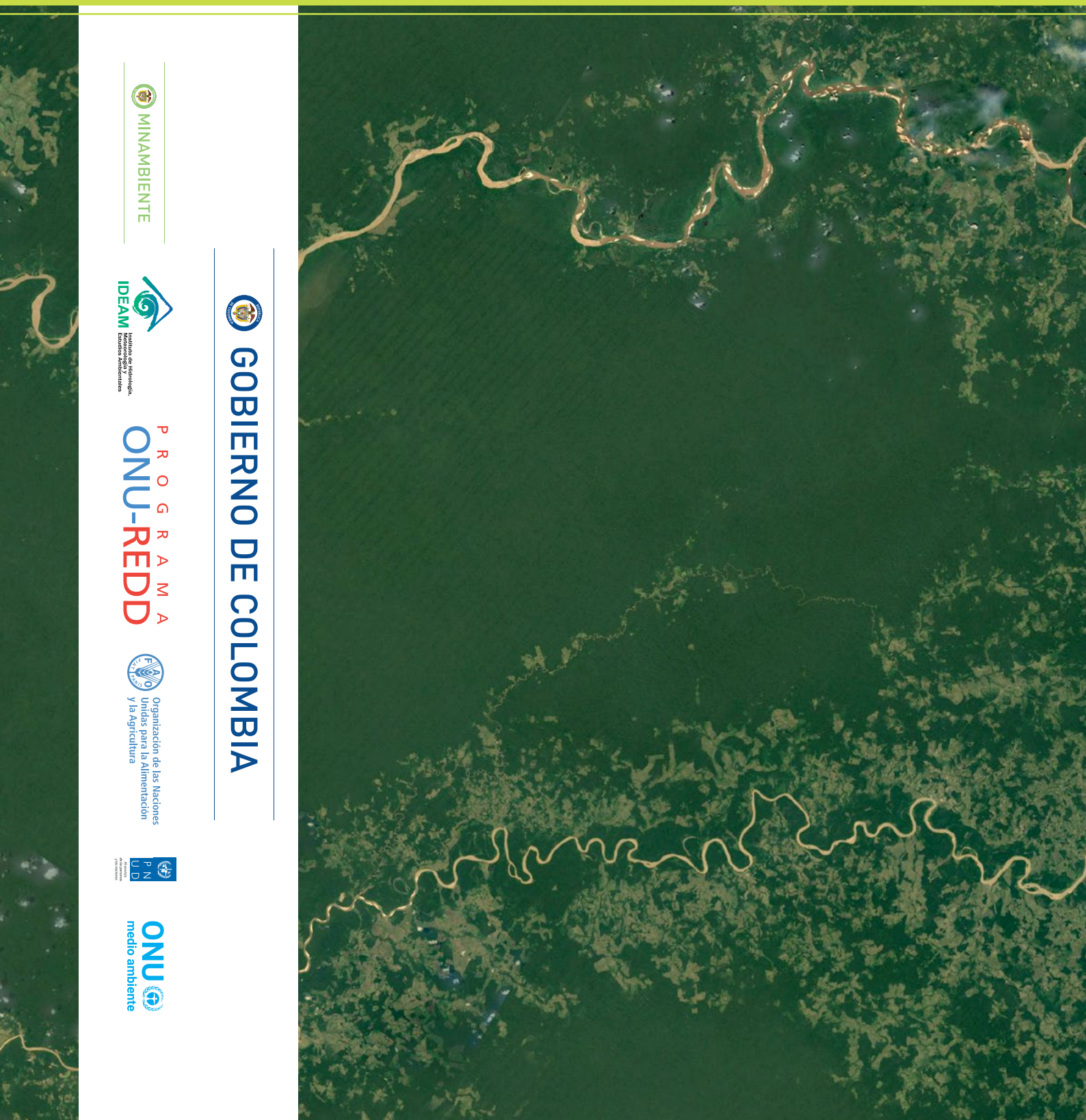
Escenarios de Deforestación para la toma de decisiones:

Propuesta Metodológica y Ámbito de Aplicación

Equipo de modelación de la deforestación
y niveles de referencia, SMBYC - IDEAM



MINAMBIENTE
IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
GOBIERNO DE COLOMBIA
PROGRAMA ONU-REDD
Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
PNUD
ONU medio ambiente

Escenarios de deforestación para la toma de decisiones:

propuesta metodológica y ámbito de aplicación

Equipo de modelación de la deforestación y niveles de referencia, SMBYC - IDEAM

Elaborado por:

Equipo de Modelación y Niveles de Referencia

Bogotá, 2018

GOBIERNO DE COLOMBIA

MINAMBIENTE

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

PROGRAMA ONU-REDD

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

PNUD Al servicio de las personas y las naciones

ONU medio ambiente

REPÚBLICA DE COLOMBIA
Juan Manuel Santos Calderón
Presidente de la República

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Luis Gilberto Murillo
Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Willer Guevara Hurtado
Viceministro de Políticas y Normalización Ambiental

Yaneth Patricia Alegría Copete
Viceministra Ordenamiento Ambiental del Territorio

César Augusto Rey Ángel
Director Técnico de la Dirección de Bosques Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos

Mariana Rojas Laserna
Directora Técnica de la Dirección de Cambio Climático

Angélica Mayolo Obregon
Jefe de Oficina de Asuntos Internacionales

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

Omar Franco
Director General

María Teresa Becerra Ramírez
Subdirectora de Ecosistemas e Información Ambiental

Diana Marcela Vargas Galvis
Subdirectora de Estudios Ambientales

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO – PNUD

Martín Santiago
Coordinador Residente del Sistema de Naciones Unidas en Colombia - Representante Residente del PNUD

Pablo Ruiz Hiebra
Director de País

Inka Mattila
Directora de País Adjunta

Jimena Puyana Eraso
Gerente Nacional de Desarrollo Sostenible

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA – FAO

Rafael Zavala Gómez Del Campo
Representante en Colombia

Manuela Ángel
Oficial Nacional de Programas (E)

ONU MEDIO AMBIENTE

Gabriel Labbate
Oficial de Programa Senior

Juan Carlos Bello
Jefe de la Oficina en Colombia

UNIDAD COORDINADORA PROGRAMA NACIONAL ONU-REDD

Paola García García
Coordinadora General

Adriana Patricia Yepes Quintero
Enlace Técnico FAO

Ernesto Ome Álvarez
Enlace Técnico PNUD

Daniel Leguía Aliaga
*Enlace Técnico ONU Medio Ambient*e

Andrea Camacho Henao
Especialista Salvaguardas

Marcela Rodríguez Salguero
Especialista Comunicaciones y Gestión del Conocimiento

Larry Reyes González
Asistente Administrativo y Financiero

COORDINACIÓN Y SUPERVISIÓN

María Teresa Becerra Ramírez
Subdirectora Ecosistemas e Información Ambiental - IDEAM

Adriana Paola Barbosa Hernández
Coordinadora Grupo de Bosques - IDEAM

Edersson Cabrera Montenegro
Coordinador General – SMByC IDEAM

Daniel Leguía Aliaga
Enlace Técnico de ONU MEDIO AMBIENTE – Programa ONU-REDD Colombia

José Julián González Arenas
Coordinador Componente Modelación y Niveles de Referencia - SMByC - IDEAM

EDITORES

Iván R. Pérez Vizcaíno - *IDEAM*
Alexander Cubillos González - *IDEAM*
José Julián González Arenas - *IDEAM*

AUTORES

José Julián González Arenas - IDEAM
Iván Roberto Pérez Vizcaíno - IDEAM
Alexander Cubillos González - IDEAM
Edilneyi Zúñiga Avirama - IDEAM
Álvaro Cubillos Buitrago - IDEAM
Miguel Arias Patiño - IDEAM
María Alejandra Chadid Hernández - IDEAM

COLABORADORES

Katherine Ovalle - MADS
Viviana Barrio - IDEAM

COORDINACIÓN PROYECTO EDITORIAL

Marcela Rodríguez Salguero
Adriana Patricia Yepes Quintero

ISBN:
978-958-5489-07-3

CÍTESE COMO:

González, J., Pérez, I., Cubillos, M., Zúñiga, E., Cubillos, A., Arias, M, Chadid, M. Escenarios de deforestación para la toma de decisiones: propuesta metodológica y ámbito de aplicación. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM-. Programa ONU-REDD Colombia. Bogotá, 2018.
2018. Todos los derechos reservados. Los textos pueden ser usados parcial o totalmente citando la fuente. Su reproducción total debe ser autorizada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM.

FOTOGRAFÍAS DE LA CARÁTULA

Google Earth
Image © 2018 DigitalGlobe

ENTRADAS DE CAPÍTULO

Google Earth
Image © 2018 DigitalGlobe

DISEÑO CARÁTULA

Laura Gutiérrez

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

.Puntoaparte bookvertising

Dirección editorial

Andrés Barragán

Dirección de arte

Diego Cobos y Carlos Silva

Diseño y Diagramación

Laura Gutiérrez

Las opiniones expresadas en este producto informativo son las de sus autores y no reflejan necesariamente los puntos de vista ni las políticas del Programa ONU-REDD, la FAO, ONU Medio Ambiente o el PNUD.

El Programa ONU-REDD es la iniciativa de colaboración de las Naciones Unidas para REDD+ en países en desarrollo. Se soporta en la capacidad de convocatoria y la experiencia técnica de: la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD); y el Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente (PNUMA). ONU-REDD apoya los procesos de preparación para REDD+ de los países y promueve la participación informada de todas las partes interesadas, incluidos los pueblos indígenas y otras comunidades dependientes de los bosques.

En Colombia el Programa ONU-REDD tiene la misión de apoyar el fortalecimiento de las capacidades nacionales para la preparación del país en la implementación de REDD+. ONU-REDD trabaja coordinadamente con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM y con las organizaciones étnicas y sociales que representan a las comunidades que dependen de los bosques, en el desarrollo de capacidades técnicas y el fortalecimiento de capacidades para la toma de decisiones sobre REDD+.

María Alejandra Chadid

AGRADECIMIENTOS

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, agradece al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y al Programa ONU-REDD Colombia que contribuyeron al logro de esta publicación.

CONTENIDO

Cap. 1
Introducción

Cap. 2
Escenarios en la toma de decisiones

Cap. 3
Metodología para la construcción de escenarios

3.1. Modelo conceptual general

3.2. Modelo tendencial histórico

3.3. Correlación entre la tasa de deforestación y variables explicativas

Cap. 4
Contextos de aplicación de escenarios en la toma de decisiones

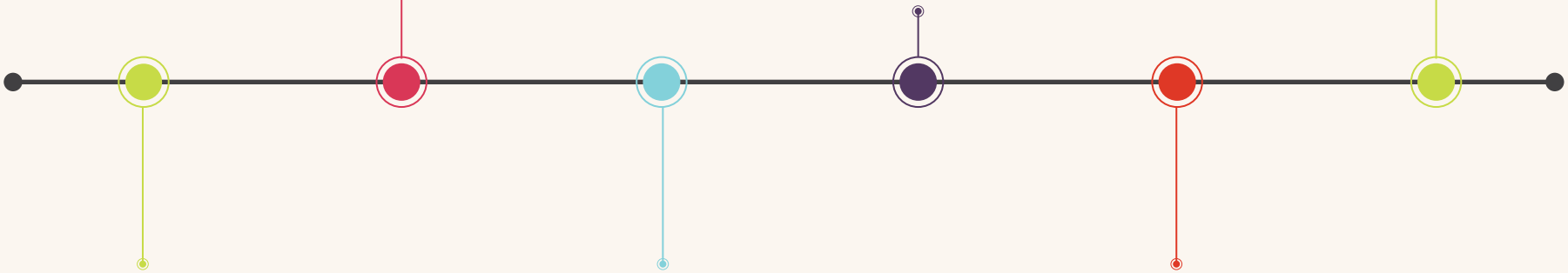
4.1. Diseño de metas basado en su efecto (costo-beneficio)

4.2. Evaluación de eficiencia de medidas de manejo

4.3. Ajuste de línea base por cambio en las circunstancias nacionales

Cap. 5
Pasos a seguir

Bibliografía



1

INTRODUCCIÓN

Iván Roberto Pérez

El presente documento ha sido elaborado por el IDEAM en el marco del apoyo técnico del programa ONU-REDD, con la participación de PNUMA, PNUD y FAO.

El mecanismo REDD+ es una herramienta para enfrentar el cambio climático por medio de la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Evitada. En general, el objetivo de REDD+ es reducir las emisiones de dióxido de carbono por efectos de la deforestación y la degradación forestal; sin embargo, al desarrollar proyectos con este fin, genera estrategias asociadas para la conservación de la biodiversidad y servicios ecosistémicos, además de presentarse como una alternativa para la mejora de las condiciones de vida de comunidades rurales al proveer incentivos a aquellas que contribuyen a la protección de los bosques dentro de su territorio.

En Colombia, la implementación de REDD+ se ha realizado por medio de diferentes instituciones como IDEAM, MADS, Fundación Natura, TNC, entre otras; las cuales han ejecutado proyectos enfocados al desarrollo de actividades de reducción de deforestación, así como al monitoreo de la reducción de la deforestación. Con base en estos avances, se han generado protocolos y herramientas técnicas para cuantificar y proyectar la deforestación en el país, entre las cuales se incluyen análisis multitemporales de sensores remotos, cuantificación de la biomasa, desarrollo de mapas, estimación de tasas de cambio y modelos socioeconómicos predictivos; adicionalmente se han realizado iniciativas para el fortalecimiento institucional y para incidir en políticas públicas asociadas a la conservación y desarrollo forestal.

Es allí donde la construcción de escenarios de deforestación toma un papel fundamental, pues no solo permiten establecer estrategias en preparación para los desarrollos futuros, sino que, al mismo tiempo, permiten evaluar la pertinencia y efectividad de las políticas, medidas y acciones, convirtiéndose así en una herramienta crucial en la planificación de los recursos forestales en diferentes escalas.

En este aspecto, este documento presenta el diseño metodológico de la construcción de escenarios de deforestación futura, así como ámbitos de aplicación en la toma de decisiones, incluyendo la evaluación de medidas de manejo, metas y la sustentación de cambios en las circunstancias nacionales con efecto sobre la tasa de deforestación.

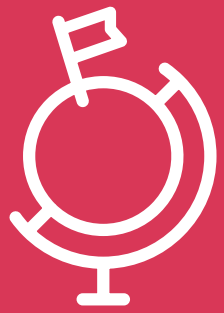
2

ESCENARIOS EN LA TOMA DE DECISIONES

Los escenarios son considerados como una **VALIOSA HERRAMIENTA**

que permite la preparación para posibles eventualidades, haciendo la planificación más flexible (Amer *et al*, 2013). En su definición más clásica, los escenarios pueden ser descritos como un conjunto de eventos hipotéticos que tienen lugar en el futuro, los cuales son construidos para clarificar las posibles cadenas de acontecimientos que pudieran llevar a tales eventos, así como los puntos de decisión asociados cada evento (Kahn y Wiener, 1967).

En el ámbito ambiental, los escenarios se caracterizan, en su mayoría, por presentar proyecciones multianuales, de escala nacional o global alrededor de retos o problemáticas ambientales (Wodak y Neale, 2015); añadiendo a las definiciones clásicas, que los escenarios deben ser probables y reflejar diferentes supuestos acerca de cómo podrían desenvolverse las tendencias actuales (PNUMA, 2002). Definiciones más recientes como la del IPCC (2008) describen los escenarios como:



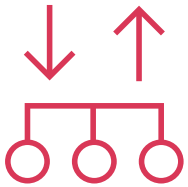
"Una descripción de un posible estado futuro del mundo, la cual es coherente e internamente consistente. No es una predicción, sin embargo, cada escenario es una imagen alternativa de cómo podría desenvolverse el desarrollo del mundo".

EN **RESUMEN**:

Los escenarios permiten la preparación para posibles eventualidades, haciendo la planificación más flexible.

Son descritos como un conjunto de eventos hipotéticos que tienen lugar en el futuro.

Presentan proyecciones multianuales, de escala nacional o global alrededor de retos o problemáticas ambientales.



Deben ser probables y reflejar diferentes supuestos.

1
2
3
4
5
6

En este documento se adopta la definición anterior, aclarando además que cualquier escenario debe estar limitado a un horizonte de tiempo y que, por tratarse de "posibles estados de futuro", se basa en supuestos, los cuales están determinados tanto por los limitantes de información como por la definición de posibles eventos que puedan desencadenar dichos estados futuros.

Teniendo en cuenta lo anterior, si bien los escenarios pueden estar basados en tendencias históricas, proyecciones estadísticas u otro tipo de datos; no se limitan a la extrapolación de las tendencias más probables, sino que exploran o evalúan diferentes posibilidades de desarrollo futuro, aportando información valiosa para la creación no solo de políticas, sino también de medidas de contingencia en caso que se llegaran a presentar eventos que pongan en peligro la consecución de las metas y objetivos planteados.

En este contexto, en el presente documento se plantean tres casos particulares de aplicación de los escenarios de deforestación futura, así como las variables metodológicas necesaria para su implementación específica. Estos casos son:

01 Evaluación de la eficiencia de medidas de manejo

02 Diseño de metas basado en su efectividad

03 Ajuste de la línea base por cambio en las circunstancias nacionales[1]

1. Hace alusión a la línea base que sustenta la tasa de deforestación establecida como referencia a las reducciones de la deforestación.

En la **Figura 1** se resume la aplicación de los escenarios en los casos de toma de decisión propuestos, los cuales se ampliarán en el numeral 3.5.

