



## Manual de Restauración Ecológica de Bosques Protectores de Cauces Hídricos del Bosque Atlántico del Alto Paraná (BAAPA)



TEXOHA HA  
AKÁRAPU'A KATUIRA  
Ministerio del  
Ambiente y Desarrollo  
Sostenible

**MADES**  
Ministerio del  
Ambiente y Desarrollo  
Sostenible



IKANGUY  
NANGAREKORÁ  
Instituto  
Forestal Nacional

**YACYRETA**  
EMPRESA PARAGUAYA  
DE ENERGÍA ELÉCTRICA

**fmam**  
Fondo Multilateral  
de Asesoría  
Múltiple



■ TETÁ REKUÁI  
■ GOBIERNO NACIONAL



**Manual de Restauración Ecológica de  
Bosques Protectores de Cauces Hídricos del Bosque Atlántico  
del Alto Paraná (BAAPA)**

Este documento se ha elaborado, diseñado, diagramado e impreso en el marco del Proyecto Paisajes de Producción Verde, liderado por el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES) e implementado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y con el apoyo del Instituto Forestal Nacional (INFONA) y la Entidad Binacional Yacyretá (EBY). El proyecto tiene como objetivo proteger la biodiversidad y las funciones del BAAPA en consonancia con los ODS 12 y 15. Es cofinanciado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el Instituto Forestal Nacional (INFONA), la Mesa de Finanzas Sostenibles (MFS), ADM Paraguay S.R.L., Louis Dreyfus Company (LDC) y Cargill, con inversión del Fondo Mundial para el Medio Ambiente (FMAM). Las opiniones expresadas en esta publicación no representan necesariamente las de las Naciones Unidas, incluido el PNUD, ni los Estados Miembros de la ONU. Este documento no tiene fines de lucro, por lo tanto, no puede ser comercializado en el Paraguay ni en el extranjero. Están autorizadas la reproducción y la divulgación por cualquier medio del contenido de este material, siempre que se cite la fuente: MADES/INFONA/EBY/PNUD/FMAM. 2020. Manual de Restauración Ecológica de Bosques Protectores de Cauces Hídricos del Bosque Atlántico del Alto Paraná (BAAPA). Asunción, Paraguay. 132 p.

## Ficha técnica

### Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES)

**Ariel Oviedo**  
Ministro

**Graciela Miret**  
Directora de Planificación Estratégica,  
Punto Focal Titular del proyecto Paisajes de  
Producción Verde

### Instituto Forestal Nacional (INFONA)

**Cristina Goralewski**  
Presidenta interina

**Hermelinda Villalba**  
Directora del Sistema Nacional de Información  
Forestal, Punto Focal Titular del proyecto Paisajes  
de Producción Verde

**Gloria Aveiro**  
Jefa del Dpto. de Coordinación de Proyectos y  
Cooperación Interinstitucional

### Entidad Binacional Yacyretá (EBY)

**Nicanor Duarte Frutos**  
Director - Margen Derecha

**Alfonzo Romero**  
Jefe de Medio Ambiente de la EBY -  
Margen Derecha

**Cecilia Vergara**  
Responsable de Gerenciamiento Ambiental  
de la EBY - Margen Derecha

**Favio Fariña**  
Técnico de Gerenciamiento Ambiental del  
Dpto. de Medio Ambiente

### Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)

**Silvia Morimoto**  
Representante Residente

**Alfonso Fernández de Castro**  
Representante Residente Adjunto

**Veronique Gerard**  
Oficial del Programa Desarrollo Sostenible

### Equipo del proyecto Paisajes de Producción Verde

**Rafael Gadea**  
Coordinador

**Paloma Núñez**  
Asistente técnica

**Marisol Jara Hüttemann**  
Comunicadora

### Autores

Victor Vera  
Gloria Céspedes  
Silvio Jara  
Favio Fariña  
Emilio Ortiz  
Cecilia Vergara

### Revisores

David Fariña  
Director DGPCR - MADES

Flavia Fiore  
Directora DGCH - MADES

Ulises Lovera  
Director DNCC - MADES

Silvana Sosa  
Directora de Gabinete - INFONA

Carlos Irrazabal  
Director General - DGB - INFONA

### Edición

Gloria Céspedes

### Fotografías

Marisol Jara Hüttemann  
Hugo del Castillo  
Gloria Céspedes  
Favio Fariña

**Corrección de estilo**  
Alicia Islas

### Ilustración / Diseño y diagramación

Daniel Arzamendia  
Cecilia Rojas



## Contenido

<b>10</b>	<b>PRESENTACIÓN</b>
<b>12</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>
<b>14</b>	<b>CAPÍTULO 01</b> Procedimiento de restauración de Bosques Protectores de los Cauces Hídricos (BPCH) para las autoridades de aplicación.
<b>21</b>	Paso 1: Diagnóstico del estado de degradación del sitio.
<b>32</b>	Paso 2: Socialización de los resultados del diagnóstico y capacitaciones.
<b>33</b>	Paso 3: Relevamiento de la biodiversidad en parches de bosques aledaños.
<b>36</b>	Paso 4: Recomendaciones para la restauración.
<b>46</b>	Paso 5: Preparación del terreno.
<b>54</b>	Paso 6: Obtención de materiales a utilizar.
<b>55</b>	Paso 7: Preparación de insumos y materiales.
<b>56</b>	Paso 8: Actividades de restauración.
<b>57</b>	Paso 9: Seguimiento y monitoreo.
<b>60</b>	<b>CAPÍTULO 02</b> Estudio de caso: Distrito de Tavaí, Caazapá.
<b>100</b>	<b>CAPÍTULO 03</b> Iniciativas de restauración de Bosques Protectores de Cauces Hídricos.
	1. Distrito Cambyretá, Itapúa.
	2. Distrito Encarnación, Itapúa.



## Presentación

Las instituciones que hemos colaborado para el desarrollo de este material, el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES), el Instituto Forestal Nacional (INFONA), la Entidad Binacional Yacyretá (EBY) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo de Paraguay (PNUD), nos complacemos en presentar el *Manual de Restauración Ecológica de Bosques Protectores de Cauces Hídricos del Bosque Atlántico del Alto Paraná* (BAAPA), el cual es resultado de un esfuerzo colaborativo interinstitucional, que nació del deseo de poner a disposición de la ciudadanía y la comunidad científica un documento; complementario al Manual Técnico para la administración y aplicación de la Ley N° 4241/10 “De restablecimiento de bosques protectores de cauces hídricos dentro del territorio nacional” y su Decreto N° 9824/12, que pueda reflejar de manera clara los procedimientos a seguir en terreno para la restauración de bosques protectores en el BAAPA.



Este documento sugiere pautas técnicas, identificadas por los autores, que conduzcan al éxito de los procesos de restauración de los Bosques Protectores de Cauces Hídricos característicos del BAAPA. Con un lenguaje técnico, pero sencillo, y con ilustraciones prácticas y pedagógicas, se hace un recorrido por los principales pasos a tomar en consideración para iniciar el proceso de recomposición de estos bosques, detallándose la identificación del estado de degradación, recomendaciones, preparación del sitio, materiales e insumos requeridos, las actividades de restauración, propiamente, y una herramienta de seguimiento y monitoreo para evaluar la evolución del proceso.

Por otro lado, en dos capítulos consecutivos se rescatan dos experiencias, la primera que describe un proceso reciente en el Distrito de Tavaí, pero siguiendo estrictamente las recomendaciones técnicas de los especialistas encargados de guiar estas acciones, y una segunda, que describe experiencias, una de 5 y otra de 8 años de antigüedad, que rescatan las lecciones aprendidas en ambas intervenciones.

Esperamos que este documento pueda servir para facilitar y motivar a seguir restaurando los bosques protectores y con ello colaborar para la reconexión y recuperación de los bosques del BAAPA.

**Ariel Oviedo**

Ministro  
Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible

**Cristina Goralewski**

Presidenta  
Instituto Forestal Nacional

**Nicanor Duarte Frutos**

Presidente  
Entidad Binacional Yacyretá

**Silvia Morimoto**

Representante  
Programa de las Naciones Unidas  
para el Desarrollo de Paraguay

## Introducción

Los Bosques Protectores de Cauces Hídricos, también conocidos como bosques higrófilos de ribera, son aquellos que se encuentran directamente relacionados a un curso de agua. Según el Artículo 6 del Capítulo I de la Ley Forestal 422/73, el término de bosques protectores se refiere a *“aquellos que por su ubicación cumplan fines de interés para regularizar el régimen de aguas, proteger el suelo, cultivos agrícolas, explotación ganadera, caminos, orillas de ríos, arroyos, lagos, islas, canales y embalses, prevenir la erosión y acción de los aludes e inundaciones y evitar los efectos desecantes de los vientos, albergar y proteger especies de la flora y de la fauna cuya existencia se declaran necesarias, proteger la salubridad pública y asegurar la defensa nacional”*.

La presencia de los bosques protectores de los cursos de agua es indispensable, ya que cumplen funciones elementales como:

- estabilizar los bordes del agua circulante,
- reducir la erosión y sedimentos,
- dispersar las crestas de inundaciones,
- reducir la velocidad del agua,
- atrapar nutrientes nocivos del curso de agua en las escorrentías o en el caudal subterráneo,
- contribuir a la generación de un microclima, ya que la sombra producida por los árboles influye en la temperatura del agua,
- albergar a poblaciones de insectos acuáticos responsables de la transformación de la materia orgánica que aumenta la calidad del agua,
- contribuir a la formación de varios hábitats para peces y otros organismos acuáticos con las ramas caídas de los árboles de las franjas forestales ribereñas,
- alimentar a una alta variedad de organismos con hojarasca y frutos (FAO, 2009)<sup>1</sup>.

A lo largo de los años, el uso de las tierras con fines productivos han sido el motivo principal de la degradación de los bosques; en Paraguay, la superficie de bosques de la Ecorregión del Bosque Atlántico del Alto Paraná o BAAPA, ha disminuido a un ritmo muy acelerado particularmente desde el año 1945 (Fleytas, 2007)<sup>2</sup> hasta la

<sup>1</sup> FAO. 2009. *Los bosques y el agua*. Estudio FAO: Montes. 86 p.

<sup>2</sup> Fleytas, M. 2007. *Cambios en el paisaje: evolución de la cobertura vegetal en el Paraguay*. IN: *Biodiversidad del Paraguay, una aproximación a sus realidades*. D. Salas-Dueñas & J.F. Facetti (eds.), Fundación Moisés Bertoni. 77 - 88 p.

actualidad, a pesar de los esfuerzos e iniciativas de conservación como la Ley de Deforestación Cero (Ley N° 2524/04 y sus sucesoras: Ley N° 3139/06, Ley N° 3663/08, Ley N° 5045/13 y la Ley N° 6256/18). Los bosques protectores no fueron la excepción, y hoy en día se cuenta con un alto déficit de estos bosques en todo el país, afectando el caudal, la calidad y hasta la persistencia de los caudales.

La Ley N° 4241/10, establece en su Artículo 4, que *“Los bosques protectores deberán ser conservados permanentemente en su estado natural. Aquellas propiedades que no los hayan conservado, deberán establecerlos con especies nativas, para recuperarlos y conservarlos”*. Para la adecuación de esta Ley, es necesario articular las acciones entre los propietarios de las tierras afectadas, municipios, gobernaciones, Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES) y principalmente el Instituto Forestal Nacional (INFONA), que es la Autoridad de Aplicación.

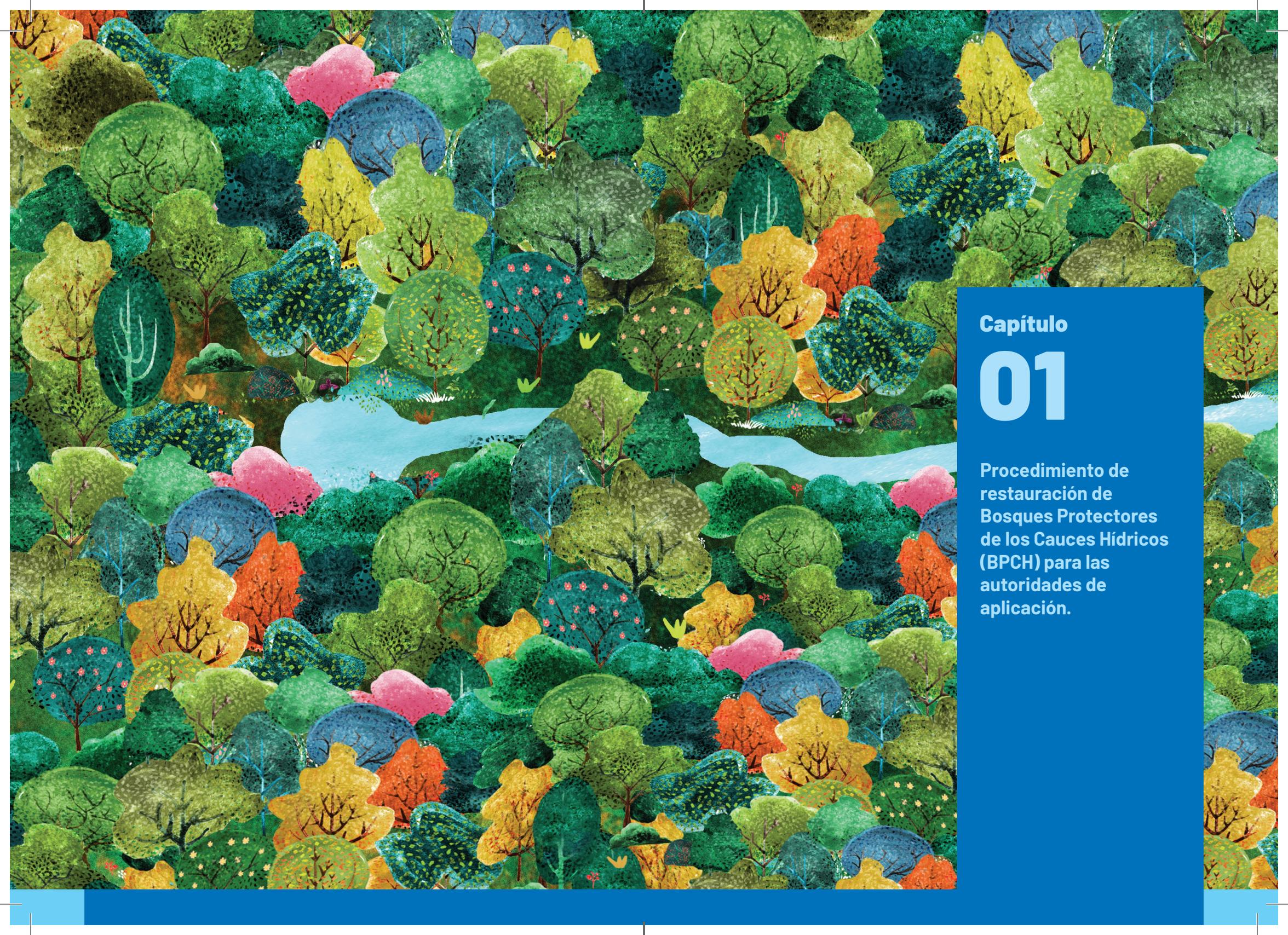
El objetivo de este manual es dar continuidad a lo establecido en el anterior Manual Técnico para la administración y aplicación de la Ley N° 4241/10 “De restablecimiento de bosques protectores de cauces hídricos dentro del territorio nacional” y su Decreto N° 9824/12<sup>3</sup>, en el que se recomienda contar con una guía técnica del procedimiento para la aplicación de la Ley N° 4241/10 de *“restablecimientos de bosques protectores de cauces hídricos dentro del territorio nacional”*.

Este material presenta paso a paso la obtención de los datos técnicos, recomendaciones y de gestión para la implementación de la Ley a nivel de fincas, basados en la experiencia de trabajo de dos instituciones, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) dentro del marco del Proyecto 00088150 “Integrando la Conservación de Biodiversidad y Manejo Sustentable de la Tierra en las prácticas de producción en todas las biorregiones y biomas en Paraguay - Green Commodities”<sup>4</sup> y de la Entidad Binacional Yaciretá.

El manual cuenta con tres capítulos, en el primero se presenta un contexto general sobre la restauración ecológica y el proceso de trabajo sistematizado, que facilitaría la replicación de estos proyectos en otras localidades dentro de la ecorregión del BAAPA. El segundo capítulo refiere al estudio del caso desarrollado en el distrito de Tavaí, del departamento de Caazapá, con la información ordenada según el capítulo 1. El tercer capítulo menciona a dos casos de iniciativas de restauración ejecutadas por la Entidad Binacional Yaciretá.

<sup>3</sup> Disponible en: <https://greencommoditiesparaguay.org/wp-content/uploads/2019/06/Manual-RBPC-PNUD.pdf>

<sup>4</sup> Citado a continuación en todo el manual como “Proyecto Paisajes de Producción Verde”.



**Capítulo**

# 01

**Procedimiento de restauración de Bosques Protectores de los Cauces Hídricos (BPCH) para las autoridades de aplicación.**

## Restauración Ecológica de Bosques Protectores de Cauces Hídricos

Los Bosques Protectores de los Cauces Hídricos (BPCH) son muy importantes para mantener el equilibrio en la naturaleza y evitar situaciones perjudiciales para todos los seres vivos. Los servicios ecosistémicos de los bosques protectores dependen del estado de conservación de estos, cuanto menos degradado se encuentren, más servicios pueden ofrecer.

La degradación de los BPCH está relacionada directamente con actividades de naturaleza antrópica, como la deforestación, contaminación, actividades productivas no amigables con la naturaleza, incendios, introducción de especies exóticas, entre otras.

La restauración de estos ecosistemas degradados es la manera de recuperar la calidad de los recursos naturales y de evitar que el avance de la degradación lleve a la pérdida de estos.

La restauración ecológica, según la Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (Society for Ecological Restoration International – SER) se define como el proceso deliberado de asistir, iniciar o acelerar la recuperación de un ecosistema con respecto a su salud, integridad y sostenibilidad (SER, 2004)<sup>5</sup>.

El Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible reseña que el Paraguay es parte formal de varias Convenciones Internacionales (MADES & PNUD, 2018)<sup>6</sup>, cuyos textos han sido ratificados por las leyes de la nación respectivas que

<sup>5</sup> Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group. 2004. *The SER International Primer on Ecological Restoration*. www.ser.org & Tucson: Society for Ecological Restoration International.

<sup>6</sup> MADES & PNUD. 2018. *Diagnóstico Estratégico del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas*. Responsable técnico Dr. Victor Vera. 56 p. Asunción, Paraguay.

comprometen al país, a sus instituciones, a sus autoridades y a la sociedad nacional, al cumplimiento de planes, objetivos, metas, monitoreo y presentación de informes de avance, a los compromisos asumidos como parte actuante en el marco de las Naciones Unidas. Los compromisos e iniciativas relacionadas a la conservación de la diversidad biológica que se gestionan son los siguientes:

- Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)<sup>7</sup>, conocidos también como Objetivos Mundiales, constituyen un llamado universal a la adopción de medidas para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad. Los 17 Objetivos se basan en los logros de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, aunque incluyen nuevas esferas como el cambio climático, la desigualdad económica, la innovación, el consumo sostenible, la paz y la justicia, entre otras prioridades. Los Objetivos están interrelacionados, con frecuencia la clave del éxito de uno involucrará las cuestiones más frecuentemente vinculadas con otro.
- El Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y sus Metas de Aichi para la Diversidad Biológica aprobados por el Convenio de la Diversidad Biológica<sup>8</sup>, ha sido reconocido como un marco mundial para la adopción de medidas prioritarias en materia de conservación de la diversidad biológica. Las bases de los avances y oportunidades para mejorar la gestión se asientan en los documentos resultantes de los procesos de elaboración y presentación de la Estrategia Nacional y Plan de Acción para la Biodiversidad y los Informes Nacionales quinto y sexto de la República del Paraguay a la Convención sobre Diversidad Biológica.

En un detallado análisis, Méndez-Toribio y colaboradores (2017)<sup>9</sup>, refieren que para revertir la actual dinámica ambiental han surgido iniciativas de restauración globales y regionales. Por ejemplo, la meta Aichi 15 del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) convoca a los países a restaurar el 15% de las tierras degradadas para el año 2020 (CBD, 2010)<sup>6</sup>.

