

NOTA TÉCNICA N° IDB-TN-3016

# Lineamientos para estructurar proyectos que generen unidades de biodiversidad con alta integridad

Mariana Sarmiento  
Néstor Galindo  
Francisco Gómez  
María Lucía Rodríguez  
Mauricio Serna  
Jennyfer Ruiz

Banco Interamericano de Desarrollo  
BID Lab

Octubre 2024



# Lineamientos para estructurar proyectos que generen unidades de biodiversidad con alta integridad

Mariana Sarmiento\*  
Néstor Galindo\*  
Francisco Gómez\*  
María Lucía Rodríguez\*  
Mauricio Serna\*  
Jennyfer Ruiz\*

\*Terrasos

Banco Interamericano de Desarrollo  
BID Lab

Octubre 2024

**Catalogación en la fuente proporcionada por la  
Biblioteca Felipe Herrera del  
Banco Interamericano de Desarrollo**

Lineamientos para estructurar proyectos que generen unidades de biodiversidad con alta integridad / Mariana Sarmiento, Néstor Galindo Ruiz, Francisco Gómez, María Lucía Rodríguez, Mauricio Serna, Jennyfer Ruiz; editora, Tatiana Benza.

p. cm. — (Nota técnica del BID ; 3016)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Biodiversity conservation-Latin America. 2. Biodiversity conservation-Caribbean Area. 3. Environmental innovations-Latin América. 4. Environmental innovations-Caribbean Area. 5. Economic development projects-Environmental aspects-Latin America. 6. Economic development projects-Environmental aspects-Caribbean Area. I. Sarmiento, Mariana. II. Galindo Ruiz, Néstor. III. Gómez, Francisco. IV. Rodríguez, María Lucía. V. Serna, Mauricio. VI. Ruiz, Jennyfer. VII. Benza, Tatiana, editora. VIII. BID Lab. IDB-TN-3016

Códigos JEL: Q55, Q57.

Palabras clave: Unidades de biodiversidad, proyectos de conservación, créditos de biodiversidad voluntarios, protocolo de integridad, protocolo de emisión de unidades voluntarias de biodiversidad, financiamiento de la conservación, Tebu, Terrasos, mercados de biodiversidad, activos naturales, estructuración de proyectos, lineamientos, alta integridad.

<http://www.iadb.org>

Copyright © 2024 Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons CC BY 3.0 IGO (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/legalcode>). Se deberá cumplir los términos y condiciones señalados en el enlace URL y otorgar el respectivo reconocimiento al BID.

En alcance a la sección 8 de la licencia indicada, cualquier mediación relacionada con disputas que surjan bajo esta licencia será llevada a cabo de conformidad con el Reglamento de Mediación de la OMPI. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil (CNUDMI). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones que forman parte integral de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta obra son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del BID, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa, así como tampoco del Comité de Donantes de BID Lab ni de los países que representa.



# LINEAMIENTOS PARA ESTRUCTURAR PROYECTOS QUE GENEREN UNIDADES DE BIODIVERSIDAD CON ALTA INTEGRIDAD



# LINEAMIENTOS PARA ESTRUCTURAR PROYECTOS QUE GENEREN UNIDADES DE BIODIVERSIDAD CON ALTA INTEGRIDAD

**Autores:** BID Lab y Terrasos (Mariana Sarmiento, Néstor Galindo, Francisco Gómez, María Lucía Rodríguez, Mauricio Serna y Jennyfer Ruiz).

**Editora:** Tatiana Bensa

**Diseño:** Alejandro Scaff

**Cómo citar este documento:** Lineamientos para estructurar proyectos que generen Unidades de Biodiversidad con alta integridad. Terrasos, BID Lab, 2024.

**Palabras clave:** Unidades de biodiversidad, proyectos de conservación, créditos de biodiversidad voluntarios, protocolo de integridad, protocolo de emisión de unidades voluntarias de biodiversidad, financiamiento de la conservación, Tebu, Terrasos, mercados de biodiversidad, activos naturales, estructuración de proyectos, lineamientos, alta integridad.

## **Agradecimientos:**

Adrien Lindon (The Biodiversity Consultancy)	Irene Arias (BID Lab)
Albi Rodríguez Jaramillo (LACCHAIN)	Isabela Echeverry (BID Lab)
Ángela Chía (Fundación Santo Domingo)	José Aguirre (Fundación Santo Domingo)
Bernie Tershy (UC Santa Cruz)	Juan Camilo Barreneche (BID)
Camila Rodríguez Taylor (BID Invest)	Judith Serrano (Fauna & Flora)
Charles Bedford (Carbon Growth)	Julián Eduardo Gonzalez Martínez (BID Invest)
Camilo Santa Peña (BID)	Lorena Arredondo (Verra)
César Buenadicha (BID Lab)	Mauricio Ayala (BID Invest)
Edit Kiss (Verra)	Marcela Betancourt Muñoz (BID Invest)
Federico Biadene (The Palladium Group – East Africa)	María Cristina Velasquez (Fundación Santo Domingo)
Fekker Tedesse (The Palladium Group – East Africa)	Mariana Gonzalez Torres (XM)
Florenia Montagnini (Yale School of the Environment)	Martin Pilstjärna (Qaribo Natural Asset)
Gaurav Gupta (UNDP)	Ned Horryng (Regen Network)
George Livingston (Cargill)	Padu Franco (WCS)
Gregory Ladua (Regen Network)	Smeldy Ramírez (BID Lab)
Gregory Watson (BID)	Solomon Hailu (GIZ)
	Sophie Gilbert (Vibrant Planet)
	Svante Persson (BID Lab)

**Apoyo financiero:** Terrasos agradece el apoyo brindado durante el Proyecto (CO-T1048 & CO-T1370) “Potenciando el Mercado de Créditos de Biodiversidad Voluntarios mediante la aplicación de Tokens Digitales en el Marco de un Protocolo de Integridad” el cual tiene como objetivo desarrollar un mecanismo para la financiación de proyectos de conservación de la biodiversidad mediante el uso de tokens digitales.

## Índice

Abstracto	4
Introducción	5
¿Qué es una Unidad de Biodiversidad de Terrasos?	7
Principios	8
Cadena de valor	9
Proyectos elegibles	10
Área de influencia del proyecto	10
¿Cómo determinar el número de créditos que puede emitir un proyecto?	10
Factores diferenciales para la cuantificación de las Unidades de Biodiversidad	11
Cálculo de unidades potenciales	12
Caracterización de la línea base	14
Esquema de liberación de créditos y sistema de pago por resultados	15
Tercero verificador	16
Monitoreo y evaluación	16
Plataforma de registro	17
Documento de registro	17
Aviso legal (Exención de responsabilidad)	18
Escenario hipotético para la cuantificación de Unidades de Biodiversidad (Tebu).	19
Descripción del Proyecto	19
Factor diferencial 1: Categoría de Amenaza	20
Factor diferencial 2: Conectividad del Proyecto	22
Factor diferencial 3: Involucramiento Social	24
Factor diferencial 4: Duración del Proyecto	24
Factor diferencial 5: Acciones de Preservación y Restauración	24
Cálculo de Unidades	25
Lista de chequeo documento de registro	27
Bibliografía	29

## Resumen

Esta nota técnica resume el **Protocolo para la Emisión de Unidades de Biodiversidad Voluntarias de Terrasos**, un mecanismo que promueve la conservación y restauración de ecosistemas mediante la emisión de Unidades de Biodiversidad. Cada unidad representa 10 metros cuadrados de ecosistemas preservados o restaurados por al menos 20 años. El protocolo establece principios clave como trazabilidad, permanencia y rigor científico, y detalla una metodología para calcular las unidades potenciales para un proyecto de restauración. Basándose en factores como la amenaza del ecosistema, la conectividad, el tamaño, las acciones a implementar y la vinculación comunitaria.

Este documento incluye un escenario hipotético que ejemplifica el cálculo de unidades, y una lista de chequeo para el documento de registro, que asegura el cumplimiento de los requisitos mínimos de los proyectos que emiten Unidades de Biodiversidad. Este resumen enfatiza la integridad del proceso y asegura que las inversiones generen impactos reales y sostenibles, logrando generar ganancias cuantificables en términos de biodiversidad.



## Introducción

El mundo enfrenta una crisis ambiental sin precedentes, impulsada por la acelerada pérdida de biodiversidad y el cambio climático. Estas dos amenazas, estrechamente vinculadas, son el resultado de décadas de explotación insostenible de los recursos naturales y crecimiento poblacional, lo que ha llevado a la degradación de ecosistemas esenciales.

La disminución de la biodiversidad, por ejemplo, compromete la capacidad de los ecosistemas para brindar servicios vitales como la purificación del agua, la fertilidad del suelo y la regulación climática. Esta situación no solo afecta los ecosistemas, sino también las economías locales, pues se estima que la pérdida de biodiversidad está provocando una reducción de hasta un 10% en la producción agrícola anual, lo que pone en riesgo la seguridad alimentaria global. (Dasgupta & Levin, 2023).