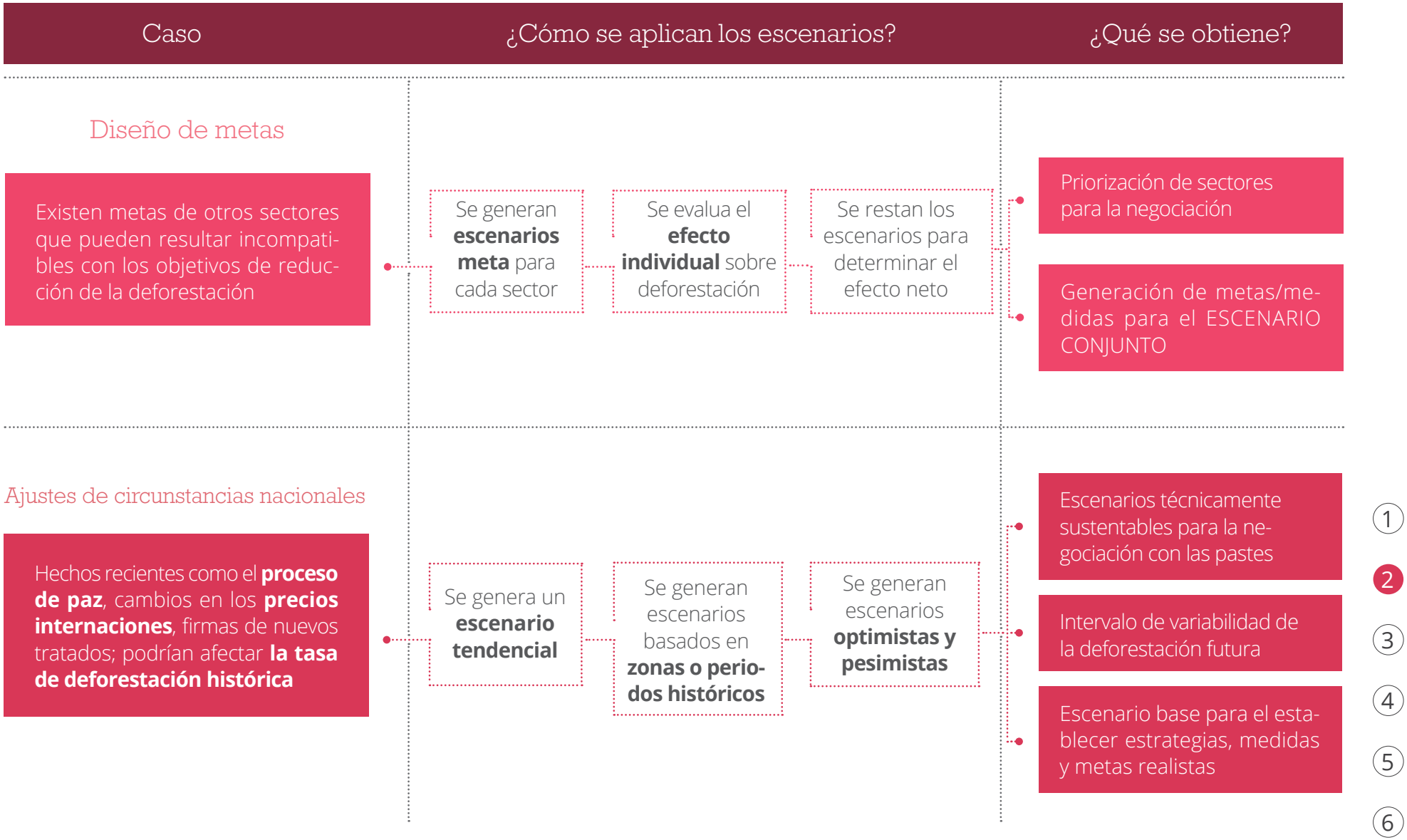


Figura 1. Casos de aplicación de escenarios en la toma de decisiones

3

METODOLOGÍA EN LA CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS

3.1 MODELO CONCEPTUAL GENERAL

La construcción de escenarios se basa en tres ejercicios:

1. Generación de un modelo de crecimiento tendencial con base datos históricos de deforestación.
2. Evaluación de correlaciones entre la tasa de deforestación y variables explicativas o variables proxy de causas de la deforestación.
3. Determinación de posibles escenarios de deforestación mediante consulta a expertos.

Estos ejercicios, combinados, generan un modelo de comportamiento futuro de la deforestación, el cual responde a uno o varios escenarios de desarrollo.

Iván Roberto Pérez

El procedimiento, ilustrado en la **Figura 2**, consiste en la generación de un modelo tendencial de crecimiento de la tasa de deforestación, la cual, se asume, es modificada por una serie de variables explicativas que se asocian a causas y agentes de la deforestación, o a posibles medidas y acciones a implementar. Una vez se establecen estas relaciones, se procede a la selección de posibles escenarios mediante consulta expertos, con lo cual se pretende establecer los posibles comportamientos futuros de estas variables de acuerdo con el desarrollo de diferentes escenarios políticos o económicos, así como con el cumplimiento o no de metas establecidas por diferentes sectores, incluyendo el sector ambiente. El resultado esperado del ejercicio es la variación de la tasa de deforestación con relación al escenario tendencial base, de tal forma que se infiera el posible resultado de medidas, acciones y metas sobre la deforestación.

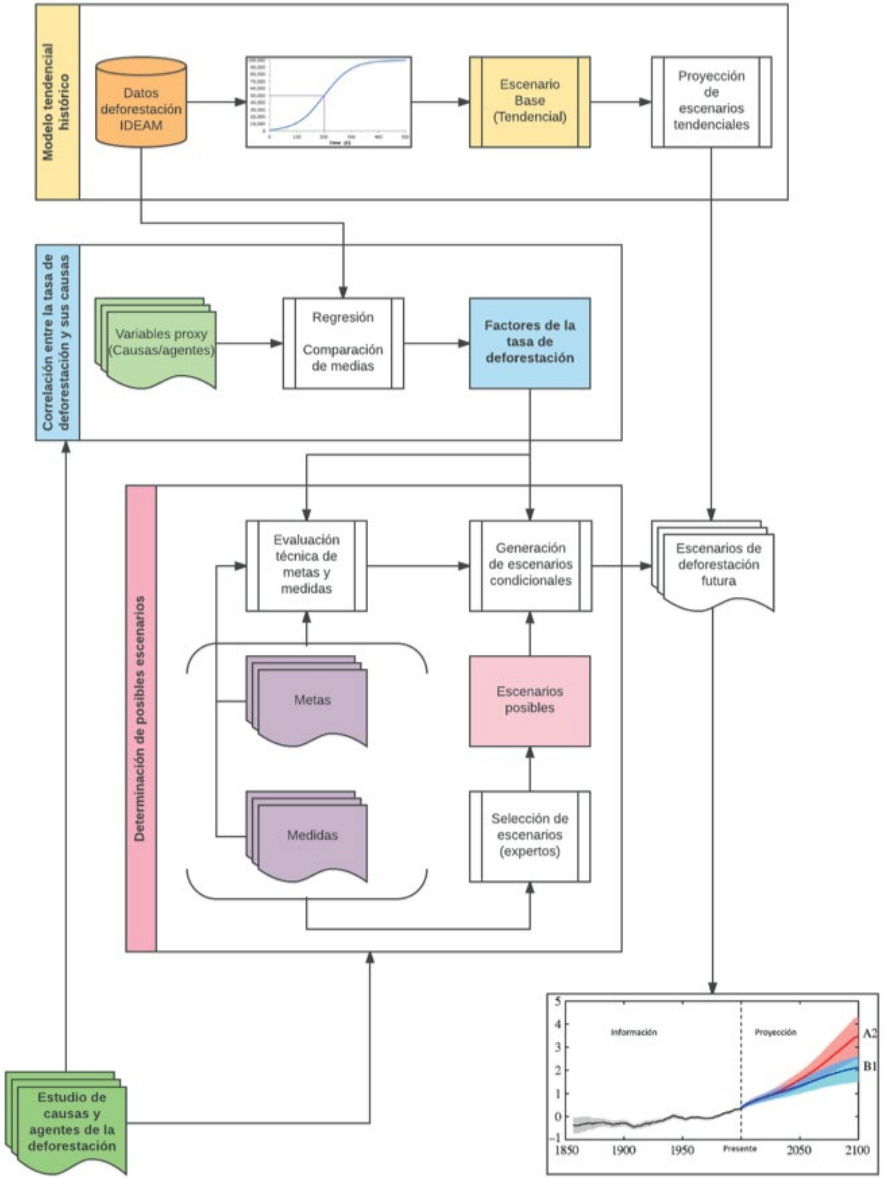


Figura 2. Metodología para la construcción de escenarios de deforestación

3.2 MODELO TENDENCIAL HISTÓRICO

El desarrollo de un modelo tendencial histórico es el primer paso en la construcción de los escenarios de deforestación, pues constituye la base sobre la cual se desarrollan los posibles comportamientos futuros a partir de las variables del modelo. El proceso es teóricamente sencillo, pues se requiere de al menos dos puntos en el tiempo con el fin de proyectar un escenario tendencial; sin embargo, el resultado es altamente dependiente de dos factores: el período de tiempo y el modelo de crecimiento utilizados. La magnitud de las variaciones derivadas de estos dos factores son ilustradas en la **Figura 3** y **Figura 4**; en ambos casos el período de referencia inicial es el año 2000, el cual es pareado con los períodos de referencia posteriores para obtener una línea de tendencia histórica por cada par de períodos evaluados. En la Figura 3 se observan los resultados para cada par de períodos, utilizando una proyección lineal, mientras que la Figura 4 muestra los resultados para los mismos pares de períodos, pero con una proyección geométrica.

Lo primero que se observa, sin importar el modelo elegido, es la gran diferencia entre las proyecciones de acuerdo con los períodos de referencia elegidos; con resultados tan variables como la reducción a cero de la deforestación en menos de 10 años (Figura 3, serie 2000-2013), hasta cuadruplicar la deforestación máxima histórica en un período de 40 años (Figura 4, serie 2000-2005).

EN **RESUMEN**:

Se deben tomar al menos **DOS PUNTOS EN EL TIEMPO**.

El proceso es altamente dependiente **del modelo de cálculo.**

El factor crítico

ES LA SELECCIÓN DEL PERIODO.

Se deben seleccionar los

factores más coherentes con los objetivos del **ANÁLISIS Y CON LA REALIDAD DEL PAÍS.**

Por otra parte, al comparar ambas figuras, se observa que, en los resultados obtenidos mediante el modelo lineal, la tasa de deforestación disminuye con mayor velocidad, llegando rápidamente a cero, mientras que las proyecciones para los mismos períodos con el modelo geométrico, presentan una disminución gradual, cercana, pero sin llegar a cero dentro del período de evaluación (2000-2050); de forma contraria, el modelo geométrico muestra un crecimiento acelerado, en los casos en los que la tasa aumenta, alcanzando valores cercanos al doble de lo estimado con el modelo lineal (Figura 4, serie 2000-2005).

Estas observaciones muestran que, si bien el modelo de crecimiento tiene una alta influencia, el factor crítico para la proyección es la selección de los períodos base para la estimación. Cabe aclarar que todos los datos utilizados son reales y confiables, por lo tanto, las estimaciones son igualmente válidas, y que la selección debe obedecer, además, a aquellos períodos que sean más coherentes con los objetivos del análisis y con la realidad del país.

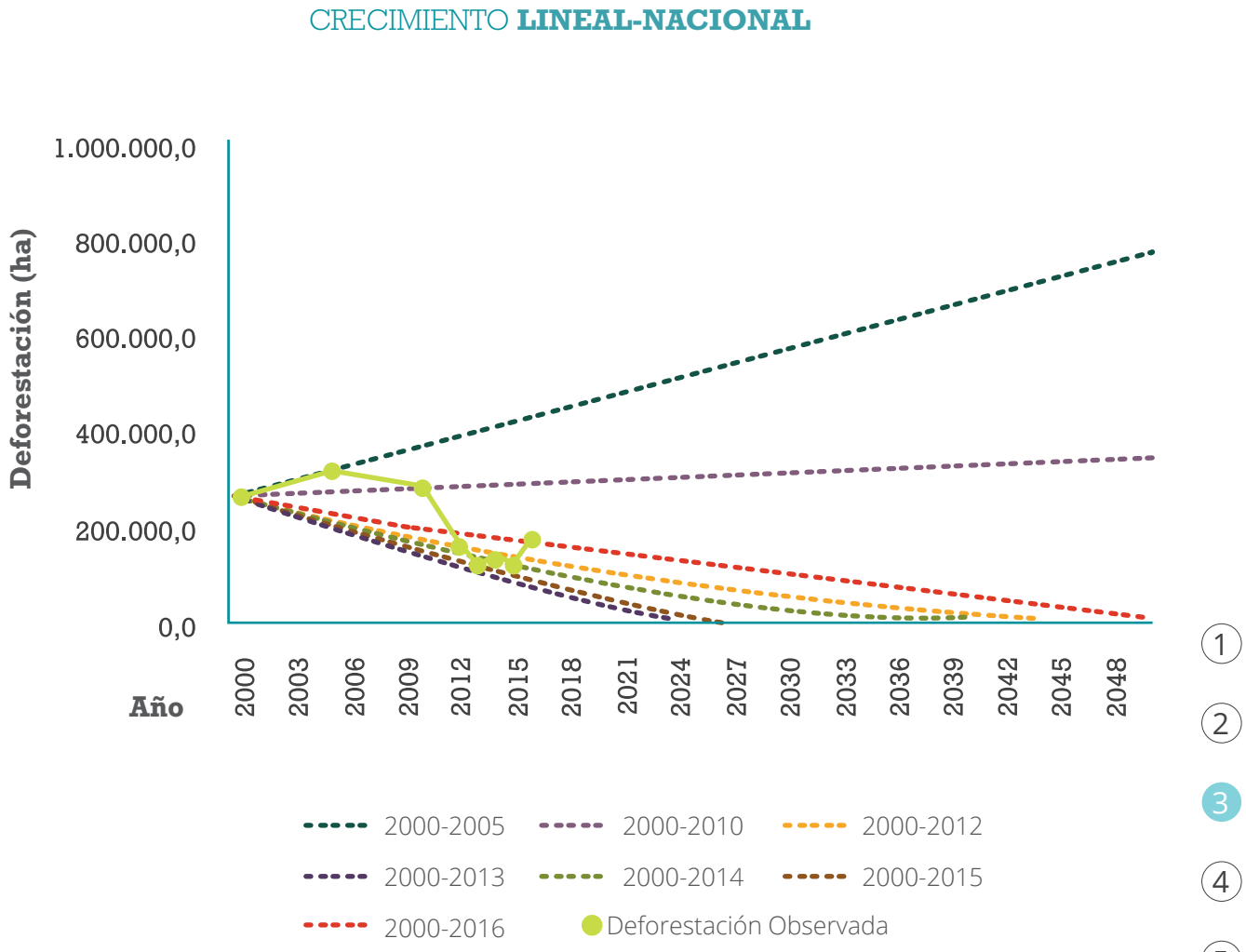


Figura 3. Proyección de la tasa de deforestación con modelo de crecimiento lineal

En este sentido, una proyección construida con el intervalo más largo (2000-2016) o con el promedio histórico multianual, podría resultar más adecuada como escenario base, teniendo en cuenta que los datos observados son variables año a año debido a diferentes factores de orden político, social y económico; por lo tanto, el promedio histórico podría representar una tendencia general con un margen de variación amplio; mientras que las tendencias puntuales podrían ser incorporadas dentro del análisis como escenarios posibles, bajo el supuesto de un comportamiento basado en las circunstancias de ese momento, así por ejemplo, podría incluirse un escenario "pesimista" basado en la mayor tasa de crecimiento histórica, o un escenario de "tendencia reciente" suponiendo que los acontecimientos recientes determinan un punto de quiebre y cambio definitivo de la tendencia histórica.

Adicionalmente, teniendo en cuenta que el bosque es un recurso finito, y que existe un límite para su aprovechamiento, determinado por la presencia de áreas protegidas, así como de restricciones sociales y físicas, se pueden utilizar modelos de crecimiento logístico, que involucren dichos límites y la variación en la tasa de acuerdo con su cercanía a estos.

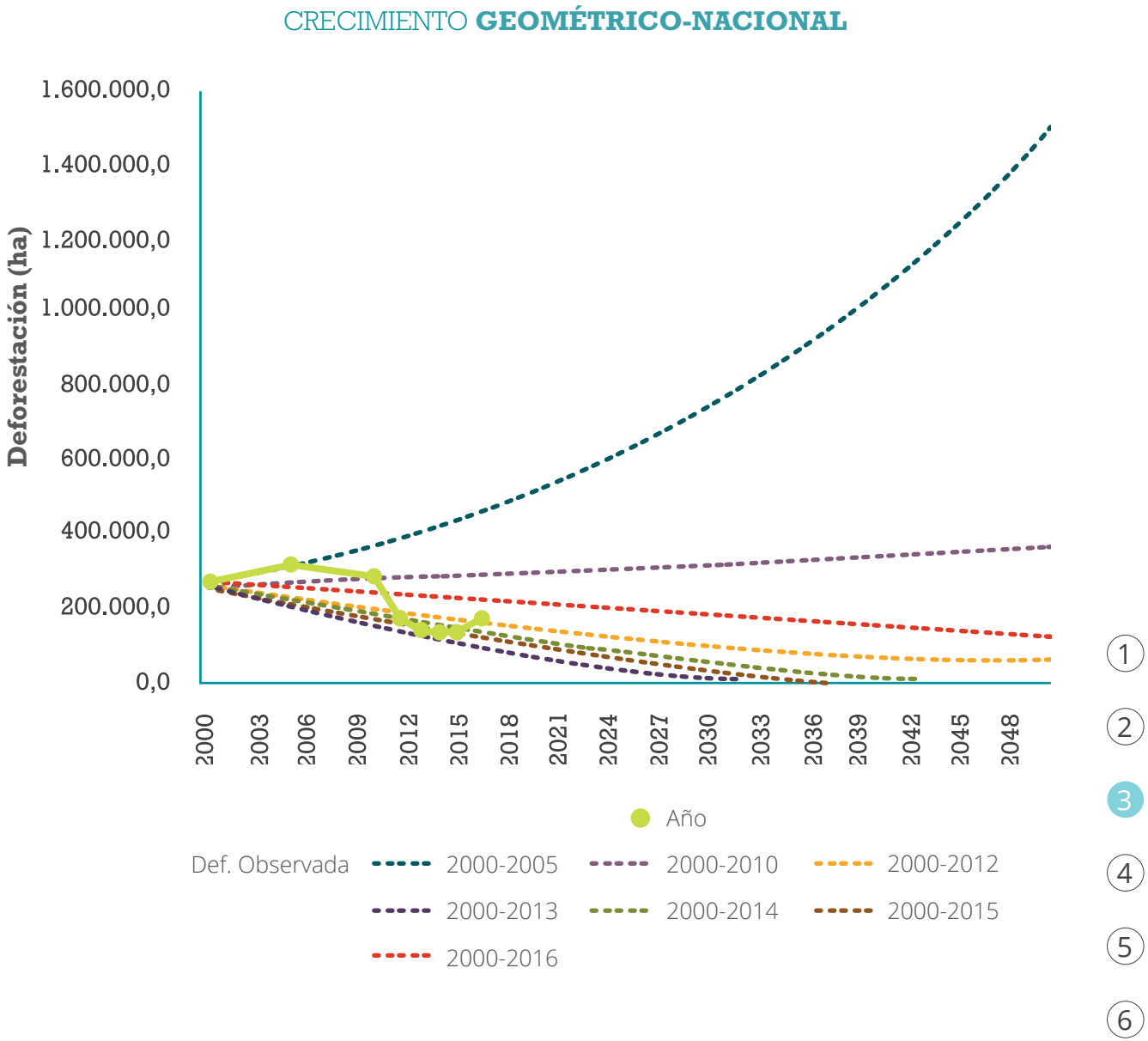


Figura 4. Proyección de la tasa de deforestación con modelo de crecimiento geométrico

En la **Figura 5** se muestra un modelo de crecimiento logístico de la tasa de deforestación a nivel nacional, tomando como base el promedio de todos los datos históricos en el período 2000-2016; se observa una tendencia decreciente de la deforestación, sin llegar a cero en el año 2050, lo cual a pesar de parecer un escenario alentador, significa que podría llegar a perderse la mitad de los bosques remanentes del país en un período de 10 años (ver Figura 6), lo que hace aún más evidente la urgencia de ejecutar acciones de control a la deforestación y gestión de los bosques a pesar de la tendencia histórica decreciente.

