

RAGEI | 2014

Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del sector
Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura 2014

Categorías:
**TIERRAS FORESTALES,
TIERRAS AGRÍCOLAS,
PRADERAS, HUMEDALES,
ASENTAMIENTOS Y OTRAS TIERRAS**

**Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del sector
Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura del año 2014
Categorías: Tierras forestales, Tierras agrícolas,
Praderas, Humedales, Asentamientos y Otras tierras**

Preparado por:

Ministerio del Ambiente
Dirección General de Cambio Climático y Desertificación
Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático

Ministerio de Agricultura y Riego
Servicio Nacional Forestal y Fauna Silvestre

Lima, 2019

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO	10
1. INTRODUCCIÓN	14
2. METODOLOGÍA	15
2.1. Mejoras metodológicas implementadas y acciones pendientes	15
2.2. Metodología de cálculo aplicada	17
2.3. Representación de las categorías de la tierra	18
2.4. Análisis de incertidumbre.....	24
2.5. Garantía de Calidad / Control de Calidad.....	27
2.6. Proceso de elaboración del RAGEI	30
2.6.1. Procedimientos y arreglos utilizados para recolectar la información de los datos de actividad y los factores de emisión	30
2.6.2. Procedimientos y arreglos utilizados para archivar la data recibida y procesada	32
2.6.3. Esfuerzos para hacer de la elaboración del RAGEI un proceso continuo.....	32
3. RESULTADO SECTORIAL:	33
3.1. Emisiones sectoriales del año 2014	33
3.2. Descripción de la situación sectorial	36
3.3. Análisis de los resultados	39
3.4. Coherencia de la serie temporal	40
4. RESULTADOS POR CATEGORÍA	44
4.1. Tierras forestales.....	44
4.1.1. Tierras forestales que siguen siendo tierras forestales (TFTF).....	44
4.1.1.1. Elección del método.....	44
4.1.1.2. Descripción del nivel de actividad.....	49
4.1.1.3. Factores de emisión y conversión	56
4.1.1.4. Análisis de incertidumbre.....	58
4.1.1.5. Garantía de la calidad/control de calidad	59
4.1.1.6. Análisis de resultados de la categoría	60
4.1.1.7. Sigüientes pasos	62
4.1.2. Tierras convertidas en Tierras Forestales (TTF)	63
4.1.2.1. Elección del método.....	63
4.1.2.2. Descripción del nivel de actividad.....	66
4.1.2.3. Factores de emisión y conversión	70
4.1.2.4. Análisis de incertidumbre.....	71
4.1.2.5. Garantía de calidad/Control de calidad	72
4.1.2.6. Análisis de resultados de la categoría	73

4.1.2.7.	Siguientes pasos	75
4.2.	Tierras Agrícolas	75
4.2.1.	Tierras Agrícolas que siguen siendo Tierras Agrícolas (TATA).....	75
4.2.1.1.	Elección del método	75
4.2.1.2.	Descripción del nivel de actividad	76
4.2.1.3.	Factores de emisión y conversión	81
4.2.1.4.	Análisis de incertidumbre.....	81
4.2.1.5.	Garantía de calidad/Control de calidad	82
4.2.1.6.	Análisis de resultados de la categoría	82
4.2.1.7.	Siguientes pasos	83
4.2.2.	Tierras convertidas en Tierras Agrícolas (TTA).....	83
4.2.2.1.	Elección del método	83
4.2.2.2.	Descripción del nivel de actividad	86
4.2.2.3.	Factores de emisión y conversión	90
4.2.2.4.	Análisis de incertidumbre.....	93
4.2.2.5.	Garantía de calidad/Control de calidad	94
4.2.2.6.	Análisis de resultados de la categoría	95
4.2.2.7.	Siguientes pasos	100
4.3.	Praderas	100
4.3.1.	Praderas que siguen siendo Praderas (PP).....	100
4.3.2.	Tierras convertidas en Praderas (TP)	101
4.3.2.1.	Elección del método	101
4.3.2.2.	Descripción del nivel de actividad	103
4.3.2.3.	Factores de emisión y conversión	106
4.3.2.4.	Análisis de incertidumbre.....	108
4.3.2.5.	Garantía de calidad/Control de calidad	109
4.3.2.6.	Análisis de resultados de la categoría	110
4.3.2.7.	Siguientes pasos	117
4.4.	Humedales.....	118
4.5.	Asentamientos	118
4.5.1.	Asentamientos que siguen siendo Asentamientos (ATAT)	118
4.5.2.	Tierras convertidas en Asentamientos (TAT)	118
4.5.2.1.	Elección del método	118
4.5.2.2.	Descripción del nivel de actividad	119
4.5.2.3.	Factores de emisión y conversión	122
4.5.2.4.	Análisis de incertidumbre.....	123

4.5.2.5.	Garantía de calidad/Control de calidad	124
4.5.2.6.	Análisis de resultados de la categoría	124
4.5.2.7.	Siguientes pasos	126
4.6.	Otras Tierras.....	126
4.6.1.	Otras Tierras que siguen siendo Otras Tierras (OTOT).....	126
4.6.2.	Tierras convertidas en Otras Tierras	126
4.6.2.1.	Elección del método.....	127
4.6.2.2.	Descripción del nivel de actividad.....	128
4.6.2.3.	Factores de emisión y conversión.....	131
4.6.2.4.	Análisis de incertidumbre.....	132
4.6.2.5.	Garantía de calidad/Control de calidad	133
4.6.2.6.	Análisis de resultados de la categoría	133
4.6.2.7.	Siguientes pasos	135
5.	RECOMENDACIONES	135
	ANEXOS:.....	137
	Anexo A: Datos del responsable del RAGEI	137
	Anexo B: Resultados del Sector USCUS – Formatos OBP2003	138

TABLAS

Tabla 1. Acciones de mejora implementadas por recomendaciones del ICA.....	15
Tabla 2. Acciones de mejora implementadas por iniciativa del sector.....	15
Tabla 3. Acciones de mejora planificadas para futuros RAGEI	16
Tabla 4. Categorías, reservorios y gases considerados y evaluados en el Sector USCUS	17
Tabla 5. Información para elaborar la matriz US/CUS, periodo 2013-2016	19
Tabla 6. Insumos para la identificación del Bosque Secundario	20
Tabla 7. Correspondencia entre las clases del Mapa de Uso/CUS y del IPCC.....	21
Tabla 8. Matriz de Uso y Cambio de Uso 2013-2016	23
Tabla 9. Calculo de incertidumbre del sector USCUS.....	26
Tabla 10. Procedimientos generales de control de calidad	28
Tabla 11. Procedimientos de control de calidad específicos aplicados	29
Tabla 12. Rol de las entidades involucradas en la elaboración del RAGEI.....	32
Tabla 13. Emisiones de GEI del sector USCUS en el año 2014	33
Tabla 14. Serie temporal de emisiones originales de los años 2000, 2005, 2010, 2012 y emisiones actualizadas 2012 y 2014, por cada tipo de uso y cambio de uso de la tierra	41
Tabla 15. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones en TTF	50
Tabla 16. Superficie de TTF que muestran incremento de biomasa.....	52
Tabla 17. Producción de madera rolliza por especie (m ³ /año).....	52
Tabla 18. Consumo anual de leña a nivel nacional	56
Tabla 19. Factores de emisión empleados para estimar ganancias y pérdidas de carbono del reservorio de biomasa viva en TTF.....	57
Tabla 20. Incertidumbres asociadas a los datos de actividad	58
Tabla 21. Incertidumbres asociadas a los factores de emisión.....	58
Tabla 22. Incertidumbre combinada y en la tendencia de tierras forestales que permanecen como tierras forestales	59
Tabla 23. Procedimientos de control de calidad para las emisiones de GEI en TTF	59
Tabla 24. Aumento anual de las reservas de carbono de la biomasa viva en TTF, año 2014 ...	60
Tabla 25. Pérdida anual de las reservas de carbono de la biomasa viva en TTF, año 2014.....	61
Tabla 26. Datos de actividad para el cálculo de las emisiones en TTF.....	68
Tabla 27. Superficies de TTF por regeneración natural, anualizada	69
Tabla 28. Superficie reforestada y acumulado por Región, año 2014	69
Tabla 29. Superficie corregida en base a la superficie satelital de plantaciones forestales en el año 2011.....	70
Tabla 30. Factores de emisión para el cálculo de las absorciones en TTF	70
Tabla 31. Incertidumbres asociadas a los datos de actividad	71
Tabla 32. Incertidumbres asociadas a los factores de emisión.....	71
Tabla 33. Incertidumbre combinada y en la tendencia de TTF.....	72
Tabla 34. Procedimientos de control de calidad para las emisiones de GEI en TTF	72
Tabla 35. Incremento anual de Carbono en la Biomasa Viva de Tierras que se convierten en Tierras Forestales	73
Tabla 36. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones en Tierras Agrícolas que siguen siendo Tierras Agrícolas	77
Tabla 37. Superficie instalada de cultivos perennes en el año 2014	78
Tabla 38. Superficie instalada de cultivos perennes en el año 2013 y superficie perdida en año 2014.....	79

Tabla 39. Factores de emisión para TATA.....	81
Tabla 40. Incertidumbre combinada y en la tendencia de TATA.....	81
Tabla 41. Procedimientos de control de calidad para las emisiones de GEI en TATA.....	82
Tabla 42. Variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva en TATA.....	82
Tabla 43. Descripción del nivel de actividad para el cálculo de las emisiones en TTA.....	88
Tabla 44. Superficie de Tierras que se convierten en Tierras Agrícolas para el año de reporte.	89
Tabla 45. Factores de emisión del reservorio de biomasa viva, en TTA.....	90
Tabla 46. Factores de emisión del reservorio de carbono orgánico del suelo, en TTA.....	91
Tabla 47. Factores de emisión empleados para estimar emisiones de GEI diferentes al CO ₂ , en TTA.....	92
Tabla 48. Incertidumbres asociadas a los datos de actividad.....	93
Tabla 49. Incertidumbres asociadas a los factores de emisión de biomasa viva y suelos.....	93
Tabla 50. Incertidumbre combinada y en la tendencia de tierras convertidas en tierras agrícolas.....	94
Tabla 51. Procedimientos de control de calidad para las emisiones de GEI en TTA.....	94
Tabla 52. Variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva en tierras convertidas en tierras agrícolas.....	96
Tabla 53. Variación anual de las reservas de carbono en suelos minerales en TTA.....	97
Tabla 54. Variación anual del stock de carbono en suelos orgánicos en TTA.....	98
Tabla 55. Emisiones de gases diferentes al CO ₂ por quema de biomasa en TTA.....	99
Tabla 56. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones en TP.....	104
Tabla 57: Superficie de Tierras que se convierten en Praderas para el año de reporte.....	105
Tabla 58. Factores de emisión del reservorio de biomasa viva en TP.....	106
Tabla 59. Factores de emisión del reservorio de carbono orgánico del suelo en TP.....	107
Tabla 60. Factores de emisión para estimar emisiones de GEI diferentes al CO ₂ , en TP.....	108
Tabla 61. Incertidumbres asociadas a los datos de actividad.....	108
Tabla 62. Incertidumbre combinada y en la tendencia de TP.....	109
Tabla 63. Procedimientos de control de calidad para las emisiones de GEI en TP.....	109
Tabla 64: Variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva en TP.....	111
Tabla 65. Variación anual de las reservas de carbono en suelos minerales en TP.....	113
Tabla 66: Variación anual del stock de carbono en suelos orgánicos en TP.....	115
Tabla 67. Emisiones de gases diferentes al CO ₂ por quema de biomasa en TP.....	116
Tabla 68. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones en TAT.....	120
Tabla 69: Superficie de Tierra convertida en Asentamientos para el año 2014.....	121
Tabla 70. Factores de emisión para el cálculo de las emisiones en TAT.....	122
Tabla 71. Incertidumbres asociadas a los datos de actividad.....	123
Tabla 72. Incertidumbre combinada y en la tendencia en TAT.....	124
Tabla 73. Procedimientos de control de calidad para las emisiones de GEI en TAT.....	124
Tabla 74: Emisiones por TAT en el año 2014.....	125
Tabla 75. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones en TOT.....	129
Tabla 76: Superficie de tierra convertida en Otras Tierras para el año 2014.....	130
Tabla 77. Factores de emisión del reservorio de biomasa viva en TOT.....	131
Tabla 78. Incertidumbres asociadas a los datos de actividad.....	132
Tabla 79. Incertidumbre combinada y en la tendencia en la categoría Asentamientos.....	133
Tabla 80. Procedimientos de control de calidad para las emisiones de GEI en TOT.....	133
Tabla 81: Variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva en TOT.....	134

FIGURAS

Figura 1. Emisiones de GEI del Sector USCUS, 2014.....	12
Figura 2. Etapas en la preparación de mapas sobre el Uso y Cambio de Uso de la Tierra	19
Figura 3. Estructura de arreglos institucionales para elaboración del RAGEI 2014.....	31
Figura 4. Emisiones y absorciones de GEI (GgCO ₂ eq) por subcategorías, año 2014.....	34
Figura 5. Emisiones y absorciones de GEI sin absorciones del Bosque Secundario que permanece como tal (GgCO ₂ eq), año 2014.....	35
Figura 6. Pérdida de bosque anual en el bioma Amazónico (ha).....	36
Figura 7. Uso final de la tierra por conversión de bosque primario, periodo 2011-2013.....	37
Figura 8. Porcentaje de la población que consume leña o carbón para preparación de sus alimentos, por región geográfica	38
Figura 9. Evolución de las emisiones del GEI del Sector USCUS por subcategoría (GgCO ₂ eq)..	39
Figura 10. Actualización de las emisiones de GEI del año 2012, por sub-categorías de uso de la tierra.....	43
Figura 11. Árbol de decisión para identificar el nivel metodológico apropiado para Tierras Forestales que permanecen como Forestales	45
Figura 12. Evolución de las emisiones de GEI en TTF, en el periodo 2012-2014 (Gg CO ₂ eq)....	62
Figura 13. Árbol de decisión para identificar el nivel metodológico apropiado para tierras que se convierten en otra categoría de uso (tomando el ejemplo de TTF)	64
Figura 14. Evolución de absorciones de GEI en TTF (Gg CO ₂ eq)	74
Figura 15. Absorciones netas en TATA, periodo 2012-2014 (GgCO ₂ eq)	83
Figura 16. Emisiones de GEI en TTA, periodo 2012-2014 (GgCO ₂ eq)	100
Figura 17. Emisiones de GEI en TP, periodo 2012-2014 (GgCO ₂ eq).....	117
Figura 18. Emisiones de GEI en TAT, periodo 2012-2014 (GgCO ₂ eq)	126
Figura 19. Emisiones de GEI en TOT, periodo 2012-2014 (GgCO ₂ eq)	135

SIGLAS Y ACRÓNIMOS:

A	Asentamientos
AGB	Biomasa sobre el suelo
BGB	Biomasa bajo el suelo
BPrim	Bosque Primario
BSec	Bosque Secundario
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático
CUS	Cambio de Uso del Suelo
DB	Densidad Básica
DGCCD	Dirección General de Cambio Climático y Desertificación - MINAM
DGFFS	Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre (ahora SERFOR)
FE	Factor de Emisión
FEB	Factor de Expansión de la Biomasa
FC	Fracción de Carbono
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GL1996	Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero - Versión Revisada en 1996
GL2006	Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero
H	Humedales
INDECI	Instituto Nacional de Defensa Civil
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
INGEI	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>)
MMCB	Módulo de Monitoreo de la Cobertura de Bosques – MINAM
MINAGRI	Ministerio de Agricultura y Riego
MINAM	Ministerio del Ambiente
NREF	Nivel de Referencia de Emisiones Forestales por Deforestación del Bioma Amazónico
OBP2003	Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas para Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura
OT	Otras Tierras
P	Praderas (Pastos)
PART	Parcialmente estimado
PNCBMCC	Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación al Cambio Climático – MINAM
RAGEI	Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero
SERFOR	Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - MINAGRI
TF	Tierras Forestales
TA	Tierras Agrícolas
USCUSS	Uso del Suelo, Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura (equivalente a UTCUTS o Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura)

RESUMEN EJECUTIVO

El siguiente documento presenta los resultados de la evaluación de las emisiones y absorciones de GEI del Sector USCUS, correspondientes al año 2014, así como la actualización de los resultados del año 2012, que fueron originalmente presentados en la Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático (MINAM, 2016) a la CMNUCC.

Las estimaciones, como en los inventarios anteriores, han sido desarrolladas siguiendo la Orientación sobre las buenas prácticas para Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (IPCC, 2003), denominadas nacionalmente OBP2003. Estas, proponen tres niveles metodológicos que pueden ser usados por los países en función a la disponibilidad y calidad de la información de base requerida para elaborar el inventario.

Las categorías de evaluación del sector USCUS se basan en las clases generales del uso de la tierra, bajo las cuales todas las subclases relevantes para el país pueden ser agrupadas. Asimismo, estas categorías abarcan las áreas que permanecen en la misma categoría y las áreas que cambian de categoría, durante el año analizado. Las categorías son:

- Tierras Forestales (TF)
 - Tierras Forestales que permanecen como Tierras Forestales (TFTF)
 - Tierras convertidas en Tierras Forestales (TTF)
- Tierras Agrícolas (TA)
 - Tierras Agrícolas que permanecen como Tierras Agrícolas (TATA)
 - Tierras convertidas en Tierras Agrícolas (TTA)
- Praderas (P)
 - Praderas que permanecen como Praderas (PP)
 - Tierras convertidas en Praderas (TP)
- Humedales (H)
 - Humedales que permanecen como Humedales (HH)
 - Tierras convertidas en Humedales (TH)
- Asentamientos (AT)
 - Asentamientos que permanecen como Asentamientos (ATAT)
 - Tierras convertidas en Asentamientos (TTA)
- Otras Tierras (OT)
 - Tierras convertidas en Otras Tierras (TOT)

En cada una de ellas, se evalúan las variaciones de las reservas de carbono: biomasa aérea, biomasa subterránea, materia orgánica muerta y carbono orgánico del suelo; de acuerdo a lo requerido en la OBP2003. Esto puede resultar en emisiones y/o absorciones de Dióxido de Carbono (CO₂). Así también, de ocurrir, se evalúan las emisiones de otros gases de efecto invernadero, especialmente de Metano (CH₄) y Óxido Nitroso (N₂O), generadas por actividades como la quema de biomasa, enclavado de suelos y drenaje de humedales.

