

2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM

Propuesta de nivel de referencia de las emisiones forestales por deforestación en el Bioma Amazónico de Colombia para pago por resultados de REDD+ bajo la CMNUCC.

Bogotá D.C. Diciembre 15 de 2014

27

28

29

30

31

32

33

34

35 **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible -MADS**

36 Gabriel Vallejo López - Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible

37 Pablo Vieira Samper– Viceministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible

38 María Claudia García Dávila – Directora de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos

39 Rodrigo Suárez Castaño – Director de Cambio Climático

40

41

42 **Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM**

43 Omar Franco Torres - Director General

44 María Saralux Valbuena - Subdirectora de Ecosistemas e Información Ambiental

45

46 **Equipo Técnico**

47

48 **MADS**

49 Diana Marcela Vargas,

50 Aura Robayo,

51 Diana Santacruz.

52 Estefanía Ardila

53 Martin Camilo Pérez,

54 Iván Darío Valencia,

55 Rubén Darío Guerrero,

56

57 **IDEAM**

58 Edersson Cabrera M.,

59 Gustavo Galindo G.,

60 Juan Fernando Phillips B.,

61 José Julián González.

62

63

64 **Propuesta de nivel de referencia de las emisiones forestales por deforestación en el**
65 **Bioma Amazónico de Colombia para pago por resultados de REDD+ bajo la CMNUCC.**

66 TABLA DE CONTENIDO

67	1	Introducción	6
68	2	Información usada para la construcción del NREF.....	7
69	a)	Área del NREF.....	7
70	b)	Actividades incluidas	10
71	c)	Definición de bosques y deforestación	11
72	d)	Datos de actividad	11
73	e)	Factores de emisión	16
74	I.	Sumideros incluidos	16
75	II.	Estratificación del Bosque	16
76	III.	Compilación de los datos de campo.....	17
77	IV.	Preparación de los datos:.....	18
78	V.	Estimación de la biomasa total por tipo de bosque.....	19
79	VI.	Gases incluidos	20
80	f)	Circunstancias nacionales	20
81	I.	Análisis cualitativos de motores de deforestación y sus tendencias futuras.....	21
82	II.	Análisis cualitativo de un escenario post conflicto	25
83	III.	Ajuste por circunstancias nacionales	27
84	IV.	Espacialización de la deforestación.....	28
85	3	Construcción del Nivel de Referencia de Emisiones Forestales.....	31
86	4	Referencias bibliográficas	33
87	5	Anexos	40
88	6	GLOSARIO	42

89

90 **Índice de Figuras**

91 Figura 1 Mapa de Biomas (Regiones Naturales) de Colombia 8

92 Figura 2 Características generales del Bioma Amazónico..... 9

93 Figura 3 Compuesto temporal imágenes Landsat para el año 2012 (cortesía Universidad de
94 Maryland)..... 13

95 Figura 4 Tendencia de la deforestación en el Bioma Amazónico a partir de CSB..... 15

96 Figura 5 Superficie de bosque natural versus deforestación promedio en el bioma Amazónico. ... 15

97 Figura 6 Distribución de tipos de bosque y parcelas de inventarios forestales y/o florísticos
98 disponibles para el área del bioma de la Amazonía..... 18

99 Figura 7 Diagrama del procedimiento implementado para modelar espacialmente la deforestación.
100 30

101 Figura 8 Riesgo de deforestación en la Amazonía para el Año 2022. 30

102

103 **Índice de Tablas**

104 Tabla 1 Datos de deforestación para la construcción del Nivel de Referencia..... 14

105 Tabla 2 Estratificación de los bosques y su extensión en la región del bioma de la Amazonía,
106 siguiendo la clasificación bioclimática propuesta por Holdridge *et al.* (1971), adaptada para
107 Colombia por IDEAM (2005). 17

108 Tabla 3 Síntesis de los insumos, procesamientos y resultados obtenidos para el análisis de motores
109 y agentes de deforestación. Fuente: González et al. (2014)..... 22

110 Tabla 4 Agentes de deforestación identificados históricamente en la región Amazonia. Fuente:
111 González et al. (2014)..... 22

112 Tabla 5 Motores de deforestación identificados históricamente en la región Amazonia. 23

113 Tabla 6 Resumen de insumos seleccionados para la simulación de la deforestación 31

114

115

116

117 **1 Introducción**

118 Colombia presenta este primer nivel de referencia de emisiones forestales (NREF), como parte de
119 la adopción de las medidas mencionadas en el párrafo 70 de la decisión 1/CP.16 (CMNUCC,
120 2011) para que sea incluida en el proceso de evaluación técnica en el contexto de pagos basados
121 en resultados de la reducción de emisiones por deforestación y degradación y la conservación,
122 manejo forestal sostenible y mejora de los contenidos de carbono en los países en desarrollo
123 (REDD +) ante la Convención Marco de las Naciones Unidas Contra el Cambio Climático (CMNUCC).

124 Colombia resalta que la presentación de este NREF y sus anexos técnicos, es voluntaria y tiene
125 como propósito exclusivo generar la línea base que permita medir el desempeño de la
126 implementación de las actividades señaladas en el párrafo 70 de la Decisión 1/CP.16 y obtener
127 pagos por las acciones de REDD+ basado en resultados bajo las directrices del Marco de Varsovia
128 sobre REDD+, de conformidad con las decisiones 9/CP.19, 13/CP.19 (párrafo 2), 14/CP.19
129 (párrafos 7 y 8), y de aquellas otras allí citadas.

130 El presente NREF, por lo tanto, no establece juicios previos sobre cualquier contribución nacional
131 que Colombia pudiese proponer en el contexto del instrumento legal o cualquier otro resultado
132 con fuerza legal convenido bajo la Convención, o en el actual proceso de negociación bajo el
133 Grupo de Trabajo Ad Hoc en la Plataforma de Durban para la Acción Reforzada.

134 Colombia, siguiendo las directrices del Anexo de la Decisión 12/CP.17, párrafos 10 y 11, aplica
135 una aproximación “step-wise” y una escala subnacional para el desarrollo del presente NREF, que
136 permite a las Partes mejorar el NREF y efectuar la transición hacia un NREF a nivel nacional
137 incorporando mejor información, mejores metodologías y cuando sea apropiado nuevos
138 reservorios de carbono y actividades. En este sentido, se ha estructurado el presente documento
139 NREF teniendo en cuenta que se incluyan los siguientes ítems:

- 140 a) Información usada en la construcción del NREF.
- 141 b) Transparencia, completitud, consistencia y precisión, incluida la información metodológica
142 usada en el momento de construir el NREF.
- 143 c) Sumideros, gases y actividades incluidas en el NREF.
- 144 d) La definición de bosque usada.

145 Cada uno de estos literales se aborda en los siguientes apartados del documento.

146

147

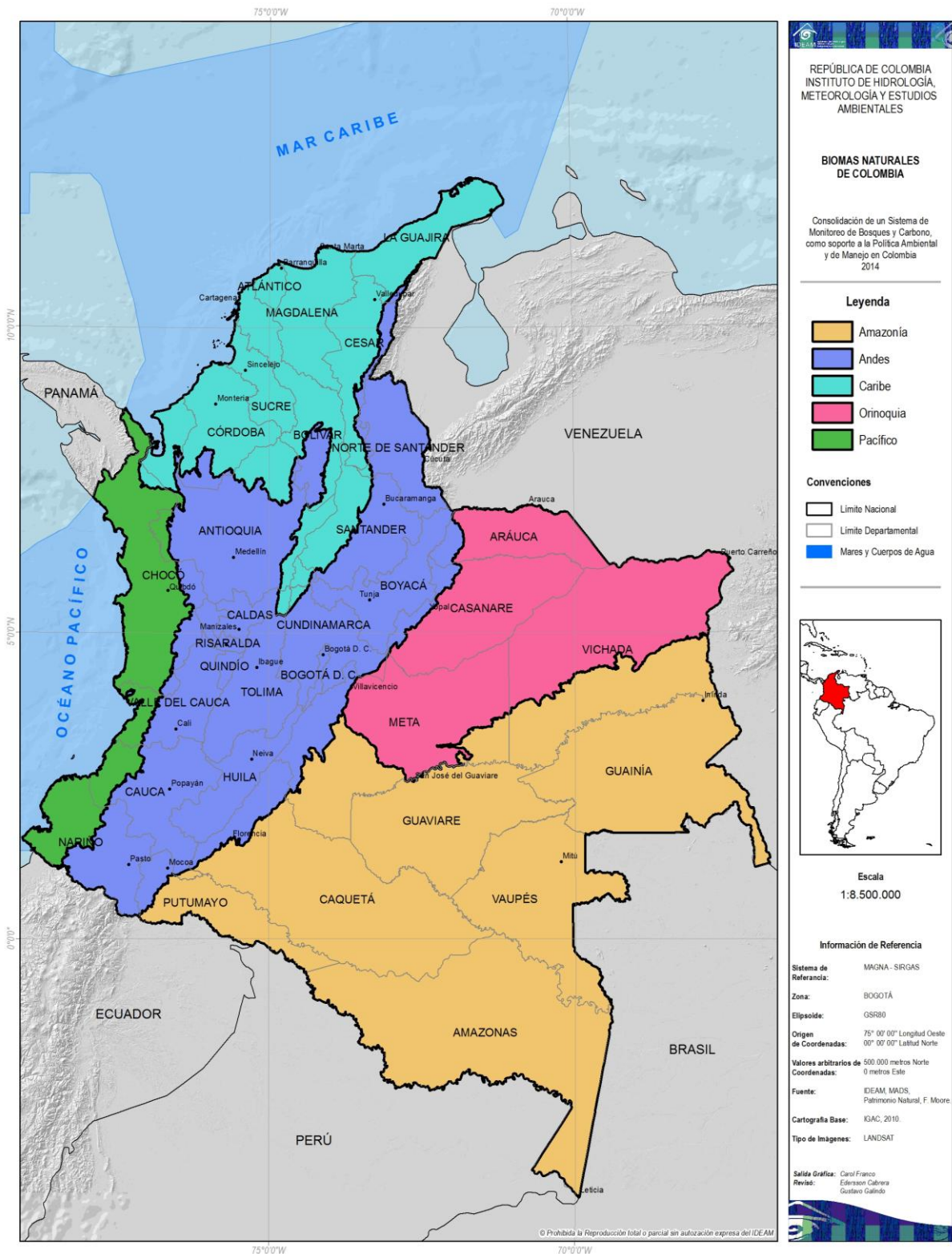
148

149 **2 Información usada para la construcción del NREF**

150

151 **a) Área del NREF**

152 El concepto de bioma define ambientes grandes y uniformes de la geobiosfera (Walter, 1980), y
153 corresponde a un área homogénea en términos biofísicos. En Colombia se pueden identificar cinco
154 grandes biomas (Amazonía, Andes, Caribe, Orinoquía y Pacífico) cuya distribución se puede ver en
155 la figura 1.



156

157

158

Figura 1 Mapa de Biomas (Regiones Naturales) de Colombia

159 De acuerdo con la decisión 12/CP.17 se presenta un NREF subnacional de manera interina, como
 160 un primer paso hacia la construcción de un NREF nacional. El área que cubre este NREF
 161 corresponde al Bioma¹ Amazónico, delimitada con base en criterios biogeográficos, principalmente
 162 asociados a presencia de bosque amazónico, geomorfología y rangos altitudinales (Rodríguez *et*
 163 *al.*, 2006; Narváez & León, 2001). El límite noroccidental corresponde al denominado piedemonte
 164 entre los 400-500 msnm donde convergen elementos andinos y tropicales de la Amazonia y
 165 Orinoquia; el límite nororiental corresponde al límite norte de distribución del bosque amazónico
 166 con las sabanas de la Orinoquia; y al oriente y sur hasta las fronteras internacionales con la
 167 República Bolivariana de Venezuela, República Federativa de Brasil, República del Perú y República
 168 del Ecuador (Ver Figura 2).

169

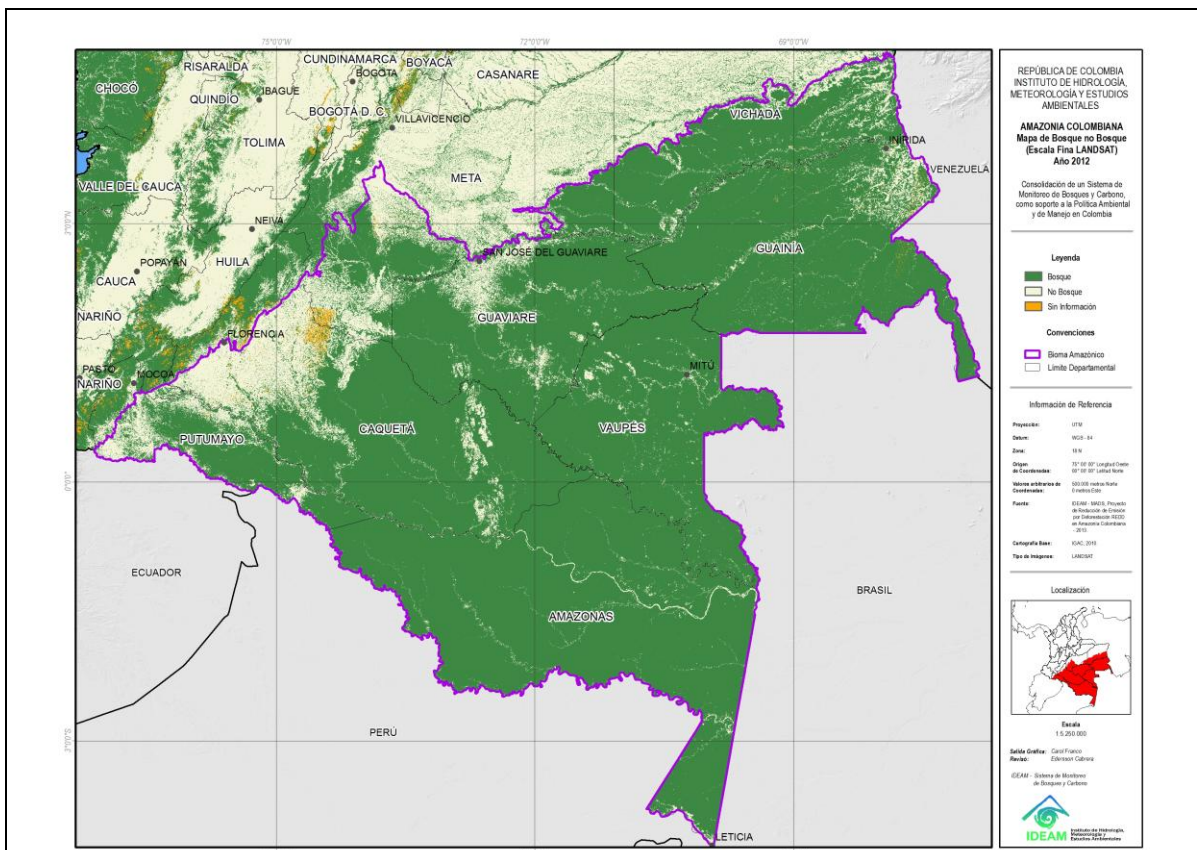


Figura 2 Características generales del Bioma Amazónico.