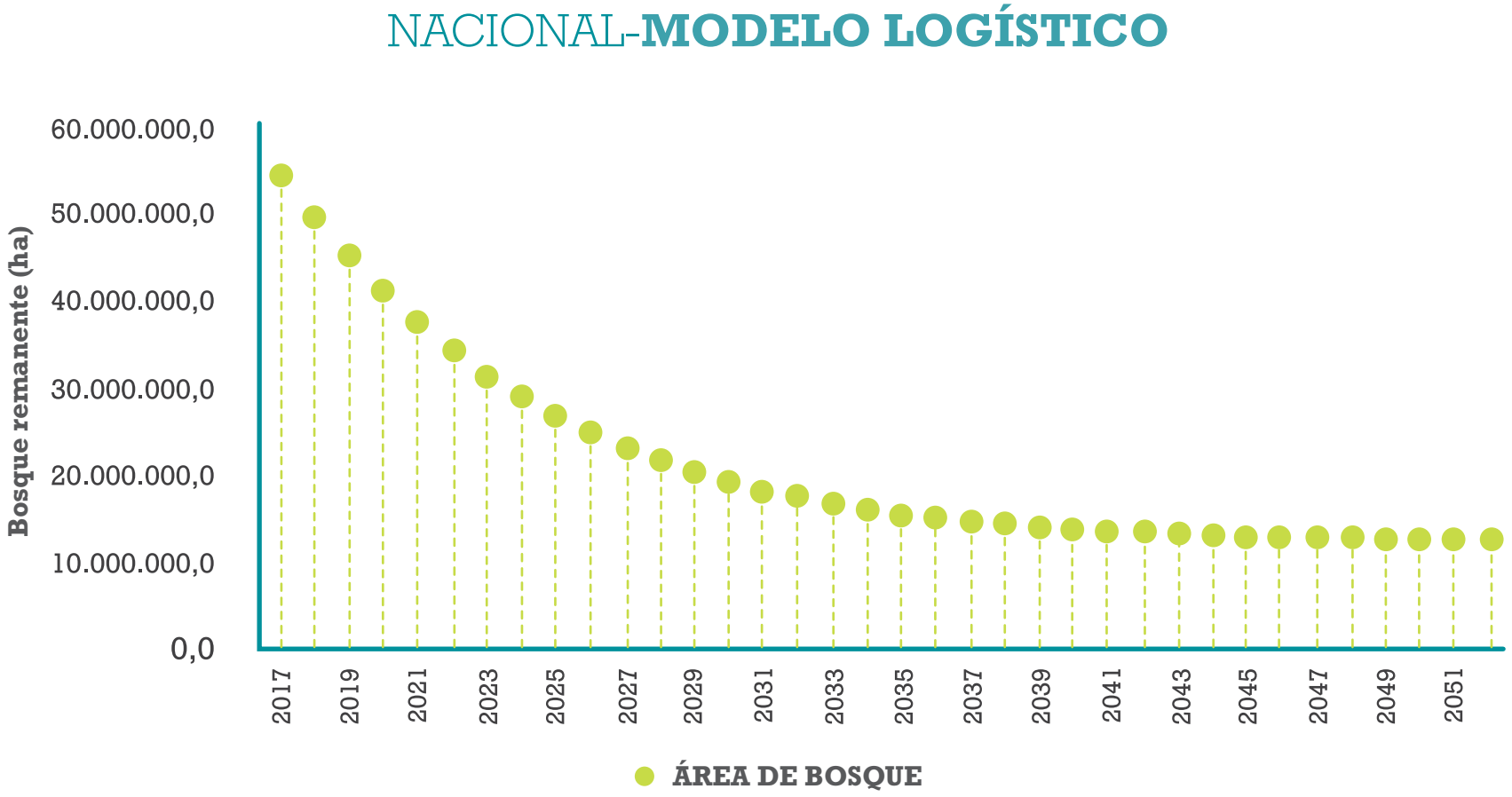
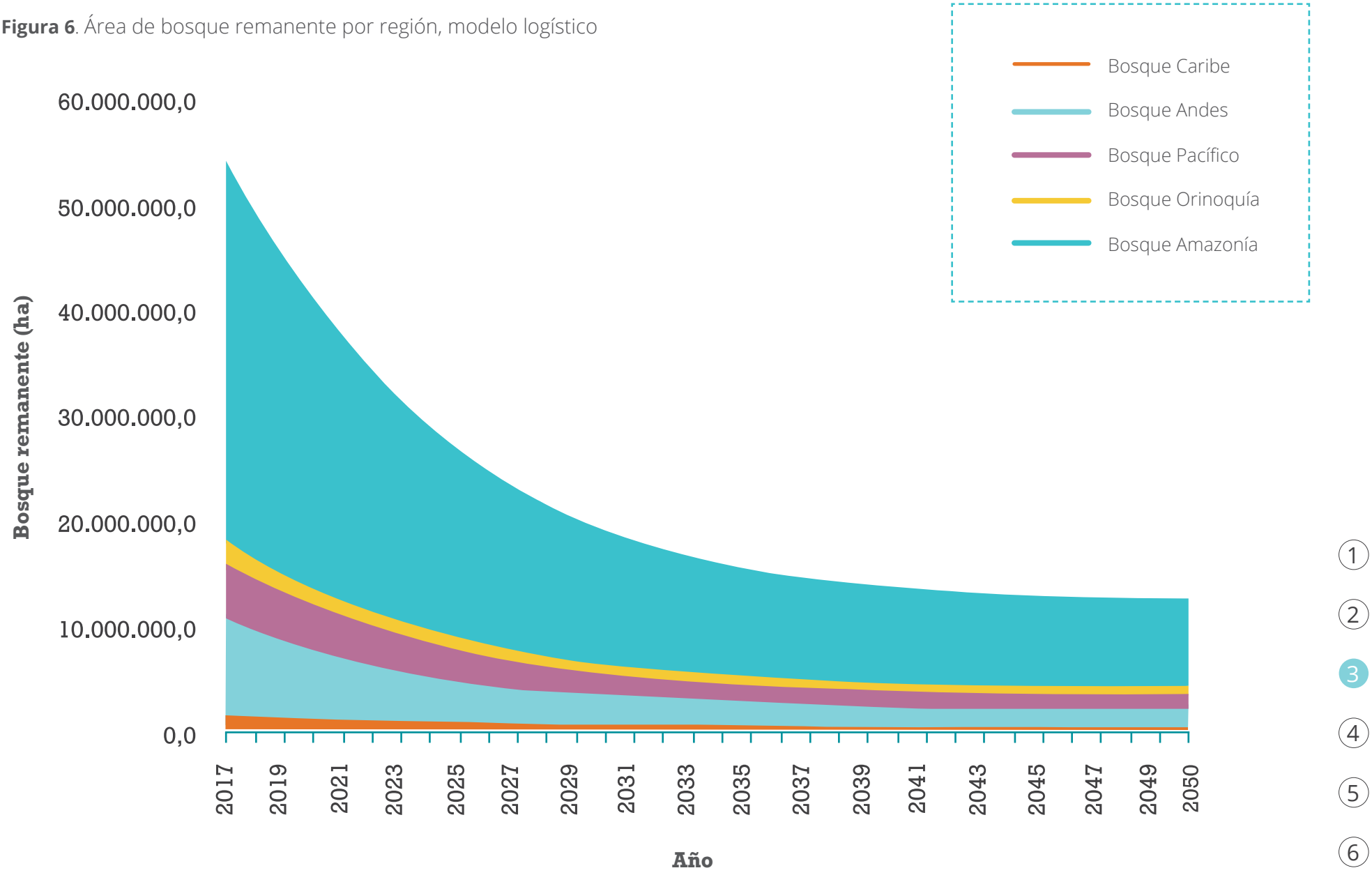


Figura 5. Proyección de la tasa de deforestación con modelo de crecimiento logístico

Figura 6. Área de bosque remanente por región, modelo logístico



Finalmente, el escenario tendencial construido a partir de la tasa de deforestación puede ser transformado en términos de bosque remanente (Figura 6), donde además, se observa la posibilidad de construir un escenario nacional regionalizado a partir de la agrupación de escenarios regionales específicos. Esta aproximación proveería una mejor información para la toma de decisiones; sin embargo, se encuentra sujeta a la disponibilidad de información comprable entre las distintas regiones, y se considera como un paso previo a generación de modelos espacializados. En la Figura 7 se ilustra un resumen del procedimiento para la construcción del escenario base.

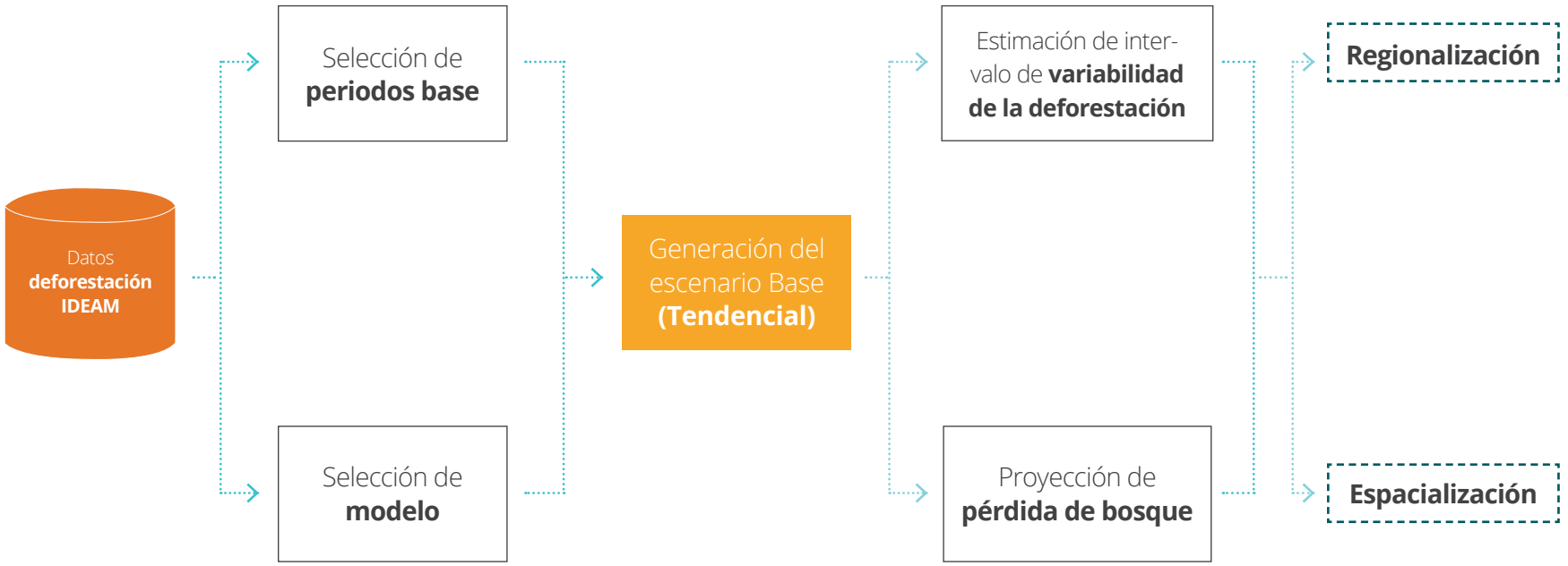


Figura 7. Construcción del escenario tendencial base

Iván Roberto Pérez

3.3 CORRELACIÓN ENTRE LA TASA DE DEFORESTACIÓN Y VARIABLES EXPLICATIVAS

Una vez se ha establecido el escenario base, que podría ser llamado también tendencial, ***Business As Usual*** (BAU) o "todo sigue igual"; es necesario determinar cómo el cambio en cualquiera de las variables explicativas, influye sobre la variable respuesta, que en este caso es la tasa de deforestación. Para ello se construye un modelo de regresión en el cual se evalúa el poder explicativo de cada una de las variables y se obtiene un coeficiente, este coeficiente se utiliza como razón de cambio entre la variable explicativa y la deforestación, y es lo que permitiría realizar modificaciones en la proyección de escenarios. El principio de este análisis es simple; sin embargo, se deben tener en cuenta varias consideraciones para su implementación.

''Para ello se construye un modelo de regresión en el cual se evalúa el poder explicativo de cada una de las variables y se obtiene un coeficiente, este coeficiente se utiliza como razón de cambio entre la variable explicativa y la deforestación''

SELECCIÓN DE VARIABLES

La deforestación es un fenómeno complejo, en el cual intervienen una gran cantidad de variables.Por esta razón, resulta difícil hacer generalizaciones nacionales sobre su comportamiento, siendo necesario el uso de diferentes aproximaciones para su modelación.

Las variables utilizadas en este proceso obedecen, en primer lugar, a modelos conceptuales, para lo cual se ha tomado como base el estudio de caracterización causas y agentes de la deforestación desarrollado por el IDEAM en el marco del programa ONU-REDD (Gonzalez ***et al***, 2017), pues cuenta con un soporte de casos de estudio a nivel nacional. Sin embargo, cabe aclarar que, si bien el ideal sería utilizar las causas subyacentes de la deforestación como variables explicativas, en realidad las variables proxy utilizadas en el modelo pueden responder a estas, así como a causas directas o incluso a agentes de deforestación.

La selección de variables proxy no solo obedece a modelos conceptuales, sino también a un proceso de ensayo y error, pues variables que teóricamente no tengan una relación clara pueden tener mayor poder explicativo; de igual forma el indicador o proxy elegido puede afectar significativamente la variabilidad del modelo, por ejemplo para incluir la causa "crecimiento demográfico", se puede utilizar la tasa neta anual, la densidad poblacional, grupos de edades particulares, la población rural, urbana o total, obteniendo en cada caso correlaciones diferentes.

Adicionalmente, en la selección de estas variables iniciales también se evalúan factores como la disponibilidad de información y cobertura de la misma; así para estudios regionales, bases de datos locales pueden resultar más detalladas y efectivas; no obstante, al no tener un cubrimiento nacional homogéneo (comparable con otras bases locales) no pueden ser utilizadas para modelos generales a nivel país.

María Alejandra Chadid

SELECCIÓN DE UNIDAD DE ANÁLISIS

Sin importar si se trata de un modelo local o nacional, es necesario establecer una unidad de análisis para el cálculo de las variables. Idealmente se recomienda el uso del marco geoestadístico del IDEAM, con el fin de homogenizar la información y obtener datos de densidad comparables; esto no siempre es posible debido a las diferentes escalas de la información, particularmente de tipo socioeconómico; para esta selección también influyen factores como la capacidad de procesamiento, disponibilidad y confiablidad de la información.

Como un ejemplo de lo anterior, el modelo de regresión para el ejercicio base explicativo, fue establecido a partir de información a escala municipal, es decir, que se cuenta con alrededor de 1122 datos para su elaboración; no se discriminaron regiones, departamentos u otro tipo de agrupación, el modelo establecido es de tipo general para todo el país.

EN **RESUMEN**:

UNIDAD DE ANÁLISIS PARA EL CÁLCULO DE LAS VARIABLES

No siempre es posible debido a las diferentes escalas de la información
PARTICULARMENTE DE TIPO SOCIOECONÓMICO

influyen factores como la capacidad de procesamiento
DISPONIBILIDAD Y CONFIABLIDAD DE LA INFORMACIÓN

USO DEL MARCO GEOESTADÍSTICO DEL IDEAM

Con el fin de
HOMOGENIZAR LA INFORMACIÓN

OBTENER DATOS DE DENSIDAD COMPARABLES

1
2
3
4
5
6

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Dentro del desarrollo metodológico se propone inicialmente generar un modelo de correlación a partir del cual se obtengan índices de correlación, de tal forma que puedan establecerse relaciones que respondan a preguntas como ¿Cuánto aumenta la deforestación con relación a la densidad de ganado bovino?

Para ejemplificar este caso, a continuación, se describe un ejercicio base nacional, tomando como unidad de análisis el municipio, y como variables explicativas la distancia a vías de la base IGAC a escala 1:100.000, la cantidad de ganado bovino reportada por Fedegán-FNG y la proyección de población total calculada a partir del censo DANE 2005. Dicho ejercicio modelo se resume en la Tabla 1. En esta se observa que, si bien las variables tienen capacidad explicativa, gran parte de la deforestación obedece a razones no incluidas en el modelo; esto puede deberse bien sea a se requiere la inclusión de un mayor número de variables o a la inercia misma del fenómeno de deforestación (aleatoriedad de los datos).

Se resalta que el error estándar del intercepto es alto en comparación con el estimador, lo que indica una alta variabilidad del modelo, por lo cual, para este caso, se considera como un modelo preliminar (de prueba) que no se encuentra ajustado y, por lo tanto, no puede ser utilizado en la construcción de escenarios

Tabla 1. Modelo preliminar de regresión

Variable	Estimador del parámetro	Error estándar
Intercepto	-42,42	28,2
Distancia a vías	0,22	0,02572
Ganadería	0,002	0,00054248
Población	-0,000278	0,00354

En este caso, que resulta bastante común, se propone desarrollar una metodología alternativa utilizando datos categóricos, en la cual se realiza una comparación de las distribuciones, con el fin de establecer si existen diferencias estadísticamente significativas entre los rangos de una variable en particular, para después, si existen tales diferencias, comparar el valor medio de cada grupo y establecer proporciones entre las tasas de deforestación.

De tal forma que se responda a preguntas como **¿qué tanto cambia la deforestación en zonas con alta concentración de ganado bovino vs zonas con baja concentración?**

Desarrollando un poco más el último caso, tomamos como ejemplo la variable "cantidad total de ganado bovino por municipio" **con valores simulados**, con lo cual se establecen los rangos "alta" y "baja" ganadería, con los que se construyen dos grupos de municipios. Mediante diferentes pruebas estadísticas se compara la distribución de la tasa de deforestación, obteniendo como resultado la **Tabla 2**. Dado que SÍ existe una diferencia estadísticamente significativa, se comparan las medias de los dos grupos, con lo que sería posible afirmar que, en promedio, los municipios de alta ganadería tienen 2,4 veces mayor deforestación que los municipios de baja ganadería. Estas proporciones son las que se utilizarían para la construcción de escenarios, modificando las áreas (crecimiento de las zonas de alta ganadería) o variando la proporción (tecnificación de la producción en zonas de alta ganadería).

Tabla 2. Comparación de distribuciones de ganadería

Prueba	Baja ganadería	Alta ganadería
Media	-0,667329	-1,60024
Intervalo de confianza	+/-0,052881 [-0,72021, -0,614448]	+/-0,0414599 [-1,6417, -1,55878]
Medianas (Wilcoxon)	W = 1,96784E8 valor-P = 0	
Kolmogorov-Smirnov	DN estimado = 0,510009 K-S bilateral = 42,536 Valor P aproximado = 0	

Esta aproximación es una simplificación, y es altamente dependiente de la forma como se establezcan las categorías. Ejercicios más complejos podrían establecer un mayor número de categorías dentro de una variable e incluso incluir combinaciones de variables con grupos como "alta ganadería cercana a vías", "ganadería media en zona despoblada", entre otros. El proceso completo de análisis de correlación se sintetiza en la **Figura 8**.

