



Niveles de Referencia de Emisiones Forestales de Panamá

En cumplimiento del requisito para pagos por resultados REDD+ establecido en el párrafo 71, de la decisión 1/CP.16, según las modalidades definidas en la decisión 12/CP.17 y con objeto de ser revisado técnicamente según la decisión 13/CP.19 de la Conferencia de las Partes a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

ENERO 2018

Contenido

AGRADECIMIENTOS	3
1 DETALLES SOBRE CIRCUNSTANCIAS NACIONALES.....	4
2 DESCRIPCIÓN DE POLÍTICAS Y ACCIONES DE MITIGACIÓN	6
2.1 Arreglos institucionales.....	6
2.2 Legislación	8
2.3 Consistencia con el inventario nacional de GEI	10
3 ESCALA	11
4 DEFINICIÓN DE BOSQUE	12
5 CATEGORÍAS DEL USO DE LAS TIERRAS SEGÚN EL IPCC	12
5.1 Esquema de clasificación de usos de la tierra.....	12
5.2 Recategorización para el Nivel de Referencia Forestal.....	18
6 ACTIVIDADES REDD+	18
7 RECOPIACIÓN DE DATOS.....	20
7.1 Mediciones en la unidad de muestreo.....	20
7.2 Reservorios de carbono considerados en el INFC.....	21
7.3 Métodos de muestreo para la estimación de la superficie.	22
7.1 Datos de actividad- Usos y Cambios de Uso del suelo: Open Foris y Collect Earth	23
7.2 Diseño de la malla de parcelas (muestras):	24
7.3 Diseño de la parcela	25
7.4 Jerarquía de uso de las tierras para la interpretación.	26
7.5 Diseño de la encuesta	28
8 PROCESAMIENTO DE DATOS	32
8.1 Procesamiento de datos del inventario nacional forestal y de carbono de panamá, resultados de la fase piloto 2013-2015 (INCF).....	32
8.1.1 Métodos de Estimación para Factores de Emisión.....	32
8.2 Procesamiento de datos de actividad: Open Foris y Collect Earth	37
8.2.1 Calculo de áreas (factores de expansión)	37
9 RESULTADOS	40
9.1 Resultados del inventario nacional forestal y de carbono de panamá, fase piloto 2013-2015 ...	40
9.2 Resultados datos de actividad: Open Foris Y Collect Earth.....	42
9.3 Estadísticas del muestreo Datos de Actividad – Collect Earth.....	52
9.4 Control de calidad	53

9.4.1	Control de calidad del inventario nacional forestal y de carbono de panamá, resultados de la fase piloto 2013-2015 (INFC).....	53
9.4.2	Control de calidad de los datos de actividad: Open Foris y Collect Earth	53
9.4.3	Control de calidad del proceso y los resultados	55
10	ESTIMACIONES DE EMISIONES Y ABSORCIONES DE GEI.....	58
10.1	Cambio en las existencias de carbono de la biomasa (biomasa aérea y subterránea).....	58
10.1.1	Tierra que permanece en la misma categoría de uso	58
10.1.2	Tierras que se convierten a una nueva categoría de uso	73
10.2	Cambios de las existencias de carbono en materia orgánica muerta (DOM)	77
10.2.1	Tierra que permanece en la misma categoría de uso	77
10.2.2	Tierras que se convierten a una nueva categoría de uso	77
10.3	Cambios en la existencia de carbono en hojarasca.....	78
11	HOJA DE CÁLCULO NRF_PANAMÁ (MS EXCEL).....	79
12	RESULTADOS DE EMISIONES Y ABSORCIONES DE GEI- NR.....	83
13	PLAN DE MEJORA.....	84
14	REFERENCIAS.....	86
15	ANEXOS	87

AGRADECIMIENTOS

Panamá agradece el apoyo brindado a la Coalición de Países con Bosques Tropicales (CfRN, por sus siglas en inglés) en la modificación del Nivel de Referencia Forestal el cual es un hito alcanzado muy importante para entender la dinámica de los bosques. De igual forma agradece la contribución del proyecto RRR+ con fondos de Noruega y del Gobierno de Italia a través del Memorando de Entendimiento que tiene Panamá con ese país, lo cual permitió contar con el apoyo de expertos para lograr los objetivos presentados en este informe.

De igual forma agradece a los donantes del Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques (FCPF, por sus siglas en inglés), la cual es una instancia voluntaria y multilateral que apoya financieramente a Panamá para avanzar en REDD+.

Por último, Panamá agradece el apoyo técnico del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) quien actúa como socio administrador de los fondos del programa REDD+ en Panamá a través del proyecto N°: 00089923 “Consolidación de la fase de preparación para la Reducción de las Emisiones derivadas de la Deforestación y Degradación de los bosques (REDD+) en Panamá”.

1 DETALLES SOBRE CIRCUNSTANCIAS NACIONALES

En 1995, la República de Panamá aprobó en todas sus partes la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Desde entonces, algunos de los hitos importantes han sido la formulación e implementación del Programa Nacional de Cambio Climático (2001), la conformación de la Unidad de Cambio Climático y Desertificación (2006) y la aprobación en el 2007 de la Política Nacional de Cambio Climático, y su actualización en el 2012.

La República de Panamá posee un territorio continental e insular de 76,902.62 km². La Constitución Política de la República de Panamá¹ en su Artículo 5 establece que el territorio del Estado panameño se divide políticamente en Provincias, estas a su vez en Distritos y los Distritos en Corregimientos. De igual forma, plantea que la ley podrá crear otras divisiones políticas, ya sea para sujetarlas a regímenes especiales o por razones de conveniencia administrativa. De esta forma, la República de Panamá se divide en nueve (9) provincias, setenta y siete (77) distritos, tres (3) comarcas (Ngöbe Buglé, Kuna Yala y Emberá Wounaan), 3 comarcas indígenas consideradas provincias y 2 comarcas consideradas corregimientos. (Gobierno de Panamá – NDC, 2016).

Para el año 2016, la superficie estimada de bosques ocupa el 56% de la superficie total del país (Mapa 2012). En 1947, la cobertura boscosa abarcaba el 70% del territorio nacional (ANAM et al., 2010). Con respecto al uso potencial del suelo, el 25% de los suelos del país tienen aptitud natural para el uso agropecuario; no obstante, las estadísticas nacionales reflejan que el uso actual no necesariamente coincide con este uso potencial. En 2016, el área sobre la cual se asienta la producción agrícola, la producción agropecuaria de subsistencia y los rastrojos asciende al 40,2% del territorio nacional (ANAM et al., 2010).

El Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) de Panamá lo integran diferentes parques nacionales, terrestres y marinos, bosques protectores y refugios de vida silvestre, son algunas de las categorías de manejo que integran el SINAP entre las que se incluyen áreas con categorías de manejo de reconocimiento internacional: sitios de patrimonio mundial, reservas de la biósfera y los humedales de importancia internacional. Para el año 2015, se contó con 98 áreas protegidas, con una superficie de 2, 691,500 hectáreas de superficie terrestre, lo que equivale al 34.5% del territorio nacional (MiAMBIENTE, 2015). Estas medidas se ven reforzadas por la aprobación del texto de Decreto Ejecutivo que crea el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, en enero de 2007, y la Ley 41 General de Ambiente de 1998.

En Panamá existen 52 cuencas hidrográficas, divididas en cinco zonas hídricas², de las cuales dos drenan al Caribe y tres al Pacífico. Su territorio alberga 12 de las 30 zonas de vida establecidas por Holdridge

¹ Constitución Política de la República de Panamá de 1972, reformada por los actos reformativos de 1978, el acto constitucional de 1983, los actos legislativos No1 de 1993 y No2 de 1994 y el acto legislativo No1 de 27 de julio de 2004.

² Las cinco zonas hídricas del país se definieron al momento de preparar el Plan Nacional de Gestión Integrada de Recursos Hídricos que se encuentra en la fase final de su formulación.

para el planeta³ (Tosi, 1971 citado por ANAM, 2014). De acuerdo con el sistema de clasificación del World Wildlife Fund for Nature (WWF), que utiliza el concepto de ecorregiones, en Panamá están presentes 8 de las 200 ecorregiones mundialmente reconocidas⁴ (Dinerstein, 1975; citado por ANAM, 2014).

En términos del proceso de mitigación de cambio climático, Panamá promueve la Estrategia Nacional REDD+ (ENREDD+) basada en la Alianza por el Millón (AxM), la cual consiste en una alianza público-privada para reforestar un millón de hectáreas en Panamá en 20 años, que tiene como Visión “Recuperar nuestra cobertura boscosa para el bienestar sostenible de Panamá”⁵. Para la implementación de esta iniciativa el país cuenta con la ley N° 69 del 30 de Octubre del 2017, la cual crea un programa de incentivos para el incremento de la cobertura boscosa y la conservación de bosques naturales.

Finalmente, en términos poblacionales, en la última década, la población de Panamá pasó de 2.948.023 personas (2000) a 3.504.483 (2010). Se estima que, durante los próximos 25 años, la población seguirá creciendo a un ritmo de 1.84 por cada 100.000 habitantes, siendo la provincia de Bocas del Toro y la provincia de Panamá con un ritmo de crecimiento mayor con respecto al resto de provincias (INEC, 2010)⁶.

La proporción de la población que reside en áreas urbanas ha variado, pasando de 1.834.240 en el año 2000 (62.2%) a 2.262.765 habitantes en el año 2010 (64.5%). Este crecimiento de la población en las áreas urbanas ha generado una sobredemanda de los recursos naturales y sus servicios, afectando la capacidad de los ecosistemas en general (INEC, 2010).

³ Las zonas de vida y su orden de cobertura que posee Panamá son: bosque húmedo tropical (32%), bosque muy húmedo premontano (18%), bosque muy húmedo tropical (13.4%), bosque pluvial premontano (12.6%), bosque seco tropical (7%), bosque húmedo premontano (3.5%), bosque pluvial montano bajo (3.2%), bosque seco premontano (3%), bosque húmedo montano bajo, bosque muy húmedo montano bajo, bosque muy húmedo montano y bosque pluvial montano. Ver Panamá Informe Ambiental 1999.

⁴ Las ecorregiones reconocidas para Panamá son: 1) Ecorregión de bosques húmedos de Talamanca, consideraba sobresaliente regionalmente, relativamente estable con alta prioridad de conservación a escala regional; 2) Ecorregión de bosques húmedos del Chocó, globalmente sobresalientes, con alta prioridad de conservación a escala regional y considerados vulnerables; 3) Ecorregión de bosques húmedos del lado Caribe, biorregionalmente sobresalientes, con moderada prioridad de conservación; 4) Ecorregión del complejo de manglares del Caribe, Pacífico y Ensenada de Panamá, considerados relativamente estables, con moderada prioridad de conservación a escala regional; 5) Ecorregión de bosques húmedos del Pacífico Panameño, considerados en peligro, biorregionalmente sobresalientes con alta prioridad de conservación a escala regional; 6) Ecorregión de bosques secos del Pacífico, en estado crítico, localmente importantes con moderada prioridad de conservación a escala regional y 7) Ecorregión de bosques montaños del centro de Panamá

⁵ Deloite, 2017, Alianza Millón Plan estratégico y de sostenibilidad de la AXM 2016-2036 y Plan Operativo y Modelo de Negocio.

⁶ Los datos corresponden al XI Censo Nacional de Población y VII de Vivienda, levantado el 16 de mayo del 2010

2 DESCRIPCIÓN DE POLÍTICAS Y ACCIONES DE MITIGACIÓN

2.1 Arreglos institucionales

La Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM), creada en 1998, a través de la Ley No. 41 del 1 de julio de ese año, se constituyó como el punto focal ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y el punto focal REDD ante el FCPF. Sin embargo, el 8 de marzo de 2015 fue reemplazada con la creación del Ministerio de Ambiente (MiAMBIENTE) mediante la Ley No. 8, definiéndolo como la entidad rectora del Estado en materia de protección, conservación, preservación y restauración del ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales y aplicación de las leyes y reglamentos de la Política Nacional de Ambiente⁷.

Panamá como país signatario de la CMNUCC (1995), como país que firmó el Protocolo de Kyoto (1998) y la Enmienda de Doha (2015), se ha encaminado hacia el establecimiento de las bases de la estructura nacional de gestión del cambio climático. En este contexto, a través del Decreto Ejecutivo No. 1 del 9 de enero de 2009, se establece el Comité Nacional de Cambio Climático en Panamá (CONACCP), conformado por veintisiete (27) instituciones públicas, lo que crea la posibilidad de orientar los objetivos de las instituciones que lo integran para apoyar a MiAMBIENTE en la implementación y seguimiento de la Política Nacional de Cambio Climático, entre otros aspectos relacionados a la gestión ambiental. En este Comité, presidido por MiAMBIENTE, se establecen los mecanismos pertinentes para fortalecer las capacidades interinstitucionales en los temas de adaptación y mitigación (ANAM, 2011).

MiAMBIENTE además de ser el punto focal de la CMNUCC, es el punto focal de la Convención de las Naciones Unidas de Cambio Climático y Desertificación (CNUDD) y punto focal del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB). En este contexto, MiAMBIENTE coordina el plan de acción del país ante las tres convenciones y el plan de acción para implementar la Política Nacional de Cambio Climático. La vinculación de las tres convenciones ha permitido el fortalecimiento institucional e interinstitucional para la mejor articulación de sinergias, acciones, y enfoques nacionales referentes a uso de suelo, manejo de cuencas hidrográficas, recursos forestales, agua y calidad ambiental (ANAM, 2011).

El plan de acción del país ante las tres convenciones se enfoca en:

- i) fortalecer y promover el desarrollo de instrumentos normativos y económicos con enfoque sinérgico;
- ii) impulsar la autogestión de capital como mecanismo de financiamiento; y
- iii) propiciar mecanismos institucionales de coordinación que faciliten la implementación de las convenciones a nivel nacional y regional.

Por su parte el plan de acción de la Política Nacional de Cambio Climático promueve el desarrollo de capacidades encaminadas hacia:

⁷ Ley 8. Que crea el Ministerio de Ambiente, modifica disposiciones de Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá y dicta otras disposiciones.

- i) la intervención del sector público y la sociedad civil para el cumplimiento de los compromisos del Estado con relación al cambio climático;
- ii) la promoción de acciones de adaptación en sectores priorizados;
- iii) la identificación y promoción de acciones de mitigación acorde al desarrollo económico y social sostenible;
- iv) la promoción de la participación ciudadana para su involucramiento en los procesos de gestión relacionados al cambio climático; y
- v) el fortalecimiento de las capacidades institucionales entre los diferentes actores relacionados con el cambio climático.

Panamá incluye la Estrategia Nacional REDD+ = Alianza por el Millón como parte fundamental de la Estrategia Nacional Forestal que tiene como objetivo establecer las bases del desarrollo del sector forestal de Panamá y contribuir a la mitigación del cambio climático. Como parte de esta Estrategia Forestal, se busca crear sinergias entre instituciones del estado y sector privado, así como la sociedad civil con el fin de alcanzar la meta de reforestar un millón de hectáreas en el período 2015-2035, que corresponde a reforestar el 13% de la superficie del país (CMNUCC, 2016).

La ENREDD+ = "Alianza por el millón" pretende reducir la tasa de deforestación de los bosques naturales, contribuyendo al secuestro de carbono para convertir a Panamá en un país con bajas emisiones (además de la producción de otros beneficios sociales, ambientales y económicos generados por las plantaciones forestales para la restauración y fines comerciales)⁸.

Esta asociación público-privada, cuya misión es "Impulsamos la recuperación, conservación y aumento de nuestra cobertura boscosa a través de acciones concertadas por alianzas público-privadas y las comunidades, para el bienestar y desarrollo sostenible del país", contribuirá al desarrollo y la aplicación de una política forestal nacional sólida, el desarrollo sostenible y la mejora de la gobernanza forestal, asimismo, busca lograr el posicionamiento del sector forestal en la economía panameña.

El plan del Gobierno de la República y su adhesión a la alianza público-privada de ENREDD+ = Alianza por el Millón genera posibilidades reales de trabajar juntamente con el sector forestal panameño, teniendo en cuenta la alineación de las prioridades gubernamentales con las planteadas por los objetivos de la asociación público-privada; para mayor detalle sobre la "Alianza por el millón" se encuentra disponible en La carpeta 5. Docs_Anexos, documento ANEXO_8_Alianza_por_el_Millon.

Finalmente, el año 2016 Panamá presentó su Contribución Nacionalmente Determinada⁹ (NDC por sus siglas en inglés), como resultado de un esfuerzo nacional liderado por MiAMBIENTE y CONACCP. La NDC de Panamá contempla el sector Uso de la Tierra y Cambio de Uso de la Tierra (UTCUTS), por medio de

⁸ S/F. S/F. Public partnership to reforest 1 million hectares in Panama in 20 years.

⁹ Contribución Nacionalmente Determinada a la Mitigación del Cambio Climático (NDC) de la Republica Panamá ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). Abril 2016. Disponible en: http://www4.unfccc.int/submissions/INDC/Published%20Documents/Panama/1/Panama_NDC.pdf

medidas de reforestación y recuperación forestal en áreas protegidas que permitirá incrementar la capacidad de absorción de CO₂ en un 10% (CMNUCC, 2016).

2.2 Legislación

La Política Forestal de Panamá esta explícitamente expresada mediante Decreto Ejecutivo No. 37 del 12 de junio de 2009. En dicho Decreto se aprueban sus principios, objetivos y líneas de acción. Mediante esta política, se busca llevar a cabo la gestión de los recursos forestales desde una perspectiva integrada, propiciando su aprovechamiento sostenible y haciendo compatibles sus diferentes usos y conservación en el tiempo¹⁰.

El Decreto No. 37 considera:

- I. Artículo 3 de la Ley No. 41 de 1 de julio de 1998, "General de Ambiente de la República de Panamá", establece que corresponderá al Órgano Ejecutivo aprobar, promover y velar la Política Nacional del Ambiente, como parte de las políticas públicas para el desarrollo económico y social del país.
- II. Ley No. 1 del 3 de febrero de 1994, "Por la cual se establece la Legislación Forestal en la República de Panamá y se dictan otras disposiciones", constituye a la fecha el principal marco legal para la protección, conservación, mejoramiento, acrecentamiento, educación, manejo y aprovechamiento racional de los recursos forestales en el país y concibe el Patrimonio Forestal del Estado como aquel constituido por todos los bosques naturales, las tierras sobre las cuales están estos bosques y por las tierras estatales de aptitud preferentemente forestal, así como las plantaciones forestales establecidas por el Estado en terreno de su propiedad.
- III. Ley No. 24 del 23 de noviembre de 1992, que tiene entre sus objetivos principales, incrementar todas las formas de reforestación en la República de Panamá, y promover el establecimiento, desarrollo y mejoramiento de la industria forestal para que aproveche como materia prima el producto de la reforestación.
- IV. Decreto Ejecutivo No. 2 del 17 de enero de 2003 que aprobó los Principios y Lineamientos Básicos de la Política Forestal de Panamá, como primer esfuerzo por institucionalizar la gestión integral de los recursos forestales.

Paralelamente a la Política Forestal Nacional, las normas aplicables a los recursos forestales de país son:

- Ley 69 de 30 de octubre de 2017¹¹ la cual crea un Programa de incentivos para la cobertura boscosa y la conservación de bosques naturales, y dicta otras disposiciones.

¹⁰ Decreto Ejecutivo N0.37 (De 3 de junio de 2009) "Por el cual se aprueba la Política Nacional Forestal, sus principios, objetivos y líneas de acción"

¹¹ Mayor detalle de la Ley 69 del 30 de octubre 2017 se encuentra disponible en el Anexo 9.

- Ley No. 38 de 3 de junio de 2015¹². Por la cual se aprueba la enmienda de Doha al Protocolo de Kyoto, adoptado en Doha el 8 de diciembre de 2012, la cual compromete a los países firmantes a reducir en conjunto un mínimo de 18% sus emisiones para el 2020.
- Ley No. 8 de 25 de marzo de 2015¹³, crea el Ministerio de Ambiente (se eleva a la ANAM a nivel ministerial) e incluye reformas a la Ley 41 de 1998, General del Ambiente, como la adición títulos en referencia a la Adaptación y Mitigación del Cambio Climático en donde el Estado asume en colaboración con otras instituciones una estrategia nacional e iniciativas para incrementar la resiliencia del país a los efectos adversos del cambio climático y para promover la transición nacional hacia un desarrollo económico bajo en carbono.
- Ley No. 6 de 2 de febrero de 2005¹⁴. “Que implementa un programa de equidad fiscal”. Modifica algunos artículos de la Ley 24 del 7 de junio de 1995 para evitar abusos en el uso de los incentivos fiscales que a su vez dio lugar a que disminuyera la participación de inversionistas locales en actividades de reforestación.
- Ley No. 44 de 5 de agosto de 2002¹⁵, “Que establece el régimen administrativo especial para el manejo, protección y conservación de las cuencas hidrográficas de la República de Panamá” con el objetivo de establecer un régimen administrativo especial para el manejo, protección y conservación de las cuencas hidrográficas que permita el desarrollo sostenible.
- Ley No.58 del 29 de diciembre de 1999¹⁶ “Por la cual se crea el certificado de incentivo forestal para pequeños productores agropecuarios”. Otorga el financiamiento del 80% del costo total del proyecto para los tres primeros años con el objetivo de motivar acciones que estimulen la reforestación por parte del pequeño productor agropecuario.
- Ley No. 41 de 1 de julio de 1998, "General de Ambiente de la República de Panamá". Crea el Fondo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, El Fondo de Adaptación al Cambio Climático y El Fondo de Protección y Desarrollo Forestal.
- Ley No. 24 del 7 de junio de 1995¹⁷“Por la cual se establece la legislación de vida silvestre República de Panamá”. Se crea el Fondo de Áreas Protegidas y Vida Silvestre destinados a los gastos de inversión de la Dirección Nacional de Áreas Protegidas y Vida Silvestre y define que el Estado brindara incentivos a las personas naturales o jurídicas que contribuyan a la conservación y desarrollo de la vida silvestre.

¹² <http://www.ilo.org/dyn/natlex/docs/ELECTRONIC/101554/122408/F-903644091/LEY%2038%20PANAMA.pdf>

¹³ http://www.miambiente.gob.pa/images/documentos_temporales/Ley_8_del_25_de_marzo_de_2015.pdf

¹⁴ http://www.mici.gob.pa/imagenes/pdf/ley_no._6_de_2_de_febrero_de_2005.pdf

¹⁵ <https://docs.panama.justia.com/federales/leyes/44-de-2002-aug-8-2002.pdf>

¹⁶ <https://panama.justia.com/federales/leyes/58-de-1999-jan-3-2000/gdoc/>

¹⁷ http://vertic.org/media/National%20Legislation/Panama/PA_Ley_24_Vida_Silvestre_1995.pdf

- Ley No.1 de 3 de febrero de 1994¹⁸, “Ley Forestal”. Por la cual se establece la Legislación Forestal en la República de Panamá y tiene como finalidad la protección conservación, mejoramiento, acrecentamiento, educación, investigación, manejo y aprovechamiento racional de los recursos forestales de la República.
- Ley No. 24 de 23 de noviembre de 1992¹⁹, “Por la cual se establece incentivos y reglamenta la actividad de reforestación en la República de Panamá”.

Finalmente, como parte de sus atribuciones de formular, aprobar y ejecutar la Política Nacional de Ambiente y del uso sostenible de los recursos naturales, MiAMBIENTE actualmente considera tres reformas políticas que se encuentran bajo discusión y apuntan a la conservación y/o aumento de reservas de carbono (FCPF, 2016):

- i. Anteproyecto de Ley “que reforma la Ley 1 de 1994, por la cual se establece la Legislación Forestal en la República de Panamá y se dictan otras disposiciones”, la reforma de la ley 1 de 1994, se encuentra en la fase de consulta en el Ministerio de Ambiente. Esta reforma busca fortalecer las instituciones del sector forestal para mejorar el manejo sostenible del bosque, recuperación de tierras degradadas y conservación de cuencas hidrográficas. Lo anterior contempla la inclusión de una Regencia Forestal.
- ii. Anteproyecto de Ley que regula el pago por los Servicios Ambientales. Esta iniciativa tiene por objeto establecer el marco general regulatorio para la compensación y retribución de los servicios ambientales con la finalidad de coadyuvar a la conservación, recuperación y uso sostenible de la diversidad biológica y los recursos naturales del país, en proceso de revisión.

2.3 Consistencia con el inventario nacional de GEI

El presente Nivel de Referencia Forestal está basado en en el Inventario Nacional de GEI que se presentará en el Primer Informe Bienal de Actualización que se entregará en el 2019 a la Convención. Los métodos, datos y supuestos serán exactamente los mismos, con el fin de cumplir con las decisiones de la COP (4/CP.15, 1/CP.16 y 12/CP.17). También algunos enfoques técnicos que se aplicaron en las Comunicaciones Nacionales anteriores fueron aplicados en este nivel de referencia forestal. De esta manera tratamos de guardar consistencia con los inventarios reportados.

¹⁸<https://panama.eregulations.org/media/Ley%20N%C2%B0%201%20del%203%20de%20febrero%20de%201994.pdf>

¹⁹ http://www.sice.oas.org/investment/NatLeg/PAN/L_Reforest_s.pdf

3 ESCALA

Panamá se encuentra ubicado en el hemisferio norte en la zona intertropical próxima al ecuador terrestre, Latitud: entre 7°11' Norte y 9°39' Norte, Longitud: entre 77°10' Oeste y 83°03' Oeste.

La Figura 1 muestra el área del NREF/NRF. Incluye el territorio continental más las islas con mayor superficie del país; en total suman 7, 690,262 ha.

Se excluyen las islas consideradas como pequeños territorios, en los cuales en su mayoría no habitan personas de manera permanente y su cobertura vegetal es muy bajo, por lo que la intervención antropogénica sucede en su mayoría por actividad de turismo. Muchos de estos territorios excluidos están muy lejos del territorio continental de Panamá y, por lo tanto, no son propensas a posibles desplazamientos que pueden ser causados por las actividades REDD+ de Panamá.

Panamá posee aproximadamente 1,518 islas (1,023 islas en el Caribe y 495 en el Pacífico; siendo Coiba e Isla del Rey las de mayor tamaño en el país). La exclusión de estas islas es consistente con la estimación de las emisiones por fuentes y la absorción de sumideros en el inventario nacional de GEI (INGEI).

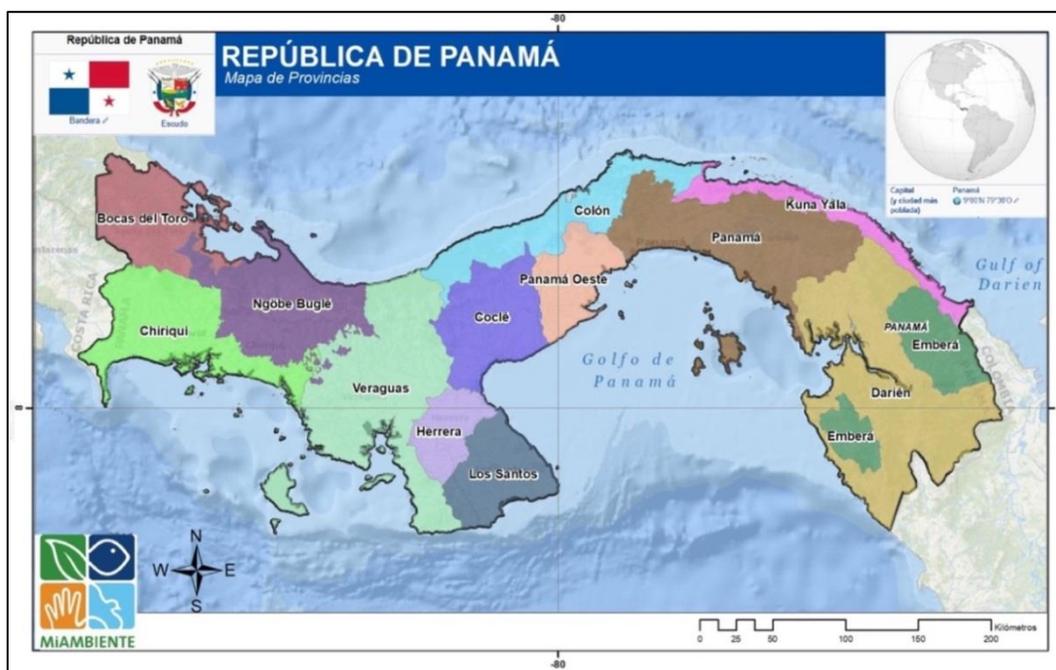


Figura 1 División Política de Panamá

4 DEFINICIÓN DE BOSQUE

Bosque: Tierra que se extiende por más de 0.5 hectáreas, dotada de árboles de una altura superior promedio a 5 metros, una cubierta de dosel superior al 30 por ciento, o de árboles capaces de alcanzar estos umbrales in situ, siempre y cuando se trate de tierras que hayan sido declaradas con fines de restauración, conservación y/o manejo forestal. En este último caso, cuando se trate de zonas donde las condiciones abióticas, limiten que los árboles alcancen los 5 metros in situ, será suficiente con que superen el 30% de cobertura. No incluye tierra sometida a un uso predominantemente agropecuario o urbano.