En respuesta a esta necesidad, Terrasos, empresa especializada en la estructuración y operación de inversiones ambientales, ha desarrollado el **Protocolo para la Emisión de Unidades de Biodiversidad Voluntarias (Tebu o Terrasos Biodiversity Units)**. Se trata de un mecanismo innovador diseñado para impulsar de manera efectiva las inversiones en conservación y restauración de ecosistemas mediante la creación de un esquema de pago por resultados asociados con la ganancia neta de biodiversidad. Dicho esquema ofrece una solución estructurada que permite a los proyectos de conservación cuantificar y emitir Unidades de Biodiversidad.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Consulte la versión completa del Protocolo para Emisión de Unidades de Biodiversidad Voluntarias de Terrasos en: <https://www.terrasos.co/wp-content/uploads/protocolo-unidades-biodiversidad-version-4-0-espanol.pdf>

El Protocolo responde a la creciente demanda de mecanismos de financiamiento que promuevan la conservación de los ecosistemas desde una perspectiva ecológica que integre a su vez las dimensiones económica y social. En este sentido, busca facilitar que individuos, empresas y gobiernos puedan invertir de manera directa y verificable en la protección y recuperación de la biodiversidad.

Este instrumento establece un sistema riguroso y trazable de monitoreo y evaluación para garantizar que los avances en conservación se midan de forma clara y transparente, asegurando resultados tangibles de gestión y ecológicos en el terreno. Además, se incentiva la creación de proyectos que impacten de manera positiva en ecosistemas amenazados, proporcionando un marco sostenible y atractivo financieramente.

El Protocolo ofrece un marco técnico, financiero y jurídico robusto que permite estructurar proyectos con garantías de sostenibilidad a largo plazo. Además de proteger especies y hábitats, las inversiones en Unidades de Biodiversidad generan oportunidades económicas para las comunidades locales, promueven la educación ambiental y contribuyen al desarrollo de una economía más verde y resiliente.

En este contexto, el Protocolo busca establecer lineamientos para estructurar proyectos de alta integridad que generen beneficios cuantificables en biodiversidad. A través de un sistema de monitoreo, evaluación y verificación por parte de terceros independientes, se garantiza que las inversiones en biodiversidad resulten en beneficios tangibles y duraderos para los ecosistemas y las comunidades locales, asegurando que cada unidad emitida represente un verdadero compromiso con la conservación.

## ¿Qué es una Unidad de Biodiversidad de Terrasos?

Una Unidad de Biodiversidad de Terrasos (Tebu) es una **unidad transaccional que representa 10m<sup>2</sup> de un ecosistema preservado y/o restaurado**, y que reconoce resultados cuantificables en términos de biodiversidad durante al menos 20 años. Algunos de los criterios para cuantificar las Tebu son la calidad del hábitat, la funcionalidad ecosistémica, la vinculación de las comunidades o el área total del proyecto.

De igual manera, si un proyecto tiene un impacto positivo sobre el ecosistema, ya sea porque interviene hábitats amenazados, facilita los desplazamientos de especies o favorece los servicios ecosistémicos, entre otros criterios, podrá generar más créditos que proyectos destinados a conservar hábitats no amenazados.

El Protocolo de Emisión de Tebu propone liberar créditos según el cumplimiento de hitos ecológicos y de gestión generando mayores garantías para los inversores.



## Principios

Terrasos establece una serie de principios comunes para los proyectos que implementen este Protocolo, con el objetivo de asegurar su integridad técnica, jurídica y económica. El documento de registro debe reflejar estos principios de manera que se garantice su cumplimiento en la estructura y funcionamiento del proyecto, abarcando desde la emisión y comercialización de los créditos hasta su monitoreo. A continuación, se detallan los principios y sus definiciones:

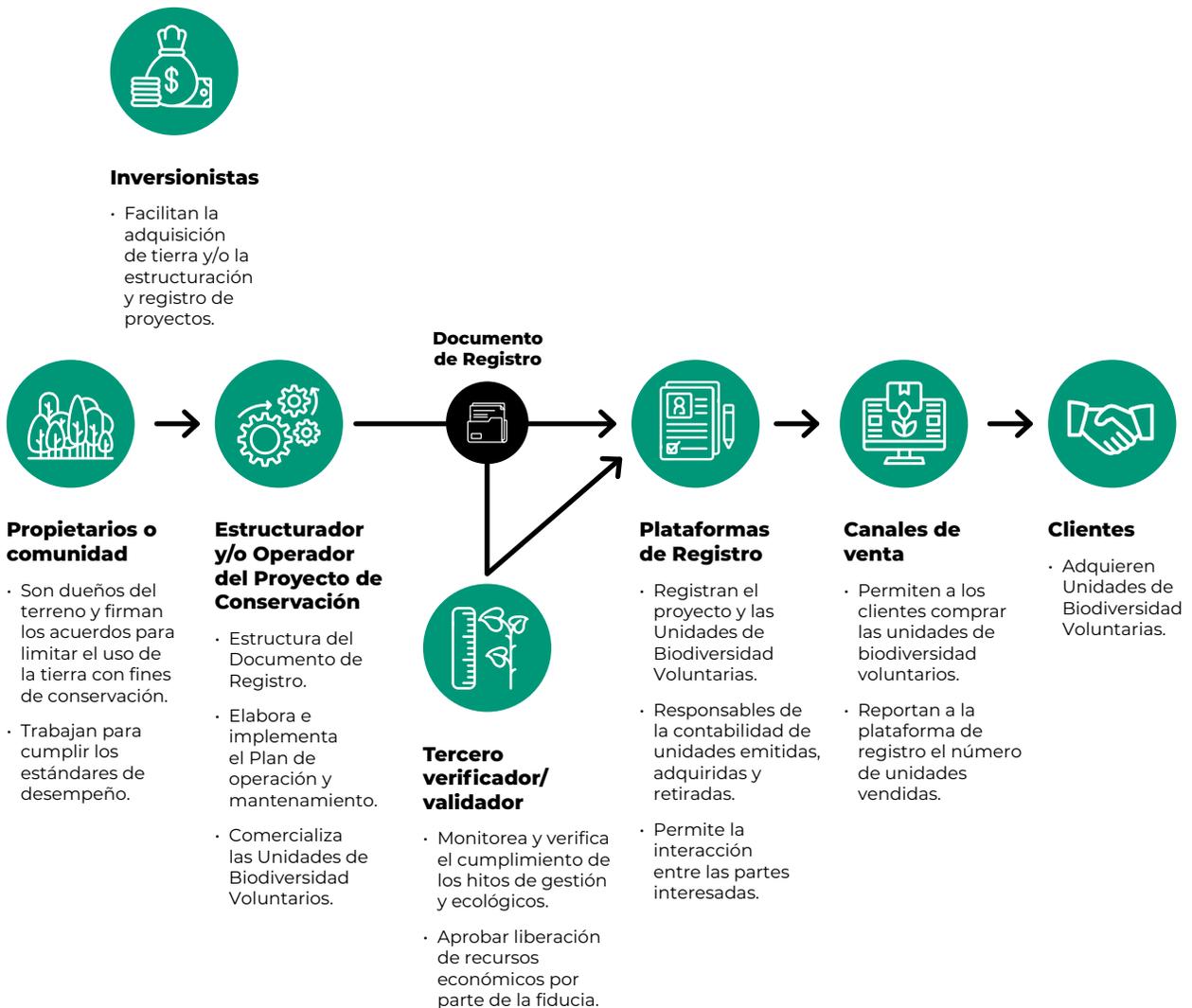
Principio	Descripción
<b>Trazabilidad</b>	Los proyectos deben proporcionar un acceso completo a la información sobre la cadena de valor y a los datos de adjudicaciones de resultados de biodiversidad, incluyendo los resultados detallados de las acciones de monitoreo.
<b>Permanencia</b>	Los proyectos deben establecer condiciones técnicas, administrativas, financieras y jurídicas que garanticen la continuidad de las acciones durante al menos 20 y hasta 50 años.
<b>Rigor</b>	Los proyectos deben demostrar rigor analítico y científico realizando todas las actividades especificadas en el plan de gestión, incluyendo un monitoreo exhaustivo y adaptable, que garantice la obtención de los resultados previstos.
<b>Transparencia</b>	Los proyectos deben participar en procedimientos de consulta pública y abierta y, ofrecer información completa sobre los participantes, sus funciones, los datos de los clientes y los precios.
<b>Adicionalidad</b>	Los proyectos deben producir resultados de conservación verificables que superen aquellos que se producirían sin las intervenciones y contribuir a la reducción de barreras de inversión, institucionales, de tecnología, ambientales, de prácticas prevalecientes, de derechos de propiedad y sociales, entre otras.
<b>Complementariedad</b>	Las estrategias y acciones de los proyectos deben alinearse y apoyar los instrumentos de planificación y gestión medioambiental del territorio, así como las prioridades de conservación nacionales o regionales.
<b>Aplicabilidad</b>	Se debe asegurar la posibilidad de integrar proyectos de diferentes contextos, ya sean ambientales, sociales y/o económicos.

## Cadena de valor

En los proyectos de conservación ambiental, la cadena de valor busca estructurar un sistema en el que las diversas partes interactúan para generar valor ambiental, económico y social a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Este ciclo abarca la identificación del área de intervención, su diseño técnico, la implementación de acciones de conservación, la posterior verificación, y finalmente la emisión y comercialización de Unidades de Biodiversidad.

Los actores principales en esta cadena incluyen los propietarios del predio, el estructurador del proyecto, el operador, y el tercero verificador. El estructurador diseña y planifica las acciones de conservación, basándose en una línea base biofísica; el operador implementa dichas acciones; y el tercero verificador asegura la transparencia y el cumplimiento de los hitos establecidos para la emisión de Tebu.

Esta cadena de valor debe tener un enfoque colaborativo, adaptativo y de largo plazo, con el objetivo de generar impactos positivos tangibles en la biodiversidad, a través de un proceso transparente que garantiza trazabilidad y sostenibilidad en la gestión de los recursos.