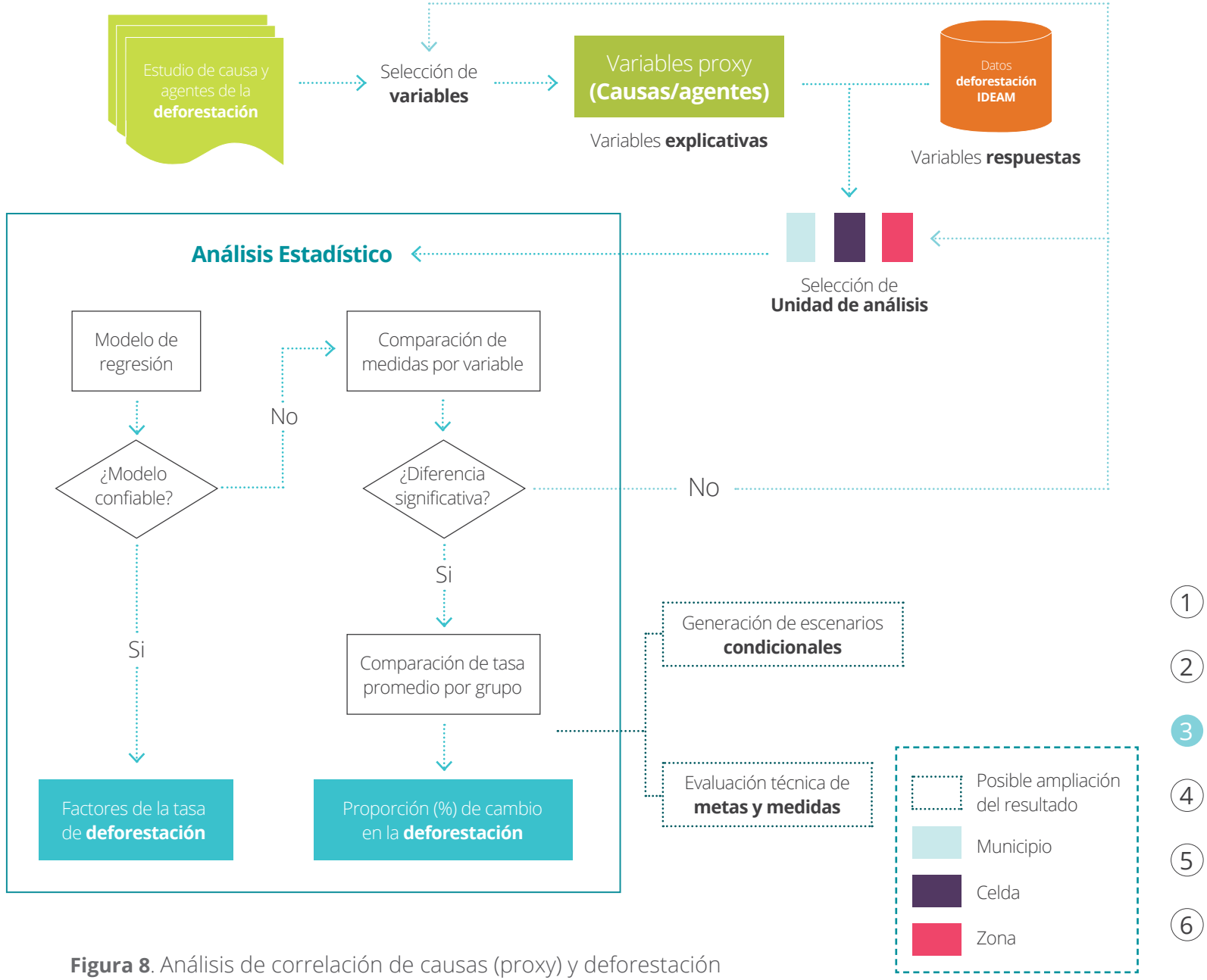


Figura 8. Análisis de correlación de causas (proxy) y deforestación

3.4 DETERMINACIÓN DE POSIBLES ESCENARIOS

Como parte del ejercicio de escenarios de deforestación es necesario establecer aquellos posibles cambios, decisiones o variables que puedan influir en el establecimiento de un posible futuro en particular; para ello se propone desarrollar un ejercicio con expertos en el que se construyan diferentes escenarios posibles, a partir de cambios hipotéticos en las causas de deforestación directas y subyacentes, así como la aplicación o no de medidas de manejo.

Como ejercicio modelo se generó una mesa de trabajo con expertos de diferentes sectores: IDEAM, MADS, otros ministerios y agencias de gobierno (especialmente los relacionados con la inversión y ejecución de acciones para el posconflicto), otras entidades SINA, Organizaciones No Gubernamentales, programas de cooperación internacional, sector productivo y Academia, entre otros. El ejercicio fue diseñado como un taller de prospectiva sintético, que pretende ser replicado en el marco de diferentes eventos, con una duración aproximada de tres horas. El proceso de determinación de escenarios por expertos se resume en la **Figura 9.**

''El ejercicio fue diseñado como un taller de prospectiva sintético, que pretende ser replicado en el marco de diferentes eventos, con una duración aproximada de tres horas''

Se tiene como objetivo construir un conjunto de escenarios posibles de transformación del bosque, de acuerdo con las causas relevantes, las medidas prioritarias a implementar y las metas nacionales existentes. El ejercicio consta de tres grandes momentos:

1. Introducción, presentación de objetivos e ilustración de avances metodológicos.
2. Construcción conjunta de escenarios tendencial, optimista y pesimista a partir de los datos históricos de deforestación y posibles variables (causas directas y subyacentes, posibles medidas clave a implementar, metas clave).
3. Ejemplo de aplicación de escenarios en la evaluación de la efectividad de medidas y metas. Reflexión final y pasos a seguir.

María Alejandra Chadid

El segundo momento es el núcleo del ejercicio, en el cual se construye conjuntamente la proyección del comportamiento de la deforestación futura (en diferentes períodos) según la tendencia histórica extensa (disminución de la deforestación) y la reciente (aumento de la deforestación), calculada a partir de los datos del Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono.

Para su aplicación se diseñó el formato presentado en **la Figura 10**, en el que inicialmente se dibuja una tendencia gráfica de comportamiento de la deforestación para cada período, es decir, si la deforestación aumenta, disminuye o se estabiliza en cada década. Una vez establecidas estas tendencias se deben explicar las causas de las mismas, exponiendo si, por ejemplo, el aumento de presencia del estado en zonas remotas, generaría un incremento o no de la deforestación.

ES **RESUMEN:**

Una vez establecidas estas tendencias se deben explicar
las causas de las mismas

Por ejemplo

Aumento de presencia del Estado en
zonas remotas

Generaría un

incremento o no de la
deforestación

Al final de este ejercicio se obtiene la definición (denominación) de los escenarios a incluir en el modelo prospectivo y las variables a priorizar mediante consenso.

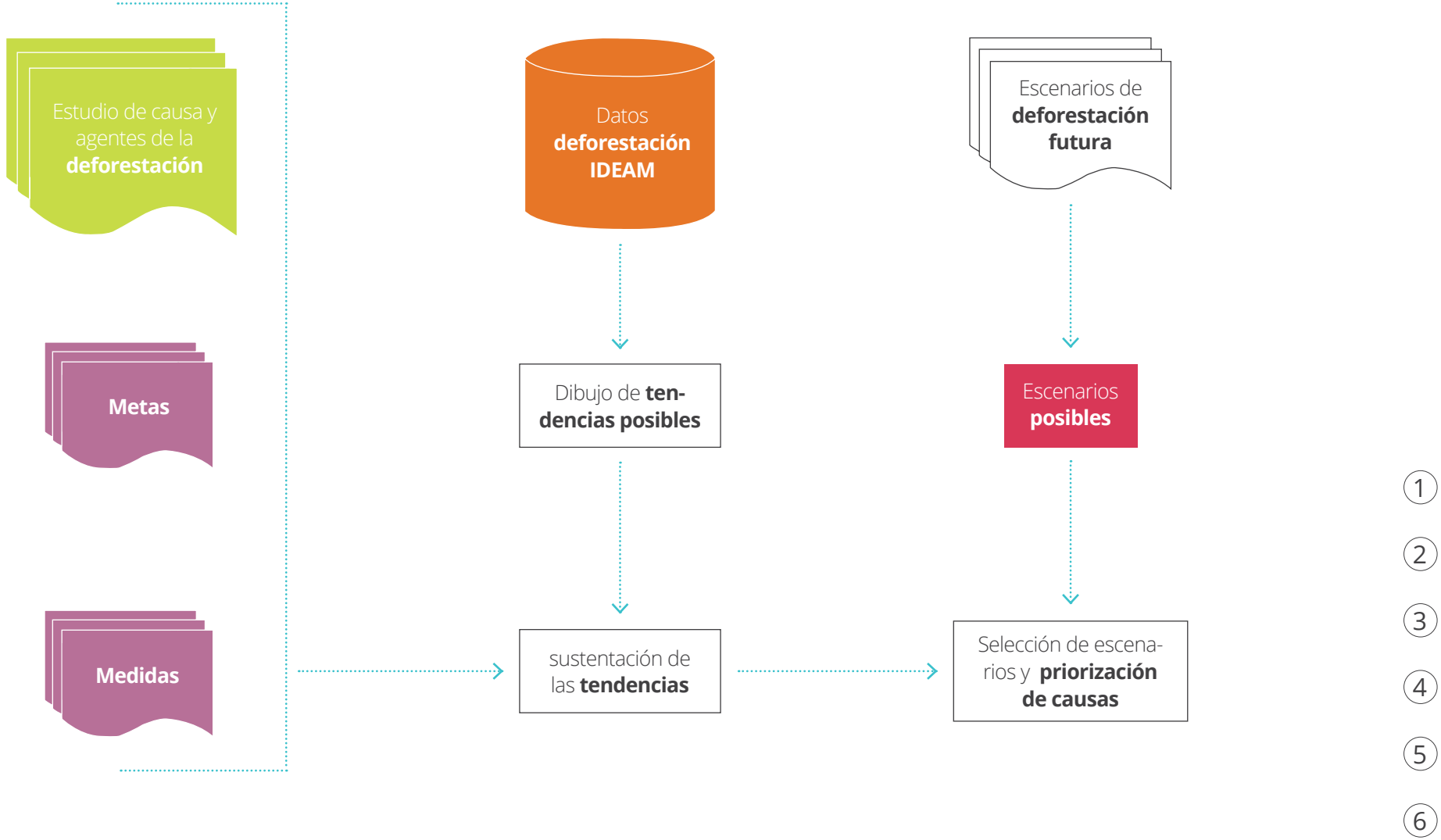


Figura 9. Procedimiento para determinación de escenarios por expertos

POSIBLES ESCENARIOS DE **DEFORESTACIÓN EN COLOMBIA**

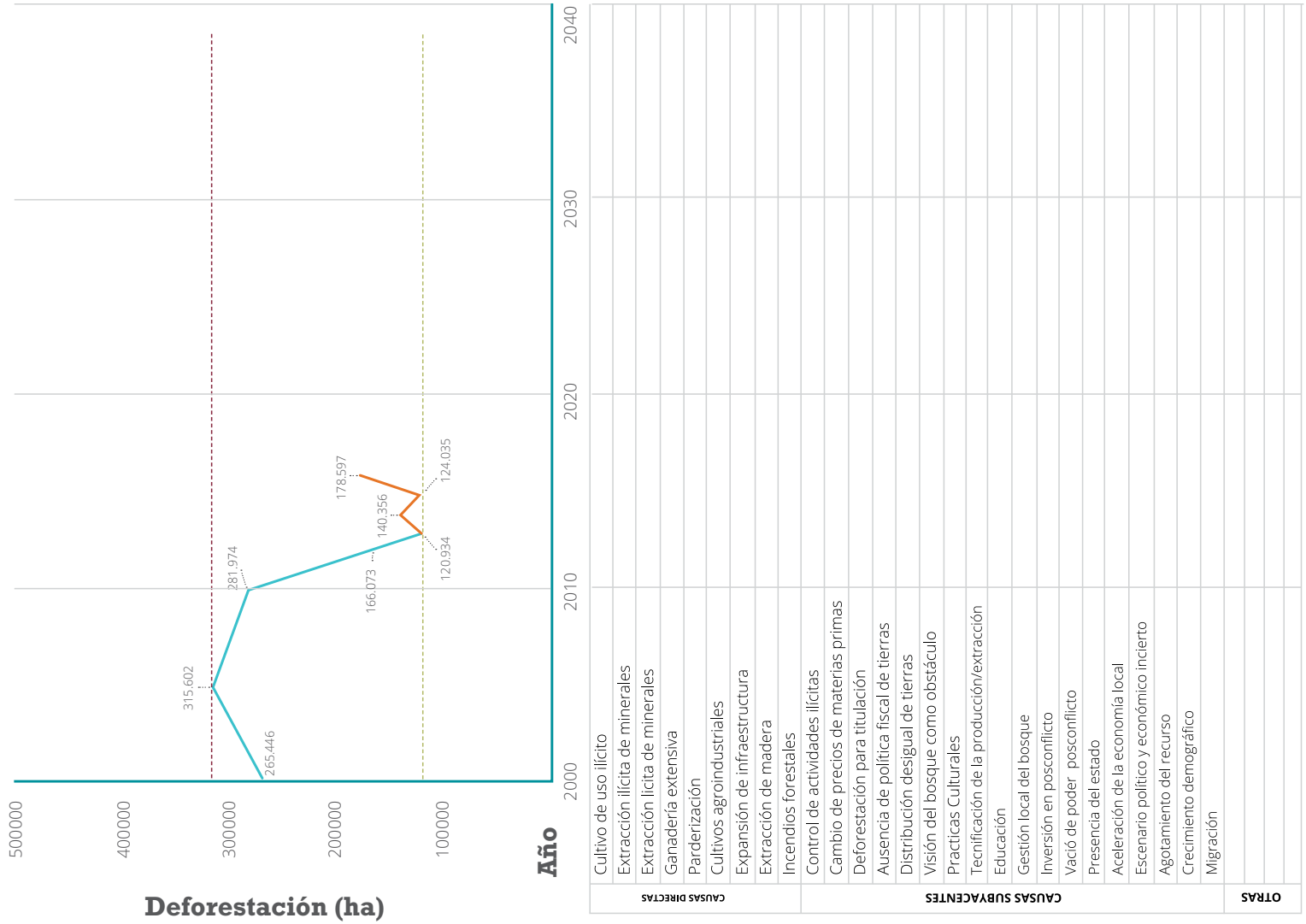
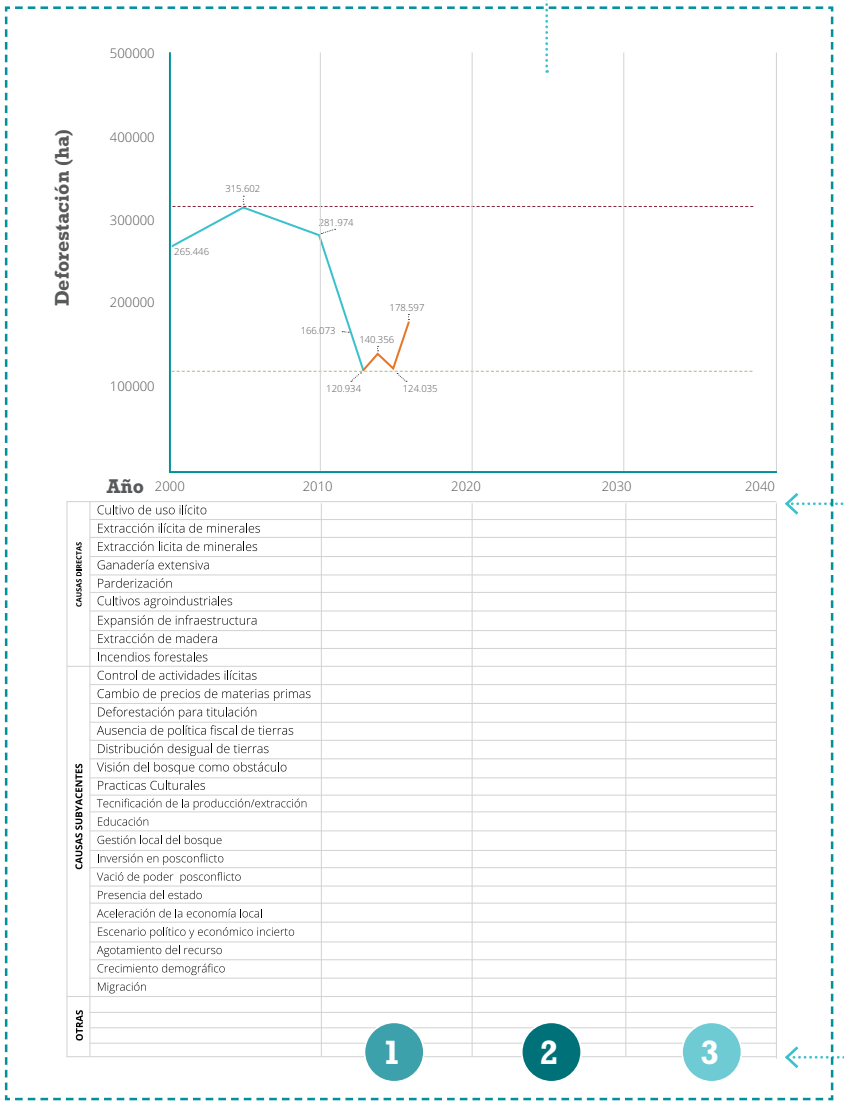


Figura 10. Formato para la definición de escenarios de deforestación

1
2
3
4
5
6

FORMA **DE USO**



1. Se dibuja si la deforestación sube y baja o se mantiene igual

2. El análisis se hace por decadas

- 1 Década
- 2 Década
- 3 Década

3. Se señala las causas que producen los cambios que suben, bajas o mantienen estables los factores de deforestación

1
2
3
4
5
6

4

CONTEXTO DE APLICACIÓN DE ESCENARIOS EN LA TOMA DE DECISIONES

De acuerdo con el diseño metodológico propuesto, el ejercicio prospectivo por escenarios desarrollado puede basarse en dos objetivos de análisis:

1. Conocer el comportamiento futuro de la deforestación bajo posibles alternativas de desarrollo (causas de deforestación, medidas a implementar, entre otras variables).

2. Aproximarse a las condiciones de desarrollo que se deben cumplir para alcanzar las metas relacionadas con el control de la deforestación y/o la gestión del recurso forestal.

Estos objetivos responden a **3 contextos o casos de aplicación:**

EVALUACIÓN
de la eficiencia de medidas de manejo

DISEÑO DE METAS
basado en su efecto

AJUSTE DE LA LÍNEA BASE
por cambio en las circunstancias nacionales

Lo anterior se explica brevemente al principio de este documento en la Figura 1. Con el fin de ilustrar de forma clara y sencilla cada uno de estos casos, a continuación, se desarrollan algunos ejemplos para estos contextos con base en análisis exploratorios del Equipo de Modelación de la Deforestación y Niveles de referencia (EMNR) del IDEAM y avances preliminares de la Estrategia Integral de Control Integral de la Deforestación y Gestión de los Bosques (EICDGB) coordinada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

4.1 DISEÑO DE METAS BASADO EN SU EFECTO (COSTO-BENEFICIO)

El primer caso a desarrollar es el diseño de metas y la evaluación de metas, las cuales se encuentran muy relacionadas con el alcance de las medidas de manejo propuestas; en la **Tabla 4** se incluyen metas clave para algunas de las medidas propuestas por la EICDGB como referencia para el desarrollo de escenarios basados en metas y como base del ejemplo que se plantea a continuación.