<sup>7</sup> Disponible en: <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>

<sup>8</sup> Disponible en: <https://www.cbd.int/sp/>

<sup>9</sup> Méndez-Toribio, M.; Martínez-Garza, C.; Ceccon, E.; Guariguata, M.R. 2017. *Planes actuales de restauración ecológica en Latinoamérica: Avances y omisiones*. Revista de Ciencias Ambientales (Trop J Environ Sci). (Julio-Diciembre, 2017). EISSN: 2215-3896. Vol 5(2): 1-30. Disponible en: [http://www.cifor.org/publications/pdf\\_files/articles/AGuariguata1702.pdf](http://www.cifor.org/publications/pdf_files/articles/AGuariguata1702.pdf)

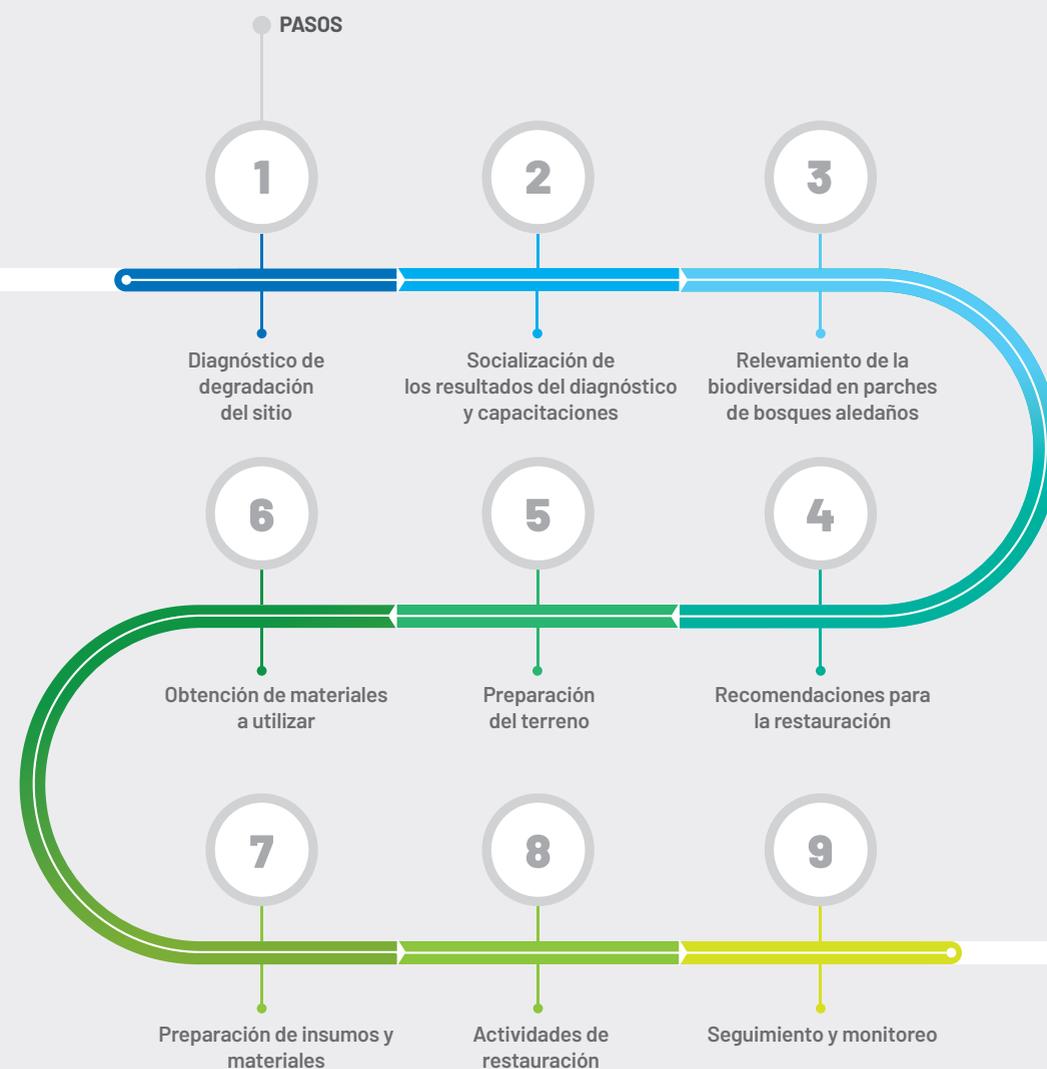
El Desafío de Bonn, un esfuerzo global impulsado por Alemania en 2011 propuso también, para el 2020, la restauración forestal de 150 millones de hectáreas (Bonn-Challenge, 2014)<sup>10</sup>. Finalmente, la Iniciativa 20x20 puesta en marcha por algunos países de Latinoamérica en 2014, en apoyo al Reto de Bonn, pretende la restauración de 150 millones de hectáreas (Initiative 20x20, 2014)<sup>11</sup>. A la fecha, solo el 46% de las naciones de Latinoamérica se han comprometido ante la meta Aichi 15 (CBD, 2010)<sup>6</sup>, el 55% ante la Iniciativa 20x20 (Initiative 20x20, 2014) y el 60% ante el Reto de Bonn (Bonn-Challenge, 2014)<sup>10</sup>.

Con una inversión aproximada de US\$ 730 millones de dólares provenientes del sector privado, se espera que la restauración en Latinoamérica favorezca la recuperación de servicios ambientales y la generación de oportunidades que contribuyan al bienestar de la población (Initiative 20x20, 2014). Sin embargo, son pocos los países que actualmente han concretado un plan de restauración que les permitirá, en los próximos años, lograr las metas propuestas. El cumplimiento de las metas comprometidas será clave para la recuperación y reforestación de los bosques degradados en Latinoamérica.

## El proceso de restauración

Es importante referir que cada proceso de restauración es diferente a otro, los casos son muy particulares, pero es necesario seguir algunos pasos para obtener la información y realizar el diagnóstico adecuado. Existen varios pasos o fases propuestas por diferentes autores, pero en este material se propone el siguiente procedimiento (Fig. 1 y Cuadro 1) basado en experiencias a nivel local.

Figura 1. Diagrama representativo del proceso de restauración



<sup>10</sup> Disponible en: <https://www.iucn.org/theme/forests/our-work/forest-landscape-restoration/bonn-challenge>

<sup>11</sup> Disponible en: <https://Initiative20x20.org/news/latin-american-and-caribbean-countries-and-regional-programs-launch-Initiative-20x20-restore>

**Cuadro 1. Pasos por seguir para la restauración de BPCH**

PASOS	ACTIVIDADES	INVOLUCRADOS	RESULTADOS ESPERADOS
1	Diagnóstico del estado de degradación del sitio	Municipalidad, INFONA, propietarios de fincas, INDERT	Mapa de déficit de BPCH, Propiedades identificadas con déficit de BPCH
2	Socialización de los resultados del diagnóstico y capacitaciones	INFONA, autoridades locales, propietarios de fincas	Reuniones informativas con propietarios, capacitaciones a técnicos locales
3	Relevamiento de la biodiversidad en parches de bosques aledaños	INFONA, técnicos especializados	Registro de especies importantes para la restauración, registro de especies de fauna dispersora
4	Recomendaciones para la restauración	INFONA, técnicos especializados	Análisis del sitio, potencial de autorrecuperación, plan de restauración por finca
5	Preparación del terreno	INFONA, técnicos especializados, propietarios de fincas	Terreno preparado y en condiciones óptimas para iniciar la restauración
6	Obtención de materiales a utilizar	Municipalidad, INFONA, propietarios de fincas	Colecta de semillas, preparación de plantines
7	Preparación de insumos y materiales	Municipalidad, INFONA, propietarios de fincas	Materiales e insumos adquiridos (ej.: alambre, abono, hidrogel, etc.)
8	Actividades de restauración	INFONA, propietarios de fincas	Implementación del plan de restauración
9	Seguimiento y monitoreo	INFONA, Municipalidad	Identificación de éxito o de actividades que necesitan ajustes o correcciones

**PASO 1****Diagnóstico del estado de degradación del sitio**

Al visitar el sitio de interés, se debe realizar un primer diagnóstico, considerando elementos indicadores del estado de conservación de este, como la cobertura del suelo, actividades que se desarrollan en el sitio o adyacentes a él, vegetación, especies de la fauna presentes, erosión, sedimentación, residuos sólidos y otros contaminantes. Se deben tomar puntos georreferenciados para analizar el paisaje y calcular el déficit de bosque protector del cauce seleccionado.

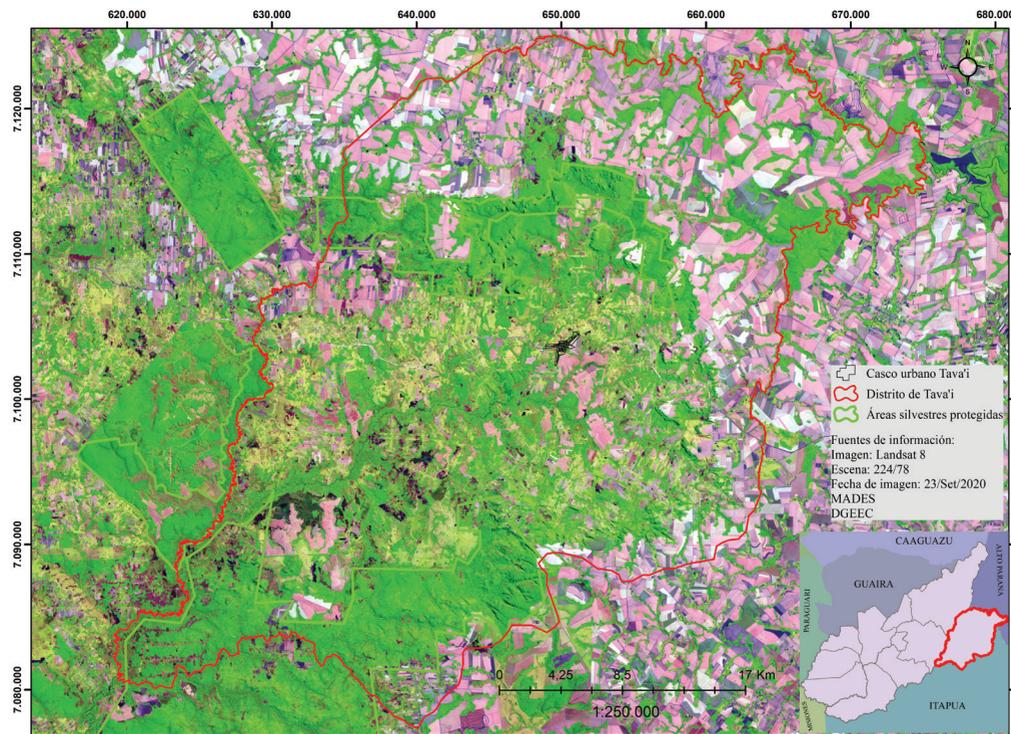
Es necesaria la revisión de los datos cartográficos del sitio seleccionado, con el fin de obtener detalles preliminares de las formaciones boscosas que deberían conservarse según el marco legal vigente y que posteriormente serían verificadas en terreno. Las instituciones del estado que poseen informaciones al respecto son: Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES), Instituto Forestal Nacional (INFONA), Dirección de Meteorología e Hidrología (DMH), Servicio Nacional de Catastro (SNC) y las Direcciones de Catastro Municipales. Se deben procesar y analizar los datos hidrográficos y cartográficos existentes, ya que generalmente no se encuentran unificados. Se debe realizar el cruzamiento de datos de las diversas fuentes y verificar con el uso de herramientas SIG a través de imágenes satelitales, y constatar cómo se complementan unas con otras. Es relevante contar con información de suelos, clima, vegetación, principalmente de fragmentos de bosques que ocupan la misma posición en el terreno; es decir, fragmentos cercanos de bosques protectores, de ser posible sobre el mismo curso hídrico.

A modo de garantizar el correcto relevamiento, inspección y evaluación de datos *in situ* de las propiedades, se debe trabajar en coordinación con los Gobiernos Municipales y Departamentales, así como lo expresa la Ley N° 4241/10 en su Art. 14°, para obtener la identificación de los propietarios de las fincas que se encuentren en el área de influencia de los cauces hídricos. Una vez identificados los propietarios, se deben realizar actividades de sensibilización con el apoyo del INFONA y para los casos de asentamientos rurales y de comunidades indígenas, con apoyo del INDERT y del INDI.

Con imágenes satelitales y datos hidrográficos, se podrán identificar las áreas boscosas y calcular el área de déficit de bosques mayores a 10 metros de ancho con el uso de herramientas SIG (Fig. 2). En el caso de las áreas menores a 10 metros, la medición debe realizarse en campo, tomándose en consideración las particularidades señaladas en la legislación, especialmente en la Ley N° 4241 y sus reglamentaciones.

**Figura 2. Imágenes y mapas resultantes del análisis con herramientas SIG.**

**A)** Imagen satelital de la cobertura del suelo y áreas protegidas del sitio de estudio.



**B)** Imagen satelital de la cobertura del suelo, hidrografía y áreas protegidas del sitio de estudio.

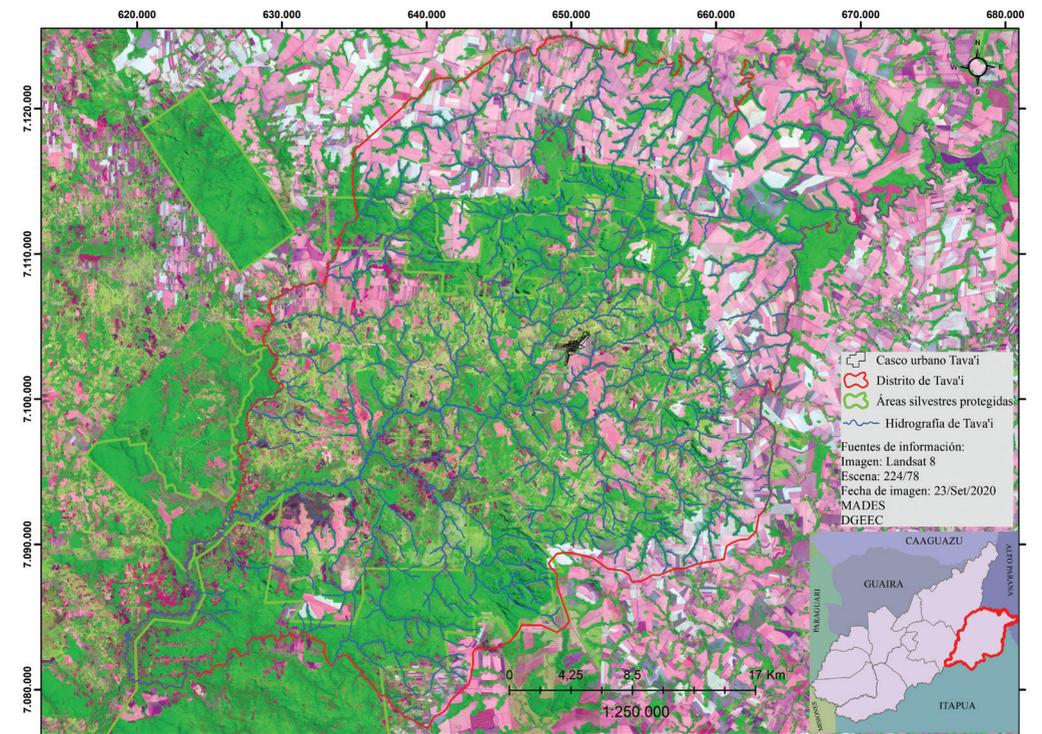
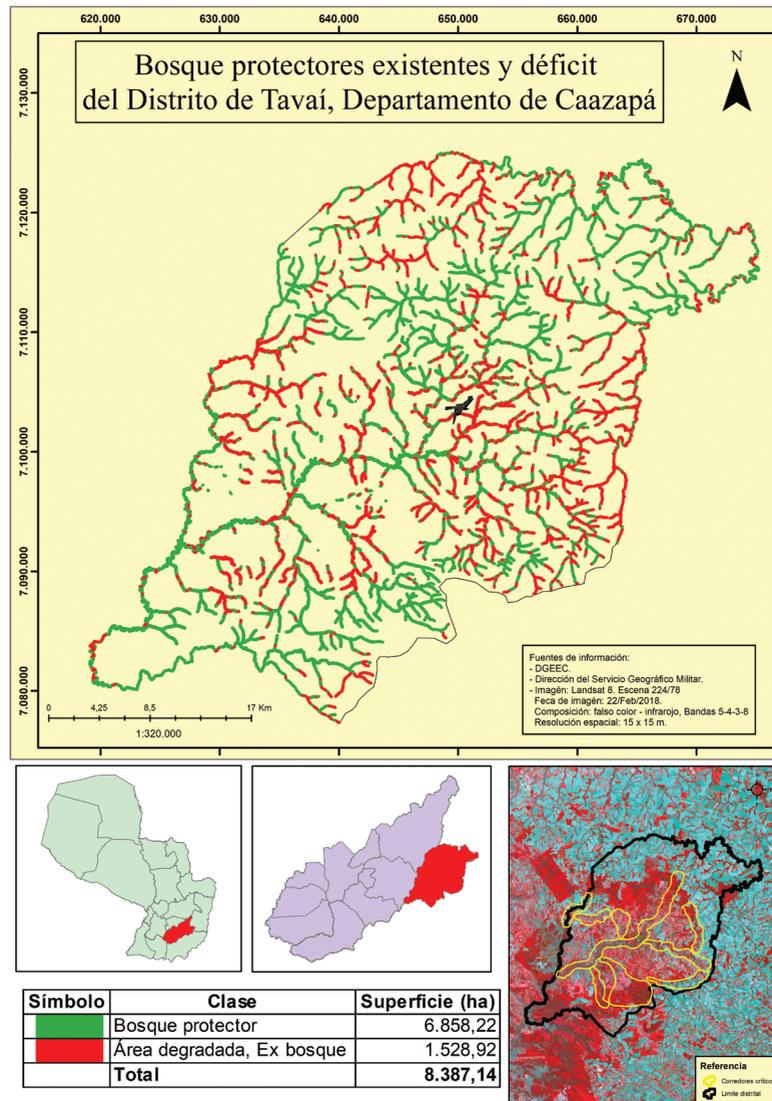
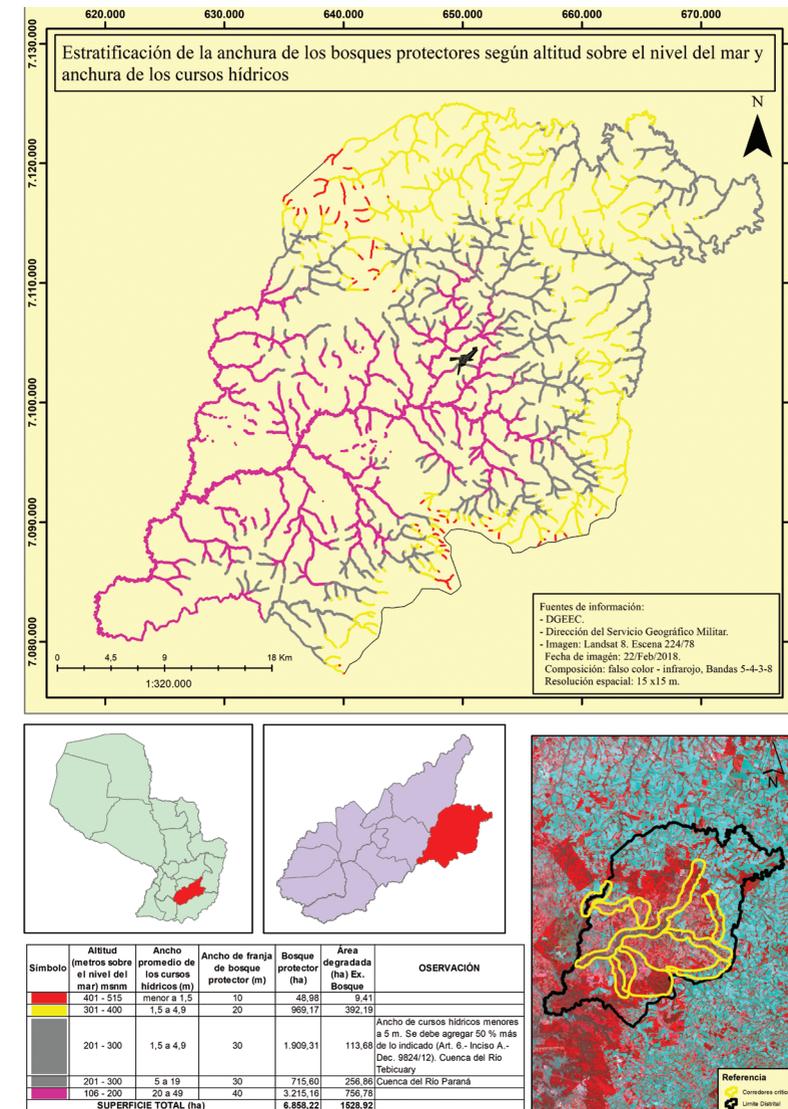


Figura 2. Imágenes y mapas resultantes del análisis con herramientas SIG.

C) Mapa de déficit de BPCH resultante.



D) Mapa de estratificación del ancho de BPCH según anchura de cursos hídricos.



Para garantizar la fidelidad de los datos obtenidos, se debe realizar la verificación en terreno con el uso de herramientas SIG y recorridos por los sitios de trabajo donde se realizará la verificación de la cobertura actual, como sitios con cobertura no forestal, esteros y manantiales y los déficit de bosques, cada dato relevado conforme a la realidad *in situ*, y así obtener información clasificada, supervisada y fidedigna que será utilizada para la generación de los mapas temáticos necesarios conforme a la Ley N° 4241/10 de "restablecimientos de bosques protectores de cauces hídricos dentro del territorio nacional".

Para medir el ancho del cauce hídrico se debe utilizar un GPS (Sistema de Posicionamiento Global) de alta precisión, con un margen de error de centímetros, con el cual se tomarán distancias de barranca a barranca, en casos de mucha irregularidad del cauce preferentemente cada 10 metros a lo largo de la longitud total del cauce hídrico. Si no se cuenta con un GPS, se puede utilizar cinta métrica o una cuerda marcada con los rangos de longitud según lo establecido en el Capítulo III, Art. 5 del decreto reglamentario N° 9824/12 de la Ley N° 4241/10. En caso de ancho variable, se tomará la medida del curso en un tramo recto, excluyendo los recodos según el Art. 11 del Decreto Reglamentario N° 9824/12 de la Ley N° 4241/10.