## Proyectos elegibles

Los proyectos elegibles deberán demostrar adicionalidad y presentar una serie de condiciones mínimas para poder acceder al Protocolo como mecanismo financiador de un proyecto de conservación. Esto supone, entre otras:



### Acciones de preservación

Acciones o actividades necesarias para mantener y proteger las coberturas naturales y, de forma indirecta, la biodiversidad asociada al ecosistema de interés.



### Acciones de restauración

La restauración ecológica es un proceso complejo que sobrepasa el concepto tradicional de transformar coberturas antropizadas por naturales. La restauración ecológica debe involucrar aspectos ambientales, sociales, jurídicos y económicos.



### Duración mínima del proyecto

Demostrar la implementación de una estrategia jurídica y territorial que permita una durabilidad mínima de 20 años, con el objetivo de lograr una ganancia en biodiversidad cuantificable y sustentable en el tiempo.

## Área de influencia del proyecto

Para comprender el impacto positivo de un proyecto de conservación, no basta con considerar solo el área de estudio inmediata. Es fundamental adoptar una perspectiva holística que incluya los aspectos abióticos, bióticos y socioeconómicos. El concepto de área de influencia ayuda a identificar y espacializar los impactos positivos generados, además de definir los criterios para diseñar el muestreo y las estrategias de gestión. Este enfoque facilita el seguimiento del proyecto y la cuantificación de las ganancias en biodiversidad generadas.

## ¿Cómo determinar el número de créditos que puede emitir un proyecto?

El **Protocolo considera los ecosistemas como los indicadores de biodiversidad**, ya que permiten identificar importantes grupos de biodiversidad que deben ser protegidos. Por ello, establece una metodología para determinar el número de Tebu a emitir basándose en cinco factores diferenciales: grado de amenaza del ecosistema, conectividad (medida como heterogeneidad del paisaje), grado de vinculación de las comunidades, relación entre áreas de preservación y restauración, y duración del proyecto.

Este enfoque busca cuantificar la complejidad que tiene un territorio para mejorar y aumentar la diversidad en el área asociada al proyecto. Entre mayor sea el esfuerzo y las actividades necesarias para lograr generar ganancias en biodiversidad, mayor será el número de unidades potenciales.

El valor añadido de esta metodología es la incorporación de un factor social, el cual incluye estrategias de vinculación a los territorios para aportar a la dinamización de la economía local y al desarrollo de iniciativas de conservación por parte de las comunidades.

## Factores diferenciales para la cuantificación de las Unidades de Biodiversidad

Todo proyecto que busque generar Tebu deberá calcular los cinco factores diferenciales para saber el número de créditos potenciales que puede obtener, teniendo en cuenta el sistema de puntuación y la fórmula del Protocolo.



- 1 Categoría de amenaza del ecosistema:** Determina el grado de amenaza del ecosistema según la Lista Roja de Ecosistemas de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). Los ecosistemas más amenazados recibirán un mayor número de Tebu dado que su vulnerabilidad y resiliencia están directamente relacionadas con el esfuerzo requerido para lograr ganancias en biodiversidad.
- 2 Oportunidades de conectividad ecológica:** Considera el potencial del proyecto para mejorar la conectividad ecológica en el área del proyecto. Los proyectos que promuevan la consolidación de la matriz del paisaje natural serán valorados positivamente.
- 3 Vinculación de las comunidades:** Establece diferentes niveles de vinculación de la comunidad, desde la estructura organizativa, hasta su vinculación en la implementación del Plan de Manejo de proyecto. De esta forma se busca promover que pueblos indígenas y las comunidades locales (IPLC, por sus siglas en inglés) sean propietarios de los proyectos de conservación.
- 4 Duración del proyecto:** La duración del proyecto de conservación influye en la cantidad de Tebu. Los proyectos de largo plazo (más de 20 años) suelen ser más valiosos en términos de sostenibilidad de las acciones.
- 5 Área dedicada a la preservación y restauración:** Relaciona la proporción de la superficie del proyecto dedicada a estas actividades con el total del área. Cuanto mayor sea el área de restauración, mayor será la cantidad de Tebu emitidas.

## Cálculo de unidades potenciales

Cada factor diferencial tiene un puntaje máximo de 0.2 en la tabla de puntajes definida por el protocolo. El puntaje mínimo varía según el factor. Esta distribución refleja que todos los factores tienen la misma relevancia en la consolidación de un proyecto de conservación, cuyo objetivo es lograr ganancias en biodiversidad.

Factor	Descripción	Factor
 <b>1</b> Categoría de Amenaza según la LRE	Ecosistema Críticamente Amenazado (CR)	0,20
	Ecosistema En Peligro (EN)	0,18
	Ecosistema Vulnerable (VU)	0,16
	No en categoría de amenaza	0,12

Factor	Descripción	Factor
 <b>2</b> Potencial de aporte a la conectividad regional	El proyecto muestra un <b>aporte altamente significativo</b> al mantenimiento o la restauración de la conectividad del paisaje a escala regional	0,20
	El proyecto muestra un <b>aporte significativo</b> al mantenimiento o la restauración de la conectividad del paisaje a escala regional	0,18
	El proyecto muestra un <b>aporte moderado</b> al mantenimiento o la restauración de la conectividad del paisaje a escala regional	0,16
	El proyecto <b>no aporta o aporta mínimamente</b> al mantenimiento o la restauración de la conectividad del paisaje a escala regional	0,12

Factor	Descripción	Factor
 <b>3</b> Valores sociales/culturales del proyecto	La comunidad posee derechos políticos y económicos sobre el proyecto	0,20
	La comunidad tiene derechos económicos sobre el proyecto	0,18
	La comunidad participa en la construcción del Plan de Manejo del proyecto, reflejado en acciones vinculantes	0,16
	No hay vinculación de la comunidad en la construcción del Plan de Manejo del proyecto	0

Factor	Descripción	Factor
 <p><b>4</b> Duración del proyecto en años</p>	50 años	0,20
	45 años	0,19
	40 años	0,18
	35 años	0,17
	30 años	0,16
	25 años	0,14
	20 años	0,12

Factor	Descripción	Factor
 <p><b>5</b> Acciones que implementar</p>	Restauración	0,20
	Preservación	0,16

Una vez se determinan los puntajes de cada factor diferencial, se utiliza la siguiente fórmula para calcular las unidades que el proyecto podrá emitir durante su operación, es decir, las unidades potenciales.

$$Tebu = \frac{ATP * (F1 + F2 + F3 + F4) + ARes * F5_{Res} + APres * F5_{Pres}}{10}$$

**Donde,**

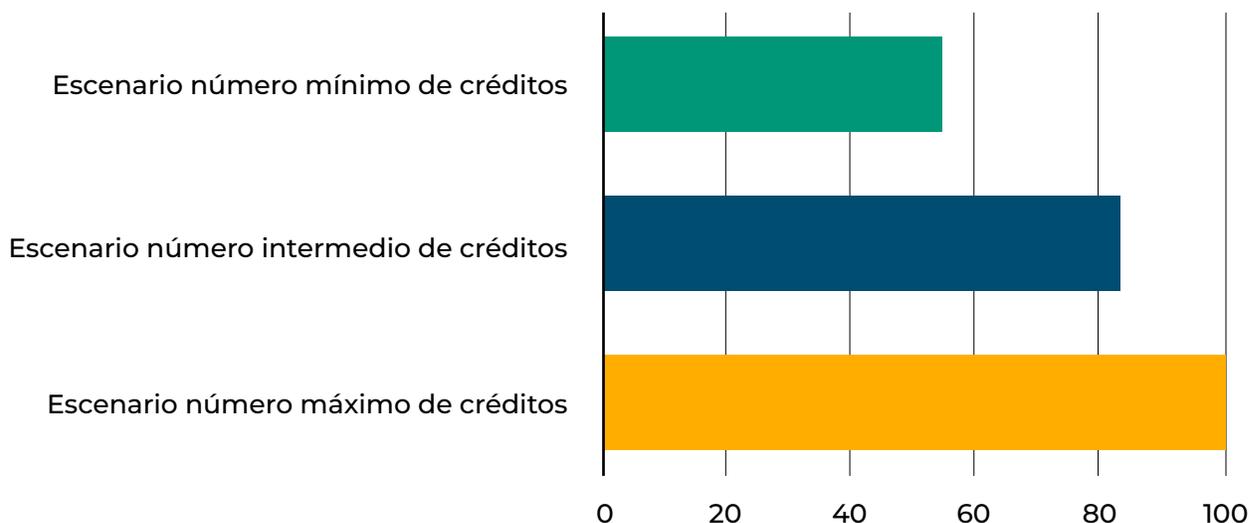
**ATP:** área total del proyecto en metros cuadrados (m<sup>2</sup>)

**ARes:** área total dedicada a actividades de restauración (m<sup>2</sup>)

**APres:** área total dedicada a actividades de preservación (m<sup>2</sup>)

El efecto del valor de cada factor en términos porcentuales se muestra en la figura a continuación. En ella, se puede observar que cuando un proyecto obtiene el puntaje más bajo en los cinco factores analizados, emite un 54,7% menos Unidades de Biodiversidad en comparación con el máximo posible. Esto ocurre, por ejemplo, cuando el área del proyecto se dedica completamente a la preservación, tiene una duración mínima de 20 años y no involucra a comunidades locales o étnicas. En cambio, cuando un proyecto está ubicado en un territorio con puntajes intermedios, emite un 19,25% menos Unidades de Biodiversidad en relación con el máximo que podría emitir si alcanzara los valores óptimos en los factores evaluados.