Área total	: 458.961 km ²
Área de bosque Año 2012	: 399.737 km ²
Tipos de bosque	: 3 tipos: Bh-T, Bmh-T, Bmh-PM3
Áreas Naturales Protegidas:	: Área en el Bioma: 89.495 km ² (19%); Área Bosque Natural: 85.495 km ²
RNN: Reserva Nacional Natural	: (21%). PNN Sierra de La Macarena, PNN Tinigua, PNN Cahuinarí, PNN

PNN: Parque Nacional Natural	Cordillera de Los Picachos, RNN Puinawai, PNN Amacayacu, PNN Río Puré, RNN Nukak, PNN La Paya, PNN Yaigoje Apaporis, PNN Serranía de Chiribiquete (Incluyendo Ampliación).
Corporaciones Autónomas Regionales :	Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y Oriente Amazónico - CDA; Corporación para el Desarrollo Sostenible de Sur de la Amazonia – CORPOAMAZONIA, Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena – CORMACARENA, Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia Colombiana – CORPORINOQUIA –y de la Corporación Autónoma Regional del Cauca - CRC.
Resguardos Indígenas	Área en el Bioma: 255.138 km ² (56%); Área Bosque Natural: 242.148 km ² (61%). Se encuentran 169 resguardos indígenas de 57 etnias diferentes. De acuerdo con su extensión los más representativos son Predio Putumayo, Vaupés, Cuenca media y alta del Río Inírida, Selva de Matavén, Mirití-Paraná, Yaigojé-Río Apaporis, Nukak-Maku, Tonina-Sejal-San José y Otras, Ríos Cuiari e Isana, Bajo Río Guainía y Río Negro, Morichal viejo-Santa Rosa-cedro Cucuy-Santa Cruz-Caño Danta-Otros, y Río Atapabo e Inírida; entre otros.

170

171 El área subnacional cubierta por el presente nivel de referencia corresponde a un área de 458.961
172 km² millones de hectáreas correspondiente a poco más del 40% del territorio continental
173 colombiano. Asimismo, esta área subnacional para el año 2012 contenía 399.737 km² millones de
174 hectáreas de bosque natural, correspondiente al 67% de los bosques a nivel nacional, localizados
175 en los departamentos de Putumayo, Caquetá, Amazonas, Guainía, Guaviare, Vaupés, Meta,
176 Vichada y Cauca, así como en la jurisdicción de cinco Corporaciones Autónomas Regionales²
177 (Corpoamazonia, CDA, Cormacarena, Corporinoquia y CRC). En esta región en las últimas cuatro
178 décadas se han reportado las tasas más altas de deforestación, cubriendo buena parte de las
179 emisiones netas de dióxido de carbono (CO₂) por Uso del Suelo, Cambio de Uso del Suelo y
180 Silvicultura (USCUSS) respecto al total de las emisiones netas de CO₂ de las emisiones
181 antropogénicas del país, de acuerdo con los Inventarios de Gases Efecto Invernadero presentados
182 ante la UNFCCC.

183

184 **b) Actividades incluidas**

185 El NREF incluye únicamente las emisiones de CO₂ debidas a la deforestación. Para el caso de
186 degradación, aunque Colombia viene trabajando en el establecimiento de metodologías para la
187 detección y monitoreo de esta actividad, los avances aún no permiten incluir en este NREF
188 información sobre emisiones debidas a la degradación forestal con bajos niveles de incertidumbre.

189

² Las Corporaciones Autónomas Regionales son entes corporativos de carácter público, creados por la ley 99 de 1993, integrados por las entidades territoriales que por sus características constituyen geográficamente un mismo ecosistema o conforman una unidad geopolítica, biogeográfica o hidrogeográfica, dotados de autonomía administrativa y financiera, patrimonio propio y personería jurídica, encargados por la ley de administrar, dentro del área de su jurisdicción, el medio ambiente y los recursos naturales renovables y propender por su desarrollo sostenible, de conformidad con las disposiciones legales y las políticas del Ministerio del Medio Ambiente. Acorde al Artículo 3 de la Ley 99 de 1993.

190 **c) Definición de bosques y deforestación**

191 Para efectos de la Estrategia Nacional REDD+ (ENREDD+) y particularmente para la construcción de
192 este NREF, se define bosque como: Tierra ocupada principalmente por árboles que puede
193 contener arbustos, palmas, guaduas, hierbas y lianas, en la que predomina la cobertura arbórea
194 con una densidad mínima del dosel de 30%, una altura mínima del dosel (in situ) de 5 metros al
195 momento de su identificación, y un área mínima de 1,0 ha. Se excluyen las coberturas arbóreas de
196 plantaciones forestales comerciales, cultivos de palma, y árboles sembrados para la producción
197 agropecuaria.

198

199 Esta definición es consecuente con los criterios definidos por la CMNUCC en su decisión 11/CP.7,
200 con la definición adoptada por Colombia ante el Protocolo de Kyoto (MAVDT, 2002), así como con
201 la definición de la cobertura de bosque natural utilizada para la estimación y reporte del Inventario
202 nacional de gases de efecto invernadero y la incluida en la adaptación para Colombia de la leyenda
203 de la metodología CORINE Land Cover Colombia (CLC).

204

205 La deforestación está definida como: La conversión directa y/o inducida de la cobertura de bosque
206 a otro tipo de cobertura de la Tierra en un periodo de tiempo determinado (DeFries et al., 2006;
207 GOFC-GOLD, 2009).

208

209 **d) Datos de actividad**

210 La CMNUCC durante las Conferencias de las Partes de 2009 y 2010 (COP 15 y 16,
211 respectivamente), y recientemente en Varsovia (COP 19), instó a los países en desarrollo a
212 establecer sistemas nacionales de monitoreo forestal que permitan cuantificar las
213 emisiones/absorciones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y los cambios en la superficie de los
214 bosques y las reservas forestales de Carbono. Como parte de este mecanismo resulta fundamental
215 el uso de imágenes y datos provenientes de sensores remotos (GOFC-GOLD, 2014); los cuales
216 brindan la posibilidad de obtener información de la superficie terrestre con un amplio cubrimiento
217 espacial y temporal.

218 La construcción del NREF de la actividad de *reducción de emisiones por deforestación*
219 (deforestación bruta) en el Bioma Amazónico de Colombia se basa en la información generada por
220 el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMByC), liderado por el Instituto de Hidrología,
221 Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), bajo las directrices del Ministerio de Ambiente y
222 Desarrollo Sostenible (MADS) y consecuente con las decisiones de la CMNUCC y las orientaciones
223 del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC). Específicamente para la obtención de
224 los datos de actividad, se utilizan los mapas bienales de cambios en la cobertura de bosque
225 resultado del monitoreo cada dos años de la cobertura de bosque desde el año 2000 hasta el
226 2012.

227 El SMByC implementa una metodología que integra herramientas de pre-procesamiento y
228 procesamiento semi-automatizado de imágenes de satélite para detectar y cuantificar los cambios
229 en la extensión de la cobertura de bosques a nivel nacional a escala 1:100.000, de manera que sea

230 posible identificar las pérdidas de área de esta cobertura por deforestación (Galindo *et al.*, en
231 prensa).

232

233 Esta metodología de monitoreo está concebida en cuatro fases:

234 1. Pre-procesamiento digital de imágenes de satélite. Incluye las tareas de apilamiento de
235 bandas, corrección geométrica, calibración radiométrica, enmascaramiento de nubes y
236 cuerpos de agua, normalización radiométrica.

237 2. Procesamiento digital de imágenes. Involucra la detección automatizada de cambios en la
238 superficie de bosque utilizando varios algoritmos, verificación visual de los cambios
239 detectados y control de calidad del proceso.

240 3. Validación de los datos. Implementa un diseño de muestreo aleatorio y estratificado.

241 4. Reporte de los datos de actividad. Corresponde al cálculo y reporte de la superficie de
242 bosque natural y cambio en la superficie de bosque natural.

243

244 La generación de los datos de actividad se realizó utilizando imágenes del programa Satelital
245 Landsat (USGS, 2014), dada la disponibilidad histórica, la resolución temporal y espacial para el
246 monitoreo de la cobertura boscosa, facilidad de acceso a los datos y posibilidades de permanencia
247 de este programa satelital. Se aplican correcciones, calibraciones y normalizaciones radiométricas,
248 asegurando el co-registro exacto y la reducción de efectos atmosféricos, permitiendo así que las
249 imágenes sean realmente comparables y los cambios detectados no se deban a este tipo de
250 factores (Olthof *et al.*, 2005; Potapov *et al.*, 2012).

251

252 Una segunda fase involucra inicialmente la detección automatizada de cambios en la superficie de
253 bosque, permitiendo la detección directa de cambios en la repuesta espectral que puedan
254 corresponder a una pérdida o ganancia de la cobertura del bosque. Luego, incorpora el trabajo de
255 expertos para la verificación visual directa de los cambios sobre las imágenes, permitiendo
256 minimizar las falsas detecciones debidas a errores en la interpretación de la cobertura de bosque
257 de fechas anteriores. Igualmente disminuye los errores debidos a procesos cartográficos que
258 generan falsas detecciones al momento de superponer y cruzar la información. Finalmente, se
259 ejecuta un protocolo de control de calidad que evalúa constantemente los productos intermedios
260 generados, con el fin de detectar errores e inconsistencias y verificar su ajuste. El resultado final
261 de esta fase es la identificación semi-automatizada de las clases Bosque Estable, No Bosque
262 Estable, Deforestación, Regeneración y Sin Información (correspondiente a los datos
263 enmascarados).

264

265 En la fase 3 se realiza la validación temática de los datos de actividad del periodo de monitoreo a
266 través de una evaluación de exactitud estadísticamente robusta que incluye el cálculo de la
267 incertidumbre de los estimadores. La validación temática ha sido realizada para el periodo 2010 –

268 2012, por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi³, entidad que no está involucrada en la
269 producción de los datos de actividad.

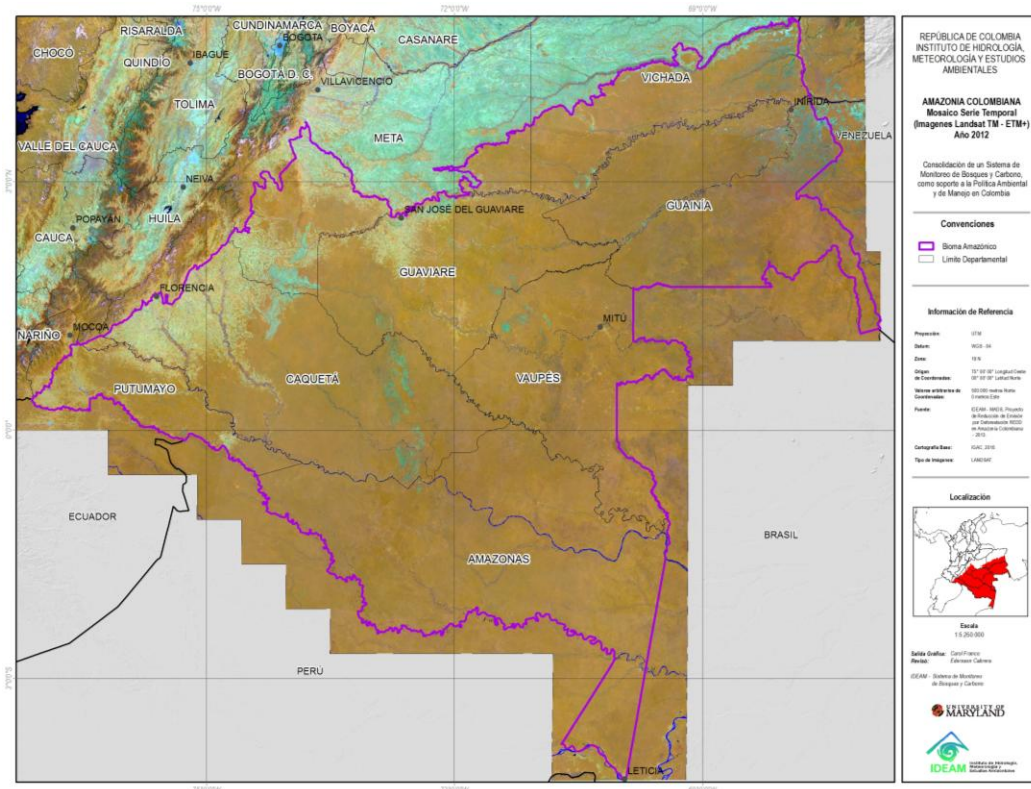
270

271 Finalmente, para calcular la superficie deforestada entre dos fechas se tienen en cuenta
272 únicamente las áreas para las cuales se detecta bosque en la primera fecha y no bosque en la
273 segunda, de manera que exista la certeza de que el evento ocurrió en el periodo de tiempo
274 analizado. Las pérdidas de bosque detectadas luego de una o varias fechas sin información no
275 serán incluidas en el cálculo con el fin de evitar tasas sobrestimadas en periodos en los que
276 aumentan las áreas sin información por diferentes factores, como por ejemplo épocas climáticas
277 de alta nubosidad o fallas en los sensores de los programas satelitales que toman las imágenes.