Todo lo señalado anteriormente, debe realizarse en cada una de las propiedades, en el área de estudio. Una vez obtenidas las mediciones, deberán ser registradas en una planilla, proponiéndose la siguiente:

Planilla N°:					
Propietario/lugar:					
Fecha de relevamiento:					
Técnico/s:					
Ancho del curso de agua:					
Altura:					
Nº	Descripción del punto	Coord. X	Coord. Y	Correspondiente BP	Recomendaciones para la restauración
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					



Conforme al Capítulo III, Art. 5° del Decreto Reglamentario N° 9824/12 de la Ley N° 4241/10; "establecer los parámetros mínimos que se deberán restaurar conforme al ancho del cauce hídrico y las particularidades del área de influencia de los mismos, los cuales constituyen la base para planificar las zonas de bosques protectores de cauces hídricos para la Región Oriental, conforme al siguiente cuadro":

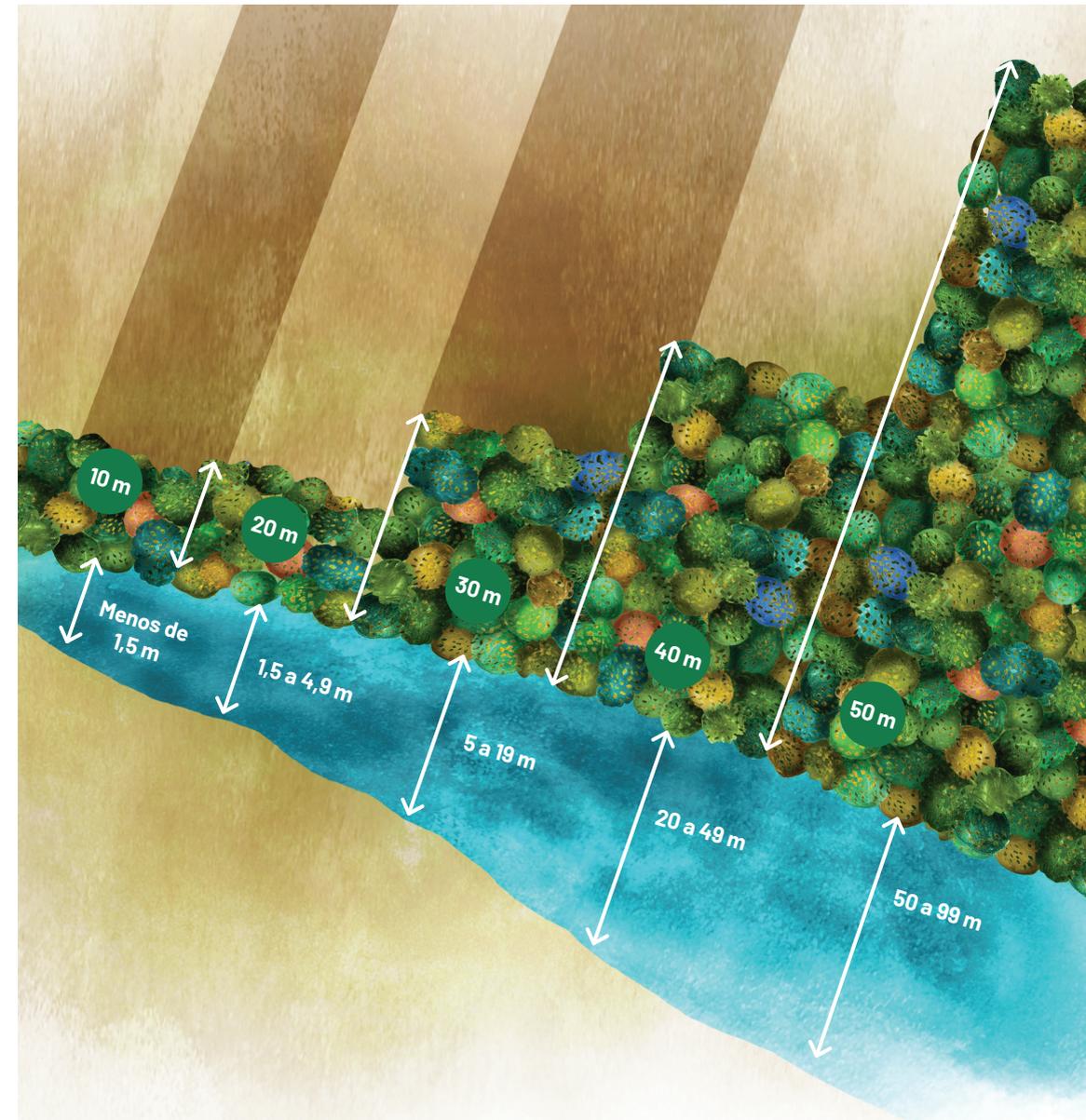
ANCHO DEL CAUCE	ANCHO MÍNIMO DEL BOSQUE PROTECTOR EN CADA MARGEN
Mayor o igual a 100 m	100 m
50 a 99 m	60 m
20 a 49 m	40 m
5 a 19 m	30 m
1,5 a 4,9 m	20 m
Menor a 1,5 m	10 m
Zona de influencia de nacientes	Se preverá en cada caso de tipos de nacientes

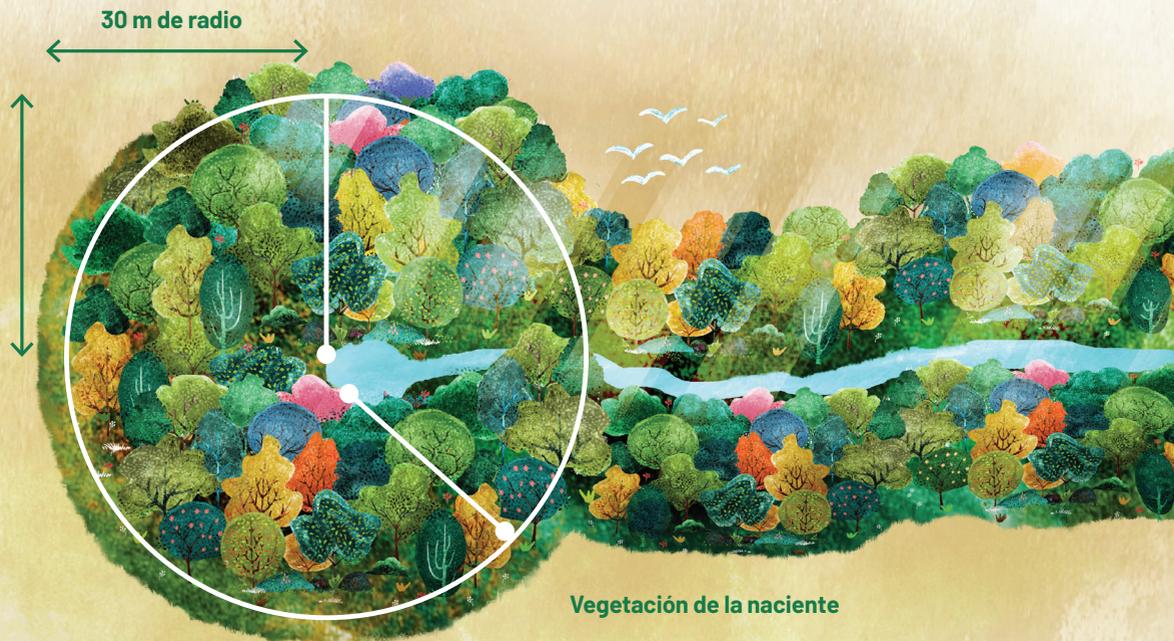
Art. 6 del Decreto Reglamentario N° 9824/12 de la Ley N° 4241/10; el ancho del bosque protector puede variar según factores específicos únicamente en los casos siguientes:

- pendientes de laderas adyacentes con una inclinación igual o mayor al treinta y cinco por ciento (35 %);
- tipos de suelo en relación con el mantenimiento de su fertilidad, riesgos de erosión, grado de impermeabilidad;
- cercanía a áreas pobladas y la necesidad de contener o mitigar eventuales inundaciones o la contaminación de aguas superficiales o subterráneas;
- en zonas de amortiguamiento de áreas silvestres protegidas;
- cualquier otro que, razonablemente o con la debida justificación técnica, coadyuve a prevenir daños graves al ambiente o a la salud de la población.

**Figura 3. Esquema de los BPCH según ancho del curso hídrico. Adaptado de Cartilha do Código Florestal Brasileiro.**

Disponible en: <http://www.ciflorestas.com.br/cartilha/index.html>



**Figura 4. Naciente y bosque protector.****Adaptado de Cartilha do Código Florestal Brasileiro.**Disponible en: <http://www.ciflorestas.com.br/cartilha/index.html>

Para estos casos específicos se le agregará hasta un cincuenta por ciento (50 %) más de metros de los indicados como dimensiones del bosque protector, según el ancho del cauce.

**Art. 7 del Decreto Reglamentario N° 9824/12 de la Ley N° 4241/10;** en el caso de que la superficie del inmueble afectado sea menor o igual que el ancho mínimo del bosque protector establecido en el Art. 5, el INFONA podrá determinar la reducción del ancho mínimo del bosque protector a ser restaurado, y exigir otras medidas técnicas compensatorias.

**Art. 8 del Decreto Reglamentario N° 9824/12 de la Ley N° 4241/10;** el ancho del bosque de las nacientes tendrá como mínimo treinta (30) metros de radio, pudiendo ampliarse de acuerdo a las características de las mismas (ejemplo en la Fig. 4).

**Art. 9 del Decreto Reglamentario N° 9824/12 de la Ley N° 4241/10;** en la región oriental se conservará como mínimo cien (100) metros de bosques de protección a cada margen de los cursos hídricos permanentes e intermitentes. Aquellos que no lo han conservado, deberán restaurarlos en la proporción establecida en el presente artículo.

**Art. 10 del Decreto Reglamentario N° 9824/12 de la Ley N° 4241/10;** en las zonas en las que, naturalmente, nunca hubiera habido bosques adyacentes a cauces hídricos y/o nacientes, no estarán obligados a realizar tareas de forestación, aunque deberán respetarse las limitaciones y condiciones que las autoridades competentes hubieran establecido para las zonas de protección de fuentes hídricas.

**Art. 11 del Decreto Reglamentario N° 9824/12 de la Ley N° 4241/10;** para medir el ancho de los cauces conforme al Art. 5, se tomará la distancia de barranca a barranca; en caso de ancho variable, se tomará la mayor medida del curso en un tramo recto, excluyendo los recodos.

Una vez obtenidos el diagnóstico, el déficit y la meta, se debe proceder al relevamiento de datos para las acciones de restauración; ya que, en caso de realizar enriquecimiento, plantación o eliminación de especies, se debe identificar a las adecuadas.

## PASO 2

## Socialización de los resultados del diagnóstico y capacitaciones

El proceso de adecuación a la Ley N° 4241/10 debe ser liderado por las autoridades de aplicación (INFONA, MADES), pero es muy importante que las autoridades locales estén implicadas, para facilitar el desarrollo de las actividades y ser el nexo a nivel local entre los propietarios afectados y las autoridades de aplicación.

El involucramiento de la comunidad es indispensable durante cualquier proyecto de restauración. Es importante realizar reuniones a nivel comunitario para informar sobre la necesidad de la adecuación legal y del apoyo local para alcanzar el éxito.

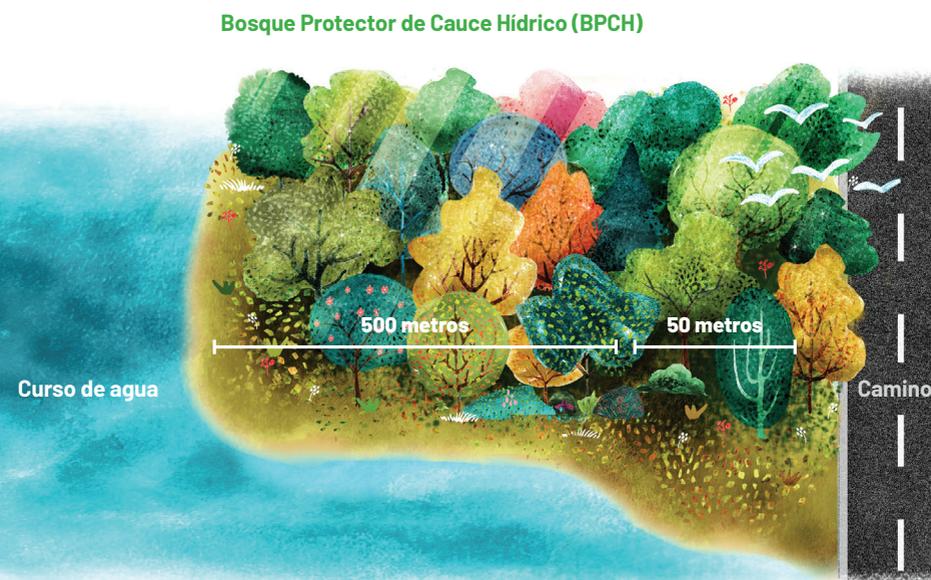
Además de las reuniones, se pueden realizar capacitaciones sobre la restauración ecológica, dirigidas a técnicos locales y también al público en general si se dispone de recursos económicos suficientes.

## PASO 3

## Relevamiento de la biodiversidad en parches de bosques aledaños

Para realizar recomendaciones con miras a la restauración, es indefectible conocer la diversidad de los bosques adyacentes o próximos al sitio que se desea restaurar. El método por utilizar durante el relevamiento de especies queda a criterio del especialista, sin embargo, se recomienda que en áreas pequeñas (menores a 5 hectáreas) se realicen transectos o recorridos de aproximadamente 500 metros, a lo largo del curso, al menos a 50 metros del borde del bosque, si es que la superficie lo permite (Fig. 5).

**Figura 5. Esquema de recorrido de 500 metros para relevamiento de especies.**



Para superficies mayores a 5 hectáreas, se recomienda un estudio más robusto, a modo de conocer la composición florística y la estructura de las especies dominantes del ecosistema original a ser restaurado. Estos estudios podrían realizarse a través del transecto explotado de Gentry (2x500 metros) o de parcelas permanentes de muestreo y monitoreo de la biodiversidad de 1 hectárea (PPMMB) en el caso de áreas protegidas. Con estos métodos es posible conocer el valor de las especies dentro de la comunidad.

Los listados deben contener datos básicos de la taxonomía (familia, género, especie) y el grupo sucesional (Cuadro 2) para tratar de definir la estructura de las especies dominantes en el ecosistema histórico y en diferentes trayectorias sucesionales (Vargas, 2007<sup>12</sup>), es decir, entender como fue formándose el bosque de acuerdo con la disposición de las especies a lo largo del tiempo. En el caso de la fauna, especificar cuales de las especies son dispersoras de frutos y semillas que ayudarán a la recomposición del bosque.

**Cuadro 2. Clasificación de los grupos sucesionales de especies de la flora.**

GRUPO SUCESIONAL	ETAPA EN LA SUCESIÓN	SEMILLAS Y/O FRUTOS	NECESIDAD DE LUZ	CRECIMIENTO Y CICLO DE VIDA	EJEMPLOS
Pionera	Inicio	Semillas pequeñas numerosas	Mucha luz	Crece rápido y viven aprox. 10 años en algunos casos más	Amba'y Kurundi'y
Secundaria inicial	Intermedio	Semillas de tamaño medio	Mucha luz	Crece rápido y viven aprox. 10 a 25 años	Hu'i moneha Kamba akâ
Secundaria tardía	Intermedio	Pocos frutos y semillas de tamaño medio a pequeño	Tolerante a la sombra en su estadio juvenil	Crecimiento medio y vida longeva, entre 20 a 100 años	Peterevy Guajayvi Yvaro
Climácicas	Final	Frutos y semillas grandes y pesados	Germinación y desarrollo bajo sombra	Crecimiento lento, ciclo de vida largo, más de 100 años	Guavira pytâ Pakuri Kokû

<sup>12</sup> Vargas, O. (ed.) 2007. *Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino*. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología.

PASO 4

### Recomendaciones para la restauración

Las acciones recomendadas para la restauración dependerán de los datos precisos obtenidos en los pasos anteriores, sin esos datos no se podrán realizar recomendaciones efectivas, porque cada caso es muy particular, pero existen sin duda acciones que se aplican a la mayoría, como el confinamiento del área a restaurar, para evitar el tránsito de animales domésticos y personas que pisotean y compactan el suelo, además los postes del alambrado pueden servir de "perchas" para que la fauna dispersora como las aves, lo utilicen para descansar y de paso depositan sus heces en el terreno (Meli & Carrasco-Carballido, 2011)<sup>13</sup>.

Es necesario conocer las causas y el efecto de la degradación en el área. Acorde a las características de estas situaciones, se puede planificar el tipo de estrategia a seguir (Fig. 6). Si el caso resulta en un área por restaurar, se deben establecer los criterios a través del potencial de autorrecuperación del sitio y el potencial de dispersión de semillas de los bosques adyacentes.

<sup>13</sup> Meli, P. & Carrasco-Carballido, V. 2011. *Restauración ecológica de riberas. Manual para la recuperación de la vegetación ribereña en arroyos de la Selva Lacandona*. Corredor Biológico Mesoamericano México. Serie Diálogos / Número 5. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 62 pp.

**Figura 6. Diagrama para la identificación de las actuaciones en la restauración de zonas de riberas y nacientes en función de las causas de la degradación, sus alteraciones y posibles técnicas por implementar.** Fuente: Sanchún et al. 2016<sup>13</sup>. *Restauración funcional del paisaje rural: manual de técnicas*. UICN, San José, Costa Rica. XIV + 436p.



El cuadro 3 presenta una escala del potencial de autorrecuperación del sitio que se desea restaurar, esta escala va del peor escenario al mejor: ausente – pequeño – mediano – alto. La misma escala se considera para el potencial de dispersión de semillas de los remanentes de bosques adyacentes; estos criterios deben ser evaluados por un especialista.

Para utilizar el cuadro, se debe cruzar el nivel identificado del potencial de autorrecuperación (filas de la primera columna), con el dato de la fila que corresponda al nivel identificado de potencial de dispersión de los fragmentos de bosque que rodean (columna 2, 3, 4 o 5).

#### Ejemplo

Si el lugar a restaurar cuenta con un potencial de autorrecuperación ausente (fila 1 de la columna 1) y el potencial de dispersión de semillas también se identificó como ausente debido al nivel de degradación de ambos sitios (fila 1 de la columna 2), entonces las acciones corresponderían al aislamiento de la zona y la eliminación de las causas de la degradación y la plantación con gran número de especies por medio de la siembra de semillas o trasplante de plántulas (A + H).



**Cuadro 3. Potencial de autorrecuperación de un sitio con relación al potencial de dispersión de semillas de los bosques adyacentes.**

POTENCIAL DE AUTORECUPERACIÓN	POTENCIAL DE DISPERSIÓN DE SEMILLAS DE LOS FRAGMENTOS DE BOSQUE QUE RODEAN			
	Ausente	Pequeño	Mediano	Alto
Ausente	A + H	A + D/H	A + B + G	A + B
Pequeño	A + D/E/F/G/H	A + D/E/F/G/H	A + B/E/F/G	A + B/E/G
Mediano	A + E + F + G	A + E + F + G	A + B/E/F/G	A + B/C/E
Alto	A + C/E + G	A + C/E/F/G	A + E/G	A

Fuente: Adaptado de: Rodrigues, 2014<sup>14</sup>

- A: aislamiento de la zona y la eliminación de las causas de degradación (requisito indispensable).
- B: manejo de la lluvia de semillas y la dispersión.
- C: inducción de la germinación de semillas desde el local del banco de semillas del suelo.
- D: transferencia del banco de semillas del suelo a partir de áreas legalmente deforestadas.
- E: manejo de la regeneración avanzada (por ejemplo, las plántulas y brotes).
- F: mejora de la densidad de árboles por medio de la siembra de semillas o trasplante de plántulas.
- G: plantación de enriquecimiento por medio de la siembra de semillas o trasplante de plántulas.
- H: plantación con gran número de especies por medio de la siembra de semillas o trasplante de plántulas.

<sup>14</sup> Rodrigues, R.R. 2014. Curso corto sobre Restauración Ecológica, Refugio Biológico Binacional Mbaracayú. Notas de clases. Inédito.

Para recomendar las especies a ser utilizadas para la restauración, se debe conocer bien la vegetación (Paso 3) y diseñar un modelo de plantación de estas. Existen varios ejemplos de siembras y plantaciones de especies sugeridas por varios autores, un ejemplo es el modelo de Anderson, en el que sugiere la combinación de 5 especies de distintos grupos ecológicos (pioneras, heliófitas, secundarias, climácicas) que formen núcleos de regeneración.

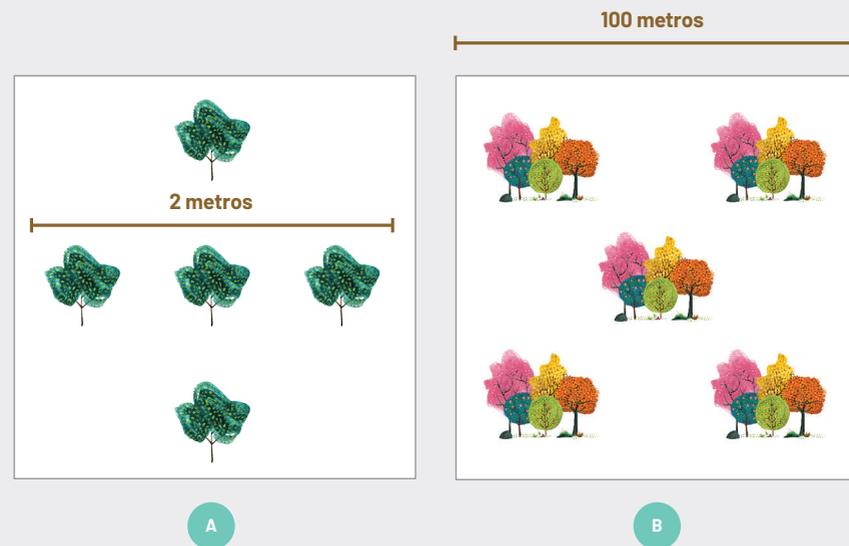
El autor recomienda entre 5 a 9 núcleos por hectárea (Fig. 7) y además sugiere que los plántines de la misma especie provengan de poblaciones distintas para garantizar la variabilidad genética y la dinámica local de flujos biológicos<sup>15</sup>.

### Figura 7.

**A) Modelo de distribución de plántulas en la técnica de siembra en grupos de Anderson.**

**B) Conformación del sistema de siembra de plántulas.**

Los colores corresponden a árboles de especies diferentes para una hectárea por restaurar. Anderson (1953), tomado de Sanchún et al. 2016.



En algunos casos, no es necesaria la intervención humana en la dinámica del proceso de restauración, solo al inicio, bloqueando el acceso y eliminando así las causas de la degradación. La vegetación en estas condiciones se regenera naturalmente gracias al banco de semillas del suelo y de la interacción de especies que facilitan el proceso.