En la elaboración del RAGEI USCUS 2014 y actualización del RAGEI USCUS 2012, se ha utilizado una combinación de los niveles metodológicos para analizar los reservorios de carbono y otros GEI, con la mejor información disponible del país. En ese sentido:

- Se usó el Procedimiento 3, para determinar los usos y cambios de uso de la tierra en el bioma Amazónico, al estar basados en información espacialmente explícita;
- Se usó el Método de Nivel 1, con el uso de factores de emisión por defecto y datos de actividad de escala nacional, para la estimación de la variación de las reservas de carbono en TFTF a nivel nacional;

- Se usó el Método de Nivel 2, con la combinación de factores de emisión nacionales y por defecto, además de datos de actividad espacialmente explícitos, para la estimación de la variación de las reservas de carbono generadas por el cambio de uso de la tierra, entre las seis categorías, en la Amazonía.
- Se analizó, en todas las categorías, las emisiones y/o absorciones de CO₂ por la variación en la biomasa aérea y biomasa subterránea.
- Solo en las categorías de cambio Tierras Forestales convertidas a Tierras Agrícolas (TFTA) y Tierras Forestales convertidas a Praderas (TFP), se estimaron las variaciones en el carbono orgánico del suelo, así como las emisiones de CH₄ y N₂O por quemas de biomasa.

Asimismo, se ha conformado el Grupo Técnico de Apoyo (GTA) para la recopilación, procesamiento y revisión de los resultados. Todos los supuestos empleados fueron validados en este espacio, donde, además de la participación de la DGCCD, PNCBMCC y SERFOR, se contó con el aporte de instituciones de la academia y centros de investigación. El proceso también consideró numerosas consultas a expertos sobre el reporte de las emisiones/absorciones relacionadas al Bosque Secundario de la Amazonía.

Las principales fuentes de información para elaborar el RAGEI USCUS se provienen del Módulo de Monitoreo de la Cobertura de Bosques (MMCB) del PNCBMCC y del Centro de Información de Estadística Forestal de SERFOR. Anuarios estadísticos de otras instituciones, como el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) y el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), también fueron consultadas.

En el RAGEI USCUS 2014, se han implementado una serie de mejoras respecto a los inventarios anteriores, que fueron factibles por la generación de nueva información del sector, así como de recomendaciones de procesos de revisión. Las más relevantes son:

- Representación coherente de la tierra, del bioma Amazónico, a través de los Mapas de Uso y Cambio de Uso generados por el MMCB para los periodos 2011-2013 y 2013-2016. Con ellos fue posible identificar los cambios de uso entre las seis categorías y analizar sus emisiones/absorciones de GEI.
- Aproximación de la identificación espacialmente explícita del Bosque Secundario en toda la Amazonía, en los periodos 2011-2013 y 2013-2016; e inclusión de las emisiones y absorciones generadas en estas áreas.
- Corrección de las observaciones realizadas por el Proceso de Consulta y Análisis Internacional (ICA, por sus siglas en inglés), referidas a:
 - Ecuación para la estimación de la variación de la biomasa en TATA.
 - Adopción de factores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (GL2006), en específico, para el cálculo de emisiones de CO₂ por extracción de madera.
 - Inclusión de la biomasa subterránea en la estimación de emisiones de CO₂ por otras pérdidas, en TTF.
 - Uso de las tablas de reporte de resultados provistas en la OBP2003.

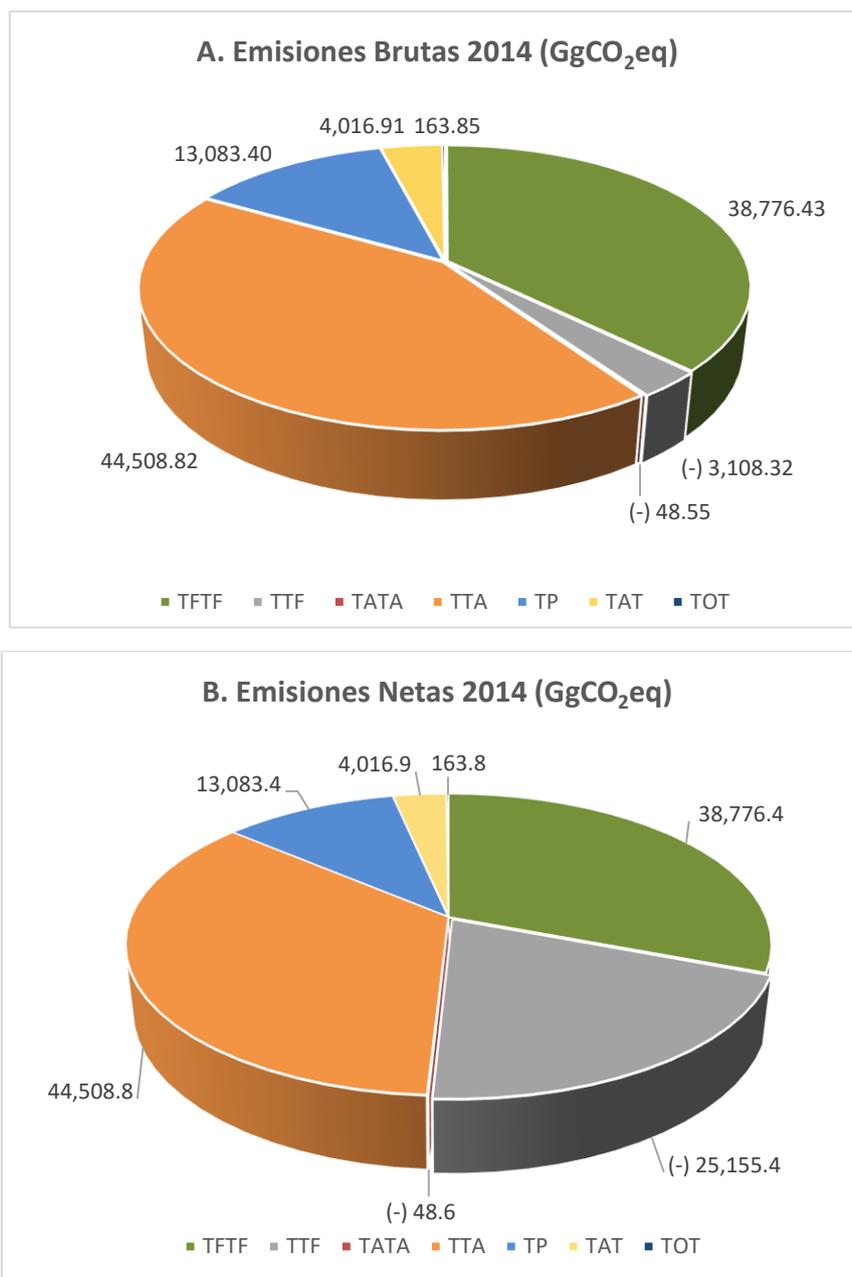
Considerando que, entre todos los sectores que conforman el Inventario Nacional de GEI (INGEI), solo en el sector USCUS se generan absorciones de carbono como consecuencia del incremento de la biomasa viva (biomasa aérea y subterránea) y cambios en el carbono orgánico del suelo; las emisiones totales son estimadas como la diferencia entre las emisiones de GEI (con signo +) y las absorciones de carbono (con signo -), ambos expresados en unidades de Dióxido de Carbono Equivalentes (CO₂eq).

Del total de absorciones generadas en diferentes categorías, las principales han sido registradas en las Tierras convertidas a Tierras Forestales (TTF), especialmente en las áreas del Bosque Secundario. En ese sentido, se presenta el resultado sectorial en dos formatos:

- Emisiones totales sin considerar las absorciones generadas por el incremento anual de la biomasa viva en las áreas de Bosque Secundario que sigue siendo Bosque Secundario, denominadas “Emisiones Brutas”¹ en el presente reporte;
- Emisiones totales netas, denominadas “Emisiones Netas”, que consideran el balance completo entre emisiones y absorciones de GEI.

En el año 2014, las Emisiones Brutas ascienden a 97,392.5 GgCO₂eq, mientras que las Emisiones Netas a 75,345.5 GgCO₂eq. La diferencia, de aproximadamente 22 mil GgCO₂eq evidencia el gran potencial de mitigación de los Bosques Secundarios. La desagregación de los resultados se presenta a continuación:

Figura 1. Emisiones de GEI del Sector USCUSS, 2014



¹ Se debe clarificar que las Emisiones Brutas sí incluyen el descuento por otros sumideros, como el incremento de la biomasa viva en las otras subcategorías dentro de Tierras convertidas a Tierras Forestales (TTF), p.ej. las Tierras Agrícolas convertidas a Tierras Forestales (TATF); la variación de las reservas de carbono en TATA, que en el presente inventario resultan en absorciones, y otros sumideros menores.

Nota: Las figuras se han generado con los valores absolutos de las emisiones/absorciones de cada categoría. En los casos donde el valor original es negativo, correspondiendo a una absorción neta, se ha agregado el símbolo negativo (-).

La principal fuente de emisión corresponde a la categoría Tierras convertidas a Tierras Agrícolas (TTA), donde la subcategoría Tierras Forestales convertidas a Tierras Agrícolas (TFTA) comprende casi el 100% de las emisiones. Su contribución relativa, no obstante, difiere en función a la inclusión o exclusión de las absorciones del Bosque Secundario que sigue siendo Bosque Secundario. En el primer caso (Figura 1.A.), TTA aporta casi el 43% de las emisiones totales, mientras que en el segundo caso (Figura 1.B.), su contribución se reduce a 35%. Estos porcentajes son estimados sobre la sumatoria de los valores absolutos, es decir, todos llevados a signos positivos (+).

La segunda fuente de emisiones más importante es la categoría Tierras Forestales que permanecen como Tierras Forestales (TFTF), con 38,776.4 GgCO₂eq. Su contribución a las Emisiones Brutas equivale a 37.4%, mientras que a las Emisiones Netas equivale a 30.8%.

La tercera fuente de emisión más relevante corresponde a la categoría de Tierras convertidas en Praderas (TP), donde una vez más, la conversión de Tierras Forestales, en este caso a Praderas (TFTP), genera emisiones iguales a 13,083.4 GgCO₂eq, que equivalen al 12.6% de las Emisiones Brutas y 10.4% 19.02% de las Emisiones Netas.

En cuanto a las absorciones, el principal sumidero lo constituye la categoría Tierras Convertidas a Tierras Forestales (TTF). En esta categoría se evalúan las absorciones por el crecimiento de la biomasa en Bosques Secundarios que siguen siendo Bosques Secundarios, que como se mencionó anteriormente, ascienden a -22,047.1 GgCO₂eq (17.5% de las Emisiones Netas) Además se evalúan las absorciones de la biomasa que se recupera en Bosques Secundarios formados luego de una conversión desde Tierras Agrícolas, Praderas y cualquier otro uso de la tierra, que en conjunto generan absorciones de -575.2 GgCO₂eq. Un último sumidero en esta categoría es el crecimiento de la biomasa en plantaciones forestales, que absorben -2,533.1 GgCO₂eq en el año analizado.

Es importante clarificar que la superficie del Bosque Secundario ha sido estimada con la mejor información disponible, de fuentes nacionales e internacionales. No obstante, el método empleado es aún una aproximación (*proxy*), por lo que, en el futuro, con el desarrollo de un método específico para su identificación, que viene siendo realizado por MINAM, las áreas reportadas podrán modificarse con el consecuente cambio en las emisiones/absorciones relacionadas.

A ello se suma la necesidad de recalcular los inventarios anteriores al 2012. Como se mencionó, el RAGEI USCUS 2014 solo aborda la actualización del inventario del 2012, por tanto, se hace una evaluación parcial de las emisiones del sector. Con las mejoras en la detección del Bosque Secundario en camino, se ha programado realizar la actualización de la serie temporal completa (2000, 2005, 2010, 2012 y 2014) en el siguiente proceso de elaboración del RAGEI, que corresponderá al año 2016.

1. INTRODUCCIÓN

El Perú como país parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), debe reportar de manera periódica las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) ocurridos en su territorio, en un año calendario.

Habiendo realizado esfuerzos puntuales para generar los Inventarios Nacionales de GEI (INGEI) de los años 1994 y 2000, el Ministerio del Ambiente (MINAM) promulgó en 2014 el Decreto Supremo N°013-2014-MINAM, mediante el cual se aprobaron las disposiciones para que su elaboración sea continua y coordinada (INFOCARBONO). La finalidad del INFOCARBONO es establecer un conjunto de acciones orientadas a la recopilación, evaluación y sistematización de información referida a la emisión y remoción de GEI, que contribuirá a la formulación de políticas, estrategias y planes de desarrollo que reduzcan las emisiones de GEI y al cumplimiento de los compromisos asumidos por el país con la suscripción de la CMNUCC.

Como parte de las disposiciones del INFOCARBONO, se establece la elaboración de los Reportes Anuales de Gases de Efecto invernadero (RAGEI) de cada uno de los cinco sectores comprendidos en las directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), a decir: Energía, Desechos, Procesos Industriales y Uso de Productos, Agricultura y Uso del Suelo, Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura (USCUSS). Estos reportes son responsabilidad de las instituciones relevantes, con acompañamiento técnico de MINAM.

Para la elaboración de los RAGEI del sector USCUSS del año 2014 (RAGEI USCUSS 2014), se conformó el Grupo Técnico de Apoyo (GTA) donde participan la Dirección General de Cambio Climático y Desertificación (DGCCD) y el Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación al Cambio Climático (PNCBMCC) de MINAM, el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) del Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), en línea con lo establecido en la Resolución Ministerial N° 168-2016-MINAM. También se contó con la participación de expertos del sector de la academia e instituciones de investigación. Los RAGEI USCUSS subsiguientes serán desarrollados bajo este mismo arreglo institucional.

El RAGEI USCUSS 2014 tiene como objetivo reportar las variaciones en las reservas de carbono y emisiones de GEI ocurridos en el 2014, como consecuencia del desarrollo de actividades del uso y cambio de uso del suelo. Las estimaciones fueron realizadas siguiendo principalmente la "Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas para Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura" (IPCC, 2003), nacionalmente denominada "OBP2003", y en casos específicos, las "Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero" (IPCC, 2006), denominadas nacionalmente "GL2006". También se consideraron los lineamientos de la "Guía N°8: Elaboración del Reporte Anual de GEI – Sector USCUSS, categorías: Tierras forestales, Tierras agrícolas, Praderas, Asentamientos, Otras Tierras y Otros (gases no CO₂)", aprobada mediante Resolución Ministerial N° 168-2016-MINAM.

El presente documento es el informe final del RAGEI USCUSS 2014, el cual se complementa con el libro de cálculo elaborado para realizar las estimaciones. Los resultados serán compilados en el INGEI 2014 para su reporte oficial a la CMNUCC.

El presente reporte es de gran utilidad para la planificación de medidas de mitigación de emisiones que contribuyan con el desarrollo nacional y el cumplimiento de los compromisos asumidos en el marco de la CMNUCC.

2. METODOLOGÍA

2.1. Mejoras metodológicas implementadas y acciones pendientes

Se han desarrollado mejoras en las hojas de cálculo basadas en las recomendaciones sugeridas por el ICA al Primer Informe Bienal de Actualización (BUR), las cuales se encuentran en la Tabla N° 1. Adicionalmente, se han incorporado mejoras en base a la disponibilidad de nueva información, recomendaciones de expertos y correcciones de errores previos identificados. Estas se presentan en la Tabla N° 2.

Tabla 1. Acciones de mejora implementadas por recomendaciones del ICA

N°	Descripción de la acción de mejora	Categoría involucrada	Impacto en la estimación de tCO ₂ eq u otros atributos del RAGEI
1	Uso de las tablas incluidas en el anexo 3.A.2, Capítulo 3, OPB2003	Todas	Mayor transparencia en la presentación de los resultados
2	Actualización del RAGEI 2012	Todas	Posibilidad de analizar la serie temporal en base a resultados comparables. Queda pendiente la actualización de la serie temporal completa.
3	Descripción más detallada sobre: <ul style="list-style-type: none"> - Niveles metodológicos (Tier) empleados - Fuentes de información de los factores de emisión y datos de actividad - Procedimientos empleados para recopilar y archivar la información - Rol de instituciones participantes en la elaboración del RAGEI 	Todas	Mayor transparencia en el proceso de elaboración del RAGEI y presentación de los resultados
4	Uso de las claves de notificación apropiadas (NE: No Estimado; NO: No Ocurre; NA: No Aplica; entre otras)	Todas	Mayor transparencia en el reporte de resultados
5	Análisis de las emisiones/absorciones en las categorías "Abandono de Tierras Cultivadas" y "Emisiones y Absorciones en el Suelo" de la GL1996	Todas	Exhaustividad y coherencia de las estimaciones
6	Estimación cuantitativa de la incertidumbre asociada con los resultados	Todas	Mayor transparencia y mejora de la identificación de mejoras prioritarias en el RAGEI
7	Identificación de las secciones donde se pueden introducir mejoras futuras, así como las necesidades de fortalecimiento de capacidades	Todas	Facilitar la internalización del RAGEI y hacer de él un proceso continuo

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Acciones de mejora implementadas por iniciativa del sector

N°	Descripción de la acción de mejora	Categoría involucrada	Impacto en la estimación de tCO ₂ eq u otros atributos del RAGEI
1	Uso del valor de la fracción de carbono de la GL2006	Todas	Coherencia entre el NREF y el RAGEI
2	Uso del Procedimiento 3 (información espacialmente explícita) para la representación coherente de la Tierra en la Amazonía, en base a los Mapas de Uso y Cambio de Uso 2011-2013 y 2013-2016	Todas	Mejor desagregación de los cálculos. Se evaluó el CUS en todo el ámbito amazónico, permitiendo reemplazar de manera coherente los supuestos anteriores construidos en base a proporciones
3	Estimación de emisiones/absorciones en categorías y sub-categorías del uso de la tierra antes no incluidas	TTF, TTA, TP, TAT y TOT	Mayor exhaustividad en los cálculos

N°	Descripción de la acción de mejora	Categoría involucrada	Impacto en la estimación de tCO ₂ eq u otros atributos del RAGEI
4	Desagregación de la clase Vegetación Secundaria, en Bosque Secundario y Vegetación Secundaria Remanente	Todas	Mayor exhaustividad en los cálculos. Estimación de las absorciones generadas por el Bosque Secundario
5	Adopción del contenido de carbono de la biomasa aérea promedio del Mapa de Carbono (Carnegie-MINAM, 2011), correspondiente al área identificada como Bosque Secundario	Todas	Mayor exactitud de las emisiones por conversión de Bosques Secundarios
6	Uso del factor de expansión de biomasa (BCEFR) de la GL2006, para convertir volumen de madera en biomasa aérea	TFTF	Coherencia entre el NREF y el RAGEI
7	Estimación de la biomasa subterránea a partir de la ecuación de Mokany et al. (2006)	TF	Coherencia entre el NREF y el RAGEI
8	Corrección de la aplicación del factor de ajuste del volumen rollizo de madera para incorporar la corteza	TFTF	Mayor exactitud de las emisiones por extracción de madera
9	Uso del valor de la Relación Raíz/Vástago de la GL2006 para Bosques Secundarios y Plantaciones Forestales	TTF	Mayor exactitud de las emisiones por incremento anual de la biomasa

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, se identificaron mejoras que no pudieron ser incorporadas en el presente RAGEI, pero que se planean incorporar en próximas versiones. La tabla N° 3, resume las acciones de mejora planificadas y el horizonte de tiempo, donde corto plazo es 1 año, mediano plazo hasta 3 años y largo plazo mayor a 3 años. Se Indica también las instituciones del sector responsables de implementarlas.