Notas explicativas:

- a) Estructuras lineales de árboles (bosque de galería y cortinas rompevientos) se clasifican como bosque cuando cumplen con los criterios de superficie, altura y cubierta de dosel, y con un ancho mayor a 20 metros (proyección de las copas). Formaciones lineales de árboles con un ancho menor de 20 metros (por ejemplo, cercas vivas) no se clasifican como bosque.
- b) Formaciones de palmeras
 - Rodales semi-naturales de palma de coco asociadas con otra vegetación, se clasifican como bosque latifoliado mixto, y se aplican los criterios de maduro/secundario.
 - Rodales plantados de palma de coco deben ser clasificados como cultivo permanente.
 - Plantaciones de palma aceitera deben ser clasificadas como cultivo permanente.
- c) Otras formaciones de árboles
 - Plantaciones de árboles frutales/aceiteras se clasifican como cultivo permanente.
 - Cafetales/cacaotales se clasifican como cultivo permanente, aunque cumplen con los criterios de bosque en cuanto a superficie, cubierta de dosel y altura.
- d) Rastrojos

Rastrojos se clasifican generalmente como vegetación arbustiva y herbácea. La excepción son los rastrojos que han sido declarados para uso forestal, los cuales se clasifican como bosque.

5 CATEGORÍAS DEL USO DE LAS TIERRAS SEGÚN EL IPCC

Las subdivisiones se determinaron a partir de decisiones tomadas para la generación del Mapa de 2012 y de Inventario Nacional Forestal y de Carbono. Para simplificar la comparabilidad y estandarizar los datos se decidió usar las mismas clasificaciones.

5.1 Esquema de clasificación de usos de la tierra

EL sistema de clasificación es una adaptación de la metodología CORINE Landcover y proporciona las características temáticas que el país requiere para el conocimiento de sus recursos naturales, y para el monitoreo de los procesos de cambio y la evaluación de la dinámica de las coberturas y usos terrestres para fines de REDD+ y otros. Este nuevo sistema tiene una estructura jerárquica que permite trabajar en diferentes niveles de detalle, dependiendo de la posibilidad de observar y discriminar entre las

categorías, y busca solucionar algunos problemas e inconsistencias detectadas en la clasificación temática utilizada para los mapas de 1992 y 2000, permitiendo, en lo posible, la comparación con los mapas anteriores.

Con base al Volumen 4, capítulo 3 de las directrices 2006 del IPCC para los INGEI, el uso de la tierra se clasificaría en cuatro niveles.

1. Categoría: Tierras forestales, Tierras de cultivos, Pastizales, Asentamientos, Humedales y Otras tierras, según el IPCC (2006)
2. Sub-categoría: describe la permanencia de tierras, tal como Tierra forestal que permanece como tierra forestal, Pastizal que permanece como Pastizal, Asentamiento que permanece como Asentamiento...), así como las clases de conversión; es decir, las posibles combinaciones de cambio (Tierra forestal que se convierte a Tierra de Cultivo, Tierra de Cultivo que se convierte a Tierra Forestal...).
3. Práctica de gestión: corresponde a las acciones que suceden *in situ* que influyen en las existencias de carbono y provocan las emisiones de GEI y absorciones de CO₂ en las categorías y sub-categorías de uso y cambio de uso del suelo; por ejemplo, la protección de bosques, el establecimiento de plantaciones forestales, así como la conversión de bosques para la producción agrícola, entre otras. Este es un concepto incluido en las directrices del IPCC 2006, Capítulo 1 y 3, Volumen 4.
4. Sub-división por formación ecológica: es un nivel más detallado de las categorías y sub-categorías siguiendo criterios ecológicos, tal como lo sugiere IPCC en su capítulo 3, Volumen 4, en las Directrices del IPCC 2006. Por ejemplo, para Tierras forestales se cuenta con Bosques Maduros, Bosques Secundarios, Manglares; para las Tierras de Cultivo se identifican cultivos perennes y anuales, entre otras.

Las prácticas de gestión ocurren dentro de las tierras gestionadas. Panamá define tierras gestionadas como todas aquellas áreas en las que ha existido intervención humana y donde se han aplicado prácticas para la realización de actividades de producción, ecológicas o sociales. Esto abarca todo el territorio nacional.

[La Tabla 1](#) presenta la síntesis del sistema de clasificación. Consta de cuatro niveles jerárquicos. El primer nivel muestra seis categorías generales correspondientes a ecosistemas y usos de la tierra, mientras los tres niveles subsiguientes describen con mayor detalle los diferentes tipos y subtipos de estos ecosistemas y usos.

Tabla 1 Sistema de clasificación implementado en el Mapatón.

TERRITORIOS	Nivel I	Nivel II	Nivel III	Nivel IV		
	ECOSISTEMA Y USO	COBERTURA	TIPO	SUBTIPO		
TIERRAS FORESTALES		Natural	Bosque Maduro	Rafia		
				Cativo		
				Orey		
			Bosque Maduro Intervenido			
			Bosque Secundario			
			Manglar			
		Plantaciones	Coníferas			
			Latifoliadas			
		TIERRAS DE CULTIVO		Cultivo	Cultivo permanente	Café
						Cítrico
						Palma aceitera
Palma de coco						
Plátano/banano						
Otro cultivo permanente						
Cultivo anual	Arroz					
	Caña de azúcar					
	Horticultura mixta					
	Maíz					
	Piña					
	Otro cultivo anual					
PASTIZALES	Pastos					
	Rastrojos					
	Río					

TERRITORIOS	Nivel I	Nivel II	Nivel III	Nivel IV
	ECOSISTEMA Y USO	COBERTURA	TIPO	SUBTIPO
HUMEDALES	Lago			
	Embalse			
ASENTAMIENTOS	Área poblada	Urbana		
		Rural		
	Infraestructura			
	Explotación minera			
	Estanque para acuicultura			
	Salinera			
	Otra área cultural			
OTRAS TIERRAS	Afloramiento rocoso y tierra desnuda			
	Playa y arenal natural			
	Albina			

Conceptualmente, las principales categorías se definen de la siguiente manera:

- **Bosque maduro:** Bosque en un estado sucesional avanzado o en su etapa final de sucesión, que pudo o no estar sujeto a un aprovechamiento selectivo. El bosque maduro se distingue del bosque secundario por las siguientes características, vinculadas a cada tipo de bosque:
 - Predominantemente compuesto por árboles en estado adulto, con una mayor proporción del área basal concentrada en clases diamétricas altas.
 - Composición con predominancia de especies similar al estado primario.
 - Mayor presencia de árboles con copas grandes.
 - Si no ha sido recientemente intervenido, tiene menor presencia de sotobosque.

Adicionalmente, puede determinarse que la cobertura de bosque maduro se ha mantenido durante al menos 40 años, aun cuando se haya practicado tala selectiva.

Bosque maduro intervenido: Es aquel bosque maduro que ha sido objeto de acciones de extracción sin criterios técnicos de productos forestales como madera, palmito y otros, provocando importantes alteraciones en su estructura y composición florística original; generando también,

emisiones por la pérdida de carbono. La definición de degradación surge de un análisis de la legislatura forestal vigente en Panamá²⁰. Por lo tanto, siguiendo la definición de bosque para Panamá, por lo menos el 30% del bosque intervenido se mantiene como bosque maduro en la parcela de muestreo equivalente a la defición de Bosque. Para efecto de cálculos de emisiones y abosrcione, el 70% restante se asume como bosque secundario dentro de la serie temporal 2000-2015.

- Bosque Secundario: Bosque en un estado sucesional anterior al bosque maduro, que se desarrolló después de que toda o la mayoría de la vegetación original fue eliminada por actividades humanas y/o fenómenos naturales. Corresponde a estados sucesionales que no presentan características de rastrojo ni de bosque maduro. El bosque secundario se caracteriza por:
 - Mayor presencia de especies pioneras.
 - Poca presencia de árboles con copas grandes.
 - Mayor proporción del área basal concentrada en clases diamétricas medias y bajas.
 - Mayor presencia de sotobosque.

El bosque secundario se distingue del rastrojo por tener una altura promedio mayor a 5 metros y una cobertura de dosel superior al 30 por ciento.

Se considera también como bosque secundario a los rastrojos con altura menor a 5 metros que hayan sido declarados para fines forestales.

- Plantaciones forestales: Bosque predominantemente compuesto por árboles establecidos por plantación y/o siembra deliberada. Puede ser formado por especies exóticas o nativas con fines de protección, restauración, conservación, producción, recreación y científicos. Incluye también rebrote de rodales que fueron originalmente plantados o sembrados, así como aquellas áreas temporalmente sin árboles, luego de una tala rasa, y declaradas para reforestación.
- Cultivos agrícolas: Tierra con cultivos agrícolas perennes o temporales que permanecen de manera continua durante varios años (tales como el cacao y el café), con o sin presencia de árboles. Incluye también tierra con árboles y arbustos para la producción de flores, frutas y aceites, y viveros (excepto los viveros forestales, los cuales deben ser clasificados bajo "Bosque"). Los pastos están excluidos de la tierra con cultivo perenne.

Los cultivos perennes se pueden subdividir en:

- Café
- Plátano/banano
- Cítrico

²⁰ En anexos, carpeta Leyes y políticas, Definiciones para el tema de REDD 1

- Palma aceitera
- Palma de coco
- Otro cultivo permanente

Los cultivos anuales se pueden subdividir en:

- Arroz
 - Caña de azúcar
 - Horticultura mixta
 - Maíz
 - Piña
 - Otro cultivo anual
- Pastos: Tierra utilizada para producir forraje herbáceo, ya sea que éste crezca de manera natural o que sea cultivado.
 - Rastrojo: Es la vegetación secundaria de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas que aparece naturalmente después de un uso agropecuario. Tiene una altura promedio menor de 5 metros. Aunque cumple con los criterios de bosque en términos de su capacidad de alcanzar una altura promedio mayor de 5 metros y 30% de cobertura de copa *in situ*; no se considera bosque hasta que haya alcanzado una altura promedio de 5 metros y una cobertura de copa de 30 por ciento.

Excepción: rastrojos con una altura promedio menor de 5 metros, y que *in situ* sean capaces de alcanzar los criterios establecidos en la definición de bosque, podrán ser considerados como bosque cuando su uso ha sido declarado con fines forestales. Actualmente no se cuentan con datos en el país para este caso.
 - Humedales: Extensión de marismas, pantanos y turberas o superficies cubiertas de agua, sean estas de régimen natural o artificial, permanente o temporal, estancado o corriente, dulce, salobre o salado, incluyendo sus zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina cuya profundidad en mÁrea baja no exceda de seis metros.
 - Asentamientos: Lugar poblado con 1,500 o más habitantes y que partiendo de un núcleo central, presenta continuidad física en todas direcciones, hasta ser interrumpida por terrenos no edificados. Reúne todas o la mayor parte de las siguientes características:
 - Servicio de alumbrado eléctrico
 - Acueducto público
 - Sistema de alcantarillado
 - Trazado de calles, varias de ellas pavimentadas y con aceras
 - Edificios contiguos o alineados
 - Uno o más colegios secundarios

- Establecimientos comerciales
- Centros sociales y recreativos

- Otras tierras: Toda la tierra que no ha sido definida como bosque u otros bosques.

5.2 Recategorización para el Nivel de Referencia Forestal

Tabla 2 Recategorización para el Nivel de Referencia Forestal

Categoría	Sub-categoría	Práctica de gestión	Sub-división por formación ecológica
Tierras forestales	Tierras forestales que permanecen como tales	Protección de bosques	Bosque Maduro
			Bosque Secundario
			Manglar
		Intervención de bosques	Bosque Maduro Intervenido
	Tierras que se convierten a tierras forestales	Manejo de plantaciones para el cultivo de madera	Plantación forestal de latifoliadas
			Plantación forestal de coníferas
		Regeneración de bosques	Bosque secundario
			Establecimiento de plantaciones forestales
Tierras de cultivo	Tierras forestales que se convierten a Tierras de Cultivo	Deforestación para la producción agrícola	Cultivos perennes
			Cultivos anuales
Pastizales	Tierras forestales que se convierten a Pastizales	Deforestación para la producción agropecuaria	Pasto
			Rastrojos
Humedales	Tierras forestales que se convierten a Humedales	Deforestación a Otros Usos de la Tierra	
Asentamientos	Tierras forestales que se convierten a Asentamientos	Deforestación a Otros Usos de la Tierra	
Otras tierras	Tierras forestales que se convierten a Otras Tierras	Deforestación a Otros Usos de la Tierra	

6 ACTIVIDADES REDD+

De acuerdo con la Decisión 1 / CP.16, párrafo 70, el NREF/NRF fue construido para servir como punto de referencia²¹ para la implementación de las siguientes actividades REDD:

²¹ 7. Conviene en que, de conformidad con el párrafo 71 b) de la decisión 1/CP.16, los niveles de referencia de las emisiones forestales y/o los niveles de referencia forestal, expresados en toneladas de dióxido de carbono equivalente por año, son puntos de referencia para evaluar el desempeño de cada país en la ejecución de las actividades mencionadas en el párrafo 70 de la decisión 1/CP.16; (12/CP.17)

- **Reducción de emisiones por deforestación:** reducción de emisiones de GEI producto de la eliminación y destrucción del bosque natural por cualquier método, por debajo de los límites de la definición de bosque²², generando emisiones por el cambio de uso de las tierras forestales a otra Categoría de Uso de Tierra. También se le denomina desmonte o tala rasa.
- **Reducción de emisiones por degradación forestal:** reducción de emisiones de GEI que resultan del detrimento del un bosque maduro llevando a clasificarse como Bosque intervenido/degradado, que se define como aquel que ha sido objeto de acciones de extracción de productos forestales como madera, palmito y otros, sin criterios técnicos, provocando importantes alteraciones en su estructura y composición florística original, generando también emisiones por la pérdida de carbono. La definición de degradación forestal surge de un análisis de la legislatura forestal vigente en Panamá (Reyes *et al.*, 2017).
- **Incremento de las existencias de carbono forestal:** reducción de emisiones de GEI y aumento de las absorciones de CO₂ resultantes de la conversión de tierras de cultivo, pastizales, humedales y otras tierras a tierras forestales, producto de actividades orientadas a la forestación, restauración y reforestación²³.
- **Conservación de las existencias de carbono:** Emisiones de GEI y absorciones de CO₂ en tierras forestales que permanecen como tales ocasionadas por un conjunto de actividades humanas cuya finalidad es garantizar la integridad de un ecosistema forestal, así como sus bienes y servicios ambientales a través de la preservación de los recursos naturales presentes. Para esta actividad REDD+, se consideraron todos los bosques maduros que están dentro de las áreas protegidas y las que están fuera de estas áreas protegidas pero que estén bajo un régimen especial (comarcas indígenas y fincas privadas).
- **Manejo sostenible de los bosques:** Emisiones de GEI y absorciones de CO₂ que resultan del manejo forestal producto de actividades en la que se realiza el aprovechamiento de bosques naturales bajo criterios técnicos de producción racional e integral y en la que el volumen o unidades que se extraen del bosque en el espacio y tiempo sea igual o menor al volumen o unidades que produciría dicho bosque dentro del mismo tiempo y espacio de forma natural, permitiendo la generación de beneficios tangibles e intangibles a largo plazo, sin afectar sensiblemente el ecosistema.

²² La definición de bosque se incluye en la sección 4.3.1.1. del presente documento.

²³ Ver anexo 8: Plan de acción 2015 – 2035 de la alianza por el millón (Reforestar 1, 000,000 hectáreas en los próximos 20 años). Adicionalmente, ver ANEXO 9: Ley de incentivos para la cobertura forestal y la conservación de los bosques naturales.

7 RECOPIACIÓN DE DATOS

▪ INVENTARIO NACIONAL FORESTAL Y DE CARBONO DE PANAMÁ, RESULTADOS DE LA FASE PILOTO 2013-2015 (INFC)

Panamá cuenta con datos preliminares de la Fase Piloto del Inventario Nacional Forestal y de Carbono (INFC). Esta fase piloto se llevó a cabo durante el 2013-2015. En la fase se levantó información de campo para 37 UM distribuidas en todo el territorio nacional, utilizando un muestreo sistemático estratificado por áreas de bosque y fuera de bosque. Para la estratificación de INFC se utilizó el mapa generado por ANAM para el año 2000, ya que el nuevo mapa de cobertura y uso de la tierra todavía no se había finalizado. Esta malla inicial del INFC²⁴ se compone de 8327 puntos que están distribuidos de forma sistemática usando un distanciamiento de 3000 metros. Las UM seleccionadas se ubican en siete de las 12 zonas de vida de Holdridge²⁵, las dominantes en el país reportadas para Panamá, las cuales se basan en precipitación anual y biotemperatura media anual.

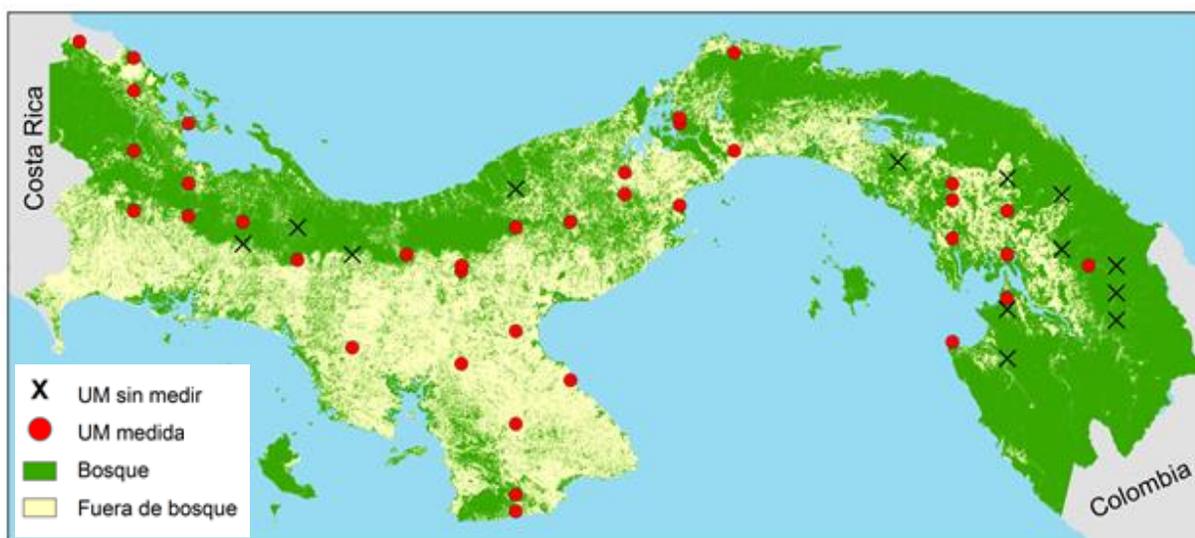


Figura 2 Distribución de las UM para la fase piloto del INFC

7.1 Mediciones en la unidad de muestreo

La unidad de muestreo (UM) fue conformada por un conglomerado de 4 parcelas permanentes de 20 x 250 m en forma de cruz a 25 m equidistantes del punto central (Figura 3). Cada parcela fue subdividida en segmentos para medir árboles de distintas clases diamétricas; además cada parcela tenía tres subparcelas para medir regeneración, tres subparcelas muy pequeñas para medir hojarasca, y tres transectos para medir madera muerta caída. En todas las UM se tomaron mediciones de árboles,

²⁴ <https://drive.google.com/open?id=0ByBGYgD77uxwS0xMVDB6a2hpeGs>

²⁵ Holdridge, L. R. y G. Budowski. 1956. Report of an Ecological Survey of the Republic of Panama. Caribbean Forester 17: 92-111, with life zone map.

hojarasca, madera muerta y suelos, y se hicieron observaciones sobre el uso de la tierra, el estado de degradación de los bosques y diversas variables ambientales, así como de información socioeconómica (mas información en INFC “Manual de Campo”).

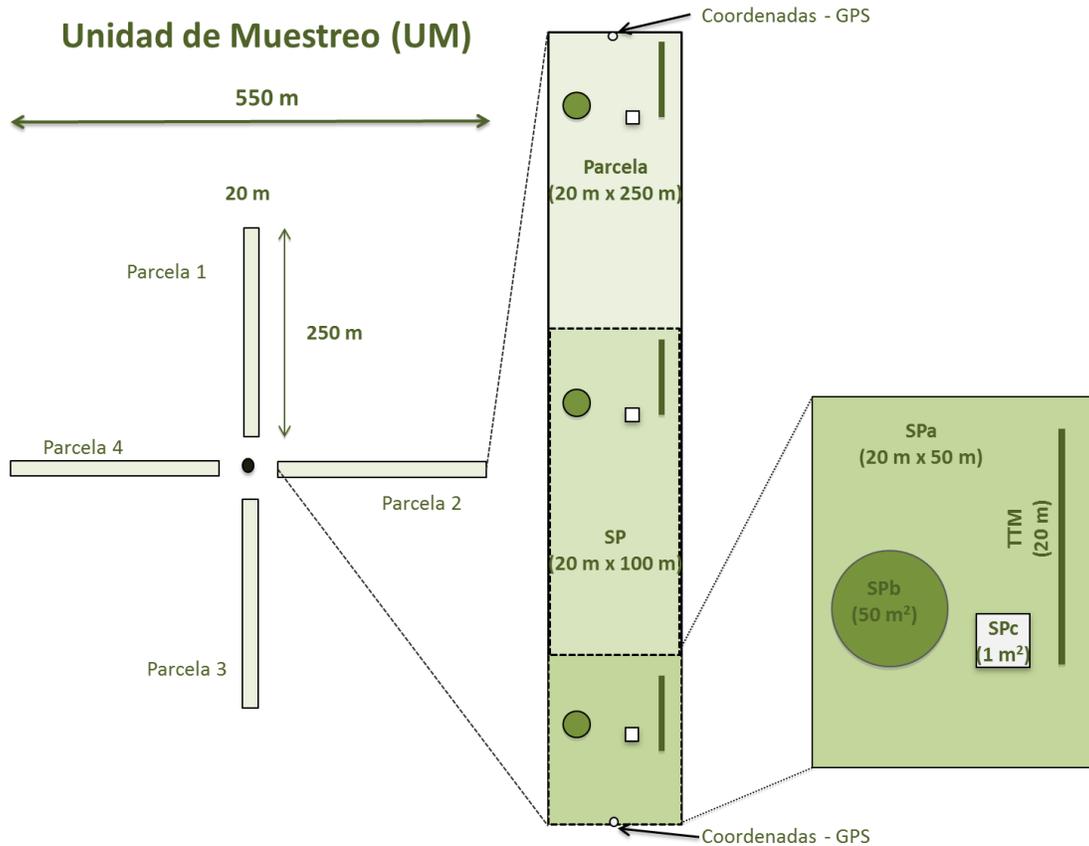


Figura 3 Unidad de muestreo (UM)

7.2 Reservorios de carbono considerados en el INFC

A partir de la información levantada en el campo, se estimaron cuatro reservorios de carbono definidos por el IPCC, los cuales consisten en:

1. **Biomasa aérea:** toda biomasa sobre el suelo que se encuentra presente en los tallos, lianas, ramas, corteza, semillas y follaje. Este reservorio se estimó con modelos alométricos de biomasa a partir de las mediciones de campo.
2. **Biomasa subterránea:** toda biomasa de raíces vivas mayores de 2 mm de diámetro. Este reservorio se estimó con modelos alométricos que relacionan la biomasa aérea con la biomasa subterránea.

3. Madera muerta: toda la necromasa contenida en árboles en pie o caídos y tocones. La madera muerta en pie con diámetro igual o mayor de 10 cm, así como los tocones, se estimaron con ecuaciones alométricas. La madera muerta caída con diámetro igual o mayor a 5 cm se estima a partir de mediciones de transectos. En ambos casos se registró el estado de descomposición de la madera para la estimación del contenido de carbono.
4. Hojarasca: comprende toda la necromasa en hojas, flores, frutos y ramas menores de 2 mm de diámetro, en varios estados de descomposición, y que yace sobre el suelo mineral u orgánico. Se pesó la hojarasca húmeda en el campo y se llevó una muestra al laboratorio para determinar el grado de humedad y contenido de carbono.

El carbono en suelos se excluyó debido a falta de información para la implementación del tier 1 del IPCC, especialmente un mapa de suelos a nivel nacional, así como suficiente tiempo para seguir los métodos sugeridos por el IPCC. Se considera esta exclusión como un área de mejora futura para Panamá.

La coordinación de la fase piloto del INFC fue compartida entre MIAMBIENTE y FAO. Además, debido a que la información botánica es fundamental para determinar el contenido de carbono de los bosques tropicales de Panamá, se estableció un acuerdo con el Herbario de la Universidad de Panamá. Adicionalmente, los análisis del contenido de carbono en hojarasca y suelos fueron llevados a cabo por el laboratorio de análisis del Departamento de Suelos y Aguas de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá.

7.3 Métodos de muestreo para la estimación de la superficie.

Muchos métodos de evaluación de las superficies de uso de la tierra o de las conversiones en superficies de uso de la tierra confían en el muestreo. Mediante el muestreo, pueden estimarse las superficies y los cambios en ellas de dos maneras distintas:

- Estimación por medio de las proporciones;
- Estimación directa de la superficie.

El primer método requiere conocer la superficie total de la región del sondeo, y que el sondeo de muestras brinde sólo las proporciones de diferentes categorías de uso de la tierra. En el segundo método no necesita conocer la superficie total. Ambos métodos requieren la evaluación de una cantidad determinada de unidades de muestreo ubicadas en la superficie del inventario. La selección de las unidades de muestreo puede llevarse a cabo empleando un muestreo aleatorio simple o uno sistemático (Mapatón 2017). El muestreo sistemático normalmente mejora la precisión de las estimaciones de la superficie, en especial cuando coexisten diferentes clases de uso de la tierra en grandes áreas.

La estimación de las superficies de las diferentes categorías de uso de la tierra puede basarse en las evaluaciones de las proporciones de superficie. Cuando se aplica este método, se cubre la superficie del inventario por un determinado número de parcelas y se determina el uso de la tierra para cada punto. Entonces, se calcula la proporción de cada categoría de uso de la tierra dividiendo la cantidad de puntos localizados en la categoría específica por el número total de puntos. Las estimaciones de superficie para cada categoría de uso de la tierra se obtienen multiplicando la proporción de cada categoría por la superficie total. Para calcular el error estándar de una estimación de superficie se obtiene con la siguiente fórmula:

$$A\sqrt{(p_i \cdot (1 - p_i)) / (n - 1)}$$

Donde p_i es la proporción de puntos de la categoría de uso de la tierra en cuestión i ; A es la superficie total conocida, y n el número total de puntos de muestra. Para A_i el intervalo de confianza del 95% para la categoría de uso de la tierra estimada i , viene dado aproximadamente por ± 2 veces el error estándar²⁶. Este procedimiento se aplicó para las parcelas utilizadas en el Mapatón 2017 para conocer los intervalos de confianza y las incertidumbres del muestreo sistemático que se hicieron con Collect Earth. En la hoja de Excel podemos encontrar los datos necesarios para poder reproducir estos cálculos. Estas variables son:

- Plot count: es el número de parcelas que se vieron en el Mapatón 2017 de un uso de la tierra en específico
- Área: Es la superficie que representan un número determinado de parcelas.

Los datos tomados para este análisis corresponden a la serie temporal del Nivel de referencia Forestal de Panamá 2005-2016.

7.1 Datos de actividad- Usos y Cambios de Uso del suelo: Open Foris y Collect Earth

Open Foris es una iniciativa de desarrollo de software que comenzó en el 2011 desde el departamento forestal de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), para ofrecer a sus países miembros software gratuito y de código abierto para las actividades de recopilación de datos de actividad (Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura) necesarios en los informes que los países miembros han de presentar a la Convención Marco de las Naciones Unidas contra el Cambio Climático (CMNUCC).

Este software está desarrollado en Java, y está integrado con Bing Maps y Google Earth Engine, por lo que se tiene acceso a todo el archivo histórico de NASA (Landsat 5, 7 y 8 y MODIS) a partir de 1984 hasta la actualidad, así como de la ESA (Sentinel-2), que ofrece imágenes de muy buena resolución (10 metros por pixel en lugar de 30 de Landsat) desde 2014 cada 10 días. Google Earth Engine no solo permite

²⁶ Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, Volumen 4, Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra, Capítulo 3, Representación coherente de las tierras, página 3.34 a 3.38

visualizar imágenes, sino también analizarlas, produciendo por ejemplo graficas de vegetación o compuestos de imágenes para eliminar nubes

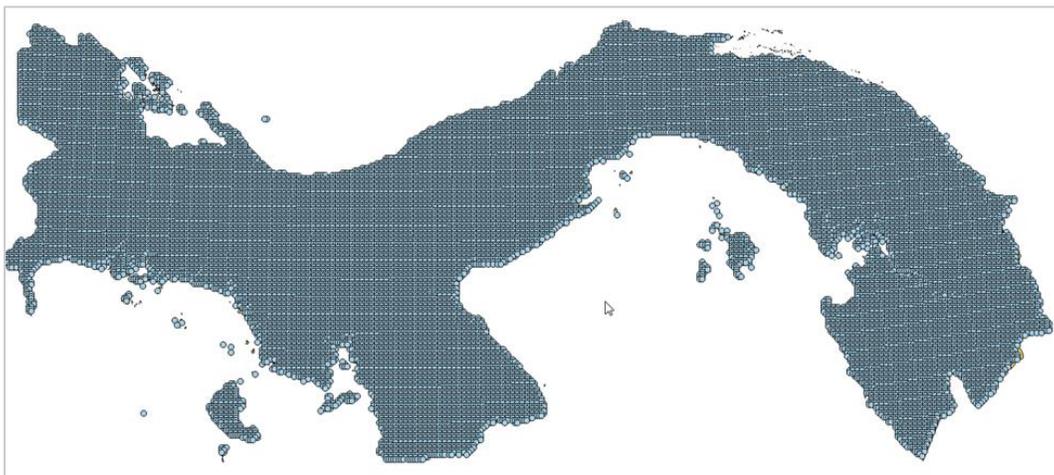
Los datos de actividad para el NREF/NRF de Panamá provienen de una iniciativa nacional denominada “Proyecto Mapatón 2017”. Esta iniciativa fue ejecutada por el equipo técnico del Ministerio de Ambiente de Panamá, con la asesoría técnica del PNUD y FAO.