Si bien la estructura de la vegetación es sumamente importante para la implementación de las medidas de restauración, existen especies pioneras, heliófitas y secundarias comunes en los bosques de Paraguay. Para los bosques del BAAPA, pueden utilizarse algunas de las enlistadas en el Cuadro 4, fácilmente cosechables de los bloques adyacentes de bosques en estado menos degradado.

Todas estas acciones deben ser analizadas en forma paralela con los recursos disponibles, incluyendo el presupuesto con el que se cuenta y el apoyo de las autoridades pertinentes, además deben ir acompañadas de un plan para llevar a cabo todas las actividades recomendadas. Cada actividad establecida en el plan de restauración por finca deberá ser implementada por el propietario y asistida por personal técnico (INFONA). El plazo establecido para la ejecución es de un año.

Finalizadas las mediciones y planteadas las actividades de restauración, se debe elaborar un mapa temático de la microcuenca seleccionada (Fig. 1), donde se visualice el uso actual y alternativo para luego confeccionar el Mapa de Situación Actual de Bosques Protectores de Cauces Hídricos. Este mapa puede ser elaborado por técnicos municipales y deberá ser presentado al INFONA para su inscripción dentro del Programa de Restauración de Cauces Hídricos, que deben estar acompañados con las copias autenticadas de título de propiedad de los afectados (Municipio).

<sup>15</sup> Sanchún et al. 2016. *Restauración funcional del paisaje rural: manual de técnicas*. UICN, San José, Costa Rica. XIV + 436p.

**Cuadro 4. Especies potenciales para utilizar en los procesos de restauración en bosques del BAAPA.**

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CLASE SUCESIONAL
1	<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng) Mull. Arg.	Yvyra hũ	U
2	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Mull. Arg.	Chipa rupa	P
3	<i>Allophylus edulis</i> (St. Hil.) Radlk.	Kokũ	U
4	<i>Annona emarginata</i> (Schltdl.) H. Rainer	Aratiku'i	S
5	<i>Aspidosperma polyneuron</i> Mull. Arg.	Yvyraromi / Peroba	C
6	<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	Urunde'y para	H
7	<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	Guatambu Yvyra ñeti	S
8	<i>Banara arguta</i> Briq.	Mbavy	H
9	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart	Cancharana / Cedrorã	S
10	<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	Ka'i ka'ygua	C
11	<i>Casearia sylvestris</i> Sw. var. <i>syvestris</i>	Burro ka'a	P
12	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Amba'y	P
13	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Ygary / Cedro	S
14	<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil.) Ravenna	Samu'u	S

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CLASE SUCESIONAL
15	<i>Celtis spinosa</i> Spreng.	Juasy'y	P
16	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler) Engl.*	Aguai	S
17	<i>Copaifera langsdorfii</i> Desf.	Kupa'y	C
18	<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J.S. Mill.	Guajayvi	S
19	<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	Colita	S
20	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Peterevy	P
21	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.*	Yvyra piu	S
22	<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Decne. & Planch	Amba'y guasu	H
23	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Ñangapiry	S
24	<i>Genipa americana</i> L.	Ñandypa	S
25	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss	Mborevi rembi'u	C
26	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl. ssp. <i>spiciflora</i> (A. Juss.) T.D. Penn.	Cedrillo	P
27	<i>Handroanthus albus</i> (Cham.) Mattos	Tajy sa'yju	S
28	<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	Tajy / Lapacho	S
29	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Tajy / Lapacho	S
30	<i>Handroanthus ochraceus</i> ssp. <i>ochraceus</i> (Cham.) Mattos	Tajy sa'y ju	P

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CLASE SUCESIONAL
31	<i>Handroanthus pulcherrimus</i> (Sandwith) S. Grose	Tajy sa'y ju	P
32	<i>Helietta apiculata</i> Benth.*	Yvyra ovi	S
33	<i>Hennecartia omphalandra</i> J. Poiss.	Yvyra karai	C
34	<i>Hexachlamys edulis</i> (O. Berg.) Kausel & D. Legrand	Yva hái	S
35	<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	Yvyra pepê	C
36	<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	Ka'a chiri	S
37	<i>Ilex paraguariensis</i> St. Hil.	Ka'a	C
38	<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC.	Jacaratia	C
39	<i>Luehea divaricata</i> Mart.*	Ka'a ovetí	P
40	<i>Myrcianthes pungens</i> (O. Berg) D. Legrand	Guaviju	C
41	<i>Myrcarpus frondosus</i> Allemão	Incienso / Yvyra paje	C
42	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Aju'y hũ	C
43	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Guaika	C
44	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.**	Yvyra pytã	S
45	<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem.	Yvyra tai	U
46	<i>Plinia rivularis</i> (Camb.) Rottman.*	Yva poroity	C

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CLASE SUCESIONAL
47	<i>Prunus subcoriacea</i> (Chodat & Hassl.) Koehne	Yvaro	S
48	<i>Sebastiana brasiliensis</i> Sprengel*	Yvyra kamby	P
49	<i>Solanum granulosum-leprosum</i> Dunal	Hu'i moneha	P
50	<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, Lang. & Wess. Boer	Ñandypa mi	P
51	<i>Styrax leprosus</i> Hook. et Arn.	Yvyra ka'atí	H
52	<i>Syagrus romazoffiana</i> (Cham.) Glassman	Pindo	S
53	<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A. DC.	Sapirangy	P
54	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Kurundi'y	P
55	<i>Trichilia catigua</i> A. Juss	Katigua pytã	S
56	<i>Vitex megapotamica</i> (Spr.) Mold.*	Taruma	S
57	<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	Tembetary sa'yju	S

\* recomendadas para zonas más bajas.

\*\* especie secundaria, pero se desempeña como pionera en áreas abiertas y degradadas<sup>16</sup>.

C: climática

S: secundaria

U: umbrófila.

H: heliófita

P: pionera

Fuente: adoptado de Vera, V. 2009. *Comparación de las asociaciones vegetales sobre diferentes tipos de suelo en el área de influencia de la represa de Itaipú, para el reconocimiento de especies adecuadas para la restauración ecológica*. Tesis de doctorado. Universidad de São Paulo, Escuela Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-10092009-103258/es.php>

<sup>16</sup> Ramalho, P. 2002. Canafistula. Circular Técnica 64. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Embrapa. 15 p.

## PASO 5

## Preparación del terreno

Por lo general las áreas degradadas o con pasivos ambientales desde el punto de vista del cumplimiento de la legislación ambiental comprenden tres escenarios de degradación, a saber:

- áreas degradadas con suelo desnudo y cárcavas (Fig. 8),
- áreas degradadas con vegetación natural imposibilitada de recuperarse, por degradación del suelo, por ausencia de banco de semillas, por competencia de especies exóticas invasoras, varios o todos los motivos señalados actuando en conjunto (Fig. 9), y
- bosques degradados que requieren acciones de mejora para retomar su trayectoria, su composición estructural y funcionamiento (Fig. 9).

Para cada situación o escenario, es necesario tomar acciones para promover o facilitar la recuperación, mediante la asistencia humana.

En la Figura 10 se pueden notar los escenarios de degradación y las medidas de restauración que pueden ser aplicadas.

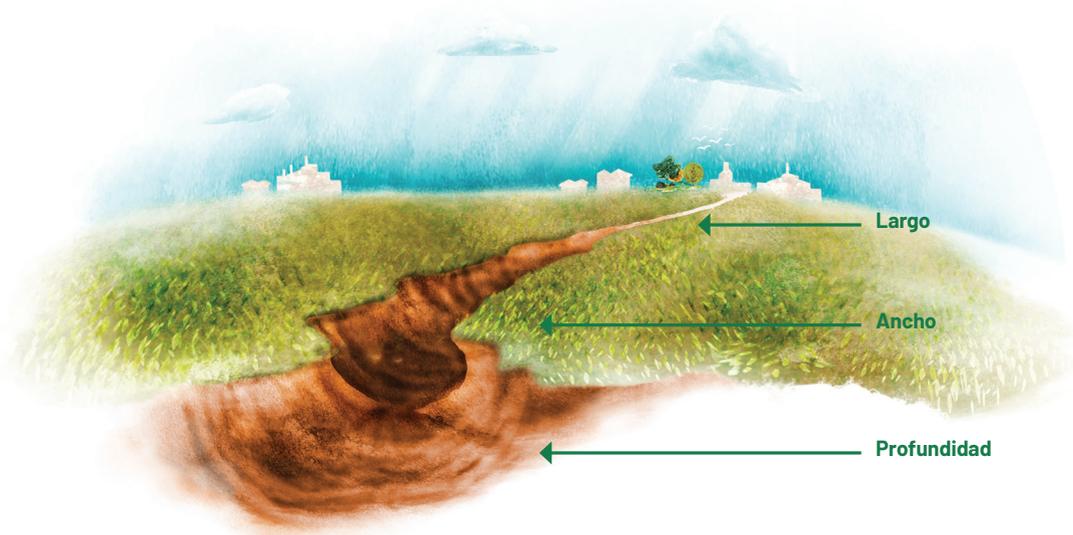
### Figura 8. Cárcavas formadas en los suelos degradados.

Fuente: Control de cárcavas. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Subsecretaría de Desarrollo Rural. Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural. México.

#### a) Vista de una cárcava

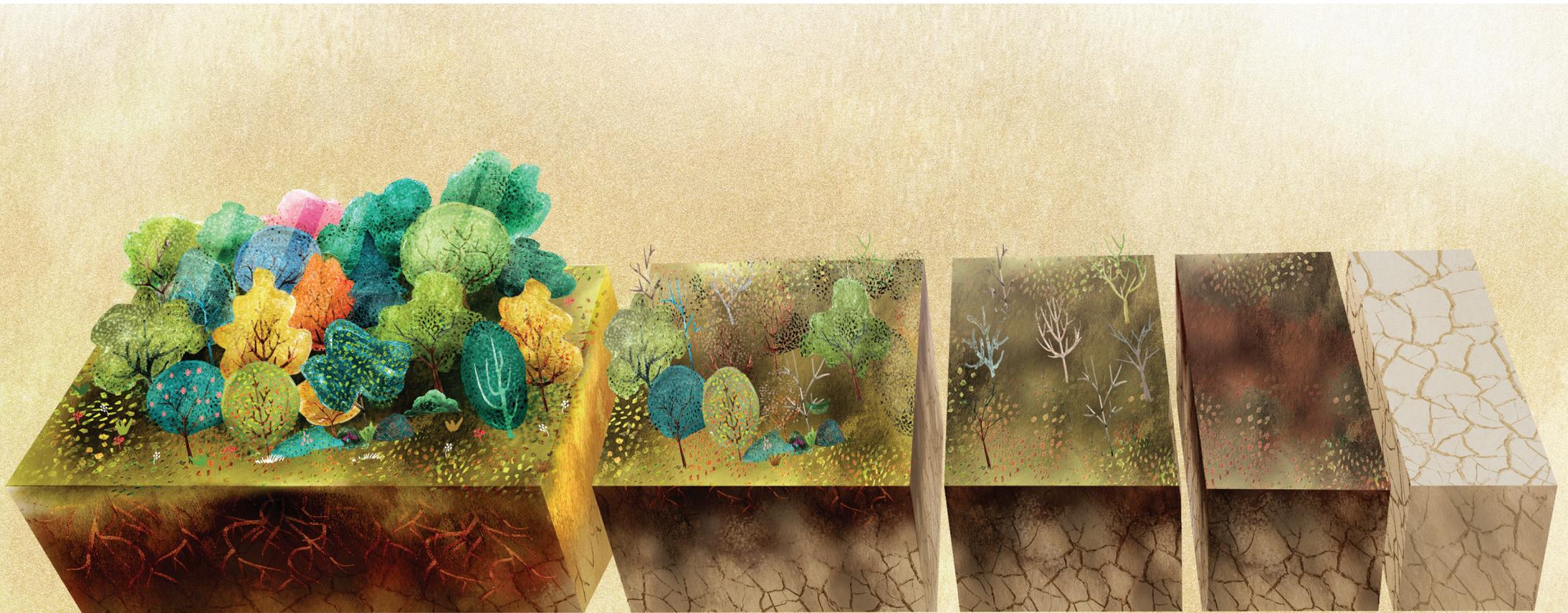


#### b) Crecimiento de las cárcavas

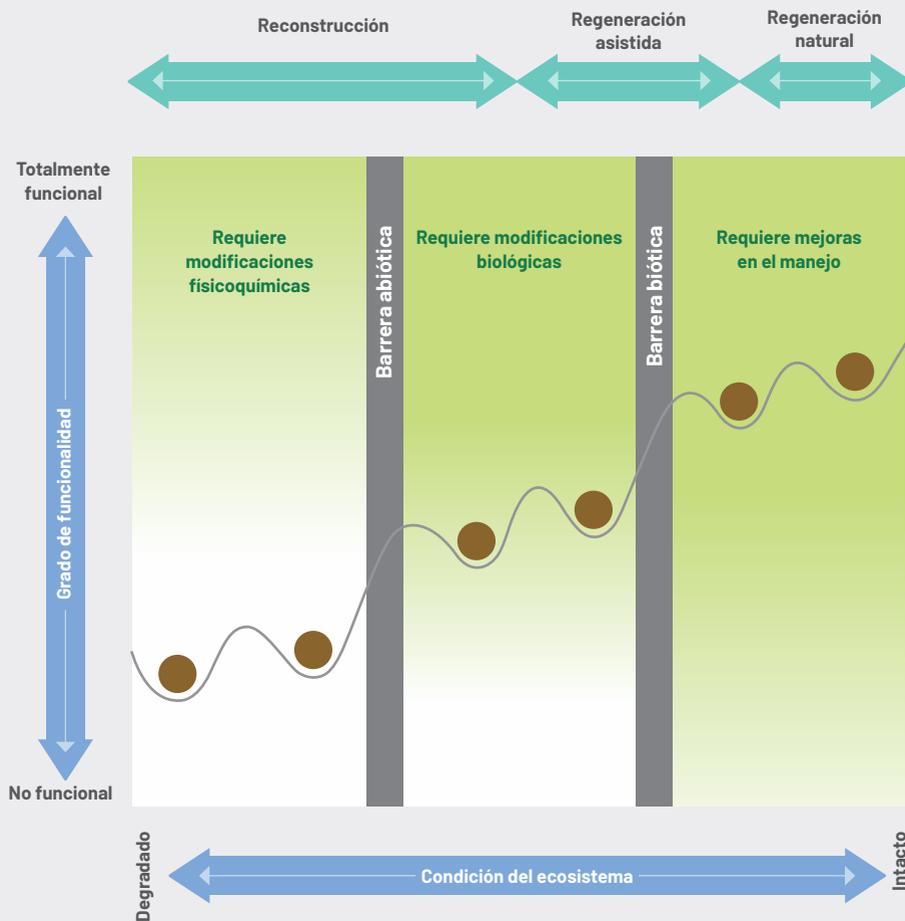


**Figura 9.** Áreas degradadas con vegetación natural imposibilitada de recuperarse y suelos de bosques degradados.

Adaptación de didactalia.net.



**Figura 10. Modelo conceptual de degradación ecosistémica y sus respuestas a la restauración (adaptado de Keenleyside et al. 2012 y Whisenant 1999; cf. Hobbs & Harris 2001), citados por McDonald T, Gann GD, Jonson J, and Dixon KW (2016) International standards for the practice of ecological restoration – including principles and key concepts. Society for Ecological Restoration, Washington, D.C.**



Para los casos donde se requiera una modificación fisicoquímica o biológica, por ejemplo, el caso del suelo, se debe considerar la utilización de elementos acordes al problema específico, aunque existen medidas comunes que sirven para proveer cobertura, ofrecer protección ante la erosión y modificar las características físicas y químicas de este.

El suelo es el componente principal para el inicio de la restauración, si este no se encuentra en condiciones para que la vegetación se instale en el sitio, será un fracaso. Es necesario evaluar el estado y la cobertura de este para tomar las decisiones técnicas correspondientes.

Por ejemplo, en el caso de un suelo muy compactado, los intentos de plantaciones de especies leñosas fracasarán porque las raíces no podrán desarrollarse, por ello se recomienda el enriquecimiento con abonos verdes fijadores de nitrógeno, con raíces pivotantes como Kumanda yvyra'i (*Cajanus cajan*) o en sitios menos degradados con rastreras de rápido crecimiento como Mucuna ceniza (*Mucuna pruriens*); estas especies ofrecen nutrientes al suelo, lo remueven y una vez crecidas, dan la sombra suficiente para que otras especies germinen y crezcan y así las especies nativas vayan abarcando mayor superficie y el bosque se regenere naturalmente.



Es importante mencionar que los abonos verdes se utilizan mucho en cultivos, pero el comportamiento de la regeneración natural de los bosques no es similar a este, ya que la vegetación leñosa inicial del bosque o especies pioneras, crecen rápidamente y proveen de sombra para facilitar la germinación y crecimiento de especies secundarias, por lo que los abonos verdes solo serán útiles en los primeros años (Cuadro 5). De ahí la importancia de utilizar especies pioneras leñosas al inicio de la restauración. Además, se pueden implementar varios modelos de plantaciones dependiendo del estado de degradación del sitio (Fig. 6).

**Cuadro 5. Especies utilizadas como abono verde en Paraguay para recuperación de suelos degradados.**

ESPECIE	ROL / PORTE	CICLO DE VIDA	DENSIDAD RECOMENDADA	ÉPOCA DE SIEMBRA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<i>Cajanus cajan</i> (Kumanda yyvra'í)	Abono verde / arbustivo	2 a 4 años	35 kg/ha, 7 - 8 semillas/hoyo	Septiembre	Buen desarrollo en suelo degradado, tolerante a sequía y frío.	Crecimiento lento (1 año) <sup>17</sup> .
<i>Mucuna pruriens</i> (Mucuna)	Abono verde / hierba rastrera	Anual	24 kg/ha entre 0,8 × 0,4 metros	Octubre	Crecimiento rápido, tolerante a plagas y enfermedades, efecto controlador de nematodos.	Alelopatía, no se recomienda sembrar consecutivamente porque desarrolla enfermedades <sup>18</sup> .  No se desarrolla bien en suelos muy degradados y puede trepar y ahogar a especies perennes si no se maneja o corta <sup>19</sup> .

<sup>17</sup> Zelada, N. & González, J. 2019. *Guía técnica. Cultivo de yerba mate*. JICA & FCA-UNA. 60 pp.

<sup>18</sup> Hernández Fonseca, J.C. 2004. *Mucuna. Una alternativa para mejorar los suelos y combatir malezas*. INTA & ACCS. Costa Rica. 6 pp.

<sup>19</sup> Birbaumer et al. 2013. *Sistema de producción para los principales cultivos agrícolas, hortalizas, forestales y agroforestales de la Región Centro de Paraguay*. MAG-KFW-Cooperación Alemana-GIZ.

**PASO 6****Obtención de materiales a utilizar**

Dependiendo de las recomendaciones de cada caso, se pueden obtener materiales o insumos tanto de la naturaleza o de manera artificial. Si existen áreas adyacentes o cercanas donde se puedan conseguir plantines y/o semillas y abono, se puede realizar el traslado de estas fácilmente con el uso de herramientas caseras para removerlas, como palas y/o cuchillos y transportarlas al sitio de restauración en macetas o bolsas de tela. Se recomienda la menor manipulación posible de estos y mucho cuidado, para evitar que se estropeen las pequeñas raíces y puedan crecer sin inconvenientes, además siempre es conveniente llevar un poco de tierra con cada planta, del lugar de origen.

Cuando se recomienda la siembra de semillas, estas semillas deben ser seleccionadas con criterios técnicos (que pueden ser adquiridos por los pobladores locales a través de capacitaciones) y deben ser sembradas en el sitio de restauración, con previa preparación del suelo.

En caso de que el área necesite gran cantidad de plantines y no haya una superficie de bosque cerca que cubra esa demanda, se puede solicitar al INFONA (o si existe algún vivero municipal o gubernamental) la cantidad necesaria de plantines mencionado en las recomendaciones (Paso 4).

**PASO 7****Preparación de insumos y materiales**

Las recomendaciones generalmente incluyen la siembra de semillas o la plantación de algunas especies, lo que conlleva a la preparación de estos, ya que en sitios degradados es posible que el banco de semillas del suelo se haya perdido o sea muy pobre.

El banco de semillas del suelo es el conjunto de semillas viables que se encuentran en el suelo de un ecosistema y para conocer sus componentes es necesario realizar un muestreo de aproximadamente 10 cm de profundidad. Este estudio incluye la separación de las semillas de la muestra de suelo, identificación de semillas viables y clasificación de estas. Es necesario que un profesional realice este trabajo.

Para un suelo empobrecido sin banco de semillas cercano, se deben adquirir plantines de viveros. Generalmente para los casos con mayor degradación, se necesitará mayor cantidad de insumos, como abonos, fertilizantes, hidrogel, etc.

Entre los posibles materiales a adquirir se pueden mencionar a los postes, alambrados, herramientas como palas, pinzas, etc.

**PASO 8**

## Actividades de restauración

Las actividades de restauración son las recomendaciones llevadas a cabo en terreno. Una vez que se cuente con un plan de restauración (paso 4) y con todos los materiales y el sitio esté preparado, se procede al desarrollo de las actividades (siembra de semillas o plantines, limpieza, etc.). Las mismas deben ser desarrolladas por los propietarios de las fincas (planilla de registro, paso 1).

La presentación del plan debe incluir además de las actividades, los aspectos económicos que implica el proceso y si es necesario un cronograma. El desarrollo de las actividades debe estar supervisado por técnicos del INFONA.

**PASO 9**

## Seguimiento y monitoreo

El seguimiento es la manera de saber si el proyecto va por buen camino o si necesita ajustes o correcciones; para ello se debe evaluar si las actividades se cumplen en el tiempo establecido, siguiendo el plan de restauración y si las personas involucradas están conformes.

