluación
- Formularios de campo
- Tableros para portar formularios
- Lápices, tinta y carbón
- Cinta vinílica fluorescente
- Libreta de campo
- Bolsas plásticas resellables
- Celular (para fotografías o aplicaciones de campo)
- Prensa para muestras botánicas
- Botiquín de primeros auxilios
- Botas de caucho o neopreno
- Repelente
- Protector solar
- Vestimenta adecuada



10

Procedimiento de registro de las áreas evaluadas

10.1 Reporte de aprobación

El proceso de aprobación de un área evaluada con RA o con RI debidamente justificadas inicia con el reporte a la Oficina Regional del ICF. Esto se hace mediante la presentación del informe de evaluación de la regeneración natural del área de bosque de mangle, junto con los medios de verificación pertinentes. El técnico del Programa Nacional de Reforestación o el asignado de la Región Forestal correspondiente es el encargado de validar el proceso hecho en campo.

10.2 Medios de verificación (verificadores)

La presentación de la documentación de la evaluación de la regeneración natural en bosque de manglar debe ser en formato digital, por medio de la plataforma del Geoforestal. Es necesario incluir los siguientes medios de verificación que acompañan el reporte de la restauración pasiva evaluada como área en proceso de restauración:

- Archivo en formato shapefile o .kml del área evaluada, excluyendo claros y parches de bosque maduro
- 4 fotografías, con sus respectivas coordenadas por cada UM registrada
- Mapa de ubicación de las UM registradas sobre un mapa base de referencia
- Informe general del área evaluada
- Ficha de registro en el Geoforestal
- Las hojas de campo deben formar parte de un expediente archivado sobre el área de la regeneración natural evaluada. Este sirve para respaldar la información digital.

10.3 Presentación de informe

Por cada área evaluada se elabora un informe en formato digital que detalle el resultado de la evaluación. Este debe incluir el análisis de los datos, tablas y el resultado de la evaluación, para su posterior validación por parte del Programa Nacional de Reforestación (PNR) a nivel regional y central.

Los informes sobre las áreas de evaluación de RN deben incluir las siguientes secciones:

Los informes sobre las áreas de evaluación de RN deben incluir las siguientes secciones:

Portada

En esta sección se deberán incluir: nombre del programa, proyecto u otro; región forestal; estrategia de restauración; área del sitio; nombre del sitio; correlativo; nombre del técnico responsable y fecha.

I. Descripción del sitio de la regeneración natural

En esta sección se describen las características generales del sitio (como el tamaño del área evaluada, la tenencia de la tierra, el régimen de manejo, el tipo de bosque adyacente a la regeneración natural) y las características generales del diagnóstico realizado en el bosque de manglar.

II. Antecedentes del área

Explicación de las causas de la pérdida del bosque (naturales o antropogénicas), así como el potencial de recuperación por medio de la restauración pasiva. También se deben dar a conocer las amenazas naturales o antropogénicas, si las hay.

III. Procedimiento de la evaluación

Exposición breve del este procedimiento, de acuerdo con los escenarios de regeneración encontrados y la metodología utilizada bajo los lineamientos establecidos en este manual.

IV. Resultado de evaluación

Se deben incluir tablas con los datos recopilados en las fichas de campo correspondientes (ver anexos) y un análisis detallado basado en el escenario de regeneración que se encontró.

V. Conclusiones

En esta sección se desglosan las conclusiones sobre el estado de la regeneración en las áreas evaluadas. Se deben determinar la cantidad de plantas encontradas por categoría (brinzal y latizal) y la densidad promedio de las plantas encontradas por ha. También es necesario indicar la salud del ecosistema, según lo observado durante la evaluación.

VI. Recomendaciones

Exposición de las recomendaciones y/o prescripciones para asegurar el crecimiento y establecimiento de la RN, según lo contenido en este manual y las actividades de RNA que se deben implementar.