278

279 La implementación de esta metodología permite identificar los cambios en la cobertura de Bosque
280 (medidos en hectáreas) para los periodos 2000 - 2002; 2002 - 2004; 2004 - 2006; 2006 - 2008;
281 2008 - 2010 y 2010 - 2012.

282



283

284

Figura 3 Compuesto temporal imágenes Landsat para el año 2012 (cortesía Universidad de Maryland).

285

³ El Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) es la entidad encargada de producir el mapa oficial y la cartografía básica de Colombia; elaborar el catastro nacional de la propiedad inmueble; realizar el inventario de las características de los suelos; adelantar investigaciones geográficas como apoyo al desarrollo territorial; capacitar y formar profesionales en tecnologías de información geográfica y coordinar la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE).

286 La superficie cubierta por bosque se refiere a la superficie cubierta por bosque observada en un
287 periodo a partir de las imágenes de satélite. Para el cálculo de esta cifra en cada periodo se
288 excluyen la superficie sin información (debido a la presencia de nubes y otros factores que
289 impiden su interpretación).

290

291 Cambio en la superficie cubierta por bosque (CSB): Hace referencia a la diferencia entre la
292 superficie de bosque detectada en el periodo inicial y la superficie de bosque detectada en el
293 periodo final dividido por el número de años del periodo. Se tiene en cuenta solamente las áreas
294 comunes en ambos periodos de análisis que pueden ser interpretadas excluyendo del análisis las
295 áreas sin información en cualquiera de los dos periodos.

296

297 Los datos de cambio en la superficie cubierta por bosque (anualizados) constituyen los *datos de*
298 *actividad* necesarios para la construcción del NREF (Tabla 1), los insumos cartográficos para la
299 obtención de la deforestación por periodo son consultables en (www.ideam.gov.co).

300

301

Tabla 1 Datos de deforestación para la construcción del Nivel de Referencia.

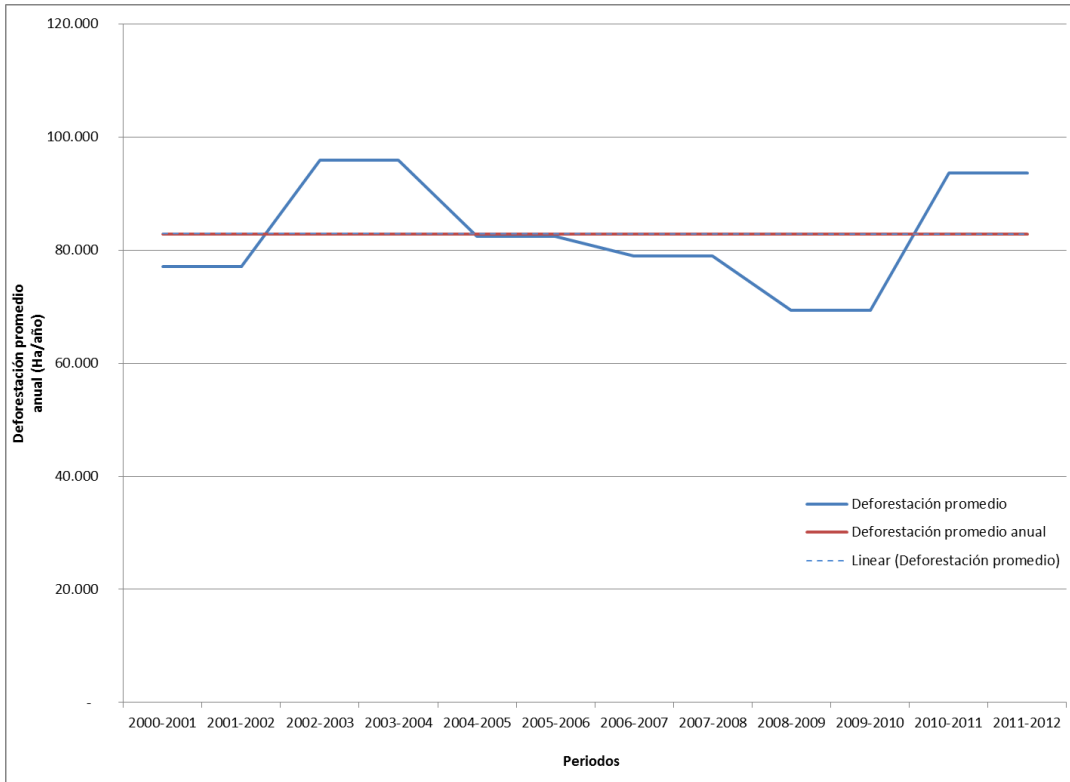
Periodo analizado	CSB (ha/año)	Fracción del Bioma Amazónico sin información
2000 – 2002	-77.042	0.07
2002 – 2004	-95.846	0.06
2004 – 2006	-82.448	0.10
2006 – 2008	-78.998	0.12
2008 – 2010	-69.355	0.13
2010 – 2012	-93.604	0.27
PROMEDIO 2000 - 2012	-82.883	

302

Fuente: Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono, IDEAM (2014)

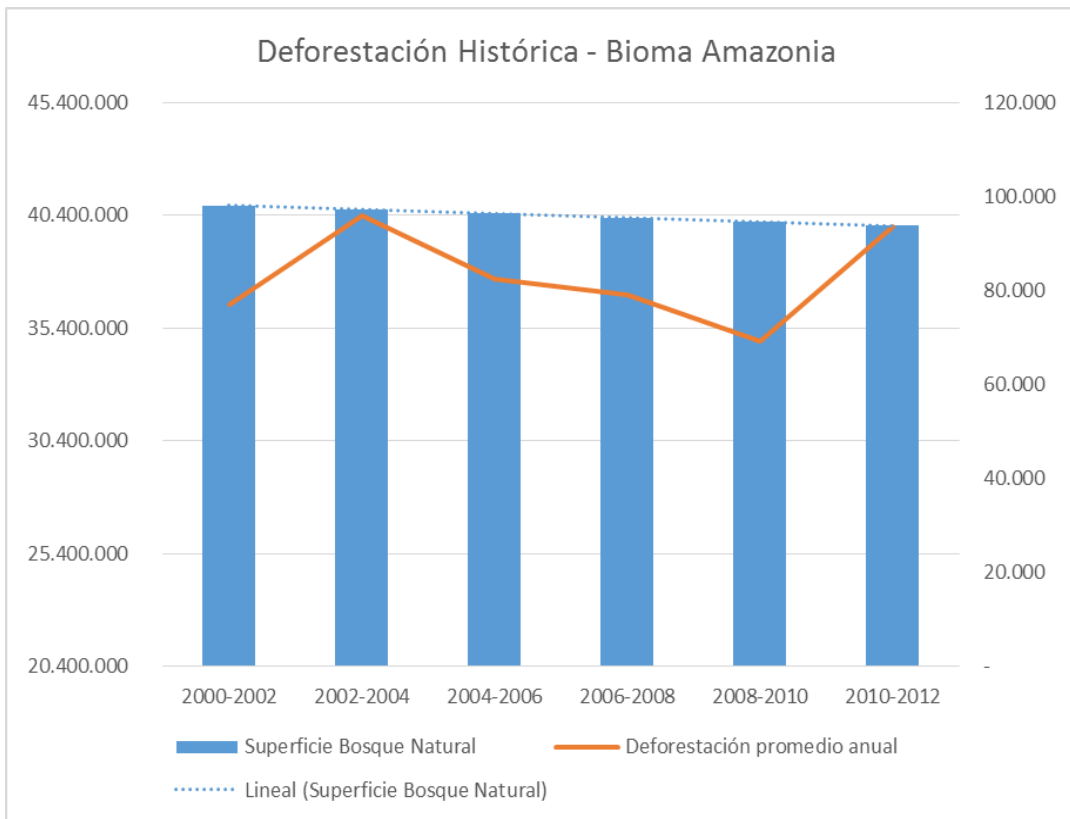
303

304 La tendencia lineal de los datos tiene una pendiente neutra (línea azul punteada de la Figura 4) y
305 casi correspondiente al promedio de la deforestación anualizada en los periodos evaluados, que
306 para el periodo de referencia 2000-2012 es de 82.883 ha/año en la región del bioma amazónico
307 (línea roja de la Figura 4). En la figura 5 se evidencia la perdida de superficie boscosa para el bioma
308 amazónico en comparación con la deforestación.



309
310

Figura 4 Tendencia de la deforestación en el Bioma Amazónico a partir de CSB.



311

Figura 5 Superficie de bosque natural versus deforestación promedio en el bioma Amazónico.

313

314 **e) Factores de emisión**

315 **I. Sumideros incluidos**

316 El NREF incluye los sumideros “*Biomasa aérea -BA*” y “*Biomasa subterránea -BS*”, mientras que los
317 sumideros “*Hojarasca*”, “*Madera muerta*” y “*Carbono en suelos orgánicos*” no son incluidos dado
318 que no existe información disponible actualmente que permita incluir dichos sumideros en este
319 NREF. El *factor de emisión* de la biomasa aérea y subterránea consiste en el contenido de carbono
320 por hectárea en la biomasa aérea y subterránea (raíces) medidos en toneladas de carbono por
321 hectárea ($tC\ ha^{-1}$), para los tipos de bosques de la región del NREF.

322 **II. Estratificación del Bosque**

323 A la fecha, una de las leyendas de estratificación más utilizadas para estimar la biomasa aérea (BA)
324 en bosques tropicales emplea la precipitación como única variable diagnóstica. Esta leyenda,
325 propuesta por Chave et al. 2005, se basa en el número de meses secos por año, siendo un mes
326 seco en el cual la evapotranspiración total excede la precipitación. Siguiendo esta clasificación los
327 principales tipos de bosques definidos son secos, húmedos y pluviales. No obstante, un
328 considerable número de trabajos (Grubb et al., 1963; Kitayama, et al., 1994, 2002; Lieberman et
329 al., 1996; Aiba et al., 1999; Schawe et al., 2007; Moser et al., 2008; Girardin et al., 2010) han
330 examinado la distribución de la BA y su relación con parámetros meteorológicos que covarían con
331 la altitud (e.g. temperatura, radiación solar, presión atmosférica, radiación UV-B) y otros factores
332 climáticos (e.g. humedad, precipitación, estacionalidad) que responden a variaciones regionales o
333 locales (e.g. orografía, vientos), (Körner, C. 1998, 2006).

334 Éstos proponen que la reducción de la temperatura del aire, sumado a alteraciones en la
335 disponibilidad de nutrientes y la composición química del suelo, puede afectar las tasas de
336 crecimiento de los árboles y la estructura de la vegetación [Körner, 2006; Coomes et al., 2007],
337 conduciendo a una disminución en la BA. Es por esto que se considera que la inclusión de dichas
338 variables diagnósticas, en conjunto con la precipitación, permite estimar de manera más
339 apropiada la biomasa y las reservas de Carbono almacenadas en los bosques.

340 Teniendo en cuenta lo anterior, los bosques se estratificaron siguiendo la clasificación bioclimática
341 de Holdridge et al. 1971, en la cual la vegetación se clasifica utilizando como variable diagnóstica la
342 evapotranspiración potencial, expresada en función del equilibrio entre la precipitación y la
343 temperatura anual. El mapa de estratificación se generó a partir de los promedios climatológicos
344 de la normal climatológica 1981-2010 reportada por IDEAM⁴ y el modelo de elevación digital
345 (DEM) de 30 m de la NASA (misión SRTM). En la construcción de las salidas cartográficas para la
346 temperatura media anual se siguió a Díaz-Almanza, 2013, mientras que la precipitación anual para

4 Los promedios climatológicos de la serie 1981-2010 se pueden descargar en [http://institucional.ideam.gov.co/descargas?com=institucional&name=pubFile15803&downloadname=Pro medios%2081-10.xlsx](http://institucional.ideam.gov.co/descargas?com=institucional&name=pubFile15803&downloadname=Pro%20medios%2081-10.xlsx). El vínculo fue consultado por última vez el 14 de septiembre de 2014.

347 se utilizó una interpolación utilizando método del inverso de la distancia (IDW) siguiendo la
348 distribución espacio-temporal de las variables del clima de IDEAM, 2005. Empleando esta
349 estratificación se encontró que en el bioma Amazónico en Colombia ocurren tres tipos de bosques,
350 que para 2012 cubren 87% de la superficie total (Ver tabla 2). El bosque húmedo tropical cubre
351 más del 99% de la extensión de dichas coberturas boscosas, por lo que este NREF se construye con
352 información de contenidos de biomasa para este tipo de bosque.