El seguimiento de las actividades de restauración estará a cargo del INFONA, esta tarea consiste en corroborar que se están realizando las actividades planificadas para el cumplimiento de la restauración.

Sin embargo, es necesario realizar un monitoreo de las etapas de la restauración, no solamente de las actividades, ya que el proceso puede cumplirse, pero no necesariamente se pueden obtener resultados positivos.

El monitoreo incluye a los resultados de las actividades de restauración, es decir, se van evaluando periódicamente las actividades a través de indicadores, que pueden ser: supervivencia de las especies, altura, DAP, biomasa, cobertura de copa, presencia de especies invasoras, etc. y en base a estas observaciones tomar decisiones, como plantar nuevas especies, etc. (Meli & Carrasco-Carballido, 2011)<sup>13</sup>. Es una etapa indispensable para evaluar el éxito de la restauración, tanto en lo que se refiere a la evaluación de los métodos usados, como para la interpretación de que el área en restauración está siguiendo una trayectoria ecológica deseada (Rodrigues et al., 2013)<sup>20</sup> o definir si la intervención de las personas ya no es necesaria.

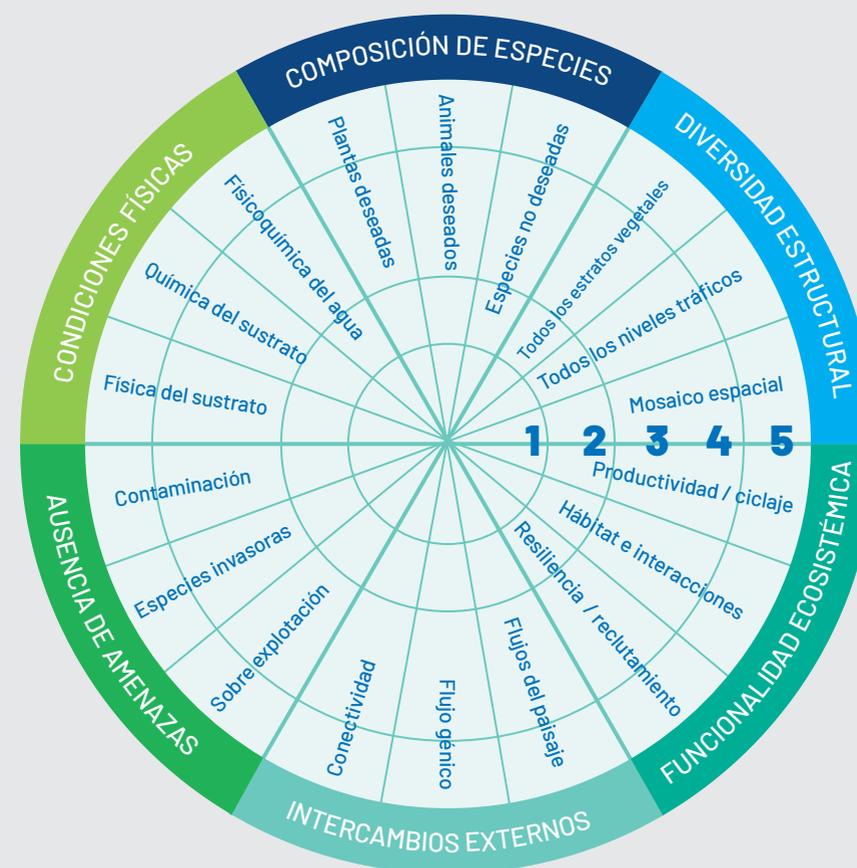
<sup>20</sup> Rodrigues et al., 2013. *Protocolo de monitoración para programas / proyectos de restauración forestal*. Pacto pela restauração da Mata Atlântica. 59 p.

En caso de la aparición de especies invasoras, se deben sugerir acciones de eliminación para cada caso. Por otro lado, cuando el proceso de restauración no es favorable por otros motivos, ya sea por dominancia de algunas especies oportunistas, se deben identificar los factores (baja fertilidad del suelo, porcentaje de cobertura, etc.), y proponer acciones correctivas para la restauración. Este trabajo debe realizarlo un especialista en restauración o un equipo técnico en restauración.

La mejor práctica para el monitoreo de los atributos claves para la restauración, son sugeridos por McDonald T, Gann GD, Jonson J, and Dixon KW (2016) que establecen los siguientes atributos a evaluar (Fig. 11), asimismo, para cada atributo dispone de una serie de variables ecosistémicas que posibilitan la evaluación del progreso de la restauración a través del seguimiento y el monitoreo:

- **ausencia de amenazas:** contaminación, especies invasoras, sobreexplotación;
- **condiciones físicas:** fisicoquímica del agua, química del sustrato, física del sustrato;
- **composición de especies:** plantas deseadas, animales deseados, especies no deseadas;
- **diversidad estructural:** todos los estratos vegetales, todos los niveles tróficos, mosaico espacial;
- **funcionalidad ecosistémica:** productividad / ciclaje, hábitat e interacciones, resiliencia / reclutamiento;
- **intercambios externos:** conectividad, flujo génico, flujos del paisaje.

**Figura 11. Plantilla para el seguimiento y monitoreo de los proyectos de restauración; la rueda de la restauración, según McDonald T, Gann GD, Jonson J, and Dixon KW (2016).**





Capítulo

# 02

Estudio de caso:  
Distrito de Tavaí,  
Caazapá

## PASO 1

### Restauración de Bosques Protectores de Cauces Hídricos, el caso de Tavaí

En este apartado se describe la experiencia de trabajo en el distrito de Tavaí, del departamento de Caazapá, que pudo desarrollarse gracias al apoyo de las instituciones locales y regionales: Municipalidad de Tavaí, Dirección General de Extensión Agraria del Ministerio de Agricultura y Ganadería (DEAg - MAG), Instituto Forestal Nacional (Filial San Juan Nepomuceno) y el Instituto Nacional de Desarrollo Rural y de la Tierra (INDERT).

Las gestiones administrativas estuvieron a cargo de la Municipalidad de Tavaí, con apoyo de técnicos del PNUD, dentro del Proyecto Paisajes de Producción Verde - Green BAAPA. Los requisitos y pasos para estas gestiones se describen en el Manual Técnico para la administración y aplicación de la Ley N° 4241/10 "De restablecimiento de bosques protectores de cauces hídricos dentro del territorio nacional" y su Decreto N° 9824/1. Disponible en <https://greencommoditiesparaguay.org/wp-content/uploads/2019/06/Manual-RBPCCH-PNUD.pdf>.

A continuación, se describen todos los pasos seguidos para el relevamiento técnico, análisis, recomendaciones y monitoreo de las actividades de restauración de BPCH.

### Viaje de reconocimiento

Los viajes de reconocimiento fueron realizados en dos etapas, una con el acompañamiento de funcionarios de la Municipalidad de Tavaí y la otra solo del equipo técnico. Durante el primer viaje se visitaron algunas áreas potenciales para la restauración, entre ellas los bosques protectores situados en la comunidad del pueblo nativo Ava Guarani, "Tres Nacientes", donde se pudo identificar el lugar donde nacen tres manantiales que alimentan al río Tebicuary. Se realizó el recorrido por el bosque hasta el salto denominado "Tres Nacientes". Se georreferenciaron los sitios y posteriormente se delimitó el área de estudio con base a esos datos.

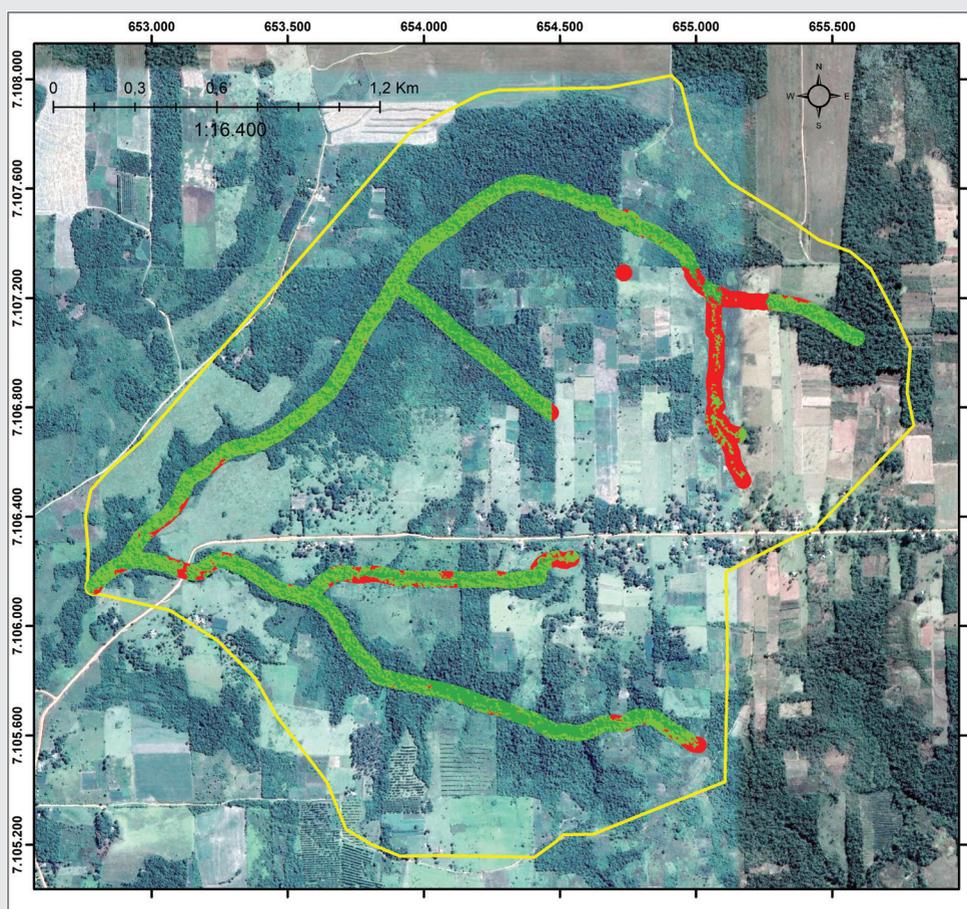
La segunda etapa consistió en una expedición realizada exclusivamente por el equipo técnico, cuyo objetivo fue la verificación *in situ* de los sitios potenciales para la restauración, basada en puntos seleccionados en gabinete, con datos del primer viaje de reconocimiento. Esta visita fue clave para seleccionar la zona específica de intervención, considerando los riesgos, presupuesto, alcance y predisposición de los pobladores.

En ambos recorridos fueron observadas y registradas características como la conectividad o proximidad con otras áreas de bosques protectores y áreas protegidas, características físicas, como el tipo de suelo (permeabilidad, estado de compactación, cobertura, impactos, etc.), ancho del curso de agua, pendiente y altura. Adicionalmente fueron identificadas las causas y amenazas para la restauración.

## Trabajos de gabinete

Según el análisis de las imágenes con datos de los viajes de reconocimiento, fue definida como área de trabajo a la comunidad "Toranzo 2", del distrito de Tavaí. El déficit resultante según el análisis de SIG fue de 8,41 hectáreas de un total de 52,12 hectáreas de bosque protector de cauces hídricos. Estos sitios con déficit se encuentran en la microcuenca del Arroyo Tamongey (Fig. 12).

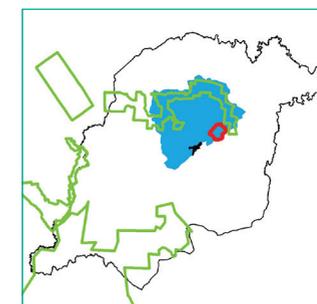
**Figura 12.** Mapa de la microcuenca del A° Tamongey, distrito de Tavaí, Caazapá con déficit de bosque identificado.



### Microcuenca del A° Tamongey seleccionado, en la comunidad Toranzo II, línea 1

- Microcuenca seleccionada
- Bosque alto degradado: 20,67 ha
- Bosque bajo degradado: 23,04 ha
- Déficit de BPCH: 8,41 ha
- Distrito de Tavaí
- Árcas silvestres protegidas
- Cuenca del A° Tamongey
- Casco urbano de Tavaí

Fuentes de información:  
MADES  
DGEEC  
Imagen: google earth de fecha 21/Mar/2020



Entre los pasos administrativos para la restauración, la autoridad de aplicación (INFONA) solicita la definición de las fincas afectadas, identificación de los propietarios e inscripción dentro del Registro de Bosque Protector de Cauces Hídricos en el marco de la Ley N° 4241/10 "De restablecimiento de Bosques Protectores de Cauces Hídricos dentro del territorio nacional". La inscripción se realiza a través del formulario N° 27, aprobado en el Art. 3° de esta Ley.

En dicho formulario se requiere el número de finca del inmueble donde se ubica la superficie del bosque a restaurar y una de las documentaciones solicitadas es la fotocopia autenticada del título de propiedad. A su vez, se debe presentar una planilla, que corresponde al anexo 2 de la Resolución N° 1338/14, en la cual también se solicita el número de finca y de padrón del inmueble.

Para el cumplimiento de estos requisitos cada usuario de la tierra debería contar con un título de propiedad y a la vez con los datos catastrales. Sin embargo, ninguno de los ocupantes del área afectada es propietario legal de las tierras y según datos del INDERT tampoco se cuenta con catastro en la zona.

Considerando estos obstáculos y otras experiencias de trabajo anteriores, realizadas principalmente en los departamentos de Itapúa y Caazapá, emprendidas por municipios, proyectos de cooperación internacional y la Entidad Binacional Yacyretá, y la conocida compleja situación de la tenencia de la tierra, la documentación registral y catastral en nuestro país; nuestro equipo de trabajo elevó una propuesta al INFONA, en la que se había sugerido a modo de proyecto piloto que el municipio de Tavaí presentara la solicitud de registro de la superficie de bosques a restaurar, como bloque o microcuenca y que los ocupantes de las tierras se comprometían a desarrollar las actividades de restauración a través de cartas de compromiso con la municipalidad. Los límites de la superficie a ser restaurada serían definidos por el municipio, dentro del bloque seleccionado.

La respuesta del INFONA a este pedido fue la Resolución N° 352/2020 "Por la cual se modifica parcialmente la Resolución INFONA N° 1338/2014 por la cual se crea el Registro de Bosque Protector de Cauces Hídricos en el marco de la Ley N° 4241/10 de restablecimiento de Bosques Protectores de Cauces Hídricos dentro del Territorio Nacional", en la que se resuelve que los documentos requeridos para la inscripción dentro del Registro de BPCH en carácter de declaración jurada son los siguientes:

- Fotocopia autenticada por escribanía del título de propiedad y/o certificado de ocupación del inmueble.

---

- Fotocopia autenticada por escribanía de la cédula de identidad civil del/os propietario/s o representante legal.

---

- Fotocopia autenticada por escribanía donde se designa como representante legal y/o se otorga poder en caso de personería jurídica.

---

- Mapa de imagen satelital actual de la propiedad que debe contener los límites, el ancho del cauce hídrico y naciente, discriminado y georreferenciado (UTM). Presentar en formato impreso tamaño oficio y los polígonos utilizados en formato shapefile (shp).

Además, en la misma resolución, se autoriza la utilización del Anexo II "Planilla de datos de las áreas de cauces hídricos y nacientes", aprobado por Resolución INFONA N° 1338/2014, como "Planilla de Monitoreo" de uso técnico institucional en el marco de las verificaciones realizadas.

Con estos cambios fue posible efectuar las gestiones para la inscripción de los bosques a restaurar en la comunidad Toranzo 2, del distrito de Tavaí. El intendente presentó la solicitud del registro como representante legal de la Municipalidad. Las gestiones fueron realizadas por la Municipalidad de Tavaí, con apoyo técnicos del PNUD, en el marco del Proyecto Paisajes de Producción Verde.

**PASO 2****Reuniones con autoridades locales y de aplicación**

Durante el desarrollo del proyecto se llevaron a cabo reuniones con autoridades locales. La primera en la Gobernación del departamento de Caazapá, donde estuvieron presentes el Gobernador Pedro Díaz Verón, en representación del PNUD el Coordinador del Proyecto Ingeniero Oscar Gadea y el Ingeniero Amilcar Casal, los técnicos Alberto Ayala del MADES y José Vega, y la consultora Lic. Gloria Céspedes. Además, otra reunión en la misma institución con el Secretario de Ambiente, el Ingeniero Christian Florentín. En ambos casos se presentó el proyecto y se solicitó el apoyo institucional.

La segunda en la Municipalidad de Tavai, en la que participaron el intendente Miguel Bogado, dos funcionarios municipales y el equipo de profesionales del PNUD (citados en el párrafo anterior). En dicha reunión, se establecieron las acciones para implementar el proyecto, como asignar personal para el apoyo logístico, gestiones ante el INFONA y acompañamiento durante la ejecución de los trabajos de restauración.

Con las autoridades de INFONA e INDERT, se realizaron reuniones con el fin de facilitar datos y coordinar las acciones de restauración. También se realizó un encuentro con técnicos de la Entidad Binacional Yacyretá, quienes aportaron conocimientos para la realización de este manual, con base a su experiencia en este tipo de adecuación legal.



Reunión con autoridades locales en la Gobernación de Caazapá.



Segunda reunión con autoridades locales en la Municipalidad de Tavai.

### Socialización con la comunidad local

La intención de apoyo para la adecuación legal e implementación de actividades de restauración de BPCH fueron socializadas a nivel local, dentro de la comunidad Toranzo 2. En este encuentro participaron técnicos y responsables del proyecto del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el Ing. Amilcar Casal, la Ing. Paloma Nuñez, el intendente de la Municipalidad de Tavaí, Miguel Bogado y como invitado el Dr. Víctor Vera. Se comunicó a los pobladores sobre la posibilidad de iniciar la adecuación de la Ley N° 4241/10 y de la necesidad del apoyo local para la restauración de los BPCH. El proyecto fue bien recibido en la comunidad y los involucrados se comprometieron a colaborar en todas las actividades mencionadas como: facilitar la documentación, permitir el acceso a los técnicos dentro las propiedades, colaborar con trabajo y algunos insumos, cuidar y conservar las superficies restauradas.

### Capacitación sobre restauración ecológica dirigida a técnicos locales

Un curso corto de capacitación sobre restauración ecológica fue desarrollado como una de las primeras actividades. El mismo estuvo dirigido a dieciocho técnicos y funcionarios claves, pertenecientes a seis instituciones: Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción Filial Caazapá, Dirección General de Extensión Agraria del Ministerio de Agricultura, Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible, Entidad Binacional Yacyretá, PNUD y Municipalidad de Tavaí.

El curso estuvo dividido en dos fases, una teórica y una práctica, a cargo de los facilitadores Lic. Gloria Céspedes, Dr. Víctor Vera (especialista en restauración ecológica) y Silvio Jara (técnico en SIG). La fase teórica consistió en la presentación de la Ley 4241/10 y las actividades técnicas que implica, además una introducción sobre ecología y bosques protectores, y conceptos sobre las principales actividades de restauración. La segunda fase incluyó recorridos en bosques protectores de cursos hídricos de la zona, con apoyo de docentes de la FCA / UNA Filial Caazapá. El objetivo fue la orientación en la identificación del estado de degradación de los bosques protectores, sus causas y las posibles acciones de restauración. La actividad finalizó con la entrega de certificados a los participantes.



Fase teórica. Presentación de la ley N° 4241/10, ecología y bosques protectores



Fase práctica. Recorrido en Bosques Protectores de Cauces Hídricos.

## PASO 3

## Relevamiento de datos ecológicos

Fueron registrados datos ecológicos importantes para la restauración, como especies de la flora, especies dispersoras de la fauna y estado de alteración del área. Para esto, se realizaron recorridos en transectos dentro de los bosques protectores adyacentes a las zonas con déficit, en la comunidad Toranzo 2, dentro de la microcuenca del A° Tamongey.

Se identificaron 38 especies forestales con su rol en la sucesión ecológica, 5 especies pioneras, 9 secundarias iniciales y 24 secundarias tardías (Cuadro 6). También se realizó el relevamiento de especies de la fauna, principalmente de aquellas que cumplen una función dispersora y se encargan de llevar las semillas de las plantas, ayudando al asentamiento de estas en diferentes sitios. De las 56 especies de aves registradas, 22 son dispersoras de frutos y semillas (Cuadro 7). En cuanto a mamíferos solo se encontró una cueva de Tatú poyu (*Euphractus sexcinctus*) pero el guía local Antoliano Morínigo refirió que en el fondo de los lotes del norte suelen ser avistados mamíferos como Tatu hú o Armadillo de nueve bandas (*Dasyopus novencinctus*), Guazu o Venado (*Mazama gouazoupira*) y Kure'í o Pecari de collar (*Tajasu tajacu*), estas especies también colaboran con la dispersión de frutos y semillas, además al digerir algunas frutas facilitan el proceso de germinación.

Los bosques aledaños también se encuentran en estado de degradación, por varias causas, como la extracción de madera, poca conectividad, ingreso de animales domésticos y pequeñas represas en algunos casos.



Recorridos dentro de los bosques protectores



Cuadro 6. Especies de la flora identificadas en los bosques adyacentes.