Para la actividad del Mapatón, se convocaron alrededor de 20 técnicos de las diferentes regionales de MiAMBIENTE, así como también estudiantes universitarios y técnicos de los pueblos indígenas. La selección incluyó técnicos con conocimientos en Sistema de Información Geográfica, y/o que estuviera cursando su último año de Licenciatura o carrera de pre-grado, y/o con conocimiento de Fotointerpretación de imágenes satelitales de alta resolución y/o con un amplio conocimiento de los diferentes tipos de cobertura en campo (ganadería, cultivos, infraestructuras). Al momento asignar las parcelas que él técnico estaría interpretando se le asignaba las de su provincia de procedencia.

7.2 Diseño de la malla de parcelas (muestras):

El diseño de la muestra (la malla de parcelas donde se recoge la información) que se utilizó durante el Mapatón está basado en el diseño de la muestra de las parcelas del Inventario Nacional Forestal y de Carbono (INFC).

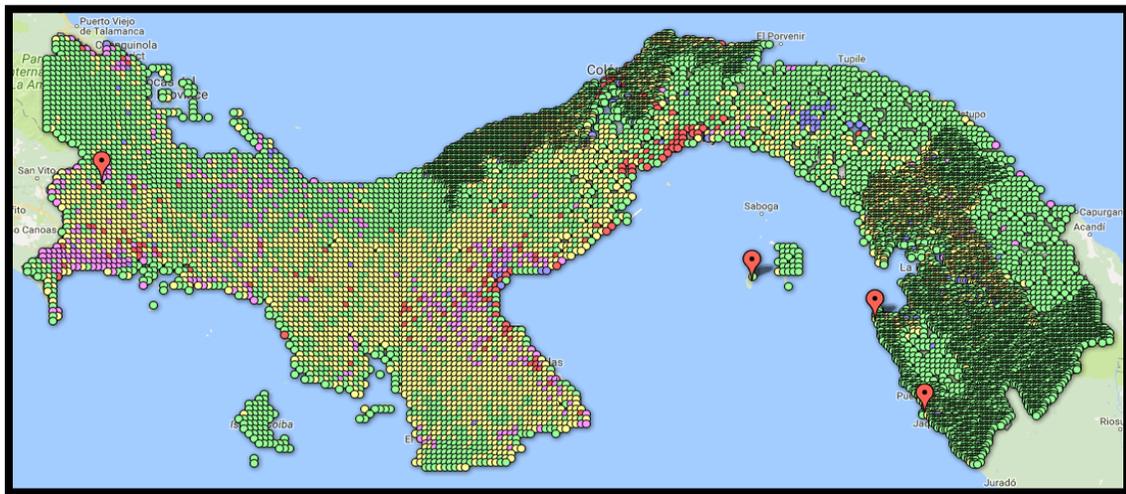
Para diseñar el muestreo inicial del INFC, se estableció primero un marco de muestra con puntos cada 3 x 3 km que cubriera todo el territorio nacional, dando como resultado una cuadrícula con un total de 8,327 puntos ([Mapa 1](#)). Cada punto de la cuadrícula representa la ubicación potencial del centro de una Unidad de Muestreo y se le asignó un número único. El listado de los puntos enumerado fue luego utilizado para seleccionar las UM. La razón para establecer un marco de muestra tan denso fue permitir, en el futuro, hacer una estratificación más fina, incluyendo estratos con poca superficie, si así se decidiera.



Mapa 1

En Collect Earth se generó a su vez una malla basada en el diseño del INFC (aunque ajustada al shapefile de las regiones de Panamá, lo que produce que el número de parcelas dentro de las provincias sea de 8219), donde se conservan las coordenadas (punto central de la parcela en Collect Earth y del conglomerado en el INF) y el identificativo del conglomerado al que hacen referencia. Además, se añaden una gran cantidad de variables que serán automáticamente incorporadas a la base de datos por Collect Earth.

Para el NREF/NRF se generó una malla de parcelas distribuidas sistemáticamente a nivel de todo el país con un distanciamiento de 3.000 mts, para las provincias de Darién y Colón la malla de puntos se intensificó cada 1.500 mts debido a que ambas provincias son consideradas según expertos forestales de Panamá las provincias con mayor tasa de deforestación histórica del país. El número total de muestras/parcelas corresponden a 13.796 a nivel nacional, de las cuales 4.073 corresponden a Darién, 1.555 a la provincia de Colón. En el siguiente [Mapa 2](#) se puede visualizar la distribución de las parcelas muestrales²⁷:



Mapa 2

7.3 Diseño de la parcela

El diseño de las parcelas (ver [figura 4](#)) que se usan como referencia para la interpretación sigue estos conceptos:

- Parcela rectangular de 0,5 hectáreas.
- Coincidente con la definición de bosque de Panamá
- 49 puntos de referencia
- El intérprete cuenta los puntos que caen encima de cada elemento, usándolos como guía

²⁷ <https://fusiontables.google.com/DataSource?docid=1V5li7Ez3ydRsCm7Cz60-DaPRD2sRp4s7FOSgtcBx#map:id=3>

Un punto equivale a un 2% (en realidad 2.04% pero se le da el valor de 2% para simplificar la interpretación y el cálculo).

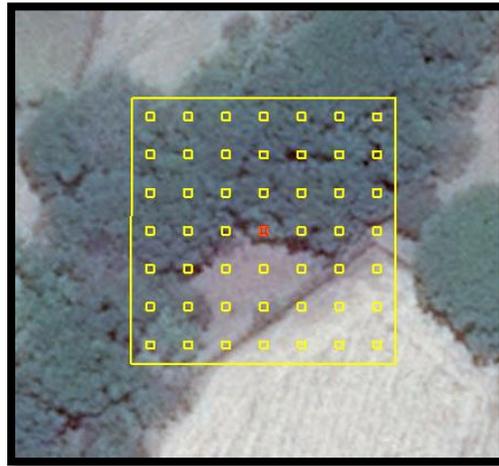


Figura 4 Diseño de las parcelas

7.4 Jerarquía de uso de las tierras para la interpretación.

Las parcelas clasificadas tenían un Área de media hectárea, por lo que dentro de la misma parcela podían existir varios usos de la tierra. Con el fin de simplificar el análisis y proveer una guía al intérprete de como clasificar estas parcelas, se desarrolló una jerarquía de clasificación.

Tabla 3 Jerarquía de clasificación de uso de las tierras para la interpretación

Categoría	% mínimo
Asentamiento	20%
Cultivo	20%
Bosque	30 (definición de bosque de Panamá)
Pastizal	20%
Humedal	20%
Otras tierras	>80%

Esta jerarquía permitió clasificar una parcela con una única clase de uso (IPCC) en caso de que haya una mezcla de usos dentro de la parcela. La parcela se clasifica usando un mínimo de cobertura siguiendo la jerarquía, yendo la prioridad de arriba a abajo²⁸

²⁸ Martines S. y Mollicone D.. 2012. From Land cover to Land use: a Methology to Assess land use from Remote Sensing Data.

Proceso de interpretación.

Collect Earth utiliza el diseño de muestra predeterminado por el administrador de la encuesta, así como un diseño de un formulario (generado a través de Open Foris Collect) que se mostrara al hacer click sobre una parcela que se muestra en Google Earth (ver [figura 5](#)).

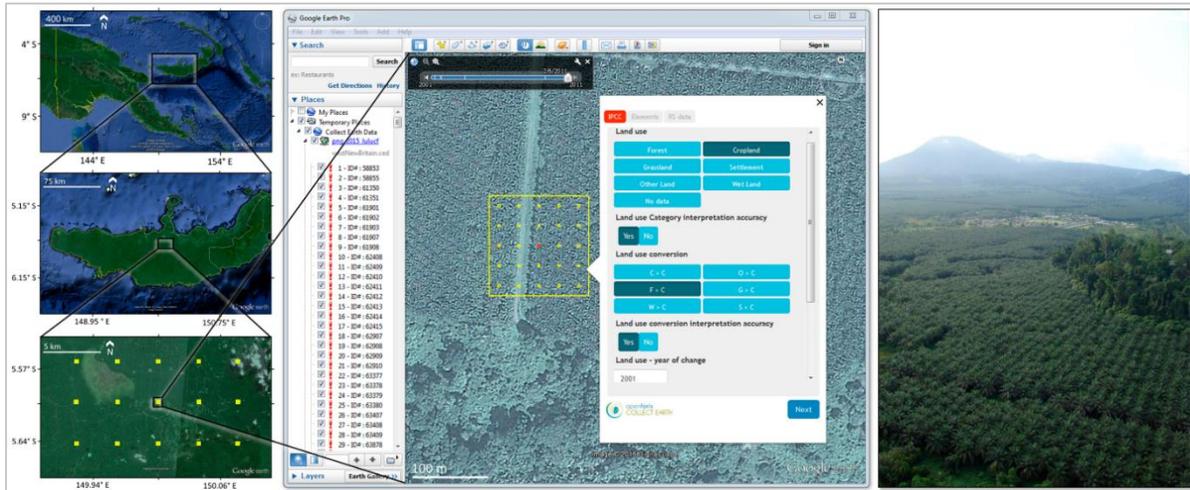


Figura 5 Parcela que se muestra en Google Earth

Al mostrarse el formulario (haciendo click sobre la parcela) se inicia un proceso que abre varias ventanas, mostrando esa misma parcela en Bing Maps, el cual a veces tendrá mejores imágenes de muy alta resolución que Google Earth; así como en Google Earth Engine Code Editor y Google Earth Engine Explorer (Ver [figura 6](#)).

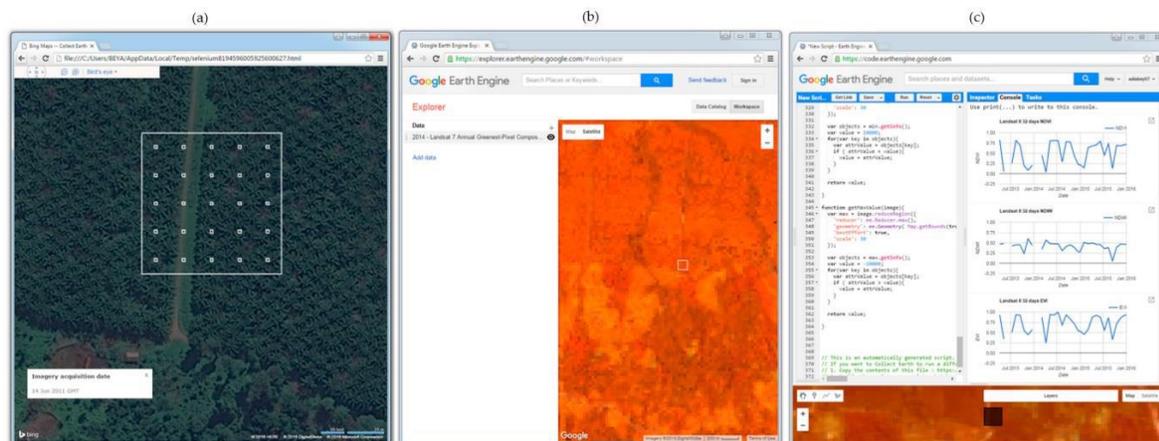


Figura 6 Ventanas que se muestran durante el proceso

Para esta interpretación visual aumentada Google Earth ofrece la máquina del tiempo; es decir, que ya que en muchas zonas se encuentran múltiples imágenes de muy alta resolución que facilitan el trabajo de interpretación (Ver [figura 7](#))

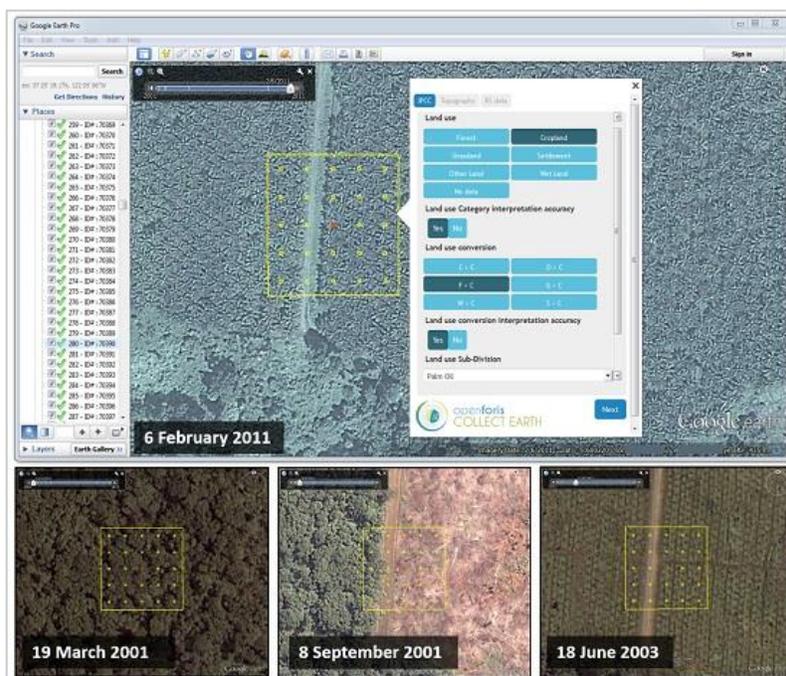


Figura 7 Interpretación visual con máquina del tiempo de Google Earth

Esta combinación de varias herramientas, así como la potencia para el análisis temporal de Google Earth Engine, posibilitó la visualización de gráficas de índices de vegetación sobre las parcelas facilitan el análisis temporal del cambio de uso (ver [figura 8](#))

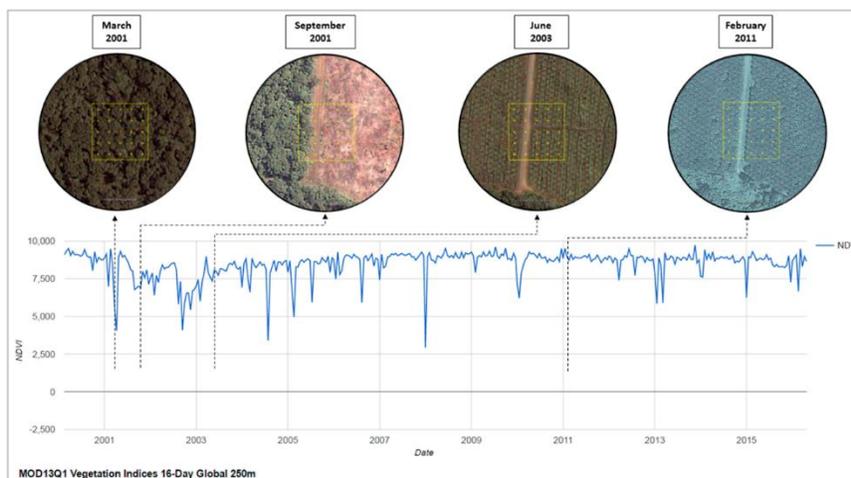


Figura 8 Gráficas de índices de vegetación sobre las parcelas con análisis temporal del cambio de uso

7.5 Diseño de la encuesta

La recopilación de datos a través de Collect Earth se realiza utilizando un formulario dinámico. Este formulario fue estructurado siguiendo las categorías del IPCC 2006 y sub-categorías indicadas en la sección anterior (Esquema de clasificación de Panamá). El intérprete recoge datos cada parcela, un cuadrante con una superficie de 0.5 hectáreas siguiendo la definición de boque de Panamá y evalúa la

cobertura de la tierra, porcentajes cobertura dentro de la parcela, estimado que se basa en contar los puntos dentro de la parcela en Google Earth para calcular la cobertura de cada elemento, donde cada punto equivale a un 2% de cobertura.

Luego, el intérprete ha de clasificar la parcela según el tipo de uso de la tierra al que pertenece, identificar si ha habido un cambio de uso (y en ese caso en que año se ha dado), identificar la subdivisión de uso (tipo de bosque, cultivo, etc.) y también si ha existido un cambio de subdivisión (por ejemplo, un bosque maduro que ha sido transformado en plantación, no hay cambio de Uso – forestal- pero si de subdivisión) y el año del cambio (ver [formulario 1 y 2](#)).

Formulario 1 is a web form for data entry. It features a header with tabs for 'Cobertura', 'Uso', 'Uso de la tierra 1989-1991', 'Datos agrícolas', and 'Imágenes Satélite'. The main content area is titled 'Eye: C04L04_120110.img' and 'Elementos en la parcela'. It contains a table with two columns: 'Elemento' and 'Cobertura'. The 'Cobertura' column has dropdown menus for each element. The 'Camino/Carretera' dropdown is currently open, showing percentage ranges from '< 10%' to '70 - 79%'. A mouse cursor is pointing at the '30 - 39%' option.

Elemento	Cobertura
Arboles	Nada seleccionado
Arbustos	Nada seleccionado
Cultivos	Nada seleccionado
Pastizal	Nada seleccionado
Ruta	Nada seleccionado
Edificio/Infraestructura	Nada seleccionado
Camino/Carretera	<ul style="list-style-type: none"> Nada seleccionado < 10% 10 - 19% 20 - 29% 30 - 39% 40 - 49% 50 - 59% 60 - 69% 70 - 79%
Rio	
Lago	

Formulario 1

Formulario 2 is a web form for data entry. It features a header with tabs for 'Cobertura', 'Uso', 'Uso de la tierra 1989-1991', and 'Perturbaciones'. The main content area is titled 'Imágenes Satélite' and 'Categoría UT actual'. It contains several sections with buttons for selection. The 'Categoría UT actual' section has buttons for 'Tierras forestales', 'Tierras de cultivo', 'Pastizales', 'Asentamientos', 'Otras tierras', and 'Humedales'. The 'Sin datos' button is also present. The 'Confianza int. categoría' section has 'Si' and 'No' buttons. The 'Conversion Usos de la Tierra' section has buttons for 'F > F', 'O > F', 'C > F', 'P > F', 'H > F', and 'A > F'. The 'Confianza int. subcategoría' section has 'Si' and 'No' buttons. At the bottom, there are 'Anterior' and 'Siguiente' buttons.

Formulario 2

Con este método se pudo obtener datos anuales de 1990 y la serie temporal de 2000-2017, y espacialmente explícitos, ya que se conoce la posición de cada una de las parcelas y por lo tanto, se pueden usar datos auxiliares -mapas- para estratificar la información por provincias, zonas climáticas, áreas de conservación, concesiones forestales, etc. Para cada parcela se sabe el uso del suelo para cada año, la subdivisión, la clase de conversión, la zona Holdridge, zona climática, zona ecológica, concesión, zona de conservación y taxonomía del suelo a la que pertenecen; accesibilidad; perturbaciones (erosión, tala, pastoreo, incendio u otro) y si esta es continua (como por ejemplo, el pastoreo que se realiza de forma periódica) o se ha dado en un año específico (como por ejemplo, una tala o un incendio). Esta información permitió un análisis muy detallado de las dinámicas del uso de la tierra.

Más detalles sobre procesos metodológicos del mapeo se encuentran en el documento denominado “Protocolo para la definición de los datos de actividad_Mapatón” en la carpeta 3. Datos de Actividad

Recopilación de Datos de actividad consistente con actividades REDD+

- Reducción de emisiones por deforestación:

Para poder estimar la deforestación, primero el técnico vió imágenes Landsat 8, Landsat 7, Sentinel-2 e imágenes de alta resolución para evaluar el presente (2016 o 2017). Luego estableció que uso tenía la parcela. Si era Tierra No Forestal, se verificó año a año hasta 1990 si en algún momento fue bosque. Luego el técnico asignó el año de la deforestación o el año del cambio en el formulario. Si se detectó una deforestación en años intermedios del periodo referencia 2000-2015, y al final de la serie temporal era bosque, la parcela se reportó como “Incremento de las existencias de carbono forestal (Bosque Secundario)”.

- Reducción de emisiones por degradación forestal:

Para efectos del nivel de referencia REDD+ de Panamá, se empleó una combinación de metodología directa e indirecta. Esta combinación de metodologías tiene un enfoque dirigido hacia el análisis directo de las parcelas con las imágenes satelitales, y pone en contexto la parcela con la fragmentación de bosques y existencia de infraestructura humana asociada a la extracción de productos forestales o pérdida de cobertura forestal en parte de la parcela. Mediante Collect Earth, el intérprete definió qué tipo de bosque se observaba en las imágenes satelitales en el presente y durante el periodo histórico de referencia. En el caso de Panamá, este periodo es 2000-2015, para ver si en el 1990 o 2000 fue bosque maduro. Para las parcelas en las cuales no se identificó deforestación y sí degradación forestal, se estableció el año en el cual empezó la perturbación antropogénica, considerando el cambio de color del pixel de más oscuro a más anaranjado en las imágenes Landsat, el cual denota un cambio evidente de Bosque Maduro a Bosque Intervenido.

Toda la serie temporal fue construida con imágenes Landsat 7 para asegurar que se mantuviera consistencia en la serie. Al final de la serie temporal validamos con alta definición (Quickbird y Sentinel 2). La degradación que se estimó para la serie temporal consideró solamente los cambios en el dosel. Los cambios o alteraciones en el sotobosque quedaron pendiente como una de las mejoras al método.

Nota: De acuerdo con el protocolo de clasificación del cambio y uso de la tierra utilizado en el Mapatón 2017, inicialmente no se incluyó Bosque Maduro Intervenido, estos bosques fueron clasificados como Bosques Secundarios, debido al cambio en densidad de copa; sin embargo, luego de un análisis de las transiciones se pudo detectar que la transición de Bosque Maduro a Bosque secundario identificada por los intérpretes no era posible desde el punto de vista ecológico. Para que exista un bosque secundario, primero debe existir un proceso de deforestación, el cual no se registro en la serie temporal. Por lo tanto, se procedió a corregir los datos de esta transición dando como resultado que la transición anterior detectada correspondía de Bosque Maduro intervenido y/o Degradado.

- Incremento de las existencias de carbono forestal:

En Collect Earth pudimos ver la historia o los antecedentes de esas parcelas desde 1990 hasta 2017. Si en algún momento esa parcela fue deforestada y por condiciones naturales o asistidas inicia una sucesión ecológica que va desde que se taló, luego pasa a rastrojo, después de 5 años sí no se altera y cumple con las especificaciones definidas para bosque en Panamá, se considera que cambia a un Bosque Secundario, hasta el 2017 (Tierra no forestal que se convierte a Tierra Forestal). Se considera que un Bosque secundario puede convertirse en Bosque maduro después de 50 años. Esta transición no se encontró en el periodo de referencia.

- Conservación de las existencias de carbono:

Para saber cuánto bosque hay dentro de estas áreas se utilizaron las capas (shapefiles) de áreas protegidas y las que están bajo régimen especial de conservación, y se cruzaron en Collect Earth. Luego en saiku se realizó un filtrado y se obtuvieron las áreas bajo conservación en el formato deseado (hectáreas de bosques en conservación).

- Manejo sostenible de los bosques:

En la actividad de manejo sostenible, se pudo obtener información valiosa ya que se tenían disponible los shapefiles de los polígonos de las áreas que están bajo aprovechamiento sostenible de bosques naturales. La herramienta de Collect Earth nos permitió utilizar cualquier capa geoespacial para extraer áreas por atributos y no mezclarlas (áreas, protegidas, zonas de vidas, etc.). Luego estas áreas fueron extraídas para no contabilizar deforestación ni degradación, ya que estas áreas están bajo un régimen de buenas prácticas.

Consideraciones especiales:

Existen diferencias de área entre los datos del FRA 2015 y los datos recolectados para este reporte del Nivel de Referencia Forestal. Esta diferencia obedece a que los procedimientos que se utilizaron fueron totalmente distintos. Los procedimientos del FRA tienen un enfoque Wall to Wall y se generan mapas temáticos, mientras que en el Mapatón se utilizó el enfoque de muestreo sistemáticos de parcelas separadas 3km entre cada una georreferenciadas a nivel nacional. Es por esto por lo que las áreas entre estos 2 reportes no coinciden.

8 PROCESAMIENTO DE DATOS

8.1 Procesamiento de datos del inventario nacional forestal y de carbono de Panamá, resultados de la fase piloto 2013-2015 (INCF)

8.1.1 Métodos de Estimación para Factores de Emisión

8.1.1.1 Volumen total del árbol

Para la estimación del volumen total de cada uno de los árboles inventariados, se utilizó la siguiente fórmula, con factores de forma según la calidad del fuste del árbol en pie, establecidos por el Ministerio de Ambiente:

$$vtot = g \cdot h \cdot f \quad (\text{ecuación 1})$$

Donde:

$vtot$ = volumen total del fuste del árbol (m^3)

g = área basal del árbol (m^2)

h = altura total del árbol (m)

f = factor de forma según la calidad del fuste; los valores son los siguientes:

- Fuste calidad A: $f = 0.68$
- Fuste calidad B: $f = 0.50$
- Fuste calidad C: $f = 0.40$

8.1.1.2 Volumen comercial del árbol

Para la estimación del volumen comercial se utilizó la siguiente fórmula, con factores de forma según la calidad del fuste del árbol en pie, establecidos por el Ministerio de Ambiente en la resolución AG-0168-2007 de fecha 2 de abril del año 2007:

$$vcom = g \cdot h_c \cdot f \quad (\text{ecuación 2})$$

Donde:

$vcom$ = volumen comercial del árbol (m^3)

g = área basal del árbol (m^2)

h_c = altura comercial (tronco o fuste) del árbol (m)

f = factor de forma de acuerdo a la calidad del fuste; los valores son los siguientes:

- Fuste calidad A: $f = 0.70$
- Fuste calidad B: $f = 0.60$
- Fuste calidad C: $f = 0.45$

8.1.1.3 Biomasa aérea

Para estimar la biomasa aérea de los árboles se utilizó el siguiente modelo general de biomasa aérea desarrollado por Chave *et al.* (2014)²⁹:

$$ba = 0.0673 \cdot (\rho \cdot dap^2 \cdot h)^{0.976} \quad (\text{ecuación 3})$$

donde:

- ba = biomasa aérea, peso seco (kg)
- dap = diámetro a la altura del pecho (cm)
- h = altura total del árbol (m)
- ρ = densidad de la madera (g/cm^3)

La ecuación de Chave *et al.* (2014) se incluyó datos de bosques maduros y bosques secundarios, excluyendo sistemas agroforestales y plantaciones, de 53 sitios con vegetación no perturbada y 5 sitios forestales secundarios que abarcan una amplia gama de tipos de vegetación, para un total de 4004 árboles con un diámetro de tronco de 5 a 212 cm. Incluyó bases de datos de Colombia y Costa Rica, las cuales tienen condiciones similares a las de Panamá

Según este estudio, la gravedad específica de la madera fue un importante predictor de la biomasa aérea, especialmente cuando se incluye una gama mucho más amplia de tipos de vegetación. Por lo tanto, para utilizar esta ecuación alométrica se requiere el valor de la densidad de la madera. Para establecer la densidad de cada especie se utilizó la base de datos de DRYAD³⁰ como referencia. De esta base de datos se utilizaron solamente las especies de Centroamérica, México y la zona tropical de América del Sur. Si la especie no tenía una referencia de densidad promedio, se utilizó el promedio del género; si no existían datos de género se usó el promedio de la familia; si no era posible obtener ninguna de las anteriores, se utilizó el promedio de todas las especies de las tres regiones antes mencionadas, correspondiente a 0.6277 g/cm^3 .

8.1.1.4 Palmas y helechos arbóreos

Para las especies de palmas se utilizó la ecuación alométrica de Goodman *et al.* (2013)³¹:

$$ba = 0.55512^4 \cdot 0.37 \cdot dap^2 \cdot hf \quad (\text{ecuación 4})$$

Donde:

- ba = biomasa aérea (kg)
- dap = diámetro a la altura del pecho (cm)

²⁹ Chave *et al.* (2014). Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. *Global Change Biology* (2014) 20, 3177–3190.