Tabla 3. Acciones de mejora planificadas para futuros RAGEI

N°	Descripción de la acción de mejora propuesta	Impacto en la estimación de tCO ₂ eq de la serie temporal u otros atributos del RAGEI	Estado	Periodo de implementación y responsables
1	Desarrollo de metodología específica para el mapeo de los Bosques Secundarios en la Amazonía, y elaboración de mapas del periodo 2000- 2016	Mayor certidumbre en la identificación de las áreas de Bosque Secundario, necesarias para el cálculo de emisiones/absorciones en TTF	Trabajo en curso	Corto plazo DGCCD - PNCBMCC
2	Análisis de la biomasa aérea del Bosque Secundario a través de un inventario de carbono específico		Planificado	Corto plazo DGCCD
3	Desarrollo de metodología para evaluar la degradación forestal en la Amazonía, y elaboración de mapas del periodo 2000-2017	Mayor exhaustividad en la estimación de emisiones de GEI en TFTF y reducción de la doble contabilidad	Trabajo en curso	Mediano plazo DGCCD - PNCBMCC
4	Análisis de los contenidos de carbono por categoría de degradación, en base a información de campo	Mayor exhaustividad en la estimación de emisiones de GEI en TFTF y reducción de la doble contabilidad	Planificado	Corto plazo DGCCD
5	Validación de Mapas: - Cambio de Uso 2013-2016 - Degradación 2017 - Bosque Secundario 2016	Mayor exhaustividad en el proceso de elaboración del RAGEI y posibilidad de estimar la incertidumbre de las emisiones	Planificado	Mediano plazo DGCCD - PNCBMCC
6	Actualizar los resultados de los RAGEI USCUS 2000, 2005 y 2010	Asegurar comparabilidad y coherencia de los resultados de toda la serie histórica	Planificado	Mediano plazo GTA RAGEI USCUS
7	Mejorar el análisis de incertidumbre del RAGEI USCUS	Asegurar que todos los elementos de análisis han sido	Planificado	Corto Plazo GTA RAGEI USCUS

N°	Descripción de la acción de mejora propuesta	Impacto en la estimación de tCO ₂ eq de la serie temporal u otros atributos del RAGEI	Estado	Periodo de implementación y responsables
		considerados y que la incertidumbre es correcta		
8	Recabar información sobre perturbaciones por quemas e incendios en TF, en la Amazonía	Mayor exactitud y exhaustividad en la estimación de emisiones por incendios forestales, mediante el análisis satelital de áreas quemadas	Idea	Largo plazo PNCBMCC - SERFOR
9	Uso del Procedimiento 3 para la representación coherente de la tierra en los biomas de Costa y Sierra	Completar las estimaciones de GEI para abarcar todo el territorio nacional	Idea	Largo plazo PNCBMCC

Fuente: Elaboración propia.

2.2. Metodología de cálculo aplicada

El RAGEI 2014 y la actualización del INGEI 2012 han sido elaborados siguiendo la Orientación sobre las Buenas Prácticas para Uso de la Tierra, Cambio de Uso De La Tierra y Silvicultura - OBP2003 (IPCC, 2003).

En la Tabla 4 se presenta de manera resumida los criterios más relevantes establecidos por la OBP2003 para evaluar al sector USCUS, a decir: las categorías y subcategorías de reporte, reservorios de carbono, gases de efecto invernadero y niveles metodológicos (Tier) aplicados. Se señala en un color diferente a aquellos elementos no incluidos en el presente RAGEI.

Tabla 4. Categorías, reservorios y gases considerados y evaluados en el Sector USCUS

Código	Descripción	Categorización	Reservorios de Carbono	GEI generados	Tier
TF	Tierras forestales	Categoría			
	TFTF	Subcategoría	BV, MOM, COS	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, NO _x , CO, COVDM, SO ₂	1 y 2
	TTF	Subcategoría			1 y 2
TA	Tierras Agrícolas	Categoría			
	TATA	Subcategoría	BV y COS	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, NO _x , CO, COVDM, SO ₂	1
	TTA	Subcategoría			2
TP	Praderas	Categoría			
	PP	Subcategoría	BV y COS	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, NO _x , CO, COVDM, SO ₂	1
	TP	Subcategoría			2
H	Humedales	Categoría			
	HH	Subcategoría	BV y COS	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, NO _x , CO, COVDM, SO ₂	1
	TH	Subcategoría			1
AT	Asentamientos	Categoría			
	ATAT	Subcategoría	BV	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	1
	TTA	Subcategoría			2
OT	Otras Tierras	Categoría			
	TOT	Subcategoría	BV	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	2

Fuente: Elaboración propia.

Nota 1: BV = Biomasa Viva (Biomasa Aérea + Biomasa Subterránea), MOM = Materia Orgánica Muerta (Hojarasca + Madera Muerta), COS = Carbono Orgánico del Suelo.

Nota 2: Las letras grises indican los reservorios de carbono y GEI que no fueron analizados en el presente RAGEI.

Las subcategorías que no fueron evaluadas responden, en algunos casos, a los supuestos de Tier 1 sobre equilibrio en los contenidos de carbono cuando no hay conversión de uso, y en otros, a la falta de información sobre la gestión de las tierras. Las razones específicas están detalladas en la Sección 6 del presente reporte.

Respecto a los GEI, la OBP2003 provee los lineamientos para estimar las emisiones de CO₂, CH₄, NO₂, además de gases precursores por quema de biomasa como el Monóxido de Carbono (CO) y Óxidos de Nitrógeno (NO_x). Estos últimos no se suman a las emisiones totales en el inventario, pero sí son estimados y reportados.

Otros gases generados, como los Compuestos Orgánicos Volátiles Diferentes del Metano (COVDM) y el Dióxido de Azufre (SO₂), no están cubiertos completamente por las directrices del IPCC ni por la Guía de EMEP/CORINAIR. No obstante, tampoco deben ser agregados a los resultados del inventario.

2.3. Representación de las categorías de la tierra

La OBP2003 propone seis categorías generales de la tierra bajo las cuales toda la superficie de un país puede ser clasificado. Estas categorías están basadas en la combinación de clases de la cobertura vegetal y del uso de la tierra, que, por fines prácticos, son denominadas como *categorías de uso de la tierra*.

Los países deben utilizar sus propias definiciones de las categorías, en atención a las definiciones internacionales aceptadas. Además, deben realizar esfuerzos por desagregarlas de acuerdo a sus circunstancias, para evaluar de manera adecuada las emisiones y absorciones por el uso y cambio de uso de la tierra. Sin perjuicio de ello, los resultados deben ser reportados agregándolos en las seis categorías y sus respectivas subcategorías de permanencia o cambio, presentadas en la Tabla N° 4 de la página anterior.

Existen tres procedimientos para representar las superficies de acuerdo a las categorías generales. Estos no son jerárquicos, no se excluyen mutuamente, y en la combinación de procedimientos, un procedimiento puede aplicarse de manera uniforme a todas las áreas y categorías de uso de la tierra en un país, o bien pueden aplicarse diferentes procedimientos a diferentes regiones o categorías y en diferentes intervalos de tiempo:

- Procedimiento 1
Se emplea la información disponible en el país, que puede provenir de fuentes, metodologías y objetivos diferentes, para determinar la superficie de cada categoría de uso de la tierra. La información puede ser parcial o llegar a cubrir todo el territorio, y puede no ser espacialmente explícita. Además, solo permite determinar las ganancias o pérdidas de la superficie de cada categoría, sin identificar los vínculos entre categorías (variaciones entre ellas). La escala de los resultados se limita a nivel nacional o regional.
- Procedimiento 2
Es posible identificar las pérdidas y ganancias de la superficie de cada categoría y los cambios entre las mismas, con lo cual se prepara una matriz de uso y cambio de uso de la

tierra no espacialmente explícita. Como en el caso anterior, la escala puede ser nacional o local, y los datos pueden no ser espacialmente explícitos. También puede

- Procedimiento 3

Es una ampliación del Procedimiento 2, pues permite seguir los cambios de uso de la tierra sobre una base espacial, con lo cual se construye una matriz de uso y cambio de uso de la tierra espacialmente explícita.

En RAGEI USCUS 2014 se ha empleado el Procedimiento 3 para representar las tierras del bioma Amazónico, gracias a la disponibilidad de productos del monitoreo satelital de los bosques que ha venido consolidándose desde el año 2011. Así, se cuenta con los siguientes insumos:

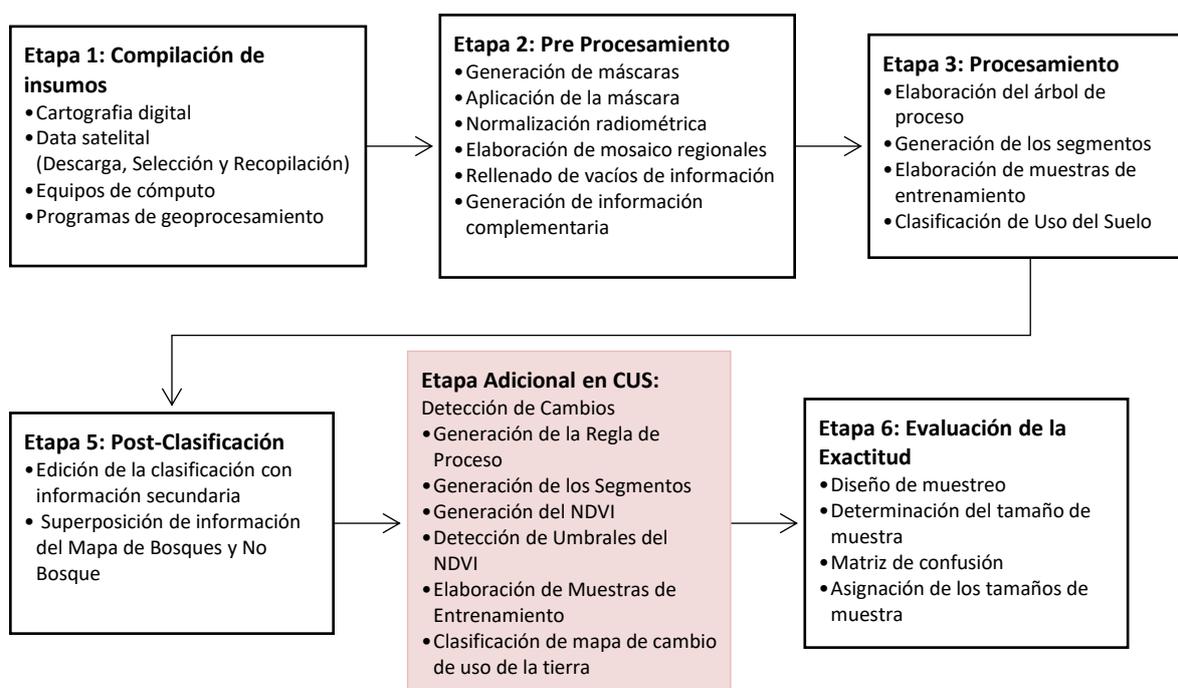
Tabla 5. Información para elaborar la matriz US/CUS, periodo 2013-2016

Información	Fuente	Comentario
Mapa de Cambio de Uso de la Tierra periodo 2013 – 2016	MINAM (2018) Recuperado de: http://geobosques.minam.gob.pe/geobosque/view/descargas.php	Clasificación de la superficie de No Bosque en función de las categorías de la tierra del IPCC
Mapa de Bosque Secundario 2011, 2013 y 2016	MINAM (Documento de trabajo)	Identificación por aproximación (<i>proxy</i>) del Bosque Secundario en base a la superficie de la Vegetación Secundaria
Mapa de Bosque y No Bosque 2000 y Pérdida de Bosque 2001 – 2014	MINAM – MINAGRI (2015) Recuperado de: http://geobosques.minam.gob.pe/geobosque/view/descargas.php	Mapas base de Bosque y No Bosque acumulado al 2000 y mapas anuales de pérdida a partir del 2001

Fuente: Elaboración propia.

El Mapa de Cambio de Uso de la Tierra es el principal insumo para el análisis. El procedimiento seguido para su desarrollo se esquematiza a continuación.

Figura 2. Etapas en la preparación de mapas sobre el Uso y Cambio de Uso de la Tierra



Fuente: MINAM, PNCBMCC

En el Mapa de Uso y Cambio de Uso de la Tierra se han identificado las siguientes once clases de cobertura: Bosques, Humedales en Bosques, Agricultura, Pastizales/Herbazales, Sabanas Hidromórficas, Cuerpos de Agua, Humedales en No Bosque, Áreas Artificiales, Áreas Mineras, Suelo Desnudo y Vegetación Secundaria.

La Vegetación Secundaria es una clase residual que comprende a la vegetación originada por el proceso de sucesión posterior a la intervención del bosque primario, como las purmas y los bosques secundarios², pero también puede incluir otras coberturas de difícil detección como los cultivos perennes, sistemas agroforestales y silvopastoriles, barbechos agrícolas, entre otros.

Considerando que, de todos los tipos de vegetación mencionados, los bosques secundarios serían los más relevantes para la contabilidad de las emisiones y absorciones de GEI del sector; se priorizó su identificación como paso previo a la elaboración de la matriz de uso y cambio de uso de la tierra (matriz US/CUS), tomando como base a la clase de Vegetación Secundaria y empleando información nacional e internacional disponible indicada en la Tabla 6.

Tabla 6. Insumos para la identificación del Bosque Secundario

Información	Fuente	Comentario
Mapa de Cambio de Uso de la Tierra periodo 2011-2013 y 2013 – 2016	MINAM (2018) Recuperado de: http://geobosques.minam.gob.pe/geobosque/view/descargas.php	La clase Vegetación Secundaria de estos mapas es la base para el análisis del Bosque Secundario
Mapa de densidades de carbono del Perú	Carnegie Institution for Science – Ministerio del Ambiente (2014) Recuperado de: http://geoservidor.minam.gob.pe/recursos/intercambio-de-datos/	Mapeo de las densidades de carbono a una resolución de 1 hectárea. El producto se basa en mediciones durante el periodo 2009-2011
Mapa de altura de la vegetación año 2007	Woods Hole Research Centre (WHRC). Recuperado de: http://whrc.org/detailed-vegetation-height-estimates-across-the-tropics-released/	Detección de la altura de la vegetación en 2007 hasta 15m en el cinturón tropical, a una resolución geométrica de 30m
Producto MOD44B – MODIS/Terra Vegetation Continuous Field (VCF)	LAADS DAAC Recuperado de: https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov	Mapeo anual de la cobertura vegetal a nivel mundial, a una resolución de 250m. Información disponible desde 2000 hasta 2017
Estudio piloto “Generación de datos de bosque secundario en la Amazonía, en Junín y Pasco”	MINAM (Documento de trabajo)	Propuesta metodológica para detectar bosques secundarios desarrollada a partir del análisis un área piloto de selva central, como avance de la construcción de un método integral para toda la Amazonía

Fuente: Elaboración propia.

² De acuerdo al Reglamento para la Gestión Forestal, de la Ley Forestal y de Fauna Silvestre (Ley 29763), el Bosque Secundario se define como un “bosque de carácter sucesional, surgido como proceso de recuperación natural de áreas en las cuales el bosque primario fue retirado como consecuencia de actividades humanas o por causas naturales”. A ello se le añade que, de acuerdo a las directrices del IPCC, el periodo por defecto que un área debe permanecer en una determinada categoría de uso de la tierra, posterior a un cambio de uso, es de 20 años. Por tanto, el Bosque Secundario es el área cuya vegetación cumple o puede cumplir con los umbrales que definen al bosque a nivel nacional, pero que tienen menos de 20 años bajo esa definición. La categoría en la cual se reportan es en Tierras convertidas a Tierras Forestales (TTF).

Mediante la superposición de los mapas indicados, se establecieron tres umbrales que permitieron diferenciar preliminarmente al bosque secundario:

- i) Altura de árboles igual o superior a 5 metros,
- ii) Contenido de carbono igual o superior a 30 tC/ha, y
- iii) Cobertura de copa igual o superior al 30%.

Como resultado, se estratificó a la Vegetación Secundaria en dos subclases: “Bosque Secundario” y “Vegetación Secundaria Remanente”. El primero, que representa aproximadamente el 48% de la Vegetación Secundaria en el 2016, incluye a los bosques secundarios que no sufrieron cambios durante el periodo 2013-2016, así como las áreas convertidas a bosques secundarios dentro del mismo periodo. El área restante compone la segunda subclase, que representa el 52% de la Vegetación Secundaria al 2016. Mas detalles de este análisis pueden verse en el Anexo 1.

Se debe señalar que el análisis para desagregar la Vegetación Secundaria es todavía una aproximación, que será mejorada y actualizada para el siguiente inventario.

Finalmente, se elaboró la matriz US/CUS para la Amazonía, asignando las clases (y subclases) de cobertura generadas bajo la categoría de uso de la tierra del IPCC respectiva, tal como se muestra en la Tabla 7. El mismo procedimiento descrito fue aplicado para analizar el uso y cambio de uso de la tierra del año 2012, comprendido en el mapa del periodo 2011-2013.

Tabla 7. Correspondencia entre las clases del Mapa de Uso/CUS y del IPCC

		Categorías de la Tierra OBP2003					
		Tierras Forestales	Tierras Agrícolas	Praderas	Humedales	Asentamientos	Otras Tierras
Clases de Cobertura Mapa CUS 2013-2016	Bosque Primario		Agricultura	Pastizal/ Herbazal	Cuerpos de Agua	Áreas Artificializadas	Áreas Mineras
				Sabanas Hidromórficas			
	Humedales boscosos			Vegetación Secundaria Remanente	Humedales en No Bosque		Suelo Desnudo
	Bosque Secundario						

Fuente: Elaboración propia.

Las superficies de Bosque Secundario fueron incorporadas en la categoría de Tierras Forestales, mientras que la Vegetación Secundaria Remanente fue asignada a Praderas.

Por su parte, los Humedales en No Bosque, categorizados dentro de Humedales, hacen referencia a las áreas anegadas temporal o permanentemente, clasificadas así en los mapas señalados y en la base de datos de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), y que no tienen una cobertura vegetal que pueda clasificar como bosque, según la definición nacional. Aquellos bosques que crecen en humedales (Humedales Boscosos) han sido incluidos en la categoría de Tierras Forestales.

Los Cuerpos de Agua, conformados por ríos y lagunas, fueron añadidos a la categoría Humedales, en conformidad con la descripción que la OPB2003 da sobre dicha categoría. Esto con la finalidad de incluir la totalidad del territorio amazónico en la matriz US/CUS.

Es importante resaltar que toda la información acerca de los Mapas de Bosque y No Bosque, pérdida de bosque, Mapas de Uso y otros se encuentran disponibles al público general en la web de GEOBOSQUES³.