N°	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	P	SI	ST
1	Annonaceae	<i>Annona cacans</i>	aratiku guasu			x
2	Apocynaceae	<i>Tabernaemontana catharinensis</i>	sapirangy	x		
3	Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	pindo			x
4	Bignoniaceae	<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	lapacho rosado			x
5	Boraginaceae	<i>Cordia trichotoma</i>	peterevy			x
6	Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i>	ysy			x
7	Caricaceae	<i>Jacaratia spinosa</i>	jakarati'a			x
8	Cecropiaceae	<i>Cecropia pachystachia</i>	amba'y	x		
9	Cyatheaceae	<i>Alsophylla cuspidata</i>	chachi			x
10	Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i>	chipa rupa		x	
11	Fabaceae	<i>Albizia niopoides</i>	yvyraju		x	
12		<i>Enterolobium cortortisiliquum</i>	timbo			x
13		<i>Holocalyx balansae</i>	alecrín			x
14		<i>Inga affinis</i>	inga guasu			x
15		<i>Machaerium</i> sp				x
16		<i>Muelleria campestris</i>	рабо ita			x
17		<i>Myrocarpus frondosus</i>	incienso			x
18		<i>Parapiptadenia rigida</i>	kurupa'yrâ		x	
19		<i>Peltophorum dubium</i>	yvyra pytâ		x	

P: pionera  
 SI: secundaria inicial  
 ST: secundaria tardía

N°	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO		NOMBRE COMÚN	P	SI	ST
20	Fabaceae	<i>Pterogyne nitens</i>		yvyraro		x	
21	Lamiaceae	<i>Vitex megapotamica</i>		taruma		x	
22	Lauraceae	<i>Nectandra lanceolata</i>		laurel morotí			x
23		<i>Nectandra megapotamica</i>		laurel hû			x
24	Melastomastaceae	<i>Miconia</i> sp					x
25	Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i>		cancharana			x
26		<i>Cedrela fissilis</i>		cedro			x
27	Moraceae	<i>Ficus enormis</i>		guapo'y		x	
28		<i>Sorocea bonplandii</i>		ñandypami			x
29	Myrsinaceae	<i>Myrsine</i> sp		candelón			x
30	Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>		jagua pinda			x
31	Poaceae	<i>Chusquea ramossisima</i>		takuarembo	x		
32	Rutaceae	<i>Helietta apiculata</i>		yvyra ovi		x	
33		<i>Philodendron bipinnatifidum</i>		guembe			x
34		<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>		tembetary			x
35	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> var. <i>sylyvestris</i>		burro ka'a	x		
36	Sapindaceae	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>		María preta			x
37	Solanaceae	<i>Solanum granuloso-leprosum</i>		hû'i moneha	x		
38	Tiliaceae	<i>Luehea divaricata</i>		ka'a ovetí		x	

P: pionera  
SI: secundaria inicial  
ST: secundaria tardía

Cuadro 7. Especies de aves identificadas en los bosques adyacentes.

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DIS
	<b>Tinamiformes</b>		
	<b>Tinamidae</b>	<b>PERDICES</b>	
1	<i>Crypturellus parvirostris</i>	Ynambu chororo o Tataupá chico	x
2	<i>Crypturellus tataupa</i>	Ynambu tataupa o Tataupá común	x
	<b>Columbiformes</b>		
	<b>Columbidae</b>	<b>PALOMAS</b>	
3	<i>Patagioenas picazuro</i>	Pykasuro o Paloma turca	x
4	<i>Leptotila verreauxi</i>	Jeruti o Yeruti común	x
5	<i>Zenaida auriculata</i>	Mbairari o Torcaza	x
6	<i>Columbina talpacoti</i>	Pyku'i pytã o Tortolita colorada	x
7	<i>Columbina squammata</i>	Pyku'i pini o Palomita escamada	x
	<b>Cuculiformes</b>		
	<b>Cuculidae</b>	<b>CUCLILLOS</b>	
8	<i>Guira guira</i>	Piririgua o Piririta	
9	<i>Crotophaga ani</i>	Ano o Anó chico	
10	<i>Piaya cayana</i>	Tingasu o Tingazú	
	<b>Charadriiformes</b>		
	<b>Charadriidae</b>	<b>CHORLOS</b>	
11	<i>Vanellus chilensis</i>	Tetéo o Tero tero	

DIS: especies dispersoras de semillas.

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DIS
	<b>Pelecaniformes</b>		
	<b>Ardeidae</b>	<b>GARZAS</b>	
12	<i>Syrigma sibilatrix</i>	Kuarahy mimby, Flauta del sol o Garza silbadora	
	<b>Cathartiformes</b>		
	<b>Cathartidae</b>	<b>CUERVOS</b>	
13	<i>Coragyps atratus</i>	Yryvu hũ o Cuervo negro	
	<b>Accipitriformes</b>		
	<b>Accipitridae</b>	<b>RAPACES</b>	
14	<i>Ictinia plumbea</i>	Sui sui o Milano plumizo	
15	<i>Rupornis magnirostris</i>	Yndaje o Taguató común	
	<b>Strigiformes</b>		
	<b>Strigidae</b>	<b>BÚHOS Y LECHUZAS</b>	
16	<i>Athene cunicularia</i>	Urukurea chichi o Lechucita vizcachera	
	<b>Coraciiformes</b>		
	<b>Momotidae</b>	<b>GUYRA VYVGUY, BURGOS</b>	
17	<i>Baryphthengus ruficapillus (ATL)</i>	Marakana vyvguy, Jiru o Yeruvá	x
	<b>Galbuliformes</b>		
	<b>Bucconidae</b>	<b>CHAKURU, CHACURÚES</b>	
18	<i>Nystalus chacuru</i>	Chakuru o Chacurú cara negra	

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DIS
	<b>Picidae</b>	<b>YPEKŪ, CARPINTEROS</b>	
19	<i>Colaptes melanochloros</i>	Tingüere o Carpintero real	
20	<i>Colaptes campestris</i>	Ypekũ ñu o Carpintero campestre	
	<b>Psittaciformes</b>		
	<b>Psittacidae</b>	<b>LOROS</b>	
21	<i>Brotogeris chiriri</i>	Tuĩ chyriry o Catita chiriri	
22	<i>Forpus xanthopterygius</i>	Mbembéi o Catita viuda	
23	<i>Psittacara leucophthalmus</i>	Arua'i, Marakana o Maracaná ala roja	
	<b>Passeriformes</b>		
	<b>Thamnophilidae</b>	<b>MBATARAES</b>	
24	<i>Mackenziaena severa (ATL)</i>	Akã botõ o Batará copetón	x
	<b>Furnariidae</b>	<b>HORNEROS</b>	
25	<i>Furnarius rufus</i>	Ogaraity, Alonsito o Hornero	
	<b>Tyrannidae</b>	<b>TIRÁNIDOS</b>	
26	<i>Myiopagis viridicata</i>	Fiofio corona dorada	x
27	<i>Elaenia flavogaster</i>	Guyra káva akã votõ o Fiofio copetón	x
28	<i>Elaenia spectabilis</i>	Guyra káva guasu o Fiofio grande	x
29	<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	Guyra káva o Picochato grande	
30	<i>Machetornis rixosa</i>	Guyra kavaju, Suiriri o Caballerizo	

DIS: especies dispersoras de semillas.

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DIS
31	<i>Myiozetetes similis</i>	Pitogue'i o Pitogüé mediano	
32	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Pitogue, Pitangua o Pitogüé común	
33	<i>Myiodynastes maculatus</i>	Vichi vichi para o Pitogüé rayado	
34	<i>Megarynchus pitangua</i>	Pitangua, Pitangua guasu o Ñei ñei	
35	<i>Empidonomus varius</i>	Suiriritĩ o Tuquito rayado	
36	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Suiriri guasu, Juan Caballero o Suiriri real	
37	<i>Tyrannus savana</i>	Tuguái jetapa, Guyra jetapa o Tijereta	
	<b>Tityridae</b>	<b>TUERES</b>	
38	<i>Pachyramphus validus</i>	Anambe guasu o Anambé grande	x
	<b>Vireonidae</b>	<b>CHIVÍES</b>	
39	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Chiviro o Juan chiviro	x
40	<i>Vireo olivaceus</i>	Chivi, Juruviara o Chivi oliváceo	x
	<b>Hirundinidae</b>	<b>GOLONDRINAS</b>	
41	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Mbyju'i yrembe'y o Golondrina ribereña	
42	<i>Progne tapera</i>	Taperã, Mbyju'i tape o Golondrina parda	
43	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	Mbyju'i rumby ky'a o Golondrina rabadilla canela	
	<b>Troglodytidae</b>	<b>RATONAS</b>	
44	<i>Troglodytes aedon</i>	Masakaragui o Ratona común	
45	<i>Campylorhynchus turdinus</i>	Katataú, Chopochoro o Ratona grande	

N°	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DIS
	<b>Turdidae</b>	<b>ZORZALES</b>	
46	<i>Turdus leucomelas</i>	Korochire o Havía morotí o Zorzal alas canelas	x
47	<i>Turdus rufiventris</i>	Korochire o Havía pytã o Zorzal colorado	x
	<b>Mimidae</b>	<b>CALANDRIAS</b>	
48	<i>Mimus saturninus</i>	Guyra ñe'engatu o Calandria grande	
	<b>Fringilidae</b>	<b>TANGARÁES</b>	
49	<i>Spinus magellanicus</i>	Parachi, Agosto raso o Cabecita negra	x
	<b>Passerellidae</b>	<b>CHINGOLO, CACHILOS, AFRECHERO</b>	
50	<i>Zonotrichia capensis</i>	Chesyhasy, San Francisco o Bendito Sea	x
	<b>Icteridae</b>	<b>CHOPI, GUYRAÛ, CACIQUES Y TORDOS</b>	
51	<i>Gnorimopsar chopi</i>	Chopĩ o Chopí	x
52	<i>Agelaioides badius</i>	Chopĩ pytã, Músico o Tordo músico	
53	<i>Molothrus rufoaxillaris</i>	Arumarã, Guyraũ o Tordo pico corto	
54	<i>Molothrus bonariensis</i>	Guyraũ o Tordo renegrado y Mulata	
	<b>Thraupidae</b>	<b>FRUTEROS, JILGUEROS Y SEMILLEROS</b>	
55	<i>Volatinia jacarina</i>	Jakarimi, Tisiu o Volatinero	x
56	<i>Dacnis cayana</i>	Sai ajurahũ o Sai azul	x

DIS: especies dispersoras de semillas.

## PASO 4

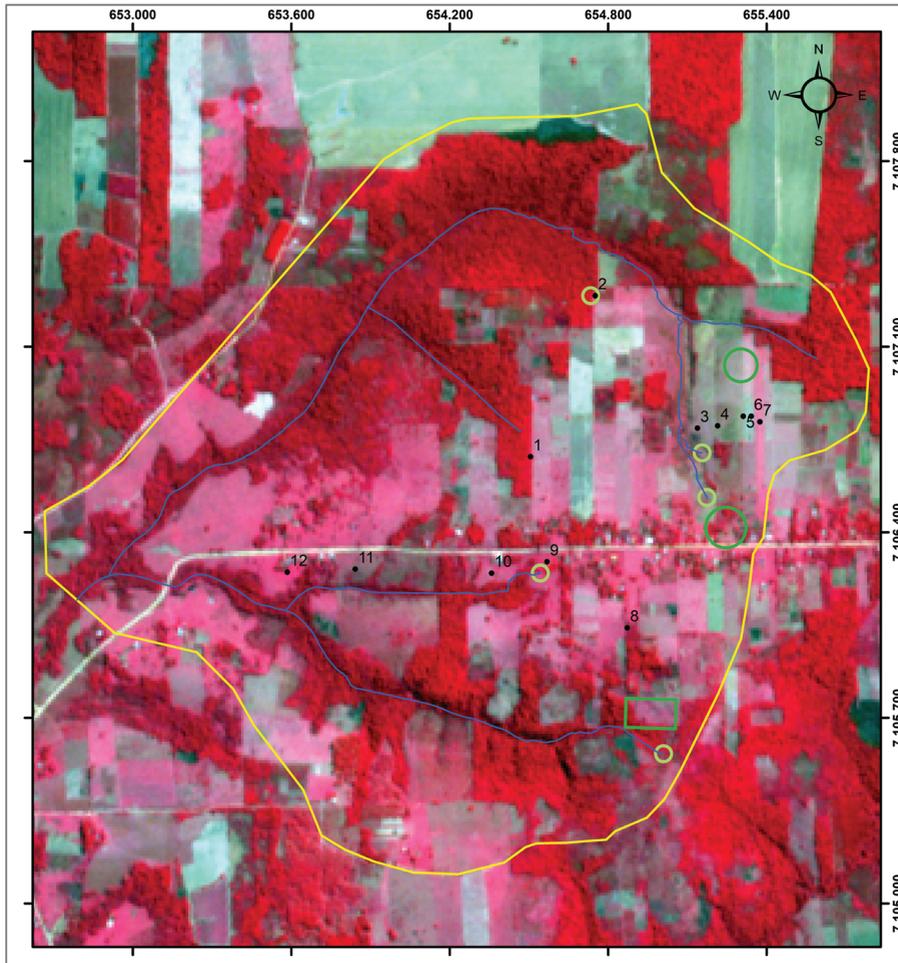
### Identificación de propiedades y mediciones

Para realizar las mediciones de los cauces hídricos dentro de las propiedades se siguieron todas las recomendaciones del Paso 1 (Capítulo 1). Fueron medidos los cauces hídricos de 12 inmuebles e identificados 11 propietarios (Fig. 13), con apoyo de un funcionario de la Municipalidad de Tavaí.

Es necesario identificar y separar siempre cada finca, aunque el proyecto se presente en bloque, debido a que la planificación de las actividades de restauración es individual y su cumplimiento queda bajo responsabilidad del propietario.



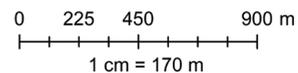
Figura 13. Propietarios identificados en la microcuenca seleccionada.



**Referencias**

- Beneficiarios
- ~ Cursos hídricos
- Micro cuenca seleccionada
- Nacientes identificadas
- Áreas sensibles

N°	Beneficiarios
1	Javier Espinola
2	Antoliano Morinigo
3	Aldo Cubilla
4	Balbina Samudio
5	Balbina Samudio
6	Samuel Vera
7	Tomas Morinigo
8	Jorge Esquivel
9	Pablina Britos
10	Amulfo Benitez
11	Mariano Veron
12	Graciela Monges



Fuente de información:  
 - DGEEC;  
 - MADES;  
 - Imagen de satélite, Sentinel 2B  
 fecha de imagen, 10/Set/2020  
 Resolución de imagen: 10 x 10 m

**Recomendaciones y planificación de la restauración**

Previo a las recomendaciones, se tuvieron en cuenta todas las observaciones *in situ*, los datos de la biodiversidad, fue analizado el potencial de autorrecuperación de cada sitio y el potencial de dispersión de semillas de los fragmentos de bosque que lo rodean.

La mayoría de las propiedades presentó un alto potencial de autorrecuperación y un alto potencial de dispersión de semillas en los bosques adyacentes. Las acciones para la restauración a implementar fueron plasmadas en un plan de restauración para cada propietario (Fig. 14).

Las recomendaciones propuestas para todas las fincas fueron:

- Aislamiento de la superficie a restaurar con alambrado. Con esta medida se evitaría el ingreso de animales domésticos y el pisoteo de personas en el sitio, además facilitaría el crecimiento natural de las especies de plantas, con ayuda del banco de semillas del suelo y de los bosques adyacentes.
- No se vio la necesidad de plantación de especies ya que el potencial de autorrecuperación es alto, pero el INFONA ofreció plantines de especies nativas para facilitar el proceso de la restauración natural y apoyo técnico para la plantación y cuidados iniciales, por lo que se incluyó la plantación dentro del plan de restauración.
- Plantación de yerba mate (*Ilex paraguariensis*), ya que es una especie nativa de mucho valor en la zona. La yerba mate puede crecer tanto en áreas abiertas como bajo sombra, en bosques altos y sombríos, hasta matorrales del borde de monte, donde crece a media sombra, también raras veces en vegetación tipo cerrado (Giberti, 1994)<sup>21</sup>. Es considerada como una especie que confiere un valor agregado a la conservación de los bosques (Ferreira & Salas-Dueñas, 2019<sup>22</sup>).

<sup>21</sup> Giberti, C.G. 1994. *Aquifoliaceae. Flora del Paraguay* - 24. Conservatoire et jardin botaniques de la Villa de Genève & Missouri Botanical Garden. 34 p.

<sup>22</sup> Ferreira, I. & Salas-Dueñas, D. 2019. *Valor estratégico de la yerba mate en la Reserva de Biosfera del Bosque Mbaracayú, Paraguay*. Rev. Soc. Cient. Paraguay. Vol. 24 (1): 204-217.

Con un buen manejo del bloque restaurado, incluyendo especies nativas que generen productos forestales no maderables como el caso de la yerba mate, el usuario de la tierra podría verse beneficiado, ya que estamos hablando de un sector del país que a nivel departamental cuenta con 45,8% de su población en pobreza total, según datos de la Dirección General de Estadísticas, Encuestas y Censos (DGEEC, 2018)<sup>23</sup>.

Considerando que no existe impedimento legal para el manejo de especies nativas con fines de obtención de productos no maderables dentro los BPCH (Decreto N° 9824/12, Art. 25, capítulo IX régimen de manejo de los bosques protectores) y que la yerba mate es una especie nativa de los bosques del BAAPA, se propuso como componente de la restauración, insertados en dos franjas con 2 líneas cada una, con un distanciamiento entre plantas de 2x2 metros (Zelada Cardozo & González Villalba, 2019)<sup>12</sup>.

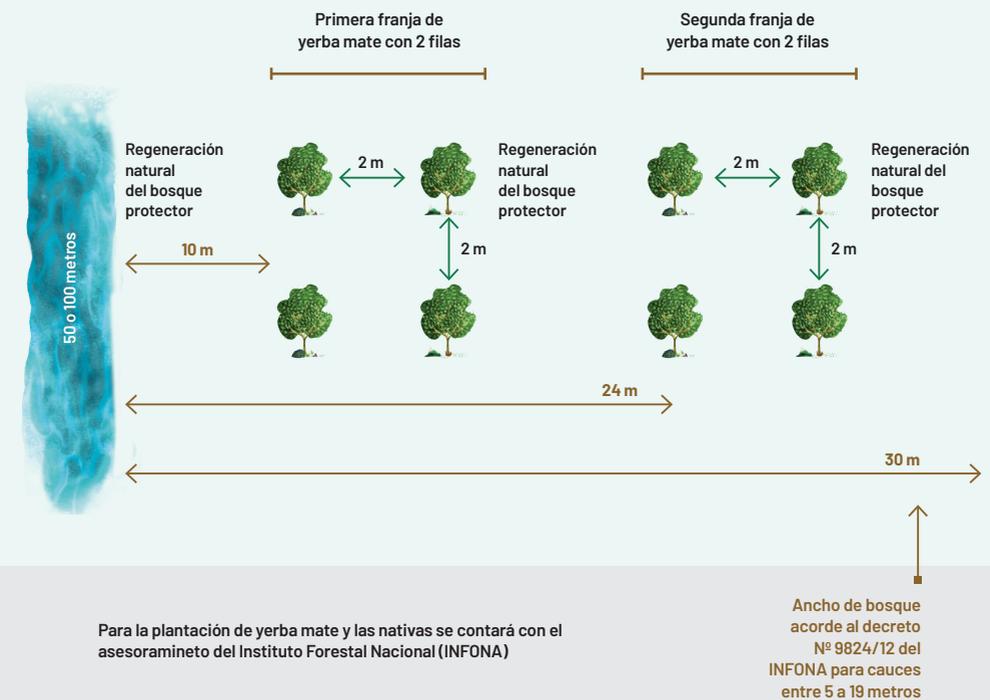
Estas franjas estarían insertadas inicialmente a los 10 metros del cauce hídrico y luego a los 24 metros en dirección al borde del bloque a restaurar, se sugiere alternar de esta manera para ayudar al desarrollo de las otras especies nativas dentro del BPCH y no formar una plantación pura de yerba mate, ya que la finalidad es que esta especie le dé un valor agregado al bosque, no que se convierta en un cultivo.

Figura 14. Plan de restauración para propietario.

Beneficiario	Amulfo Benítez
Cantidad de alambre (4 hilos)	1.280
Superficie para restaurar (ha)	0,60
Superficie de yerba mate	0,08
Plantines de yerba mate	200
Recomendaciones	Confinamiento del área por restaurar

#### DISEÑO DE LA RESTAURACIÓN

Alambrar el perímetro recomendado según las mediciones del ancho del curso de agua, 30 metros a cada lado del cauce, en 100 metros del largo del cauce (según largo del terreno). Para la plantación de yerba mate se deben preparar dos franjas de dos filas cada una. Cada fila con plantines separados a una distancia de 2x2 metros cada uno. La primera franja se coloca a los 10 metros de distancia del cauce hídrico y la segunda franja a los 24 metros del cauce, como se muestra en el dibujo:



<sup>23</sup> Disponible en: <https://www.dgeec.gov.py/>

## PASO 5

La preparación del terreno estuvo a cargo de los propietarios, con apoyo de técnicos del INFONA y del PNUD, en el marco del Proyecto Paisajes de Producción Verde.

El diseño para la plantación de yerba mate fue entregado a cada propietario en formato impreso (Fig. 13), para facilitar el trabajo. La supervisión de esta actividad estuvo a cargo de la Ingeniera Agrónoma Monserrat Paniagua, contratada por la Municipalidad de Tavaí, quien también será la encargada de realizar el seguimiento y monitoreo de los cuidados culturales de la especie.

## PASO 6

La preparación de plantines no fue necesaria en ningún caso, ya que fueron proveídos por el INFONA y el proyecto Paisajes de Producción Verde del MADES.

Fueron donados 1.580 plantines correspondieron a las siguientes especies:

*Handroanthus heptaphyllus* (lapacho negro),

*Inga edulis* var. *minutula* (inga guasu),

*Piptadenia hassleriana* (kurupá'y),

*Parapiptadenia rigida* (kurupayrà),

*Campomanesia xanthocarpa* (guavira pytâ),

*Calycorectes riedelianus* (ñangapiry),

*Peltophorum dubium* var. *adnatum* (yvyra pytâ),

*Astronium urundeuva* var. *candollei* (urundey mi),

*Balfourodendron riedelianum* (guatambu),

*Cordia americana* var. *hirsuta* (guajayvi).

Los técnicos del INFONA acudieron a las fincas para realizar un registro de datos de los propietarios y relevamiento de la superficie para estimar la cantidad a ser suministrada en cada caso. Los plantines de yerba mate totalizaron 2.093 unidades y fueron distribuidos acordes al plan de restauración (Cuadro 8).