**Figura 1. Porcentaje de créditos emitidos bajo 3 escenarios**



*Nota:* Este cuadro presenta en porcentaje los Tebu potenciales. Asumiendo que el máximo valor es el encontrado en el escenario 1, siendo ese el 100%, los demás porcentajes fueron calculados en función de este.

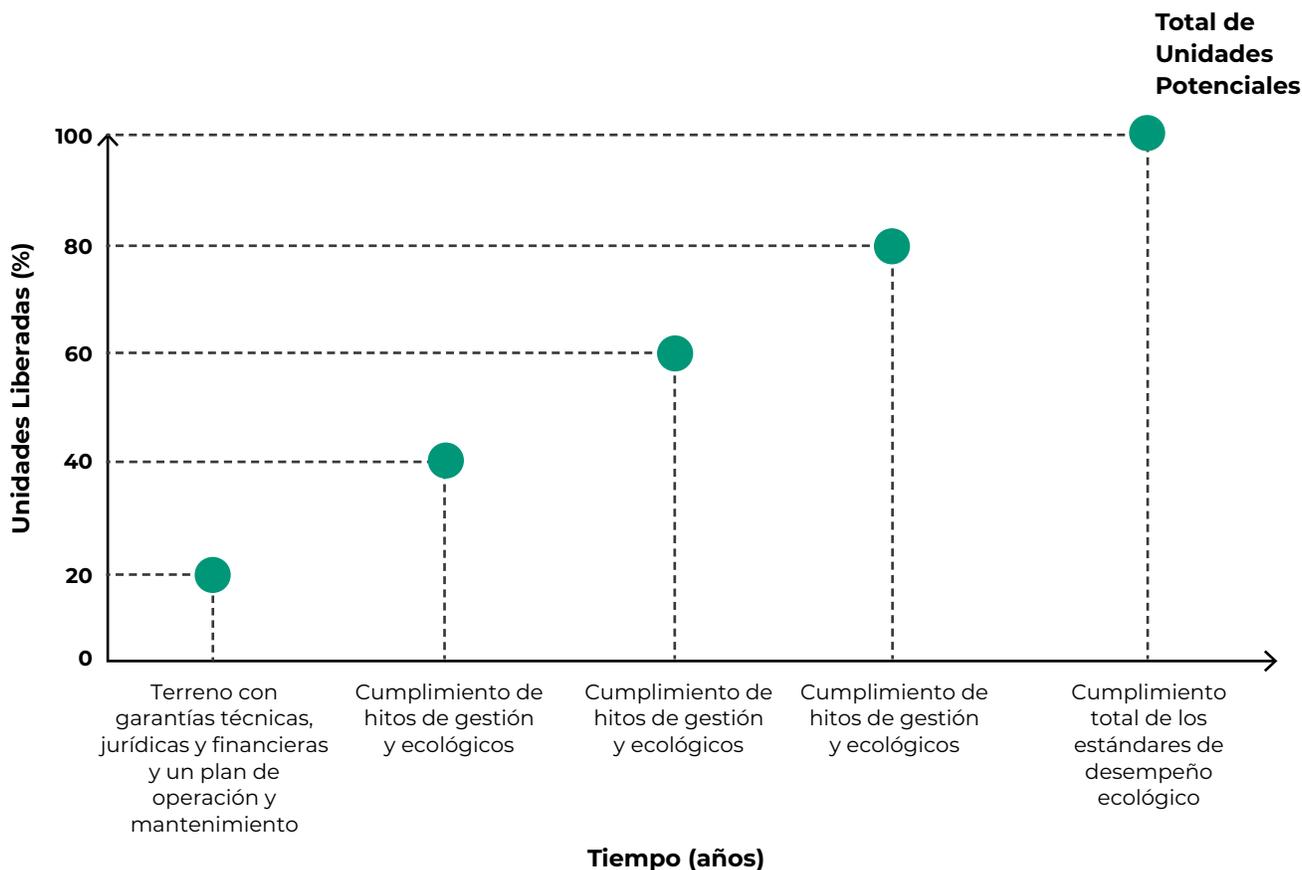
### Caracterización de la línea base

Para garantizar las ganancias en biodiversidad, es crucial tener en cuenta el estado de los siguientes componentes y su impacto en el área de influencia del proyecto de conservación.

- **Componente biótico:** Presenta un reto importante al momento de cuantificar las mejoras en términos de biodiversidad. Para ello, será esencial definir los grupos taxonómicos a estudiar y establecer una unidad de análisis que permita medir el impacto positivo de las estrategias de restauración implementadas, tales como el número de especies presentes, su abundancia o distribución. Esto incluye establecer estándares de desempeño ecológico y la frecuencia para realizar mediciones de los indicadores de biodiversidad.
- **Componente abiótico:** Similar al componente biótico, su análisis se enfoca en factores, como la calidad del suelo y del agua, cuya mejora contribuye indirectamente al aumento de la biodiversidad en la zona del proyecto. Estos factores son clave para cuantificar las mejoras en el hábitat, que a su vez generan aumentos en la biodiversidad.
- **Componente socioeconómico:** A diferencia de los anteriores, evalúa el contexto humano y económico alrededor del área del proyecto y se puede medir a partir de información secundaria. Este componente analiza el uso del suelo, las actividades económicas principales, y las formas de tenencia de la tierra. Es fundamental para articular el proyecto con las actividades territoriales y garantizar la sostenibilidad a largo plazo, respetando el contexto cultural de la zona.

## Esquema de liberación de créditos y sistema de pago por resultados

El Protocolo establece un esquema de liberación de las Tebu a partir de hitos de gestión y ecológicos. Los créditos se liberan en lotes y sólo pueden venderse una vez que se ha autorizado su venta. Cuando se compran, se descuentan del total de créditos del lote liberado. El protocolo propone que el primer lote, correspondiente al 20% de los créditos potenciales, se libere tras el registro y la aprobación del proyecto por parte del verificador. Los siguientes lotes se liberan a medida que se alcanzan hitos ecológicos y de gestión.



A continuación, se presentan ejemplos de hitos, establecidos según los logros en el área de influencia del proyecto:

**Hitos de gestión:** hacen referencia a logros en términos de planificación y administración que contribuyan a los objetivos de conservación de la biodiversidad o a garantizar su sostenibilidad. Por ejemplo, la adquisición de tierras, la restricción del uso del suelo, la financiación de una cuenta bancaria para el mantenimiento a largo plazo, la instalación del cerramiento o el inicio del proceso de plantación, entre otros.

**Hitos ecológicos:** se enfocan en los logros relacionados con la restauración del entorno natural. Por ejemplo, sustituir la cobertura artificial y degradada por cobertura natural, fortalecer las conexiones ecológicas entre las diversas franjas de bosque, potenciar el hábitat de las especies de fauna, así como proteger y recuperar la estructura y composición fisicoquímica del suelo. Un ejemplo sería la mejora en un índice de biodiversidad o en la estructura de la vegetación.

El Protocolo establece lineamientos para definir hitos de cumplimiento de los proyectos de alta calidad, garantizando que sean comparables y medibles a lo largo del tiempo. Esto permite cuantificar las ganancias en biodiversidad de manera precisa. Además, facilita que empresas o individuos puedan comunicar de forma efectiva los impactos generados, ya que el proyecto será capaz de medir el efecto positivo sobre el entorno biótico, abiótico y socioeconómico. Esta característica de los hitos de manejo y de gestión es clave, pues permite la gestión de los impactos generados de manera voluntaria.

Para validar el cumplimiento de estos hitos, es necesaria la intervención de un tercero validador que verifique su consecución, luego de lo cual se podrán liberar las Tebu para su venta y comercialización. Sus funciones específicas se describen a continuación.

### **Tercero verificador**

El Protocolo establece que los promotores de proyectos deben garantizar la ejecución de una auditoría por parte de terceros imparciales. Este paso es fundamental para determinar si un proyecto de conservación cumple con los hitos y estándares de rendimiento ecológico propuestos, como registrarse en la plataforma seleccionada, con el fin de aprobar la liberación y comercialización de Tebu. Los organismos de verificación externos deben evaluar el documento de registro, desarrollar un seguimiento independiente y objetivo, y aprobar la liberación de Tebu.

#### **Los verificadores deben operar bajo los principios de:**

1. Independencia
2. Integridad
3. Presentación imparcial
4. Debido cuidado profesional
5. Criterio profesional
6. Enfoque basado en la evidencia

### **Monitoreo y evaluación**

Cada proyecto debe realizar dos tipos de monitoreo y evaluación:

- Monitorear y evaluar los hitos de gestión y ecológicos.
- Monitorear y evaluar las Tebu disponibles.

En este sentido, cada proyecto de conservación debe contar con un plan de monitoreo que incluya indicadores bióticos, abióticos y de manejo que demuestren un aumento en la biodiversidad del área del proyecto.

#### **Parámetros mínimos para monitorear:**

- a) Parámetros que deben ser objeto de monitoreo
- b) Periodicidad del monitoreo
- c) Métodos de recolección de datos
- d) Responsables de las mediciones

## Plataforma de registro

Para garantizar la transparencia y trazabilidad de los resultados obtenidos, así como para generar confianza en potenciales clientes e interesados, el Protocolo propone la implementación de una plataforma de registro y almacenamiento de información sobre el proyecto que garantice:

- Puntualidad y disponibilidad de la información.
- Privacidad y confidencialidad de la información sensible.
- Trazabilidad de la información.
- Acuerdos de nivel de servicio, términos y condiciones.
- Flujo del proyecto.
- Transacciones automáticas.
- Serialización de la unidades.
- Módulo de contabilidad.
- Reportes al cliente de los resultados del proyecto.
- Protocolo de seguridad.
- Roles de los *stakeholders* descritos en el Protocolo.