Tabla 3. Metas clave para algunas medidas seleccionadas

MEDIDA (VARIABLE) RELEVANTE	METAS CLAVE
CRECIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL SOBRE ÁREAS DE BOSQUE	+ Deforestación neta cero en Amazonía a 2020 + Deforestación cero en Colombia a 2030 + PMTI 2030: 12.681 km red básica, 6.880 km redes de integración, 5.065 km red fluvial + Creación e implementación de Plan Nacional de Vías Terciarias (Acuerdo de Paz con las FARC) + 142.284 km de red terciaria inventariados y espacializados a 2019 (Conpes 3857/2016 - red terciaria) + 4.896 km de vías terciarias intervenidas en los municipios piloto de Nariño y Putumayo a 2018 (Conpes 3857/2016 - red terciaria)

MEDIDA (VARIABLE) RELEVANTE	METAS CLAVE
CIERRE DE LA FRONTERA AGROPECUARIA	+ Deforestación neta cero en Amazonía a 2020 + Deforestación cero en Colombia a 2030 + Actualización catastral de al menos 130.000 propiedades rurales adicionales a nivel nacional (2018) (Declaración Conjunta) + Formalizar y/o regularizar la tenencia de la tierra en al menos 26.000 propiedades adicionales destinados al desarrollo rural a nivel nacional (2018) (Declaración Conjunta) + Zonificación estratégica de al menos 750.000 hectáreas para el desarrollo agrícola en la región de la Orinoquía de Colombia, a una escala semi-detallada (1:25.000) (2018) (Declaración Conjunta) + Aumentar la capacidad de carga en el sector ganadero de 0,58 en 2013 a 0,8 en 2018 (inventario bovino/hectárea de tierra con fines ganaderos) (Declaración Conjunta) + Plan de zonificación ambiental para delimitar la frontera agropecuaria (2018) (Acuerdo de Paz con las FARC) + Un millón de ha sembradas adicionales a 2018, sobre la línea base de 2014 (Colombia Siembra) + NAMA ganadería bovina (metas a 2031): 1.250.000 ha en SSP; 370.000 ha en SSPi; 4.000.000 ha en otros usos; 2.000.000 ha en procesos de conservación/restauración; 2.200.000 ha con manejo eficiente del sistema productivo

MEDIDA (VARIABLE) RELEVANTE	METAS CLAVE
CREACIÓN / AMPLIACIÓN DE ÁREAS PROTEGIDAS	+ Deforestación neta cero en Amazonía a 2020 + Deforestación cero en Colombia a 2030 + Hectáreas de áreas protegidas declaradas en el SINAP: 17.413.908 a 2018, sobre línea base de 2014 correspondiente a 16.913.908 ha (PND 2014-2018) + Declarar al menos 2,5 millones de hectáreas de áreas protegidas adicionales para la preservación in situ en todo el territorio colombiano (2018) (Declaración Conjunta) + Establecer estrategias de "ocupación, uso y tenencia" para ocho áreas protegidas claves en Colombia (2018) (Declaración Conjunta)
CREACIÓN / AMPLIACIÓN DE TERRITORIOS COLECTIVOS (RESGUARDOS, COMUNIDADES NEGRAS, ZRC)	+ Deforestación neta cero en Amazonía a 2020 + Deforestación cero en Colombia a 2030 + Se incluirá a los pueblos étnicos como beneficiarios de las diferentes medidas acordadas de acceso a tierras sin detrimento de los derechos adquiridos (Acuerdo de Paz con las FARC)

MEDIDA (VARIABLE) RELEVANTE	METAS CLAVE
CREACIÓN / AMPLIACIÓN DE TERRITORIOS COLECTIVOS (RESGUARDOS, COMUNIDADES NEGRAS, ZRC)	+ El Gobierno Nacional formalizará 7 millones de hectáreas de pequeña y mediana propiedad rural, priorizando áreas como las relacionadas con los Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET), Zonas de Reserva Campesina, y otras que el Gobierno defina (Acuerdo de Paz con las FARC) + Las sustracciones de las Zonas de Reserva Forestal a las que se refiere este Acuerdo, priorizarán el acceso a la tierra para campesinos y campesinas sin tierra o con tierra insuficiente, a través de diferentes formas de organización o asociación, incluidas las Zonas de Reserva Campesina (Acuerdo de Paz con las FARC) + El Gobierno Nacional brindará apoyo a los planes de desarrollo de las ZRC constituidas y de las que se constituyan, en respuesta a las iniciativas de las comunidades y organizaciones agrarias que éstas consideren representativas, de manera que cumplan con el propósito de promover la economía campesina, contribuir al cierre de la frontera agrícola, aportar a la producción de alimentos y a la protección de las Zonas de Reserva Forestal (Acuerdo de Paz con las FARC) + Fortalecer la gobernanza de los pueblos indígenas en sus territorios a través del diseño de un programa para apoyar la formulación de instrumentos para el ordenamiento ambiental de sus territorios, en el marco del sistema de conocimiento tradicional indígena y de los planes de vida (2017) (Declaración Conjunta)

EJEMPLO DEL USO DEL ESCENARIO **PARA EL DISEÑO DE MEDIDAS**

Una vez se han definido los tipos de escenarios a utilizar, y basados en los resultados de las proyecciones de las variables relacionadas con las metas, se seleccionan las medidas y metas definitivas a incluir en el modelo. Como caso ejemplo se ha seleccionado la meta de aumento de las áreas protegidas en 2,5 Millones de hectáreas descrita en la declaración conjunta de interés.

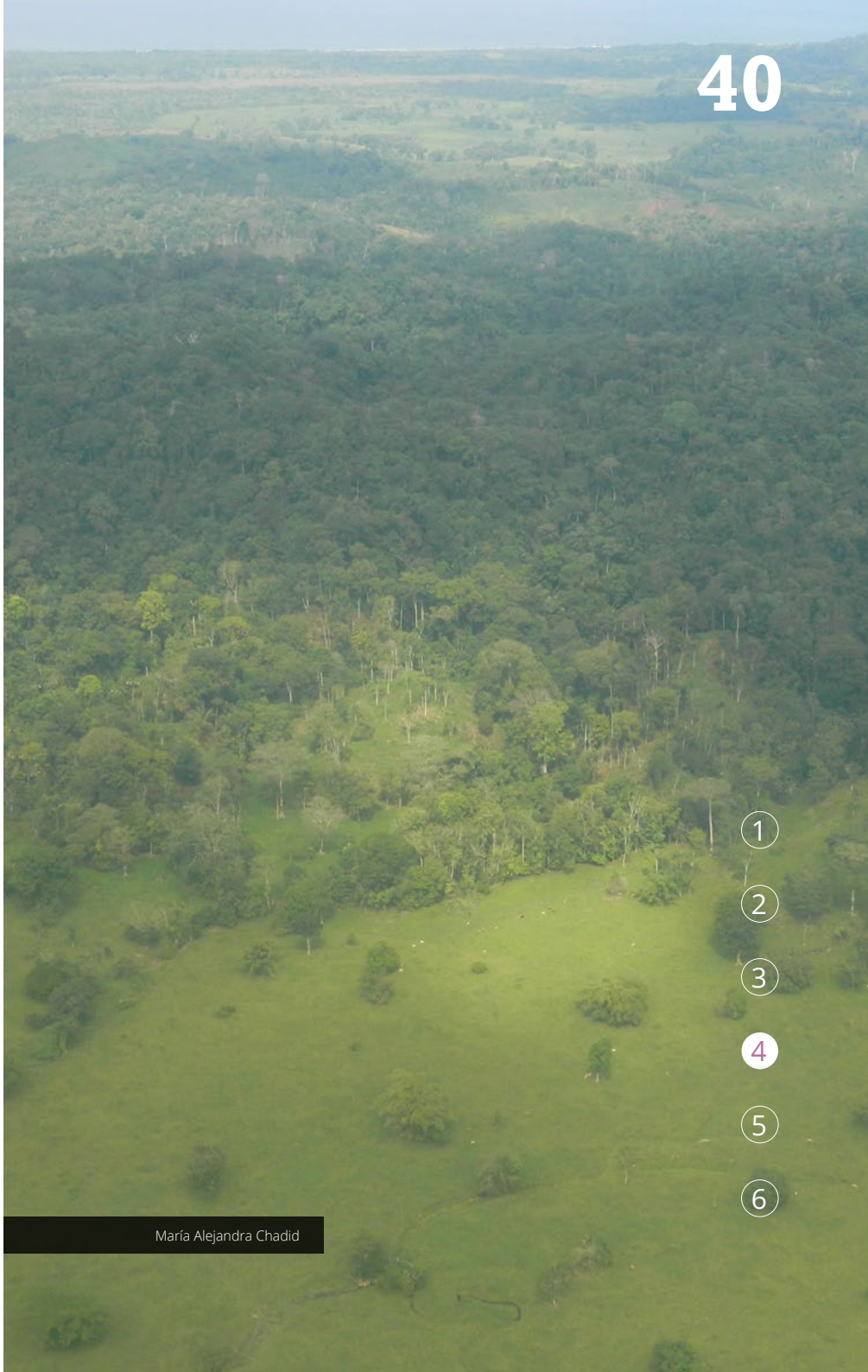
Para la estimación de este escenario, se realizó un análisis a nivel municipal, tomando como únicas áreas protegidas en el ejemplo a los Parques Nacionales Naturales (PNN).

1

Se estimaron las áreas de PNN dentro de cada municipio, así como el área desforestada dentro y fuera de parque para cada municipio, en proporción a las áreas, es decir que se calculó el área deforestada por hectárea de PNN o de No PNN en cada municipio

2

Posteriormente se realizó una comparación de las distribuciones, al encontrar diferencias significativas, se utilizaron los valores promedio como referente, encontrando que, en promedio, la tasa de deforestación anual neta es entre 1,7 y 2,6 veces mayor por fuera de los PNN, con un valor medio de 1,99. Estas proporciones se toman como referencia junto con el área base total de PNN y No PNN para el cálculo del escenario.



María Alejandra Chadid

Dado que el país tiene unos límites finitos, es decir, constantes; al aumentar el área de PNN debe reducirse en igual cantidad el área de No PNN. Se recalculan las nuevas áreas, de acuerdo con la meta de aumento PNN y se aplican las tasas de deforestación de manera proporcional a las nuevas áreas de PNN y No PNN. El ejercicio inicial se construye con los datos históricos, multiplicando la tasa anual de PNN y No PNN por sus respectivas áreas recalculadas.

Como resultado se obtiene la Figura 11, en la cual se observa que la reducción máxima de la deforestación sería del 1,2% con relación al escenario histórico original. Esto se debe a que la proporción de parques es menor y el aumento de su área no resulta significativa en términos de deforestación, como si lo puede ser en términos de conservación y servicios ecosistémicos.

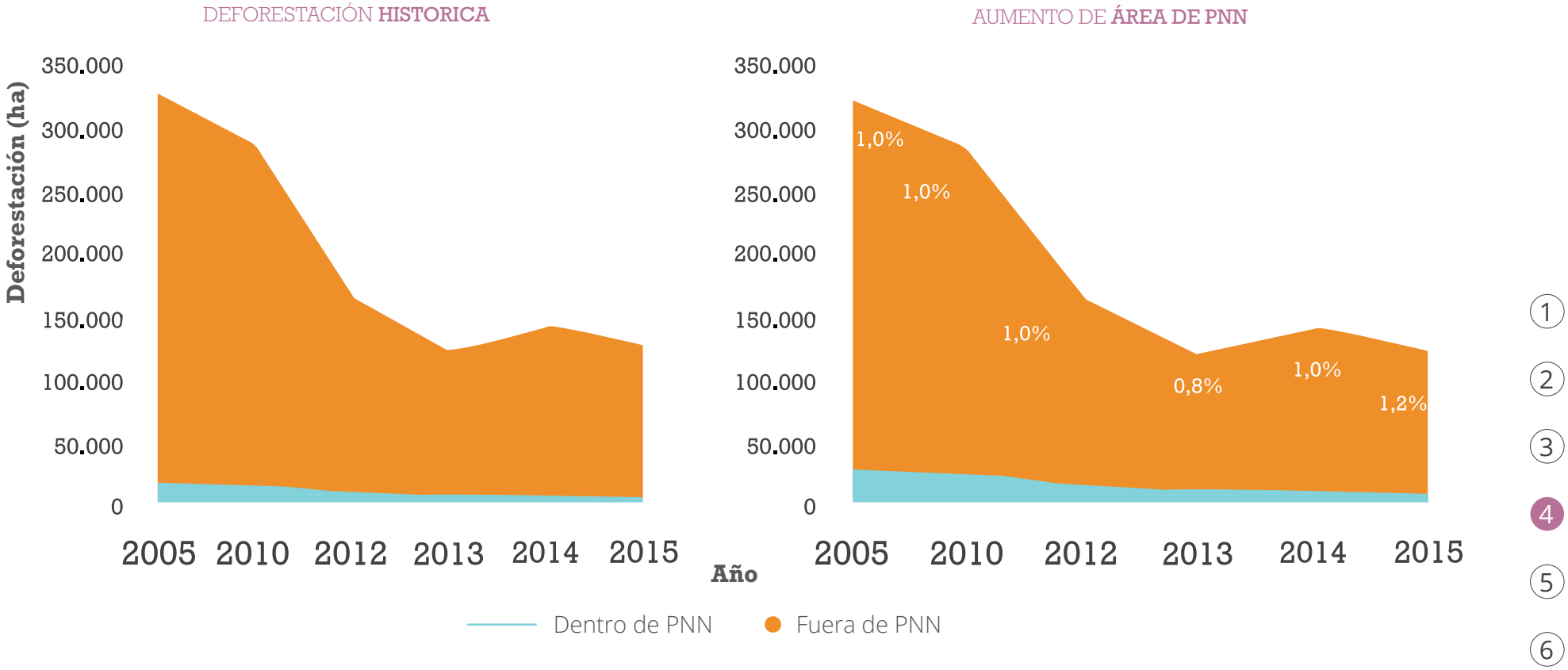


Figura 11. Reducción neta de la deforestación al alcanzar la meta de ampliación de áreas protegidas

Con base en el escenario histórico, se realiza una proyección de estas tendencias mediante un modelo de crecimiento logístico, construyendo así un escenario futuro de cumplimiento de la meta (Figura 12), con un horizonte temporal de modelación al año 2040. Al analizar los resultados se encuentra que, al final de la proyección, a pesar que las tasas finales no son visiblemente diferentes (ver Figura 12, detalle), acumulativamente se consigue evitar la pérdida de 331.415 ha de bosque, correspondientes a un 2,3% en comparación con el escenario original sin aumento del área de PNN.

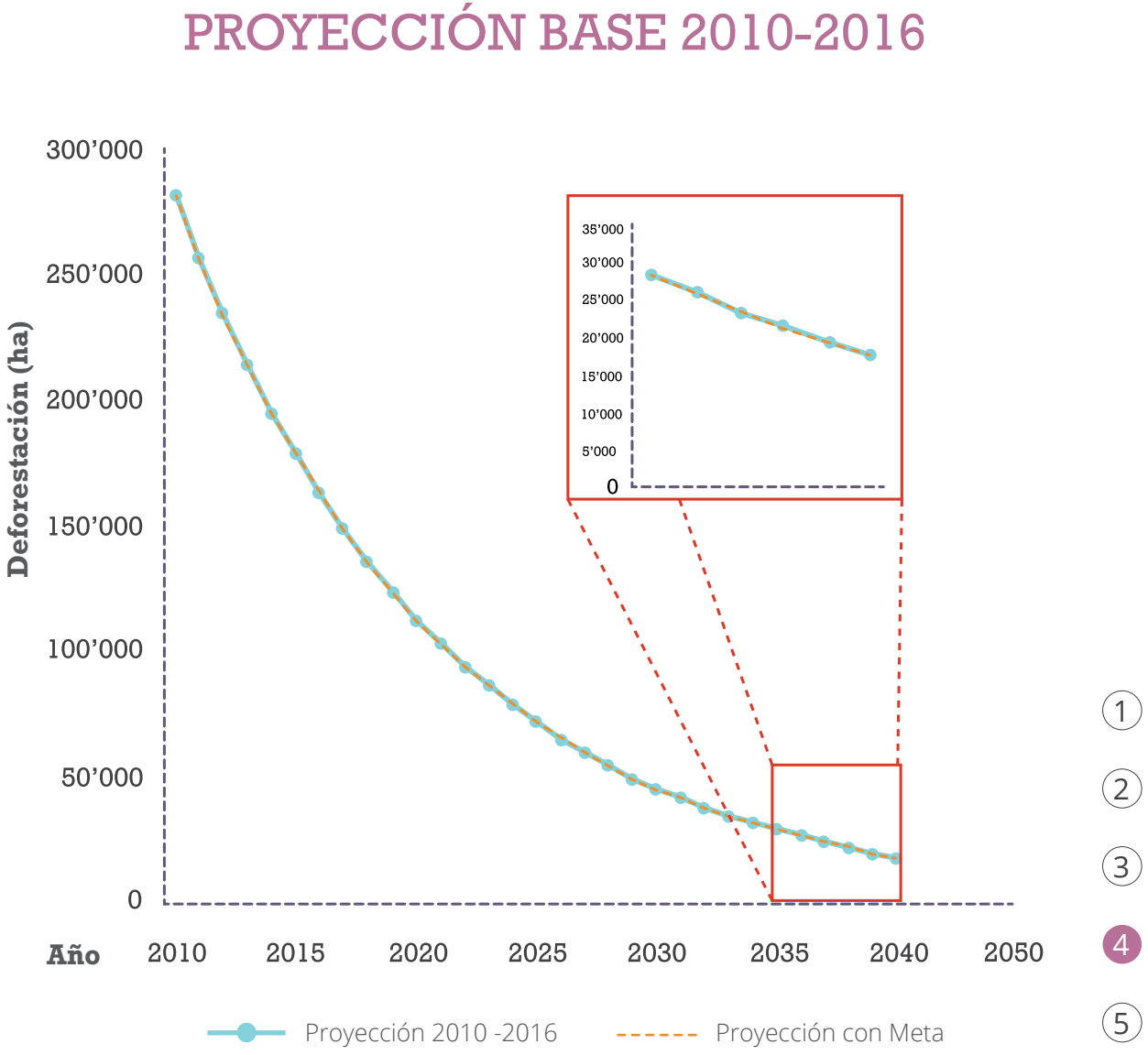


Figura 12. Proyección de la reducción de la deforestación por ampliación de áreas protegidas

1 2 3 4 5 6

Con el fin de ajustar la meta a un escenario de mayor efectividad, se genera un escenario futuro de en el que se triplica el área de parques a partir del año 2018 (Figura 13), obteniendo resultados similares, con una reducción acumulada de la deforestación de 352.058 ha de bosque al año 2040. Lo cual indica que esta meta y su correspondiente medida no resulta efectiva en términos de reducción de la deforestación y debe ser evaluada a la luz de sus costos de implementación.

Por otra parte, cabe resaltar que, si bien el resultado al tiempo final de proyección no es tan efectivo como se esperaba, sí existe un efecto del momento de implementación, pues se observa una mayor disminución en un momento temprano (Figura 13, círculo rojo), lo cual sugiere que se debe incluir la oportunidad de implementación como una variable en el cálculo de los escenarios. Igualmente, la localización particular de las áreas protegidas podría incrementar significativamente su efectividad si se ubican en zonas que afecten un núcleo de alta deforestación.

Adicionalmente resulta importante aclarar que, a pesar que esta meta no responde al objetivo de reducción de la deforestación, si lo hace para la gestión integral de los bosques, la cual, hasta el momento, no puede ser integrada en los modelos propuestos.