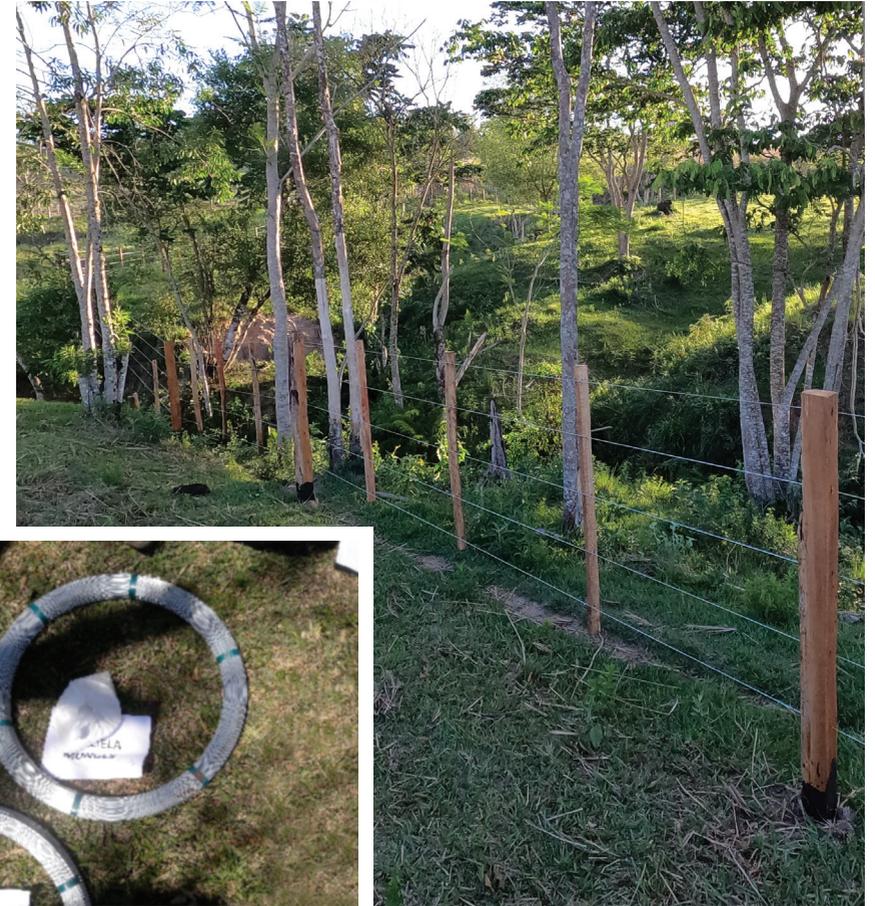
Yerba mate en bosque protector de cauce hídrico

## PASO 7

Los materiales e insumos, como alambrado, plantines de yerba mate e hidrogel, fueron donados por el proyecto Paisajes de Producción Verde del MADES. Además, se facilitó el plan de restauración en formato impreso para que cada propietario siga las instrucciones (Figura 14).

El hidrogel fue recomendado debido a que la época de plantación no fue la adecuada y la sequía podría ocasionar la muerte de los plantines. Esta actividad debería haberse realizado en el mes de abril, pero las medidas de restricción del Ministerio de Salud por la pandemia del COVID-19 impidieron el desarrollo de las actividades planificadas, que luego de seis meses se pudieron retomar, coincidiendo esta época con incendios forestales en la zona y sequía.

Los postes para el alambrado y mano de obra fueron la contrapartida de los propietarios. En el Cuadro 8 se detallan los insumos entregados para cada propietario y en el Cuadro 9 el detalle de costos y promedio por hectárea restaurada.



**Cuadro 8. Insumos y plantines entregados a cada propietario.**

N°	BENEFICIARIO	ALAMBRE (m)	SUPERFICIE (ha)	PLANTINES YERBA (unidad)	PLANTINES NATIVAS (unidad)	HIDROGEL (kg)
1	Aldo Cubilla	1.296	0,60	200	200	2,00
2	Balbina Samudio	2.591	1,20	400	150	2,75
3	Samuel Vera	1.296	0,60	200	130	1,65
4	Tomas Morínigo	1.296	0,60	200	100	1,50
5	Pablina Britos	2.105	1,80	200	100	1,50
6	Arnulfo Benítez	1.296	0,60	200	300	2,50
7	Javier Espínola	891	0,30	100	100	1,00
8	Mariano Verón	1.296	0,60	200	200	2,00
9	Graciela Monges	1.296	0,60	200	200	2,00
10	Jorge Esquivel	1.154	0,40	133	150	1,42
11	Antoliano Morínigo	486	0,18	60	150	1,05
	<b>Total</b>	<b>15.000</b>	<b>7,48</b>	<b>2.093</b>	<b>1.780</b>	<b>19</b>

**Cuadro 9. Costo total de la restauración en Toranzo 2 y promedio por hectárea.**

GASTOS CUBIERTOS POR EL PROYECTO	COSTO (GS.)
Honorarios todos incluidos (gastos de viáticos y traslados en visitas al sitio, Especialista en biodiversidad, Especialista SIG, Especialista en yerba mate, Técnicos de campo, etc.)	115.000.000
Plantines de yerba mate (incluyendo traslado)	3.500.000
Plantines forestales nativos*	0
Alambre (incluyendo el traslado)	7.750.000
Hidrogel (kg)	1.380.000
Gasto total del proyecto para las 8,41 ha	127.630.000
Costo promedio por hectárea	15.175.981
GASTOS POR HECTÁREA EN CONTRAPARTIDA	COSTO (GS.)
Postes (80 por hectárea, a 20.000 Gs c/u)	1.600.000
Mano de obra (8 días por ha, basados en el jornal mínimo legal vigente)	674.720
<b>Total contrapartida por hectárea</b>	<b>2.274.720</b>
<b>Costo total por hectárea</b>	<b>17.450.701</b>

**PASO 8**

Una vez obtenidos los insumos y materiales, se procedió a la implementación de actividades de restauración establecidas en el plan de cada propietario (Fig. 14).

**Confinamiento:** El alambrado fue instalado por cada propietario en el área destinada al confinamiento. Para calcular la longitud total de alambre, se utilizó el mapa de déficit y se distribuyó para cada finca de acuerdo con las dimensiones declaradas por los propietarios (Fig. 11, Cuadro 8). El acompañamiento y mediciones de esquineros, para validar la superficie a restaurar estuvo a cargo de Técnicos del PNUD y de la Municipalidad de Tavaí.

**Plantación de especies nativas:** fueron plantadas en el área de confinamiento. El cálculo y distribución de plantines estuvo a cargo del INFONA (Cuadro 8).

**Plantación de yerba mate:** el asesoramiento para la plantación y producción de yerba mate estuvo a cargo de la Ing. Agr. Monserrat Paniagua de la Municipalidad de Tavaí. Todas las fincas recibieron asistencia técnica para el preparado y aplicación de hidrogel y efectuaron la plantación acorde al plan de restauración.

**PASO 9**

El seguimiento de las actividades es un proceso largo que contempla todos los eventos que se van desarrollando durante la implementación del proceso de restauración. Desde el inicio de las actividades se realizó el seguimiento a cada propietario, algunos necesitaron más acompañamiento que otros.

El monitoreo fue realizado por el equipo técnico del PNUD y por la Municipalidad de Tavaí. Los atributos evaluados fueron los recomendados en el Paso 9, para ello se elaboró un cuadro con puntajes en una escala del 1 al 5, donde el 1 corresponde al menor impacto dentro del criterio y el 5 al mayor impacto.

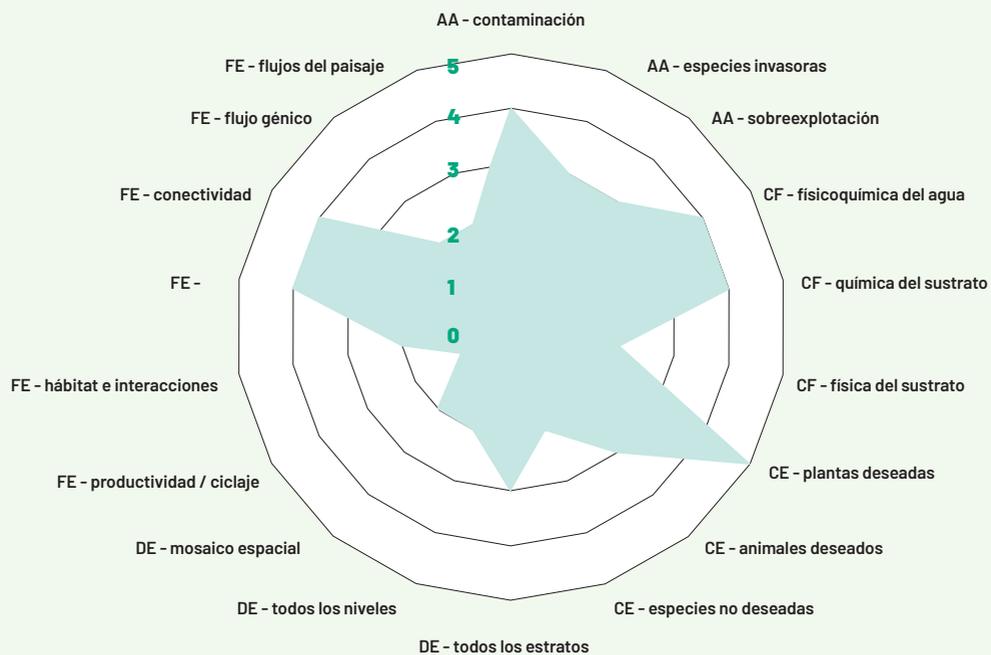
El puntaje de cada criterio se basó en las observaciones de campo, durante las visitas. Por ejemplo, en el Cuadro 10, dentro de la categoría "ausencia de amenazas", el criterio "contaminación" fue calificado con una alta puntuación debido a que las fincas están alejadas de grandes focos de contaminación como industrias, vertederos, etc., por lo tanto, la ausencia de esa amenaza es alta. En otro ejemplo, en la categoría "condiciones físicas, criterio física del sustrato", el puntaje asignado fue de 2 puntos debido a que el suelo en el área a restaurar se encuentra con muchas cárcavas y represas temporales.

**Cuadro 10. Evaluación de monitoreo con puntajes asignados a criterios preestablecidos.**

N°	CATEGORÍA	CRITERIO			CALIFICACIÓN	OBSERVACIÓN
1	Ausencia de amenazas AE	Contaminación			4	Ausencia de grandes focos
2		Especies invasoras			3	Ausencia de muchas exóticas, excepto pastura
3		Sobreexplotación			3	Producción en pastura y manejo de bosque
4	Condiciones físicas CF	Físicoquímica del agua			4	Ganado baja al arroyo
5		Química del sustrato			4	Suelo fértil, plantas saludables
6		Física del sustrato			2	Cárcavas, pequeñas represas, erosión
7	Composición de especies CE	Plantas deseadas			5	Especies pioneras y semilleros
8		Animales deseados			3	Especies dispersoras
9		Especies no deseadas			2	Animales domésticos (perros y gatos)
10	Diversidad estructural DE	Todos los estratos vegetales			3	Pioneras y secundarias iniciales
11		Todos los niveles tróficos			2	Poca diversidad de fauna
12		Mosaico espacial			2	Confinamiento reciente, no se observa aún
13	Funcionalidad ecosistémica FE	Productividad / ciclaje			1	No se observa aun
14		Hábitat e interacciones			2	Algunas interacciones fauna / flora
15		Resiliencia / reclutamiento			4	Abundantes pioneras, algunas regeneraciones de especies secundarias
16	Intercambios externos IE	Conectividad			4	Todas las fincas conectadas
17		Flujo génico			2	Aun no se registra, pero la conectividad puede contribuir
18		Flujos del paisaje			2	Aun no se registra, pero la conectividad puede contribuir

Para visualizar rápidamente el resultado del monitoreo, considerando los criterios enunciados arriba, se elaboró un gráfico radial (Fig. 15), donde los puntos más altos se encuentran al borde del gráfico y los más bajos hacia el centro.

**Figura 15.** Gráfico del puntaje asignado a los criterios evaluados durante el monitoreo.



La figura muestra que los puntos más bajos se agrupan en el centro de la figura y corresponden a DE - diversidad estructural y a FE - Funcionalidad ecosistémica, ya que el área de restauración actualmente solo está confinada, aun no se puede observar estructura y funcionalidad.

Es preciso realizar esta evaluación al menos dos veces al año, para asegurar que las actividades del plan de restauración se están ejecutando y si están resultando, tanto para el ecosistema como para el productor. El éxito de la restauración de los BPCCH dependerá de la gestión local.





**Capítulo**

# 03

**Iniciativas de  
restauración de BPCH.**

- 1. Distrito Cambyretá,  
Itapúa.**
- 2. Distrito Encarnación,  
Itapúa.**

## PASO 1

## 1. Distrito Cambyretá, Itapúa

### Restauración de Bosques Protectores, caso Arroyo Potí'y

La microcuenca del arroyo Potí'y (32,2 km<sup>2</sup>) perteneciente a la cuenca del arroyo Mboi Ka'ê (290 km<sup>2</sup>), se encuentra entre los distritos de Encarnación y Cambyreta, departamento de Itapúa, dentro del área de influencia directa de la Entidad Binacional Yacyretá, MD.

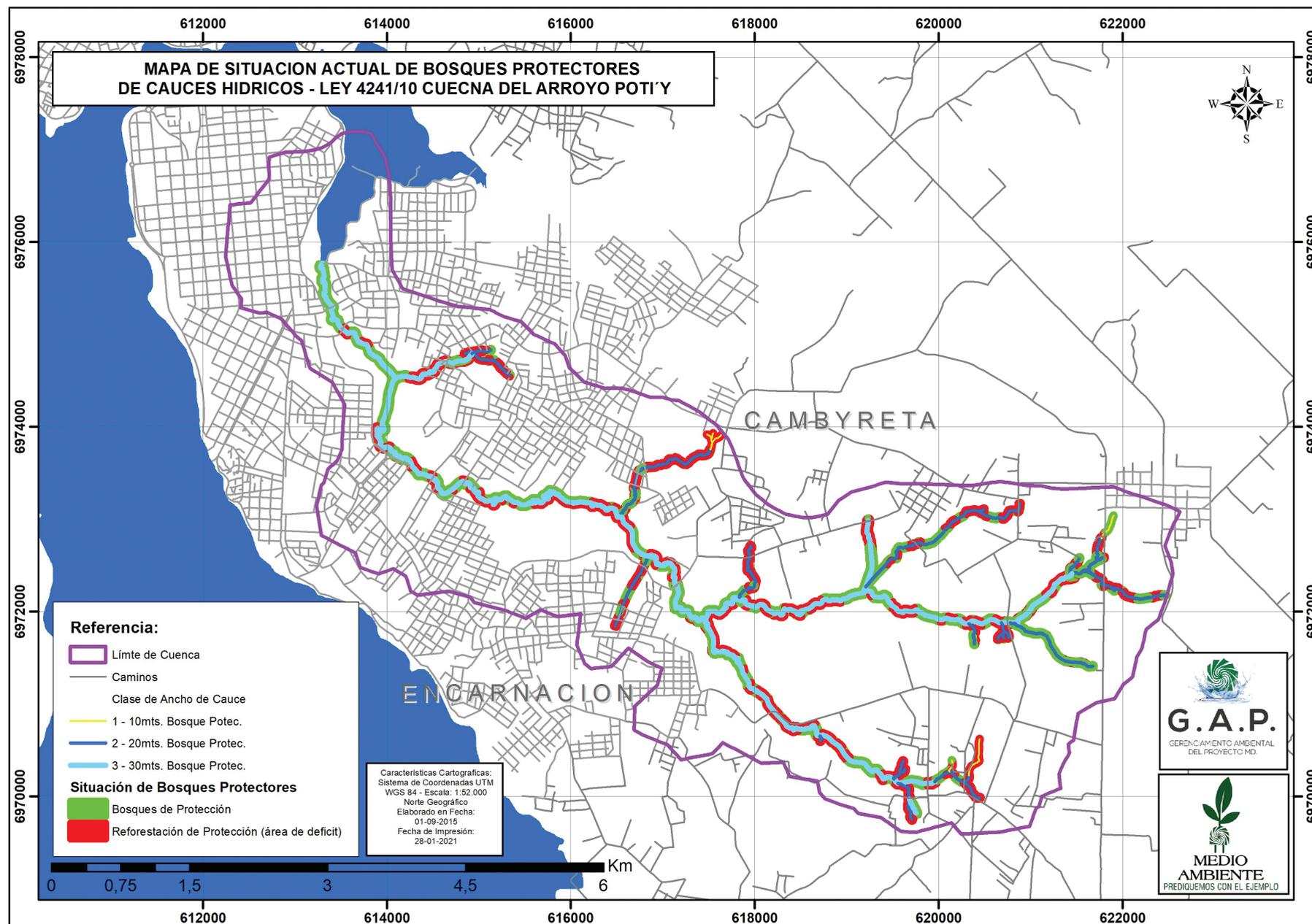
Las actividades de restauración se llevaron a cabo entre los meses de abril y noviembre del año 2015.

### Diagnóstico del estado de degradación del sitio

Con la suba del nivel del embalse del Río Paraná a cota 83 msnm, se han formado grandes masas de agua denominados subembalses, una de ellas, la del arroyo Potí'y con una superficie aproximada de 1,60 km<sup>2</sup>.

La Entidad Binacional Yacyretá (EBY) a través del Sector Medio Ambiente, ha seleccionado y delimitado la microcuenca del arroyo Potí'y, siendo la superficie de intervención igual a 3.184,42ha, de las cuales el 67,62% corresponde al distrito de Cambyreta y el 32,38% al distrito de Encarnación. El cauce principal posee una longitud igual a 20,57 km y los tributarios de 15,50 km. A través del Gabinete de Sistemas de Información Geográfica (SIG), se procesaron imágenes satelitales, para clasificar el tipo de suelo, uso, áreas degradadas a ser reforestadas y/o confinadas; para luego ser corroborados todos los datos en campo (Fig. 16).

**Figura 16.** Mapa de situación de Bosques Protectores de Cauces Hídricos, conforme al Cap. III, Art. 5 del Decreto Reglamentario N° 9824 de la Ley N° 4241/10.



### Identificación de propiedades, medición de ancho de cauce y cálculo del déficit de BPCH

Con los datos generados en gabinete a través del SIG, se conformó un equipo técnico interinstitucional, con representantes de la EBY, Gobernación de Itapúa, Municipio y referentes de la sociedad civil. Se realizó la visita finca por finca, corroborando los datos geospaciales del déficit de bosque, uso de suelo, medición de ancho de cauce hídrico y análisis del título de propiedad. Se identificaron 32 (treinta y dos) propietarios de fincas colindantes con el cauce hídrico del arroyo Potí'y (Fig. 16).

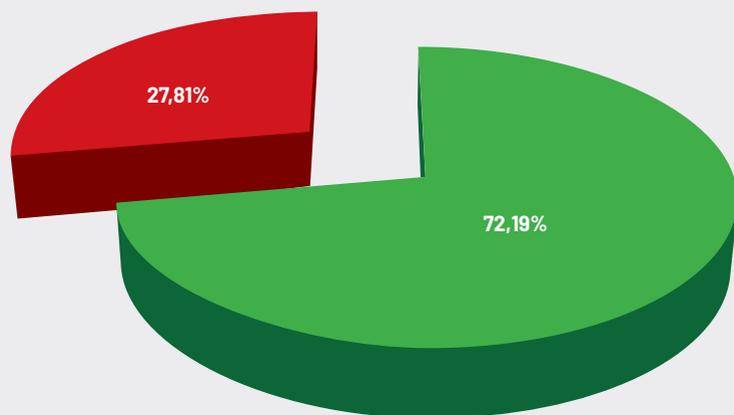




### Déficit de bosque protector en la microcuenca del arroyo Potí'y

La longitud total del cauce hídrico de la cuenca del arroyo Potí'y es de 32,94 km. La superficie total de bosques protectores existentes actualmente en la cuenca es de 115,66 ha. En base a las imágenes y el cálculo de déficit de bosque, se determinó que la superficie total ideal de bosques protectores es de 160,21 ha, por lo tanto, el déficit de bosque es de 44,55 ha correspondientes al 27,81% del total (Fig 18).

**Figura 18.** Porcentaje de BPCH existentes y déficit, en la cuenca del A° Potí'y.



■ Bosques Protectores existentes

■ Déficit de Bosques Protectores

## PASO 2

### Socialización de los resultados del diagnóstico y capacitaciones

#### Socialización de las acciones de la EBY en la microcuenca del arroyo Potí'y

Los talleres de socialización formaron parte de la estrategia de la EBY para la implementación del Plan / Programa "Cultivando Y Porã". Dentro del marco de este programa se han realizado talleres dirigidos a los pobladores de ambos distritos, para informar sobre las acciones a ser desarrolladas en el área delimitada de la microcuenca del arroyo Potí'y, con el objetivo de empoderar a los pobladores locales y generar conciencia sobre la importancia del cuidado y protección de los cauces hídricos.

Las autoridades representantes de ambos municipios y la gobernación del departamento también han sido parte de estos talleres.

## PASO 3

## Relevamiento de la biodiversidad en parches de bosques aledaños

### Relevamiento de datos ecológicos

Históricamente este lugar era una zona de bosques altos continuos que poseían de 100 a 400 árboles con densidad poblacional superior a 10 cm por hectárea, que significaba más de 100 a 150 m<sup>3</sup> por hectárea en épocas pasadas. El Yvyra paje (*Myrocarpus frondosus*), Laurel amarillo (*Nectandra lanceolata*), Kurupa'yrâ (*Parapiptadenia rigida*), Pindo (*Syagrus romanzoffiana*), Tajy hû (*Handroanthus heptaphyllus*), Kurundi'y (*Trema micrantha*), Jaguaratá'y (*Machaerium* spp), Guatambu (*Balfourodendron riedelianum*), Cedro (*Cedrela fissilis*), Guaica (*Ocotea puberula*), Yvyra pytâ (*Peltophorum dubium*), Cancharana (*Cabralea canjerana*) y Peterevy (*Cordia trichotoma*), son algunas especies que crecen naturalmente dentro del Departamento de Itapúa (densidad alta) por el tipo de hábitat que requieren, aunque también se distribuyen en otras zonas. Todavía quedan algunos manchones de bosques degradados donde se encuentran Cedros, Guatambu, Yvyra pytâ, Cancharana, entre otros.