VII. Anexos

- Mapa de ubicación de las UM (a una escala que permita su adecuada visualización). El programa con el que se elabore este mapa quedará sujeto al criterio del técnico responsable, con elementos basados en el ejemplo del anexo 3.
- Formato lleno del diagnóstico del área de evaluación de la regeneración natural escaneado.
- Tablas de datos de con la información de las hojas de campo procesadas
- Algunas fotografías del sitio tomadas durante la evaluación

10.4 Control de calidad

Es responsabilidad directa del técnico encargado de la evaluación garantizar que el trabajo de campo se haga con el más alto nivel de confiabilidad en la recopilación de datos y su posterior procesamiento. La información obtenida de la evaluación debe ser verificada y validada por el ICF, a través de la Oficina Local o Regional correspondiente.

10.5 Registro en la plataforma

El reporte de las áreas evaluadas se debe realizar de forma obligatoria en la plataforma GeoForestal del ICF como áreas en proceso de restauración pasiva. El fin es validar las actividades relacionadas con los resultados de la evaluación de la regeneración natural. Este registro asegura el almacenamiento, consistencia y análisis eficiente de los datos, los cuales, tras su validación, deben publicarse en la plataforma institucional del Sistema de Gestión y Monitoreo Forestal (SIGMOF) (Acuerdo No. 02-2019, 2019).

Las entidades u organizaciones interesadas en reportar áreas en procesos de restauración pasiva en bosques de manglar deben acudir a la Oficina Central del ICF para solicitar el registro y visualización geoespacial de las áreas en la plataforma del SIGMOF. El proceso inicia con la presentación de una solicitud que incluya detalles de las áreas de interés y las justificaciones necesarias.

Después del registro de áreas de regeneración, el técnico competente del PNR de la oficina central, realizará la revisión de la información cargada en la plataforma para su validación final.

10.6 Supervisión y acompañamiento

El personal técnico del PNR de la oficina regional o local es el responsable de brindar acompañamiento técnico para garantizar el control y registro adecuados de las áreas evaluadas en proceso de restauración. Además, debe capacitar a los involucrados en la metodología utilizada y fomentar el uso de herramientas como el GeoForestal. El objetivo es fortalecer las capacidades locales y asegurar la correcta implementación de las evaluaciones.

10.7 Monitoreos posteriores

Si se hacen monitoreos posteriores a la primera evaluación, se recomienda que sean bianuales, preferiblemente al final de la estación lluviosa. Se deben utilizar las mismas UM establecidas inicialmente, para asegurar la consistencia y comparabilidad de los datos recopilados.