El uso de nuevas tecnologías como los sistemas de contabilidad distribuida (DLT por sus siglas en inglés) es utilizado por algunas plataformas de registro para garantizar la transparencia y trazabilidad e inmutabilidad de la información asociada a los proyectos.<sup>2</sup>

## Documento de registro

Cada proyecto debe elaborar y presentar un Documento de Registro que incluya información técnica, jurídica y financiera necesaria para emitir Unidades de Biodiversidad en el mercado. En primer lugar, se debe proporcionar información sobre el responsable del proyecto, así como sobre la ubicación y las características generales del mismo. A continuación, para garantizar que el proyecto sea relevante y estratégico para la preservación y restauración de ecosistemas fundamentales, se debe justificar la idoneidad de la zona mediante un análisis exhaustivo de complementariedad y adicionalidad. Además, se debe definir claramente la delimitación del área del proyecto, describir sus características biofísicas, la cobertura del suelo y la diversidad biológica.

Seguidamente, se deben especificar los objetivos del proyecto, las acciones de conservación que se llevarán a cabo y las estrategias de gestión correspondientes. Una vez establecidos los objetivos, se debe detallar el esquema de liberación de créditos y el plan de seguimiento y evaluación. Estos apartados deben ir acompañados de indicadores para medir las mejoras en biodiversidad. Asimismo, es obligatorio realizar un análisis de riesgos y demostrar las condiciones jurídicas y financieras para asegurar la permanencia del proyecto. Por último, el Documento de Registro debe incluir información sobre el proceso de registro de los créditos y la contabilidad ambiental.

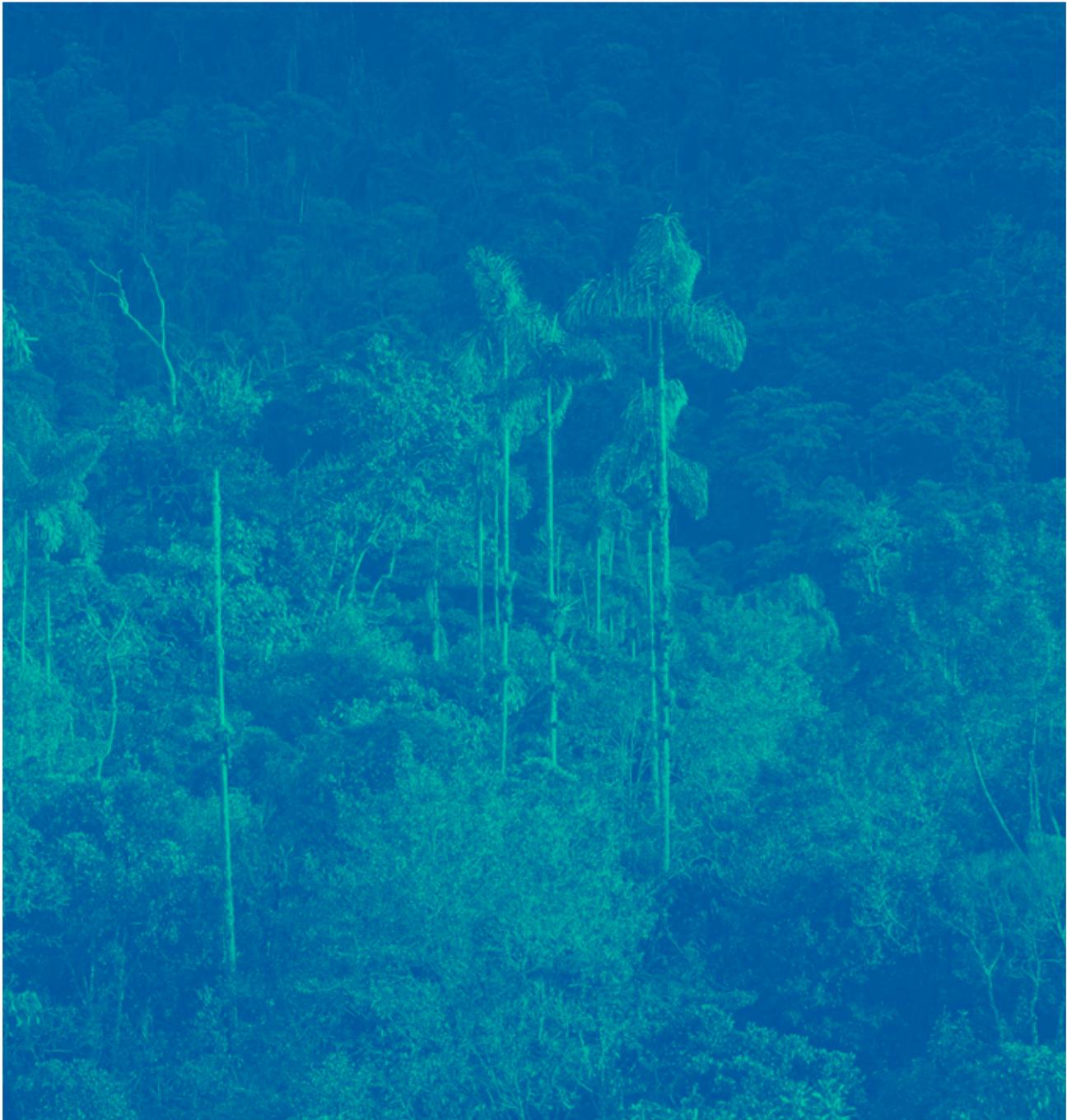
<sup>2</sup> Para mayor información sobre cómo aporta esta tecnología a las unidades de biodiversidad consulta el documento “Fortaleciendo la Integridad, Credibilidad y Eficacia de las Unidades de Biodiversidad de Terrasos mediante la Aplicación de la Tecnología de Contabilidad Distribuida” en el siguiente link <https://www.terrasos.co/wp-content/uploads/whitepaper-unidades-biodiversidad-tokenizacion-dlt-espanol.pdf>.

## Aviso legal (Exención de responsabilidad)

El Protocolo para la Emisión de Unidades de Biodiversidad Voluntarios es **uno de los primeros protocolos a nivel mundial para la Emisión de Créditos de Biodiversidad**. En este sentido, **este documento es la versión 4.0**, que está en constante revisión. Puede descargarlo en:

<https://www.terrasos.co/wp-content/uploads/whitepaper-unidades-biodiversidad-tokenizacion-dlt-espanol.pdf>

Los comentarios o sugerencias pueden ser enviados a: [biodiversitycredits@terrasos.co](mailto:biodiversitycredits@terrasos.co)





## Escenario hipotético para la cuantificación de Unidades de Biodiversidad (Tebu)

Este apartado tiene como objetivo presentar, a través de un caso hipotético, el paso a paso para calcular las Unidades de Biodiversidad (Tebu) de Terrasos.

La metodología presentada se basa en herramientas de código abierto y en información secundaria disponible en repositorios oficiales de información espacial. Además, se destacan las posibles variaciones en el cálculo de Unidades en función de las condiciones del territorio<sup>3</sup>.