353

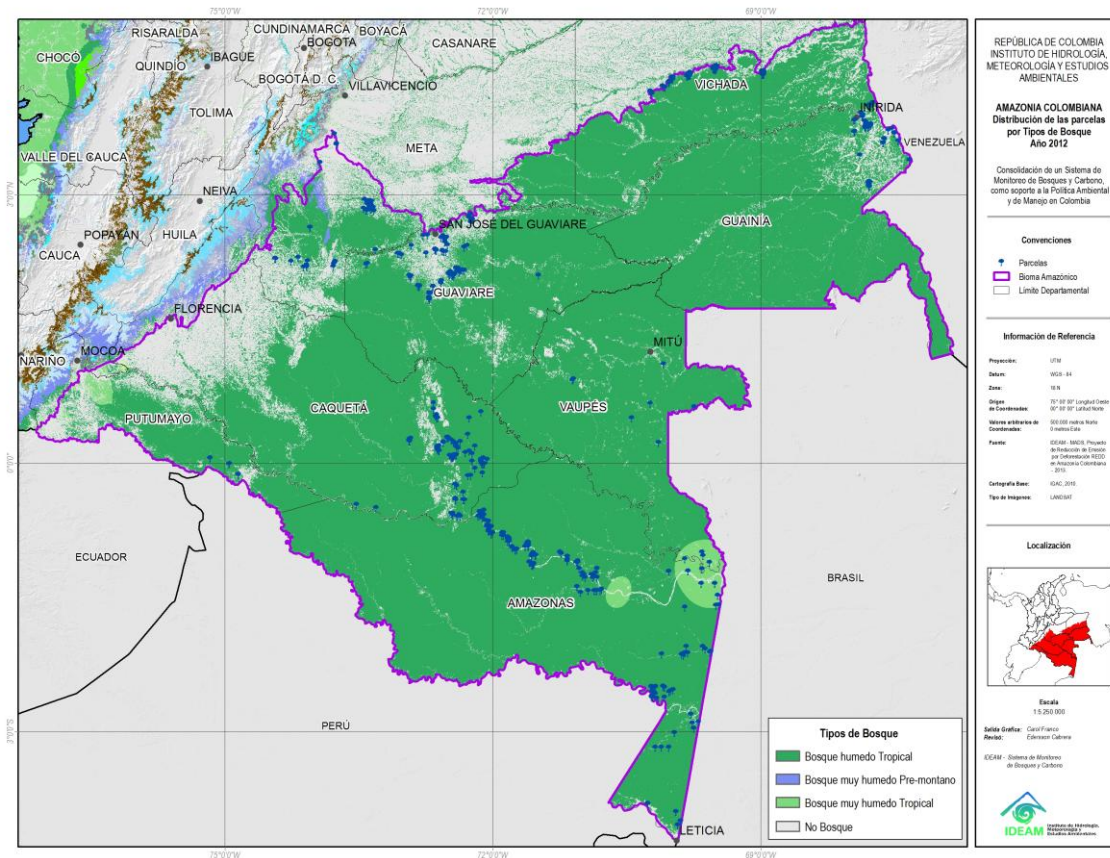
354 **Tabla 2 Estratificación de los bosques y su extensión en la región del bioma de la Amazonía, siguiendo la**
355 **clasificación bioclimática propuesta por Holdridge *et al.* (1971), adaptada para Colombia por IDEAM (2005).**

Tipo de bosque	Temperatura (°C)	Precipitación (mm/año)	Área (ha) 2012	% Bosque Bioma
Húmedo tropical	>24,0	2.001-4.000	39.637.401	99.2
Muy húmedo tropical	>24,0	4.001-8.000	267.024	0.7
Muy húmedo premontano	18,0-24,0	2.001-4.000	44.436	0.1

356

357 **III. Compilación de los datos de campo**

358 Los datos empleados para estimar las reservas de Carbono almacenadas en la BA, son el resultado
359 del establecimiento de 721 parcelas en bosque húmedo tropical en el periodo 1990 - 2014 (Figura
360 6). El tamaño de las parcelas varió entre 0,1 ha y 1,5 ha. El área total muestreada fue de
361 aproximadamente 142 hectáreas. Los datos fueron compilados por el SMBYC del IDEAM y fueron
362 almacenados en tablas separadas, diferenciando los atributos propios de las parcelas y de los
363 individuos. Se utilizó la aplicación en línea *i Plant Collaborative* (Boyle *et al.*, 2013) para realizar la
364 estandarización de la nomenclatura taxonómica, bajo el sistema de clasificación APG III (APG
365 2009), utilizando datos de referencia provenientes del Jardín Botánico de Missouri (MO), del
366 *Global Compositae Checklist* y del catálogo de plantas del Departamento de Agricultura de los
367 Estados Unidos (USDA). El repositorio incluye 92.388 registros de individuos con diámetro normal
368 mayor o igual a 10 cm, 4.894 morfo-especies, 621 géneros y 130 familias de plantas. A cada
369 registro se le asignó la densidad básica de la madera (ρ) de la especie a la que pertenece, a partir
370 de datos disponibles en la literatura científica (Chave *et al.*, 2006; Zanne *et al.*, 2009). En los casos
371 en los cuales lo anterior no fue posible, se utilizó la ρ del género o familia. A los individuos sin
372 identificación botánica se les asignó el promedio de la ρ de todas las especies registradas en la
373 parcela.



374

375 **Figura 6** Distribución de tipos de bosque y parcelas de inventarios forestales y/o florísticos disponibles para el área del
 376 bioma de la Amazonía.

377

378 IV. Preparación de los datos:

379 Se estimó la BA de cada árbol (expresada en kg) utilizando la ecuación alométrica desarrollada por
 380 Álvarez et al. 2012, en donde la BA se expresa en función del D y la ρ :

381

$$382 \quad BA = \exp\left(2,406 - (1,289 \ln(D)) + (1,169 (\ln(D))^2) - (0,122 (\ln(D))^3) + (0,445 \ln(\rho))\right)$$

383

384 Los modelos de Álvarez y colaboradores fueron construidos a partir de datos de 631 árboles ($D \geq$
 385 10 cm) cosechados en Colombia y permiten estimar de manera más exacta la biomasa aérea en
 386 bosques del país que cuando se emplean los modelos pantropicales comúnmente utilizados en
 387 este tipo de estudios, (Álvarez et al., 2012). Una vez calculada la biomasa aérea de cada árbol (BA)

388 se estimó la biomasa subterránea (BS) de cada árbol, empleando la siguiente ecuación propuesta
389 por Cairns *et al.* 1997, en donde la BS se expresa en función de la BA.

390

391

$$BS = \exp^{-1.085 + (0.9256 \ln BA)}$$

392

393 De manera posterior, se obtuvo la biomasa total para cada individuo (BT) al sumar su BA y su BS.
394 La Biomasa Total (BT) de cada parcela se obtuvo de la sumatoria de la BT de los individuos
395 registrados en ella, excluyendo palmas, lianas y helechos (i.e. hábitos no-arbóreos), el valor se
396 escaló a mega gramos por hectárea (Mg/ha). Al excluir de la estimación los individuos no-
397 arbóreos, se encontró que la BT de 52 parcelas (correspondientes a ca. 7 ha muestreadas)
398 disminuyó significativamente ($\geq 20\%$). Se analizó la distribución diamétrica de los individuos
399 registrados en cada parcela y se halló que 26 de las 52 parcelas (ca. 3 ha) presentaron
400 distribuciones anómalas al compararlas con otras ubicadas en el mismo tipo de bosque. En estas
401 parcelas, por lo general, no se registraron individuos en categorías diamétricas inferiores (i.e. 10-
402 30 cm), mientras que en otros están ausentes en clases diámetricas intermedias (i.e. 30-60 cm). Es
403 posible que el aprovechamiento prolongado del bosque conduzca a la aparición de este tipo de
404 distribuciones truncadas o discontinuas (Dancé & Kometter, 1984; Lopez & Tamarit, 2005; Vílchez
405 & Rocha, 2006; Ayma-Romay *et al.*, 2007; Morales-Salazar *et al.*, 2012,

406 Así mismo, se encontró que en 18 parcelas (ca. 3 ha) la diferencia absoluta entre la altitud
407 reportada y la interpolada era mayor o igual a 100 m.s.n.m. lo que puede deberse a errores en la
408 toma de datos.

409 Por principio de precaución, se excluyó la información proveniente de estas 70 parcelas en la
410 estimación de la BT. Por tanto, los análisis se realizaron con datos generados a partir del
411 establecimiento de un total de 651 parcelas, que representan ca. 133 hectáreas muestreadas.

412 V. Estimación de la biomasa total por tipo de bosque

413 Las variaciones en el tamaño de la parcela y el tamaño de la muestra pueden conducir a diferentes
414 niveles de incertidumbre en la estimación de la biomasa (Chambers *et al.*, 2001; Chave *et al.*,
415 2004). Teniendo en cuenta lo anterior, la BT para cada tipo de bosque se estimó empleando un
416 ponderador por el inverso de la varianza (Thomas & Rennie 1987), en donde la BT para el bosque
417 h (\bar{y}_h) se calculó de la siguiente manera:

418

$$\bar{y}_h = \sum \frac{w_i y_i}{w_h}$$

419 En donde,

420

$$w_i = 1/\text{var}(\bar{y}_i), \text{var}(\bar{y}_i) = \frac{(\sum y_{ij}^2) - n_i \bar{y}_i^2}{n_i(n_i-1)},$$

421 y

422
$$w_h = \sum w_i.$$

423 La varianza asociada a \bar{y}_h se obtuvo así:

424
$$var(\bar{y}_h) = \frac{1}{w_h} \left[1 + \frac{4}{w_h^2} \sum \frac{1}{n_i} (w_i \{w_h - w_i\}) \right]$$

425 En donde, n_i es el número de parcelas de tamaño i establecidas en el bosque h . En todos los casos
426 se requirió un mínimo de tres parcelas de tamaño i y diez parcelas por tipo de bosque para
427 calcular la varianza (Westfall *et al.*, 2011). El intervalo de confianza ($IC_{\bar{y}_h}$) de la media ponderada
428 se calculó como sigue:

429
$$IC_{\bar{y}_h} = \bar{y}_h \pm \sqrt{var(\bar{y}_h)} t_{0,05,n_h-1}$$

430 En donde, n_h es el número de parcelas establecido en el bosque h . El error de muestreo (SE_h) se
431 obtuvo de la siguiente manera:

432
$$SE_h = 100 \frac{\sqrt{var(\bar{y}_h)}}{\bar{y}_h}$$

433 Se empleó esta ponderación dentro de cada tipo de bosque h , para penalizar los valores
434 promedios asociados a un tamaño de parcela determinado que mostraran una alta incertidumbre
435 independiente del tamaño de la muestra. Empleando esta aproximación se encontró que la BT del
436 bosque húmedo tropical es $328,2 \pm 11,7$ Mg/ha ($SE_f = 1,8\%$).

437 Para calcular los contenidos de carbono del bosque, se utilizó el factor de 0,47 con relación a la BT,
438 mientras que para evaluar la cantidad de dióxido de carbono equivalente (CO₂e) almacenado en la
439 BT, se multiplicó la cantidad de carbono por un factor de 3,67 (IPCC, 2003,2006). Por tanto se
440 observa que el contenido de carbono es igual a 154,3 Mg C/ha, que representan 566,1 Mg
441 CO₂e/ha.

442 VI. Gases incluidos

443 El presente nivel de referencia de emisiones forestales solo incluye las emisiones de CO₂

444 f) Circunstancias nacionales

445 La Decisión 12/CP.17 invita a las partes a incluir detalles sobre cómo las circunstancias nacionales
446 se han considerado en el caso de ajustar el NREF.

447 En atención a esta provisión, Colombia considera que adicionalmente al análisis histórico de la
448 deforestación en esta área subnacional, es necesario evaluar posibles acontecimientos futuros en
449 materia económica, social y cultural que puedan modificar las dinámicas de transformación de los
450 bosques, y que no se ven reflejadas en los datos históricos de deforestación.

451 En el caso de la Amazonia colombiana, se han realizado análisis cualitativos de las principales
452 tendencias futuras de inversiones así como planes y programas de desarrollo en la región,

453 identificadas por Arenas *et al.* (2011) y Nepstad *et al.* (2013) (citado por González *et al.*, 2014) que
454 podrían incentivar la deforestación en el futuro:

- 455 • Cultivos para producción agrícola.
- 456 • Incremento de las áreas dedicadas a ganadería.
- 457 • Incremento de las Actividades mineras.
- 458 • La reforma agraria.
- 459 • La restitución de tierras.
- 460 • Proyectos de infraestructura de transporte y energía:
 - 461 a) Iniciativa para la integración de la infraestructura regional suramericana - IIRSA: la
462 Amazonia es escenario de diez iniciativas de cuatro grupos distintos: Acceso a la
463 hidrovía del Putumayo 2015-2019, Red de hidrovías amazónicas, Conexión Colombia-
464 Ecuador II (Bogotá-Mocoa-Tena-Zamora-Palanda-Loja) 2014-2016, y sistemas de
465 integración energética 2006-2020.
 - 466 b) Plan de expansión de la red nacional de carreteras 2000-2021, adoptado por el
467 documento CONPES 3085 de 2000, en el cual se estableció el diseño de 8 rutas que
468 modifican la dinámica de movilidad de la Amazonia Colombiana.
- 469 • Políticas para el desarrollo de la infraestructura minero – energética en los que se
470 destacan: i) el Plan Energético Nacional 2006- 2025⁵, que busca maximizar la contribución
471 del sector energético al desarrollo sostenible del país y asegurar la disponibilidad y
472 abastecimiento de los recursos energéticos para atender la demanda nacional, y ii) el Plan
473 Nacional de Desarrollo Minero – Visión al año 2019⁶, que propone una visión de largo
474 plazo para incrementar la competitividad del sector minero, la confianza inversionista y de
475 los beneficios derivados que son capturados por el Estado.
- 476 • Acuerdos de Paz entre el gobierno y grupos al margen de la ley.⁷

477
478

479 I. **Análisis cualitativos de motores de deforestación y sus tendencias futuras**

480 Con el fin de conocer la relación entre los agentes de la deforestación y los cambios detectados en
481 el uso del suelo, el IDEAM realizó análisis geográficos para identificar las variables que mejor
482 explican los cambios de la cobertura de Bosques. La Tabla 3 sintetiza el procedimiento llevado a
483 cabo para la caracterización de motores y agentes de deforestación. En las Tablas 4 y 5 se
484 presentan los principales agentes deforestación identificados.

485

⁵ <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=39201284>

⁶ http://www.upme.gov.co/Docs/PNDM_2019_Final.pdf

⁷ <https://www.mesadeconversaciones.com.co/documentos-y-comunicados>

486 **Tabla 3 Síntesis de los insumos, procesamientos y resultados obtenidos para el análisis de motores y agentes de**
 487 **deforestación. Fuente: González et al. (2014).**

Insumos	<p><i>Recopilación de literatura técnica y científica disponible sobre agentes y motores de deforestación a nivel nacional y regional de múltiples instituciones privadas y oficiales.</i></p> <p><i>Recopilación de información espacial de variables proxy asociadas a agentes y/o motores en el área de estudio (González et al. 2014b).</i></p>
Procesamiento	<p>Con base en la revisión de literatura, González et al. (2014b) realizan una caracterización general de los principales agentes y motores de deforestación.</p> <p>A partir de esta caracterización, se procesaron variables espaciales para representar los agentes y motores de deforestación. Adicionalmente, se realizaron ajustes subregionalizando el área de estudio, debido a dinámicas de deforestación diferenciadas al interior de la región amazónica (González et al. 2014b).</p>
Resultados	<ol style="list-style-type: none"> 1. Análisis descriptivo de agentes y motores de deforestación a escala regional. 2. Identificación de variables geográficas asociadas con los drivers de deforestación.