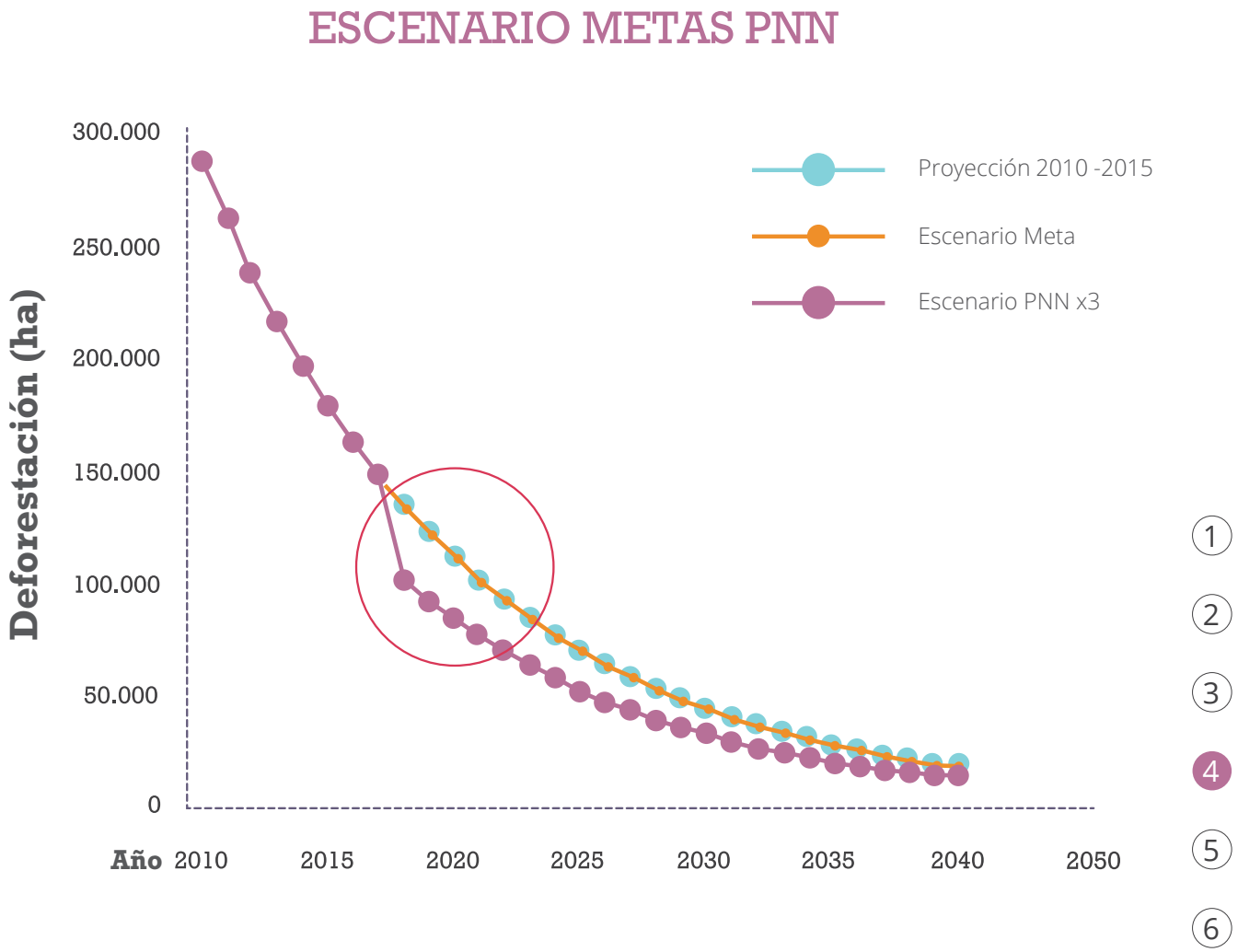


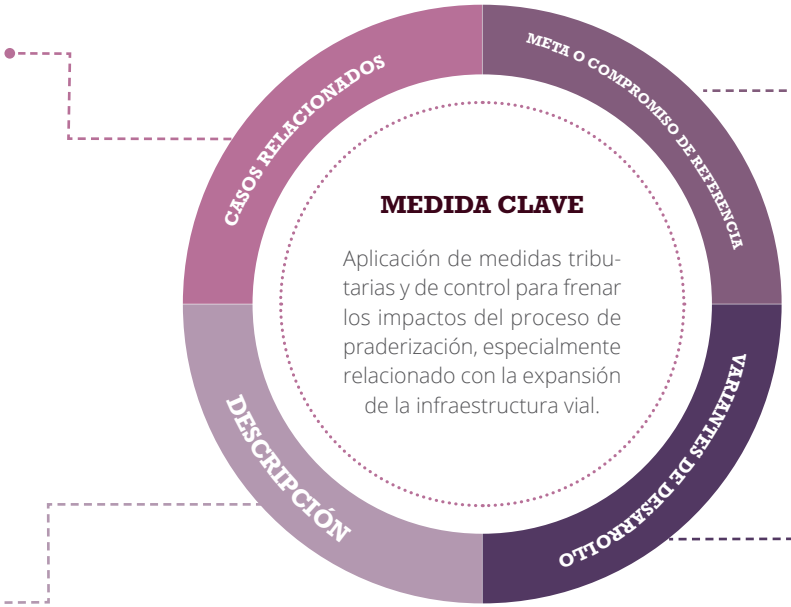
Figura 13. Escenarios de reducción de deforestación por ampliación de áreas protegidas

4.2 EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DE MEDIDAS DE MANEJO

Como base para la elaboración general de escenarios para el país, a partir del proceso de construcción de medidas y acciones, y su anidación en las líneas estratégicas de la EICDGB, se definieron aquellas variables con potencial para ser incluidas en el modelo, aclarando que su inclusión final depende de la información disponible en cada caso y su posibilidad de ser analizada espacialmente.

La **Tabla 4** sintetiza las medidas clave identificadas inicialmente para ser incluidas en el modelo prospectivo por escenarios de deforestación, su descripción, las variantes de desarrollo que pueden darse si se implementa o no la medida, y las metas generales o compromisos relacionados.

Tabla 4. Medidas clave, variantes de desarrollo y metas relacionadas



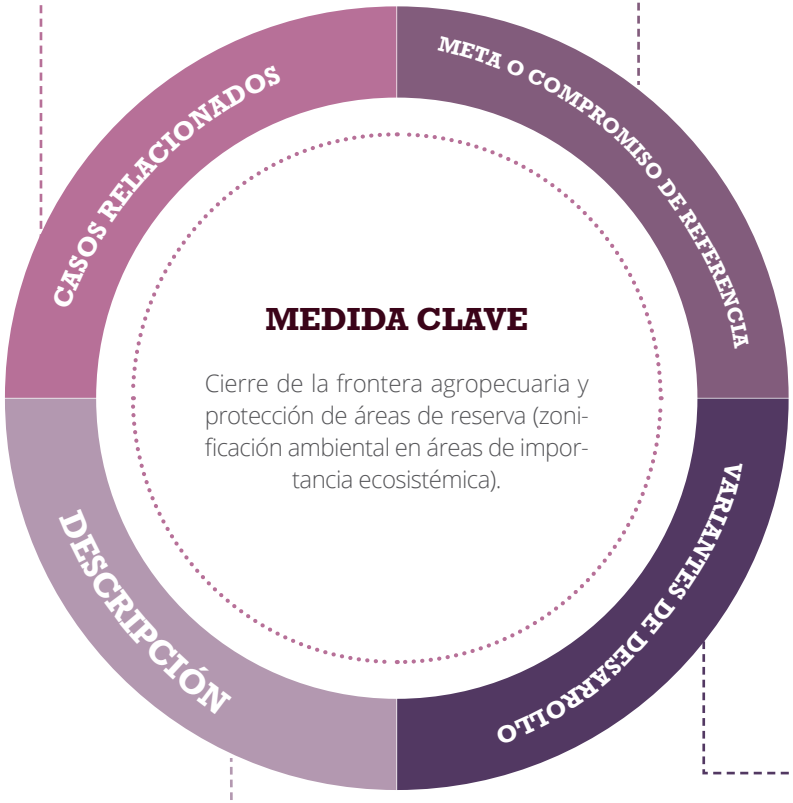
- Inversión en infraestructura (crecimiento vial sobre áreas de bosque).
- Expansión de la frontera agropecuaria: Políticas e incentivos.
- Incentivo informal: Impuestos diferenciados según uso de la tierra.

La praderización, entendida como el proceso de cambio de coberturas de bosque hacia pastos sin que se dé un uso productivo (ganadería), requiere la aplicación de medidas que lleven a disminuir los impactos (deforestación) de este tipo de dinámicas especulativas.

- Deforestación neta cero en la Amazonía a 2020 (REM-Pago por resultados).
- Declaración Conjunta (Hitos 20, 21, 28, 38, 46, 47, 49, 50).
- Artículo 171 d e la Ley 1753 de 2015 (PND 2014-2018): sobre prevención de la deforestación en bosques naturales.

- **Pesimista:** Explosión del fenómeno de praderización, relacionado con el crecimiento vial (planeado y no planeado), sin consideración de lineamientos ambientales, en el marco del posconflicto
- **Tendencial:** Ampliación del fenómeno de praderización, especialmente en la región amazónica, relacionado con las expectativas de ocupación e inversión en el marco del posconflicto.
- **Optimista:** Implementación de medidas de control a la praderización y aplicación diferencial del impuesto predial según su uso y generación de rentas; y planeación del crecimiento vial con aplicación de lineamientos ambientales para evitar la deforestación en el marco del posconflicto.

1 2 3 4 5 6



+ Sustracción de áreas de reserva forestal de Ley 2da de 1959.
+ Expansión de la frontera agropecuaria: Políticas e incentivos.
+ Inversión en infraestructura (crecimiento vial sobre áreas de bosque).
+ Restauración de áreas deforestadas/degradadas.

+ Estrategia de cierre de la frontera agrícola y protección de zonas de reserva (numeral 1.1.10 del Acuerdo Final de Paz con las FARC).
+ Implementación del PNIS (numeral 4.1 del mismo Acuerdo).
+ Declaración Conjunta (Hitos 20, 21, 24, 25, 28, 34, 41, 42, 43, 44, 45, 48).
+ Estrategia de transformación del campo PND 2014-2018.
+ Plan Nacional de Restauración: 1 millón de ha restauradas a 2030.

Con el fin de detener el avance de la frontera agropecuaria legal (monocultivos, praderización) e ilegal (cultivo de coca, extracción ilícita de minerales conexa) sobre las áreas de bosque, se debe implementar una estrategia de delimitación y cierre de esta frontera, sobre la base de un proceso de identificación y caracterización de las áreas de especial importancia ambiental relacionadas.

+ **Pesimista:**
Avance incontrolado de la frontera agropecuaria sobre grandes áreas de bosque natural (Amazonía, Pacífico), relacionado inversiones en infraestructura para el posconflicto, deforestación a gran escala, ocupación y uso indiscriminado de áreas de especial.

+ **Tendencial:**
Avance de frentes de colonización, economías agropecuarias legales y actividades ilegales relacionadas, en las zonas de frontera, pese a la implementación de algunas acciones para controlarlo.

+ **Optimista:**
En el marco de la implementación del Acuerdo de Paz con las FARC, se cierra la frontera agropecuaria y se establecen medidas para la protección de las áreas de importancia ambiental relacionadas, definiendo objetivos y acciones de conservación, restauración y reconversión productiva, según la zonificación establecida en cada caso.

1 2 3 4 5 6

+ Creación / ampliación de áreas protegidas.
+ Expansión de la frontera agropecuaria (legal e ilegal).
+ Expansión de otras economías ilegales (extracción ilícita de minerales, extracción de madera a gran escala sin permisos de aprovechamiento, entre otras).
+ Inversión en infraestructura (crecimiento vial cerca o dentro de áreas protegidas).

La declaratoria, implementación y seguimiento de áreas naturales protegidas genera una barrera que detiene el avance de los frentes de deforestación. Este supuesto depende de muchas variables, entre las que se destacan la ubicación espacial, las condiciones de seguridad, la interacción con otras formas de tenencia y uso de la tierra, entre otras.

+ PND 2014-2018: Incremento en las ha de áreas protegidas declaradas en el SINAP.
+ Implementación del PNIS en áreas protegidas, según priorización del Acuerdo Final de Paz con las FARC (numeral 4.1.4).
+ Declaración Conjunta (Hitos 20, 21, 24, 25, 32, 38, 39, 40, 50, 62).

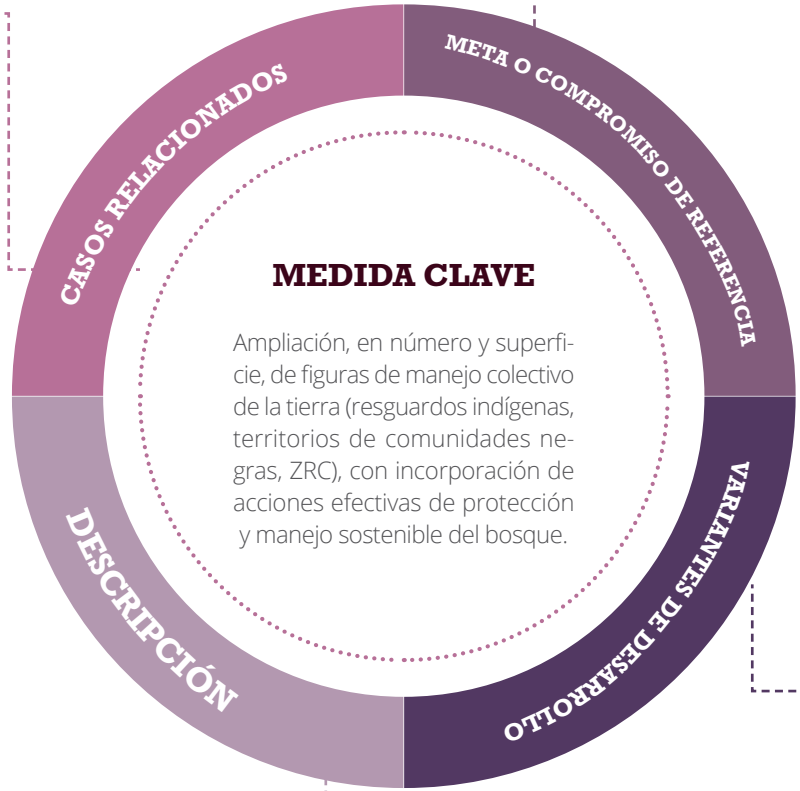
+ **Pesimista:**
La declaratoria de nuevas áreas protegidas es muy baja, y tienen un efecto reducido para el control de la deforestación. Hay conflictos con otras figuras de manejo de la tierra como resguardos indígenas, territorios de comunidades negras y ZRC.

+ **Tendencial:**
Declaratoria de nuevas áreas protegidas con diversos efectos sobre el control de la deforestación (efecto borde); proceso que obedece a una decisión técnica y política, y que en algunos casos se concerta con las comunidades locales

+ **Optimista:**
Dentro de un proceso de ordenamiento del territorio, con definición de objetivos de protección ambiental y manejo sostenible de los recursos naturales, donde confluyen actores nacionales, sectores, autoridades regionales, comunidades locales, entre otros, se establecen, declaran, implementan y evalúan las nuevas áreas protegidas (en sus diferentes niveles), generando un alto impacto sobre la reducción de la deforestación.

1 2 3 4 5 6

+ Creación / ampliación de territorios colectivos (resguardos, comunidades negras, ZRC)
+ Expansión de la frontera agropecuaria (legal e ilegal)
+ Expansión de otras economías ilegales (extracción ilícita de minerales, extracción de madera a gran escala sin permisos de aprovechamiento, entre otras)
+ Inversión en infraestructura (crecimiento vial cerca o dentro de territorios colectivos)
+ Restitución de tierras



La declaratoria, implementación y acompañamiento de figuras de manejo colectivo de la tierra (resguardos indígenas, territorios de comunidades negras, ZRC) mejora la protección y el manejo del bosque, y diversifica los mecanismos de control y seguimiento a actividades que generan deforestación y degradación forestal. Este supuesto depende de muchas variables, entre las que se destacan la ubicación espacial, la interacción con otras formas de tenencia y uso de la tierra (incluyendo al SINAP), la distancia a frentes de deforestación, entre otras.

+ PND 2014-2018: Integración de territorios y comunidades (Estrategia "Colombia en Paz")
+ Capítulo étnico del Acuerdo Final de Paz con las FARC (numeral 6.2)
+ Declaración Conjunta (Hitos 23, 24, 25, 32, 47, 53, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63)

+ **Pesimista:**
No hay declaratoria de nuevos territorios colectivos. Las debilidades en control y seguimiento de las economías ilegales que generan deforestación, aumentan la presencia de estas actividades al interior de los territorios. La inversión en infraestructura durante el posconflicto, sin las consideraciones ambientales requeridas, facilita el acceso de los motores de la deforestación sobre estas áreas. El PNIS no es operativo ni efectivo al interior de las áreas de manejo colectivo, generando un aumento en el número de ha de cultivos de uso ilícito en las mismas. Se presentan conflictos ambientales entre grupos comunitarios, y entre estos y otros actores presentes en el territorio. Los procesos de fortalecimiento jurídico de los territorios y de restitución colectiva de tierras se estancan por diversas razones, entre ellas la falta de articulación institucional.

+ **Tendencial:**
Se consolidan los territorios colectivos ya establecidos, los cuales presentan resultados diversos en términos de conservación del bosque y control de la deforestación. Ello depende, en mayor medida, de la gobernanza y de las posibilidades jurídicas de cada grupo para ejercer su autonomía y sus formas de desarrollo en cada territorio. Se continúan dando algunas experiencias de manejo forestal sostenible al interior de estas áreas. La restitución efectiva de tierras continua siendo muy baja, especialmente los procesos de restitución colectiva de los territorios étnicos (a diciembre de 2016 solo han sido restituidas el 6% de las ha que las comunidades han reclamado).

+ **Optimista:**
Declaratoria de nuevas áreas de resguardo, territorios colectivos de comunidades negras y ZRC; planeadas, implementadas y acompañadas conjuntamente con autoridades nacionales, regionales y locales, bajo mecanismos permanentes de participación social y articulación institucional para la toma decisiones. Los territorios se fortalecen jurídicamente, se implementan los instrumentos de desarrollo autónomo (planes de vida, de etnodesarrollo o de desarrollo sostenible de las ZRC) y se integran a los procesos de planificación y ordenamiento regional, incluyendo acciones de monitoreo forestal comunitario, manejo forestal sostenible y gestión de mercados verdes para los productos forestales no maderables generados en los territorios colectivos. Los procesos de restitución de tierras a campesinos y comunidades étnicas se hacen más eficientes y efectivos.

1 2 3 4 5 6

+ Sustitución de cultivos de uso ilícito
+ Extracción ilícita de minerales
+ Extracción ilegal de madera del bosque natural
+ Enfoque intersectorial de la lucha contra la deforestación

+ PND 2014-2018: Enfoque intersectorial para las acciones en las regiones, incluyendo la lucha contra actividades ilegales ("Estrategias regionales: ejes articuladores del desarrollo y prioridades para la gestión territorial")
+ Artículo 24 parágrafo 2 de la Ley 1753 de 2015 (PND 2014-2018): sobre afectación por extracción ilícita de minerales
+ Implementación del PNIS, según priorización del Acuerdo Final de Paz con las FARC (numeral 4.1)

Como parte del Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA) se estructuró la Comisión Intersectorial de Cambio Climático (CICC), la cual tiene dentro de sus funciones identificar y priorizar las acciones de mitigación de cada ministerio/sector que contribuyan a la reducción de emisiones por deforestación, en el marco de la EICDGB. Al integrar estas acciones bajo un enfoque intersectorial e implementarlas a través de los Nodos Regionales de Cambio Climático (NRCC), con la participación de actores regionales y locales relevantes, es posible contribuir al control de las actividades ilegales que generan deforestación y a la recuperación de las áreas afectadas. Este enfoque se complementa con la estructuración de la Comisión Intersectorial para el Control de la Deforestación (CICOD) y sus instancias de acción regional.

+ **Pesimista:**
Se implementan acciones aisladas de cada sector o ministerio que pueden aportar en alguna medida a la reducción de la deforestación, pero que no responden a una estrategia articulada interinstitucional y territorialmente, lo cual dificulta su aceptación por parte de autoridades regionales y comunidades locales y, en consecuencia, su efectividad. Las instancias interinstitucionales de lucha contra las actividades ilegales que generan deforestación no dan los resultados esperados y el impacto de estas actividades se incrementa.