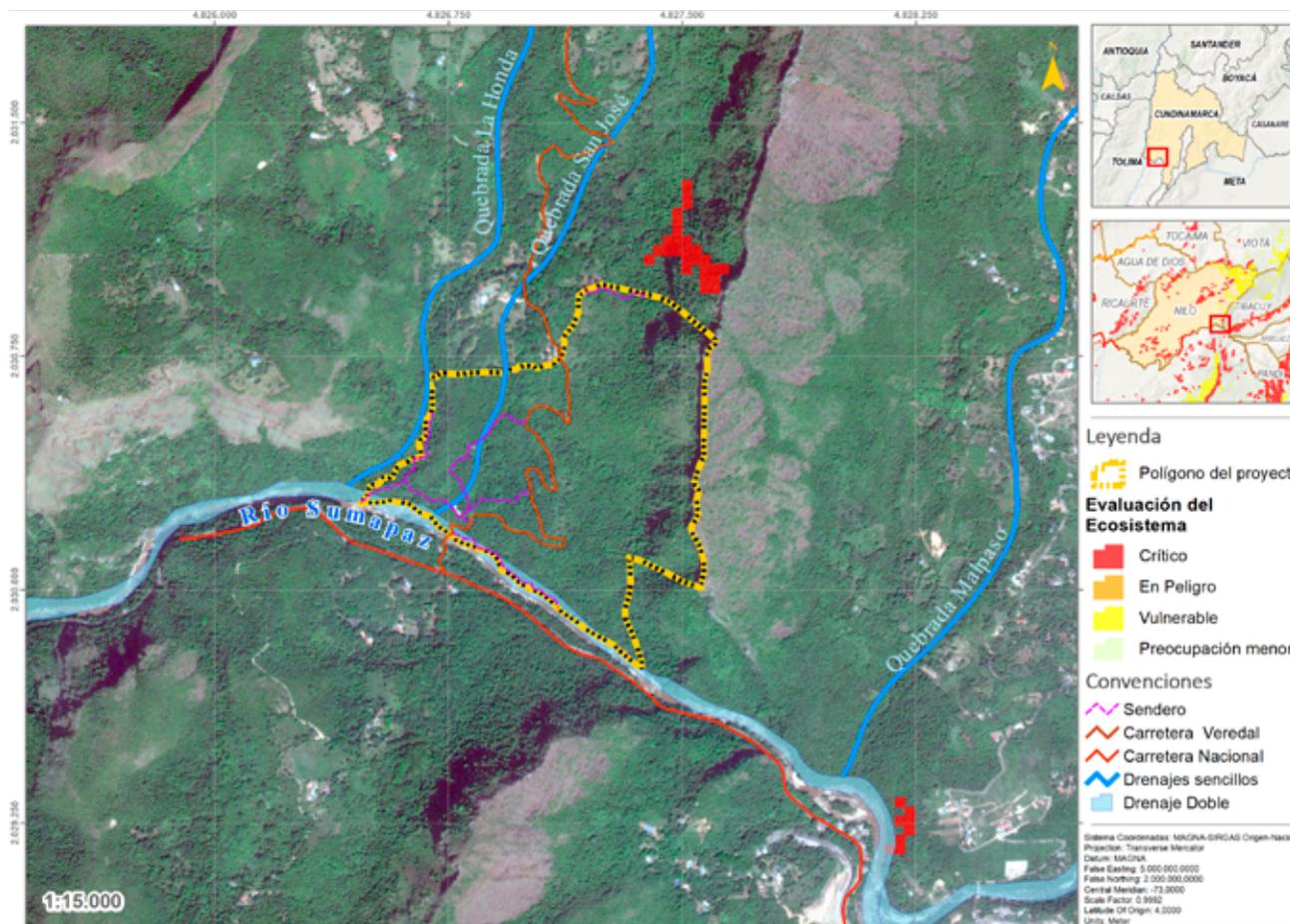
### Descripción del proyecto

El proyecto se encuentra delimitado por un polígono hipotético ubicado en Colombia, dentro del territorio de una comunidad indígena, la cual está legalmente constituida y registrada ante el Ministerio del Interior de Colombia. Dentro de su Plan de Manejo de los Recursos, la comunidad ha decidido proponer como objetivo el desarrollo de proyectos relacionados con el uso sostenible del suelo y la conservación del paisaje. Para alcanzar este objetivo, se ha decidido implementar el esquema de Unidades de Biodiversidad para financiar el proyecto por un periodo de 40 años. Para la emisión de Tebu, han destinado un área de 71.2153 hectáreas.

---

<sup>3</sup> En función de la información secundaria disponible para diferentes partes del mundo.

> Localización polígono del proyecto



Fuente: Terrasos.

Las siguientes son las áreas donde las acciones se llevarán a cabo (zonificación):

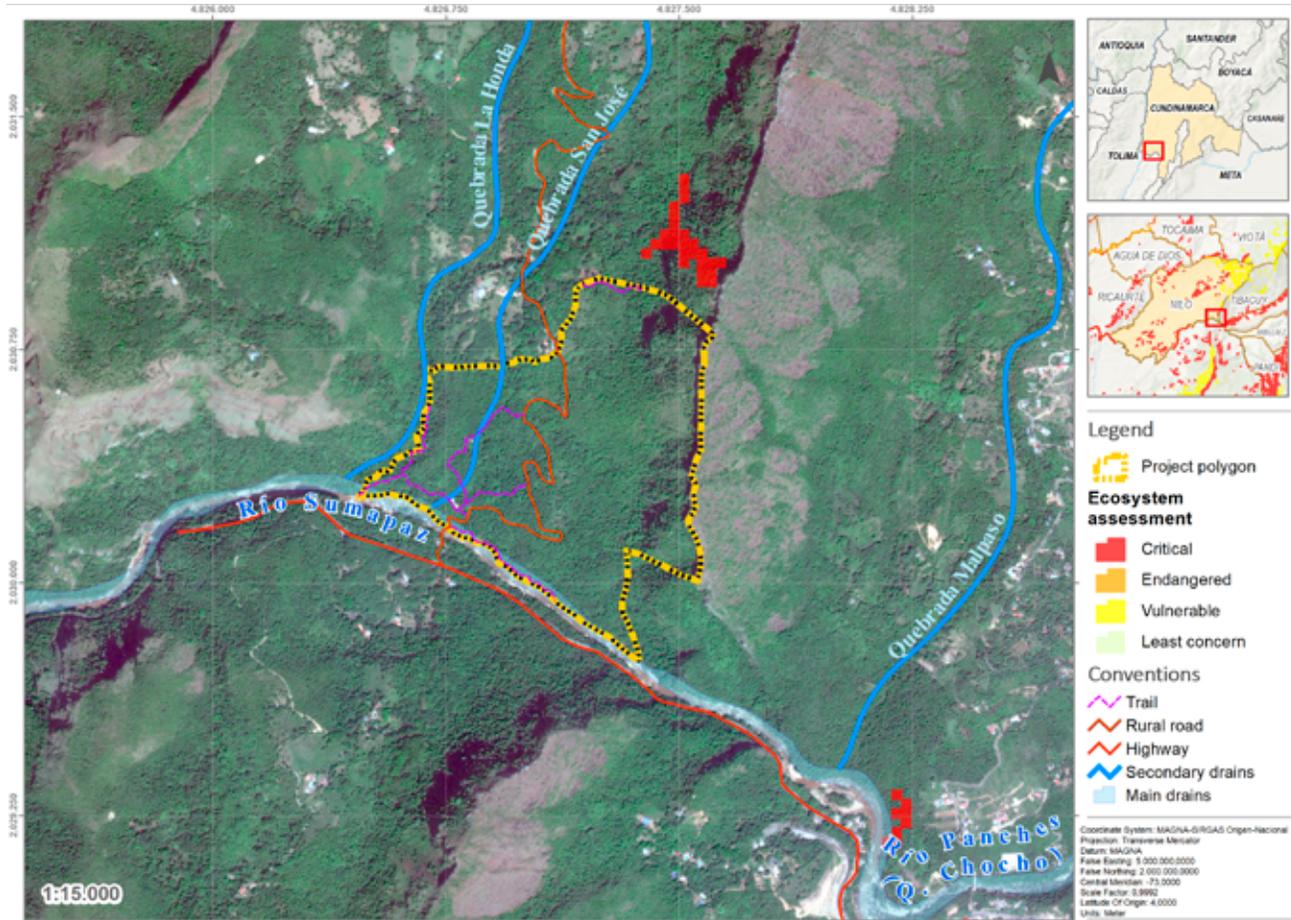
- **Área Total del Proyecto:** 71,2153 ha o 712.153m<sup>2</sup>
- **Área objeto de preservación:** 53,4115 ha o 534.115m<sup>2</sup>
- **Área objeto de restauración:** 17,8038 ha o 178.038m<sup>2</sup>



**Factor diferencial 1: Categoría de amenaza**

Para el análisis del primer factor presentado en el Protocolo, es necesario importar la información del área del proyecto, así como el mapa de la Lista Roja de Ecosistemas (LRE), ambos en formato *shapefile*. Esto debe hacerse utilizando un software compatible con información cartográfica, desde ArcGIS o herramientas de código abierto como QGIS o R. Cuando un proyecto se encuentra vinculado a más de una categoría de amenaza, es importante asignar el factor de la categoría de que tenga la mayor área superpuesta con el polígono del proyecto. En este contexto, la aplicación del Protocolo es relativamente sencilla, sin embargo, cuando un territorio no cuenta con la categorización de la UICN, se proponen dos alternativas.

> Lista roja de ecosistemas en el área de influencia del polígono del proyecto



Fuente: Terrasos.

La primera y prioritaria, es calificar el área del proyecto conforme a lo establecido por la UICN en la evaluación de Lista Roja de Ecosistemas. Esto dependerá de los estudios realizados e información disponible sobre el área del proyecto. Para facilitar este proceso, la UICN pone a disposición un paso a paso para realizar la evaluación de la categoría de amenaza del ecosistema en el área en cuestión (disponible en el siguiente [enlace](#))<sup>4</sup>.

Cuando no sea posible implementar la Lista Roja de Ecosistemas, es posible aplicar otra alternativa, que busca describir la vulnerabilidad del ecosistema, a partir del impacto del cambio climático. Este fenómeno genera impactos negativos profundos sobre la biodiversidad, manifestándose a través de diversas formas. Por ejemplo, el aumento de las temperaturas afecta a las especies adaptadas a rangos térmicos limitados, lo que puede generar una pérdida de hábitat o mayor competencia intra e interespecífica por la obtención de recursos. Además, los cambios en los patrones de precipitación pueden provocar sequías o inundaciones, amenazando la supervivencia de organismos por los desastres naturales y causando la pérdida de hábitat.

Por otro lado, en los ecosistemas marinos, la acidificación de los océanos, producto de la alta concentración de dióxido de carbono en la atmósfera, afecta a los organismos

<sup>4</sup> UICN, *Índices de ecosistemas para apoyar la conservación global de la biodiversidad*. Disponible en: [https://github.com/red-list-ecosystem/rle\\_indices](https://github.com/red-list-ecosystem/rle_indices)

marinos que dependen del carbonato de calcio para construir sus estructuras. A esto se suma el aumento de temperatura que provoca un desplazamiento similar al que ocurre en los ecosistemas terrestres. Por lo tanto, la vulnerabilidad de un ecosistema al cambio climático puede ser utilizada de manera general para la determinación del factor diferencial 1.