³⁰ <http://datadryad.org/repo/handle/10255/dryad.235>

³¹ Goodman *et al.*, 2013. Amazon palm biomass and allometry. *Forest ecology and management*, 310: 994–1004

hf = altura del fuste de la palma (m)
0.37 = densidad de la madera (g/cm³)

Para los helechos arbóreos se utilizó la ecuación alométrica de Tiepolo *et al.* (2002)³²:

$$ba = \frac{-4266348}{(1-2792284 \cdot e^{(-0.313677 \cdot h)})} \quad (\text{ecuación 5})$$

Donde:

h = altura total del helecho (m)

8.1.1.5 Lianas

Para las lianas se utilizó el modelo de biomasa de S. Schnitzer *et al.* (2006)³³:

$$ba = e^{[-1.484+2.657 \cdot \ln(dap)]} \quad (\text{ecuación 6})$$

Donde:

ba = biomasa aérea, peso seco (kg)
 dap = diámetro a la altura del pecho (cm)

8.1.1.6 Biomasa subterránea

La biomasa subterránea no se estimó para los árboles individuales, sino para los distintos tipos de bosque y usos de la tierra, utilizando como variable independiente la estimación de la biomasa aérea. Se utilizó el modelo de Cairns *et al.* (1997)³⁴ para bosques tropicales.

$$bs = e^{[-1.0587+0.8836 \cdot \ln(ba)]} \quad (\text{ecuación 7})$$

Donde:

bs = biomasa subterránea, peso seco (t/ha)
 ba = biomasa aérea, peso seco (t/ha)

8.1.1.7 Carbono en madera muerta - tocones

Los tocones se midieron en subparcelas de 20 x 50 m (1,000 m²), en total 4 subparcelas por UM. Primero, se calculó el volumen de cada tocón utilizando la fórmula de Smalian:

³² Tiepolo, G., Calmon, M. & Feretti, A.R. 2002. Measuring and Monitoring Carbon Stocks at the Guaraqueçaba Climate Action Project, Paraná, Brazil. In: International Symposium on Forest Carbon Sequestration and Monitoring. Extension Serie Taiwan Forestry Research Institute 153:98-115

³³ Schnitzer *et al.* (2006). Censusing and measuring lianas: A quantitative comparison of the common methods. *Biotropica* 38(5), p 581-591.

³⁴ Cairns, M.A., Brown, S., Helmer, E.H. & Baumgardner, G.A. (1997). Root biomass allocation in the world's upland forests. *Oecologia*, 111(1): 1-11.

$$vtoc = \frac{[(d_1/100)^2 + (d_2/100)^2]}{2} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot h \quad (\text{ecuación 8})$$

Donde:

- $vtoc$ = volumen del tocón (m³)
 d_1 y d_2 = diámetro menor y mayor del tocón (cm)
 h = altura del tocón (m)

A cada uno de los tocones inventariados se asignó un valor de densidad de madera y una fracción de carbono en función del estado de descomposición que se determina en campo (Detalles en sección 6.1.6 Reporte INCF)

8.1.1.8 Carbono en madera muerta caída

En la fase piloto del INFC, el volumen de la madera muerta caída se midió en tres transectos de 20 m en cada parcela; en total 12 transectos por UM, correspondiendo a 240 m en total. Para estimar el volumen por hectárea que representa cada transecto, se utilizó la siguiente fórmula (Wagner *et al.*, 1964)³⁵:

$$vmmc = \frac{\pi^2 \cdot \sum d^2}{8 \cdot l} \quad (\text{ecuación 9})$$

Donde:

- $vmmc$ = volumen de la madera muerta caída (m³/ha)
 l = largo del transecto (m)
 d = diámetro de la pieza (cm)

Para la madera muerta caída también se establecieron los valores de densidad de madera y fracción de carbono, tomando como base la categoría de descomposición de cada pieza medida (Detalles en sección 6.1.7 Reporte INCF). Para el análisis de los datos de la fase piloto del INFC, todos los transectos de la UM fueron tratados en su conjunto, estableciendo el volumen por hectárea de la madera muerta caída para toda la UM y asignando la clase de uso de la tierra del punto central.

8.1.1.9 Carbono en hojarasca

La hojarasca se midió en varias subparcelas de 1 m² en la UM. En estas subparcelas se midió el peso húmedo de la hojarasca y se asignó una categoría de humedad. Además, en el punto central de la UM se estableció una subparcela de 1 m² para tomar una muestra de hojarasca que se llevó al laboratorio para determinar el contenido de carbono. Para estimar el carbono en la hojarasca de una subparcela, se utilizó la siguiente fórmula:

$$c_{hr} = ph \cdot \left(1 - \frac{ch}{100}\right) \cdot c_{\%} \quad (\text{ecuación 10})$$

Donde:

- c_{hr} = carbono en hojarasca en una subparcela (g/m²)
 ph = peso húmedo (gramos)

³⁵ van Wagner, C.E. 1968. The line-intersect method in forest fuel sampling. For. Sci. 14: 20-26.

- ch = contenido de humedad (%)
 $C\%$ = porcentaje de carbono obtenido del análisis de laboratorio utilizando la muestra de hojarasca de la subparcela del punto central.

Para convertir el valor de carbono de cada parcela en g/m^2 a un valor en t/ha, se dividió entre 100.

A la hojarasca de cada parcela se le asignó en el campo una categoría por contenido de humedad (Detalles en sección 6.1.8 Reporte INCF).

8.1.1.10 Carbono en materia orgánica del suelo

El carbono orgánico del suelo se midió en el punto central de cada UM, donde se tomó una muestra de los siguientes horizontes: 0-30 cm, 30-60 cm y 60+ cm. Para estimar el carbono orgánico del suelo del horizonte 0-30 cm, tal como se requiere para los informes a la CMNUCC según los lineamientos del IPCC, se utilizó la siguiente fórmula:

$$C_{suelo} = C\% \cdot da \cdot ph \cdot 100 \quad (\text{ecuación 11})$$

Donde:

- C_{suelo} = carbono en materia orgánica del suelo (t/ha)
 $C\%$ = porcentaje de carbono obtenido en el análisis de laboratorio
 da = densidad aparente (g/cm^3) obtenida en el análisis de laboratorio
 ph = profundidad del horizonte (cm); en este caso 30 cm

Para realizar estimaciones poblacionales totales o por estrato a partir de estimaciones de árboles y subparcelas individuales, fué necesario aplicar a cada árbol y subparcela un factor de ajuste (fa) de tal manera que se transforma el valor del árbol/subparcela a un valor por hectárea (Detalles en sección 6.2.1 Reporte INCF).

8.1.1.11 Estimación del error de muestreo

Para la estimación del error de muestreo de la variable y , se utilizó la siguiente fórmula:

$$e_y = \sqrt{\frac{s_y^2}{n}} \cdot \sqrt{1 - \frac{n}{N}} \quad (\text{ecuación 14})$$

Donde:

- e = estimación del error de muestreo de la variable y
 s = desviación estándar de la variable y
 n = número de unidades de muestreo de la muestra
 N = número de UM de la población

En un inventario forestal nacional, N es mucho mayor que n, y la fórmula se simplificó a:

$$e_y = \sqrt{\frac{s_y^2}{n}} \quad (\text{ecuación 15})$$

Los cálculos se realizaron automáticamente utilizando el Sistema de Inventario de Bosques Públicos (SIBP V3.0). El sistema fué elaborado en Visual Basic NET, que es un lenguaje de programación que permite el manejo de bases de datos relacionales. Este permite la captura, procesamiento y generación de reportes a partir de los datos que se levantan en cada una de las parcelas permanentes a través de diferentes mediciones en el tiempo. Entre la información que se maneja están los datos generales de la parcela tales como: área, ubicación, estrato en el mapa, estrato en terreno, operatividad, acceso, etc., además, se maneja la información de cada uno de los árboles tales como número, altura total, DAP, altura comercial, etc; además de desarrollo de cálculos, que pueden desarrollarse de forma según los diferentes estratos identificados en el mapeo (mas detalles en Manual de Usuario Ayuda SIBP)³⁶.

8.2 Procesamiento de datos de actividad: Open Foris y Collect Earth

8.2.1 Calculo de áreas (factores de expansión)

Collect Earth puede realizar el cálculo de los factores de expansión (el área que representa una parcela) siguiendo las directrices del IPCC 2006 (Volumen 4. Capítulo 3. Anexo 3A.3.6). Para cada parcela de Collect Earth se sabe a qué provincia pertenece. Este es un dato que se incorpora directamente en la malla (a través del CSV que se carga en Collect Earth para ser interpretado a través de Google Earth). Para añadir este dato se utilizó el shapefile del censo 2012 de Panamá ([descargar aquí](#)) que se puede visualizar en la siguiente ilustración.

A su vez, en el archivo CEP que contiene toda la información necesaria para la encuesta, hay un archivo llamado áreas_per_attribute.csv que contiene las áreas de cada una de las provincias en hectáreas (usando los mismos nombres que se han dado a las provincias en el CSV de las parcelas). Este CSV fué usado a la hora de generar el análisis con Saiku por Collect Earth. Collect Earth sumó todas las parcelas que existen por región y luego procedió a dividir el área de esa región por el número de parcelas que cayerón dentro de la región. El producto de esto fue el factor de expansión (y también el peso relativo que viene recalculado por Collect Earth, aunque este ya en el archivo áreas_per_attribute.csv). Este factor de expansión fue asignado a cada una de las parcelas dentro de la región, como una variable más de la encuesta, lo que permitió luego realizar cálculos de áreas a través de Saiku de forma desagregada.

Tabla 4 Área por provincia en Panamá (Hectáreas).

Provincia (p)	Área (HA)
BOCAS DEL TORO	478,238
COCLE	509,427

³⁶ Este documento se encuentra en la carpeta 6. Referencias Bibliograficas, Ayuda SIBP2

Provincia (p)	Área (HA)
COLON	475,726
CHIRIQUI	676,694
DARIEN	1,256,959
HERRERA	242,441
LOS SANTOS	390,562
PANAMA	1,201,753
VERAGUAS	1,086,070
COMARCA KUNA YALA	241,892
COMARCA EMBERA	427,814
COMARCA NGABE BUGLE	703,627

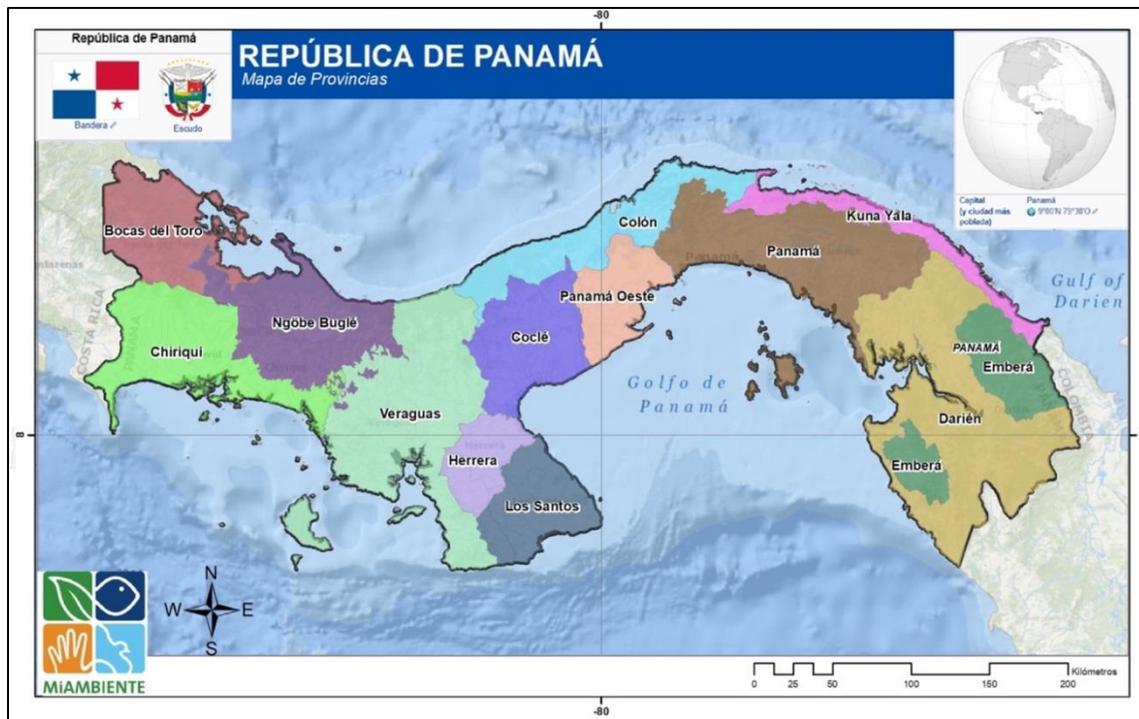


Figura 9 División política de Panamá

Tabla 5 Factores de expansión y pesos relativos por provincia en Panamá

Provincia (p)	Factor de Expansión (F)	Peso relativo (W)
BOCAS DEL TORO	941.41	4.03
CHIRIQUI	947.75	4.06
COCLE	929.61	3.98
COLON	233.89	1.00
COMARCA EMBERA	924.00	3.96
COMARCA KUNA YALA	952.33	4.08

Provincia (p)	Factor de Expansión (F)	Peso relativo (W)
COMARCA NGABE BUGLE	934.43	4.00
DARIEN	233.51 (mínimo factor de expansión)	1.00
HERRERA	928.89	3.98
LOS SANTOS	923.31	3.95
PANAMA	934.49	4.00
VERAGUAS	929.06	3.98

El factor de expansión es inversamente proporcional al peso relativo cada una de las parcelas que cae en cada una de las regiones.

El factor de expansión (F) se calculó usando la siguiente fórmula y se aplicó a todas las parcelas de la misma provincia.

$$F_p = A_p / N_p \quad (\text{ecuación 16})$$

F_p = Factor de expansión para una parcela en provincia p en hectáreas

A_p = Área de la provincia p en hectáreas (extraída del archivo áreas_per_attribute.csv)

N_p = Numero de parcelas situadas dentro de la provincia p (agregando el numero las parcelas que tienen el atributo "provincia" igual al valor p)

En el caso del peso de la parcela dentro de una provincia primero se ha de calcular los factores de expansión de cada una de las provincias para encontrar el menor de todos. Este factor de expansión fue el factor base (es decir que las parcelas de esa provincia tendrían el menor peso posible, igual a 1). Utilizando este factor de expansión base se pueden calcular los pesos de las parcelas de las otras provincias con este como base.

$$W_p = F_p / F_{min} \quad (\text{ecuación 17})$$

W_p = Peso de una parcela en provincia p

F_{min} = Factor de Expansión más pequeño de todas las provincias

F_p = Factor de expansión para una parcela en provincia p en hectáreas

La razón por la que el factor de expansión se calcula usando el área de las provincias en lugar del área total del país es porque se han utilizado las delimitaciones provinciales para estratificar el diseño de la muestra (intensificación de la muestra en Colón y Darién).

Para el cálculo correcto de los factores de expansión, y por ende del peso, fue necesario que todas las parcelas de la malla se hayan evaluado. Las parcelas solo aparecen en la base de datos una vez se han evaluado y el parámetro del número de parcelas dentro de la provincia es necesario para el cálculo.

De manera grafica los cálculos siguen la siguiente secuencia:

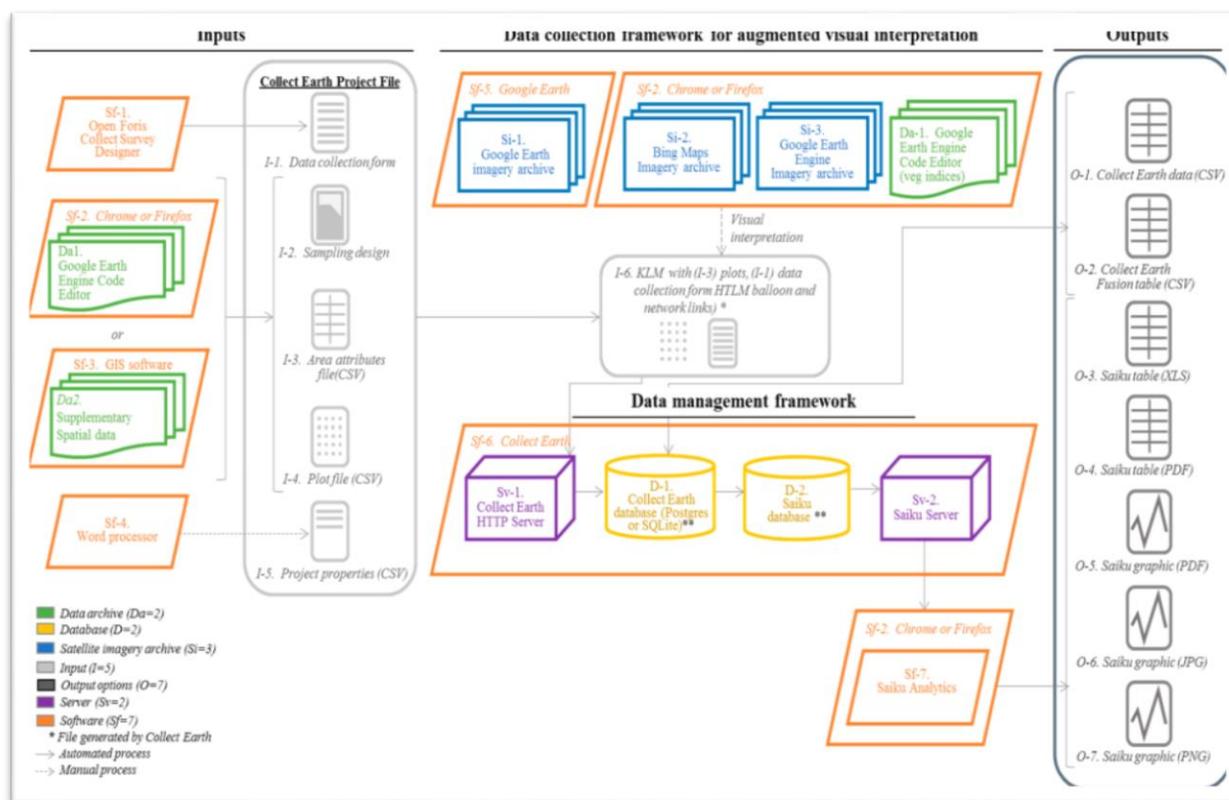


Figura 10 Secuencia de los cálculos que se realizan internamente en Collect Earth

9 RESULTADOS

9.1 Resultados del inventario nacional forestal y de carbono de panamá, fase piloto 2013-2015

A continuación, se presentan los volúmenes en existencia total y comercial, y los reservorios de biomasa y carbono por categoría de cobertura y uso de la tierra.

Tabla 6 Biomasa aérea, volumen total y volumen comercial estimados para la fase piloto del INFC. Los intervalos representan un nivel de confianza de 95 por ciento, expresados en términos absolutos

Categoría de cobertura y uso de la tierra	Volumen total ^A (m ³ /ha)	Volumen comercial ^B (m ³ /ha)	Biomasa aérea ^C (t/ha)
Bosque	250.1 ± 41.6	18.8 ± 10.8	145.1 ± 24.1
<i>Bosque maduro</i>	314.8 ± 40.0	35.8 ± 5.6	165.4 ± 20.9
<i>Bosque secundario</i>	226.1 ± 30.3	9.7 ± 1.5	130.2 ± 17.1
<i>Bosque de mangle</i>	173.8 ± 14.4	n.a.	169.9 ± 13.7
<i>Bosque de rafia</i>	245.6 ± 13.6	34.9 ± 1.9	111.7 ± 6.2

Categoría de cobertura y uso de la tierra	Volumen total ^A (m ³ /ha)	Volumen comercial ^B (m ³ /ha)	Biomasa aérea ^C (t/ha)
<i>Bosque plantado</i>	162.4 ± 10.9	n.a. ^D	129.6 ± 9.0
Fuera de bosque	29.5 ± 7.4	2.0 ± 0.9	17.8 ± 3.7
<i>Rastrojo y vegetación arbustiva</i>	58.6 ± 4.3	3.7 ± 0.3	35.8 ± 2.7
<i>Pasto</i>	22.1 ± 3.4	3.0 ± 0.9	11.7 ± 1.61
<i>Cultivo agrícola</i>	37.3 ± 3.2	0.4 ± 0.1	24.6 ± 2.2
<i>Otro uso/cobertura</i>	5.3 ± 0.7	n.a.	3.6 ± 0.5
Todas las categorías	153.9 ± 40.0	11.7 ± 5.8	89.6 ± 23.2
Error de muestreo (95%)	26.0%	49.7%	26.0%

^A Incluye árboles en pie.

^B Incluye árboles vivos de interés comercial con calidad de fuste A y B, y mayores o iguales a 50 cm DAP.

^C Incluye árboles vivos.

^D Para bosque plantado el concepto de volumen comercial difiere del bosque natural y requiere un análisis diferente.

En la [Tabla 7](#) se presentan las estimaciones de los cinco reservorios de carbono para las categorías de cobertura y uso de la tierra para la fase piloto del INFC.

Tabla 7 Reservorios de carbono estimados para la fase piloto del INFC. Datos de contenido de carbono promedio con un intervalo de confianza de 95%.

Categoría de cobertura y uso de tierra	C en biomasa aérea ^A (t/ha)	C en biomasa subterránea (t/ha)	C en madera muerta ^B (t/ha)	C en hojarasca (t/ha)	C orgánico en suelos ^D (t/ha)	C Total (t/ha)
Bosque	70.1 ± 11.6	14.8	7.6	1.0 ± 0.34	65.8 ± 14.8	159.3
<i>Bosque maduro</i>	79.8 ± 10.0	16.6	10.5	1.3 ± 0.2	51.6 ± 9.8	159.8
<i>Bosque secundario</i>	62.8 ± 8.2	13.5	7.4	0.6 ± 0.1	88.1 ± 13.0	172.4
<i>Bosque de mangle</i>	81.6 ± 6.6	17.0	3.8		32.2 ± 2.4	134.6
<i>Bosque de rafia</i>	53.6 ± 3.0	11.7	3.0	0.9 ± 0.05	91.1 ± 5.1	160.3
<i>Bosque plantado</i>	64.3 ± 4.5	13.7	1.6	3.5 ± 0.3	16.9 ± 1.3	100
Fuera de bosque	8.5 ± 1.75	2.3	2.6	0.18 ± 0.02	41.7 ± 7.4	55.3
<i>Rastrojo y vegetación arbustiva</i>	17.2 ± 1.3	4.3	6.6	0.1 ± 0.02	9.0 ± 1.3	37.2
<i>Pasto</i>	5.5 ± 0.8	1.6	0.5	0.1 ± 0.02	57.6 ± 7.4	65.3
<i>Cultivo agrícola</i>	11.7 ± 1.1	3.1	4.5	0.7 ± 0.09	106.5 ± 14.1	126.6
<i>Otro uso/cobertura</i>	1.7 ± 0.2	0.6	0.4			2.7
Todas las categorías	43.2 ± 11.1	9.7	5.4	0.65 ± 0.3	55.3 ± 12.3	114.2
Error de muestreo para estimar el reservorio	26.0%		39.5% ^C	51.9%	22.3%	

^A Incluye valores de carbono en la biomasa aérea de árboles, palmas, helechos arbóreos, bambúes y lianas vivos.

^B Incluye el carbono presente en tocones, árboles muertos en pie y caídos.

^C Porcentaje de error de muestreo basado en las estimaciones de madera muerta caída.

^D El carbono orgánico reportado para suelos corresponde a los primeros 30 cm de profundidad, tal como lo establecen las directrices del IPCC.

Los datos y estimaciones de la fase piloto del INFC presentados en este documento presentan altas incertidumbre asociadas debidas al bajo número de unidades de muestreo levantadas. Estas estimaciones pueden ser utilizadas como indicaciones preliminares.

9.2 Resultados datos de actividad: Open Foris Y Collect Earth

En este proyecto se desarrollaron Matrices de uso y cambio del uso de la tierra para una serie temporal del 2000 al 2015. Es importante aclarar que, para efecto de los Niveles de Referencia Forestales de Panamá, solo se debe considerar las matrices del 2000 al 2015. Se generó información desde el 2000 al 2015 porque se pretende mantener consistencia con los INGEI que se vayan a actualizar. Estas matrices se presentan en las siguientes tablas, y pueden encontrarse también en la Base de Datos de Excel en la pestaña que dice “Usos Tierra”.

Tabla 8 Matriz de uso y cambio del uso de la tierra 2000-2015

2015-2016

Uso de la Tierra y Cambio en el Uso de la Tierra (UTCUT) Vertical: Uso Inicial Horizontal: Uso Final	2015-2016													
	Tierras forestales, Bosque Maduro	Tierras forestales, Bosque Secundario	Tierras forestales, Manglar	Tierras forestales, Bosque Maduro Intervenido	Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Latifoliadas)	Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Coníferas)	Tierras agrícolas, Cultivos anuales	Tierras agrícolas, Cultivos permanentes	Pastizales, Pasto	Pastizales, Rastrojos	Humedales	Asentamientos	Otras tierras	TOTALES
Tierras forestales, Bosque Maduro	2,855,800			2,559					701	234	234			2,859,527
Tierras forestales, Bosque Secundario		1,216,313					1,181	4,922	3,998					1,226,414
Tierras forestales, Manglar			177,514											177,514
Tierras forestales, Bosque Intervenido				64,292										64,292
Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Latifoliadas)					31,564									31,564
Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Coníferas)						3,961								3,961
Tierras agrícolas, Cultivos anuales							271,773	924	948					273,645
Tierras agrícolas, Cultivos permanentes								109,900						109,900
Pastizales, Pasto									1,734,994	4,661				1,739,656
Pastizales, Rastrojos		5,343					929	4,896	973,232			234		984,634
Humedales										76,396				76,396
Asentamientos											139,476			139,476
Otras tierras													3,284	3,284
TOTALES	2,855,800	1,221,657	177,514	66,850	31,564	3,961	273,884	110,824	1,746,461	982,125	76,629	139,710	3,284	7,690,262

2014-2015

<i>Tierras forestales, Bosque Maduro</i>	2,857,902			1,858	-	-	-	-	1,642	934	-	-	-	2,862,336
<i>Tierras forestales, Bosque Secundario</i>		1,224,744			-	-	-	-	4,927	3,741	-	-	-	1,233,412
<i>Tierras forestales, Manglar</i>			177,514		-	-	-	-	-	-	-	-	-	177,514
<i>Tierras forestales, Bosque Intervenido</i>				62,200					-	-				62,200
<i>Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Latifoliadas)</i>					31,564				-	-				31,564
<i>Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Coníferas)</i>						3,961			-	-				3,961
<i>Tierras agrícolas, Cultivos anuales</i>					-	-	273,645	924	-	948	-	-	-	275,517
<i>Tierras agrícolas, Cultivos permanentes</i>					-	-	-	108,976	948	234	-	-	-	110,157
<i>Pastizales, Pasto</i>					-	-	-	-	1,728,855	4,919	-	2,116	-	1,735,890
<i>Pastizales, Rastrojos</i>		3,985			-	-	-	-	3,284	973,402	-	-	-	980,671
<i>Humedales</i>					-	-	-	-	-	-	76,396	-	-	76,396
<i>Asentamientos</i>					-	-	-	-	-	-	-	137,360	-	137,360
<i>Otras tierras</i>					-	-	-	-	-	-	-	-	3,284	3,284
TOTALES	2,857,902	1,228,729	177,514	64,058	31,564	3,961	273,645	109,900	1,739,656	984,178	76,396	139,476	3,284	7,690,262

2013-2014

<i>Tierras forestales, Bosque Maduro</i>	2,861,869			2,783	-	-	-	-	702	1,401	-	-	-	2,866,755
<i>Tierras forestales, Bosque Secundario</i>		1,224,988			-	-	948	-	3,250	2,331	-	-	-	1,231,517
<i>Tierras forestales, Manglar</i>			177,046		-	-	-	-	-	-	-	-	-	177,046
<i>Tierras forestales, Bosque Intervenido</i>				59,885					-	-				59,885
<i>Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Latifoliadas)</i>					31,331				-	-				31,331
<i>Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Coníferas)</i>						3,961			-	-				3,961
<i>Tierras agrícolas, Cultivos anuales</i>					-	-	271,787	-	923	934	-	-	-	273,645
<i>Tierras agrícolas, Cultivos permanentes</i>					-	-	-	109,924	-	-	-	-	-	109,924
<i>Pastizales, Pasto</i>					-	-	2,782	234	1,723,502	8,605	-	-	-	1,735,124
<i>Pastizales, Rastrojos</i>		6,571			-	-	-	-	7,747	969,718	-	934	-	984,970
<i>Humedales</i>					-	-	-	-	929	-	75,467	-	-	76,396
<i>Asentamientos</i>					-	-	-	-	-	-	-	136,425	-	136,425
<i>Otras tierras</i>					-	-	-	-	-	-	-	-	3,284	3,284
TOTALES	2,861,869	1,231,559	177,046	62,668	31,331	3,961	275,517	110,157	1,737,052	982,991	75,467	137,360	3,284	7,690,262

2012-2013

Tierras forestales, Bosque Maduro	2,866,287			1,635	-	-	-	-	3,752	701	-	-	-	2,872,375
Tierras forestales, Bosque Secundario		1,220,767			-	-	-	-	6,108	6,791	-	-	-	1,233,666
Tierras forestales, Manglar			177,046		-	-	-	-	-	-	-	-	-	177,046
Tierras forestales, Bosque Intervenido				56,386					-	-				56,386
Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Latifoliadas)					29,234				-	-				29,234
Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Coníferas)						3,961			-	-				3,961
Tierras agrícolas, Cultivos anuales					-	-	272,721	-	-	1,882	-	-	-	274,604
Tierras agrícolas, Cultivos permanentes					-	-	-	109,924	-	-	-	-	-	109,924
Pastizales, Pasto					934	-	-	-	1,719,221	7,973	-	1,871	-	1,729,999
Pastizales, Rastrojos		12,123			-	-	923	-	6,281	969,506	-	-	-	988,833
Humedales					-	-	-	-	-	-	76,396	-	-	76,396
Asentamientos					-	-	-	-	-	-	-	134,554	-	134,554
Otras tierras					-	-	-	-	-	-	-	-	3,284	3,284
TOTALES	2,866,287	1,232,890	177,046	58,021	30,168	3,961	273,645	109,924	1,735,362	986,852	76,396	136,425	3,284	7,690,262