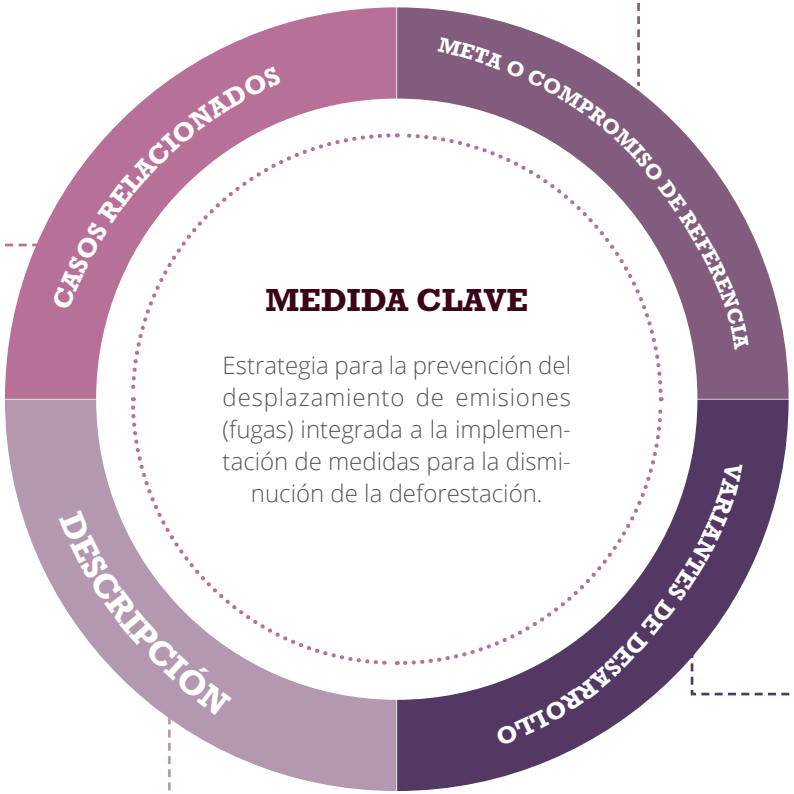
+ **Tendencial:**
Estructuración y fortalecimiento de la CICC, la CICOD y sus instancias regionales. Se desarrolla el proceso de identificación y priorización de acciones sectoriales (por carteras ministeriales) para la reducción de la deforestación. Se establecen algunas acciones a implementar en los territorios. En forma paralela, se consolidan instancias interinstitucionales como mecanismo de lucha contra las actividades ilegales que generan deforestación, donde se articulan autoridades ambientales, fuerza pública y Fiscalía.

+ **Optimista:**
En un proceso que articula propuestas institucionales (enfoque intersectorial) y territoriales (empoderamiento de autoridades regionales y comunidades locales), se establece una estrategia integral de lucha contra las actividades ilegales que generan deforestación (extracción ilícita de minerales, cultivos de uso ilícito, extracción ilegal de madera a gran escala). Esta estrategia, a su vez, se articula con la generación de alertas tempranas de deforestación por parte del SMBYC, como un mecanismo de atención oportuno ante dichas alertas (operativos). La implementación y seguimiento de estas acciones en los territorios, a través de las instancias regionales de acción institucional y las organizaciones comunitarias, generará una reducción en los impactos de las mencionadas actividades ilegales en términos de deforestación.

1 2 3 4 5 6

+ Inversión en infraestructura (crecimiento vial para conectar centros de consumo)
+ Expansión de la frontera agropecuaria: Políticas e incentivos
+ Creación / ampliación de áreas protegidas
+ Creación / ampliación de territorios colectivos
+ Sustitución de cultivos de uso ilícito

+ Declaración Conjunta (Hito 9)



La implementación de medidas y acciones en un territorio, puede generar que los agentes de deforestación desplacen su actividad hacia otro territorio. Esto se conoce como desplazamiento de emisiones o fugas, y está muy relacionado con los temas de mercados y comercialización, así como con la permanencia de los efectos de las MyA implementadas.

+ **Pesimista:**
Se construye una metodología para el análisis del desplazamiento de emisiones (fugas), pero las limitaciones de información impiden la construcción del modelo y su relación con las MyA desarrolladas en el país.

+ **Tendencial:**
Las MyA propuestas mediante diferentes instancias de decisión, incorporan el análisis del posible desplazamiento de las actividades que generan deforestación. Se generan análisis espaciales para la toma de decisiones en algunas áreas sub-nacionales. La información disponible en el tema de mercados y consumo, no permite profundizar los análisis y construir un consolidado nacional.

+ **Optimista:**
Mediante la construcción de variables y series de tiempo relacionadas con mercados y consumo de productos que generan deforestación, y el análisis de la dinámica espacial de los agentes de deforestación y degradación del bosque, se construyen modelos de predicción de desplazamiento de emisiones (fugas) aplicables a la implementación y seguimiento de las MyA en el país, en el marco de la implementación de la EICDGB.

1 2 3 4 5 6

Como ejemplo de **APLICACIÓN DE LOS ESCENARIOS**

en la evaluación de medidas de manejo se continúa con el desarrollo del ejemplo de diseño de metas (Figura 11, numeral 4.1), en el cual se concluye que la meta de aumento de 2,5 millones de hectáreas de áreas protegidas solo genera una reducción de 0,8 a 1,2% con respecto a un escenario sin ampliación. Teniendo en cuenta esto, en su lugar se propone una medida de fortalecimiento de la capacidad de la Unidad Administrativa Especial de Parques Nacionales Naturales de Colombia (UAESPNN), con la cual se hace un supuesto de mejora de 50% en la reducción de la deforestación dentro de las áreas de parques actualmente establecidas (sin ampliación).

SE CONTINÚA CON EL

Desarrollo del ejemplo de **diseño de metas** (Figura 11, numeral 4.1),

En el cual se concluye que la meta de aumento de

2,5 MILLONES de **HECTÁREAS** de áreas protegidas

Solo genera una reducción de

0,8 ---- a ----- 1,2

con respecto a un **escenario sin ampliación.**

Teniendo en cuenta esto

en su lugar se propone una medida de fortalecimiento de la capacidad

de la **Unidad Administrativa Especial de Parques Nacionales Naturales de Colombia (UAESPNN)**

con la cual se hace un supuesto de mejora de

50% en la reducción de la deforestación dentro de las áreas de parques actualmente establecidas (sin ampliación).

María Alejandra Chadid

El resultado del escenario de "fortalecimiento" con base en datos históricos se muestra en la Figura 14. Se observa que, la medida de fortalecimiento, genera una reducción de la deforestación nacional de entre 2,3 y 2,8%, teniendo el doble de efectividad que la meta de ampliación a 2018, e incluso del escenario parques al triple (Figura 13, numeral 4.1). El supuesto de reducción de 50% se basa en la consulta a expertos; sin embargo, podría refinarse al calcular los costos necesarios para alcanzar ese nivel de efectividad y evaluar la medida en términos de costo-efectividad.

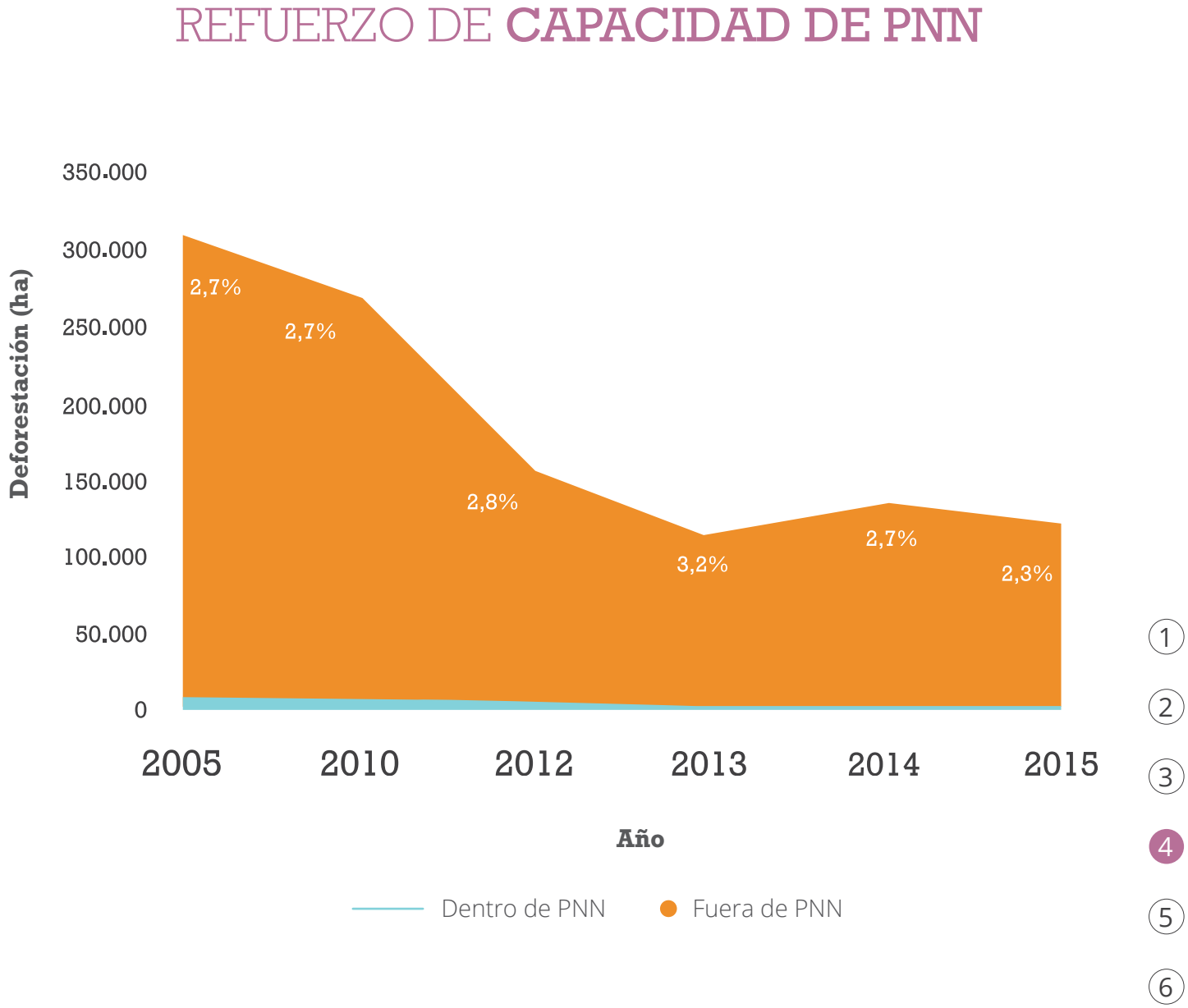


Figura 14. Reducción neta de la deforestación con fortalecimiento de UAESPNN

María Alejandra Chadid

Al observar de manera independiente cada uno de los análisis, resulta evidente que ninguna de estas medidas aporta de manera significativa a la reducción de la deforestación a una escala nacional; sin embargo, se trata de medidas mutuamente complementarias que podrían ser incorporadas como parte de un portafolio específico, de tal forma que el siguiente paso lógico será su evaluación conjunta.

La **Figura 15** muestra el resultado de la combinación de medidas en un escenario "integral" con base en datos históricos. En ésta se observa una reducción de la deforestación de entre el 3,9 y 4,6%; lo interesante de este resultado es que la combinación de medidas no es la suma algebraica de los resultados, sino que al ampliar el área de PNN mientras se refuerza la capacidad institucional, se logra un efecto que llega casi al doble que el logrado con fortalecimiento por sí solo, y una mejora de alrededor del 16% en comparación con la suma de la implementación de las medidas por separado.

"La combinación de medidas en un escenario "integral", con base en datos históricos, puede permitir una reducción de la deforestación de entre el 3,9 y 4,6%."

Lo anterior indica que el uso de escenarios, en la evaluación de portafolios de medidas de manejo, permitiría encontrar la combinación de medidas y el alcance de aplicación más efectivo para la reducción de la deforestación, lo cual combinado con el uso de herramientas como el Costeo de Proyectos y Portafolios de Inversiones Co-PPI, desarrollada en el marco del proyecto ONU-REDD (Joubert, 2017), permitiría establecer la estrategia más eficiente, en términos de costo-efectividad, para la lucha contra la deforestación.

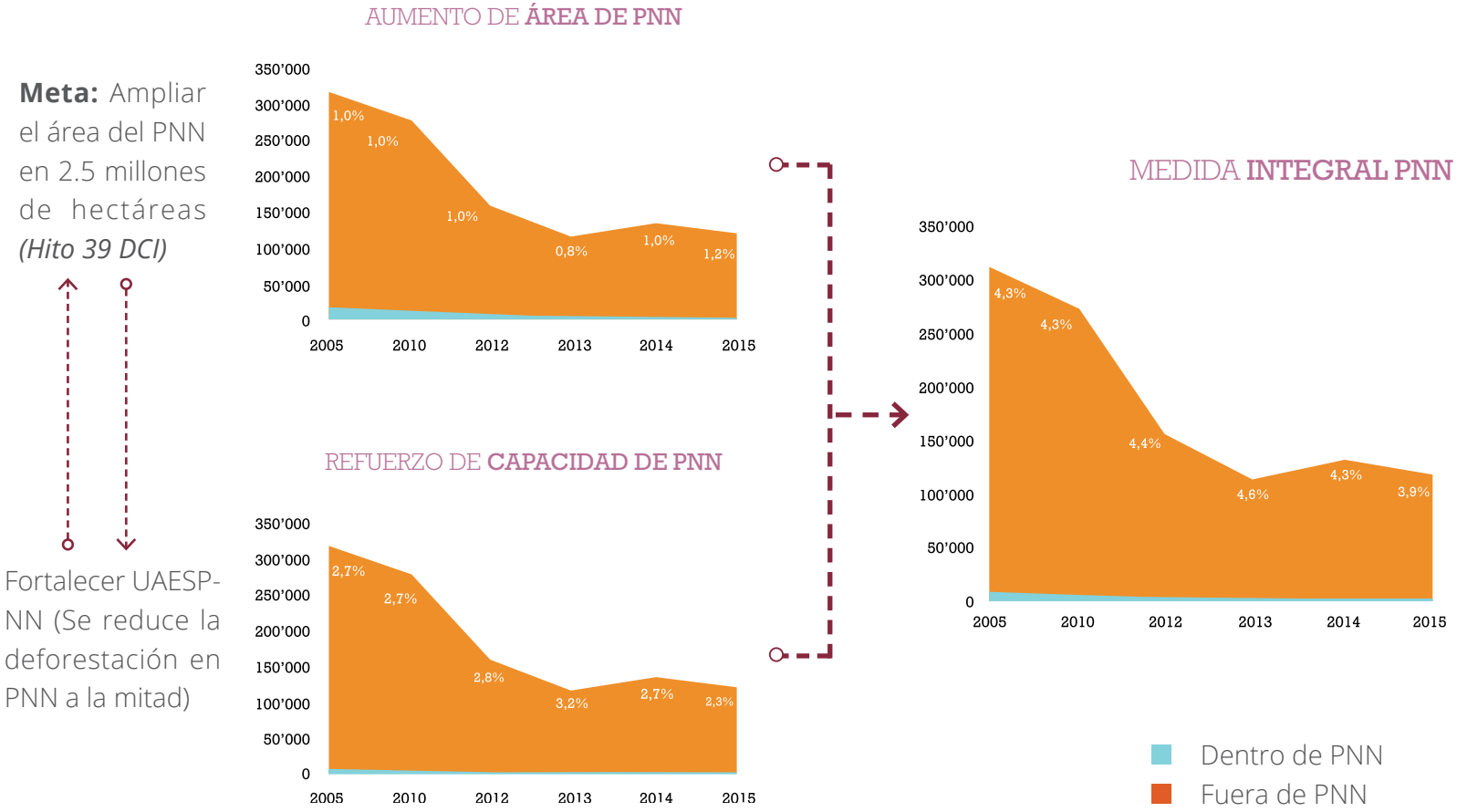


Figura 15. Ejemplo de portafolio y efecto sinérgico de medidas

Este ejercicio se limita a demostrar la comparación de medidas y portafolios en escenarios históricos, sin embargo, es posible proyectar la efectividad futura de forma similar a como se estima en el diseño de metas (Figura 12, numeral 4.1) y establecer un tiempo realista para alcanzar los objetivos propuestos. De igual forma se ha evaluado un ejemplo de medidas complementarias sinérgicas, siendo igualmente posible la evaluación de metas divergentes o contradictorias como "reducción de la deforestación" vs "crecimiento vial".

EN **RESUMEN:**

Es posible proyectar la efectividad futura de forma similar a como se estima en el diseño de metas

los escenarios permiten la comparación de portafolios de medidas, escogiendo la combinación OPTIMA o más eficiente.

Iván Roberto Pérez

4.3 AJUSTE DE LÍNEA BASE POR CAMBIO EN LAS CIRCUNSTANCIAS NACIONALES

El concepto de "circunstancias nacionales" en el contexto de REDD+, ha sido introducido y utilizado inicialmente haciendo referencia a la complejidad que implican los motores de la deforestación y degradación; a la necesidad de identificar acciones, opciones y esfuerzos que permitan hacer frente a dichos motores relevantes en diferentes escalas; y a que la demonstración de la reducción de emisiones debe considerar dichas circunstancias, entre otros aspectos (UNFCCC 2007). Con el tiempo, el concepto se amplió, incluyéndose en la formulación de niveles de referencia forestal (tanto en aproximaciones nacionales como subnacionales), afirmando que en estos se deben tener en cuenta las tendencias, la confianza de los datos de actividad históricos, la longitud del período de referencia y las circunstancias nacionales (UNFCCC 2008); además de incluirse la formulación de salvaguardas (UNFCCC 2011).

Es así como la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático reiteradamente ha invitado a las partes (países) a someter información acerca de las circunstancias nacionales y cómo se abordan para el ajuste de sus niveles de referencia forestal (UNFCCC 2011).