Dentro del área de influencia de la Cuenca del A° Potí'y los bosques deciduos que se encuentran en los bordes de los cauces hídricos no presentan en su mayoría gran altura y son característicos de zonas ribereñas, con inclusión de especies exóticas, recordemos que la masa boscosa en muchos sectores ha sido removida y actualmente está en proceso de regeneración con mezclas de especies que no son propias del lugar.

El relevamiento de la vegetación se realizó a través de imágenes satelitales. Fueron definidos seis tipos de cobertura vegetal (Cuadro 11), además, se pudo evaluar el estado de la vegetación en la zona de protección del cauce hídrico de la cuenca A° Potí'y (Cuadro 12).

**Cuadro 11. Clasificación de la vegetación en el área de la cuenca del A° Potí'y.**

CATEGORÍA	%	SUPERFICIE (ha)
Bosque de reserva	31,18	175,6870
Bosque en galería	44,83	252,6075
Matorrales	10,32	58,1489
Reforestación	1,07	6,0422
Regeneración natural	7,15	40,2993
Espacio verde	5,45	30,7365
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>563,5214</b>

**Cuadro 12. Situación de la vegetación en la zona de protección de cauce hídrico dentro del área conformada por la cuenca del A° Potí'y.**

CATEGORÍA	%	SUPERFICIE (ha)
Bosque de reserva	23,04	144,0149
Bosque en galería	28,75	179,6438
Matorrales	7,96	49,7315
Reforestación	0,93	5,8116
Regeneración natural	6,41	40,0549
Espacio verde	4,83	30,1564
Áreas de protección de cauce hídrico	18,26	114,10851
<b>A reforestar</b>	<b>9,83</b>	<b>61,4204</b>
<b>Total</b>	<b>76,96</b>	<b>624,9419</b>

## PASO 4

## Recomendaciones para la restauración

### Plantación de especies

Las especies de árboles nativos introducidas en el área de la microcuenca del arroyo Potí'y, fueron especies reproducidas y multiplicadas en el Vivero Forestal de la Entidad Binacional Yacyretá en la ciudad de Ayolas.

El Vivero Forestal dependiente del Programa Reservas y Biodiversidad – Sector / Área Medio Ambiente, MD., se encuentra ubicado en la ciudad de Ayolas, departamento de Misiones, y provee plantines a los diferentes programas, sectores, entidades públicas y privadas, comisiones vecinales, asociaciones y sociedad civil con fines de arborización y reforestación.



Este vivero reproduce especies arbóreas nativas como:

Lapacho rosado (*Tabebuia heptophylla*)  
 Lapacho amarillo (*Tabebuia alba*)  
 Inga (*Inga edulis*)  
 Jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*)  
 Ñangapiry (*Eugenia uniflora*)  
 Cedro (*Cedrela fissilis*)  
 Pacurí (*Rheedia brasiliensis* o *Garcinia brasiliensis*)  
 Timbo (*Enterolobium contortisiliquum*)  
 Kurupa'y (*Anadenanthera colubrina*)  
 Arary (*Callophyllum brasiliense*)  
 Kurupa'yra (*Parapiptadenia rigida*)  
 Manduvira Parana (*Pithecellobium samon*)  
 Yvyrao (*Pterogyne nitens*)  
 Yvapuru (*Plinia trunciflora*)  
 Guavira (*Campomanesia xanthocarpa*)  
 Samu'u (*Ceiba insignis*)  
 Lapacho morado (*Handroanthus impetiginosus*)  
 Sibipiruna (*Caesalpinia pluviosa*)  
 Taruma (*Vitex cymosa*)  
 Casita (*Sapindus saponaria*)

Además de estas, se reproducen algunas exóticas, como:

Villetana (*Triplaris caracasana*),  
 Lluvia de oro (*Cassia fistula*)  
 Acacia (*Acacia saligna*)  
 Lluvia de orquídea (*Bauhinia variegata*)  
 Nispero (*Eriobotrya japonica*)

Especies herbáceas y arbustivas también son reproducidas, como:

Burrito (*Aloysia polystachya*)  
 Menta (*Mentha x piperita*)  
 Cedrón Paraguay (*Aloysia citriodora*)  
 Cedrón Kapi'i (*Cymbopogon citratus*)  
 Insulina (*Costus igneus*)  
 Jaguarete po (*Tithonia diversifolia*)  
 Cola de caballo (*Equisetum giganteum*)  
 Kokû (*Allophylus edulis*).

## Aprendizaje de la experiencia

Las acciones realizadas en la microcuenca del arroyo Potí'y fueron de gran aporte en el ámbito de socialización e identificación de fortalezas y debilidades para la aplicación de la Ley N° 4.241/10 de "Restablecimiento de bosques protectores de cauces hídricos dentro del territorio nacional", por lo que en su momento se han remitido sugerencias al Instituto Forestal Nacional (INFONA).

La base fundamental de todo este proceso según la experiencia local implica el compromiso, empoderamiento y acompañamiento real, eficiente y en todo momento de las autoridades de las localidades abordadas, de manera a que a través de las instituciones se llegue a la población. El compromiso institucional local es la clave del éxito de aplicación de la Ley, cuando las autoridades locales estimulan y lideran el proceso, los pobladores que deben regirse y aplicar lo establecido en la Ley se sienten comprometidos y con más sentido de pertenencia.

También es importante, desde un principio dejar bien en claro que el cumplimiento de la Ley N° 4.241/10, es exclusiva responsabilidad de los propietarios de tierras que sean colindantes con cauces hídricos en el área rural, y que tanto las Binacionales e Instituciones locales, actúan solamente de facilitadores, con apoyo técnico y en ocasiones de provisión gratuita de árboles de especies nativas con fines de reforestación de las áreas con déficit de bosque protector. Para el caso del arroyo Potí'y, la EBY ha realizado el levantamiento técnico de las fincas, medición de ancho de cauce, elaboración de mapas temáticos de uso actual, alternativo y determinación del déficit de bosque protector (Fig. 19 y 20). Pero al momento de avanzar en el proceso y

ante el requerimiento de los títulos de propiedad de las fincas afectadas para el Registro de Bosques, se produjo el estancamiento ante la negativa de los propietarios en la entrega de la copia de los títulos de propiedades.

Igualmente, se realizaron reforestaciones en pequeñas superficies dentro de fincas colindantes con cauces hídricos, en la zona de la cuenca alta del arroyo Potí'y, donde no se han obtenido los resultados esperados, debido al manifiesto de los propietarios de estas fincas, que solicitaron recursos económicos para el mantenimiento de los plantines a lo largo de su periodo de crecimiento. Es ahí donde no hubo acuerdo entre las partes y las reforestaciones iniciadas quedaron sin el seguimiento hasta la actualidad.

En la cuenca baja del arroyo Potí'y, gran parte de la superficie colindante con el cauce hídrico es propiedad de la Entidad Binacional Yacyretá. La EBY articula acciones con la sociedad civil a través de un proceso de cuidado e involucramiento y compromiso, en forma permanente y constante se articulan acciones para el cuidado y preservación del bosque remanente, repoblación y reforestación de áreas de amortiguamiento al cauce hídrico.

Figura 19. Mapa de uso actual de la microcuenca del A° Potí'y.

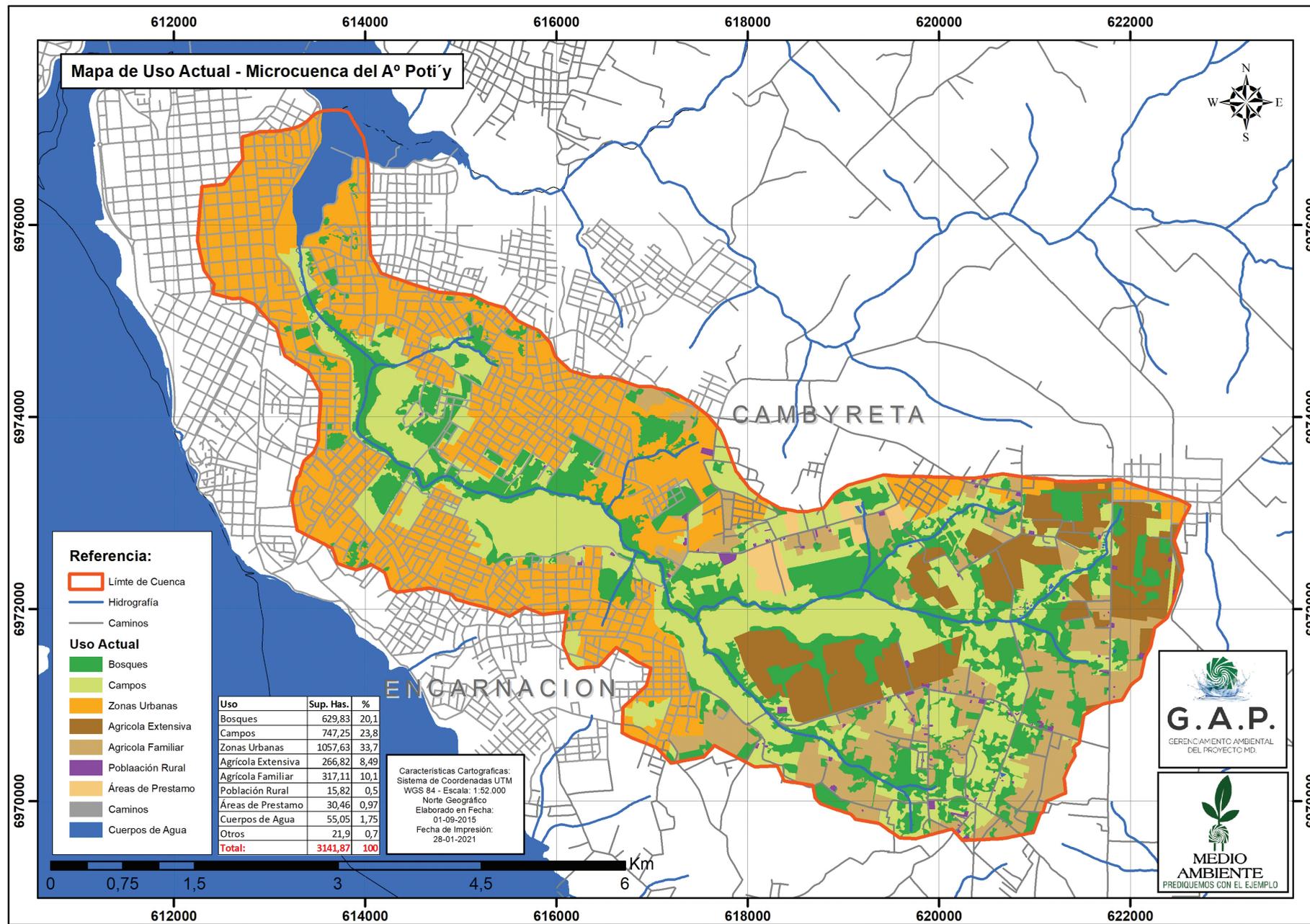
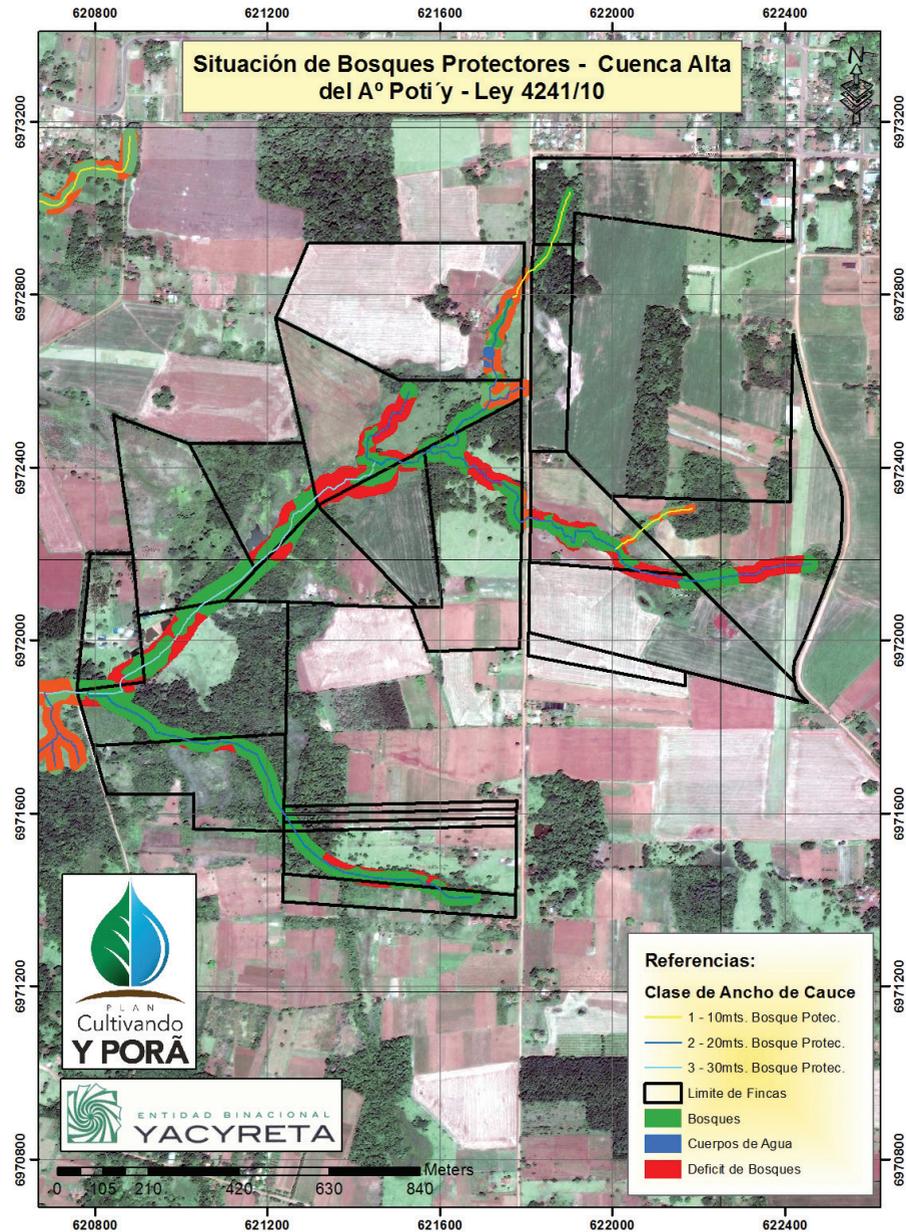


Figura 20. Situación de BPCH en la cuenca alta del A° Poti'y.



## 2. Distrito Encarnación, Itapúa

### Restauración de bosques protectores en el arroyo Pirapó

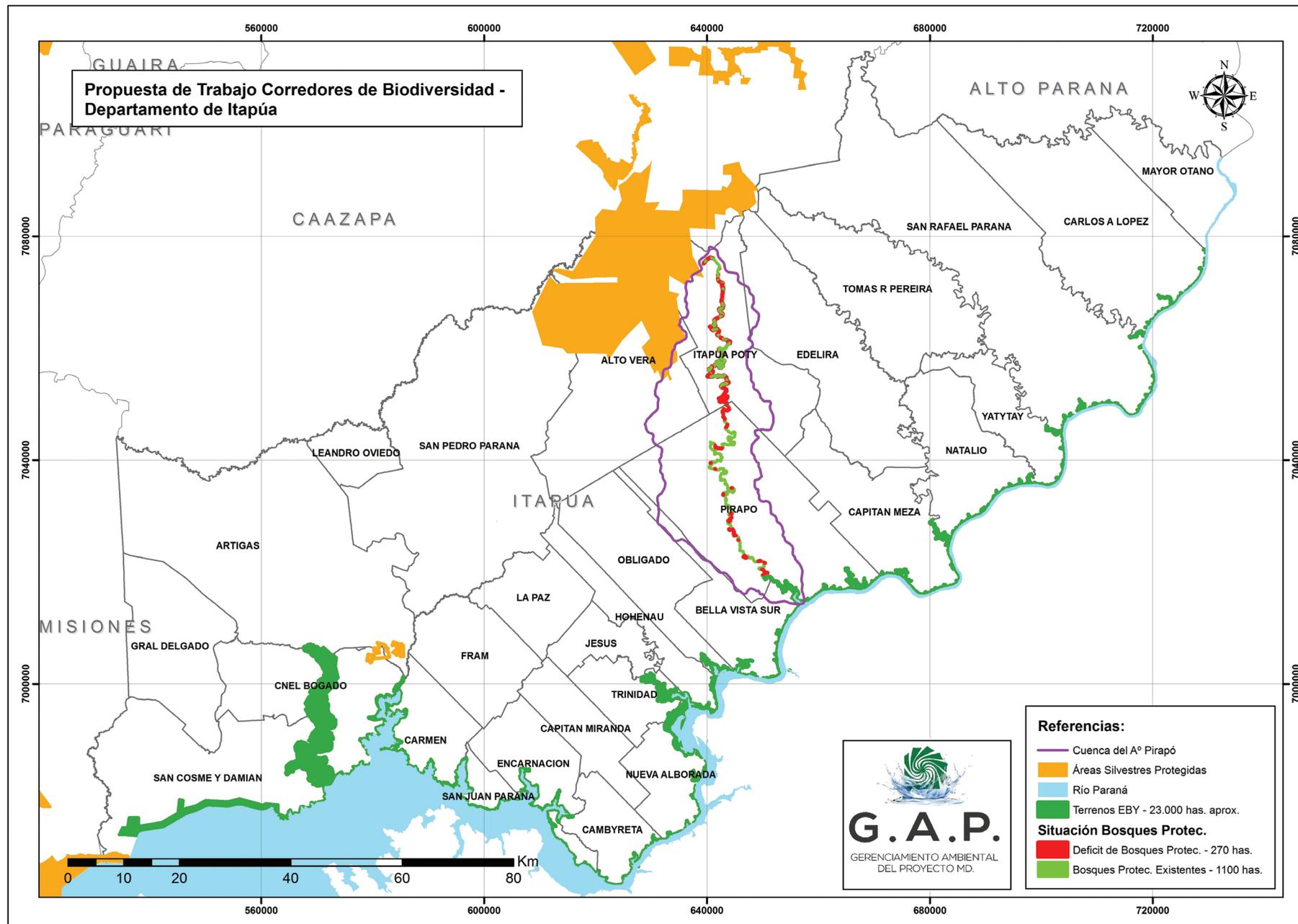
La idea de la restauración de bosques protectores en la cuenca del Arroyo Pirapó surgió con la intención de conectar la Reserva de San Rafael con la poligonal de cota de seguridad de la Entidad Binacional Yacyretá que se encuentra lindando con el Río Paraná, iniciando con la implantación de un corredor de biodiversidad entre la Reserva San Rafael y la naciente del cauce principal del Arroyo Pirapó, para ello se inició la intervención con 8 hectáreas de superficie.

Como parte del proceso la Entidad Binacional Yacyretá tomó la iniciativa convocando a los diferentes actores tales como el Instituto Forestal Nacional (INFONA), Municipalidad local, y a través de estos a su vez se involucró a actores locales, como asociaciones de pequeños productores, sociedad civil y propietarios de fincas agrícolas, con el fin de realizar una campaña de concienciación y que estos se involucren en los trabajos de restauración.

A través del proceso de concienciación sobre la importancia en la implementación de las normativas ambientales, se procedió al relevamiento e identificación del área a intervenir, realizando cálculos de déficit de bosque a restaurar (Fig. 21). Si bien la Ley N° 4.241/10 busca restablecer los bosques protectores de cauces hídricos, en este trabajo en particular, se ha sumado la acción de restablecimiento de un área degradada que interrumpía el flujo de biodiversidad, con la finalidad de que esta actúe de corredor entre los remanentes de bosques.

Una vez realizado los cálculos y relevamientos técnicos, se procedió a la reforestación en conjunto con los actores locales y acompañamiento de la Entidad Binacional Yacyretá e INFONA.

Figura 21. Propuesta de corredores de biodiversidad en el Dpto de Itapúa.



A continuación, se observa la imagen del área antes de la intervención, donde se visualiza las parcelas degradadas sin bosque protector.

En estas imágenes se observan las parcelas reestablecidas en un periodo de 8 años (2012 - 2020) de la implementación de los trabajos.

**Año 2012**



**Año 2020**





## Aprendizaje de la experiencia

Para lograr la eficacia y eficiencia de la aplicabilidad de la Ley N° 4.241/10, los trabajos de restablecimiento deben contar con el acompañamiento de las autoridades gubernamentales tanto nacionales como locales, y potenciar las acciones de concienciación y educación ambiental, que facilitan el entendimiento de la población, para lograr el compromiso voluntario y no como parte de una reacción por presión a sus obligaciones legales como ciudadanos.

Otra experiencia importante de mencionar es que se debe contar con un Documento Guía para la aplicación de la Ley N° 4.241/10 con el fin de que estas acciones mantengan un estándar de calidad y así asegurar un mayor impacto, especialmente cuando en los trabajos de restablecimiento se pretendan realizar acciones de reforestación.





**Manual de Restauración Ecológica  
de Bosques Protectores de Cauces Hídricos**



**Manual de Restauración Ecológica de Bosques Protectores  
de Cauces Hídricos del Bosque Atlántico del Alto Paraná  
(BAAPA)**



KAGUY  
KANGA REKORĀ  
Tetã romonit  
Instituto  
FORESTAL NACIONAL



Ministerio de  
AGRICULTURA  
Y GANADERIA