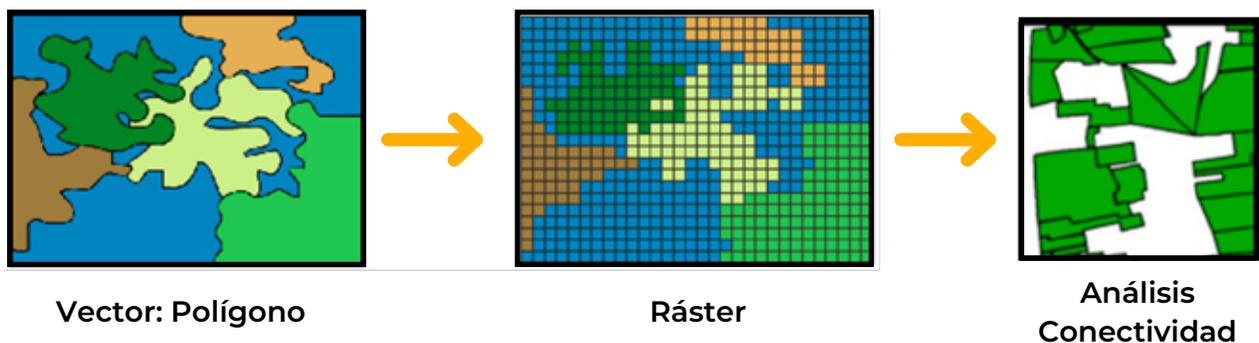
En el proyecto hipotético, aunque el polígono no se superpone directamente, el área circundante tiene la categoría de amenaza de peligro crítico. Adicionalmente, el ecosistema del proyecto es el bosque seco tropical (según el Instituto de Estudios Ambientales y Meteorología – IDEAM - de Colombia), el cual es considerado en Colombia como un ecosistema poco resiliente y en peligro de extinción (Instituto Alexander von Humboldt, 2019). Por esta razón, se le asigna **la calificación de 0,20 para el Factor Diferencial 1: Categoría de Amenaza según la UICN.**



## Factor diferencial 2: Conectividad del proyecto

Para el cálculo del factor de conectividad, es importante contar con información precisa sobre las coberturas vegetales del área del proyecto. Previamente es necesario verificar si dichas coberturas son naturales o antropizadas. Esta información debe estar relacionada como *FeatureClass* del *Shapefile* de las coberturas vegetales. Para el análisis se debe exportar las coberturas en formato Ráster para su correcto análisis en R.

**Figura 1. Flujo de trabajo para la consolidación de la información cartográfica y análisis de conectividad en el área del proyecto.**



*Fuente:* Las figuras del Vector y Ráster provienen de los recursos en línea suministrados por ArcGIS Desktop<sup>5</sup> y la imagen de análisis de conectividad proviene de Lecoq y colaboradores, 2021<sup>6</sup>.

Para el análisis en R, se elaboró un Script<sup>7</sup> diseñado para calcular el factor de conectividad cuyo resultado se encuentra normalizado en una escala de 0 a 100. Como se puede ver en la tabla presentada a continuación, la mayor parte de la cobertura corresponde a Vegetación Secundaria o en Transición, la cual es la esperada para el tipo de ecosistema. A partir de ello se desprende que el aporte del proyecto para mejorar la conectividad es bajo o mínimo, lo que se refleja en un **puntaje de 0,12 para el área del proyecto**, según se muestra en la tabla a continuación.

<sup>5</sup> ArcGIS, *How features are represented in a raster*. Disponible en:

<https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/manage-data/raster-and-images/how-features-are-represented-in-a-raster.htm>

<sup>6</sup> Lecoq, L., Ernoult, A., & Mony, C. (2021). *Past landscape structure drives the functional assemblages of plants and birds*. Scientific Reports, 11(1), 3443.

<sup>7</sup> Terrasos, *Biodiversity Credits Protocol*. Disponible en: <https://github.com/nfgrTerrasos/Biodiversity-Credits-Protocol.git>

Tipo	Tipo de valor	Valor
<b>Patch</b>	Max	36,5033
	Min	0
	Mean	5,2169
<b>Class</b>	Max	58,0485
	Min	1,3623
	Mean	21,9776
<b>Landscape</b>	Patch Fragmentation	18,2553
<b>Factor de Conectividad</b>		<b>21,7924*</b>

\* El valor de 21.7924 en el Factor de Conectividad es considerado bajo, ya que se encuentra dentro de una escala de 1 a 100, donde los valores más altos indican una mayor conectividad entre los parches del paisaje.





### Factor diferencial 3: Involucramiento social

Como se mencionó en la descripción del proyecto, esta iniciativa es comunitaria, lo que implica que la comunidad posee la tierra y será propietaria del proyecto durante su estructuración y operación. En el documento de registro, es esencial presentar evidencias de la constitución legal de la comunidad y del estado de propiedad de la tierra.

Además, se debe explicar cómo se espera que otros miembros de la comunidad se beneficien del proyecto. Estos beneficios pueden ser económicos, o derivarse de la recuperación de servicios ecosistémicos (reflejados en la productividad del suelo), la educación ambiental, el fortalecimiento de la equidad de género, o la adquisición de bienes y servicios.

Toda esta información debe estar incluida en el documento de registro del proyecto, específicamente en la sección de Estándares de Desempeño, para proporcionar evidencias y garantizar la trazabilidad de la información relacionada con el componente social. Con esta información completa y adecuada, **el proyecto recibirá el factor más alto de 0,2**.



### Factor diferencial 4: Duración del proyecto

Como se mencionó inicialmente, la comunidad se compromete a desarrollar este proyecto durante un periodo de 40 años. Por este motivo, **se le atribuye al factor la valoración de 0,18**.



### Factor diferencial 5: Acciones de preservación y restauración

A partir de la validación de coberturas en campo, es posible determinar el área que corresponde a preservación y restauración. El área para realizar acciones de preservación es de 534.115 m<sup>2</sup>, **a la cual se le aplica un factor de 0,16**. Por otro lado, para los 178.038 m<sup>2</sup> destinados a restauración, **se debe aplicar el factor de 0,20**.



## Cálculo de Unidades

A partir de los resultados obtenidos en cada uno de los factores diferenciales, se presenta a continuación un resumen de la fórmula para cuantificar las unidades potenciales que el proyecto es capaz de emitir, resultando en 63.382 Unidades/10 m<sup>2</sup>. Es importante aclarar que únicamente los factores 1 al 4 se aplican al área total del proyecto.

- **F1:** Categoría de amenaza: 0,2
- **F2:** Conectividad: 0,12
- **F3:** Compromiso social: 0,2
- **F4:** Duración del proyecto: 0,18
- **F5:** Acciones de preservación y restauración: **0,16 para preservación y 0,2 para restauración.**

Características		Factores de créditos					Unidades Potenciales
Estrategias de manejo	Área (m <sup>2</sup> )	F1	F2	F3	F4	F5	
		Categoría de amenaza	Conectividad	Contexto sociocultural	Duración proyecto	Acciones a implementar	
Preservación	534.115	-	-		-	0,2	106.823
Restauración	178.038	-	-		-	0,16	28.486
<b>Total Proyecto</b>	712.153	0,2	0,12	0,2	0,18	-	498.507
<b>TOTAL, PUNTOS</b>							633.816
<b>Unidades potenciales/10m<sup>2</sup></b>							<b>63.382</b>

$$\text{Tebu} = \frac{
 \begin{matrix}
 \text{ATP} & \text{F1} & \text{F2} & \text{F3} & \text{F4} & \text{ARes} & \text{F5}_{\text{Res}} & \text{ARes} & \text{F5}_{\text{PRes}}
 \end{matrix}
 712.153 * (0,2 + 0,12 + 0,2 + 0,18) + (178.038 * 0,2) + (534.115 * 0,16)
 }{10}$$

Después de calcular las Unidades de Biodiversidad (Tebu), es necesario que el estructurador del proyecto realice los siguientes pasos:

1. **Hitos del proyecto:** Los hitos son puntos clave que se deben alcanzar durante el desarrollo del proyecto para garantizar su progreso adecuado. Pueden ser ecológicos, como la recuperación de ciertas especies o la mejora en la calidad del hábitat, o administrativos, como la implementación de medidas de preservación. Cada hito debe ser medible y marcar avances en el cumplimiento de los objetivos generales del proyecto, ya que condicionan la liberación de Unidades de Biodiversidad.

- 2. Plan de manejo:** Este documento establece las estrategias y actividades a implementar para alcanzar los objetivos de conservación y restauración. El Plan de manejo incluye detalles sobre el uso del suelo, la restauración de áreas degradadas, las especies a proteger, y las medidas de control y seguimiento que se adoptarán. Su correcta implementación es fundamental para garantizar que el proyecto genere beneficios tangibles en biodiversidad a largo plazo.
- 3. Modelo financiero:** El modelo financiero debe estructurar la viabilidad económica del proyecto, asegurando su sostenibilidad a lo largo del tiempo. Esto incluye identificar las fuentes de financiación, los costos de operación y mantenimiento, y los mecanismos de pago por resultados. El modelo debe garantizar que los ingresos generados por la venta de Unidades de Biodiversidad cubran los costos del proyecto y aseguren su permanencia.
- 4. Consolidación del documento de registro del proyecto:** Este proceso implica la compilación de toda la información clave del proyecto, desde los objetivos y el área de intervención hasta los hitos alcanzados y las Unidades de Biodiversidad emitidas. El documento de registro es esencial para asegurar que el proyecto esté correctamente documentado y sea transparente, permitiendo el seguimiento y verificación adecuados por parte de terceros. Además, este documento se presenta en plataformas para asegurar la trazabilidad de las Unidades de Biodiversidad emitidas y su comercialización.
- 5. Verificación del proyecto:** Una vez consolidado el documento de registro, es crucial que un tercero verificador revise y valide los cálculos y las metodologías empleadas. Este paso garantiza la transparencia y el rigor técnico.
- 6. Registro del proyecto ante plataforma:** El siguiente paso es registrar formalmente el proyecto en una plataforma que permita su seguimiento y trazabilidad. Este registro debe incluir información completa del proyecto, las Unidades calculadas y los responsables de su implementación.
- 7. Liberación de Unidades:** La liberación de Unidades de Biodiversidad debe realizarse de acuerdo con un esquema predefinido, que depende de los hitos ecológicos y administrativos alcanzados en el proyecto. Este proceso puede realizarse en fases, asegurando que solo se liberen las Unidades cuando se cumplan las condiciones necesarias.
- 8. Monitoreo y seguimiento:** Es esencial implementar un plan de monitoreo para evaluar el progreso del proyecto y el cumplimiento de los objetivos de conservación y restauración. Los hitos ecológicos y de gestión deben revisarse periódicamente.
- 9. Transparencia y reporte:** Finalmente, la documentación de las acciones y resultados del proyecto debe ser pública para garantizar la transparencia, permitiendo que los inversionistas y otros interesados puedan seguir el desarrollo y resultados del proyecto.