488

489 **Tabla 4 Agentes de deforestación identificados históricamente en la región Amazonia. Fuente: González et al. (2014)**

Agente de deforestación	Descripción
Agricultores de pequeña, mediana y gran escala	Este agente es descrito por el SINCHI (2013) como de colonizadores recientes al noroccidente de la Amazonía Colombiana, que se ubican principalmente en Zonas de Reserva Forestal de Ley 2ª de 1959 y se caracterizan por tener cultivos de pancoger, y en algunos casos de coca. En algunos casos se identifican por vivir en pequeñas fincas con cultivos o en grandes extensiones con mosaicos de cultivos, pastos y bosques y se caracterizan por su permanencia en el territorio. En otros casos no se presenta asentamiento en los frentes de colonización, posterior al cambio de cobertura. En general, se puede decir que la colonización de nuevas áreas se da por la pérdida de productividad en cultivos (González et al. IDEAM, 2011).
Ganaderos	Agentes dedicados a la ganadería extensiva de bovinos. Se distinguen dos grupos, los de fines productivos y aquellos cuyo interés es asegurar la tenencia de la tierra con la introducción de ganado en pie (González et al. IDEAM 2011). Se ubican en áreas de alta intervención y normalmente ocupan áreas extensas (SINCHI, 2013).
Empresas mineras y de hidrocarburos	Incluye minería formal y explotación petrolera. Influyen indirectamente en la deforestación debido a que la apertura de vías desencadena el ingreso de otros agentes de transformación (González et al. IDEAM 2011). El impacto puede ser aún mayor en el caso de la minería ilegal, debido a las prácticas rudimentarias usadas en este tipo de actividades (MADS, 2013).
Actores armados	Pueden actuar como agentes de transformación (e.g. ejercen actividades agropecuarias, principalmente de cultivos de uso ilícito, debilitamiento del control de instituciones del estado en áreas legalmente protegidas) o de desaceleración de la deforestación (e.g. conflicto que conlleva al abandono de tierras por parte de

agentes deforestadores) (González *et al.* IDEAM 2011).

490

491 **Tabla 5 Motores de deforestación identificados históricamente en la región Amazonia.**

<i>Motor de deforestación</i>	<i>Descripción</i>
<i>Expansión de la frontera agrícola</i>	Se define como el avance en el frente de deforestación para la producción agrícola intensiva de tierras que debido a la fragilidad de los suelos, terminan convirtiéndose en improductivas (Nepstad <i>et al.</i> 2013).
<i>Ganadería</i>	La transformación a coberturas de pastos es la causante de la mayor pérdida de cobertura boscosa en la región. Armenteras <i>et al.</i> (2013), Nepstad <i>et al.</i> (2013)
<i>Cultivos de uso ilícito</i>	En comparación con otros usos del suelo, no son de gran extensión. Sin embargo, generan focos de deforestación aislados e itinerantes. (Nepstad <i>et al.</i> 2013).
<i>Migración (e.g. colonización, desplazamiento)</i>	La migración, incluyendo el desplazamiento asociado al conflicto armado, genera colonización de áreas de bosque (Nepstad <i>et al.</i> 2013)
<i>Minería (legal e ilegal)</i>	Desde el año 2006 la actividad minera se ha visto favorecida en la región debido a las estrategias de crecimiento económico nacionales (Arenas <i>et al.</i> 2011). En comparación con otros usos del suelo, no son de gran extensión, sin embargo, generan focos de deforestación por la construcción de vías de acceso hacia estas (Nepstad <i>et al.</i> 2013).
<i>Explotación de hidrocarburos</i>	En los últimos años se ha incrementado el conocimiento del potencial geológico de la región. Para 2010 el 1% del territorio amazónico se encontraba en producción, 10% en exploración y 40% en evaluación técnica. (Arenas <i>et al.</i> 2011).
<i>Desarrollo de infraestructura</i>	Existe correlación positiva entre la localización de coberturas de la tierra productivas y la presencia de vías de acceso (Nepstad <i>et al.</i> 2013).
<i>Incendios forestales</i>	Pueden darse por causa natural o antrópica, ésta última con el fin de manejar o potenciar la productividad de tierras (Nepstad <i>et al.</i> 2013).
<i>Densidad de población</i>	Armenteras <i>et al.</i> (2013)

492

493 Históricamente, Colombia ha presentado un rezago en infraestructura de transporte (Fedesarrollo,
 494 2013). De acuerdo con el Reporte de Competitividad Global 2014 - 2015 de la OECD, la
 495 infraestructura de transporte de Colombia se encuentra por debajo de los países desarrollados, los
 496 países emergentes asiáticos y algunos países latinoamericanos. En promedio, durante la primera
 497 década del siglo XXI, la inversión en infraestructura de transporte estuvo por debajo del 1% del
 498 PIB.

499 El documento de las bases del Plan Nacional de Desarrollo - PND 2014 – 2018⁸(DNP, 2014),
500 establece que el atraso en la provisión de infraestructura logística y de transporte ha sido señalado
501 en repetidas ocasiones como uno de los principales obstáculos para el desarrollo económico y la
502 consolidación de la paz en Colombia. El PND 2014-2018, tiene un enfoque regionalizado y sostiene
503 que la integración y la transformación de los territorios, en particular de aquellos que han
504 resultado más afectados por el conflicto armado, se encuentran rezagados institucionalmente o no
505 han logrado articularse con el desarrollo económico nacional y regional. Por lo tanto, se requieren
506 esfuerzos especiales para mejorar en estos territorios la gobernabilidad, el buen gobierno, la
507 infraestructura y la conectividad física; a través del mantenimiento adecuado de las redes de vías
508 terciarias, la corrección del déficit en electrificación y de agua potable, y la conectividad en
509 comunicaciones, entre otras.

510 El Gobierno Nacional se encuentra comprometido con el objetivo de llevar los niveles de inversión
511 en infraestructura de transporte al 3% del PIB antes de terminar la década, con el fin lograr el gran
512 propósito de cerrar la brecha en infraestructura. En el cuatrienio, la inversión en carreteras
513 concesionadas pasará de 3 billones de pesos anuales a 8,5 billones de pesos al año. El PND 2014-
514 2018 también prevé un incremento en la inversión en las vías terciarias que son consideradas la
515 gran apuesta de infraestructura para el desarrollo del campo y la consolidación de la paz, dado que
516 se ejecutan en las zonas más vulnerables y con mayor impacto en la generación de economías
517 locales.

518 En relación con el desarrollo minero energético, el sector continuará, consolidándose como uno de
519 los motores de desarrollo del país a través de su aporte al crecimiento económico, al empleo rural,
520 a la inversión privada y de la generación de recursos para la inversión social del Estado. Dentro del
521 sector minero energético, el subsector de hidrocarburos es el principal impulsor del PIB, con una
522 participación del 52,3% del total de la contribución del sector minero energético en los años 2010-
523 2013. En ese sentido, durante el próximo cuatrienio se busca promover el máximo
524 aprovechamiento de los recursos naturales.

525 El PND 2014-2018 determina que el bienestar de las comunidades rurales es uno de los enfoques
526 fundamentales de la política pública de los siguientes cuatro años, que debe garantizarse
527 mediante estrategias para corregir los desequilibrios regionales y promover, a través del desarrollo
528 rural integral, mayores niveles de equidad en el país, haciendo énfasis en aquellos territorios con
529 alto riesgo de conflictividad social y económica.

530 En consecuencia, el PND 2014 - 2018 plantea estrategias y metas para alcanzar los propósitos de
531 integración territorial, bienestar de las comunidades rurales y mejora de la competitividad, que
532 incluyen entre muchas otras: el desarrollo de infraestructura moderna y servicios competitivos,
533 particularmente de la infraestructura rural que se requiere para cerrar las brechas regionales;
534 incrementar la participación del sector minero energético en el desarrollo económico sostenido e
535 inclusivo, asegurando que la economía tenga fuentes de energía competitivas que le permitan

⁸ <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Bases%20Plan%20Nacional%20de%20Desarrollo%202014-2018.pdf>

536 crecer, generar empleo y financiar las inversiones necesarias para la construcción de la paz, la
537 educación y las políticas sociales en la lucha contra de la desigualdad.

538 Por primera vez, el país ha enmarcado su estrategia de desarrollo dentro de una visión de
539 crecimiento verde de largo plazo, también contenida en el PND 2014 – 2018. De esta manera, se
540 prevé conciliar los objetivos de bienestar y oportunidades de progreso económico con los
541 objetivos de conservación y recuperación de ecosistemas ambientalmente sensibles y estratégicos
542 que hacen parte de la agenda nacional sobre el cambio climático.

543 Como se puede ver en el resumen anterior, un análisis cualitativo de las tendencias futuras de los
544 motores de deforestación, basado en las proyecciones de inversiones y planes de gobierno,
545 permiten suponer que el aumento de las actividades extractivas en la amazonia Colombiana, el
546 incremento significativo en la inversión en infraestructura y bienes públicos asociados y la
547 migración y colonización, pueden desencadenar aumentos en las tendencias históricas de la
548 deforestación en la región.

549 II. **Análisis cualitativo de un escenario post conflicto**

550 Colombia considera indispensable incluir las circunstancias nacionales en el nivel de referencia de
551 emisiones forestales para la región subnacional del bioma de la Amazonia. Esto es especialmente
552 relevante al encontrarse el país frente a la posibilidad de la terminación del conflicto armado y el
553 inicio de la construcción de una paz estable y duradera. Esta condición generará nuevas dinámicas
554 de ocupación y uso del suelo, donde los patrones de deforestación pueden verse alterados y variar
555 con respecto a promedios históricos observados hasta ahora.

556 La primera consideración se relaciona con el período de tiempo durante el cual se manifiestan los
557 efectos de la finalización del conflicto armado sobre el uso del suelo. Los análisis arrojan que
558 inicialmente, se daría un *período transicional* que básicamente abarcaría la franja de tiempo entre
559 la firma de un acuerdo de paz y el momento de iniciar la implementación de políticas y medidas en
560 el marco del acuerdo. Posteriormente, se presentaría un *periodo de estabilidad* en el que se podría
561 producir un proceso de deforestación planificada.

562 Durante el *periodo transicional*, se prevé que se estimule el aumento de procesos de desarrollo en
563 infraestructura, el retorno de la población desplazada al campo y el crecimiento de la industria
564 extractiva, a raíz de la generación de nuevas posibilidades de explorar zonas a las que no era
565 posible acceder debido al conflicto armado y de la necesidad de tierras con capacidad productiva
566 para la población que se desarma y la población desplazada que retorna.

567 Es importante aclarar que aunque los procesos de desarrollo que estimulan la deforestación
568 podrían darse sin la eventual firma de un acuerdo de paz, es claro que un escenario sociopolítico
569 de finalización del conflicto armado puede estimular un aceleramiento de la deforestación al
570 permitir el ingreso a las zonas inaccesibles por el conflicto y crear mayor confianza inversionista.
571 En consecuencia, se podría esperar que después de un acuerdo de paz exitoso, se dé un aumento
572 en la deforestación en un período de transición.

573 Si bien, Colombia ha tenido una larga historia en torno al conflicto armado, no existe información
574 adecuada que permita relacionar las variables del conflicto con los patrones de deforestación. En
575 consecuencia, se parte del análisis de referencias bibliográficas y otros escenarios de postconflicto
576 para establecer los argumentos y considerar el caso colombiano tras un acuerdo de paz como
577 factor que puede incidir en el aumento de la deforestación.

578 A nivel global, se ha observado que la mitad de los conflictos del siglo XX se desarrollan en las
579 regiones boscosas, mostrando una fuerte correlación entre el conflicto armado y los bosques
580 (Thomson, *et al.* 2007). Desde que finalizó la guerra fría cerca de 40 países han experimentado
581 conflicto armado en áreas forestales (Collier, *et al.* 2005). En Colombia, los bosques aún
582 constituyen un espacio en donde los actores armados se ocultan de las operaciones del gobierno.
583 También se convierten en espacios para que la población huya de la guerra. Estudios han
584 afirmado que los insurgentes localizan sus campos y organizan sus operaciones al interior de los
585 bosques. Adicionalmente los utilizan para la producción de cultivos ilícitos, coca, amapola y
586 proteger a los traficantes del control militar.

587 Se ha encontrado en el caso de países de Centroamérica que el incremento en el cambio de la
588 cobertura forestal fue dominado por procesos de regeneración cuando el conflicto armado tuvo
589 su mayor intensidad. Se ha encontrado además que al finalizar una guerra civil, en promedio,
590 durante los últimos siete años los países podrían experimentar un ingreso per cápita 15% menor y
591 un 30% más de personas viviendo bajo condiciones de pobreza (Thomson, *et al.* 2007). Bajo un
592 escenario post conflicto, se ratifica el hecho de que la presencia del gobierno y el fortalecimiento
593 de las comunidades requerirán pasar por un proceso de transición antes de generar control
594 eficiente en el proceso de deforestación (Stevens *et al.* 2011).

595 Otros estudios han encontrado que el cambio en la cobertura boscosa podría ser generado por el
596 conflicto armado. El conflicto podría tener efectos ambientales mixtos, es decir, podría promover
597 la deforestación por parte de los grupos armados y simultáneamente estimular el abandono de
598 tierras dedicadas a actividades agrícolas, lo cual permitiría una regeneración del bosque (Aide &
599 Grau 2004). Los campesinos y dueños de áreas ganaderas serán desplazados por temor a ser
600 secuestrados y actividades en torno a la explotación maderera, minera legal y proyectos de
601 infraestructura no acceden a la zona por temor a presentar pérdidas humanas y materiales.