Lista de referencias

- Acuerdo No. 031-2010. (2010).** Reglamento general de la Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre. *La Gaceta*. República de Honduras - Tegucigalpa, M. D. C., 15 de octubre del 2010, No. 32,342.
- Acuerdo No. 1.190-2015. (2010).** Reglamento de funcionamiento interno del Comité Técnico Nacional de Humedales (CTNH). *La Gaceta*. República de Honduras - Tegucigalpa, M. D. C., 9 de febrero de 2016, No. 33.955.
- Acuerdo No. 002-2019 (2019).** La Oficialización del Sistema de Información para la Gestión y Monitoreo Forestal (SIGMOF). *La Gaceta*. República de Honduras - Tegucigalpa, M. D. C., 28 de noviembre del 2019. No. 35,110.
- Chazdon, R. L. (2014).** Second growth: The promise of tropical forest regeneration in an age of deforestation. University of Chicago Press. <https://press.uchicago.edu/ucp/books/book/chicago/S/bo17407876.html>
- Carrasco-Navas, J., & Flores, R. (2009).** Inventario de humedales de Honduras. Secretaría de Medio Ambiente - USAID, Tegucigalpa. https://www.researchgate.net/publication/343656392_Carrasco-Navas_J_Flores_R_2008_Inventario_de_Humedales_de_Honduras_Secretaria_de_Medio_Ambiente-USA_AID_Tegucigalpa_153_pp
- Cifuentes-Jara, M., Brenes, C., Leandro, P., Molina, O., Romero, T. E., Torres Gómez, D., & Velásquez Mazariegos, S. (2018).** Manual centroamericano para la medición de carbono azul en manglares. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/8719>
- Decreto N°98-2007. (2007).** Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (LFAPVS). Congreso Nacional. *La Gaceta*. República de Honduras - Tegucigalpa, M. D. C., 26 de febrero de 2008, No. 31.544.
- FAO. (2007).** The world's mangroves 1980-2005. FAO Forestry Paper, 153, 89. <https://www.fao.org/3/a1427e/a1427e00.pdf>
- Gobierno de Honduras. (2020).** Propuesta de Nivel de Referencia de Emisiones Forestales / Nivel de Referencia Forestal 2016-2020. https://redd.unfccc.int/media/nrf_2020_honduras.pdf
- ICF. (2022).** Anuario Estadístico Forestal de Honduras (37.^a ed.). Centro de Información y Patrimonio Forestal, Unidad de Estadísticas Forestales. <https://icf.gob.hn/unidad-deestadistica-forestal/>
- ICF. (2023).** Estado Actual del Ecosistema de Manglar en Honduras. https://sigmof.icf.gob.hn/wp-content/uploads/2024/08/Estado_Actual-del-Ecosistema-de-Manglar-en-Honduras_compressed.pdf
- ICF. (2024).** Estrategia Nacional de Restauración Forestal de Honduras 2023-2030. https://sigmof.icf.gob.hn/wp-content/uploads/2024/09/ENRFHonduras2023-2030_.pdf
- Instituto Nacional de Bosques [INAB]. (2016).** Manual de criterios y parámetros PROBOSQUE. Guatemala. Versión 1.
- Instituto Nacional de Bosques [INAB], Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, & Consejo Nacional de Áreas Protegidas(2016).** Metodología para el establecimiento y mantenimiento de UMs Permanentes de Medición Forestal -PPMF- en Bosque Natural del Ecosistema Manglar. https://ppm.inab.gob.gt/docs/metodologia_ppmf_mangle.pdf
- IUCN. (2020). Mangroves and People: Lessons and Practical Guidance for Coastal Wetlands Intended Nationally Determined Contributions (NDCs).** International Union for Conservation of Nature. Gland, Switzerland. <https://www.iucn.org/>
- MiAmbiente.(2017).** Política Nacional de Humedales de Honduras 2018 - 2028. Tegucigalpa, Honduras. <https://elaw.org/wp-content/uploads/archive/attachments/publicresource/Politica%20Pu%CC%81blica%20Humedales%20de%20Honduras.%2012.10.2017.%20REV.%20Final.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2007).** The world's mangroves 1980-2005. FAO Forestry Paper. <https://www.fao.org/3/a1427e/a1427e00.pdf>