Asimismo, posterior a la realización del presente inventario, se han culminado los Mapas de Uso de la Tierra 1995-2000, 2000-2005 y 2005-2011. Esta información permitirá actualizar los inventarios de GEI anteriores al año 2012, así como conocer a mayor detalle la dinámica de los cambios.

A continuación, se muestra la matriz US/CUS del periodo 2013-2016, la cual comprende el año analizado.

³ <http://geobosques.minam.gob.pe:81/geobosque/view/>

Tabla 8. Matriz de Uso y Cambio de Uso 2013-2016

Uso Inicial	Uso Final	Tierras Forestales								Bosque Secundario	Vegetación Secundaria Remanente	Tierras agrícolas	Praderas	Asentamientos	Otras Tierras	Humedales																	
		Selva Baja		Selva Alta DA		Selva Alta A		Hidromórfica								Humedales en no bosque		Cuerpos de agua															
Tierras Forestales	Selva Baja	42,098,572.6																															
		AAA	18,075,422.0																														
		ABA	18,002,434.6																														
		Suelo de humedal	7,620,717.1																														
	Selva Alta DA	10,606,904.0																															
		AAA	10,484,175.5																														
		ABA	-																														
		Suelo de humedal	122,728.5																														
	Selva Alta A	6,576,663.9																															
		AAA	6,545,150.4																														
		ABA	-																														
		Suelo de humedal	31,515.5																														
Hidromorfica	7,851,661.5																																
	AAA	156,419.6																															
	ABA	300,833.6																															
	Suelo de humedal	7,396,408.4																															
		33,161.0	36,062.3	4,876.0	4,968.0	12,552.4	13,099.7	2,835.2	3,050.1	1,516,688.5	25,836.3	11,724.1	1,496.3	391.0	123.1	0.4	8.4																
Bosque Secundario	AAA	18,948.9	AAA	4,816.3	AAA	12,508.5	AAA	168.1	AAA	974,544.5	AAA	21,328.2	AAA	8,339.8	AAA	521.2	AAA	131.0	AAA	24.9	AAA	-	AAA	2.5									
	ABA	6,481.9	ABA	-	ABA	-	ABA	261.8	ABA	213,656.0	ABA	1,346.2	ABA	1,193.8	ABA	380.1	ABA	137.0	ABA	14.0	ABA	0.4	ABA	1.9									
	Suelo de humedal	7,730.1	Suelo de humedal	59.8	Suelo de humedal	43.9	Suelo de humedal	2,405.3	Suelo de humedal	328,488.0	Suelo de humedal	3,161.9	Suelo de humedal	2,190.5	Suelo de humedal	595.1	Suelo de humedal	123.1	Suelo de humedal	84.2	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	4.0									
Vegetación Secundaria Remanente	AAA	4,094.7	AAA	797.6	AAA	3,524.0	AAA	3,677.6	AAA	469.8	AAA	505.4	AAA	20,991.2	AAA	1,769,309.9	AAA	12,854.6	AAA	2,884.9	AAA	498.7	AAA	345.7	AAA	0.2	AAA	29.9					
	ABA	2,271.4	ABA	780.7	ABA	3,519.6	ABA	13.6	ABA	17,608.1	ABA	1,403,832.2	ABA	10,905.9	ABA	1,707.7	ABA	232.2	ABA	31.1	ABA	0.1	ABA	19.0									
	Suelo de humedal	410.3	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	22.5	Suelo de humedal	75,047.2	Suelo de humedal	439.7	Suelo de humedal	307.1	Suelo de humedal	148.1	Suelo de humedal	21.3	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	6.0									
	Suelo de humedal	1,083.6	Suelo de humedal	2.2	Suelo de humedal	4.4	Suelo de humedal	433.7	Suelo de humedal	2,341.7	Suelo de humedal	290,430.5	Suelo de humedal	1,509.1	Suelo de humedal	870.1	Suelo de humedal	118.4	Suelo de humedal	293.3	Suelo de humedal	0.1	Suelo de humedal	4.9									
Tierras agrícolas	AAA	43,029.2	AAA	46,793.9	AAA	8,045.1	AAA	8,196.9	AAA	29,192.6	AAA	30,465.4	AAA	2,944.8	AAA	3,168.0	AAA	8,842.4	AAA	13,030.8	AAA	1,534,565.2	AAA	14,954.8	AAA	122.7	AAA	67.3	AAA	78.7	AAA	6.4	
	ABA	21,441.7	ABA	7,961.2	ABA	213.0	ABA	6,005.9	ABA	10,066.4	ABA	1,281,806.5	ABA	9,975.2	ABA	102.5	ABA	23.6	ABA	0.3	ABA	3.5											
	Suelo de humedal	9,104.3	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	268.4	Suelo de humedal	1,465.6	Suelo de humedal	1,199.9	Suelo de humedal	40,668.7	Suelo de humedal	1,443.7	Suelo de humedal	10.8	Suelo de humedal	4.4	Suelo de humedal	2.8	Suelo de humedal	0.5									
	Suelo de humedal	12,483.2	Suelo de humedal	83.9	Suelo de humedal	181.0	Suelo de humedal	2,463.4	Suelo de humedal	1,370.9	Suelo de humedal	1,764.5	Suelo de humedal	212,090.0	Suelo de humedal	3,535.8	Suelo de humedal	9.4	Suelo de humedal	39.3	Suelo de humedal	75.7	Suelo de humedal	2.3									
Praderas	AAA	9,058.4	AAA	9,851.0	AAA	835.6	AAA	851.4	AAA	2,504.2	AAA	2,613.4	AAA	377.2	AAA	405.8	AAA	1,097.7	AAA	2,073.0	AAA	871.8	AAA	1,648,875.2	AAA	18.2	AAA	8.8	AAA	-	AAA	4.0	
	ABA	4,052.3	ABA	486.3	ABA	2,496.3	ABA	23.5	ABA	54.2	ABA	156.3	ABA	110.4	ABA	1,364,909.9	ABA	7.7	ABA	0.0	ABA	-	ABA	-									
	Suelo de humedal	2,446.9	Suelo de humedal	348.1	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	36.0	Suelo de humedal	958.5	Suelo de humedal	1,544.7	Suelo de humedal	341.6	Suelo de humedal	72,199.7	Suelo de humedal	6.9	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	-									
	Suelo de humedal	2,559.3	Suelo de humedal	1.3	Suelo de humedal	7.9	Suelo de humedal	317.7	Suelo de humedal	84.9	Suelo de humedal	372.0	Suelo de humedal	419.8	Suelo de humedal	211,765.7	Suelo de humedal	3.6	Suelo de humedal	8.8	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	4.0									
Asentamientos	AAA	8,063.1	AAA	7,219.8	AAA	153.1	AAA	155.9	AAA	209.8	AAA	218.9	AAA	103.4	AAA	111.2	AAA	244.5	AAA	446.0	AAA	106.2	AAA	752.3	AAA	96,715.9	AAA	-	AAA	8.4	AAA	8.0	
	ABA	4,272.6	ABA	132.8	ABA	201.5	ABA	-	ABA	65.0	ABA	166.2	ABA	33.6	ABA	264.0	ABA	58,208.0	ABA	264.0	ABA	204.6	ABA	14,867.6	ABA	14,867.6	ABA	-	ABA	0.2	ABA	1.9	
	Suelo de humedal	2,379.8	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	19.1	Suelo de humedal	96.8	Suelo de humedal	143.2	Suelo de humedal	23.0	Suelo de humedal	204.6	Suelo de humedal	1.6	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	1.6	Suelo de humedal	14,867.6	Suelo de humedal	1.6	Suelo de humedal	4.4			
	Suelo de humedal	1,410.8	Suelo de humedal	20.3	Suelo de humedal	8.3	Suelo de humedal	84.3	Suelo de humedal	82.7	Suelo de humedal	136.6	Suelo de humedal	49.6	Suelo de humedal	283.8	Suelo de humedal	23,640.4	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	6.6	Suelo de humedal	1.8									
Otras tierras	AAA	181.8	AAA	197.7	AAA	10.0	AAA	10.1	AAA	19.9	AAA	20.8	AAA	106.4	AAA	114.4	AAA	34.6	AAA	125.5	AAA	0.1	AAA	107.6	AAA	-	AAA	26,536.6	AAA	-	AAA	-	
	ABA	1.0	ABA	10.0	ABA	19.9	ABA	0.1	ABA	14.3	ABA	73.7	ABA	-	ABA	107.5	ABA	5,625.6	ABA	5,625.6	ABA	-	ABA	-									
	Suelo de humedal	80.3	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	3.5	Suelo de humedal	3.5	Suelo de humedal	0.0	Suelo de humedal	0.1	Suelo de humedal	2,514.9	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	-									
	Suelo de humedal	100.5	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	106.3	Suelo de humedal	16.8	Suelo de humedal	48.4	Suelo de humedal	0.1	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	18,396.1	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	-									
Humedales	Humedales en no bosque	88,597.2																															
		AAA	-	AAA	-	AAA	-	AAA	-	AAA	-	AAA	-	AAA	-	AAA	-	AAA	-	AAA	-	AAA	-	AAA	-	AAA	-	AAA	-	AAA	-		
		ABA	-	ABA	-	ABA	-	ABA	-	ABA	-	ABA	-	ABA	-	ABA	-	ABA	-	ABA	-	ABA	-	ABA	-	ABA	-	ABA	-	ABA	-		
		Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	-		
	Cuerpos de agua	AAA	381.4	AAA	414.8	AAA	100.6	AAA	102.5	AAA	231.0	AAA	241.1	AAA	150.5	AAA	162.0	AAA	441.1	AAA	1,053.2	AAA	509.3	AAA	600.8	AAA	46.7	AAA	38.4	AAA	90.8	AAA	2,024,063.0
		ABA	146.4	ABA	100.5	ABA	230.5	ABA	3.6	ABA	210.5	ABA	484.1	ABA	304.1	ABA	287.9	ABA	28.3	ABA	2.1	ABA	1.1	ABA	707,108.9								
Suelo de humedal		80.0	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	6.7	Suelo de humedal	56.2	Suelo de humedal	106.4	Suelo de humedal	23.6	Suelo de humedal	18.9	Suelo de humedal	4.0	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	359,868.4									
	Suelo de humedal	155.0	Suelo de humedal	0.1	Suelo de humedal	0.5	Suelo de humedal	140.3	Suelo de humedal	174.3	Suelo de humedal	462.7	Suelo de humedal	181.6	Suelo de humedal	294.0	Suelo de humedal	9.1	Suelo de humedal	32.3	Suelo de humedal	89.7	Suelo de humedal	957,085.7									

Fuente: MINAM, PNCBMC

2.4. Análisis de incertidumbre

Para el presente RAGEI se desarrolló la estimación de las incertidumbres aplicando las especificaciones para el Nivel 1 que ofrece la OBP2003 en el Capítulo 5, que además de ser coherente con el Capítulo 6 y con el Anexo 1 de la OBP2000, ofrece información complementaria sobre la manera de evaluar las incertidumbres relativas al sector USCUS.

La evaluación de las estimaciones se divide en cuatro etapas.

- Etapa 1: Cálculo de las emisiones o las absorciones relativas a cada actividad
- Etapa 2: Evaluación de las incertidumbres relativas a cada actividad
- Etapa 3: Evaluación de las incertidumbres totales originadas por el sector de USCUS
- Etapa 4: Combinación de las incertidumbres del sector de USCUS con otras categorías de fuentes

La Etapa 1 se desarrolla a lo largo de todo el presente documento, por tanto, no será detallada en esta sección.

En la Etapa 2, es necesario combinar las incertidumbres de los datos de actividad con las incertidumbres de los factores de emisión. Esto puede realizarse empleando la Ecuación 1, dado que permite estimar la incertidumbre de un producto de varias cantidades (DA x FE). Si bien se utiliza cuando no existe correlación significativa entre los datos y cuando las incertidumbres son relativamente reducidas, puede estimar resultados aproximados cuando las incertidumbres son elevadas.

Ecuación 1. Incertidumbre combinada

$$I_{Total} = \sqrt{I_1^2 + I_2^2 + \dots + I_n^2}$$

Donde:

I_{Total} : Porcentaje de la incertidumbre respecto al producto de cantidades

$I_{1,2,3}$: Porcentaje de las incertidumbres asociadas a cada una de las cantidades
(p.ej. de los DA y FE usados para estimar una fuente de emisión)

Fuente: OBP2003, Capítulo 5, página 5.21

La incertidumbre de cada actividad depende de la incertidumbre de los parámetros iniciales. Si el país aplica valores por defecto, la incertidumbre será grande y solamente se podrá evaluar de manera aproximada a partir del dictamen de expertos.

En la Etapa 3, se estima la incertidumbre general del sector combinando las incertidumbres de todas las fuentes estimadas en la Etapa 2. Para ello, se emplea la Ecuación 2 que está basada en la Ecuación 6.3 de la OBP2000. Visto que en el sector USCUS pueden presentarse tanto emisiones como absorciones (de símbolo negativo), la suma de todas las estimaciones de las categorías que va en el denominador debe ser un valor absoluto.

Ecuación 2. Incertidumbre general de las emisiones nacionales del sector USCUS

$$I_E = \frac{\sqrt{(I_1 * E_1)^2 + (I_2 * E_2)^2 \dots (I_n * E_n)^2}}{|E_1 + E_2 \dots + E_n|}$$

Donde:

U_E : Incertidumbre porcentual de la suma

I_i : Incertidumbre porcentual asociada a la fuente/sumidero

E_i : Estimación de la emisión relativa a la fuente/sumidero

Fuente: OBP2003, Capítulo 5, página 5.12

Como en la primera ecuación, se supone que no existe ninguna correlación significativa entre las estimaciones de emisiones y absorciones, y que las incertidumbres son relativamente reducidas. De presentarse correlación, la OBP2000 y OBP2003 indican acciones adicionales como agregación de categorías o el uso del método de Monte Carlo.

La Etapa 4 no es del alcance del presente documento al ser la integración de las incertidumbres de todos los sectores. No obstante, el procedimiento es similar a la Etapa 3.

Para la aplicación de las orientaciones del cálculo de incertidumbres se han asumido los siguientes supuestos y consideraciones:

- La incertidumbre de los métodos de teledetección es de $\pm 10-15\%$. Las subunidades conllevarán una incertidumbre mayor, a menos que se aumente el número de muestras.
- La incertidumbre de los datos de actividad que provienen de las estadísticas se aplicó el dictamen de expertos.
- Para la incertidumbre de los factores de emisión, se utilizaron los valores que detalla la OBP para cada caso.

La fuente que posee menor incertidumbre combinada como porcentaje total de las emisiones nacionales fueron las conversiones de todas las clases de la tierra en Otras Tierras y equivale a 0.01% y la de mayor incertidumbre proviene de las emisiones en Tierras Forestales que permanecen como Tierras Forestales, con el valor de 131.2%.

La fuente que tiene menor incertidumbre introducida en las tendencias fue las conversiones de todas las clases de la tierra en Otras Tierras, que equivalen a 0.007% cada una; la de mayor incertidumbre proviene nuevamente por las emisiones en Tierras Forestales que permanecen como Tierras Forestales, con el valor de 71.7%. Esto debido a la alta incertidumbre en los datos de actividad de aprovechamiento de madera y consumo de leña, como a la alta incertidumbre en los factores de emisión asociados.

La incertidumbre combinada de las emisiones del sector USCUS equivale a $\pm 80.2\%$ y la introducida en la tendencia de las emisiones nacionales es $\pm 74.4\%$.

Se considera un valor de incertidumbre alto, lo cual indica que es necesario realizar acciones que permitan reducir esta incertidumbre. No obstante, se identifica también que el propio análisis de incertidumbres podría ser mejorado. La tabla 9 muestra los valores de incertidumbre del sector.

Tabla 9. Calculo de incertidumbre del sector USCUS

A		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
Categoría de Uso de la tierra OBP2003		Cod.	Gas	Emisiones año base 2012 (GgCO ₂ eq)	Emisiones año 2014 (GgCO ₂ eq)	U% en los datos de actividad (%)	U% en el factor de emisión (%)	U% combinada (%)	U% combinada como % del total de emisiones nacionales en el año 2014 (%)	Sensibilidad tipo A (%)	Sensibilidad tipo B (%)	U% en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por U% en el FE (%)	U% en la tendencia en las emisiones nacionales introducida por U% en el DA (%)	U% introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales (%)
Uso de la tierra Inicial	Uso de la tierra durante el año de notificación													
Tierras forestales	Tierras forestales	TFTF	CO ₂	-369.02	-831.19	13%	60%	61.29%	-0.68%	-0.62%	-1.21%	-0.37%	-0.21%	0.430%
Tierras forestales	Tierras forestales	TFTF	CO ₂	26,104.31	39,607.62	86%	99%	131.20%	68.97%	15.85%	57.81%	15.77%	69.92%	71.673%
Desconocido	Tierras forestales	DESTF	CO ₂	-24,293.32	-24,580.16	28%	60%	66.19%	-21.59%	3.13%	-35.88%	1.88%	-14.18%	14.306%
Tierras	Tierras forestales	TTF	CO ₂	-641.98	-575.22	13%	60%	61.29%	-0.47%	0.19%	-0.84%	0.11%	-0.15%	0.188%
Tierras agrícolas	Tierras agrícolas	TATA	CO ₂	-599.16	-48.55	25%	75%	79.06%	-0.05%	0.89%	-0.07%	0.67%	-0.03%	0.669%
Tierras forestales	Tierras agrícolas	TFTA	CO ₂	44,693.98	41,643.34	13%	56%	57.79%	31.94%	-10.89%	60.79%	-6.15%	10.75%	12.379%
Tierras	Tierras agrícolas	TTA	CO ₂	782.25	730.51	13%	52%	53.44%	0.52%	-0.19%	1.07%	-0.10%	0.19%	0.213%
Praderas	Praderas	TPTP	CO ₂	0.00	0.00	13%	75%	76.03%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.000%
Tierras	Praderas	TTP	CO ₂	16,109.21	12,736.95	13%	75%	76.03%	12.85%	-7.25%	18.59%	-5.44%	3.29%	6.355%
Asentamientos	Asentamientos	ATAT	CO ₂	0.00	0.00	13%	75%	76.03%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.000%
Tierras forestales	Asentamientos	TFAT	CO ₂	3,849.99	3,981.72	13%	75%	76.03%	4.02%	-0.37%	5.81%	-0.28%	1.03%	1.064%
Tierras	Asentamientos	TAT	CO ₂	45.48	35.20	13%	75%	76.03%	0.04%	-0.02%	0.05%	-0.02%	0.009%	0.019%
Otras tierras	Otras tierras	OTOT	CO ₂	0.00	0.00	13%	75%	76.03%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.000%
Tierras forestales	Otras tierras	TFOT	CO ₂	27.04	157.38	13%	75%	76.03%	0.16%	0.19%	0.23%	0.14%	0.04%	0.146%
Tierras	Otras tierras	TOT	CO ₂	0.22	6.47	13%	75%	76.03%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.00%	0.007%
Tierras forestales	Tierras agrícolas	TFTA	CH ₄	1,964.17	1,808.65	13%	56%	57.79%	1.39%	-0.51%	2.64%	-0.29%	0.47%	0.549%
Tierras forestales	Praderas	TFTP	CH ₄	407.78	293.50	13%	56%	57.79%	0.23%	-0.23%	0.43%	-0.13%	0.08%	0.148%
Tierras forestales	Tierras agrícolas	TFTA	N ₂ O	354.38	326.32	13%	56%	57.79%	0.25%	-0.09%	0.48%	-0.05%	0.08%	0.099%
Tierras forestales	Praderas	TFTP	N ₂ O	73.57	52.95	13%	56%	57.79%	0.04%	-0.04%	0.08%	-0.02%	0.01%	0.027%
U Total Sector USCUS				68,508.91	75,345.47				+/-	80.17%			+/-	74.41%

Fuente: Elaboración propia.