602 Sin embargo, en escenarios post-conflicto, se ha demostrado que la deforestación podría
603 incrementar debido al retorno de las comunidades desplazadas a sus regiones de origen, lo cual
604 desencadenaría la expansión de la frontera agrícola. Adicionalmente se ha identificado que el 44%
605 de los países afectados por el conflicto armado pueden retornar a la guerra durante un período de
606 5 años de cese al fuego, debido a que a pesar de que el conflicto termina, muchos de los factores
607 que lo causaron aún están presentes y podrían agravarse (Collier *et al.* 2005).

608 Una vez el período transicional post conflicto inicia, el proceso de conversión de bosques se
609 desarrolla como consecuencia de una mayor demanda de alimentos proveniente de la población
610 que retorna a ocupar las tierras antes no habitables por causa del conflicto. Este escenario se ha

611 evidenciado en economías emergentes. El incremento en los precios de los alimentos, en
612 combinación con la liberalización del comercio se convierte en un incentivo para que los
613 productores conviertan los bosques libres de actores armados en paisajes agrícolas. En el caso de
614 Colombia se podrían generar procesos de deforestación significativa debido a presiones agrícolas,
615 mineras, proyectos de infraestructura y concesiones forestales al considerar la creciente demanda
616 internacional no solo por alimentos, sino por combustibles fósiles y madera del bosque (Koning, *et*
617 *al.* 2007). No obstante, una vez terminado este período transicional, el uso y manejo de los
618 recursos naturales podrá ser utilizado como herramienta para la construcción de cooperación en
619 torno al fortalecimiento de la paz y el control de la deforestación.

620

621 La región del bioma Amazónico, se caracteriza por tener áreas afectadas por el conflicto armado
622 localizadas en áreas de bosques, en muchos casos remotas e inaccesibles con riqueza en recursos
623 naturales como madera, petróleo, tierras y minerales que grupos insurgentes han explotado. El
624 gobierno viene trabajando en la mejora de la gobernanza forestal, de la gobernabilidad de la
625 región y de las condiciones de seguridad y en la legalización de los derechos de propiedad. Bajo las
626 anteriores consideraciones, sumadas a las relacionadas con las estrategias de crecimiento sectorial
627 verde y sostenido y desarrollo rural integral que el gobierno nacional ha propuesto en el PND 2014
628 – 2018, es posible argumentar que el escenario transicional de la deforestación en el post conflicto
629 es aplicable para el bioma Amazónico colombiano.

630

631 El objetivo de involucrar circunstancias nacionales en la proyección de la tasa de deforestación es
632 proponer un ajuste que permita proyectar una diferencia de la deforestación esperada para el
633 periodo 2013-2017 frente al promedio histórico de deforestación 2000-2012. Esta diferencia se
634 estima por encima del promedio de la deforestación histórica.

635 De acuerdo con estos análisis, Colombia considera un periodo transicional de 5 años, que es el
636 tiempo en el cual la tasa de deforestación continuará incrementándose hasta que el escenario
637 político y social del país logre estabilizarse, durante los cuales la tendencia en la deforestación
638 presentaría un aumento con relación al promedio histórico 2000-2012. Una vez superada esta
639 etapa, la tasa de deforestación podría disminuir y se estabilizaría.

640 Dependiendo de la evolución de los actuales diálogos y el acuerdo resultante, así como de la
641 disponibilidad de información que permita establecer de manera más precisa las relaciones
642 causales entre el postconflicto y la deforestación, Colombia actualizará este NREF.

643 **III. Ajuste por circunstancias nacionales**

644 El nivel de referencia incorpora un ajuste por las circunstancias nacionales anteriormente descritas
645 y según los lineamientos de la CMNUCC. Colombia estima un ajuste conservador de **+10%** sobre el
646 valor de la deforestación promedio 2000-2012. Este ajuste se encuentra dentro del rango de datos
647 de deforestación anual en Colombia observados en el periodo de referencia. El ajuste se justifica
648 por el resultado del análisis cualitativo para la Amazonía del comportamiento de los motores de la

649 deforestación y el posible escenario de post conflicto, que sugiere un incremento en las
650 tendencias históricas.
651

652 IV. **Espacialización de la deforestación**

653 La proyección de la deforestación es un paso necesario para identificar áreas potenciales para la
654 implementación del mecanismo REDD+ y el cálculo de niveles de referencia, (Achard *et al.* 2009;
655 González *et al.* IDEAM 2011). En Colombia, la mayor parte de la deforestación se localiza en
656 terrenos propiedad del Estado, y se da por colonización no planeada y generalmente ilegal (Etter
657 *et al.* 2006; González *et al.* IDEAM 2011). Poco se sabe del cambio al interior de los diferentes
658 ecosistemas. Los estudios existentes son principalmente descriptivos y limitados en cuanto a su
659 capacidad para predecir la dinámica futura de las transformaciones; existe entonces la necesidad
660 de desarrollar modelos con una base teórica sólida, que puedan ser probados de forma empírica
661 utilizando datos reales y que tengan una buena capacidad predictiva (Etter *et al.* 2006b; González
662 *et al.* IDEAM 2011).

663

664 Colombia incluye en su NREF la espacialización de la deforestación como una herramienta
665 complementaria e independiente a la cuantificación de los datos de actividad y factores de
666 emisión. Por lo cual no implica modificaciones en las cantidades estimadas descritas en los
667 apartados 2.a; 2.b; 2.c; 2.d y 2.e. Este proceso se ejecutó sobre el área de las dos Autoridades
668 Ambientales (Corporaciones de Desarrollo Sostenible CDA y Corpoamazonia) donde se concentra
669 la mayor cantidad de bosque y deforestación del bioma amazónico.

670

671 La proyección espacial de la pérdida de cobertura forestal en un área particular, requiere la
672 caracterización de los procesos históricos de cambio en dicha cobertura, a través de la
673 identificación de los principales motores y agentes de deforestación. Para ello, es necesaria la
674 utilización de modelos de cambio del uso y cobertura de la tierra, conocidos como LULC (*Land Use*
675 *Land Change*), en los que se representa de forma explícita el cambio de uso o cobertura en un
676 contexto geográfico particular (Aguilar *et al.*, 2014; Soares-Filho *et al.*, 2002). El potencial de
677 ocurrencia de los factores responsables de transformación de los bosques es fundamental para
678 avanzar en el entendimiento de los patrones y motores de dicho cambio (Varios autores citados
679 por Etter *et al.* 2006a). El monitoreo y reporte del cambio en la cobertura de la tierra a una escala
680 nacional y regional es muy relevante pero no informa de la complejidad espacial y temporal de las
681 dinámicas que ocurren por debajo de esos niveles de análisis (Etter *et al.* 2006a). Varios autores
682 señalan la importancia de mejorar la capacidad explicativa y predictiva de los modelos LULC, con el
683 fin de aumentar su contribución al uso sostenible del territorio y a la planeación de acciones de
684 conservación (Kaimowitz D & Angelsen, 1998; Verburg *et al.*, 2002; Etter *et al.* 2006a; Southworth
685 *et al.*, 2011).

686

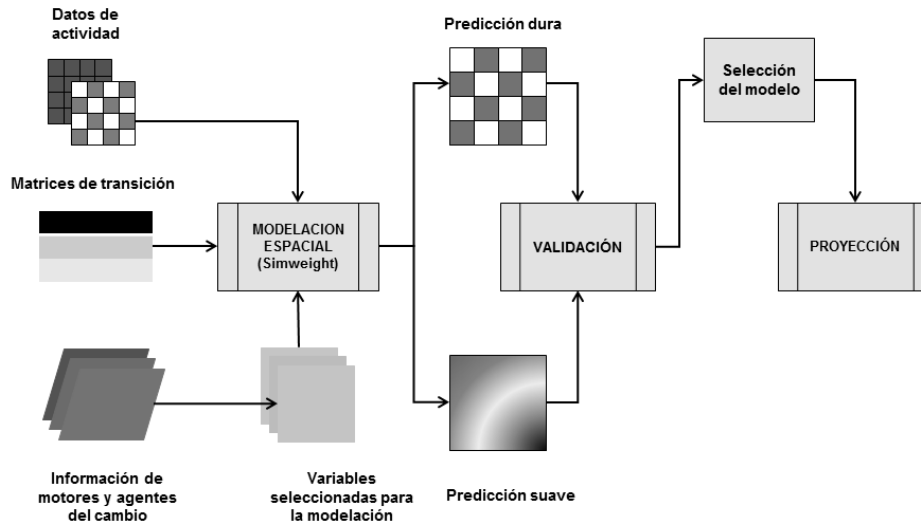
687 El proceso de modelación partió de un ejercicio previo de caracterización de las dinámicas
688 históricas de cambio para tener una aproximación más precisa a las diferentes dinámicas de

689 transformación del bosque al interior del área subnacional. Este proceso permite diferenciar áreas
690 de “alta” y “baja” deforestación para lo cual se utilizó información de la deforestación anualizada
691 para el periodo de referencia 2000-2012. De manera complementaria, se utilizó el análisis de
692 motores y agentes de deforestación (González *et al.* IDEAM 2014a), en particular de la información
693 socioeconómica disponible acerca del patrón de aglomeración y conectividad (vial y fluvial) de los
694 asentamientos (Riaño & Salazar 2009), la dinámica de la actividad ganadera (Murcia *et al.* 2011), y
695 los patrones de distribución histórica de los cultivos ilícitos en la región (UNODC & SIMCI 2013),
696 permitiendo diferenciar estos dos tipos principales de áreas al interior de la amazonia: el sector
697 noroccidental con un mayor grado de consolidación urbana y conectividad vial en la que
698 históricamente se ha dado una mayor producción de coca y conversión de tierras a uso pecuario; y
699 el sector suroriental con asentamientos dispersos, conectividad reducida o restringida, y una baja
700 densidad histórica de cultivos de coca y producción ganadera.

701

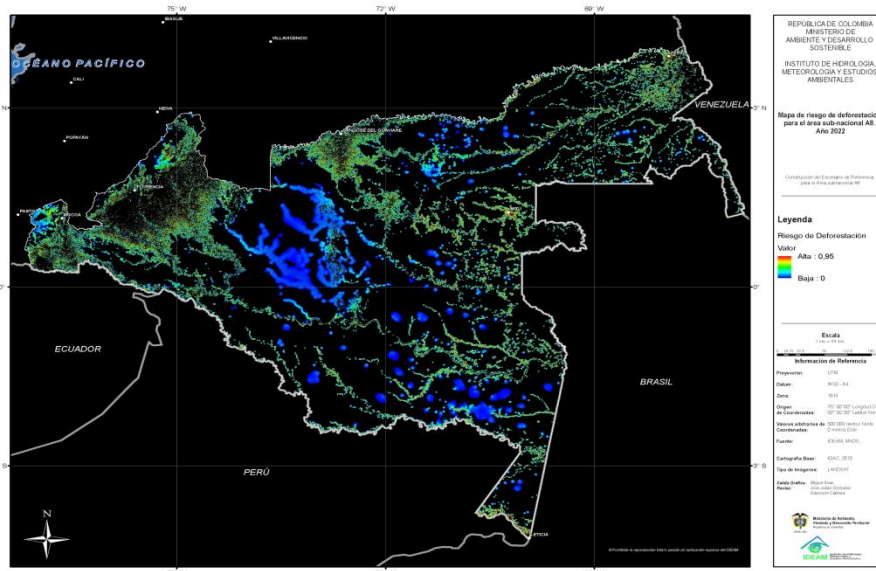
702 Para cada área se recopiló y estructuró un conjunto de insumos a partir de los cuales se generó
703 una base de datos de variables con potencial poder explicativo del fenómeno en cada zona (Anexo
704 c), la metodología de modelación del riesgo de deforestación se presenta en el Figura 7. La
705 distribución espacial de los cambios se hizo a partir del comportamiento de las variables
706 explicativas derivadas del análisis de motores de deforestación. Se corrieron múltiples pruebas
707 combinatorias para establecer el conjunto de variables y períodos que mejor permitieran predecir
708 la deforestación al año más reciente conocido, a fin de evaluar mediante pruebas de validación los
709 modelos más precisos. Esto último, se llevó a cabo empleando de forma complementaria dos de
710 las herramientas más utilizadas para simulación espacial de coberturas (IDRISI SELVA y DINAMICA-
711 EGO); los resultados de la validación estuvieron por encima de los mínimos requeridos por las
712 metodologías de validación del mercado voluntario (Anexo c). Finalmente, y a partir de los
713 mejores modelos encontrados para cada subregión, se generó un mapa anual de probabilidad que
714 da cuenta del nivel de riesgo y futuro patrón esperado de expansión del fenómeno de
715 deforestación en el área de estudio al año 2022 (Figura 8). El mapa permite identificar aquellas
716 zonas en las que es recomendable avanzar en la implementación de actividades REDD+.

717



718
719
720
721

Figura 7 Diagrama del procedimiento implementado para modelar espacialmente la deforestación.



722
723

Figura 8 Riesgo de deforestación en la Amazonía para el Año 2022.

724
725
726
727
728
729
730

Los resultados del ejercicio de simulación espacial de la deforestación desarrollado para el área de estudio constituyen un insumo clave para la toma de decisiones en la definición e implementación de estrategias que permitan desacelerar el avance de la deforestación en la zona, al tiempo que se pueden convertir en una herramienta clave para la proponer esquemas transparentes para la distribución de beneficios, y medidas de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV).