2011-2012

Tierras forestales, Bosque Maduro	2,876,070			3,267	-	-	234	-	2,336	2,565	-	-	-	2,884,471
Tierras forestales, Bosque Secundario		1,218,776			-	-	1,869	-	5,659	2,350	-	1,168	-	1,229,822
Tierras forestales, Manglar			177,046		-	-	-	-	-	-	-	-	-	177,046
Tierras forestales, Bosque Intervenido				53,119			234	-	-	-				53,352
Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Latifoliadas)					28,300		-	-	-	-	-	-	-	28,300
Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Coníferas)						3,961	-	-	-	-	-	-	-	3,961
Tierras agrícolas, Cultivos anuales					-	-	265,776	-	1,896	-	-	-	-	267,672
Tierras agrícolas, Cultivos permanentes					-	-	-	109,924	-	-	-	941	-	110,865
Pastizales, Pasto					234	-	4,633	-	1,715,924	7,942	-	923	-	1,729,657
Pastizales, Rastrojos		10,027			-	-	1,858	-	4,184	977,845	-	-	-	993,914
Humedales					-	-	-	-	-	-	76,396	-	-	76,396
Asentamientos					-	-	-	-	-	-	-	131,521	-	131,521
Otras tierras					-	-	-	-	-	-	-	-	3,284	3,284
TOTALES	2,876,070	1,228,803	177,046	56,386	28,533	3,961	274,604	109,924	1,729,999	990,702	76,396	134,554	3,284	7,690,262

2010-2011

<i>Tierras forestales, Bosque Maduro</i>	2,880,543			1,396	-	-	-	-	2,569	1,630	-	-	-	2,886,138
<i>Tierras forestales, Bosque Secundario</i>		1,224,836			-	-	948	-	4,693	4,662	-	-	-	1,235,139
<i>Tierras forestales, Manglar</i>			177,046		-	-	-	-	-	-	-	-	-	177,046
<i>Tierras forestales, Bosque Intervenido</i>				51,956			-	-	-	-				51,956
<i>Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Latifoliadas)</i>					28,066		-	-	-	-	-	-	-	28,066
<i>Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Coníferas)</i>						3,961	-	-	-	-	-	-	-	3,961
<i>Tierras agrícolas, Cultivos anuales</i>					-	-	265,801	923	1,157	-	-	-	-	267,881
<i>Tierras agrícolas, Cultivos permanentes</i>					-	-	-	109,942	-	948	-	-	-	110,889
<i>Pastizales, Pasto</i>					-	-	923	-	1,718,907	6,314	-	-	-	1,726,145
<i>Pastizales, Rastrojos</i>		7,038			-	-	-	-	2,331	982,472	-	-	-	991,840
<i>Humedales</i>					-	-	-	-	-	-	76,396	-	-	76,396
<i>Asentamientos</i>					-	-	-	-	-	-	-	131,521	-	131,521
<i>Otras tierras</i>					-	-	-	-	-	-	-	-	3,284	3,284
TOTALES	2,880,543	1,231,875	177,046	53,352	28,066	3,961	267,672	110,865	1,729,657	996,025	76,396	131,521	3,284	7,690,262

2009-2010

<i>Tierras forestales, Bosque Maduro</i>	2,886,138			3,752	-	-	934	-	3,504	1,635	-	-	-	2,895,962
<i>Tierras forestales, Bosque Secundario</i>		1,220,192			-	-	948	-	5,860	3,971	-	929	-	1,231,900
<i>Tierras forestales, Manglar</i>			177,046		-	-	-	-	-	-	-	-	-	177,046
<i>Tierras forestales, Bosque Intervenido</i>				47,971			-	-	-	-				47,971
<i>Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Latifoliadas)</i>					27,365		-	-	-	-	-	-	-	27,365
<i>Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Coníferas)</i>						3,961	-	-	-	-	-	-	-	3,961
<i>Tierras agrícolas, Cultivos anuales</i>					-	-	262,751	-	948	1,869	-	-	-	265,567
<i>Tierras agrícolas, Cultivos permanentes</i>					-	-	-	109,942	-	-	-	-	-	109,942
<i>Pastizales, Pasto</i>					-	-	3,015	948	1,712,521	7,955	-	930	-	1,725,369
<i>Pastizales, Rastrojos</i>		11,435			-	-	-	-	3,077	981,091	-	-	-	995,603
<i>Humedales</i>					-	-	234	-	-	-	76,396	-	-	76,629
<i>Asentamientos</i>					-	-	-	-	-	-	-	129,663	-	129,663
<i>Otras tierras</i>					-	-	-	-	-	-	-	-	3,284	3,284
TOTALES	2,886,138	1,231,627	177,046	51,723	27,365	3,961	267,881	110,889	1,725,910	996,521	76,396	131,521	3,284	7,690,262

2008-2009

Tierras forestales, Bosque Maduro	2,895,963			2,578	-	-	-	-	1,868	3,739	-	-	-	2,904,147
Tierras forestales, Bosque Secundario		1,224,614			-	-	-	-	6,537	3,747	-	-	-	1,234,899
Tierras forestales, Manglar			176,813		-	-	-	-	-	-	-	-	-	176,813
Tierras forestales, Bosque Intervenido				45,627			-	-	-	-	-	-	-	45,627
Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Latifoliadas)					26,898		-	-	930	-	-	-	-	27,828
Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Coníferas)						3,961	-	-	-	-	-	-	-	3,961
Tierras agrícolas, Cultivos anuales					-	-	265,100	-	929	-	-	-	-	266,029
Tierras agrícolas, Cultivos permanentes					-	-	-	109,942	1,896	948	-	-	-	112,785
Pastizales, Pasto					-	-	-	-	1,709,006	3,980	-	948	-	1,713,934
Pastizales, Rastrojos		7,520			-	-	-	-	4,202	983,657	-	-	-	995,378
Humedales					-	-	234	-	-	-	76,629	-	-	76,863
Asentamientos					-	-	-	-	-	-	-	128,715	-	128,715
Otras tierras					-	-	-	-	-	-	-	-	3,284	3,284
TOTALES	2,895,963	1,232,134	176,813	48,205	26,898	3,961	265,333	109,942	1,725,367	996,071	76,629	129,663	3,284	7,690,262

2007-2008

Tierras forestales, Bosque Maduro	2,904,147			3,729	-	-	-	-	3,026	1,175	-	-	-	2,912,078
Tierras forestales, Bosque Secundario		1,223,253			-	-	1,882	-	3,278	3,254	941	-	-	1,232,609
Tierras forestales, Manglar			176,813		-	-	-	-	-	-	-	234	-	177,046
Tierras forestales, Bosque Intervenido				41,898			-	-	-	-	-	-	-	41,898
Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Latifoliadas)					24,794		-	-	-	-	-	-	-	24,794
Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Coníferas)						3,961	-	-	-	-	-	-	-	3,961
Tierras agrícolas, Cultivos anuales					-	-	263,913	-	-	-	-	-	-	263,913
Tierras agrícolas, Cultivos permanentes					-	-	-	112,785	-	234	-	-	-	113,018
Pastizales, Pasto					234	-	-	-	1,704,583	11,926	-	-	-	1,716,744
Pastizales, Rastrojos		9,769			-	-	234	-	3,045	983,466	-	934	-	997,448
Humedales					-	-	-	-	-	-	75,922	-	-	75,922
Asentamientos					-	-	-	-	-	-	-	127,547	-	127,547
Otras tierras					-	-	-	-	-	-	-	-	3,284	3,284
TOTALES	2,904,147	1,233,022	176,813	45,627	25,028	3,961	266,029	112,785	1,713,933	1,000,055	76,863	128,715	3,284	7,690,262

2006-2007

Tierras forestales, Bosque Maduro	2,912,078			935	-	-	-	-	5,128	1,169	-	468	-	2,919,778
Tierras forestales, Bosque Secundario		1,224,938			-	-	-	-	2,092	3,488	-	-	-	1,230,518
Tierras forestales, Manglar			177,046		-	-	-	-	-	-	-	-	-	177,046
Tierras forestales, Bosque Intervenido				40,963			-	-	234	-				41,197
Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Latifoliadas)					23,164		-	-	-	-	-	-	-	23,164
Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Coníferas)						3,961	-	-	-	-	-	-	-	3,961
Tierras agrícolas, Cultivos anuales					-	-	263,913	-	-	-	-	-	-	263,913
Tierras agrícolas, Cultivos permanentes					-	-	-	113,018	1,182	-	-	-	-	114,200
Pastizales, Pasto					-	-	-	-	1,704,853	6,077	-	-	-	1,710,930
Pastizales, Rastrojos		7,906			-	-	-	-	3,255	988,110	-	-	-	999,270
Humedales					-	-	-	-	-	-	75,922	-	-	75,922
Asentamientos					-	-	-	-	-	-	-	127,079	-	127,079
Otras tierras					-	-	-	-	-	-	-	-	3,284	3,284
TOTALES	2,912,078	1,232,843	177,046	41,898	23,164	3,961	263,913	113,018	1,716,743	998,844	75,922	127,547	3,284	7,690,262

2005-2006

Tierras forestales, Bosque Maduro	2,919,778			2,109	-	-	934	-	1,635	3,036	-	-	-	2,927,493
Tierras forestales, Bosque Secundario		1,220,254			-	-	-	-	5,621	4,661	-	-	-	1,230,537
Tierras forestales, Manglar			177,046		-	-	-	-	-	1,181	-	-	-	178,228
Tierras forestales, Bosque Intervenido				39,315			-	-	-	234				39,549
Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Latifoliadas)					22,697		-	-	-	-	-	-	-	22,697
Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Coníferas)						3,032	-	-	-	-	-	-	-	3,032
Tierras agrícolas, Cultivos anuales					-	-	261,121	-	-	-	-	-	-	261,121
Tierras agrícolas, Cultivos permanentes					-	-	-	114,200	-	-	-	-	-	114,200
Pastizales, Pasto					-	-	1,858	-	1,701,811	3,027	-	-	-	1,706,696
Pastizales, Rastrojos		9,322			-	-	-	-	2,097	989,008	-	-	-	1,000,426
Humedales					-	-	-	-	-	-	75,922	-	-	75,922
Asentamientos					-	-	-	-	-	-	-	127,079	-	127,079
Otras tierras					-	-	-	-	-	-	-	-	3,284	3,284
TOTALES	2,919,778	1,229,576	177,046	41,424	22,697	3,032	263,913	114,200	1,711,164	1,001,147	75,922	127,079	3,284	7,690,261

2004-2005

Tierras forestales, Bosque Maduro	2,927,493			5,128	-	-	934	-	4,205	1,408	-	-	-	2,939,168
Tierras forestales, Bosque Secundario		1,219,323			-	-	948	-	3,752	4,204	-	930	-	1,229,157
Tierras forestales, Manglar			178,228		-	-	-	-	-	-	-	-	-	178,228
Tierras forestales, Bosque Intervenido				34,888			-	-	-	-				34,888
Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Latifoliadas)					22,697		-	-	-	-	-	-	-	22,697
Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Coníferas)						3,032	-	-	-	-	-	-	-	3,032
Tierras agrícolas, Cultivos anuales					-	-	259,239	-	930	-	-	-	-	260,168
Tierras agrícolas, Cultivos permanentes					-	-	-	113,266	-	-	-	948	-	114,213
Pastizales, Pasto					-	-	-	934	1,694,555	12,386	-	1,163	-	1,709,039
Pastizales, Rastrojos		10,746			-	-	-	-	3,255	982,428	-	-	-	996,429
Humedales					-	-	-	-	-	-	75,922	-	-	75,922
Asentamientos					-	-	-	-	-	-	-	124,038	-	124,038
Otras tierras					-	-	-	-	-	-	-	-	3,284	3,284
TOTALES	2,927,493	1,230,070	178,228	40,016	22,697	3,032	261,121	114,200	1,706,696	1,000,426	75,922	127,079	3,284	7,690,262

2003-2004

Tierras forestales, Bosque Maduro	2,938,239			1,864	-	-	-	948	1,401	1,402	-	-	-	2,943,854
Tierras forestales, Bosque Secundario		1,221,645			-	-	234	-	6,082	4,478	-	-	-	1,232,438
Tierras forestales, Manglar			178,228		-	-	-	-	-	-	-	-	-	178,228
Tierras forestales, Bosque Intervenido				33,258			-	-	-	-				33,258
Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Latifoliadas)					21,996		-	-	-	-	-	-	-	21,996
Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Coníferas)						3,032	-	-	-	-	-	-	-	3,032
Tierras agrícolas, Cultivos anuales					-	-	260,869	948	-	-	-	930	-	262,747
Tierras agrícolas, Cultivos permanentes					-	-	-	112,318	-	-	-	-	-	112,318
Pastizales, Pasto					-	-	-	-	1,701,094	2,559	-	-	-	1,703,653
Pastizales, Rastrojos		6,564			-	-	-	-	1,396	987,517	-	-	-	995,478
Humedales					-	-	-	-	948	-	75,922	-	-	76,869
Asentamientos					-	-	-	-	-	-	-	123,108	-	123,108
Otras tierras					-	-	-	-	-	-	-	-	3,284	3,284
TOTALES	2,938,239	1,228,209	178,228	35,121	21,996	3,032	261,103	114,213	1,710,921	995,957	75,922	124,038	3,284	7,690,262

2002-2003

Tierras forestales, Bosque Maduro	2,943,854			2,103	-	-	234	-	3,271	935	-	-	-	2,950,396
Tierras forestales, Bosque Secundario		1,225,886			-	-	-	948	3,526	2,092	-	234	-	1,232,685
Tierras forestales, Manglar			178,228		-	-	-	-	-	-	-	-	-	178,228
Tierras forestales, Bosque Intervenido				31,154			-	-	-	-				31,154
Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Latifoliadas)					19,885		-	-	-	-	-	-	-	19,885
Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Coníferas)						3,032	-	-	-	-	-	-	-	3,032
Tierras agrícolas, Cultivos anuales					-	-	261,584	-	-	-	-	-	-	261,584
Tierras agrícolas, Cultivos permanentes					-	-	-	110,422	1,896	-	-	-	-	112,318
Pastizales, Pasto					-	-	-	948	1,692,616	10,059	-	-	-	1,703,623
Pastizales, Rastrojos		4,688			-	-	929	-	3,273	985,438	-	234	-	994,563
Humedales					-	-	-	-	-	-	76,869	-	-	76,869
Asentamientos					-	-	-	-	-	-	-	122,641	-	122,641
Otras tierras					-	-	-	-	-	-	-	-	3,284	3,284
TOTALES	2,943,854	1,230,574	178,228	33,258	19,885	3,032	262,747	112,318	1,704,582	998,524	76,869	123,108	3,284	7,690,262

2001-2002

Tierras forestales, Bosque Maduro	2,950,396			4,459	-	-	-	-	4,899	1,402	-	-	-	2,961,156
Tierras forestales, Bosque Secundario		1,226,360			-	-	234	948	5,622	4,914	-	2,116	-	1,240,194
Tierras forestales, Manglar			178,228		-	-	-	-	948	-	-	-	-	179,176
Tierras forestales, Bosque Intervenido				27,396					-	-				27,396
Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Latifoliadas)					19,418		-	-	-	-	-	-	-	19,418
Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Coníferas)						3,032	-	-	-	-	-	-	-	3,032
Tierras agrícolas, Cultivos anuales					-	-	260,403	-	-	-	-	-	-	260,403
Tierras agrícolas, Cultivos permanentes					-	-	-	111,370	-	-	-	-	-	111,370
Pastizales, Pasto					-	-	948	-	1,689,114	468	-	948	-	1,691,477
Pastizales, Rastrojos		5,624			-	-	-	-	2,806	988,247	-	-	-	996,677
Humedales					-	-	-	-	234	-	76,869	-	-	77,103
Asentamientos					-	-	-	-	-	-	-	119,577	-	119,577
Otras tierras					-	-	-	-	-	-	-	-	3,284	3,284
TOTALES	2,950,396	1,231,985	178,228	31,855	19,418	3,032	261,584	112,318	1,703,623	995,031	76,869	122,641	3,284	7,690,262

2000-2001

<i>Tierras forestales, Bosque Maduro</i>	2,961,389			2,102	-	-	934	-	6,089	5,380	-	-	-	2,975,895
<i>Tierras forestales, Bosque Secundario</i>		1,230,825			948	-	-	948	8,178	7,483	-	-	-	1,248,382
<i>Tierras forestales, Manglar</i>			179,176		-	-	-	-	-	-	-	-	-	179,176
<i>Tierras forestales, Bosque Intervenido</i>				25,527					-	-				25,527
<i>Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Latifoliadas)</i>					18,003		-	-	-	-	-	-	-	18,003
<i>Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Coníferas)</i>						3,032	-	-	-	-	-	-	-	3,032
<i>Tierras agrícolas, Cultivos anuales</i>					-	-	255,501	-	948	-	-	-	-	256,449
<i>Tierras agrícolas, Cultivos permanentes</i>					-	-	-	109,475	-	934	-	-	-	110,409
<i>Pastizales, Pasto</i>					-	-	-	948	1,674,615	1,870	-	-	-	1,677,432
<i>Pastizales, Rastrojos</i>		9,135			-	-	-	-	2,596	980,528	-	468	-	992,728
<i>Humedales</i>					-	-	-	-	-	-	77,103	-	-	77,103
<i>Asentamientos</i>					-	-	-	-	-	-	-	119,109	-	119,109
<i>Otras tierras</i>					-	-	-	-	-	-	-	-	7,018	7,018
TOTALES	2,961,389	1,239,960	179,176	27,630	18,951	3,032	256,435	111,370	1,692,425	996,196	77,103	119,577	7,018	7,690,262

9.3 Estadísticas del muestreo Datos de Actividad – Collect Earth

En la siguiente tabla se pueden observar los intervalos de confianza de los datos recogidos. Estos intervalos de confianza reflejan la robustez del diseño de la muestra realizada en Panamá. Esta es una indicación de si la muestra es suficientemente representativa de los Usos de la Tierra, teniendo como referencia el último año de la serie temporal. También se presenta una tabla con los intervalos de confianza para los Cambios en el Uso de la Tierra (conversiones). Los análisis de incertidumbre se basan en el método propuesto en las directrices del IPCC (Volumen 4. Capítulo 3. Anexo 3A.3.5) en el capítulo de Representación de las tierras.

En estas tablas se puede apreciar como las clases principales en Panamá están suficientemente representadas en la muestra. Con una incertidumbre del $\pm 1.41\%$ para la clase Bosque (2015), $\pm 2.17\%$ en la clase Pastizal (2015) y $\pm 5.91\%$ en la clase Cultivo (2015). Para las categorías donde hubo menos representatividad de las parcelas se puede apreciar que la incertidumbre aumenta, $\pm 10.5\%$ en Asentamientos, $\pm 16.54\%$ en Humedales y $\pm 74.40\%$ en Otras Tierras. En todo caso esto genera intervalos de confianza relativamente pequeños (entre 2 y 14 mil hectáreas) con respect a las cifras totales.

Tabla 9 Intervalos de confianza del muestreo del Mapatón 2000 y 2015

UT Inicial 2000	Sample Size	Área	pi	Área [Ai] (ha)	Standard Error (proportion)	Standard Error (ha)	Confidence Intervals (ha)	Uncertainty %
Bosque	9,361	4,450,014	0.6785	5,218,074	0.0040	30,579.83	$\pm 59,936.5$	$\pm 1.35\%$
Cultivo	439	366,858	0.0318	244,710	0.0015	11,492.48	$\pm 22,525.3$	$\pm 6.14\%$
Pastizal	3,713	2,670,160	0.2691	2,069,726	0.0038	29,039.19	$\pm 56,916.8$	$\pm 2.13\%$
Otras tierras	5	7,018	0.0004	2,787	0.0002	1,246.26	$\pm 2,442.7$	$\pm 34.81\%$
Humedal	139	77,103	0.0101	77,482	0.0009	6,539.01	$\pm 12,816.5$	$\pm 16.62\%$
Asentamiento	139	119,109	0.0101	77,482	0.0009	6,539.01	$\pm 12,816.5$	$\pm 10.76\%$
TOTAL	13,796	7,690,261						

UT Actual 2015	Sample Size	Área	pi	Área [Ai] (ha)	Standard Error (proportion)	Standard Error (ha)	Confidence Intervals (ha)	Uncertainty %
Bosque	8,789	4,363,271	0.637	4,899,225	0.0041	31,483.69	$\pm 61,708.0$	$\pm 1.41\%$
Cultivo	447	383,545	0.032	249,170	0.0015	11,593.25	$\pm 22,722.8$	$\pm 5.92\%$
Pastizal	4,235	2,724,290	0.307	2,360,703	0.0039	30,199.90	$\pm 59,191.8$	$\pm 2.17\%$
Otras tierras	5	3,284	0.000	2,787	0.0002	1,246.26	$\pm 2,442.7$	$\pm 74.39\%$
Humedal	136	76,396	0.010	75,810	0.0008	6,468.77	$\pm 12,678.8$	$\pm 16.60\%$
Asentamiento	183	139,476	0.01	102,009	0.00	7,490.8	$14,682.0$	10.53%
TOTAL	13,796	7,690,261						

9.4 Control de calidad

9.4.1 Control de calidad del inventario nacional forestal y de carbono de Panamá, resultados de la fase piloto 2013-2015 (INFC)

El documento “INFC -Lineamientos de Control de Calidad” contiene información detallada sobre los lineamientos metodológicos para realizar el control de calidad del INFC de Panamá. El documento se constituye en un instrumento de consulta para los equipos que realizaron el levantamiento de los datos en campo en el contexto del control de calidad, así como para las personas que realizaron el análisis de los datos y la preparación de informes.

El protocolo de Control de Calidad indica que 20% de las UM deben ser objeto de control de calidad y se deben mantener en total discreción y solamente ser conocidas por el personal de la coordinación del INFC, de tal forma que se ponga el mismo nivel de confiabilidad y calidad de todas la UM que levanten las cuadrillas de campo y evita poner mucha más atención a las mediciones de las UM asignadas, lo que resultaría en un sesgo en los resultados del control de calidad. Sin embargo, el control de calidad se realizó para todas las parcelas levantadas en la fase piloto (36 parcelas) por una segunda cuadrilla independiente, ya que lo propuesto en el protocolo representaba un alto costo. Se decidió entonces que 2 técnicos de la cuadrilla que no estuvieran involucrados en la medición, realizarán la remediación una vez culminada la parcela.

9.4.2 Control de calidad de los datos de actividad: Open Foris y Collect Earth

9.4.2.1 *Comparación datos Mapatón con mapa de cobertura y uso 2012*

El Ministerio de Ambiente desarrolló con apoyo del programa ONU-REDD realizo un mapa de coberturas para el año 2012 usando imágenes de Rapid Eye de 5 metros de resolución y una metodología que incorpora segmentación y clasificación supervisada. Las clases utilizadas en este mapa son las mismas que las que se utilizaron en el esquema de los usos de la tierra en el Mapatón.

El documento [Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra](#) incluye mayor información sobre cómo se generó este mapa. También se puede utilizar la herramienta del [visualizador de cobertura y uso](#).

Durante la preparación de la grilla de parcelas para el Mapatón se extrajo la información de la clase de uso del mapa 2012 para cada uno de los puntos centrales de la parcela. Debido a que las clases utilizadas son las mismas en ambos productos y gracias a la integración del mapa de 2012 como datos auxiliares para cada parcela se puede realizar una comparación directa entre ambos productos. Para averiguar cuáles son las diferencias entre estos datos, se cruzaron las variables de clase de uso según los datos del Mapatón para 2012 con la clase de uso según el mapa de uso 2012.

Tabla 10 Comparación entre Mapa 2012 y Mapatón 2012

Fuente	Cultivos	Bosque	Pastizales	Humedales	Otras Tierras
Mapa 2012	191,536	4,305,154	2,686,844	39,090	140,784
Datos Mapatón para 2012	384,527	4,373,609	2,718,832	76,396	137,838
Diferencia	192,991	68,455	31,988	37,306	2,946

Fuente: Informe final del mapa de cobertura y uso de la tierra 2012, UNREDD

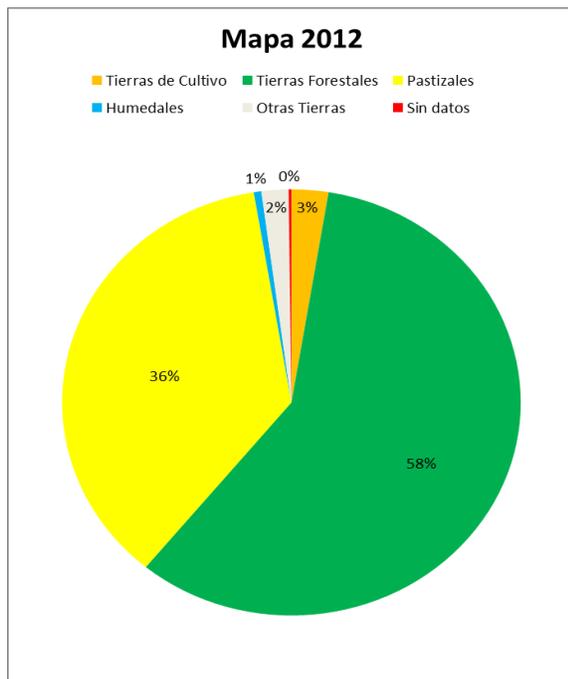


Gráfico 1 Porcentaje de cobertura del Mapa 2012

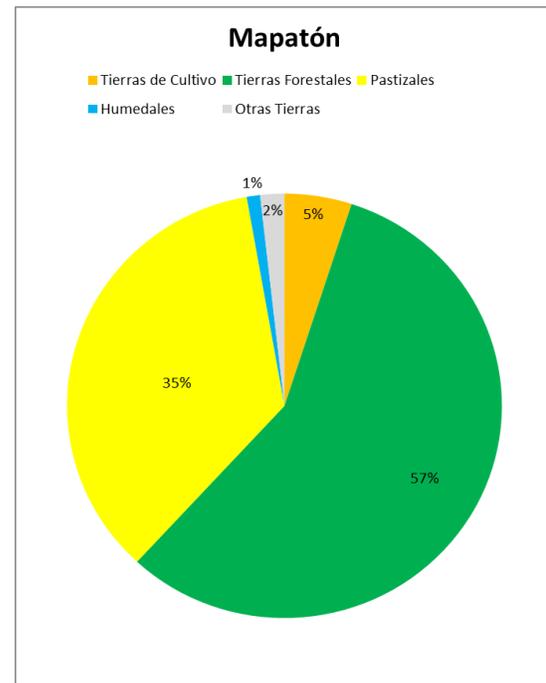


Gráfico 2 Porcentaje de cobertura Mapatón 2012

Tabla 11 Matriz de confusión entre el Mapa 2012 y datos del Mapatón 2012

Mapatón	Mapa 2012					
	Asentamientos	Tierras de Cultivo	Tierras Forestales	Pastizales	Humedales	Otras Tierras
Asentamientos	122	4	16	24	3	2
Tierras de Cultivo	9	166	127	123	2	2
Tierras Forestales	34	41	8,252	132	61	2
Pastizales	43	110	1,055	2,376	48	6
Humedales	2	1	35	8	74	2
Otras Tierras				1	1	2

Las casillas en rojo son las parcelas en las que la clasificación coincide en ambos productos. Según estos datos, hubo 1.055 parcelas que fueron clasificadas como pastizales según el Mapatón pero que según el Mapa de 2012 corresponderían a la clase bosque. Asimismo, se puede apreciar que hay 132 parcelas clasificadas como bosque en los datos del Mapatón, pero que según el Mapa de 2012 estarían en la clase de pastizales. En conclusión, según esta comparación, la clasificación es coincidente entre ambos productos en 11.185 parcelas; es decir, el 81.84% por ciento de los casos.

9.4.3 Control de calidad del proceso y los resultados

Como parte del proceso de Control de Calidad y Aseguramiento de Calidad (QC/QA), Panamá sometió a revisión el resultado de los datos proveniente de la actividad de Collect Earth conocida como el MAPATON ante expertos externos que están apoyando en entrenamiento, mejora y confección de los inventarios de gases efecto invernadero en el sector de Uso de Tierra y Cambio de Uso de Tierra y Silvicultura (UT CUTS) denominado Reporte de Resultados de las Acciones de REDD+ (RRR+ por sus siglas en inglés) liderado por la Coalición de Países con Bosques Tropicales (CfRN por sus siglas en inglés).

Los resultados de este proceso de calidad de datos fueron muy productivos ya que permitió identificar cambios de uso del suelo que no podían suceder por sucesión ecológica o que no estaban en acuerdo con las definiciones establecidas por ley. Esto obligo a revisar un número de parcelas donde la sucesión no era posible. Esta revisión pudo ser posible ya que Panamá contaba con datos de actividad año por año de las seis categorías del IPCC para el sector de UT CUTS desde el 2000 hasta el 2016.