Iván Roberto Pérez

No obstante, la conceptualización o los límites del término no son acotados ni mencionados, permitiendo un espectro extenso para el análisis de dichas circunstancias

De forma que cada país puede abordarlo de la forma que considere conveniente, aun desconociendo objetivamente la incidencia de cualquier factor

- GEOGRÁFICO
- SOCIAL
- CLIMÁTICO
- POLÍTICO
- BIOLÓGICO
- TECNOLÓGICO
- CULTURAL
- ECONÓMICO

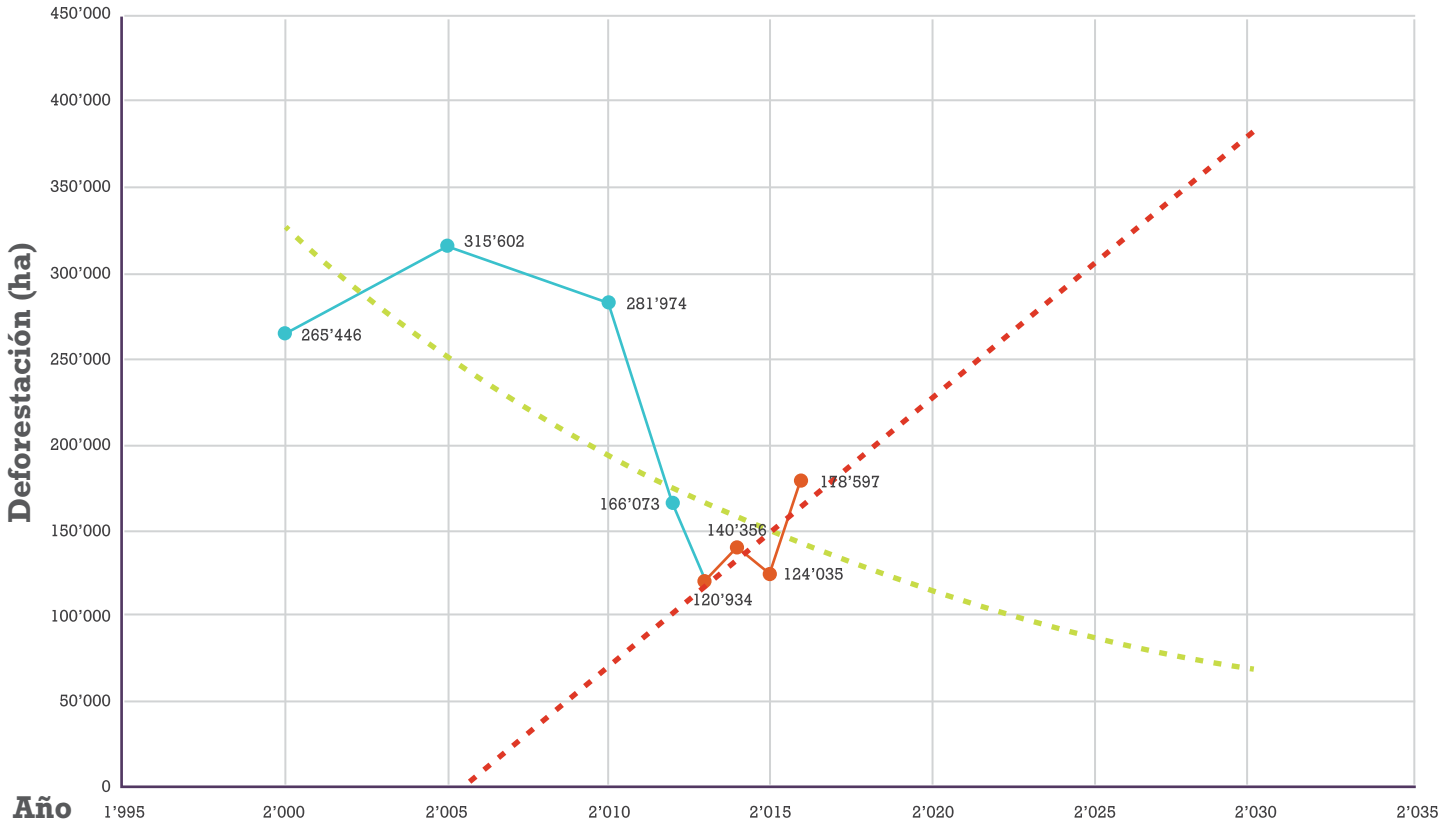
o cualquier otro factor que se manifieste en un territorio sobre la pérdida de bosque.

Iván Roberto Pérez

Esto supone un reto que puede escalar en magnitud fácilmente si no se delimita en forma adecuada y si no se cuenta con información precisa. En este sentido, es común que exista un vacío entre la deforestación proyectada o planeada y la efectiva en el territorio, permitiendo atribuir cualquier diferencia a las circunstancias nacionales (Dwyer and Ingalls 2015).

Según afirma Angelsen (2008), existe aún la necesidad de identificar qué factores constituyen circunstancias nacionales legítimas. Sin embargo, es necesario caracterizarlas y cuantificarlas para ser incluidas de la mejor manera en las proyecciones de los niveles de referencia. Es en este aspecto que cobra relevancia la construcción de escenarios. Tradicionalmente se utilizan proyecciones de tendencias históricas, sin embargo, tal como se ilustra en la Figura 3 y Figura 16, dependiendo del periodo y modelo de proyección elegidos, pueden obtenerse infinidad de escenarios históricos válidos.

POSIBLES **TENDENCIAS**



1 2 3 4 5 6

Figura 16. Escenarios tendenciales posibles a partir de información histórica

La **Figura 16** muestra además, que puede existir una gran variabilidad entre periodos

así mientras que el periodo de

2000 -- a -- 2003

Muestra una tendencia decreciente

2013 -- a -- 2016

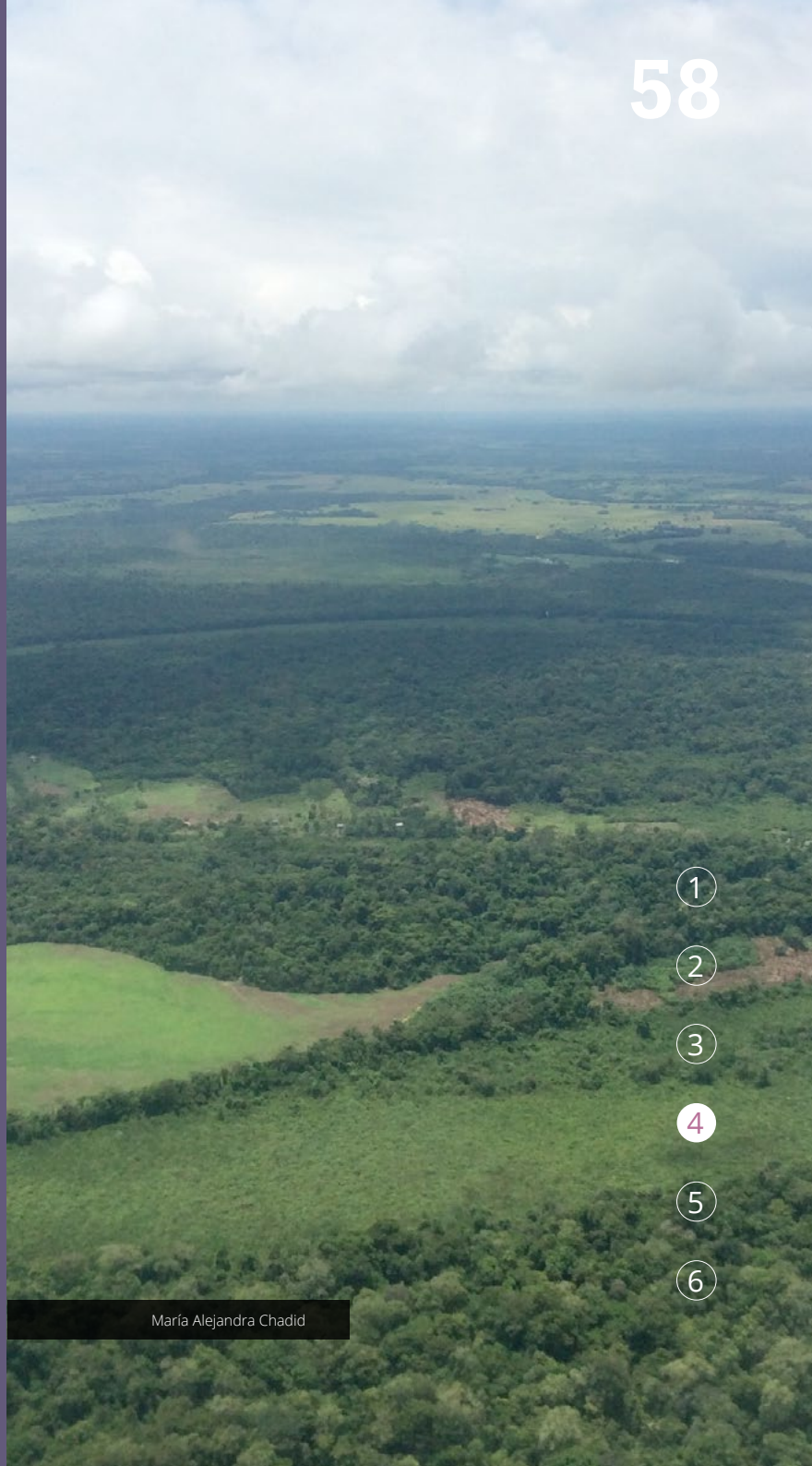
El periodo más reciente muestra una tendencia contraria.

Al construir una proyección con la secuencia histórica completa (Figura 16, linea verde), se observa que a pesar de la tendencia reciente (2013-2016), la tendencia histórica sigue siendo decreciente, lo cual genera interrogantes tales como:

¿La tendencia reciente será solo una pequeña variación en la tendencia histórica? O por el contrario ¿La tendencia reciente marca un punto de inflexión hacia lo que será la nueva tendencia futura?, ¿Para cuál de los dos escenarios se debe hacer la planificación o establecer compromisos internacionales?

En este sentido la implementación de escenarios permite la preparación, no solo respondiendo a estas interrogantes, sino incluyendo variable o escenarios que no estén contemplados dentro del registro histórico.

''La Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático reiteradamente ha invitado a las partes (países) a someter información acerca de las circunstancias nacionales y cómo se abordan para el ajuste de sus niveles de referencia forestal (UNFCCC 2011)''



María Alejandra Chadid

En la **Figura 17** se han construido diferentes proyecciones históricas utilizando un modelo de crecimiento logístico. En verde se muestra la tendencia histórica 2005-2015, con un comportamiento decreciente; en café se muestra la tendencia con base en el mayor crecimiento reciente (2015-2016), y en gris el valor promedio histórico, asumiendo una tasa constante. Todas estas proyecciones pueden ser válidas desde un punto de vista técnico y pueden ser sustentadas con argumentos científicos y políticos. Por tal razón se evalúa, como ejemplo, un escenario construido con la metodología de escenarios expertos descrita en el numeral 3.4; en éste escenario se incluye una única variable de política, sin incluir medidas de manejo, ni otras variables de crecimiento, con el fin de realizar una comparación con los escenarios tendenciales.

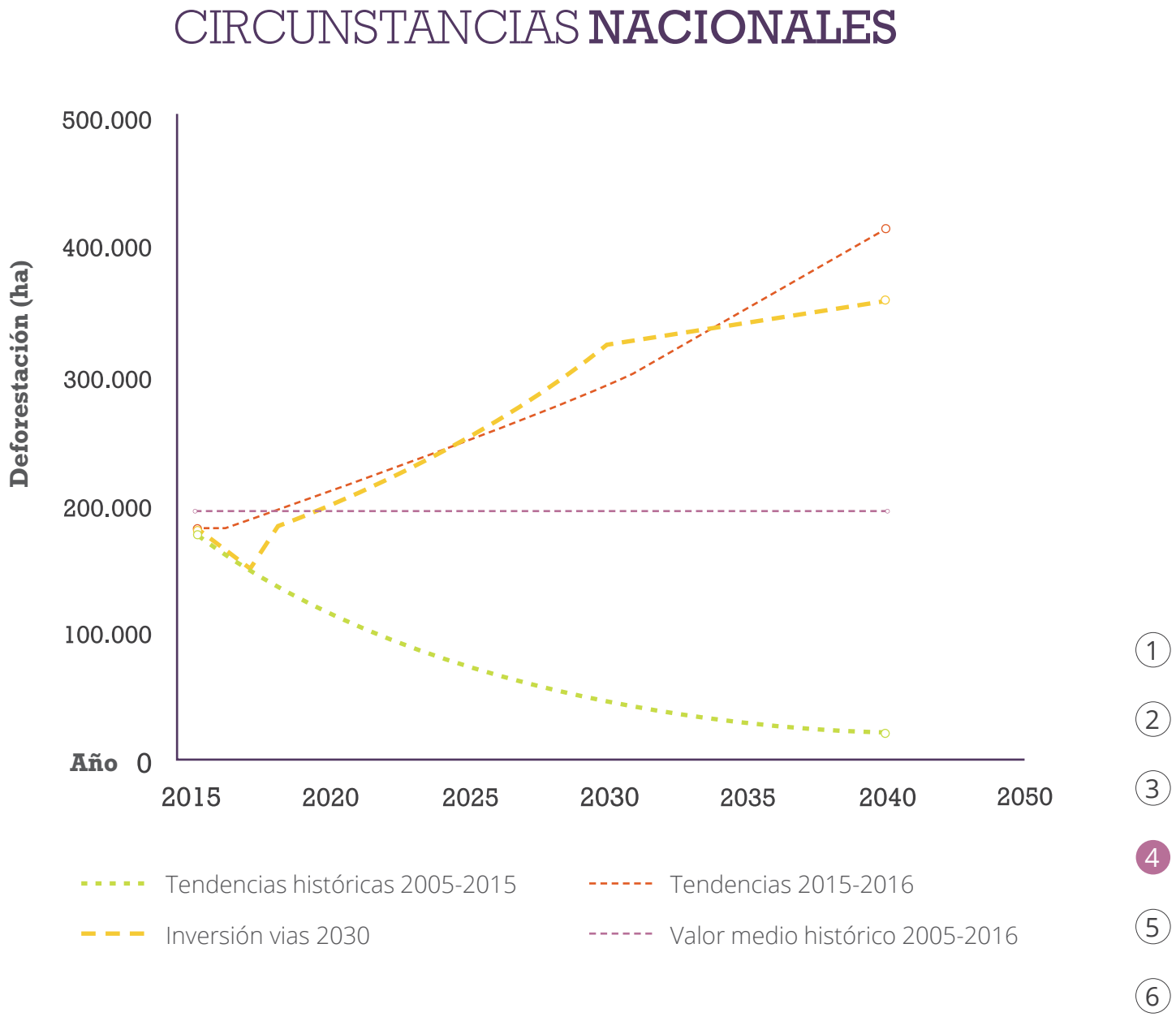


Figura 17. Selección de escenarios para cambio de circunstancias nacionales

Kael Insignares

El escenario ejemplo se denominó “inversión vías 2030” (Figura 17, línea amarilla), en él se incluye la meta de crecimiento vial en 6.880 Km descrita en el Plan Maestro de Transporte Intermodal - PMTI (Ministerio de transporte, 2015), estimando un aumento en la deforestación, proporcional al crecimiento vial de 1.2 veces para el primer año de implementación, que podría estar relacionado con la especulación de tierras; seguido de un crecimiento menor, equivalente al crecimiento histórico de deforestación en un periodo de similar crecimiento vial (2013-2014), para posteriormente estabilizarse después de la finalización de los proyectos con un valor equivalente al promedio de las proyecciones de crecimiento máximo y mínimo.

El escenario anteriormente descrito pretende mostrar, en primer lugar, el proceso de construcción de un escenario futuro, con un comportamiento variable en el tiempo de acuerdo a la consulta a expertos. En segundo lugar, sustenta cómo el comportamiento esperado por los expertos es similar a las tendencias recientes de crecimiento de la deforestación, indicando que efectivamente, la tendencia reciente podría convertirse en la nueva tendencia histórica. Éste escenario podría incluir una mayor cantidad de causas o variables “negativas” en términos de deforestación, con el fin de establecer un escenario “pesimista integral”, a partir del cual se evaluarían portafolios de medidas con el fin de establecer metas realistas de cara a compromisos internacionales.

5
PASOS A
SEGUIR

Iván Roberto Pérez

En este documento se presentan los lineamientos para la construcción de escenarios no espacializados de nivel nacional, con base en información espacial de deforestación y variables basadas en causas directas y subyacentes de la deforestación. Hasta el momento se han construido escenarios sencillos con la evaluación de una a cuatro variables, sin embargo es necesario generar escenarios complejos con múltiples variables y diferentes niveles para generar comparaciones de efectividad.

Es importante resaltar que, si bien la metodología propuesta es aplicable a otras problemáticas, tiene por objetivo la modelación y reducción de la deforestación. El cálculo de beneficios múltiples del bosque, servicios escosistémicos o valores sociales, no se ha sido integrado aún como parte de la evaluación de escenarios, y deberá ser integrada como parte de la evaluación de portafolios de medidas.

ES NECESARIO:

Generar **submodelos** o **escenarios anidados** del orden local o regional para obtener mayor significancia de las variables.

Generar modelos espacializados que permitan ilustrar y localizar **el crecimiento futuro de la deforestación**

Implementar o generar acciones focales de mayor **efectividad en la lucha con la deforestación**.

1 2 3 4 5 6

Bibliografía

A

Amer, M., Daim, T. U., & Jetter, A. (2013). A review of scenario planning. Futures, 46, 23-40.

Angelsen, A. 2008. Moving ahead with REDD: Issues, Options and Implications.

C

Congreso de la República de Colombia. 2015. Ley 1753 de 2015, por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 "Todos por un nuevo país". Diario Oficial No. 49.538 de 9 de junio de 2015.

D

Departamento Nacional de Planeación (DNP). 2015. Bases Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018: Todos por un nuevo país. Bogotá, D.C.

Departamento Nacional de Planeación (DNP). 2016. Documento CONPES 3857: Lineamientos de política para la gestión de la red terciaria. Bogotá, D.C.

Departamento Nacional de Planeación (DNP). 2015. Bases Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018: Todos por un nuevo país. Bogotá, D.C.

Dwyer, M., and M. Ingalls. 2015. REDD+ at the crossroads. Choices and tradeoffs for 2015–2020 in Laos. CIFOR, Indonesia.

G

Gobierno de Colombia, FARC-EP. 2016. Acuerdo final para la terminación del conflicto y la construcción de una paz estable y duradera. Bogotá, D.C.

González, J. Cubillos, A., Chadid, M., Cubillos, A., Arias, M., Zúñiga, E., Joubert, F. Pérez, I, Berrío, V. Caracterización de las principales causas y agentes de deforestación a nivel nacional período 2005-2015(2018). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM-. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Programa ONU-REDD Colombia. Bogotá.

I

IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change. (2008). http://www.ipcc-data.org/ddc_definitions.htm

K

Kahn, H. & Wiener A.J. (1967). The Year 2000: A Framework for Speculation on the Next Thirty-Three Years

J

Joubert, F. 2017. CoPPI - Costeo de Proyectos y Portafolios de Inversiones. Manual de utilización. Versión 1.0. IDEAM, MADS, Programa ONU-REDD Colombia.

M

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2016. Plan Colombia Siembra. https://www.minagricultura.gov.co/Colombia-Siembra/Paginas/default.aspx

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2015a. Nota de información de la NAMA de ganadería bovina sostenible. Bogotá, D.C.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2015b. Declaración conjunta entre los gobiernos de Colombia,

Noruega, Reino Unido y Alemania para la reducción de emisiones de GEI por deforestación y degradación forestal (REDD+) y promoción del desarrollo sostenible en Colombia.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2015c. Plan nacional de restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas. Bogotá, D.C.

Ministerio de Transporte. 2015. Plan Maestro de Transporte Intermodal (PMTI), una política de Estado para hacer de Colombia un país más competitivo. Bogotá, D.C.

U

UNEP (PNUMA). (2002). Global environment outlook (GEO 3): past, present, and future perspectives. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya

UNFCCC. 2007. Report of the Conference of the Parties on its thirteenth session, held in Bali from 3 to 15 December 2007.

UNFCCC. 2008. SUBSIDIARY BODY FOR SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL ADVICE. Twenty-eighth session.

BOSQUES
TERRITORIOS
DE VIDA

Estrategia Integral de Control a la
Deforestación y Gestión de los Bosques

El Programa ONU-REDD es la iniciativa de colaboración de las Naciones Unidas para REDD+ en países en desarrollo. Se soporta en la capacidad de convocatoria y la experiencia técnica de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), la Organización de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (ONU Medio Ambiente).

ONU-REDD apoya los procesos de preparación para REDD+ de los países y promueve la participación informada de todas las partes interesadas, incluidos los pueblos indígenas y otras comunidades dependientes de los bosques. En Colombia el Programa ONU-REDD tiene la misión de apoyar el fortalecimiento de las capacidades nacionales para la preparación del país en la implementación de REDD+. ONU-REDD trabaja coordinadamente con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM y con las organizaciones étnicas y sociales que representan a las comunidades que dependen de los bosques, en el Desarrollo de capacidades técnicas y el fortalecimiento de capacidades para la toma de decisiones sobre REDD+.

GOBIERNO DE COLOMBIA

MINAMBIENTE

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

PROGRAMA ONU-REDD

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

PNUD

ONU medio ambiente

Escenarios de deforestación para la toma de decisiones:
propuesta metodológica y ámbito de aplicación