731
732

Las deficiencias en la información necesaria para lograr predicciones espaciales más precisas siguen siendo una limitante; sin embargo, los resultados de los diferentes métodos de validación

733 aplicados durante el proceso de modelación, demuestran que los mejores modelos obtenidos
 734 superan ampliamente los niveles de precisión mínimos requeridos para su uso en la definición de
 735 líneas base en REDD+. En el marco de una aproximación “*paso a paso*” como la que debe orientar
 736 la construcción de niveles de referencia (Mora *et al.* 2012), Colombia continuara explorando el
 737 potencial de la modelación espacial para la definición de los niveles de referencia, así como para el
 738 desarrollo e implementación de estrategias de mitigación y compensación efectivas.
 739

740 3 Construcción del Nivel de Referencia de Emisiones Forestales

741 La Tabla 8 resume la información seleccionada para los componentes de datos de actividad,
 742 factores de emisión y motores de deforestación. La construcción del NREF conlleva tres pasos:

- 743 i. Determinación de los datos de actividad (acorde al numeral 2.d del presente documento),
- 744 ii. Determinación de los factores de emisión (acorde al numeral 2.e.v del presente
 745 documento) y
- 746 iii. Multiplicación del factor de emisión promedio por la deforestación promedio más un 10%
 747 de circunstancias nacionales (acorde al numeral 2.f del presente documento).

748 **Tabla 6 Resumen de insumos seleccionados para la simulación de la deforestación**

<i>Componente</i>	<i>Insumo</i>	<i>Fuente</i>
Datos de actividad	Capas de coberturas de Bosque-No Bosque. UMM 1ha.	IDEAM (2014) basado en la metodología propuesta por (Cabrera <i>et al.</i> IDEAM 2011: Galindo <i>et al.</i> , en prensa)
Factores de emisión	Biomasa (t ha ⁻¹) y emisiones brutas (t CO ₂ ha ⁻¹) por tipos de bosque	Basado en Phillips <i>et al.</i> IDEAM (2011); Phillips <i>et al.</i> IDEAM, en prensa.
Circunstancias nacionales	Estimación conservadora de tendencias futuras de inversión así como planes y programas de desarrollo.	Basado en la información secundaria reportada en el apartado 2.d del presente documento.

749

750 a. Calculo del NREF

751 La biomasa forestal total por hectárea (BT) es la suma de la biomasa forestal aérea por hectárea
 752 (BA), y la biomasa forestal subterránea por hectárea (BS). La BA del Bosque húmedo tropical es de
 753 **273.14 ± 9.8 Mg/ha (SE_f = 1,8%)**; y la BS es de **55.02 ± 1.83 Mg/ha (SE_f= 1,7%)**.

754 Así entonces, empleando esta aproximación se encontró que la BT del bosque húmedo tropical es
 755 **328,2 ± 11,7 Mg/ha (SE_f = 1,8%)**. (Apartado 2.e.v),

756

757 El carbono contenido en la biomasa total (CBF) por hectárea es el producto de la biomasa total
758 (BT) y su fracción de carbono (0.47 acorde a IPCC, 2003,2006), según la siguiente ecuación:

759

$$CBF = BT \cdot 0.47$$

760

$$CBF = 328.2 \cdot 0.47 = 154.3 \text{ TonC/ha}$$

761 El dióxido de carbono equivalente contenido en la biomasa total por hectárea (CBFeq) es el
762 producto entre el carbono contenido en la biomasa total por hectárea (CBF) y la constante de la
763 proporción molecular entre el carbono (C) y el dióxido de carbono (CO₂), igual a 44/12, según la
764 siguiente ecuación:

765

$$CBFeq = CBF \cdot (3.67)$$

766 ...

767

$$CBFeq = 154.3 \cdot 3.67 = 566.1 \text{ TonCO}_2\text{eq/ha}$$

768 Las emisiones de cada año (EA) del NREF durante el periodo 2013 – 2017, corresponden al
769 producto entre la deforestación anual promedio 2000-2012 (CSB), (promedio de la Cambio en la
770 superficie cubierta por bosque natural anualizada; apartado 2d), el carbono equivalente contenido
771 en la biomasa forestal total por hectárea (CBFeq) y las circunstancias nacionales (CN), (apartado
772 2f), según la siguiente ecuación:

773

$$EA = CBFeq \cdot CSB \cdot CN$$

774

$$EA = 566.1 \cdot 82.863 \cdot 1,1 = 51.599.618,7 \text{ TonCO}_2\text{eq/año}$$

775 El NREF para el bioma amazónico colombiano tendrá un periodo de proyección de 5 años, es decir
776 periodo 2013 a 2017, luego de lo cual será actualizado.

777

779 **4 Referencias bibliográficas**

780 Achard, F., S. Brown, R. DeFries, G. Grassi, M. Herold, D. Mollicone, D. Pandey, and C. Souza,
781 editors. 2009. A sourcebook of methods and procedures for monitoring and reporting
782 anthropogenic greenhouse gas emissions and removals caused by deforestation, gains and losses
783 of carbon stocks in forest remaining forest, and forestation. GOF-C-GOLD Project Office, Alberta,
784 Canadá.

785

786 Aide TM, Grau HR. 2004. Globalization, migration, and Latin American ecosystems. *Science*
787 305:1915–16.

788

789 Angelsen, A., D. Boucher, S. Brown, V. Merckx, C. Streck, and D. Zarin. 2011. Guidelines for REDD+
790 Reference Levels: Principles and Recommendations.

791

792 Álvarez, E., Duque, A., Saldarriaga, J. G., Cabrera, K., De las Salas, G., Del Valle, J. I., Moreno, F.,
793 Orrego, S. A & Rodríguez, L. (2012). Tree above-ground biomass allometries for carbon stocks
794 estimation in the natural forests of Colombia. *Forest Ecology and Management* 267, 297-308

795

796 Angiosperm Phylogeny Group. [A.P.G.] 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group
797 classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Bot. J. Linnean Soc.* 161: 105-
798 121.

799

800 Arenas, Wendy, Paola Zúñiga, y Edgar Mayordomo, eds. 2011. Transformaciones en la Amazonia
801 colombiana: Retos para un desarrollo sostenible. Fundación Alisos.
802 [http://www.amazonas2030.net/es/documentacion/informes/transformaciones-en-la-amazonia-](http://www.amazonas2030.net/es/documentacion/informes/transformaciones-en-la-amazonia-colombiana-retos-para-un-desarrollo-sostenible/download)
803 [colombiana-retos-para-un-desarrollo-sostenible/download](http://www.amazonas2030.net/es/documentacion/informes/transformaciones-en-la-amazonia-colombiana-retos-para-un-desarrollo-sostenible/download).

804

805 Armenteras, Dolors, Edersson Cabrera, Nelly Rodríguez, y Javier Retana. 2013. «National and
806 regional determinants of tropical deforestation in Colombia». *Regional Environmental Change*,
807 marzo. doi:10.1007/s10113-013-0433-7. <http://link.springer.com/10.1007/s10113-013-0433-7>.

808

809 AYMA-ROMAY, A.I., PADILLA-BARROSO, E. & CALANI, E. 2007. Estructura, composición y
810 regeneración de un bosque de neblina. *Revista Boliviana de Ecología y conservación ambiental* 21:
811 27-42.

812

813 BOYLE, B., HOPKINS, N., LU, Z., RAYGOZA-GARAY, J.A., MOZZHERIN, D., REES, T., MATASCI, N.,
814 NARRO, M.L., PIEL, W.H., MCKAY, S.J., LOWRY, S., FREELAND, C., PEET, R.K. & ENQUIST, B.J. 2013.
815 The taxonomic name resolution service: an online tool for automated standardization of plant
816 names. *BMC Bioinformatics* 14: 16.

817

818 Cabrera, E., G. Galindo, and D. Vargas. 2011. Protocolo de Procesamiento Digital de imágenes para
819 la Cuantificación de la Deforestación en Colombia. Nivel Nacional Escala Gruesa y Fina. Instituto de
820 Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM.
821

822 Cairns M A, Brown S, Helmer E H and Baumgardner G A 1997. Root biomass allocation in the
823 world's upland forests. *Oecologia* 111, 1–11.
824

825 CHAMBERS, J.Q., DOS SANTOS, J., RIBEIRO, R.J. & HIGUCHI, N. 2001. Tree damage, allometric
826 relationships, and aboveground net primary production in a central Amazon forest. *Forest Ecology
827 and Management* 152: 73-84.
828

829 CHAVE, J., CONDIT, R., AGUILAR, S., HERNANDEZ, A., LAO, S. & PEREZ, R. 2004. Error propagation
830 and scaling for tropical forest biomass estimates. *Philosophical Transactions Royal Society B* 359:
831 409-420.
832

833 CHAVE, J., ANDALO, C., BROWN, S., CAIRNS, A., CHAMBERS, J.Q., FOLSTER, H., FROMARD, F.,
834 HIGUCHI, N., KIRA, T., LESCURE, J.P., NELSON, B.W., OGAWA, H., PUIG, H., RIERA, B. & YAMAKURA,
835 T. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests.
836 *Oecologia* 145: 87-9.
837

838 CHAVE, J., MULLER-LANDAU, H.C., BAKER, T.R., EASDALE, T.A., TER STEEGE, H. & WEBB, C.O. 2006.
839 Regional and phylogenetic variation of wood density across 2456 Neotropical tree species.
840 *Ecological Applications* 16(6): 2356-2367.
841

842 Collier, Paul and Nicholas Sambanis, editors. *Understanding Civil War: Evidence and Analysis.*
843 *Volume 2: Europe, Central Asia, and Other Regions.* Washington DC: The World Bank, 2005.
844

845 COOMES, D.A. & ALLEN, R.B. 2007. Effects of size, competition and altitude on tree growth.
846 *Journal of Ecology* 95: 1084-1097.
847

848 DANCÉ, J. & KOMETTER, R. 1984. Algunas características dasonómicas en los diferentes estadios
849 del bosque secundario. *Revista Forestal del Perú* 12(1-2): 1-15.
850

851 DeFries, R., Achard, F., Brown, S., Herold, M., Murdiyarso, D., Schalamadinger, B., & De Souza, C.
852 (2006). Reducing greenhouse gas in temperate forests. *Remote Sensing Reviews*, 13, 207–
853 234. Emissions from Deforestation in developing countries: Considerations for monitoring and
854 measuring, report of the Global Terrestrial Observing System (GTOS) Number 46, GOF-C-GOLD
855 report 26 (p. 23). Roma, Italia.
856

857 Departamento Nacional de Planeación - DNP, 2014, Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2014-
858 2018. Versión preliminar para discusión del Consejo Nacional de Planeación.

859 <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Bases%20Plan%20Nacional%20de%20Desarrollo%20>
860 [2014-2018.pdf](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Bases%20Plan%20Nacional%20de%20Desarrollo%20)
861
862 DÍAZ-ALMANZA, E. 2013. Informe de avance - Contrato PC-CPS-013/2013. Junio 2013. Patrimonio
863 Natural Fondo para la Biodiversidad y Áreas Protegidas. Bogotá D.C. 24 pp.
864
865 Eastman, R. 2012. IDRISI Selva. Clark University, Worcester, MA.
866 Etter, A., C. McAlpine, S. Phinn, D. Pullar, and H. Possingham. 2006a. Unplanned land clearing of
867 Colombian rainforests: Spreading like disease? *Landscape and Urban Planning* 77:240–254.
868
869 Etter, A., C. McAlpine, D. Pullar, and H. Possingham. 2006b. Modelling the conversion of
870 Colombian lowland ecosystems since 1940: Drivers, patterns and rates. *Journal of environmental*
871 *management* 79:74–87.
872
873 Fuller, D., M. Hardiono, and E. Meijaard. 2011. Deforestation Projections for Carbon-Rich Peat
874 Swamp Forests of Central Kalimantan, Indonesia. *Environmental Management* 48:436–447.
875
876 Galindo G., Espejo O. J., Rubiano J. C., Vergara L. K., Cabrera E. En prensa. Protocolo de
877 procesamiento digital de imágenes para la cuantificación de la deforestación en Colombia. V 2.0.
878 Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. Bogotá D.C., Colombia., 54
879 pág.
880
881 GIRARDIN, C.A.J., MALHI, Y., ARAGÃO, L.E.O.C., MAMANI, M., HUARACA HUASCO, W., DURAND, L.,
882 FEELEY, K.J., RAPP, J., SILVA-ESPEJO, J.E., SILMAN, M., SALINAS, N. & WHITTAKER, R.J. 2010. Net
883 primary productivity allocation and cycling of carbon along a tropical forest elevational transect in
884 the Peruvian Andes. *Global Change Biology* 16: 3176-3192.
885
886 GOFC-GOLD. (2009). Reducing Greenhouse gas emissions from deforestation and degradation in
887 developing countries: A sourcebook of methods and procedures for monitoring, measuring and
888 reporting, GOFC-GOLD Report version COP14-2. (F. Achard, S. Brown, R. De Fries, G. Grassi, M.
889 Herold, D. Mollicone , Pandey, D. & C. J. Souza, Eds.) (p. 185). Alberta, Canada.
890
891 GOFC-GOLD. (2014). A sourcebook of methods and procedures for monitoring and reporting
892 anthropogenic greenhouse gas emissions and removals associated with deforestation, gains and
893 losses of carbon stocks in forests remaining forests, and forestation. GOFC-GOLD Report version
894 (p. 243). Países Bajos: Wageningen University.
895
896 González, J., A. Cubillos, M. Arias, and B. Zapata. 2014a. Análisis de agentes y motores de
897 deforestación para el ajuste del nivel de referencia de emisiones por deforestación en el área
898 subnacional A8. Page 56. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de
899 Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Bogotá, Colombia.
900

901 González, J., Zapata, B., Cubillos, A., Arias, M. IDEAM-MADS. 2014b. Aproximación metodológica
902 para la construcción del nivel de referencia ajustado en el área subnacional A8. Instituto de
903 Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia. Ministerio de Ambiente y
904 Desarrollo Sostenible. Bogotá, Colombia.
905

906 González, J., Zapata, B., Cubillos, A., Arias, M. IDEAM-MADS. 2014c. Resultados del ajuste del nivel
907 de referencia de emisiones por deforestación en el área subnacional A8. Instituto de Hidrología,
908 Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo
909 Sostenible. Bogotá, Colombia.
910