2.5. Garantía de Calidad / Control de Calidad

En la OBP2000, la Garantía de Calidad (GC) y el Control de la Calidad (CC) son definidos y se da orientación sobre los elementos que componen un sistema de GC/CC, teniendo en cuenta la transparencia y la revisión necesarias.

Adicionalmente, la OBP2003 detalla los tipos de procedimientos específicos de USCUS para verificar que las estimaciones se basan en datos de alta calidad. Estos procedimientos permiten asimismo realizar un inventario que pueda evaluarse fácilmente en términos de calidad y de exhaustividad.

Existen consideraciones más importantes en el sector de USCUS que se centran en la complejidad de los datos necesarios para preparar estimaciones exactas de emisiones y absorciones. A continuación, se señalan cuatro características importantes de los métodos del inventario de USCUS que suelen influir en la GC y el CC.

- Representatividad de los datos de entrada: Las actividades de USCUS afectan a grandes superficies geográficas. Dada la extensión de estas superficies, no resulta práctico basar la preparación de inventarios nacionales únicamente en las mediciones directas de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero. Por consiguiente, los inventarios se basan en datos obtenidos mediante muestreo en mediciones de campo combinados con datos obtenidos por teledetección, que permiten una cobertura más completa.
- Necesidad de datos históricos: Las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero relacionadas con USCUS representan una función de las actividades del uso de la tierra en el pasado y que siguen afectando a las emisiones y absorciones de CO₂ actuales. Por esta razón, se necesitan datos históricos suficientes para calcular las emisiones actuales y, por consiguiente, los conjuntos de datos utilizados en el sector de USCUS pueden abarcar un período histórico más largo que otras categorías de fuentes. La coherencia de las series temporales es un aspecto importante de la GC y del CC.
- Interacciones complejas y variabilidad de los procesos biológicos: Debido a las interacciones complejas y a la variabilidad inherente a los procesos biológicos que tienen lugar en bosques, se puede necesitar modelos más complejos que los empleados para estimar las emisiones de la mayoría de las demás categorías de fuentes. Es necesario documentar las características y los supuestos, comprobando los datos de salida.
- Variabilidad en la magnitud y naturaleza de los datos: Las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero pueden ser pequeños flujos netos que resultan de grandes flujos brutos o de diferencias entre grandes reservas, por ejemplo, cambios lentos en las grandes reservas de carbono orgánico en los suelos. Además, según el tipo de actividad, se experimentarán diferentes tipos de cambios. Por ejemplo, es probable que la gestión forestal implique cambios pequeños y dispersos por unidad de superficie en grandes zonas, mientras que la deforestación a gran escala provoca emisiones netas relativamente grandes e inmediatas. Por estas razones, en los procedimientos de GC/CC se debería evaluar si los métodos seleccionados son apropiados para la estimación de los gases de efecto invernadero en cada caso.

Para el control de calidad se siguieron las pautas establecidas en la sección procedimientos generales de control de calidad de la OBP2003. En la tabla 7 se describen los procedimientos realizados para la gestión y control de calidad para el reporte de GEI:

Tabla 10. Procedimientos generales de control de calidad

Actividad	Procedimientos realizados
Comprobar que se documentan los supuestos y criterios de selección de datos de actividad, factores de emisión y demás parámetros de estimación	<ul style="list-style-type: none"> • Se confrontaron las descripciones de datos de actividad, factores de emisión y demás parámetros de estimación con información sobre las categorías de fuentes y sumideros, y se aseguró de que se registran y archivan correctamente
Controlar la existencia de errores de transcripción en las entradas de datos y referencias	<ul style="list-style-type: none"> • Se confirmó que las referencias de datos bibliográficos se citan correctamente en la documentación interna • Se analizó los datos de entrada de cada categoría de fuentes (mediciones y parámetros usados en los cálculos) para verificar que no hay errores de transcripción
Verificar que las emisiones y absorciones se calculen correctamente	<ul style="list-style-type: none"> • Se reprodujo una muestra representativa de los cálculos de emisiones o de absorciones
Comprobar que los parámetros y unidades de emisión se han registrado correctamente y que se usan factores de conversión apropiados	<ul style="list-style-type: none"> • Se comprobó que las unidades están debidamente rotuladas en las hojas de cálculo • Se comprobó que las unidades se transportan correctamente desde el principio hasta el final de los cálculos • Se comprobó que los factores de conversión son correctos • Se comprobó que se usan correctamente los factores de ajuste temporal y espacial.
Comprobar la integridad de los archivos de la base de datos	<ul style="list-style-type: none"> • Se confirmó que las etapas apropiadas del tratamiento de los datos están correctamente representadas en la base de datos • Se confirmó que las relaciones entre los datos están representadas correctamente en la base de datos • Se aseguró que los campos de datos están debidamente rotulados y tienen las especificaciones de diseño correctas • Se comprobó el archivo y documentación de la base de datos y estructura y operación.
Comprobar la coherencia de los datos entre las diferentes categorías	<ul style="list-style-type: none"> • Se verificó el uso de constantes comunes en diferentes categorías y se verificó su coherencia
Verificar que el movimiento de los datos del inventario a través de los pasos del procesamiento sea correcto	<ul style="list-style-type: none"> • Se controló la transcripción correcta de los datos de emisiones entre los diferentes cálculos intermedios • Se comprobó que los datos de emisiones y absorciones están correctamente agregados desde niveles inferiores hasta niveles superiores de presentación cuando se preparan resúmenes
Comprobar que se estiman o calculan correctamente las incertidumbres de las emisiones y absorciones	<ul style="list-style-type: none"> • Se comprobó que son apropiadas las calificaciones de las personas que aportan dictamen de expertos para las estimaciones de la incertidumbre • Se comprobó que se registran las calificaciones, los supuestos y los dictámenes de expertos
Revisar la documentación interna	<ul style="list-style-type: none"> • Se comprobó que existe documentación interna detallada para sustentar las estimaciones y permitir la reproducción de las estimaciones de las emisiones y de las absorciones y de la incertidumbre • Se comprobó que los datos del inventario, los datos de apoyo y los registros del inventario están archivados y almacenados para facilitar una revisión detallada

Actividad	Procedimientos realizados
	<ul style="list-style-type: none"> Se comprobó la integridad de todos los arreglos para archivar los datos de las organizaciones externas que participan en la preparación del inventario
Controlar la coherencia de la serie temporal	<ul style="list-style-type: none"> Se verificó los cambios metodológicos y de datos que producen nuevos cálculos Se controló que los efectos de las actividades de mitigación queden reflejados correctamente en los cálculos del año 2012 Se verificó la coherencia del método utilizado para los cálculos del año 2012
Controlar la exhaustividad	<ul style="list-style-type: none"> Se presentaron estimaciones para todas las categorías de fuentes y sumideros, de acuerdo a las circunstancias nacionales. Para los casos que no se pudieron establecer estimaciones, se documenta claramente las justificaciones y en los casos que sea posible, se plantean acciones de mejora. Se comprobó que se documentan las lagunas conocidas en datos que dan por resultado estimaciones incompletas de las emisiones.
Revisión y archivo de la documentación interna	<ul style="list-style-type: none"> Se comprobó que exista documentación interna detallada que respalde las emisiones y permita la reproducción de las estimaciones de emisión, absorción e incertidumbre Se archivaron los datos del RAGEI, los datos de respaldo y los registros del RAGEI para facilitar la revisión detallada Controlar que el archivo esté cerrado y se conserve en sitio seguro, una vez finalizado el inventario

Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente se desarrollaron los siguientes procedimientos específicos que se explican con mayor detalle en las secciones correspondientes.

Tabla 11. Procedimientos de control de calidad específicos aplicados

Categoría	Comprobación de los Datos de Actividad	Comprobación de los Factores de Emisión	Comprobación de los Cálculos
Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura			
Aplicable a todas las categorías: TF, TA, P, H, AT y OT	<p>Los Mapas de Cambio de Uso de la Tierra fueron revisados por varios especialistas y se elaboró más de una vez la Matriz US/CUS obteniendo los mismos resultados. Asimismo, se cruzó información con los Mapas Anuales de Pérdida de Bosque para verificar que las superficies de pérdida y cambio son similares. Las superficies, por cada año, categoría y estratos fueron sumadas para corroborar que el total de la extensión de la Amazonía coincidía. Se respaldó la selección de datos de actividad y supuestos de cálculo, a través de la discusión y definición conjunta dentro del Grupo Técnico de Apoyo del RAGEI USCUS.</p>	<p>En general, se emplearon los Factores de Emisión por defecto propuestos en la OBP2003.</p>	<p>El libro de cálculo fue construido empleando las plantillas propuestas en la OPB2003. Además, se respetó la terminología de cada parámetro para su correcta identificación. Se identificaron con claridad los datos de entrada, datos procesados y resultados. Se indicaron las unidades de medición de cada parámetro. Se ha vinculado todos los datos en cada paso del cálculo para facilitar el entendimiento y revisión de todas las estimaciones realizadas, y evitar errores de transcripción. El mismo libro de cálculo fue empleado en todos los años analizados. Cualquier mejora o cambio en uno fue aplicado a los otros. Las referencias fueron correctamente citadas y se</p>

Categoría	Comprobación de los Datos de Actividad	Comprobación de los Factores de Emisión	Comprobación de los Cálculos
			mantiene una base de datos con toda la información usada.
Tierras Forestales (TF)	Se cruzó información de los Mapas de Cambio de Uso de la Tierra con los Mapas Anuales de Pérdida de Bosque para anualizar de manera más apropiada las superficies de cambio, las cuales abarcan periodos mayores a un año. Se revisó la transcripción de los datos provenientes de estadísticas sectoriales (anuarios estadísticos).	Se alinearon los Factores de Emisión de Bosques Primarios a los empleados en el Nivel de Referencia de Emisiones Forestales.	Todos los antes señalados
Tierras Agrícolas (TA)	Se mantuvieron reuniones técnicas con el equipo encargado de elaborar las estadísticas agrarias de MINAGRI, para entender los datos de actividad de cultivos perennes	Se aplicaron los factores de emisión en TATA de acuerdo a la recomendación del ICA	Todos los antes señalados

Fuente: Elaboración propia.

2.6. Proceso de elaboración del RAGEI

2.6.1. Procedimientos y arreglos utilizados para recolectar la información de los datos de actividad y los factores de emisión

El DS No. 018-2015-MINAGRI que aprueba el Reglamento para la Gestión Forestal de la LFFS, en su artículo 21° establece que el Sistema Nacional de Información Forestal y de Fauna Silvestre (SNIFFS) se encuentra organizado en distintos módulos. Adiciona también que por decisión del Consejo Directivo del SERFOR puede encargarse la elaboración de módulos a otras entidades considerando sus competencias.

La Sexta Disposición Complementaria del DL No. 1220 “Decreto Legislativo que aprueba Medidas para la Lucha Contra La Tala Ilegal”, establece que la implementación del Módulo de Monitoreo de Cobertura de Bosques (MMCB) está bajo la coordinación del MINAM en forma colaborativa con SERFOR, y que constituye parte del SNIFFS.

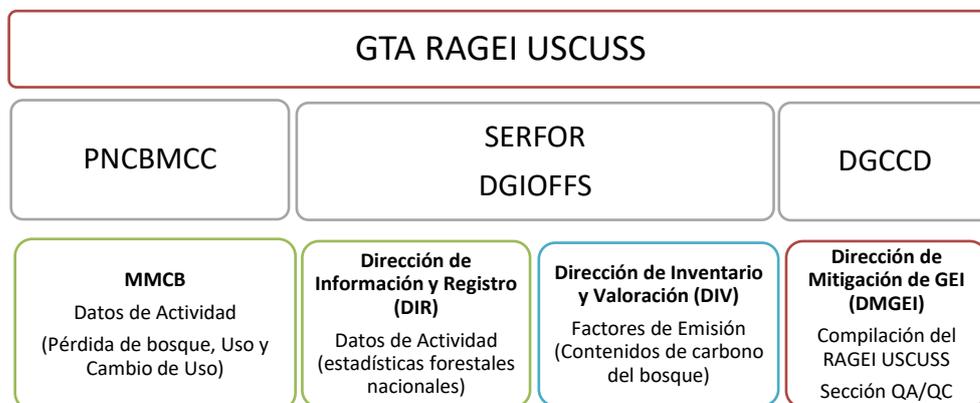
El DL 1319, declara de interés nacional la implementación del SNIFFS, como herramienta del Sistema Nacional de Gestión Forestal y de Fauna Silvestre (SINAFOR), y cuya conducción, incluidos sus módulos, se encuentra a cargo del SERFOR, sin perjuicio que la coordinación de los módulos puedan estar a cargo de otras entidades conforme a ley o a lo dispuesto en las normas reglamentarias de la Ley N° 29763, Ley Forestal y de Fauna Silvestre; asimismo, la coordinación con el MINAM respecto a la implementación del MMCB.

De acuerdo al diagnóstico⁴ sobre los requerimientos de información para generar el RAGEI, el PNCBMCC del MINAM en forma colaborativa con el SERFOR sería el encargado de la

⁴ Diagnóstico de requerimiento de información para generar el Reporte Anual de GEI. MINAM 2015

elaboración del RAGEI del sector USCUS. Para ello, se sugiere formar un Grupo Técnico de Apoyo (GTA) conformado por la DGCCD, el PNCBMCC y el SERFOR, que mantiene la siguiente organización:

Figura 3. Estructura de arreglos institucionales para elaboración del RAGEI 2014



Fuente: Elaboración propia.

La DMGEI se encarga de convocar, centralizar y dirigir las reuniones; que se llevan a cabo a lo largo del proceso de elaboración del RAGEI. Todas las decisiones se consultan y aprueban en el grupo, se refrendan las decisiones con la firma de un acta.

La mayor parte de la información del RAGEI, proviene de la MMCB del PNCBMCC y, en segundo lugar, del Centro de Información de Estadística Forestal del SERFOR.

En cuanto a datos de Actividad, Perú ha desarrollado un protocolo para la medición de los cambios de cobertura forestal y el mapeo de sus tierras forestales⁵ que se aplicó en la Amazonía Peruana, los cuales han sido utilizados para la construcción del Nivel de Referencia de Emisiones Forestales por Deforestación (NREF). Asimismo, se ha elaborado un protocolo para el mapeo de la cobertura y uso del suelo y de los cambios que fue aplicado para la construcción de las trayectorias en el uso de la tierra de los periodos 2011-2013 y 2013- 2016⁶, mismo que se emplea en los mapas de periodos anteriores, entre el 1995 y 2011 para abarcar una serie temporal más completa.

Sobre Factores de emisión, el Perú cuenta actualmente con datos nacionales sobre los contenidos de carbono de la biomasa arbórea aérea en los bosques naturales⁷. Estos datos se están mejorando con el levantamiento en campo de datos de parcelas adicionales como parte de las actividades implementadas por el Inventario Nacional Forestal (INF) del Perú⁸.

Con estas actividades en curso, el Perú está implementando todas las acciones necesarias para mejorar la exactitud de sus estimados de emisiones de gases de efecto invernadero

⁵ http://geobosques.minam.gob.pe:81/geobosque/descargas_geobosque/perdida/documentos/Protocolo_clasificacion_perdida_bosques_2000_2011.pdf

⁶ Los mapas generados están disponibles en GEOBOSQUES, no obstante, el protocolo metodológico aún se encuentra en desarrollo.

⁷ http://www.bosques.gob.pe/archivo/7220e0_libro_carbono.pdf

⁸ <https://www.serfor.gob.pe/modulos-sniifs/modulo-de-inventarios>

relacionadas a los bosques y generando los datos y la información que permitirán incorporar nuevas fuentes de emisiones y reservorios de carbono adicionales.

2.6.2. Procedimientos y arreglos utilizados para archivar la data recibida y procesada

Toda la información recopilada y generada se almacenó en archivos digitales para su utilización en los cálculos.

2.6.3. Esfuerzos para hacer de la elaboración del RAGEI un proceso continuo

Para el presente RAGEI se conformó un GTA, la Tabla 11 presenta un resumen de las entidades involucradas en la elaboración del RAGEI, así como indica las necesidades de fortalecimiento de capacidades requeridas en el marco de la elaboración de los siguientes RAGEI.

Tabla 12. Rol de las entidades involucradas en la elaboración del RAGEI

Entidad	Rol en la elaboración de RAGEI	Necesidades de fortalecimiento de capacidades
PNCBMCC	Módulo de Monitoreo de la Cobertura de Bosques (MMCB) Responsable de generar datos de actividad y factores de emisión	Fortalecer capacidades en control y aseguramiento de la calidad, cálculo de incertidumbres y gestión de la información Necesidades específicas: <ul style="list-style-type: none"> • Manejo de software y herramientas para el monitoreo de degradación (método directo e indirecto) • Estimación de reservas de carbono de tierras forestales y no forestales
DGCCD	Dirección de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero (DMGEI) Responsable de organizar elaboración del RAGEI Responsable de QA/QC	Fortalecer capacidades en control y aseguramiento de la calidad, cálculo de incertidumbres y gestión de la información
SERFOR	Dirección de Información y Registro (DIR) Responsable de proveer información de todas las estadísticas forestales	Desarrollo de capacidades para recopilar información no considerada en las estadísticas anuales (desagregación minuciosa, gestión territorial, sistemas de manejo/gestión, residuos de las cosechas, entre otros)
	Dirección de Inventarios y Valoración (DIV) Responsable de proveer información de Factores de emisión para Tierras forestales	Fortalecer capacidades en diseño y recopilación de muestreo, desarrollo de sistemas integrados de información y generación de nuevas herramientas de medición

Fuente: Elaboración propia.

3. RESULTADO SECTORIAL:

3.1. Emisiones sectoriales del año 2014

En el año 2014, las emisiones de GEI del sector fueron de 75,345.5 GgCO₂eq, representando el 45% del total de emisiones a nivel nacional. La Tabla 12 presenta los resultados de emisiones por categorías, así como el desgajado de emisiones por gas en sus respectivas unidades.