Los principales hallazgos de esta revisión se pueden ver en el Informe denominado ANEXO_10_PANAMA summary Sto Domingo Workshop progress 250917” que se encuentra en la carpeta 5. Docs_Anexos”³⁷ como producto de un análisis profundo dentro del marco del Primer Taller Regional de Latino América y el Caribe realizado en Santo Domingo del 18 al 22 de septiembre de 2017. Para efectos de verlo en este informe presentamos la Sección 7.1 que trata sobre el Análisis del Resultado de Cambios de Uso de Suelo 2000-2016.

9.4.3.1 Análisis de resultados del cambio de uso del suelo 2000-2015

Se realizó un análisis detallado de los cambios en el uso del suelo y se encontró que se era necesario reestructurar las categorías de cambio, ya que se presentaron cambio que no son posibles por sucesión ecológica o manejo antrópico.

Por lo tanto, se desarrolló una matriz de decisión que generó el criterio de reubicación de categorías de cambio.

³⁷ Archivo llamado “PANAMA summary Sto Domingo Workshop progress 250917”

Tabla 12 Matriz de transiciones ecológicas

Sub-Categoría	Mad	Interv.	Secun.	Planta Conife	Planta Latifol	Mang	Culti	Arroz	Past	Rastr	Asent.	Otras. tierr	Hum
Maduro	Si	Si	No	No	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si, Para Cativo
Maduro Intervenido	Si	Si	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si, Para Cativo
Secundario	Si	No por ahora. NIP	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	No
Plantación - Coníferas	No	No	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	No	Si	No	No
Plantación Latifoliada	No	No	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	No	Si	No	No
Manglar	No	No por ahora. NIP	No	Si	Si	Si	Si	Si, arroz fanguero	Si	Si	Si	Si	Si, Para VBI
Cultivos	No	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Arroz	No	No	No	No	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Pastos	No	No	No	No	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Rastrojos	No	No	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Asentamientos	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	Si	No	No
Otras tierras	No	No	No	No	No	Si	No	No	No	No	Si	Si	Si
Humedales	No	No	No	No	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si

Bajo este proceso de control de calidad es que Panamá recategorizó nuevamente la actividad de datos y se introdujo la nueva categoría de “Bosques Intervenido” que existe por definición en la Resolución de Junta Directiva 05-98 de 22 de enero de 1998, por la cual se reglamenta la Ley 1 de 3 de febrero de 1994, y se dictan otras disposiciones” (G.O. 23,495 de 6 de marzo de 1998)³⁸. Es precisamente esta categoría donde Panamá toma la decisión para determinar **las áreas o bosques degradadas** del país del periodo de 2000 a 2016, ya que las mismas habían sido clasificadas como Bosques Secundarios, y por definición y sucesión ecológica de un año al siguiente año este cambio no podía existir (más detalles en Reyes et al. 2017³⁹).

Es importante mencionar que las matrices de uso y cambio de uso de la tierra provienen de la base de datos de Saiku en donde tuvieron varios controles de calidad (data y ajustes en base a las transiciones ecológicas que se dan en Panamá. Las matrices que se presentan en la pestaña LUC AD de la base de Excel pasaron por un último control de calidad manual que implicaba verificar que no hubiese alguna transición ilógica o imposible que se haya escapado en el primer control de calidad. Si se encontraba alguna celda que estuviera mal clasificada se reclasificaba en función a lo explicado en el documento “ANEXO_10_PANAMA summary Sto Domingo Workshop progress 250917” que se encuentra en la

³⁸ Ver Informe “Definiciones para el tema de REDD+ dentro del Marco Legal de Panamá” Reyes, 2017

³⁹ “Justificación de la inclusión de la actividad de degradación de bosques dentro del nivel de referencia de emisiones forestales de Panamá bajo el qc/qa realizado a los datos del mapaton”

carpeta 5. Docs_Anejos. Esto al final produjo que algunas secuencias de datos en las matrices de la pestaña Uso de Tierra específicamente para los Bosques Maduros no fueran consistentes en su secuencia con el año anterior dado que se introdujo la clasificación de Bosque Intervenido que no fue presentada en la base de datos originada por Saiku y se hizo de forma manual. Lo importante a resaltar es que las diferencias de los resultados observados bajo Collect Earth son mínimas y al final si coinciden con el total de Área del país como se observa en todas las matrices de transición.

Esto adiciono un nuevo control de calidad para ser consistente con la sucesión ecológica posible que se definió para Panamá. Los años de transición que muestran esta diferencia son los: 2011-2012; 2012-2013; 2013-2014; and 2014-2015. Nuevamente, toda esta diferencia es que se inserto la clasificación de bosques intervenidos que anteriormente había sido considerada como bosque secundario y la misma no encajaba de acuerdo a las sucesiones ecológicas que Panamá ha definido por Ley

Reclasificación 887 parcelas

En este proceso de control de calidad, también se analizaron los cambios entre coberturas y usos de la tierra. Con el objetivo de corregir las transiciones ilógicas y aquellas transiciones de bosque a no bosque y viceversa. Para esto se tomaron las parcelas que reportaron cambios de uso (deforestación y aumento de stock) del Mapatón en el 2000 (cobertura) y simultáneamente se tomaron los datos del Mapa del 2012 y se cruzaron los datos para ver cuáles parcelas reportaron correctamente los cambios. De este análisis resultaron que 887 parcelas fueron mal interpretadas en el Mapatón y se removieron de la base de datos para ser reinterpretadas por 4 fotointerpretes con más experiencias en sensores remotos. Luego de haber reinterpretado las 887 parcelas se volvieron a introducir a la base de datos Saiku y se volvió a corregir las cifras. De esta forma tratamos de reducir la incertidumbre de interpretación de los técnicos que participaron en el Mapatón.

10 ESTIMACIONES DE EMISIONES Y ABSORCIONES DE GEI

Las emisiones y absorciones de GEI se calcularon siguiendo las directrices de las guías del IPCC 2006.

10.1 Cambio en las existencias de carbono de la biomasa (biomasa aérea y subterránea)

10.1.1 Tierra que permanece en la misma categoría de uso

- 1) Cambios en las existencias anuales de carbono para todo el sector AFOLU estimadas como la suma de los cambios en todas las categorías de uso de la tierra

ECUACIÓN 2.1 CAMBIOS EN LAS EXISTENCIAS ANUALES DE CARBONO PARA TODO EL SECTOR AFOLU ESTIMADAS COMO LA SUMA DE LOS CAMBIOS EN TODAS LAS CATEGORÍAS DE USO DE LA TIERRA

$$\Delta C_{AFOLU} = \Delta C_{FL} + \Delta C_{CL} + \Delta C_{GL} + \Delta C_{WL} + \Delta C_{SL} + \Delta C_{OL}$$

Donde:

ΔC = cambio en las existencias de carbono, en toneladas

Los índices se refieren a las siguientes categorías de uso de la tierra:

AFOLU = Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra
FL = Tierras forestales (TF)
CL = Tierras de cultivo (C)
GL = Pastizales (P)
WL = Humedales (H)
SL = Asentamientos (A)
OL = Otras tierras (OT)

Tabla 13 Usos de la tierra y subcategorías utilizadas en el Mapatón 2012

PANAMÁ	
LU	Sub-Categoría
TF	Bosque Maduro
	Bosque Intervenido
	Bosque Secundario
	Manglar
	Plantaciones Latifoliadas
	Plantaciones Coníferas
C	Cultivo Anuales

PANAMÁ	
LU	Sub-Categoría
	Cultivos Permanentes
P	Pastos
	Rastrojos
H	Humedales
A	Asentamientos
OT	Otras Tierras

2) cambios en las existencias de carbono para una categoría de uso de la tierra

ECUACIÓN 2.2 CAMBIOS EN LAS EXISTENCIAS ANUALES DE CARBONO PARA UNA CATEGORÍA DE USO DE LA TIERRA COMO LA SUMA DE LOS CAMBIOS DE CADA UNO DE LOS ESTRATOS DENTRO DE LA CATEGORÍA

$$\Delta C_{LU} = \sum_i \Delta C_{LU_i}$$

Donde:

ΔC_{LU} = cambios en las existencias de carbono para una categoría de uso de la tierra (LU, del inglés *land use*) según lo definido en la Ecuación 2.1.

i = indica un estrato o una subdivisión específicos dentro de la categoría de uso de la tierra (por combinación de especies, zonas climáticas, ecotipos, regímenes de gestión, etc.

3) Cambios en las existencias de carbono para un estrato de una categoría de uso de la tierra, ΔC_{LU_i}

ECUACIÓN 2.3 CAMBIOS EN LAS EXISTENCIAS ANUALES DE CARBONO PARA UN ESTRATO DE UNA CATEGORÍA DE USO DE LA TIERRA COMO LA SUMA DE LOS CAMBIOS DE TODOS LOS DEPÓSITOS

$$\Delta C_{LU_i} = \Delta C_{AB} + \Delta C_{BB} + \Delta C_{DW} + \Delta C_{LI} + \Delta C_{SO} + \Delta C_{HWP}$$

Donde:

ΔC_{LU_i} = cambios en las existencias de carbono para un estrato de una categoría de uso de la tierra

Los subíndices se refieren a los siguientes depósitos de carbono:

ΔC_{AB} = biomasa aérea

ΔC_{BB} = biomasa subterránea DW = madera muerta

ΔC_{LI} = hojarasca

ΔC_{SO} = suelo

ΔC_{PMR} = productos de madera recolectada

Los datos de Biomasa aérea, Biomasa Subterránea, Madera Muerta, Hojarasca, se tomaron de la Fase Piloto del Inventario Nacional Forestal y de Carbono 2013-2015. La decisión de tomar estos datos fue porque Panamá decidió utilizar datos de país, ya que a finales del 2018 se estará terminando el inventario total que consta de 92 parcelas. Para corto plazo se pretende usar los datos del inventario.

Tabla 14 Reservorios de carbono incluidos en el Nivel de Referencia de Panamá

	Incluido	Fuente	Notas
ΔC_{AB}	Si	INFC	Pre-Inventario Forestal
ΔC_{BB}	Si	INFC	Pre-Inventario Forestal
ΔC_{LI}	Si	INFC	Pre-Inventario Forestal
ΔC_{SO}	NO		
ΔC_{PMR}	NO		

4) Cambios en las existencias anuales de carbono de un depósito dado en función de las pérdidas y las ganancias

Debido que las existencias de carbono de depósitos pertinentes no se han medido en Panama en dos momentos diferentes para determinar los cambios en las existencias de carbono, se opta por el Método de pérdidas y ganancias.

ECUACIÓN 2.4 CAMBIOS EN LAS EXISTENCIAS ANUALES DE CARBONO DE UN DEPÓSITO DADO EN FUNCIÓN DE LAS PÉRDIDAS Y LAS GANANCIAS (MÉTODO DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS)

$$\Delta C = \Delta C_G - \Delta C_L$$

Donde:

- ΔC = cambio en las existencias anuales de carbono del depósito, ton C año⁻¹
- ΔC_G = ganancia anual de carbono, ton C año⁻¹
- ΔC_L = pérdida anual de carbono, ton C año⁻¹

5) Cambio en las existencias de carbono de la biomasa (biomasa aérea y subterránea), ΔC_B

ECUACIÓN 2.7

CAMBIO ANUAL DE LAS EXISTENCIAS DE CARBONO EN BIOMASA EN TIERRAS QUE PERMANECEN EN UNA CATEGORÍA EN PARTICULAR DE USO DE LA TIERRA (MÉTODO DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS)

$$\Delta C_B = \Delta C_G - \Delta C_L$$

Donde:

- ΔC_B = cambio anual en las existencias de carbono de la biomasa para cada subcategoría de tierra, considerando la superficie total, ton C año⁻¹

ΔC_G = aumento anual de las existencias de carbono debido al crecimiento de la biomasa para cada subcategoría de tierra, considerando la superficie total, ton C año⁻¹

ΔC_L = reducción anual de las existencias de carbono debida a la pérdida de biomasa para cada subcategoría de tierra, considerando la superficie total, ton C año⁻¹

6) Incremento anual de las existencias de carbono en biomasa, ΔC_G

ECUACIÓN 2.9

**INCREMENTO ANUAL DE LAS EXISTENCIAS DE CARBONO EN BIOMASA
EN TIERRAS QUE PERMANECEN EN LA MISMA CATEGORÍA DE USO DE LA TIERRA**

$$\Delta C_G = \sum_{i,j} (A_{i,j} \cdot G_{TOTAL_{i,j}} \cdot CF_{i,j})$$

Donde:

ΔC_G = incremento anual de las existencias de carbono en biomasa debido al crecimiento de la biomasa en tierras que permanecen en la misma categoría de uso de la tierra por tipo de vegetación y zona climática, ton C año⁻¹

A = superficie de tierra que permanece en la misma categoría de uso de la tierra, ha

G_{TOTAL} = crecimiento medio anual de la biomasa, ton d. m. ha⁻¹año⁻¹

i = zona ecológica i (i = 1 a n)

j = dominio climático j (j = 1 a m)

CF = fracción de carbono de materia seca, ton C (t.d.m.)⁻¹

Tabla 15 Superficie de tierra que permanece en la misma categoría de uso de la tierra

A: Superficie de tierra que permanece en la misma categoría de uso de la tierra			
LU	Sub-Categoría	Fuente	Notas
TF	Bosque Maduro ⁴⁰	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
	Bosque Intervenido	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
	Bosque Secundario	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
	Manglar	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
	Plantaciones Latifoliadas	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
	Plantaciones Coníferas	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
C	Cultivo Anuales	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
	Cultivos Permanentes	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
P	Pastos	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
	Rastrojos	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
H	Humedales	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
A	Asentamientos	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
OT	Otras Tierras	Collect Earth	Años: 2006 al 2015

⁴⁰ Dentro de esta categoría se utilizó el Shapefile de las concesiones para aprovechamiento forestal que están cedidas en bosques naturales y se separan del resto.

Notas aclaratorias:

Los shapefiles utilizados para obtener estos datos por divisiones administrativas fueron: Provincias, Distritos, corregimientos, áreas protegidas y comarcas indígenas. Las plantaciones forestales (latifoliadas y Coníferas) que se reportan provienen de Collect Earth. Estas plantaciones que se pudieron observar con la herramienta fueron plantaciones de aproximadamente 8 años en adelante o sea plantaciones de edad intermedia.

Tabla 16 Fracción de carbono de materia seca

CF: Fracción de carbono de materia seca					
LU	Sub-Categoría	Valor	Rango / Error	Notas	Fuente
TF	Bosque Maduro	0.48			INFC 2013-2015
	Bosque Intervenido	0.48			INFC 2013-2015
	Bosque Secundario	0.48			INFC 2013-2015
	Manglar	0.451	42.2-50.2 [CI95%: 42.9, 47.1]		2013 Wetland Supplement, Table 4.2.
	Plantaciones Latifoliadas	0.48			INFC 2013-2015
	Plantaciones Coníferas	0.48			INFC 2013-2015
C	Cultivo Anuales	0.48			INFC 2013-2015
	Cultivos Permanentes	0.48			INFC 2013-2015
P	Pastos	0.48			INFC 2013-2015
	Rastrojos	0.48			INFC 2013-2015

Notas aclaratorias:

Como se indica en el INFC, para la estimación del carbono en la biomasa (tanto aérea como subterránea) se utilizó la fracción de carbono por especies según Martin & Thomas (2011)⁴¹, y en caso de no disponer del valor para una especie, se utilizó el valor por defecto de 48%, tal como recomienda la guía de buenas prácticas del IPCC 2006.

7) Crecimiento promedio anual de la biomasa aérea y subterránea, G_{TOTAL}

<p style="text-align: center;">ECUACIÓN 2.10 INCREMENTOS ANUALES PROMEDIO DE LA BIOMASA</p> <p style="text-align: center;">Nivel 1</p> <p>$G_{TOTAL} = \sum \{G_w \cdot (1 + R)\}$ Se emplean directamente los datos de incremento de biomasa (materia seca)</p> <p style="text-align: center;">Niveles 2 y 3</p> <p>$G_{TOTAL} = \sum \{I_V \cdot BCEF_l \cdot (1 + R)\}$ Se utilizan los datos del incremento anual neto para estimar el G_w aplicando el factor de conversión y expansión de la biomasa</p>

⁴¹ A reassessment of carbón content in tropical Trees

Donde:

G_{TOTAL} = crecimiento promedio anual de la biomasa aérea y subterránea, t.d.m. $ha^{-1}año^{-1}$

G_W = promedio del crecimiento anual de la biomasa aérea para un tipo específico de vegetación boscosa, t.d.m. $ha^{-1}año^{-1}$

R = relación entre la biomasa subterránea y la aérea para un tipo específico de vegetación en t.d.m. de biomasa subterránea (t.d.m. de biomasa aérea) $^{-1}$.

Tabla 17 Promedio del crecimiento anual de la biomasa aérea

G_W = promedio del crecimiento anual de la biomasa aérea					
LU	Sub-Categoría	Valor	Rango / Error	Notas	Fuente
TF	Bosque Maduro	0		Se asume que los bosques maduros tienen tendencia a crecer cercano a 0	Basado en criterio de expertos
	Bosque Intervenido	7.7	-	Valor ponderado: 30% de bosque maduro y 70% de bosque secundario, según definición de Bosque Intervenido	Criterio de expertos
	Bosque Secundario	11.0	-	South America (<20 y)	IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 4, Cuadro 4.9
	Manglar	9.9	0.1-27.4 [CI95%: 9.4 - 10.4]	Tropical Wet	IPCC Wetlands Supplement 2013 Table 4.4
	Plantaciones Latifoliadas	8		Tropical Moist Deciduous Forest, Americas Tectona grandis	IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 4, Cuadro 4.10.
	Plantaciones Coníferas	20		Tropical Moist Deciduous Forest, Americas Pinus sp	IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 4, Cuadro 4.10.
C	Cultivo Anuales	5.0		Valor por defecto para "Annual cropland"	Cuadro 5.9, Vol. 4, Cap. 5, IPCC 2006
	Cultivos Permanentes	6.08		Valor por defecto ponderado. 53% tropical moist, 47% tropical wet.	Cuadro 5.1, Vol. 4, Cap. 5, IPCC 2006
P	Pastos	0		Se asume en cero.	
	Rastrojos	11		Se utilizó el mismo valor de crecimiento de bosque secundario.	

Notas aclaratorias:

- Tras discusiones con expertos forestales de Panamá y teniendo como referencia algunos artículos científicos, como el de Chave *et al.*, 2003,⁴² se tomó el criterio de experto de asignarle cero (0 t.d.m./ha/yr) a los Bosques Maduros de Panamá. Además, se busca guardar consistencia con los INGEI anteriores que asignaron el mismo valor de crecimiento a los

⁴² Spatial and temporal variation of biomass in a tropical forest: results from a large census plot in Panamá

bosques maduros. Además, el país no cuenta con 2 inventarios para estimar dicha tasa de crecimiento de los bosques maduros. El valor de Barro Colorado no es representativo de todos los Bosques maduros de Panamá.

- En bosque secundario se utilizó el valor por defecto del IPCC ya que es el valor más consistente que se tiene. No se utilizó el valor del INGEI de 1994 ya que en este inventario se usó una metodología orientada a zonas de vida y con referencia a valores de Costa Rica.
- La definición de Bosque Intervenido que se utilizó en el INGEI de 1994 no es consistente con la ley 1 del 3 de febrero de 1994 y no representa las circunstancias nacionales, lo que implica que no se puede utilizar los valores que se utilizaron en mencionado INGEI. Para obtener la tasa de crecimiento del bosque intervenido, se ponderó la tasa de crecimiento del bosque maduro en un 30% y 70% del bosque secundario, y así obtener la tasa de crecimiento para este tipo de bosque. Esto de tal forma de mantener consistencia con la definición actual de Bosque Intervenido.
- Manglar: se utilizó el valor del IPCC Wetlands Supplement 2013, ya que no hay suficientes parcelas en el pre-inventario 2013-2015.
- Plantaciones latifoliadas: la mayoría de los bosques plantados latifoliados que se vieron con Collect Earth son de Teca (*Tectona grandis*) y son de edad avanzada (entre 8 y 10 años) o plantaciones adultas.
- Según una discusión entre expertos forestales de Panamá, se llegó a la conclusión de que en Panamá el 80% de las plantaciones son de especies latifoliadas (Teca) y el 20% son de especie coníferas; la mayoría de las plantaciones se encuentran en el área del pacífico.

8) Reducción anual de las existencias de carbono debida a la pérdida de biomasa, ΔC_L

ECUACIÓN 2.11

**REDUCCIÓN ANUAL DE LAS EXISTENCIAS DE CARBONO EN BIOMASA
EN TIERRAS QUE PERMANECEN EN LA MISMA CATEGORÍA DE USO DE LA TIERRA (MÉTODO DE
DIFERENCIA DE EXISTENCIAS)**

$$\Delta C_L = L_{\text{remoción-bosques}} + L_{\text{madera-combustible}} + L_{\text{perturbación}}$$

Dónde:

ΔC_L = reducción anual de las existencias de carbono debida a la pérdida de biomasa en tierras que permanecen en la misma categoría de uso de la tierra, ton C año⁻¹

$L_{\text{remoción-bosques}}$ = pérdida anual de carbono debida a remoción de bosques, ton C año⁻¹

$L_{\text{madera-combustible}}$ = pérdida anual de carbono en la biomasa debida a remoción de madera combustible, ton C año⁻¹

$L_{\text{perturbación}}$ = pérdidas anuales de carbono en la biomasa debidas a perturbaciones, ton C año⁻¹

9) Pérdida anual de carbono debida a remoción de bosques, $L_{\text{remoción-bosques}}$

ECUACIÓN 2.12

PÉRDIDA ANUAL DE CARBONO EN LA BIOMASA POR REMOCIONES DE BOSQUES

$$L_{\text{remoción-bosques}} = \{H \cdot BCEF_R \cdot (1 + R) \cdot CF\}$$

Donde:

$L_{\text{remoción-bosques}}$ = pérdida anual de carbono debida a remoción de bosques, ton C año⁻¹

H = remociones anuales de bosques, rollizos, m³ año⁻¹

R = relación entre la biomasa subterránea y la aérea en ton d.m. de biomasa subterránea (t.d.m. de biomasa aérea)⁻¹.

CF = fracción de carbono de materia seca, ton C (t.d.m.)⁻¹

BCEF_s = factor de conversión y expansión de biomasa para la conversión de remociones en volumen venable a remociones totales de biomasa (incluida la corteza), toneladas de remoción de biomasa aérea (m³ de remociones)⁻¹

Tabla 18 Remociones anuales de madera, rollizos

H = remociones anuales de madera, rollizos			
LU	Sub-Categoría	Fuente	Notas
TF	Plantación (Latifolidas)	FAOSTAT	Se tomaron datos de maderas exportadas no coníferas en rollo
FL	Plantaciones (Coníferas)	FAOSTAT	Se tomaron datos de maderas exportadas coníferas en rollo

Notas aclaratorias:

Hasta la fecha el Ministerio de Ambiente no cuenta con datos consistente de remociones anuales de madera en rollizo, y los datos disponibles no se consideraron lo suficientemente robustos y transparentes para utilizarlos. Por lo tanto, se decidió tomar los datos de madera de exportación en rollo registrados en FAOSTAT⁴³. De estos datos, no conocemos cómo se obtuvieron ni la metodología de procesamiento; sin embargo, como se menciona que son datos oficiales, se asume, estos datos deben seguir los protocolos establecidos para los diferentes tipos de aprovechamiento forestal otorgados por la Dirección de Forestal del Ministerio de Ambiente en Panamá (ver ANEXO_12_Flujo de la información Estadística de aprovechamiento Forestal).

Tabla 19 FAOSTAT Datos de madera de exportación en rollo, Panamá, Tierras Forestales.

Domain	Área Code	Área	Element Code	Element	Item Code	Item	Year	Unit	Value	Flag	Flag Description
Forestry	166	Panamá	5916	Export	1657	Industrial	2006	m3	36862		Official

⁴³ [http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO;Panama;Forestry Production and Trade; Industrial roundwood, non-coniferous tropical \(export/import\);](http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO;Panama;ForestryProductionandTrade;Industrialroundwood,non-coniferoustropical(export/import);)

Domain	Área Code	Área	Element Code	Element	Item Code	Item	Year	Unit	Value	Flag	Flag Description
Production and Trade				Quantity		roundwood, non-coniferous tropical (export/import)					data
Forestry Production and Trade	166	Panama	5916	Export Quantity	1657	Industrial roundwood, non-coniferous tropical (export/import)	2007	m3	55955		Official data
Forestry Production and Trade	166	Panama	5916	Export Quantity	1657	Industrial roundwood, non-coniferous tropical (export/import)	2008	m3	55955		Official data
Forestry Production and Trade	166	Panama	5916	Export Quantity	1657	Industrial roundwood, non-coniferous tropical (export/import)	2009	m3	26550		Official data
Forestry Production and Trade	166	Panama	5916	Export Quantity	1657	Industrial roundwood, non-coniferous tropical (export/import)	2010	m3	43595	*	Unofficial figure
Forestry Production and Trade	166	Panama	5916	Export Quantity	1657	Industrial roundwood, non-coniferous tropical (export/import)	2011	m3	83935	*	Unofficial figure
Forestry Production and Trade	166	Panama	5916	Export Quantity	1657	Industrial roundwood, non-coniferous tropical (export/import)	2012	m3	102198	*	Unofficial figure
Forestry Production and Trade	166	Panama	5916	Export Quantity	1657	Industrial roundwood, non-coniferous tropical (export/import)	2013	m3	135096	*	Unofficial figure
Forestry Production and Trade	166	Panama	5916	Export Quantity	1657	Industrial roundwood, non-coniferous tropical (export/import)	2014	m3	105104	*	Unofficial figure

Domain	Área Code	Área	Element Code	Element	Item Code	Item	Year	Unit	Value	Flag	Flag Description
Forestry Production and Trade	166	Panama	5916	Export Quantity	1657	Industrial roundwood, non-coniferous tropical (export/import)	2015	m3	100359		Official data
Forestry Production and Trade	166	Panama	5916	Export Quantity	1657	Industrial roundwood, non-coniferous tropical (export/import)	2016	m3	164000	*	Unofficial figure

10) Pérdida anual de carbono debida a la remoción de madera combustible, $L_{\text{madera-combustible}}$

ECUACIÓN 2.13

PÉRDIDA ANUAL DE CARBONO EN LA BIOMASA POR REMOCIONES DE MADERA COMBUSTIBLE

$$L_{\text{madera-combustible}} = [\{FG_{\text{árboles}} \bullet BCEF_R \bullet (1 + R)\} + FG_{\text{parte}} \bullet D] \bullet CF$$

Donde:

$L_{\text{madera-combustible}}$ = pérdida anual de carbono debida a la remoción de madera combustible, ton C año⁻¹

$FG_{\text{árboles}}$ = volumen anual de remoción de madera combustible de árboles enteros, m³ año⁻¹

FG_{parte} = volumen anual de remoción de madera combustible como parte de árboles, m³ año⁻¹

R = relación entre la biomasa subterránea y la aérea, en ton d.m. de biomasa subterránea (t.d.m. de biomasa aérea)⁻¹.

CF = fracción de carbono de materia seca, ton C (t.d.m.)⁻¹

D = densidad básica de la madera, ton d.m. m⁻³

$BCEF_s$ = factor de conversión y expansión de biomasa para la conversión de remociones en volumen venable a remociones totales de biomasa (incluida la corteza), toneladas de remoción de biomasa (m³ de remociones)⁻¹

Tabla 20 Volumen anual de remoción de madera combustible de árboles enteros

$FG_{\text{árboles}}$ = volumen anual de remoción de madera combustible de árboles enteros			
LU	Sub-Categoría	Fuente	Notas
TF	Tierras Forestales	FAOSTAT	Forestry Production and Trade; Wood fuel, non-coniferous (production)
FG_{parte} = volumen anual de remoción de madera combustible como parte de árboles			
LU	Sub-Categoría	Fuente	Notas
TF	Tierras Forestales		No hay datos de FG_{parte} de madera para combustible

Notas aclaratorias:

El Ministerio de Ambiente no tiene registro de madera combustible de árboles enteros, tampoco estadística de madera combustible como parte de árboles. Por lo tanto, se decidió tomar los datos de madera para combustible registrados en FAOSTAT⁴⁴. De estos datos no conocemos cómo se obtuvieron ni la metodología de procesamiento; sin embargo, como se menciona que son datos oficiales, se asume, estos datos deben seguir los protocolos establecidos para los diferentes tipos de aprovechamiento forestal otorgados por la Dirección de Forestal del Ministerio de Ambiente en Panamá (ver ANEXO_12_Flujo de la información Estadística de aprovechamiento Forestal).

Tabla 21 FAOSTAT Datos de madera para combustible, Panamá, Tierras Forestales.