Este flujo de trabajo facilita la sostenibilidad del proyecto y asegura que las Unidades de Biodiversidad tengan un impacto real en la conservación y restauración de ecosistemas, reflejado en ganancias en biodiversidad cuantificables.

## Lista de chequeo para el documento de registro

El documento de registro debe contener los siguientes numerales mínimos para asegurar que se incorpore la información relevante en el Protocolo para la Emisión de Unidades de Biodiversidad Voluntarias.

Numeral	Descripción	Status
<b>0</b>	<b>Portada</b>	
0.1	Imagen representativa del proyecto	
0.2	Título: Documento de Registro	
0.3	Nombre del Proyecto	
0.4	Elaborado por [Nombre del estructurador]	
0.5	Fecha de presentación	
0.6	Logos de las empresas desarrolladoras y de apoyo	
<b>1</b>	<b>Introducción</b>	
1.1	Breve presentación del proyecto	
1.2	Antecedentes relevantes	
1.3	Objetivos del proyecto	
1.4	Versión del protocolo aplicado	
<b>2</b>	<b>Sobre el Desarrollador del Proyecto</b>	
2.1	Información sobre el desarrollador	
2.2	Trayectoria empresarial y experiencia	
2.3	Roles y participación de entidades aliadas	
<b>3</b>	<b>Generalidades del Proyecto</b>	
3.1	Nombre del proyecto	
3.2	Fecha de inicio y duración	
3.3	Objetivos generales	
<b>4</b>	<b>Ubicación y Características Generales del Área del Proyecto</b>	
4.1	Localización y extensión del área	
4.2	Características físicas y bióticas generales	
<b>5</b>	<b>Justificación del Área Seleccionada</b>	
5.1	Idoneidad del área	
5.2	Análisis de adicionalidad	
5.3	Análisis de complementariedad	
<b>6</b>	<b>Delimitación del Proyecto</b>	
6.1	Detalles de la propiedad y delimitación geográfica	
6.2	Mapas y coordenadas del área del proyecto	
<b>7</b>	<b>Caracterización y Línea Base</b>	
7.1	Área de alcance del proyecto	
7.2	Metodología para el levantamiento de información abiótica, biótica y socioeconómica	
7.3	Caracterización del área de influencia para el medio abiótico, biótico y socioeconómico.	

Numeral	Descripción	Status
7.4	Servicios ecosistémicos asociados	
7.5	Estado de conservación	
<b>8</b>	<b>Objetivos del Proyecto</b>	
8.1	Objetivos específicos relacionados con la conservación y restauración	
8.2	Estrategias de manejo	
<b>9</b>	<b>Estrategias de Manejo</b>	
9.1	Detalles de las estrategias de conservación, preservación, y restauración	
9.2	Manejo adaptativo basado en monitoreo	
<b>10</b>	<b>Cálculo del Número de Créditos Potenciales a Emitir</b>	
10.1	Metodología para la cuantificación de créditos	
10.2	Descripción de los factores diferenciales	
10.3	Cálculo y simulación de créditos	
10.4	Cálculo de créditos <i>buffer</i>	
<b>11</b>	<b>Esquema de Liberación de Créditos</b>	
11.1	Plan de liberación de créditos basado en el progreso del proyecto	
<b>12</b>	<b>Plan de Monitoreo y Seguimiento</b>	
12.1	Indicadores y metodologías para el monitoreo	
12.2	Frecuencia y responsables del seguimiento	
<b>13</b>	<b>Análisis de Riesgos</b>	
13.1	Identificación y evaluación de riesgos potenciales	
13.2	Estrategias de mitigación	
<b>14</b>	<b>Condiciones de Tenencia y Permanencia de la Tierra</b>	
14.1	Detalles sobre la tenencia de la tierra	
14.2	Mecanismos para asegurar la permanencia a largo plazo	
<b>15</b>	<b>Registro y Contabilidad Ambiental</b>	
15.1	Procedimientos para el registro de créditos	
15.2	Contabilidad ambiental y reporte de resultados	
<b>16</b>	<b>Literatura citada</b>	
16.1	Referencias bibliográficas utilizadas en el documento	
<b>17</b>	<b>Anexos</b>	
17.1	Información adicional relevante	
17.2	Documentación complementaria y soporte gráfico	

## Bibliografía

Baig, S., Pangilinan, M. J., Rizvi, A. R., & Tan, R. P. (2016). *Cost and benefits of ecosystem-based adaptation*.

Benavides, E., Sadler, J., Graham, L., & Matthews, T. J. (2024). *Species distribution models and island biogeography: challenges and prospects*. *Global Ecology and Conservation*, e02943.

Booth, T. H. (2018). *Species distribution modelling tools and databases to assist managing forests under climate change*. *Forest Ecology and Management*, 430, 196–203. *For. Ecol. Manag.* 430, 196–203.

Clare, J. D., de Valpine, P., Moanga, D. A., Tingley, M. W., & Beissinger, S. R. (2024). *A cloudy forecast for species distribution models: Predictive uncertainties abound for California birds after a century of climate and land-use change*. *Global Change Biology*, 30(1), e17019.

Dasgupta P, Levin S. (2023) *Economic factors underlying biodiversity loss*. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 378, 20220197. *Phil. Trans. R. Soc. B* 378: 20220197. <https://doi.org/10.1098/rstb.2022.0197>

Etter, A., Andrade, A., Nelson, C. R., Cortés, J., & Saavedra, K. (2020). *Assessing restoration priorities for high-risk ecosystems: An application of the IUCN Red List of Ecosystems*. *Land Use Policy*, 99, 104874.

Fick, S. E., & Hijmans, R. J. (2017). *WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas*. *International journal of climatology*, 37(12), 4302-4315.

Habibullah, M. S., Din, B. H., Tan, S. H., & Zahid, H. (2022). *Impact of climate change on biodiversity loss: global evidence*. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(1), 1073-1086.

IaVH, MinAmbiente, PNUD. 2019. *Programa de Gestión Integral del Bosque seco tropical*, documento en edición.

Kousky, C., Walls, M., & Chu, Z. (2013). *Flooding and resilience: Valuing conservation Investments in a world with climate change*. *Resources for the Future Discussion Paper*, (13-38).

Lu, W.X., Wang, Z.Z., Hu, X.Y., & Rao, G.Y. (2024). *Incorporating eco-evolutionary information into species distribution models provides comprehensive predictions of species range shifts under climate change*. *Science of The Total Environment*, 912, 169501.

Ludena, C.E., S.W. Yoon, L. Sánchez-Aragón, S. Miller, B-K. Yu. (2015). *Vulnerability Indicators of Adaptation to Climate Change and Policy Implications for Investment Projects*. *Inter-American Development Bank, Technical Note No. 858*, Washington DC.

- McElwee, P. (2021). *Climate change and biodiversity loss: two sides of the same coin*. *Current History*, 120(829), 295-300.
- Mijatović, D., Van Oudenhoven, F., Eyzaguirre, P., & Hodgkin, T. (2013). *The role of agricultural biodiversity in strengthening resilience to climate change: towards an analytical framework*. *International journal of agricultural sustainability*, 11(2), 95-107.
- Mikkelsen GM, Gonzalez A, Peterson GD (2007) *Economic Inequality Predicts Biodiversity Loss*. *PLoS ONE* 2(5): e444. doi:10.1371/journal.pone.0000444
- Navarro, L. M., Fernandez, N., Guerra, C., Guralnick, R., Kissling, W. D., Londono, M. C., ... & Pereira, H. M. (2017). *Monitoring biodiversity change through effective global coordination*. *Current opinion in environmental sustainability*, 29, 158-169.
- Ni, M., & Vellend, M. (2024). *Soil properties constrain predicted poleward migration of plants under climate change*. *New Phytologist*, 241(1), 131-141.
- Sheidai, M., Noormohammadi, Z., & Alishah, O. (2024). *Future cultivation of cotton for industrial use: landscape cytogenetics and species distribution modeling*. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 1-12.
- Skogen, K., Helland, H., & Kaltenborn, B. (2018). *Concern about climate change, biodiversity loss, habitat degradation and landscape change: Embedded in different packages of environmental concern?* *Journal for Nature Conservation*, 44, 12-20.
- Thompson, I., Mackey, B., McNulty, S., & Mosseler, A. (2009). *Forest resilience, biodiversity, and climate change*. In *A synthesis of the biodiversity/resilience/stability relationship in forest ecosystems*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal. Technical Series (Vol. 43, No. 1, pp. 1-67).