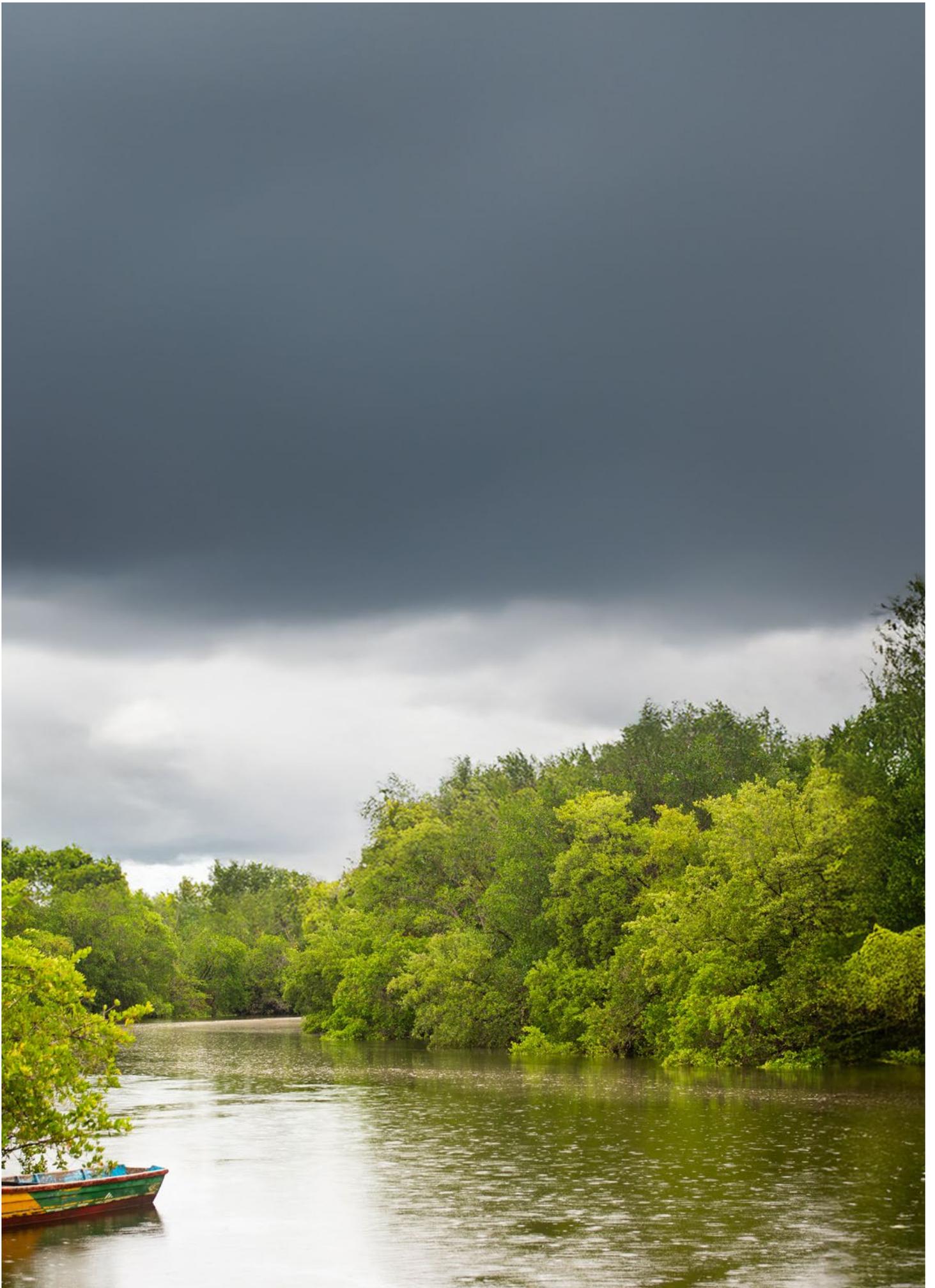
Sanchún, A., Botero Botero, R., Morera Beita, A., Obando, G., Russo, R., y Spinola, C. (2016). Restauración funcional del paisaje rural: manual de técnicas. UICN, August, 669. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/ST-GFE-no.03.pdf>

UNEP. (2014). The Importance of Mangroves to People: A Call to Action. United Nations Environment Programme. <https://www.unep.org/resources/report/importance-mangroves-people-call-action>

Venemedia Comunicaciones. (2015). Definiciones XYZ. <https://www.definicion.xyz/2018/07/manglares.html>

Villalobos Chacón, L., Guzmán-Sánchez, Y., Vega Bolaños, H., & Piedra Chacón, R. (2020). Protocolo para el Monitoreo Ecológico de Manglares en Costa Rica. Sistema Nacional de Áreas de Conservación & Universidad Nacional Costa Rica. <http://hdl.handle.net/11056/24918>

Von Prahl, H. (1989). Manglares. Benjamín Villegas Jiménez (ed.). Villegas editores.



Anexos

Anexo 1. Diagnóstico del área de evaluación de la regeneración natural



DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE EVALUACIÓN DE LA REGENERACIÓN NATURAL EN BOSQUES DE MANGLAR

Sitio: _____ Área (ha) _____ Técnico _____ Fecha _____ Tenencia _____

Instrucciones: marque con una X según corresponda

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SITIO

1. Uso actual del suelo adyacente:

Bosque Agroforestal Agropecuario Vegetación herbácea/arbustiva Áreas abiertas
Zonas urbanizadas Superficies de agua dulce Superficie de agua salada Áreas húmedas

CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS

1. Tipo de marea:

Diurna Semidiurna Mixta

2. Fuente de inundación:

Marea Canal Río Laguna Océano

CARACTERÍSTICAS DEL MANGLAR

1. Tipo ecológico del manglar:

Borde Rivereño Barra Islote Cuenca Enano

2. Composición del manglar:

Mixto Monodominante

TENSORES AMBIENTALES

1. Tensores ambientales (naturales):

Eventos climáticos extremos Abrasión marina

2. Tensores ambientales (antropogénicos):

Prácticas acuícolas Prácticas extractivas Prácticas agropecuarias Incendios Ninguna