Tabla 13. Emisiones de GEI del sector USCUS en el año 2014

Categoría de Uso de la tierra		Sector en GL2006	Sector en GL1996	Emisiones/absorciones de CO ₂ (Gg)	CH ₄ (Gg)	N ₂ O (Gg)	Emisiones de GEI (Gg CO ₂ eq)
Uso de la tierra Inicial	Uso de la tierra final						
Tierras forestales	Tierras forestales	3B1a	5A	38,776.43	0.00	0.00	38,776.43
Desconocido	Tierras forestales	3B1bvi	5A, 5C, 5D	-24,580.16	0.00	0.00	-24,580.16
Tierras agrícolas	Tierras forestales	3B1bi	5A, 5C, 5D	-170.42	0.00	0.00	-170.42
Praderas	Tierras forestales	3B1bii	5A, 5C, 5D	-397.32	0.00	0.00	-397.32
Humedales	Tierras forestales	3B1bii	5A, 5C, 5D	-0.01	0.00	0.00	-0.01
Asentamientos	Tierras forestales	3B1biv	5A, 5C, 5D	-5.68	0.00	0.00	-5.68
Otras tierras	Tierras forestales	3B1bv	5A, 5C, 5D	-1.79	0.00	0.00	-1.79
Total parcial de Tierras forestales				13,621.05	0.00	0.00	13,621.05
Tierras agrícolas	Tierras agrícolas	3B2a	5A, 5D	-48.55	0.00	0.00	-48.55
Tierras forestales	Tierras agrícolas	3B2bi	5B, 5D	41,643.34	86.13	1.05	43,778.31
Praderas	Tierras agrícolas	3B2bii	5B, 5D	726.31	0.00	0.00	726.31
Humedales	Tierras agrícolas	3B2biii	5D	4.12	0.00	0.00	4.12
Asentamientos	Tierras agrícolas	3B2biv	5D	-1.56	0.00	0.00	-1.56
Otras tierras	Tierras agrícolas	3B2bv	5D	1.65	0.00	0.00	1.65
Total parcial de Tierras agrícolas				42,325.30	86.13	1.05	44,460.27
Praderas	Praderas	3B3a	5A, 5D	0.00	0.00	0.00	0.00
Tierras forestales	Praderas	3B3bi	5B, 5D	12,882.19	13.98	0.17	13,228.64
Tierras agrícolas	Praderas	3B3bii	5C, 5D	-128.84	0.00	0.00	-128.84
Humedales	Praderas	3B3biii	5C, 5D	-0.00	0.00	0.00	-0.00
Asentamientos	Praderas	3B3biv	5C, 5D	-12.10	0.00	0.00	-12.10
Otras tierras	Praderas	3B3bv	5C, 5D	-4.30	0.00	0.00	-4.30
Total parcial de Praderas				12,736.95	13.98	0.17	13,083.40
Humedales	Humedales	3B4a	5A, 5E	0.00	0.00	0.00	0.00
Tierras forestales	Humedales	3B4bi	5B	0.00	0.00	0.00	0.00
Tierras agrícolas	Humedales	3B4bii	5E	0.00	0.00	0.00	0.00
Praderas	Humedales	3B4biii	5B	0.00	0.00	0.00	0.00
Asentamientos	Humedales	3B4biv	5E	0.00	0.00	0.00	0.00
Otras tierras	Humedales	3B4bv	5E	0.00	0.00	0.00	0.00
Total parcial de Humedales				0.00	0.00	0.00	0.00
Asentamientos	Asentamientos	3B5a	5A	0.00	0.00	0.00	0.00
Tierras forestales	Asentamientos	3B5bi	5B	3,981.72	0.00	0.00	3,981.72
Tierras agrícolas	Asentamientos	3B5bii	5E	1.95	0.00	0.00	1.95
Praderas	Asentamientos	3B5biii	5B	33.25	0.00	0.00	33.25
Humedales	Asentamientos	3B5biv	5E	0.00	0.00	0.00	0.00
Otras tierras	Asentamientos	3B5bv	5E	0.00	0.00	0.00	0.00
Total parcial de Asentamientos				4,016.91	0.00	0.00	4,016.91
Otras tierras	Otras tierras	3B6a	5A	0.00	0.00	0.00	0.00
Tierras forestales	Otras tierras	3B6bi	5B	157.38	0.00	0.00	157.38
Tierras agrícolas	Otras tierras	3B6bii	5E	0.00	0.00	0.00	0.00
Praderas	Otras tierras	3B6biii	5B	6.47	0.00	0.00	6.47
Humedales	Otras tierras	3B6biv	5E	0.00	0.00	0.00	0.00
Asentamientos	Otras tierras	3B6bv	5E	0.00	0.00	0.00	0.00
Total parcial de Otras tierras				163.85	0.00	0.00	163.85
Total				72,864.05	100.10	1.22	75,345.47
Total Gg CO₂eq				75,345.47			

Fuente: Elaboración propia.

La principal fuente de emisión es la subcategoría de Tierras convertidas a Tierras Agrícolas (TTA) con 44,508.8 GgCO₂eq, que en términos absolutos representa el 35.4% del total de emisiones del sector. Dentro de dicha categoría, la conversión de Tierras Forestales a Tierras Agrícolas (TFTA) representa casi el 98% de las emisiones.

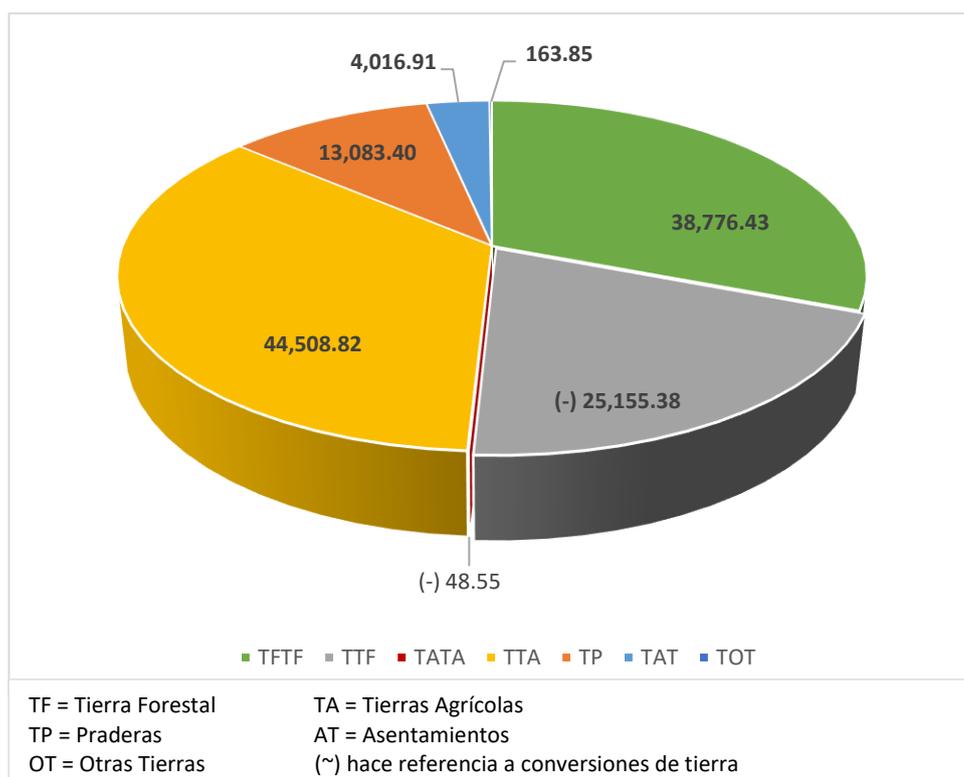
La segunda fuente de emisión más importante son las Tierras forestales que permanecen como Tierras Forestales (TFTF), aportando 38,776.4 GgCO₂eq que representan el 30.8% del total de emisiones del sector, en términos absolutos.

En tercer orden se encuentra las absorciones de la subcategoría Tierras convertidas en Tierras Forestales (TTF), con -25,155.4 GgCO₂eq, que en términos absolutos representan el 20% de los resultados del sector. Las demás subcategorías en conjunto representan el 13.8% de las emisiones del sector, en términos absolutos.

Es necesario resaltar que todas las emisiones relacionadas al cambio de uso de la tierra consideran únicamente al bioma Amazónico, debido a la falta de información de los biomas Costa y Sierra.

Los resultados resumidos por subcategoría se muestran en las siguientes figuras, sin incluir aquellas que no presentan absorciones ni emisiones.

Figura 4. Emisiones y absorciones de GEI (GgCO₂eq) por subcategorías, año 2014



Fuente: Elaboración propia.

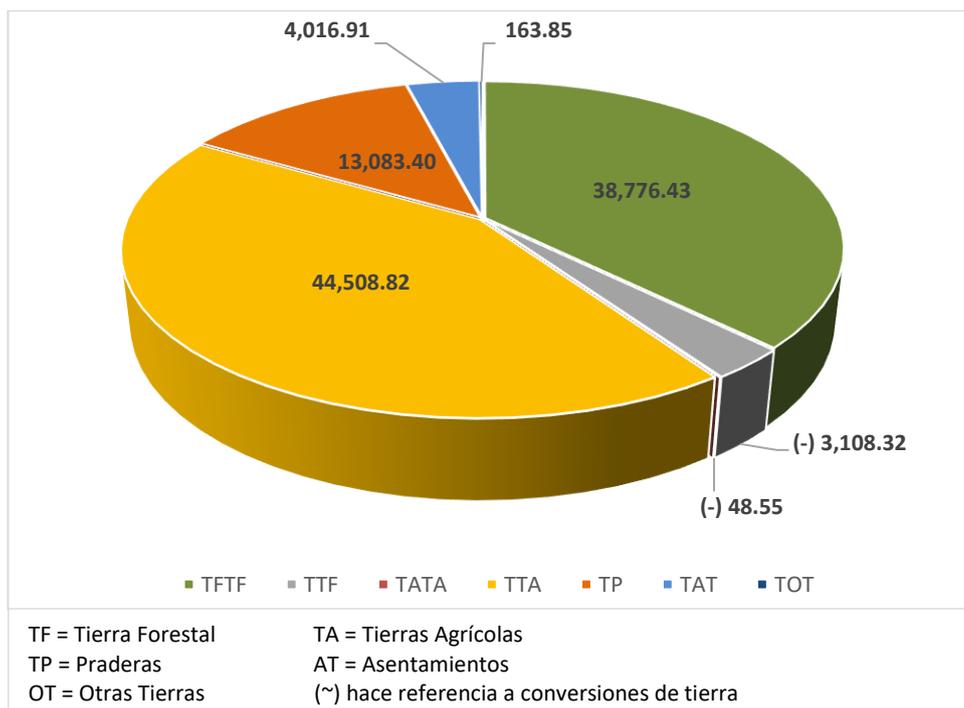
Es importante resaltar el impacto que las absorciones de la subcategoría Tierras convertidas en Tierras Forestales (TTF) tienen sobre el resultado de USCUS. De los -25,155.4 GgCO₂eq

absorbidos, -22,047.1 GgCO₂eq (87.6%) corresponden a los incrementos de la biomasa viva en los Bosques Secundarios que no sufren cambio durante el periodo analizado⁹.

Considerando que la identificación realizada de los Bosques Secundarios es una aproximación, de la cual no se conoce el error asociado, se podría esperar que los resultados de las absorciones en TTF sean altamente inciertas. En función de ello, de manera alternativa, se presentan los resultados del sector sin contabilizar las absorciones del Bosque Secundario que no sufre cambios. Todas las demás estimaciones permanecen iguales.

Bajo esta mirada, las emisiones totales del sector ascenderían a 97,392.4 GgCO₂eq, pasando a representar el 51.4% de las emisiones nacionales. Asimismo, como puede observarse en la Figura 5, se generaría una redistribución de la participación de las categorías y subcategorías respecto al resultado total. Si bien la subcategoría TTA sigue siendo la principal fuente de emisiones, su participación en las emisiones absolutas crece porcentualmente de 35.4% a 43%. A su vez, la subcategoría TTF también cobra mayor relevancia, al pasar a representar el 37.8% de las emisiones absolutas. Así, ambas responderían aproximadamente por el 81% de las emisiones de todo el sector.

Figura 5. Emisiones y absorciones de GEI sin absorciones del Bosque Secundario que permanece como tal (GgCO₂eq), año 2014



Fuente: Elaboración propia.

Se espera que el siguiente INGEI se cuente con información más robusta del Bosque Secundario, que permita estimar con mayor certeza las emisiones y absorciones producidas en sus áreas. Para ello, se viene desarrollando un método específico de detección, que será

⁹ Es decir, que las áreas identificadas como Bosque Secundario en el 2013 que permanecieron como Bosque Secundario en el 2016. Este periodo corresponde al Mapa de Cambio de Uso de la Tierra 2013-2016 de la Amazonía empleado en el RAGEI USCUS 2014.

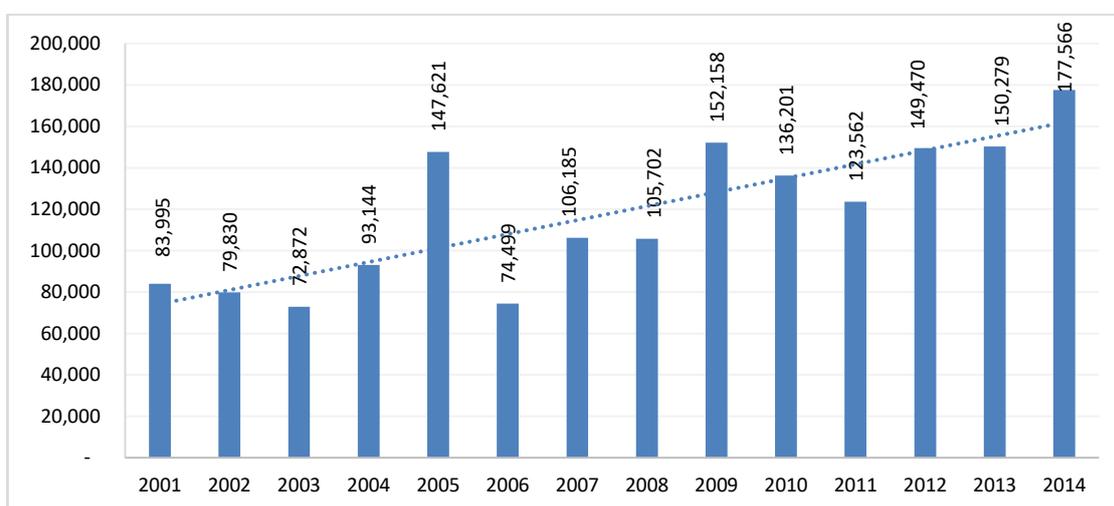
integrado a las acciones de monitoreo del bosque para generar periódicamente mapas de Bosque Secundario, incluyendo la incertidumbre de los mismos.

3.2. Descripción de la situación sectorial

Los bosques naturales en el Perú constituyen el ecosistema de mayor superficie, con 72,083,263 ha y representan el 56.09% del territorio nacional. Se clasifican de manera general en bosques húmedos amazónicos con 68,188,726 ha, bosques estacionalmente secos de la costa con 3,674,364 ha y bosques andinos con 220,173 ha (MINAM, 2015)¹⁰.

Entre 2001 y 2014, la deforestación bruta en la Amazonía Peruana acumuló una pérdida total de bosque de 1,653,121 ha (118,080.10 ha/año). Todos los departamentos de la Amazonía Peruana presentan una tendencia hacia el aumento de la deforestación (MINAM, 2016)¹¹, especialmente en los años más recientes de la serie histórica, como se muestra en el siguiente gráfico.

Figura 6. Pérdida de bosque anual en el bioma Amazónico (ha)



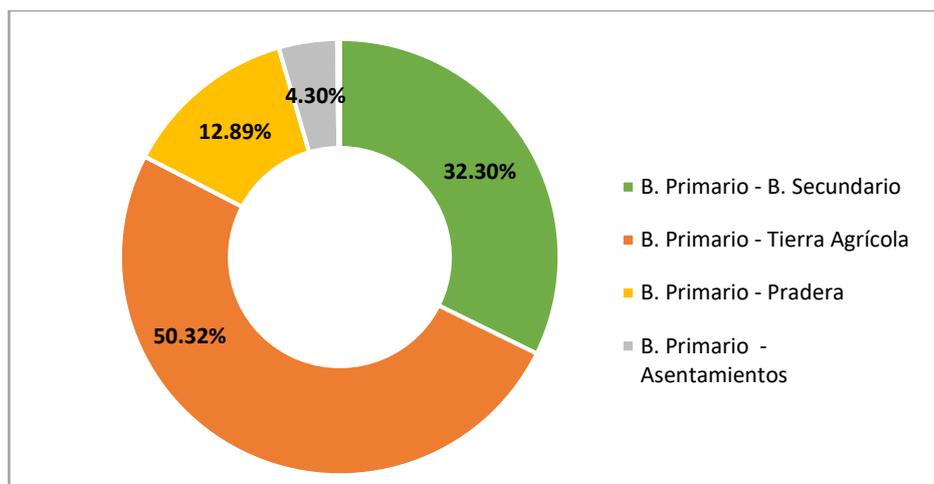
Fuente: MINAM, PNCBMCC

Según los resultados del Mapa de Cambio de Uso de la Tierra 2013-2016, el 67% de la pérdida de bosque primario en la Amazonía habría ocurrido principalmente por la apertura de nuevas áreas de cultivo como puede verse en la Figura 7. El NREF menciona que, de forma general, el 88% de este tipo de conversión es realizada por pequeños productores agropecuarios cuya capacidad de deforestación anual abarca de 0.5 ha hasta 3 ha (MINAM, 2016).

¹⁰ Mapa Nacional de Cobertura Vegetal: Memoria Descriptiva. MINAM 2015.

¹¹ Nivel de Referencia de Emisiones Forestales por Deforestación (NREF). Disponible en: https://redd.unfccc.int/files/frel_submission_peru_modified.pdf

Figura 7. Uso final de la tierra por conversión de bosque primario, periodo 2011-2013



Fuente: Mapa de Cambio de Uso de la Tierra 2013-2016 (MINAM)

Se conoce mucho menos de la situación de conservación de los bosques de Costa y Sierra. Al no existir un sistema de monitoreo periódico de la deforestación, anual en el caso de Amazonía, no se dispone de información homogénea ni actualizada de superficies de bosque perdidas (ni convertidas a otros usos) de estos dos biomas. Sin embargo, se sabe que están constantemente sometidos a presiones de degradación (extracción de madera y leña, sobrepastoreo, incendios, entre otros) y deforestación (para la apertura de nuevas áreas de pastos o cultivos) por parte de la población que depende de ellos.

Respecto a las actividades que no implican necesariamente un cambio de uso de la tierra, pero que tienen alta relevancia en las emisiones del sector, encontramos a extracción de madera, el consumo de leña y la ocurrencia de incendios.