Domain	Área Code	Área	Element Code	Element	Item Code	Item	Year	Unit	Value	Flag	Flag Description
Forestry Production and Trade	166	Panama	5516	Production	1628	Wood fuel, non-coniferous (production)	2006	m3	1188827	F	FAO estimate
Forestry Production and Trade	166	Panama	5516	Production	1628	Wood fuel, non-coniferous (production)	2007	m3	1172900	F	FAO estimate
Forestry Production and Trade	166	Panama	5516	Production	1628	Wood fuel, non-coniferous (production)	2008	m3	1157500	F	FAO estimate
Forestry Production and Trade	166	Panama	5516	Production	1628	Wood fuel, non-coniferous (production)	2009	m3	1142585	F	FAO estimate
Forestry Production and Trade	166	Panama	5516	Production	1628	Wood fuel, non-coniferous (production)	2010	m3	1128086	F	FAO estimate
Forestry Production and Trade	166	Panama	5516	Production	1628	Wood fuel, non-coniferous (production)	2011	m3	1111826	F	FAO estimate
Forestry Production and Trade	166	Panama	5516	Production	1628	Wood fuel, non-coniferous (production)	2012	m3	1096036	F	FAO estimate
Forestry	166	Panama	5516	Production	1628	Wood fuel,	2013	m3	1080699	F	FAO

⁴⁴ [http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO;Panama;Forestry Production and Trade; wood fuel, non-coniferous tropical \(production\);](http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO;Panama;ForestryProductionandTrade;woodfuel,non-coniferoustropical(production);)

Domain	Área Code	Área	Element Code	Element	Item Code	Item	Year	Unit	Value	Flag	Flag Description
Production and Trade						non-coniferous (production)					estimate
Forestry Production and Trade	166	Panama	5516	Production	1628	Wood fuel, non-coniferous (production)	2014	m3	1065798	F	FAO estimate
Forestry Production and Trade	166	Panama	5516	Production	1628	Wood fuel, non-coniferous (production)	2015	m3	1051317	F	FAO estimate
Forestry Production and Trade	166	Panama	5516	Production	1628	Wood fuel, non-coniferous (production)	2016	m3	1035435	F	FAO estimate

11) Pérdida de biomasa y de carbono por perturbaciones, $L_{\text{perturbación}}$

ECUACIÓN 2.14

PÉRDIDAS ANUALES DE CARBONO EN LA BIOMASA DEBIDAS A PERTURBACIONES

$$L_{\text{perturbación}} = \{A_{\text{perturbación}} \bullet B_W \bullet (1 + R) \bullet CF \bullet fd\}$$

Donde:

$L_{\text{perturbación}}$ = otras pérdidas anuales de carbono, ton C año⁻¹

$A_{\text{perturbación}}$ = superficie afectada por perturbaciones, ha año⁻¹

B_W = biomasa aérea promedio de superficies de tierra afectadas por perturbaciones, t.d.m. ha⁻¹

R = relación entre la biomasa subterránea y la aérea, en ton d.m. de biomasa subterránea (t.d.m. de biomasa aérea)⁻¹

CF = fracción de carbono de materia seca, ton C (t.d.m.)⁻¹

fd = fracción de biomasa perdida por perturbaciones

Tabla 22 Superficie afectada por perturbaciones

$A_{\text{perturbación}}$ = superficie afectada por perturbaciones			
LU	Sub-Categoría	Fuente	Notas
TF	Bosque Maduro	Dirección de Protección y Calidad Ambiental (DIPROCA-MiAMBIENTE)	Los datos de perturbación corresponden a incendios en Bosque Maduro
	Bosque Secundario	Dirección de Protección y	Los datos de perturbación

A_{perturbación} = superficie afectada por perturbaciones			
LU	Sub-Categoría	Fuente	Notas
		Calidad Ambiental (DIPROCA-MiAMBIENTE)	corresponden a incendios en Bosque Secundario
	Manglar	Dirección de Protección y Calidad Ambiental (DIPROCA-MiAMBIENTE)	Los datos de perturbación corresponden a incendios en Manglar
	Plantaciones Latifoliadas	Dirección de Protección y Calidad Ambiental (DIPROCA-MiAMBIENTE)	Los datos de perturbación corresponden a incendios en Plantaciones Latifoliadas
	Plantaciones Coníferas	Dirección de Protección y Calidad Ambiental (DIPROCA-MiAMBIENTE)	Los datos de perturbación corresponden a incendios en Plantaciones de Coníferas
TC	Tierras de Cultivo	Dirección de Protección y Calidad Ambiental (DIPROCA-MiAMBIENTE)	Los datos de perturbación corresponden a incendios en cultivos anuales y permanentes
P	Pastizales	Dirección de Protección y Calidad Ambiental (DIPROCA-MiAMBIENTE)	Los datos de perturbación corresponden a incendios en Gramíneas (herbazales, pastos, etc), Potreros (bajo uso pecuario) y rastrojos

Notas aclaratorias:

Los datos de incendios forestales son recopilados en campo por funcionarios con previa capacitación en el uso del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), identificación de tipos de vegetación (bosque primario intervenido, bosque secundario, Rastrojo, Bosque de Manglar, Bosques plantados, Vegetación baja inundable, gramíneas (herbazales y pastos), cultivos agrícolas establecidos y potreros bajo uso agropecuario), y Curso para Bomberos Forestales. Con el GPS, se hacen levantamientos de puntos para obtener el perímetro de áreas afectadas por el incendio y determinar su superficie⁴⁵. Estos datos son centralizados por el Departamento Forestal del Ministerio de Ambiente y fueron reportados en Salazar (2017), del cual se obtuvo un serie temporal inicial para 2005-2015 que incluye información agregada para bosques y áreas agropecuarias. Los datos originales se re-organizaron según la clasificación de las tierras en Tierra Forestal, Tierras de Cultivos dentro de Pastos y Gramíneas⁴⁶. Los detalles paso a paso de la re-organización se encuentran en la base de datos de Excel, hoja “ Áreas incendios”.

⁴⁵ ANEXO_11_Metodología para la detección y cuantificación de incendios de Masas Vegetales por el Ministerio de Ambiente

⁴⁶ Salazar E, L (2017). Consultoría: Apoyo para fortalecer las capacidades técnicas de la Unidad de Cambio Climático- Contrato No.11013 PAN 2017

Tabla 23 Datos de incendios forestales 2005-2015

Año	Bosque de Manglar	Bosque plantado	Bosque primario	Bosque Secundario	Agropecuario	Pastos	Rastrojo
2005	7	549	72	164	141	3686	1388
2006	4	276	36	82	180	4692	1767
2007	3	247	33	73	212	5538	2085
2008	1	69	9	20	85	2217	835
2009	0	524	39	233	79	3195	758
2010	0	93	14	38	6	1571	582
2011	0	85	0	0	0	1665	203
2012	0	156	6	43	210	876	805
2013	23	1264	244	136	90	1714	1699
2014	0	203	0	52	21	2755	484
2015	264	1339	1625	2080	736	18526	8283

Tabla 24 Biomasa aérea promedio de superficies de tierra afectadas por perturbaciones

B _w = biomasa aérea promedio de superficies de tierra afectadas por perturbaciones					
LU	Sub-Categoría	Valor	Rango / Error	Notas	Fuente
FL	Bosque Maduro	165.15	± 20.9	Valor ponderado: 0.46% de rafia 99.54% de Bosque Maduro.	INFC 2013-2015
	Bosque Intervenido	140.69	N/A	Valor ponderado: 30% de bosque maduro y 70% de bosque secundario	INFC 2013-2015
	Bosque Secundario	130.20	± 17.1		INFC 2013-2015
	Manglar	169.90	± 13.7		INFC 2013-2015
	Plantaciones Latifoliadas	120		Tropical Moist Deciduous Forest, Americas Tectona grandis	Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 4, Cuadro 4.8.
	Plantaciones Coníferas	129.60	9%		INFC 2013-2015
CL	Cultivo Anuales	5.0	N/A	Cuadro 5.9, existencias de carbono en biomasa por defecto presentes en tierras convertidas en tierras de cultivo durante el año siguiente a la conversión. Continua en notas aclaratorias	Cuadro 5.9, Vol. 4, Cap. 5, IPCC 2006. Combinacion de metodos: AGB (INFC) y R (Valor por defecto IPCC)
	Cultivos Permanentes	35.5	N/A	Cuadro 5.1, coeficientes por defecto de biomasa leñosa	Cuadro 5.1, Vol. 4, Cap. 5, IPCC 2006.

B_w = biomasa aérea promedio de superficies de tierra afectadas por perturbaciones					
LU	Sub-Categoría	Valor	Rango / Error	Notas	Fuente
				aérea y ciclos de cosecha en sistemas de cultivo que contienen especies perennes. Continúa en notas aclaratorias	Combinación de métodos: AGB (INFC) y R (Valor por defecto IPCC)
GL	Pastos	11.7	±1.61		INFC 2013-2015
	Rastrojos	35.8	± 2.7		INFC 2013-2015

Notas aclaratorias:

- La Biomasa aérea promedio de **Bosque Maduro** en el inventario es de 165.40 ton d.m. há⁻¹, el cual se ponderó con la superficie de Bosque de Rafia que corresponde a 0.46%, ya que para el INFC dentro de la categoría de Bosque Maduro este tipo de bosque de palmera entra en la misma categoría.
- Para **Bosque intervenido** se realizó una combinación de la Biomasa aérea promedio del Bosque maduro y Bosque secundario ya que este estado del bosque no ha sido medido en campo aún. Basados en criterios de experto y en la definición de bosque de Panamá se asumió que lo que queda como mínimo en la parcela de Collect Earth es 30% de remanentes de Bosque Maduro y 70% de Bosque Secundario, y de esta manera se ponderó la Biomasa de Bosque Intervenido.
- Para **Bosque secundario** se utiliza el valor de país que se calculó en el INFC.
- Para **Manglares** para el valor de Biomasa aérea promedio se usa el valor del INFC.
- Para **Plantaciones latifoliadas** se utiliza el valor del IPCC 2006 ya que en el INFC no hay suficientes parcelas en este tipo de plantaciones y por ende se utilizó este valor. En el caso de **Plantaciones de Coníferas** si tenemos suficientes parcelas para reportar el valor del INFC. Cabe resaltar que, para los cálculos de la fase piloto del INFC, se utilizó la ecuación de Chave *et al.* (2014) tanto para especies latifoliadas como coníferas debido a que no hay ecuaciones de biomasa aérea para pino basadas en datos de amplia representatividad para la región. Según se desarrollen nuevas ecuaciones alométricas para estimar la biomasa aérea para *Pinus caribaea*, éstas podrán incorporarse en el sistema de procesamiento de datos del INFC.
- Para los valores de **cultivos**, se promediaron los valores disponibles en el volumen 4 capítulo 5 de los bosques tropicales húmedos y muy húmedos ya que ambos están presentes en el país.

Tabla 25 Fracción de biomasa aérea promedio de superficies de tierra afectadas por perturbaciones

fd = fracción de biomasa perdida por perturbaciones					
LU	Sub-Categoría	Valor	Rango / Error	Notas	Fuente
TF	Bosque Maduro	0.4	N/A	Ver notas aclaratoria	Criterio de experto
	Bosque Intervenido	0.4	N/A	Ver notas aclaratoria	Criterio de experto
	Bosque Secundario	0.6	N/A	Ver notas aclaratoria	Criterio de experto

fd = fracción de biomasa perdida por perturbaciones					
LU	Sub-Categoría	Valor	Rango / Error	Notas	Fuente
	Manglar	0.4	N/A	Ver notas aclaratoria	Criterio de experto
	Plantaciones Latifoliadas	0.4	N/A	Ver notas aclaratoria	Criterio de experto
	Plantaciones Coníferas	0.4	N/A	Ver notas aclaratoria	Criterio de experto
C	Cultivo Anuales	----	N/A	Ver notas aclaratoria	Criterio de experto
	Cultivos Permanentes	----	N/A	Ver notas aclaratoria	Criterio de experto
P	Pastos	1	N/A	Ver notas aclaratoria	Criterio de experto
	Rastrojos	0.9	N/A	Ver notas aclaratoria	Criterio de experto

Notas aclaratorias:

Para determinar fracción de biomasa perdida por incendios, se hizo un análisis con expertos forestales de Panamá. El resultado de ese análisis fue que, para bosque maduro, bosque intervenido, y las plantaciones forestales se quema en promedio un 40% de estos tipos de bosque debido a que se quema el sotobosque. Misma razón por la que el bosque secundario presenta un porcentaje mayor de biomasa perdida por incendios (60%). Estas conclusiones están sustentadas en observaciones de campo de eventos puntuales de incendios forestales en Panamá. En el caso de los pastos y rastrojos es diferente ya que estas formaciones son las que precisamente se queman casi en su totalidad en un incendio forestal.

10.1.2 Tierras que se convierten a una nueva categoría de uso

1) Incremento anual de las existencias de carbono en la biomasa en tierras convertidas a otra categoría de uso de la tierra, ΔC_G

El incremento anual en las existencias de carbono de la biomasa debido a tierras convertidas en otras categorías de uso de la tierra se puede estimar aplicando la Ecuación 2.9 descrita precedentemente para tierras que permanecen en una categoría.

Tabla 26 Superficie de tierra que permanece en la misma categoría de uso de la tierra y/o, convertidas en otra categoría o sub-categoría

A: Superficie de tierra que permanece en la misma categoría de uso de la tierra y/o convertidas en otra categoría o sub-categoría			
LU	Sub-Categoría	Fuente	Notas
TF	Tierras Forestales > Tierras Forestales	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
	Tierras Forestales > Tierras Forestales (diferente tipo de bosque)	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
C	Tierras Forestales > Cultivos Permanentes	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
	Tierras Forestales > Cultivos	Collect Earth	Años: 2006 al 2015

A: Superficie de tierra que permanece en la misma categoría de uso de la tierra y/o convertidas en otra categoría o sub-categoría			
LU	Sub-Categoría	Fuente	Notas
	Anuales		
P	Tierras Forestales > Rastrojos	Collect Earth	Años: 2006 al 2015

Notas aclaratorias:

Todos los cambios de uso de suelo como datos de actividad fueron reportados y levantados con la herramienta Collect Earth de OpenForis. Estos pueden ser vistos en las matrices de la base de datos de Excel en la pestaña “LUC AD”.

Tabla 27 Superficie de tierra que se convierte a otra categoría de uso de la tierra

A: Superficie de tierra que se convierte a otra categoría de uso de la tierra,			
LUC	Sub-Categoría	Fuente	Notas
FL>No-FL	Tierras Forestales > Cultivos	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
	Tierras Forestales > Pastizales	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
	Tierras Forestales > Humedales	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
	Tierras Forestales > Asentamientos	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
	Tierras Forestales > Otras Tierras	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
CL> No-CL	Cultivos > Tierras Forestales	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
	Cultivos > Pastizales	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
	Cultivos > Humedales	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
	Cultivos > Asentamientos	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
	Cultivos > Otras Tierras	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
GL>No-GL	Pastizales > Tierras Forestales	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
	Pastizales > Cultivos	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
	Pastizales > Humedales	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
	Pastizales > Asentamientos	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
	Pastizales > Otras Tierras	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
WL>No-WL	Humedales > Tierras Forestales	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
	Humedales > Cultivos	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
	Humedales > Pastizales	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
	Humedales > Asentamientos	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
	Humedales > Otras Tierras	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
SL>No-SL	Asentamientos > Tierras Forestales	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
	Asentamientos > Cultivos	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
	Asentamientos > Pastizales	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
	Asentamientos > Humedales	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
	Asentamientos > Otras Tierras	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
OL>No-OL	Otras Tierras > Tierras Forestales	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
	Otras Tierras > Cultivos	Collect Earth	Años: 2006 al 2015

A: Superficie de tierra que se convierte a otra categoría de uso de la tierra,			
LUC	Sub-Categoría	Fuente	Notas
	Otras Tierras > Pastizales	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
	Otras Tierras > Humedales	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
	Otras Tierras > Otras Tierras	Collect Earth	Años: 2006 al 2015
	Otras Tierras > Asentamientos	Collect Earth	Años: 2006 al 2015

Notas aclaratorias:

En esta sección de superficie de tierras que se convierten a otras categorías de uso de la tierra, se presentan todas las transiciones de uso de la tierra posibles en Panamá. Estas transiciones son producto de un control de calidad concensuado entre expertos forestales de Panamá y expertos en sensores remotos. Dichas conclusiones pueden consultarse con más detalles en los anexos específicamente en el documento denominado "ANEXO_6_Metodología para la estimación de datos de actividad para la degradación forestal en el contexto del nivel de referencia REDD+ de Panamá". También, es notable resaltar que todas estas posibles transiciones de cambios y usos de la tierra son determinados año a año con la herramienta de Collect Earth, lo que nos permite establecer protocolos de seguimiento.

2) Reducción anual de las existencias de carbono en la biomasa debida a pérdidas, ΔC_L

La reducción anual de existencias de carbono en la biomasa debida a pérdidas en tierras convertidas (remociones de bosques o talas, recogida de madera combustible y perturbaciones) se estimó empleando las Ecuaciones 2.11 a 2.14. Sin embargo, Para esta sección Panamá no cuenta con datos disponibles, por lo tanto, todas las pérdidas por extracción de madera y perturbaciones son cuantificadas en las correspondientes secciones de Tierras que permanecen en la misma categoría (TF>TF, C>C, P>P).

3) Cambio anual en las existencias de carbono de la biomasa en tierras convertidas a otra categoría de uso de la tierra, ΔC_B

En el Nivel 2, la Ecuación 2.4 se reemplaza por la Ecuación 2.15, donde los cambios en las existencias de carbono se calculan como la suma del incremento de las existencias de carbono debidas al crecimiento de la biomasa, más los cambios debidos a conversión real, y la reducción de existencias de carbono debida a pérdidas.

<p>ECUACIÓN 2.15</p> <p>CAMBIO ANUAL EN LAS EXISTENCIAS DE CARBONO EN BIOMASAS EN TIERRAS CONVERTIDAS A OTRA CATEGORÍA DE USO DE LA TIERRA (NIVEL 2)</p> $\Delta C_B = \Delta C_G + \Delta C_{CONVERSIÓN} - \Delta C_L$

Donde:

ΔC_B = cambio anual en las existencias de carbono de la biomasa en tierras convertidas a otra categoría de uso de la tierra, en ton C año⁻¹

ΔC_G = incremento anual en las existencias de carbono de la biomasa debido a crecimiento en tierras convertidas a otra categoría de uso de la tierra, en ton C año⁻¹

$\Delta C_{CONVERSIÓN}$ = cambio inicial en las existencias de carbono de la biomasa en tierras convertidas a otra categoría de uso de la tierra, en ton C año⁻¹

ΔC_L = reducción anual en las existencias de carbono de la biomasa debida a pérdidas producidas por cosechas, recogida de madera combustible y perturbaciones en tierras convertidas a otra categoría de uso de la tierra, en ton C año⁻¹

4) Cambio inicial en las existencias de carbono de la biomasa en tierras convertidas a otra categoría de tierra, $\Delta C_{CONVERSIÓN}$

ECUACIÓN 2.16

CAMBIO INICIAL EN LAS EXISTENCIAS DE CARBONO EN LA BIOMASA DE TIERRAS CONVERTIDAS A OTRA CATEGORÍA DE TIERRA

$$\Delta C_{CONVERSIÓN} = \sum_i \{ (B_{DESPUÉS_i} - B_{ANTES_i}) \cdot \Delta A_{A_OTRAS_i} \} \cdot CF$$

Donde:

$\Delta C_{CONVERSIÓN}$ = cambio inicial en las existencias de carbono de la biomasa en tierras convertidas a otra categoría de tierra, ton C año⁻¹

$B_{DESPUÉS_i}$ = existencias de biomasa en el tipo de tierra i inmediatamente después de la conversión, t.d.m. ha⁻¹

B_{ANTES_i} = existencias de biomasa en el tipo de tierra i antes de la conversión, t.d.m. ha⁻¹

$\Delta A_{A_OTRAS_i}$ = superficie de uso de la tierra i convertida a otra categoría de uso de la tierra en un año dado, ha año⁻¹

CF = fracción de carbono de materia seca, ton C (t.d.m.)⁻¹

i = tipo de uso de la tierra convertido a otra categoría de uso de la tierra.

Notas aclaratorias:

Como se expresa en la tabla "**B_w = biomasa aérea promedio de superficies de tierra afectadas por perturbaciones**" los valores de Biomasa provienen del INFC y de valores por defecto del IPCC 2006. Dicho valores fueron discutidos y consensuados con el equipo de expertos forestales de Panamá.

10.2 Cambios de las existencias de carbono en materia orgánica muerta (DOM)

10.2.1 Tierra que permanece en la misma categoría de uso

Debido a que Panamá no cuenta con mediciones de existencias de DOM para diferentes períodos para estimar los cambios en las existencias de C, así como de transferencias anual a las existencias de DOM, Panamá decide utilizar método de Nivel 1.

En el Nivel 1 se supone que sus existencias no cambian con el transcurso del tiempo si la tierra permanece en la misma categoría de uso de la tierra. Por consiguiente, se supone que el carbono de la biomasa que muere durante una perturbación o por un evento de gestión (excepto la remoción de productos de madera cosechados) se libera totalmente a la atmósfera en el año del evento. Esto equivale a suponer que el carbono de los componentes no venables y no comerciales que se transfieren a la materia orgánica muerta equivale a la cantidad de carbono que se libera de la materia orgánica muerta a la atmósfera mediante descomposición y oxidación. Por lo tanto, para estimar los depósitos de DOM en las tierras que permanecen en la misma categoría, Panamá asume que equivalen a cero los cambios en las existencias de carbono y en las emisiones de carbono de esos depósitos.

Siguiendo esta regla, las emisiones de CO₂ resultantes de la combustión de DOM durante un incendio no se declaran, como tampoco se declara de los aumentos de las existencias de carbono en DOM muerta de los años posteriores al incendio. Sin embargo, sí se declaran las emisiones de gases no CO₂ originadas por el quemado de depósitos de DOM.

10.2.2 Tierras que se convierten a una nueva categoría de uso

Siguiendo el método Nivel 1, Panamá supone que los depósitos de DOM en las categorías no forestales de uso de la tierra tras la conversión equivalen a cero; es decir, que no contienen carbono. También, supone que en la tierra que se convierte de forestal a otra categoría de uso de la tierra, todas las pérdidas de carbono de la DOM se producen en el año de la conversión en el uso de la tierra.

Para la conversión a tierras forestales, que trae como resultado un aumento de los depósitos de hojarasca y madera muerta, Panamá asume que se inicia en ausencia de carbono en tales depósitos, y que las ganancias de carbono en la DOM de las tierras convertidas en forestales se producen de manera lineal, comenzando en cero, durante un período de transición, por defecto, de 20 años. Después de los 20 años, la zona convertida ingresa en la categoría de Tierras forestales que permanecen como tales y se supone que ya no hay más cambios de DOM (método de Nivel 1).

ECUACIÓN 2.23
CAMBIO ANUAL EN LAS EXISTENCIAS DE CARBONO EN MADERA MUERTA Y HOJARASCA DEBIDO
A LA CONVERSIÓN EN EL USO DE LA TIERRA

$$\Delta C_{DOM} = \frac{(C_n - C_o) \cdot A_{on}}{T_{on}}$$

Donde:

- ΔC_{DOM} = cambio en las existencias anuales de carbono en madera muerta u hojarasca, ton C año⁻¹
 C_o = existencias de madera muerta/hojarasca, bajo la categoría anterior de uso de la tierra, ton C ha⁻¹
 C_n = existencias de madera muerta/hojarasca, bajo la nueva categoría de uso de la tierra, ton C ha⁻¹
 A_{on} = superficie sometida a la conversión de la vieja a la nueva categoría de uso de la tierra, ha
 T_{on} = lapso en el que se produce la transición de la vieja a la nueva categoría de uso de la tierra, año. El valor por defecto del Nivel 1 es de 20 años para los incrementos de existencias de carbono y de 1 año para las pérdidas de carbono.

10.3 Cambios en la existencia de carbono en hojarasca

Los datos fueron tomados del INFC y se estimaron de la siguiente manera:

La hojarasca se midió en varias subparcelas de 1 m² en la UM. En estas subparcelas se midió el peso húmedo de la hojarasca y se asignó una categoría de humedad. Además, en el punto central de la UM se estableció una subparcela de 1 m² para tomar una muestra de hojarasca que se llevó al laboratorio para determinar el contenido de carbono. Para estimar el carbono en la hojarasca de una subparcela, se utilizó la siguiente fórmula:

$$c_{hr} = ph \cdot \left(1 - \frac{ch}{100}\right) \cdot c\%$$

Donde:

- c_{hr} = carbono en hojarasca en una subparcela (g/m²)
 ph = peso húmedo (gramos)
 ch = contenido de humedad (%)
 $c\%$ = porcentaje de carbono obtenido del análisis de laboratorio utilizando la muestra de hojarasca de la subparcela del punto central. Para convertir el valor de carbono de cada parcela en g/m² a un valor en t/ha, se dividió entre 100.

11 HOJA DE CÁLCULO NRF_PANAMÁ (MS EXCEL).

Para el Nivel de referencia forestal de Panama se construyó una base de datos en Excel que muestra las emisiones y absorciones de Panamá para el periodo 2000-2015. Es importante explicar el contenido de dicha base de datos para que pueda ser replicable y ser transparentes en el proceso de evaluación del Nivel de referencia forestal. Además cada pestaña muestra la ecuación del IPCC 2006 que esta siendo utilizadas. Todos los valores utilizados en las ecuaciones están vinculadas las celdas correspondientes para mayor transparencia y rastreo de los valores. A continuación se muestran los elementos que componen la hoja de Excel:

1. Pestaña **Intro**: En esta hoja encontraremos información general de las personas de contacto que están involucradas en el proceso de elaboración de los niveles de referencia de Panama. También se muestran la fuente de datos utilizadas para los factores de emisión, como los depósitos de carbono considerados en los cálculos.

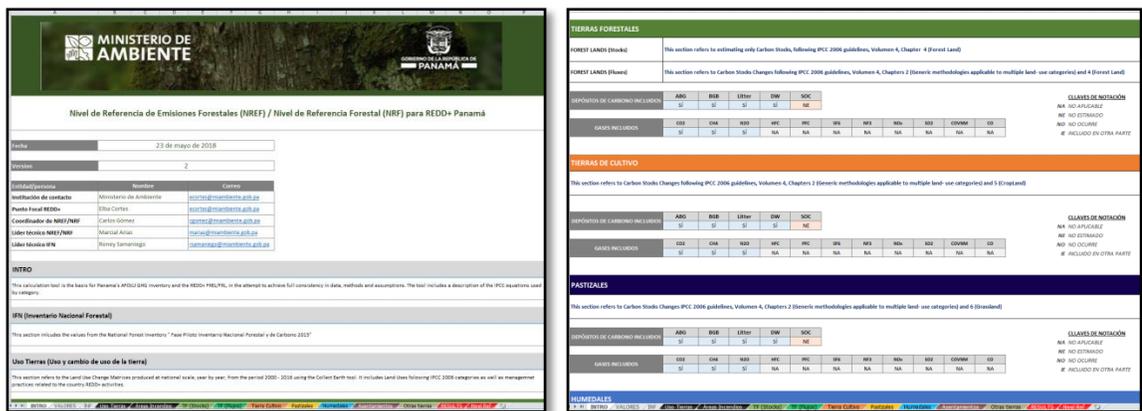


Figura 11 Pestaña de intro de la base de datos MS Excel

2. Pestaña **Valores**: En esta sección encontramos todos los valores bases que se utilizaron para los cálculos de los Niveles de Referencia de Panamá. Estos valores son Fracción de carbono, Biomasa aérea, Biomasa subterránea, crecimiento neto de biomasa aérea, horjarascas, materia muerta etc.