911 González, J. J., A. A. Etter, A. H. Sarmiento, S. A. Orrego, C. Ramírez, E. Cabrera, D. Vargas, G.
912 Galindo, M. C. García, and M. F. Ordoñez. 2011. Análisis de tendencias y patrones espaciales de
913 deforestación en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM,
914 Bogotá D.C., Colombia.
915

916 GRUBB, P.J., LLOYD, J.R., PENNINGTON, T.D. & WHITMORE, T.C. 1963. A comparison of montane
917 and lowland rain forest in Ecuador. The forest structure, physiognomy and floristics. *Journal of*
918 *Ecology* 51: 567-601.
919

920 HOLDRIDGE, L.R., GRENKE, W., HATHEWAY, W.H., LIANG, T. & TOSI, J.A. 1971. *Forest*
921 *Environments in Tropical Life Zones: A Pilot Study*. Pergamon Press, Oxford.
922

923 INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM. 2013. Reporte
924 de Alertas Tempranas de Deforestación para Colombia. Segundo Semestre del 2013. Page 9.
925 Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia, Bogotá D.C., Colombia.
926

927 INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). 2005.
928 Distribución espacio-temporal de las variables del clima. En: Instituto de Hidrología, Meteorología
929 y Estudios Ambientales & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (Eds.), *Atlas*
930 *climatológico de Colombia*. Bogotá D.C. 218 pp.
931

932 IPCC 2003. Intergovernmental Panel on Climate Change. *Good Practice Guidance for Land Use,*
933 *Land-Use Change and Forestry*. Edited by Jim Penman, Michael Gytarsky, Taka Hiraishi, Thelma
934 Krug, Dina Kruger, Riitta Pipatti, Leandro Buendia, Kyoko Miwa, Todd Ngara, Kiyoto Tanabe and
935 Fabian Wagner. Published by the Institute for Global Environmental Strategies (IGES) for the IPCC.
936

937 IPCC 2006. Intergovernmental Panel on Climate Change. VOL. 4 *Agricultura Silvicultura y Otros*
938 *Usos de la Tierra*. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC/OECD/IEA/IGES,
939 Hayama, Japan.
940

941 Thomson. J, Deanna Donovan, Wil De Jong and Ken-Ichi Abe, "Tropical Forests and Extreme
942 Conflict," in *Extreme Conflict and Tropical Forests*, eds. Wil De Jong, Deanna Donovan and Ken-ichi
943 Abe (Dordrecht: Springer, 2007)

944

945 KITAYAMA, K. & MUELLER-DOMBOIS, D. 1994. An altitudinal transect analysis of the windward
946 vegetation on Haleakala, a Hawaiian island mountain. *Phytocoenologia* 24: 135-154.

947

948 AIBA, S. & KITAYAMA, K. 1999. Structure, composition and species diversity in an altitude-
949 substrate matrix of rain forest tree communities on Mount Kinabalu, Borneo. *Plant Ecology* 140:
950 139-157.

951

952 KITAYAMA, K. & AIBA, S. 2002. Ecosystem structure and productivity of tropical rain forests along
953 altitudinal gradients with contrasting soil phosphorus pools on Mount Kinabalu, Borneo. *Journal of*
954 *Ecology* 90: 37-51.

955

956 Koning, R. de; Capistrano, D.; Yasmi, Y.; Cerutti, P. *Forest-related conflict: impacts, links and*
957 *measures to mitigate 2007 pp. 43 pp.*

958

959 KÖRNER, C. 1998. A re-assessment of high elevation treeline positions and their explanation.
960 *Oecologia* 115: 445-459.

961

962 KÖRNER, C. 2006. Plant CO₂ responses: an issue of definition, time and resource supply. *New*
963 *Phytologist* 172: 393-411.

964

965 KÖRNER, C. 2007. The use of 'altitude' in ecological research. *TRENDS in Ecology and Evolution*
966 22(11): 569-574.

967

968 LIEBERMAN, D., LIEBERMAN, M., PERALTA, R. & HARTSHORN, G.S. 1996. Tropical forest structure
969 and composition on a large-scale altitudinal gradient in Costa Rica. *Journal of Ecology* 84: 137-152.

970

971 LÓPEZ, J.L. & TAMARIT, J.C. 2005. Caracterización y dinámica de la estructura diamétrica de un
972 bosque tropical secundario en Campeche, México. *Revista Ciencia Forestal en México* 30(98): 51-
973 71.

974

975 Mas, J.-F., A. Pérez-Vega, and K. C. Clarke. 2012. Assessing simulated land use/cover maps using
976 similarity and fragmentation indices. *Ecological Complexity* 11:38–45.

977

978 MADS. 2013. PROPUESTA DE PREPARACIÓN PARA REDD+ (R-PP) (VERSIÓN 8.0 – SEPTIEMBRE 30
979 DE 2013). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
980 [http://www.minambiente.gov.co/documentos/DocumentosBiodiversidad/bosques/redd/docume](http://www.minambiente.gov.co/documentos/DocumentosBiodiversidad/bosques/redd/documentos_interes/021013_r_pp_redd_v_8.0.pdf)
981 [ntos_interes/021013_r_pp_redd_v_8.0.pdf](http://www.minambiente.gov.co/documentos/DocumentosBiodiversidad/bosques/redd/documentos_interes/021013_r_pp_redd_v_8.0.pdf)

982

983 Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT. 2002. Definición de
 984 Bosque para proyectos de uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura para el primer
 985 período de compromiso. 19 pp.
 986
 987 MORALES-SALAZAR, M., VÍLCHEZ-ALVARADO, B., CHAZDON, R.L., ORTEGA-GUTIÉRREZ, M., ORTIZ-
 988 MALAVASSI, E. & GUEVARA-BONILLA, M. 2012. Diversidad y estructura horizontal en los bosques
 989 tropicales del Corredor Biológico de Osa, Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana* 9(23): 19-28.
 990
 991 Murcia, U. G., C. M. Huertas, J. M. Rodríguez, and H. O. Castellanos. 2011. Monitoreo de los
 992 bosques y otras coberturas de la Amazonia Colombiana, a escala 1:100.000. Cambios
 993 multitemporales en el período 2002 al 2007. Bogotá D.C., Colombia.
 994
 995 Nepstad, Daniel, Tathiana Bezerra, David McGrath, María Barrera, Sarah Lowery, Eric Armijo, Mary
 996 Higgins, et al. 2013. CÓMO ABORDAR LOS MOTORES AGRÍCOLAS DE LA DEFORESTACIÓN EN
 997 COLOMBIA: Aumentar la producción terrestre y a la vez reducir la deforestación, degradación
 998 forestal, emisión de gases de efecto invernadero y pobreza rural. Earth Innovation Institute.
 999 <https://docs.google.com/file/d/0B8gBMg5i8qRzODhxWFpsdUtkDA/edit>.
 1000
 1001 Phillips J.F., Duque A.J., Yepes A.P., Cabrera K.R., García M.C., Navarrete D.A., Álvarez E., Cárdenas
 1002 D. 2011. Estimación de las reservas actuales (2010) de carbono almacenadas en la biomasa aérea
 1003 en bosques naturales de Colombia. Estratificación, alometría y métodos analíticos. Instituto de
 1004 Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales -IDEAM-. Bogotá D.C., Colombia. 68 pp.
 1005
 1006 Olthof, I., Pouliot, D., Fernandes, R., & Latifovic, R. (2005). Landsat-7 ETM+ radiometric
 1007 normalization comparison for northern mapping applications. *Remote Sensing of Environment*,
 1008 95(3), 388–398.
 1009
 1010 Ortega, P., García-Guerrero, C., Ruiz, J., and Vargas, J.D., editors. 2010. Deforestación evitada. Una
 1011 guía REDD+ Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial; Conservación
 1012 Internacional Colombia; Fondo Mundial para la Naturaleza; The Nature Conservancy.
 1013
 1014 Pontius, R. G., W. Boersma, J.-C. Castella, K. Clarke, T. Nijs, C. Dietzel, Z. Duan, E. Fotsing, N.
 1015 Goldstein, K. Kok, E. Koomen, C. D. Lippitt, W. McConnell, A. Mohd Sood, B. Pijanowski, S. Pithadia,
 1016 S. Sweeney, T. N. Trung, A. T. Veldkamp, and P. H. Verburg. 2008. Comparing the input, output,
 1017 and validation maps for several models of land change. *The Annals of Regional Science* 42:11–37.
 1018
 1019 Riaño, E., and C. A. Salazar. 2009, July. Sistema urbano en la Región Amazónica colombiana:
 1020 análisis de la organización e integración funcional.
 1021
 1022 Sanchez-Cuervo and T. Mitchell Aide. 2013. Consequences of the Armed Conflict, Forced Human
 1023 Displacement, and Land Abandonment on Forest Cover Change in Colombia: A Multi-scaled
 1024 Analysis. *Ecosystems*. DOI: 10.1007/s10021-013-9667-y.

1025
1026 Sangermano, F., J. Eastman, and H. Zhu. 2010. Similarity Weighted instance-based learning for the
1027 Generation of Transition Potentials in Land use Change Modeling. *Transactions in GIS* 14:569–580.
1028
1029 SINCHI. 2013. Análisis de motores, agentes y causas subyacentes de la deforestación para el área
1030 del “Proyecto de implementación temprana REDD en la Amazonía colombiana, localizado en el
1031 sector noroccidental del departamento del Guaviare y del área de referencia”. *Avance* 3. Bogotá,
1032 Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, Sinchi.
1033
1034 Sloan, S., and J. Pelletier. 2012. How accurately may we project tropical forest-cover change? A
1035 validation of a forward-looking baseline for REDD. *Global Environmental Change* 22:440–453.
1036
1037 Soares-Filho, B. S., G. Coutinho Cerqueira, and C. Lopes Pennachin. 2002. DINAMICA - a stochastic
1038 cellular automata model designed to simulate the landscape dynamics in an Amazonian
1039 colonization frontier. *Ecological Modelling* 154:217–235.
1040
1041 Stevens K, Campbell L, Urquhart G, Kramer D, Qi JG. 2011. Examining complexities of forest cover
1042 change during armed conflict on Nicaragua’s Atlantic Coast. *Biodivers Conserv* 20:2597–613.
1043
1044 THOMAS, C.E. & RENNIE, J.C. 1987. Combining Inventory Data for Improved Estimates of Forest
1045 Resources. *Southern Journal of Applied Forestry* 11(3): 168-171.
1046
1047 United States Geological Service. 2014. USGS Landsat Project. Disponible en línea en:
1048 <http://landsat.usgs.gov/>.
1049
1050 VÍLCHEZ, B. & ROCHA, O. 2006. Estructura de una población del árbol *Peltogyne purpurea*
1051 (Cesalpiniaceae) en un bosque intervenido de la Península de Osa, Costa Rica. *Revista de Biología*
1052 *Tropical* 54(3): 1019-1029.
1053
1054 WESTFALL, J.A., PATTERSON, P.L. & COULSTON, J.W. 2011. Post-stratified estimation: within-strata
1055 and total sample size recommendations. *Canadian Journal of Forest Research* 41: 1130-1139.
1056
1057 ZANNE, A.E., LÓPEZ-GONZÁLEZ, G., COOMES, D.A., ILIC, J., JANSEN, S., LEWIS, S.L., MILLER, R.B.,
1058 SWENSON, N.G., WIEMANN, M.C. & CHAVE, J. 2009. Data from: Towards a worldwide wood
1059 economics spectrum. *Dryad Digital Repository*, doi:10.5061/dryad.234
1060
1061 The IUCN Forest Conservation Programme Newsletter Issue 38, 2008.
1062
1063 UNODC, and SIMCI. 2013. Monitoreo de Cultivos de Coca 2012. Page 117. UNDOC/SIMCI.
1064
1065 Wright SJ, Muller-Landau HC. 2006. The future of tropical forest species. *Biotropica* 38:287–301.
1066

1067

1068 **5 Anexos**

- 1069 a. Protocolo de procesamiento digital de imágenes para la cuantificación de la
- 1070 deforestación en Colombia v.2.
- 1071
- 1072 b. Aportes técnicos del sistema de monitoreo de bosques y carbono a la propuesta de
- 1073 preparación de Colombia para REDD+ datos de actividad y factores de emisión.
- 1074
- 1075 c. Resultados de la simulación de la deforestación para el ajuste del nivel de referencia
- 1076 del área subnacional a8
- 1077

1078

1079

1080

1081

1082

1083

1084

1085

1086

1087

1089

1090 **6 GLOSARIO**

1091 **CDA:** Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y Oriente Amazónico.

1092 **CLC:** CORINE Land Cover.

1093 **CMNUCC:** Convención Marco de la Naciones Unidas Contra el Cambio Climático.

1094 **CONPES:** Consejo Nacional de Política Económica y Social.

1095 **COP:** Conferencia de las Partes.

1096 **Cormacarena:** Corporación para el desarrollo Sostenible del área de Manejo especial de la
1097 Macarena

1098 **Corpoamazonia:** Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia Colombiana.

1099 **Corporinoquía:** Corporación Autónoma regional de la Orinoquía

1100 **CRC:** Corporación Autónoma regional del Cauca

1101 **ENREDD+:** Estrategia Nacional REDD+.

1102 **IDEAM:** Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

1103 **IIRSA:** Iniciativa para la integración de la infraestructura regional sudamericana

1104 **IPCC:** Panel Intergubernamental de Cambio Climático (por su traducción del inglés:
1105 Intergovernmental Panel on Climate Change).

1106 **LULC:** Uso del Suelo y cambio de uso (por su traducción del inglés: Land Use Land Change).

1107 **MADS:** Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

1108 **MAVDT:** Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

1109 **NREF:** Nivel de Referencia de Emisiones Forestales.

1110 **REDD+:** Reducción de emisiones por Deforestación y Degradación y la conservación, manejo
1111 forestal sostenible y mejora de los contenidos de carbono en los países en desarrollo.

1112 **RPP:** Documento Propuesta para la Preparación (por su traducción del inglés: Readiness
1113 Preparation Proposal)

1114 **SINCHI:** Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas.

1115 **SMByC:** Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono.

1116 **USCUSS:** Uso del suelo, Cambio del Uso del Suelo y Silvicultura.