En las últimas décadas, el énfasis de la actividad económica del sector forestal ha estado centrado en los productos maderables, principalmente en la transformación primaria en forma de madera aserrada (575,261.53 m³) con muy limitado valor agregado. Así, el producto forestal maderable con mayor volumen de exportación es la madera aserrada con un valor FOB de US\$ 57,209,492.71.

Teóricamente, la extracción de madera es una actividad sostenible regulada por el Estado, realizada en el marco del cumplimiento de un permiso (de diferentes modalidades) expedido para áreas específicas. No obstante, el incumplimiento de las normas y la ilegalidad son problemas comunes.

En el informe de resultados de las supervisiones y fiscalizaciones del aprovechamiento de la madera del año 2014¹², OSINFOR encontró irregularidades en el 93.7% de los títulos habilitantes supervisados, que conllevaron a sanciones de diferente gravedad, siendo la caducidad del derecho de aprovechamiento la medida más extrema. La principal irregularidad encontrada comprende la inexistencia de árboles indicados en los Planes de Aprovechamiento,

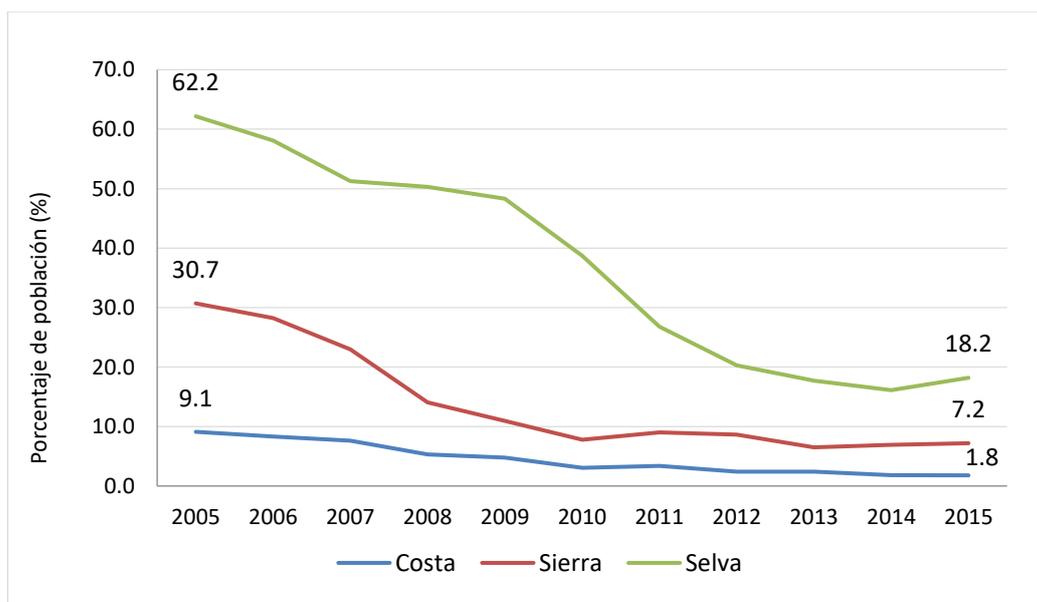
¹² OSINFOR, 2014. Resultados de las supervisiones y fiscalizaciones efectuadas por el OSINFOR en el marco del operativo internacional "Operación Amazonas 2014".

que en la práctica permite el “blanqueo de madera”, entendido como la extracción de especies en áreas no autorizadas pero movilizadas legalmente con el permiso otorgado al título habilitante.

Se evidenció también el alto grado de extracción en modalidades que no son sujetas a supervisión ni fiscalización por parte del OSINFOR, como autorizaciones para el aprovechamiento forestal en sistemas agroforestales y permisos forestales en bosques locales; donde se estaría cometiendo la misma irregularidad.

Otro factor de relevancia es el consumo de leña. Las estadísticas de su producción publicadas en el anuario Perú Forestal en Números (SERFOR) son poco fiables, al estar basadas en el parámetro de población total nacional del año 2007 y factores de consumo per cápita por región geográfica. Sin embargo, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)¹³ registra información relacionada que permite conocer de forma más clara la evolución del consumo doméstico de la leña (y otras fuentes de biomasa) en el país, como puede verse en el siguiente gráfico.

Figura 8. Porcentaje de la población que consume leña o carbón para preparación de sus alimentos, por región geográfica



Fuente: INEI – Encuesta Nacional de Hogares. Elaboración propia

Como se observa, el consumo doméstico de leña está en constante decrecimiento, lo cual es comprensible dado la mayor disponibilidad y alcance de otras fuentes, tal como indica OSINERGMIN en los casos de electrificación, acceso a gas licuado de petróleo y gas natural, cuya cobertura al año 2012 ha alcanzado valores de 87.2%, 71.5% y 4.07%, respectivamente (OSINERGMIN, 2013)¹⁴.

¹³ Proporción de población en hogares que usa carbón o leña para preparar sus alimentos, según ámbito geográfico, 2005-2015. Recuperado de: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/indices_tematicos/c54.xls

¹⁴ OSINERGMIN, 2013. Acceso a la Energía en el Perú: Balance y Opciones de Política. Presentación en Congreso Internacional sobre Acceso Universal a los Servicios Públicos de Energía. Lima, Perú.

No obstante, debe recalcar que estos valores sólo dan cuenta del consumo doméstico de leña. No existe información respecto al consumo industrial y comercial, que, de ser agregados a las estimaciones, incrementarían el impacto de esta actividad en el sector.

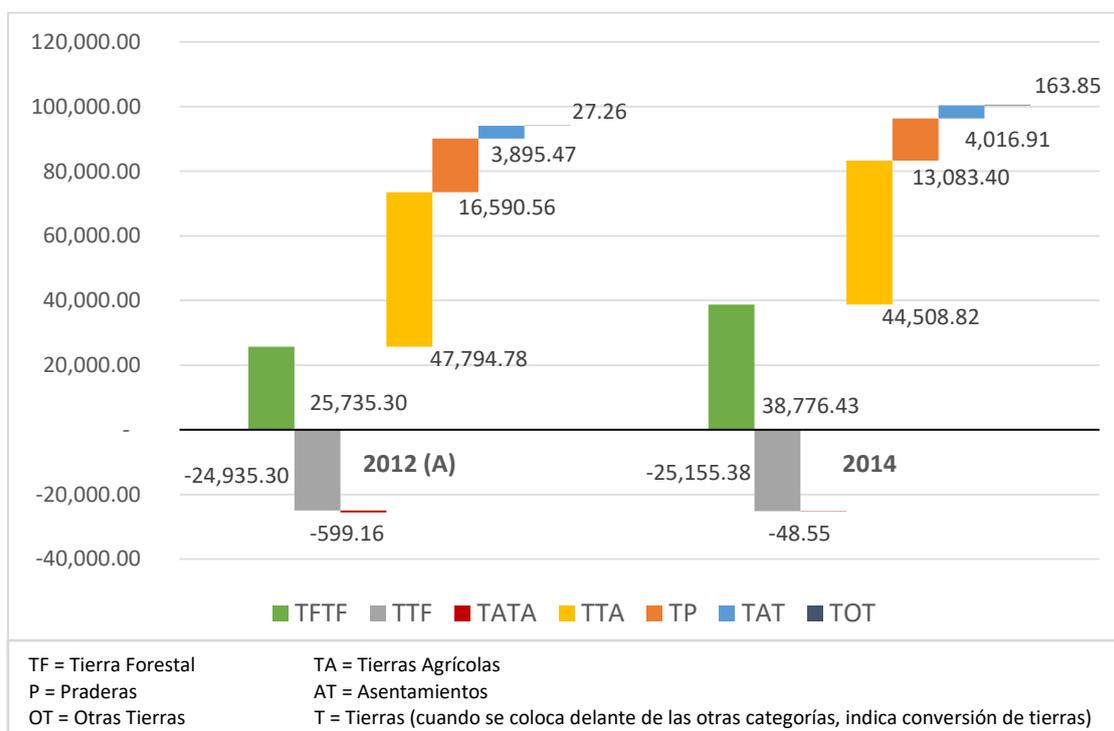
Respecto a los incendios forestales y de otros tipos de cobertura, no se tiene claridad de la magnitud y grado de afectación de estos eventos. Pese a que el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) registra la ocurrencia de incendios a nivel nacional, haciendo la diferenciación del tipo de cobertura afectada, y en algunos casos, estimando la superficie, no puede considerarse una estadística completa; por tanto, es necesaria mayor información para evaluar de forma más adecuada el impacto de los incendios.

Como puede notarse, en el sector USCUS el énfasis está puesto en la categoría de Tierras Forestales, especialmente en las conversiones hacia otras categorías, dado que es la principal fuente de emisiones y remociones del sector, así como de la sumatoria de las emisiones de todos los sectores del país.

3.3. Análisis de los resultados

En relación a la evolución de las emisiones del sector, en la Figura 9 se aprecia que las emisiones del año 2014 son un 10% más altas que las del año 2012. Asimismo, se ve que la participación de las categorías y subcategorías es bastante similar en ambos años, permaneciendo como principales las subcategorías TTA, TTF y TTF.

Figura 9. Evolución de las emisiones del GEI del Sector USCUS por subcategoría (GgCO₂eq)



Fuente: Elaboración propia.

http://www.osinergmin.gob.pe/Paginas/CongresoInternacional/archivos/JUEVES_30/CTI/1.%20Acceso%20a%20la%20Energia%20en%20el%20Peru-Julio%20Salvador.pdf

No se pudo realizar la misma comparación con los resultados de los años 2000, 2005 y 2010, porque no fueron actualizados, al no estar disponibles los Mapas Cambio de Uso de la Tierra de los periodos 1995-2000, 2000-2005 y 2005-2011 durante la elaboración del presente RAGEI. Con la culminación de los mismos, junto con los nuevos datos esperados de Bosque Secundario, se podrá actualizar la serie temporal completa para su presentación en el INGEI 2016, y así conocer la fluctuación real de las emisiones.

La tabla resumen de las emisiones de GEI del sector, según el formato de la OBP2003, se muestra en el Anexo B: **Resultados del Sector USCUS** – **Formatos OBP2003**.

3.4. Coherencia de la serie temporal

Durante la realización del presente inventario, se realizaron cambios significativos en los cálculos del sector USCUS, debido principalmente a la disponibilidad de nueva información.

Como ya se mencionó, fue posible elaborar la matriz de uso y cambio de uso de la tierra espacialmente explícita para el bioma Amazónico, en base al Mapa de Cambio de Uso de la Tierra 2013-2016. Ello permitió estimar las emisiones y absorciones originadas por la conversión en todas las categorías, a diferencia de los inventarios anteriores, donde solo se pudieron evaluar los cambios en Tierras Forestales. Asimismo, se actualizó el área del Bosque Secundario¹⁵ que anteriormente se estimaba a través de la interpretación visual de imágenes satelitales de un número (insuficiente, según expertos nacionales) de muestras seleccionados aleatoriamente.

Adicionalmente, se modificó el método para estimar la biomasa subterránea con el fin de homogenizar el contenido de biomasa total de Tierras Forestales, con los valores empleados en el Nivel de Referencia de Emisiones Forestales por Deforestación (NREF) del bioma Amazónico.

Debido a la temporalidad de la principal mejora metodológica introducida, únicamente fue posible actualizar los cálculos del inventario 2012 del sector USCUS. Si bien la OBP 2003, en su capítulo 5 presenta métodos para tratar las posibles incoherencias en la serie temporal, ninguno de ellos fue aplicado para los años 2000, 2005 y 2010.

El único método que mostraba factibilidad de ser aplicado fue el método de superposición, dado que se tenía por lo menos un año calculado con los métodos antiguos y nuevos. Sin embargo, al hacer una prueba de implementación, se vio que los resultados de su aplicación no eran uniformes, especialmente en la subcategoría de tierras que se convierten a tierras forestales, donde el efecto en la variación de las absorciones de carbono se mostró muy disímil entre el año 2000 y los años 2005 y 2010.

Teniendo en cuenta lo anterior y más aún, estando próximos a la culminación de los nuevos mapas de uso y cambio de uso de la tierra que abarcan todos los años INGEI anteriores, se ha visto conveniente aplicar la actualización de la serie temporal de los años 2000, 2005 y 2010 durante la elaboración del próximo INGEI. En ese momento se podrá recalcular todos los años

¹⁵ Según lo descrito en la sección 3.3 del presente documento, el Bosque Secundario fue identificado a manera de subclase de la Vegetación Secundaria, mediante un método indirecto que consistió en la vinculación de mapas nacionales e internacionales existentes.

usando una misma fuente de información y un mismo método de clasificación del uso y cambio de uso de la tierra, por cuanto se obtendrán resultados totalmente comparables.

Los resultados originales de los años 2000, 2005 y 2010, el resultado original y actualizado del año 2012, así como el resultado del 2014, se muestran en la siguiente tabla. Se muestra también el porcentaje de variación debido al ajuste para el año 2012, en todas las sub-categorías de uso y cambio de uso de la tierra.

Tabla 14. Serie temporal de emisiones originales de los años 2000, 2005, 2010, 2012 y emisiones actualizadas 2012 y 2014, por cada tipo de uso y cambio de uso de la tierra

Categoría	2000	2005	2010	2012		Δ [%]	2014
	Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]			Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]			
	O	O	O	O	A		
Tierras Forestales (TF)	2,082.80	41,060.91	2,726.84	3,378.08	800.00	-76.32	13,621.05
TFTF	29,336.37	55,902.33	17,131.49	18,864.46	25,735.30	36.42	38,776.43
DESTF	-27,253.57	-14,841.42	-14,404.65	-15,486.38	-24,293.32	56.87	24,580.16
TATF	-	-	-	-	-117.58		-170.42
PTF	-	-	-	-	-523.31		-397.32
HTF	-	-	-	-	-0.07		-0.01
ATTF	-	-	-	-	-0.03		-5.68
OTTF	-	-	-	-	-0.99		-1.79
Tierras Agrícolas (TA)	103,485.72	78,395.49	76,850.37	74,153.70	47,195.62	-36.35	44,460.27
TATA	-294.39	-83.93	-484.16	-737.68	-599.16	-18.78	-48.55
TFTA	103,780.11	78,479.42	77,334.53	74,891.38	47,012.53	-37.23	43,778.31
PTA	-	-	-	-	782.14		726.31
HTA	-	-	-	-	0.02		4.12
ATTA	-	-	-	-	0.09		-1.56
OTTA	-	-	-	-	-		1.65
Praderas (P)	1,541.36	1,345.03	7,900.79	7,378.52	16,590.56	124.85	13,083.40
PP	-	-	-	-	-		-
TFP	1,541.36	1,345.03	7,900.8	7,378.52	17,482.25	136.93	13,228.64
TAP	-	-	-	-	-137.93		-128.84
HP	-	-	-	-	-0.03		-0.002
ATP	-	-	-	-	-747.06		-12.10
OTP	-	-	-	-	-6.66		-4.30
Humedales (H)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00
HH	-	-	-	-	-		-
TFH	-	-	-	-	-		-
TAH	-	-	-	-	-		-
PH	-	-	-	-	-		-
ATH	-	-	-	-	-		-
OTH	-	-	-	-	-		-
Asentamientos (AT)	15.34	24.56	171.53	583.42	3,895.47	567.70	4,016.91
ATAT	-	-	-	-	-		-
TFAT	15.34	24.56	171.53	583.42	3,849.99	559.90	3,981.72
TAAT	-	-	-	-	4.40		1.95
PAT	-	-	-	-	41.09		33.25
HAT	-	-	-	-	-		-
OTAT	-	-	-	-	-		-

Categoría	2000	2005	2010	2012		Δ [%]	2014
	Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]			Emisiones GEI [GgCO ₂ eq]			
	O	O	O	O	A		
Otras Tierras (OT)	83.09	208.71	2,257.62	1,248.22	27.26	-97.82	163.85
OTOT	-	-	-	-	-	-	-
TFOT	83.09	208.71	2,257.62	1,248.22	27.04	-97.83	157.38
TAOT	-	-	-	-	-		-
POT	-	-	-	-	0.22		6.47
HOT	-	-	-	-	-		-
ATOT	-	-	-	-	-		-
Total	107,208.31	121,034.70	89,907.15	86,741.94	68,508.91	-21.02	75,345.47

Leyenda: O - Original, A - Actual, Δ - Variación de la estimación actual con respecto a la estimación original

Fuente: MINAM, PNCBMCC

Nota 1: Los valores negativos de la columna de variación (Δ%) indican una reducción del valor de las emisiones/absorciones respecto al cálculo original. Las celdas sombreadas en plomo de los años 2012 y 2014 actualizados (A), indican que son nuevos cálculos realizados por disponibilidad de nueva información (mapas de US y CUS).

Nota 2: Se muestran a detalle los resultados de todas las sub-categorías de uso y cambio de uso de la tierra, incluyendo aquellas donde no se han estimado emisiones/absorciones (celdas vacías).

En la tabla anterior, se aprecia que los resultados actualizados del año 2012 son 21.0% más reducidos que los resultados originalmente estimados. En ese año, todas las categorías han variado considerablemente el total de sus emisiones, entre el resultado actualizado y el original, lo cual responde principalmente a la redistribución ocurrida en los cambios del uso de la tierra por el cambio de metodología para detectarlos. Esto se expresa, por ejemplo, en la reducción de un 36.4% de las emisiones totales en Tierras Agrícolas (TA), cuando al mismo tiempo, las emisiones en Praderas (P) se incrementaron en 124.9%.

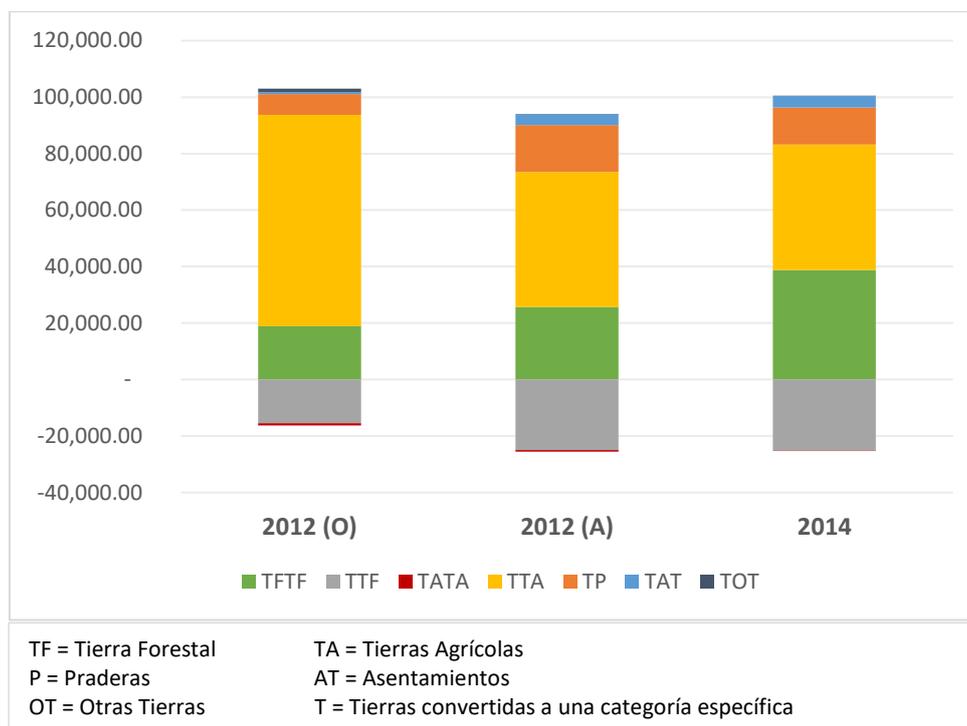
Asimismo, en el caso específico de las Tierras Forestales (TF), se puede ver que la mejora introducida para identificar a los Bosques Secundarios, ha conllevado al incremento en 56.9% de las absorciones de las tierras con uso inicial desconocido donde se mantiene en recuperación la vegetación (DESTF)¹⁶. Además, se han añadido sumideros antes no analizados, relacionados al cambio de las otras categorías a Bosques Secundarios (TATF, PTF, HTF, ATTF y OTTF).