VALORES & PARAMETROS DE LAS ECUACIONES DEL IPCC								
This section aims at gathering all the information required to proceed with the calculations indicated in IPCC 2006 guidelines, Volumen 4, Chapter 2 (Generic methodologies applicable to multiple land-use categories) and specific variables for Chapters 4 (Forest lands), Ch 5 (Croplands), Ch 6 (Grasslands), Ch 7 (Wetlands) / 2013 IPCC Wetlands Supplement. Information should be country specific when available, or default values from the IPCC or scientific papers. Formulas, data sources and assumptions shall be indicated. Clarification notes when required shall also be included.								
Parámetro en las ecuaciones del IPCC	Notación	Unidades según el IPCC	Categoría	Valor	Valor Nacional (iter 2)	Valor por defecto (iter 1)	Datos y parámetros	
Forest Land								
Carbon Fraction	CF	[C / (C + M)]	Bosque Maduro	0.48	x		Inventario Nacional Forestal	
			Bosque Intervenido	0.48	x		Inventario Nacional Forestal	
			Bosque Secundario	0.48	x		Inventario Nacional Forestal	
			Manglar	0.451	x	x	2013 Wetland Supplement, Table 4.2	
			Bosques Plantados (arbolizados)	0.48	x		Inventario Nacional Forestal	
Above-ground net biomass growth	AGB	[t d.m. / ha / yr]	Bosques Plantados (Coníferos)	0.48	x		Inventario Nacional Forestal	
			Bosques Plantados (Coníferos)	0.48	x		Inventario Nacional Forestal	
			Bosque Maduro	1.1	x	x	Criterio experto	
			Bosque Intervenido	7.70	x	x	Criterio experto	
			Bosque Secundario	11.00	x	x	Valor ponderado: 30% de bosque maduro y 70% de bosque secundario	
			Manglar	9.90	x	x	IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 4, Cuadro 4.9	
			Bosques Plantados (arbolizados)	8.00	x	x	2013 Wetland Supplement, Cuadro 4.4	
Ratio BGB/AGB	R	[(BGB d.m. / h) AGB d.m.]	Bosques Plantados (Coníferos)	7.00	x		IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 4, Cuadro 4.10	
			Bosque Maduro	0.21	x	x	Cairns et al. 1997	
			Bosque Intervenido	0.21	x	x	Cairns et al. 1997	
			Bosque Secundario	0.21	x	x	Cairns et al. 1997	
			Manglar	0.49	x	x	2013 Wetland Supplement, Table 4.5	
Basic Wood Density	D	t.d.m./m3	Bosques Plantados (Coníferos)	0.21	x		Cairns et al. 1997	
			Bosques Plantados (Coníferos)	0.21	x		Cairns et al. 1997	
			Bosques Plantados (Coníferos)	0.21	x		Cairns et al. 1997	
			Bosque Maduro	0.25	x	x	Cairns et al. 1997	
			Bosque Intervenido	0.25	x	x	Cairns et al. 1997	
Volumes (de BCF)	V	m3	Bosque Secundario	0.627	x		2013 Wetland Supplement, Table 4.5	
			Manglar	0.627	x		Inventario Nacional Forestal	
			Bosques Plantados (arbolizados)	0.45	x		Inventario Nacional Forestal	
			Bosques Plantados (Coníferos)	0.51	x		Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 4, Cuadro 4.13 Americas, Plus carbones	
			Multi-especie para PGTrees en Ecuación 2.12	0.627	x		Inventario Nacional Forestal	
AVG AGB	AGB-B, B	[t.d.m. / ha]	Bosque Maduro	184.62	x		35.9	Inventario Nacional Forestal
			Bosques Plantados (arbolizados)	244.12	x			Inventario Nacional Forestal
			Bosque Maduro	185.15	x			Inventario Nacional Forestal
			Bosque Intervenido	242.89	x			Inventario Nacional Forestal
			Bosque Secundario	130.20	x			Inventario Nacional Forestal
			Manglar	189.90	x			Inventario Nacional Forestal
			Bosques Plantados (arbolizados)	122.00	x	x		Directrices IPCC 2006, Vol. 4, Cap. 4, Cuadro 4.8, Tropical Moist Deciduous Forest, Americas Tectona grandis
			Bosques Plantados (Coníferos)	129.60	x			IPCC
			Bosque Maduro	34.98	x	x		Inventario Nacional Forestal y valores por defecto
			Bosque Intervenido	29.54	x	x		Inventario Nacional Forestal y valores por defecto
Bosque Secundario	27.34	x	x		Inventario Nacional Forestal y valores por defecto			

Figura 12 Pestaña de valores de la base de datos MS Excel

3. Pestaña **INF**: esn esta sección encontraran los valores finales del Inventario Nacional Forestal en su fase piloto que consistio en el levantamiento de 36 parcelas en Panamá. Aqui se muestran algunos valores de Bosque Maduro, Bosque Secundario, Bosque de Mangle. Tambien se muestran valores de hojarasca y materia muerta.

Resultados del Inventario Nacional Forestal (INF)			
Tabla 11. Biomasa aérea, volumen total y volumen comercial estimados para la fase piloto del INF. Los intervalos representan un nivel de confianza de 95 por ciento, expresados en términos absolutos.			
Categoría de cobertura y uso de la tierra	Volumen total ^a (m ³ /ha)	Volumen comercial ^b (m ³ /ha)	Biomasa aérea ^c (t/ha)
Bosque	250.1 ± 41.6	18.8 ± 10.8	145.1 ± 24.1
Bosque maduro	314.8 ± 40.0	35.8 ± 5.6	165.4 ± 20.9
Bosque secundario	226.1 ± 30.3	9.7 ± 1.5	130.2 ± 17.1
Bosque de mangle	173.8 ± 14.4	n.a.	169.9 ± 13.7
Bosque de rafia	245.6 ± 13.6	34.9 ± 1.9	111.7 ± 6.2
Bosque plantado (coníferas)	162.4 ± 10.9	n.a. D	129.6 ± 9.0
Fuera de bosque	29.5 ± 7.4	2.0 ± 0.9	17.8 ± 3.7
Rastrojo y vegetación arbustiva	58.6 ± 4.3	3.7 ± 0.3	35.8 ± 2.7
Pasto	22.1 ± 3.4	3.0 ± 0.9	11.7 ± 1.61
Cultivo agrícola	37.3 ± 3.2	0.4 ± 0.1	24.6 ± 2.2
Otro uso/cobertura	5.3 ± 0.7	n.a.	3.6 ± 0.5
Todas las categorías	153.9 ± 40.0	11.7 ± 5.8	89.6 ± 23.2
Error de muestreo (95%)	26.00%	49.70%	26.00%

^a Incluye árboles en pie.
^b Incluye árboles vivos de interés comercial con calidad de fuste A y B, y mayores o iguales a 50 cm DAP.
^c Incluye árboles vivos.
^d Para bosque plantado el concepto de volumen comercial difiere del bosque natural y requiere un análisis diferente.
 Nota: página 27 parrafo despues de tabla

Tabla 12. Reservas de carbono estimadas para la fase piloto del INF. Datos de contenido de carbono promedio con un intervalo de confianza de 95%.							
Categoría de cobertura y uso de tierra	C en biomasa aérea A (t/ha)	Proporcion de fide-comiso (Calms et al. 1997)	C en biomasa subterránea (t/ha)	C en madera muerta B (t/ha)	C en hojarasca (t/ha)	C orgánico en suelos D (t/ha)	C Total (t/ha)
Bosque	70.1 ± 11.6	0.21	14.8	7.6	1.0 ± 0.34	65.8 ± 14.8	159.3
Bosque maduro	79.8 ± 10.0	0.21	16.6	10.5	1.3 ± 0.2	51.6 ± 9.8	159.8
Bosque secundario	62.8 ± 8.2	0.21	13.5	7.4	0.6 ± 0.1	88.1 ± 13.0	172.4
Bosque de mangle	81.6 ± 6.6	0.21	17	3.8		32.2 ± 2.4	134.6
Bosque de rafia	53.6 ± 3.0	0.22	11.7	3	0.9 ± 0.05	91.1 ± 5.1	160.3
Bosque plantado	64.3 ± 4.5	0.21	13.7	1.6	3.5 ± 0.3	16.9 ± 1.3	100
Fuera de bosque	8.5 ± 1.75	0.27	2.3	2.6	0.18 ± 0.02	41.7 ± 7.4	55.3
Rastrojo y vegetación arbustiva	17.2 ± 1.3	0.25	4.3	6.6	0.1 ± 0.02	9.0 ± 1.3	37.2
Pasto	5.5 ± 0.8	0.29	1.6	0.5	0.1 ± 0.02	57.6 ± 7.4	65.3
Cultivo agrícola	11.7 ± 1.1	0.26	3.1	4.5	0.7 ± 0.09	106.5 ± 14.1	126.6
Otro uso/cobertura	1.7 ± 0.2	0.35	0.6	0.4			2.7
Todas las categorías	43.2 ± 11.1	0.22	9.7	5.4	0.65 ± 0.3	55.3 ± 12.3	114.2
Error de muestreo	26.00%		27	39.5%	51.90%	22.30%	

Figura 13 Pestaña de INF de la base de datos MS Excel

4. Pestaña **Uso Tierras**: en esta hoja se encuentran las matrices de el uso de la tierra, cambio del uso de la tierra (UTCUT) de Panamá. Se tienen matrices bien detalladas y año a año de las diferentes transiciones que se dan en la republica. Las matrices que aparecen en esta sección van del año 2000 al 2015 que es nuestro periodo histórico.

Uso de la Tierra y Cambio en el Uso de la Tierra (UTCUT) Vertical: Uso Inicial Horizontal: Uso Final	Año													
	Tierras forestales, Bosque Maduro	Tierras forestales, Bosque Secundario	Tierras forestales, Manglar	Tierras forestales, Bosque Intervenido	Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Latifoliadas)	Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Coníferas)	Tierras agrícolas, Cultivos anuales	Tierras agrícolas, Cultivos permanentes	Pastos, Pasto	Pastos, Rastrojos	Humedales	Asentamientos	Otras tierras	TOTALES
Tierras forestales, Bosque Maduro	2,855,800													2,855,800
Tierras forestales, Bosque Secundario		1,216,313					1,181		4,922	3,998	234			1,226,414
Tierras forestales, Manglar			177,514											177,514
Tierras forestales, Bosque Intervenido				64,292										64,292
Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Latifoliadas)					31,564									31,564
Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Coníferas)						3,961								3,961
Tierras agrícolas, Cultivos anuales							271,773	924	948					273,645
Tierras agrícolas, Cultivos permanentes								189,908						189,908
Pastos, Pasto									1,734,994	4,661				1,739,655
Pastos, Rastrojos			5,343						4,896	973,232			234	984,634
Humedales											76,396			76,396
Asentamientos												139,476		139,476
Otras tierras													3,284	3,284
TOTALES	2,855,800	1,221,627	177,514	64,858	31,564	3,961	273,884	110,824	1,746,461	982,123	76,629	139,710	3,284	7,690,262
Tierras forestales, Bosque Maduro	2,857,902			1,858					1,642	934				2,862,336
Tierras forestales, Bosque Secundario		1,224,744							4,927	3,741				1,233,412
Tierras forestales, Manglar			177,514											177,514
Tierras forestales, Bosque Intervenido				62,200										62,200
Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Latifoliadas)					31,564									31,564
Tierras forestales, Otros Bosques (Plantación Coníferas)						3,961								3,961
Tierras agrícolas, Cultivos anuales							273,645	924		948				275,517
Tierras agrícolas, Cultivos permanentes								189,978						190,517
Pastos, Pasto									1,728,855	4,919				1,733,774
Pastos, Rastrojos			3,985						3,284	973,402			2,116	980,672
Humedales											76,396			76,396
Asentamientos												137,360		137,360
Otras tierras													3,284	3,284
TOTALES	3,657,900	1,228,720	177,514	64,038	31,564	3,961	273,645	189,908	1,735,038	984,178	76,396	139,476	3,284	7,690,262

Figura 14 Pestaña de uso tierras de la base de datos MS Excel

5. Pestaña **Áreas Incendio**: Esta sección tiene como objetivo satisfacer el parámetro Adisturbance en las ecuaciones 2.14. y 2.27. Además, se presentan las áreas de incendios forestales levantadas en campo y estimadas, ya que la serie de datos no está completa para los años que van del 2004 al 2000.

PASO 1: A partir de los datos colectados por Salazar et al. 2017, se obtuvo un serie temporal inicial para 2005-2015, que incluye información agregada para bosques y área agropecuarias.

Año	Número de Incendios Forestal	Superficie afectada (Hectáreas)		Total
		Forestal	Agropecuaria	
		2005	355.00	
2006	446.00	3,022.90	4,614.90	7,637.80
2007	754.00	2,696.00	6,318.00	9,014.00
2008	257.00	751.10	2,858.50	3,609.60
2009	524.00	1,553.70	3,273.80	4,827.50
2010	256.00	726.40	1,576.10	2,302.50
2011	248.00	286.90	1,664.50	1,951.40
2012	157.00	1,010.20	1,085.70	2,095.90
2013	199.00	3,365.50	1,803.60	5,169.10
2014	693.00	737.80	2,776.00	3,513.80
2015	4,364.00	13,589.50	19,281.90	32,871.40
Total	8,253.00	30,735.80	48,256.90	78,992.70

Fuente: Salazar et al. 2017. Apoyo para fortalecer las capacidades técnicas de la Unidad de Cambio Climático- Contrato No.11013 PAN 2017.

PASO 2: A partir de los datos colectados por Salazar et al. 2017, se completa la serie temporal asumiendo el promedio anual para Tierras forestales y Agropecuarias.

Año	Número de Incendios Forestal	Superficie afectada (Hectáreas)		Total
		Forestal	Agropecuaria	
		2000	751.00	
2001	751.00	2,794.16	4,386.99	7,181.15
2002	751.00	2,794.16	4,386.99	7,181.15
2003	751.00	2,794.16	4,386.99	7,181.15
2004	751.00	2,794.16	4,386.99	7,181.15
2005	355.00	2,995.80	3,003.90	5,999.70
2006	446.00	3,022.90	4,614.90	7,637.80
2007	754.00	2,696.00	6,318.00	9,014.00
2008	257.00	751.10	2,858.50	3,609.60
2009	524.00	1,553.70	3,273.80	4,827.50
2010	256.00	726.40	1,576.10	2,302.50
2011	248.00	286.90	1,664.50	1,951.40
2012	157.00	1,010.20	1,085.70	2,095.90
2013	199.00	3,365.50	1,803.60	5,169.10
2014	693.00	737.80	2,776.00	3,513.80
2015	4,364.00	13,589.50	19,281.90	32,871.40
2016	751.00	2,794.16	4,386.99	7,181.15
Total	8,253.00	30,735.80	48,256.90	78,992.70

Figura 15 Pestaña de áreas incendio de la base de datos MS Excel

6. Pestaña **TF (Stocks)**: para esta sección, mostramos todos los bosques que permanecen como bosques en la serie temporal 2000-2015 como stocks o existencias de carbono.

TIERRAS FORESTALES QUE PERMANECEN COMO TIERRAS FORESTALES (EXISTENCIAS DE CARBONO)			
Los valores presentados aquí son los mismos que en la Hoja "Valores". La razón de repetirlos en el encabezado de esta hoja es para facilitar la revisión de las ecuaciones y los cálculos en las celdas.			
Notación	Gw	R	Cf
Nombre de la variable	Creimiento neto de la biomasa	Proporción raíz-a-tallo	Fracción de carbono
Unidades	[t d.m. / ha / yr]	[t BGB dm / (t AGB dm)]	[t C / (t d.m.)]
Bosque Maduro	165.15	0.21	0.48
Bosque Intervenido	140.69	0.21	0.48
Bosque Secundario	130.20	0.21	0.48
Manglar	169.90	0.49	0.451

EF	CATEGORY	Pool / Item	Note	Unit	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04
Annual carbon stocks in biomass in Forest land remaining Forest Land C = [AGB (t.d.m./ha) * (1+R)]*Cf *A								
FF_C Stocks	C_1	Bosque Maduro > Bosque Maduro	AGB+BGB	tC	284,058,998	283,004,484	282,376,962	281,838,406
FF_C Stocks	C_2	Bosque Intervenido > Bosque Intervenido	AGB+BGB	tC	2,085,841	2,238,541	2,545,638	2,717,483
FF_C Stocks	C_3	Bosque Secundario > Bosque Secundario	AGB+BGB	tC	93,075,205	92,737,577	92,701,698	92,380,977
FF_C Stocks	C_4	Manglar > Manglar	AGB+BGB	tC	20,456,665	20,348,459	20,348,459	20,348,459
Suma				t C / yr	399,676,708	398,329,061	397,972,757	397,285,325
A_1	Bosque Maduro > Bosque Maduro	AGB+BGB	Ha	2,961,389	2,950,396	2,943,854	2,938,239	
A_4	Bosque Intervenido > Bosque Intervenido	AGB+BGB	Ha	25,527	27,396	31,154	33,258	
A_2	Bosque Secundario > Bosque Secundario	AGB+BGB	Ha	1,230,825	1,226,360	1,225,886	1,221,645	
A_3	Manglar > Manglar	AGB+BGB	Ha	179,176	178,228	178,228	178,228	

Figura 16 Pestaña de TF (Stocks) de la base de datos MS Excel

7. Pestañas de **Categorías IPCC**: En la base de datos se podrán apreciar 6 pestañas de colores que describen cada categoría del IPCC (Tierras Forestales, Tierra de Cultivo, Pastizales, Humedales, Asentamientos y otras tierras). En cada una de estas pestañas se calculan las emisiones y absorciones dependiendo de los cambios de uso de la tierra ocurridos en la serie temporal. En algunas pestaña puede que no exista algún tipo de calculo, esto indica que no existieron transiciones en estas categorías.



Figura 17 Pestaña de categorías IPCC base de datos MS Excel

8. Pestaña **Results**: En esta pestaña podremos apreciar los cambios en las existencias de carbono en tCO₂ y tCO₂eq como también las emisiones no CO₂ por quema de biomasa. Estos datos se expresan año a año del 2000 hasta el 2015.

Cambios en las existencias de carbono										
Categoría	Sub-categoría	Depósito de carbono	Gas	Unidades	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04		
Tierra forestal	TF>TF	Biomasa (AGB+BGB)	CO2	t CO2	29,897,772.60	29,862,500.64	29,874,248.51	29,878,895.10		
Tierra forestal	TF>TF	Materia orgánica muerta	CO2	t CO2	-	-	-	-		
Tierra forestal	Tierras forestales (Conversión entre categorías)	Biomasa (AGB+BGB)	CO2	t CO2	-	56,056.46	118,892.02	56,077.45	49,692.30	
Tierra forestal	Tierras forestales (Conversión entre categorías)	Materia orgánica muerta	CO2	t CO2	-	18,500.38	39,238.07	18,507.31	16,400.01	
Tierra forestal	>TF	Biomasa (AGB+BGB)	CO2	t CO2	-	1,731,751.77	1,066,178.83	888,722.86	1,244,392.93	
Tierra forestal	>TF	Materia orgánica muerta	CO2	t CO2	-	70,340.86	21,653.20	12,032.81	12,636.29	
Tierra Cultivo	>CL	Biomasa (AGB+BGB)	CO2	t CO2	-	412,283.85	219,882.16	234,246.77	278,185.17	
Tierra Cultivo	>CL	Materia orgánica muerta	CO2	t CO2	-	66,859.93	34,650.18	37,561.21	46,465.47	
Pastizales	>GL	Biomasa (AGB+BGB)	CO2	t CO2	-	6,330,271.54	4,293,970.00	2,371,194.77	2,927,203.56	
Pastizales	>GL	Materia orgánica muerta	CO2	t CO2	-	488,642.98	364,367.34	229,647.42	227,189.71	
Humedales	>WL	Biomasa (AGB+BGB)	CO2	t CO2	-	-	-	-	-	
Humedales	>WL	Materia orgánica muerta	CO2	t CO2	-	-	-	-	-	
Asentamientos	>A	Biomasa (AGB+BGB)	CO2	t CO2	-	-	131,233.71	14,392.47	-	
Asentamientos	>A	Materia orgánica muerta	CO2	t CO2	-	-	16,929.01	1,871.10	-	
Otras tierras	>O	Biomasa (AGB+BGB)	CO2	t CO2	-	-	-	-	-	
Otras tierras	>O	Materia orgánica muerta	CO2	t CO2	-	-	-	-	-	
Total de emisiones					24,186,568.37	25,687,863.78	27,787,440.08	27,565,515.51		
Emisiones no-CO2 por quema de biomasa										
Tierra forestal	TF>TF	NA	CO2	t CO2	-	132,771.84	132,771.84	132,771.84	132,771.84	
Tierra forestal	TF>TF	NA	CH4	t CO2e	-	15,999.85	15,999.85	15,999.85	15,999.85	
Tierra forestal	TF>TF	NA	N2O	t CO2e	-	4,453.74	4,453.74	4,453.74	4,453.74	
Total general					Todos	t CO2e	24,033,342.95	25,534,638.35	27,634,214.66	27,412,290.09
Nivel de Referencia REDD+					Todos	t CO2e				

Figura 18 Pestaña de Resultados de la base de datos MS Excel

12 RESULTADOS DE EMISIONES Y ABSORCIONES DE GEI- NR

El nivel de referencia de Panamá se elaboró bajo el enfoque de la media histórica en base a los datos disponibles que va del 2000 al 2015. Como resultado de dicho análisis el nivel de referencia forestal de Panamá es de **27, 735,675.33 t CO₂e_q**, que tendrá un periodo de validez de 5 años a partir del 2016, para el periodo 2016-2020.

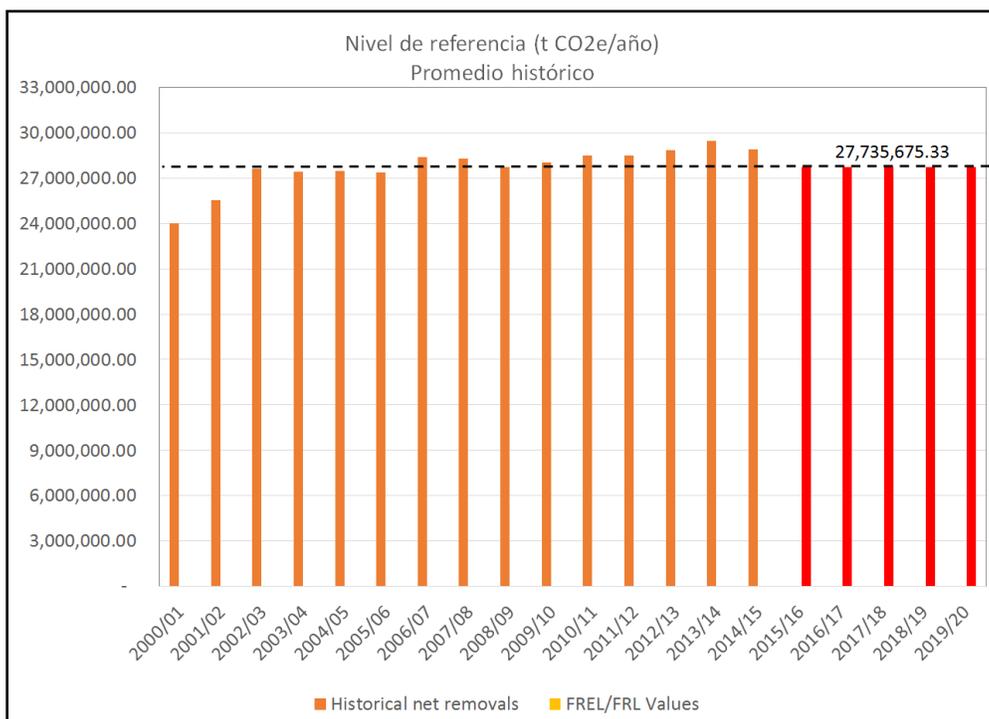


Figura 19 Nivel de Referencia de Panamá, 2016-2020

De requerir mayor detalle e información, se debe remitir a la base de datos de MS Excel, denominada "NRF_Panamá". En esta sección solo se muestran resultados puntuales del Nivel de Referencia debido a que los cálculos son muy extensos. La base de datos fue creada especialmente para dar transparencia al Nivel de Referencia Forestal de Panamá, en la cual pueden consultarse todos los cálculos, el uso de las ecuaciones y los estimados que resultan en los valores propuestos.

13 PLAN DE MEJORA

- Disponibilidad limitada de imágenes de alta resolución: Se espera que la disponibilidad de imágenes de alta resolución aumente para Panamá.
- Se pretende generar un modelo probabilístico para la Distribución espacial de las parcelas: se recomienda realizar un análisis que permita distribuir las parcelas de forma representativa para cada una de las categorías de interés (ya sea por zonas de vida, como por tipo de manejo u otra categoría de interés que surja). La intensificación de las parcelas debe realizarse en las áreas puntuales que presentan las cinco actividades REDD+ y no basarse en la unidad político-administrativa tal y como se hizo en el Mapatón. Esto último se puede realizar utilizando los mapas de deforestación elaborados por el Ministerio de Ambiente en el marco del proyecto ONUREDD Panamá en donde se ubican espacialmente dichas zonas deforestadas.
- Carencia de un protocolo de control y evaluación de calidad robusto: dada la experiencia de todo lo que se tuvo que rehacer como parte de QC/QA para este primer NREF, se pretende elaborar un protocolo para el control de calidad que contemple reinterpretar un número a determinar de parcelas por parte de un equipo de expertos que garantice datos robustos para posteriormente comparar los resultados obtenidos con los del Mapatón y así determinar el nivel de incertidumbre de interpretación por entes externos. Dicho proceso se verá acompañado de la elaboración de un documento que recoja el protocolo y el análisis de los datos obtenidos como también de giras a campo para determinar el tipo de cobertura in situ y la captura de imágenes de la parcela interpretada mediante Drones. Seguirá la misma metodología empleada hasta el momento y será llevada a cabo por expertos independientes al proceso ejecutado hasta la fecha.
- Información incompleta referente a consumo de leña y carbón vegetal, extracción de biomasa, y otros datos de actividad necesarios para elaborar los NREF e INGEI: se espera solventar esta problemática mediante la institucionalización del “Sistema Interinstitucional para la Recolección de Datos para el INGEI” el cual conlleva una serie de acuerdos y protocolos entre los distintos organismos responsables de generar la información y el Ministerio de Ambiente responsable de recopilar los datos. De igual forma se plantea coordinar con los encargados de levantar la información de concesiones y permisos para incluir las áreas - georreferenciadas de las mismas. Hasta la fecha, se está desarrollando un esquema de la plataforma web con la que se recopilarán los datos, como también los procesos para definir y concretar los acuerdos y protocolos interinstitucionales. Este proceso permitirá a Panamá definir con mayor precisión sus FEs y así poder tener un valor más real y menos castigador a las categorías de Bosques Intervenido entre otras. La sección de estadística forestal considerará tomar estos datos de madera combustible (consumo de leña) de 2017 en adelante. Además se pretende realizar una sinergia con la unidad encargada de recolectar los datos de incendios forestales para garantizar la transparencias de los datos

- El componente de Carbono organico en suelo no fue incluido en este nivel de referencia debido al falta de datos detallados sobre aplicación de cal (encalado) y de información para estimar la formación de carbonatos minerales, lixiviación y trnapsorte de carbono inorgánico. Se pretende realizar los arreglos institucionales para recopilar esta información lo mas transparente y precisa posible.

14 REFERENCIAS

- Cairns, M.A., Brown, S., Helmer, E.H. & Baumgardner, G.A.** (1997). Root biomass allocation in the world's upland forests. *Oecologia*, 111(1): 1–11.
- Chave et al.** (2014). Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. *Global Change Biology* (2014) 20, 3177–3190.
- Goodman et al.**, 2013. Amazon palm biomass and allometry. *Forest ecology and management*, 310: 994–1004
- Tiepolo, G., Calmon, M. & Feretti, A.R.** (2002). Measuring and Monitoring Carbon Stocks at the Guaraqueçaba Climate Action Project, Paraná, Brazil. In: *International Symposium on Forest Carbon Sequestration and Monitoring*. Extension Serie Taiwan Forestry Research Institute 153:98-115
- Schnitzer et al.** (2006). Censusing and measuring lianas: A quantitative comparison of the common methods. *Biotropica* 38(5), p 581-591.
- van Wagner, C.E. (1968). The line-intersect method in forest fuel sampling. *For. Sci.* 14: 20-26.
- Asdrúbal C., Scott C.** (2012). Manual de usuario del Sistema SIBP². Sistema de Inventario de Bosques Públicos (SIBP V3.0).
- Reyes et al.** (2017). Definiciones para el tema de REDD+ dentro del Marco Legal de Panamá. Autoria propia
- ANAM et al.** (2010). Programa conjunto de las naciones unidas para la reducción de emisiones provenientes de deforestación y de degradación de los bosques en Panamá (UNREDD). Documento de programa conjunto.
- ANAM 2011.** (2011). Segunda Comunicación Nacional, ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático
- Gobierno de Panamá – NDC.** (2016) Contribución Nacionalmente Dterminada a la Mitigación del cambio climático (NDC) de la republica de Panamá ante la CMNUCC.
- ANAM, 2014.** (2014). Quinto informe nacional de Biodiversidad de panamá ante el convenio sobre diversidad Biológica.
- Miambiente et al.** (2017). Summary Sto Domingo Workshop progress 250917. Dpcumento elabora para control de calidad delo los datos de actividad.

Todos los reportes e informes, así como los datos empleados en el Nivel de Referencia Forestal de Panamá están accesibles en el siguiente repositorio:

https://drive.google.com/open?id=109P_7gyatWnEi61vYlipygoyYfgWiSY1. Con este repositorio se espera cumplir con los requerimientos de transparencia definidos por la COP en la decisión 12/CP.17 y 13/CP.19.

15 ANEXOS

ANEXO_2_ Gaceta oficial digital Definición de bosque de Panamá y protocolo de elaboración del Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra año 2012

ANEXO_3_ Protocolo para la definición de los datos de actividad del NREFNRF mediante la aplicación de la herramienta Collect Earth.

ANEXO_4_ Inventario Nacional Forestal y de Carbono de Panamá - Resultados de la Fase Piloto 2013-2015

ANEXO_5_ Analisis de Degradación

ANEXO_6_ Metodología para la estimación de datos de actividad para la degradación forestal en el contexto del nivel de referencia REDD+ de Panamá

ANEXO_7_ Sistema_ Clasificación

ANEXO_8_ Alianza_ por_ el_ Millon

ANEXO_9_ Ley 69 incentivos a la reforestación

ANEXO_10_ PANAMA summary Sto Domingo Workshop progress 250917

ANEXO_11_ Metodología para la detección y cuantificación de incendios de Masas Vegetales por el Ministerio de Ambiente

ANEXO_12_ Flujo de la informacion Estadistica de aprovechamiento Forestal

En cumplimiento del requisito para pagos por resultados REDD+ establecido en el párrafo 71, de la decisión 1/CP.16, según las modalidades definidas en la decisión 12/CP.17 y con objeto de ser revisado técnicamente según la decisión 13/CP.19 de la Conferencia de las Partes a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

ENERO 2018