CONTAMINACIÓN

1. Tipo de contaminación:

Química Sólida Biológica Ninguna

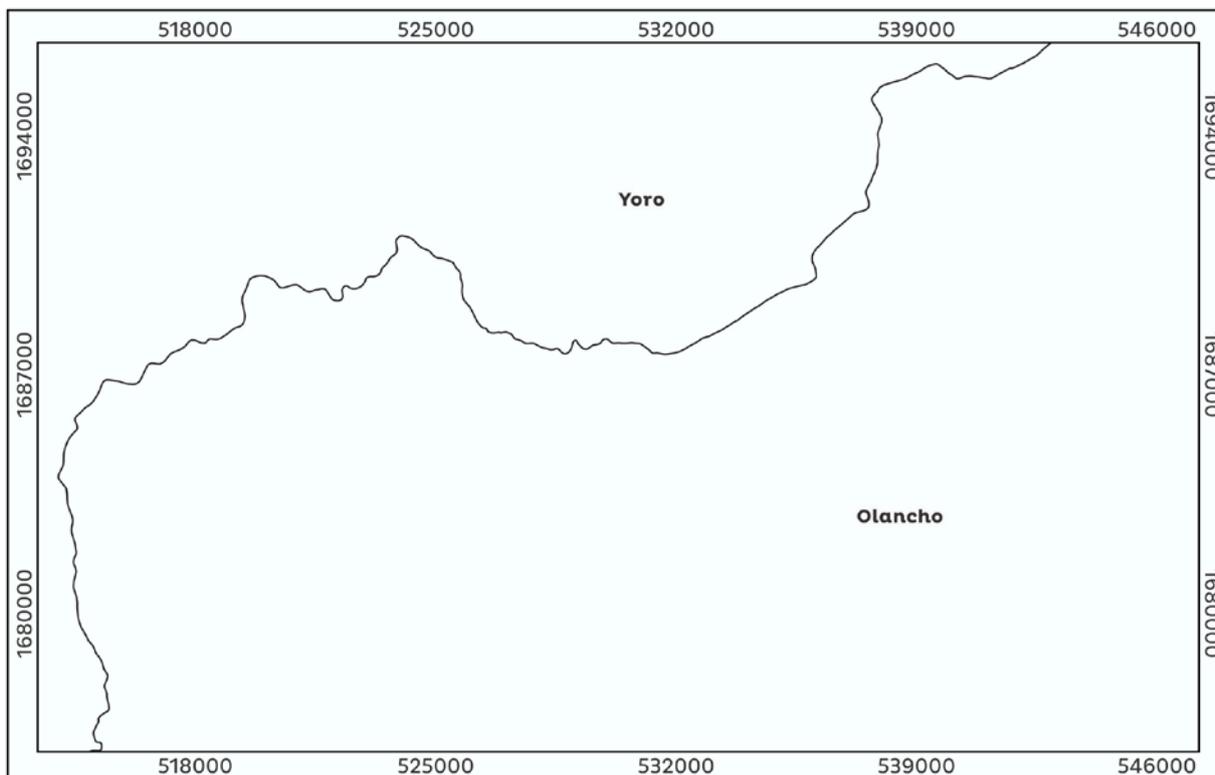
2. Fuente de contaminación:

Descargas industriales Agua residuales Agroquímicos Residuos urbanos

Observaciones _____

Anexo 3. Formato de mapa para la ubicación y distribución de las UM en el área de la evaluación de regeneración natural

<p>Título: (Mapa de Ubicación y distribución de las unidades de muestreo) Código Geoforestal: (PROYECTO-RF-XXXX-AÑO)</p>	
---	---



LEYENDA	<p>Area (ha): Departamento: Municipio: Sitio: Elaborado por: Región Forestal:</p>				
	<p>Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 16 N Projection: Trasverse Mercator Datum: WGS 1984 Unidades: metros</p>				
	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1:178,069</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Hoja Cartográfica: xxxx</td> <td rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">  </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">  </td> </tr> </table>	1:178,069	Hoja Cartográfica: xxxx		
1:178,069	Hoja Cartográfica: xxxx				
					



HONDURAS

GOBIERNO DE LA REPÚBLICA

Facebook: Instituto de Conservación Forestal ICF, X: @ICFHonduras, Instagram: ICF Conservación Forestal



www.icf.gob.hn