Otros efectos de la actualización de los resultados del año 2012 pueden verse en las subcategorías Tierras convertidas a Asentamientos (TAT) y las Tierras Agrícolas que permanecen como tal (TATA). Aunque de aporte de ambas al sector es pequeño, se aprecia un incremento de 567.7% en la primera, mientras que la segunda se reduce en 18.9%.

En el siguiente gráfico, se muestran los resultados por subcategoría del sector, del año 2000, 2005, 2010, la versión original y actualizada del año 2012, y los resultados del año 2014.

¹⁶ La subcategoría DESTF no existe en el sistema de categorización de tierras del IPCC. DESTF agrupa a las tierras donde la vegetación se viene recuperando (sin sufrir una conversión posterior), tanto de manera natural bajo la forma de Bosques Secundarios, como de manera asistida bajo la forma de Plantaciones Forestales. Entre ambas, el Bosque Secundario es el más relevante en términos de superficie y niveles de absorción de carbono. Dado que el uso inicial no es conocido, se ha preferido separarlos de las demás subcategorías de conversión.

Figura 10. Actualización de las emisiones de GEI del año 2012, por sub-categorías de uso de la tierra



Fuente: MINAM – PNCBMCC

Nota: O = Cálculo original; A = Cálculo actualizado

Comparando los resultados del año 2012 (A) con los del año 2014, se puede observar que el nivel de absorción en TTF es similar en ambos años. Ello se debe a la estabilidad de las superficies de los Bosque Secundarios que no sufren cambios, entre los periodos 2011-2013 y 2013-2016.

Por el contrario, la subcategoría TTF se incrementa considerablemente en el 2014, pese a la reducción de las emisiones por extracción de madera y leña, respecto al 2012. El incremento, entonces, corresponde íntegramente al aumento de la superficie de Bosque Primario que pasa a Bosque Secundario.

Es interesante constatar el impacto que la distribución de la pérdida del bosque hacia las demás categorías tiene sobre las emisiones totales del sector; hecho que solo pudo ser visibilizado mediante la comparación de dos periodos con resultados compatibles. Como se mostró en la Figura 7, la deforestación en el 2014 (177,566 ha) fue bastante más elevada que en el 2012 (149,470 ha). Sin embargo, la diferencia en las emisiones totales es de tan solo 10% entre ambos años.

Esto se explica al considerar que las principales fuentes de emisión son las conversiones desde el Bosque Primario (en TF) hacia las otras categorías, y que cada una de estas conlleva a contenidos de carbono finales diferentes (de acuerdo a la información por defecto de la OBP2003), dando como resultado a la pequeña diferencia de emisiones entre el 2012 y 2014.

4. RESULTADOS POR CATEGORÍA

4.1. Tierras forestales

4.1.1. Tierras forestales que siguen siendo tierras forestales (TFTF)

Las emisiones de GEI en esta subcategoría comprenden a la variación en las reservas de cinco depósitos de carbono (biomasa aérea, biomasa subterránea, madera muerta, hojarasca y materia orgánica del suelo), de las Tierras Forestales que permanecen como tales entre el momento inicial y final del periodo analizado. También incluyen las emisiones de gases distintos al CO₂ producto de la quema de la biomasa y las emisiones de los suelos forestales.

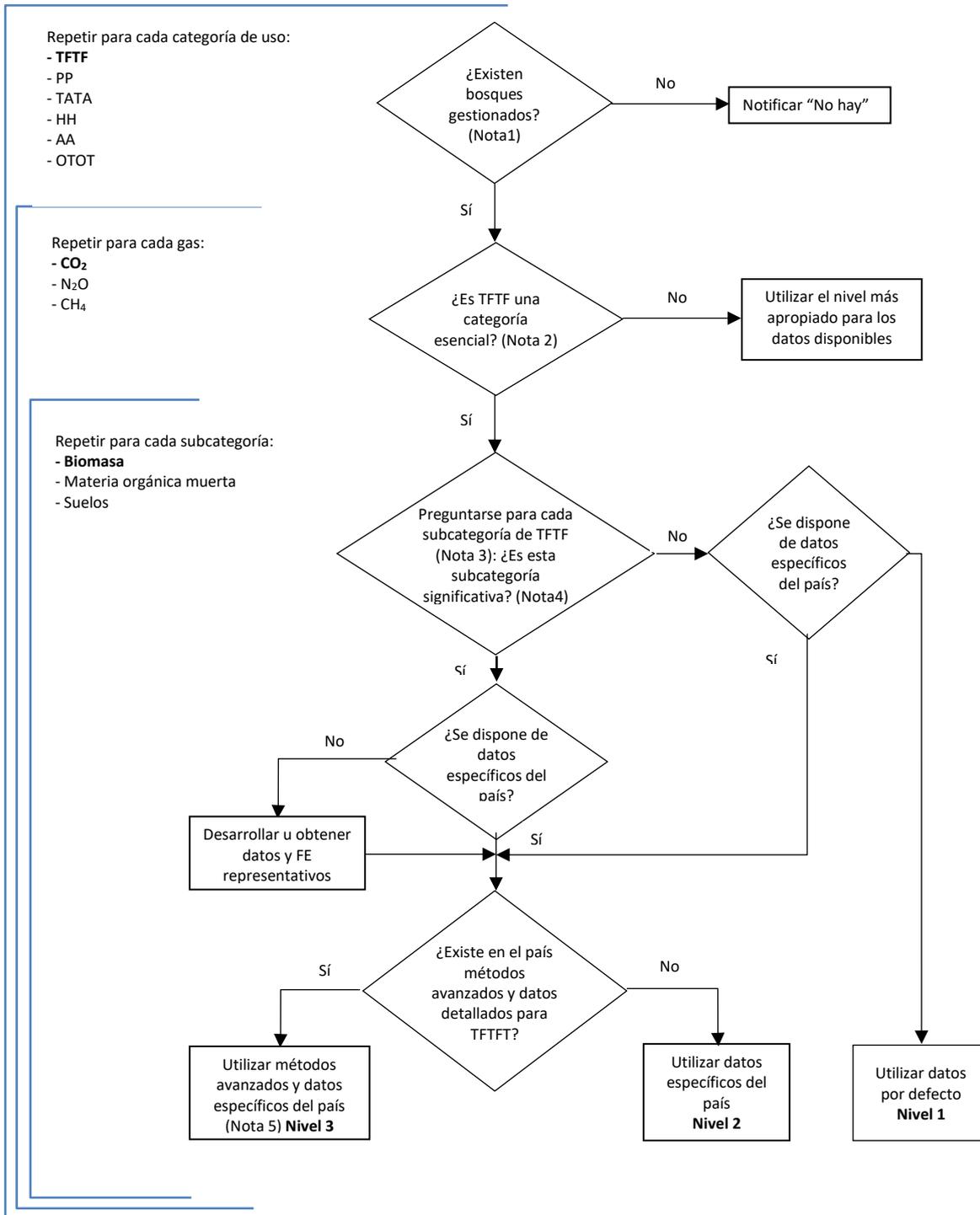
En el presente inventario, se ha evaluado la variación de las reservas de carbono de la biomasa aérea y biomasa subterránea, denominadas en conjunto como biomasa viva, del componente arbóreo, como se describe en las siguientes secciones.

4.1.1.1. Elección del método

La OBP2003 propone tres niveles metodológicos para el desarrollo de las estimaciones de emisiones y absorciones de GEI. Los niveles son elegidos en función de la contribución que cada fuente/sumidero tiene respecto a los resultados totales. Se espera, por tanto, que los niveles más altos (2 o 3) sean empleados para aquellos que fueron determinados como esenciales o significativos, a fin de asegurar una mayor certidumbre de los estimados. No obstante, la disponibilidad de la información de base define en última instancia el nivel metodológico empleado.

El árbol de decisión mostrado en la Figura 11 soporta el proceso de selección del nivel metodológico, en tierras que permanecen como tales, como es el caso de TFTF.

Figura 11. Árbol de decisión para identificar el nivel metodológico apropiado para Tierras Forestales que permanecen como Forestales



Fuente: OBP2003, Capítulo 3, página 3.19

Nota 1: La utilización de un umbral de 20 años concuerda con los valores por defecto indicados en las *GL1996*. Los países pueden usar periodos diferentes, de acuerdo a las circunstancias nacionales.

Nota 2: El concepto de categoría esencial está explicado en el Capítulo 5, Subsección 5.4 de la OBP2003.

Nota 3: Subcategoría entendida aquí como los depósitos de carbono a analizarse.

Nota 4: Una subcategoría es significativa cuando representa 20-25% de las emisiones/absorciones de la categoría

Variación anual de las reservas de carbono en TTF

Las emisiones y absorciones de carbono generadas a partir de la variación de las reservas de carbono se resumen en la Ecuación 3. Tal como se menciona anteriormente, la determinación del nivel metodológico debe realizarse en cada uno de sus componentes.

Ecuación 3. Emisiones o Absorciones anuales en Tierras Forestales que siguen siendo Tierras Forestales

$$\Delta C_{TTF} = (\Delta C_{TTFBV} + \Delta C_{TTFMON} + \Delta C_{TTFsuelos})$$

Donde:

- ΔC_{TTF} : Variación anual de las reservas de carbono en tierras forestales que siguen siendo tierras forestales, en t C/año
- ΔC_{TTFBV} : Variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva (incluye la biomasa sobre el suelo y bajo el suelo) en tierras forestales que siguen siendo tierras forestales; en t C/año
- ΔC_{TTFMOM} : Variación anual de las reservas de carbono en la materia orgánica muerta (incluye la madera muerta y los detritus) en tierras forestales que siguen siendo tierras forestales; en t C/año
- $\Delta C_{TTFsuelos}$: Variación anual de las reservas de carbono en suelos en tierras forestales que siguen siendo tierras forestales, en t C/año

Fuente OBP2003, Capítulo 3, Página 3.23

Las ecuaciones específicas de cada reservorio analizado son detalladas a continuación.

A. Variación de las reservas de carbono de la Biomasa Viva

La OBP2003 describe dos métodos de cálculo, a los que se puede aplicar cualquiera de los tres niveles de acuerdo a la información disponible. En este reporte, se ha seleccionado el Método 1, denominado Método por Defecto, que consiste en restar las pérdidas de los incrementos de carbono de la biomasa viva durante el año de notificación. En ese sentido, se aplica la siguiente ecuación:

Ecuación 4. Variación anual de las reservas de Carbono de la Biomasa Viva en TTF (método por defecto)

$$\Delta C_{TTFBV} = (\Delta C_{TTFC} - \Delta C_{TTFP})$$

Donde:

- ΔC_{TTFBV} : Variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva (incluye la biomasa sobre el suelo y bajo el suelo) en tierras forestales que siguen siendo tierras forestales, en t C/año
- ΔC_{TTFC} : Aumento anual de las reservas de carbono debido al crecimiento de la biomasa, en t C/año
- ΔC_{TTFP} : Disminución anual de las reservas de carbono debido a la pérdida de biomasa, en t C/año

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 3.24

A su vez, existen ecuaciones más específicas para estimar por separado el aumento y la disminución de las reservas de carbono de la biomasa viva que se describen a continuación:

A.1. Aumento anual de las reservas de carbono debido al incremento de biomasa en TFTF

El cálculo del aumento anual de reservas de carbono debido al incremento de la biomasa, se realizó sobre las áreas de Bosque Primario que pasaron a ser Bosque Secundario, sin que ello implique un cambio de uso de la tierra. Las emisiones generadas son no significativas, por lo que el nivel metodológico correspondiente es el 1.

Respecto a los Bosques Primarios que se mantuvieron como tales, se replicó el supuesto de todos los inventarios anteriores, de equilibrio en las reservas de carbono de la biomasa viva, por lo que no se han estimado absorciones por el incremento de su biomasa.

La ecuación empleada es la siguiente:

Ecuación 5. Incremento en el stock de C debido al incremento de biomasa TFTF

$$\Delta C_{TFTFC} = \sum_{ij} (S_{ij} * C_{TOTALij}) * FC$$

Donde:

ΔC_{TFTFC} : Incremento anual de las reservas de carbono debido al incremento de la biomasa en TFTF, por tipos de bosque y zonas climáticas, en t C/año

S_{ij} : Superficie de TFTF, por tipos de bosque ($i =$ desde 1 hasta n) y zonas climáticas ($j =$ desde 1 hasta m), en ha

$C_{TOTALij}$: Tasa media de incremento anual de la biomasa total, en unidades de materia seca, por tipos de bosque ($i =$ desde 1 hasta n) y zonas climáticas ($j =$ desde 1 hasta m), en t m.s./ha/año

FC : Fracción de carbono de la materia seca, en t C/t m.s.

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 3.25

A.2. Disminución anual de las reservas de carbono debido a la pérdida de biomasa en TFTF

La pérdida de biomasa anual es la suma de las pérdidas resultantes de extracción de madera, recolección de leña y de otras pérdidas.

En inventarios anteriores, las otras pérdidas reflejaban las emisiones por la pérdida de biomasa ocurrida por incendios forestales. En el presente inventario, se ha optado por no incluir esta fuente, por falta de información. En cambio, ahora muestran las emisiones del cambio de cobertura de Bosque Primario a Bosque Secundario.

En conjunto, las pérdidas de biomasa viva en TFTF son significativas dentro del sector USCUS, y conllevan a que la subcategoría TFTF sea principal a nivel de INGEI. Esto significa que el nivel metodológico más apropiado es el Nivel 2 o 3; no obstante, se aplicó el Nivel 1 por el tipo de información disponible. Únicamente los datos provenientes de mapas son de Procedimiento 3.

Se empleó la Ecuación 6, que a su vez se desagrega en las Ecuaciones 7, 8 y 9, mostradas a continuación:

Ecuación 6. Disminución del stock de C debido a la disminución de biomasa en TFTF

$$\Delta C_{TFTFP} = P_{Talas} + P_{Leña} + P_{Otras\ pérdidas}$$

Donde:

ΔC_{TFTFP} : Disminución anual de las reservas de carbono debida a la pérdida de biomasa en tierras forestales que siguen siendo tierras forestales, en t C/año

P_{Talas} : Pérdida anual de carbono debida a las talas comerciales, en t C/año

$P_{Leña}$: Pérdida anual de carbono debida a la recogida de leña, en t C/año

$P_{Otras Pérdidas}$: Otras pérdidas anuales de carbono, en t C/año

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 3.27

La estimación de la pérdida anual de carbono debida a talas comerciales se realiza mediante la siguiente ecuación.

Ecuación 7. Pérdida anual de carbono debido a talas comerciales

$$P_{Talas} = R * BCEF_R * (1 - f_{bd}) * FC$$

Donde:

P_{Talas} : Pérdida anual de carbono debida a las talas comerciales, en t C/año

R : Volumen anual de madera rolliza extraída, en m³/año

$BCEF_R$: Factor de conversión y expansión de biomasa para la conversión de remociones en volumen venable a remociones totales de biomasa (incluyendo corteza)¹⁷, en t m.s. aérea/m³ madera retirada

f_{BD} : Fracción de biomasa que queda en el bosque y se descompone

FC : Fracción de carbono de la materia seca, en t C/t m.s.

Fuente Modificada en base a OBP2003, Capítulo 3, Página 3.27

La pérdida por recolección de leña se calcula mediante la siguiente expresión:

Ecuación 8. Pérdida anual de carbono debido al recojo de leña

$$P_{Leña} = LR * D * FEB_2 * FC$$

Donde:

$P_{Leña}$: Pérdida anual de carbono debido al recojo de leña, en t C/año

LR : Volumen anual de leña recogida, m³/año

D : Densidad de madera básica, en t m.s./m

FEB_2 : Factor de factor de expansión de biomasa para convertir volúmenes de rollizos extraídos en biomasa aérea total sobre el suelo (incluida corteza), sin dimensiones

FC : Fracción de carbono de la materia seca, en t C/t m.s.

Fuente: OBP2003, capítulo 3, página 3.27

Las otras pérdidas de carbono, que presuponen la destrucción completa de la biomasa forestal, se estiman mediante:

Ecuación 9. Otras pérdidas de carbono en la biomasa viva

$$P_{Otras pérdidas} = S_{alteración} * B_W * (1 - f_{BD}) * FC$$

Donde:

$P_{Otras pérdidas}$: Otras pérdidas anuales de carbono, en t C/año

$S_{alteración}$: Superficies forestales afectadas por perturbaciones, en ha/año

¹⁷ El parámetro $BCEF_R$ fue tomado de la GL2006, y reemplaza el valor de la multiplicación de BEF_2 y D.

- BW : Valor medio de las reservas de biomasa en áreas forestales en t m.s./ha
 f_{BD} : Fracción de biomasa que queda en el bosque y se descompone (transferida a materia orgánica muerta)
 FC : Fracción de carbono de la materia seca, en t C/t m.s.

Fuente: OBP2003, capítulo 3, página 3.28

En el nivel 1 se supone que las perturbaciones afectan únicamente a la biomasa sobre el suelo; se supone también que todo el carbono de la biomasa sobre el suelo se pierde con la alteración. Así pues, f_{BD} es igual a 0.

B. Variación de las reservas de carbono de la Materia Orgánica Muerta

En el nivel 1, se adopta el supuesto metodológico por defecto que las variaciones de las reservas de carbono de este depósito no son significativas y pueden considerarse nulas.

C. Variación de las reservas de carbono del Carbono Orgánico del Suelo

En el nivel 1, se adopta el supuesto metodológico por defecto que las variaciones de las reservas de carbono de este depósito no son significativas y pueden considerarse nulas.

Emisiones de gases de efecto invernadero distintos del CO₂

En TFTF también se analizan las emisiones de Óxido Nitroso (N₂O) por la fertilización y drenaje de los suelos forestales, y las emisiones de N₂O, Metano (CH₄), y otros gases producidos por la quema de biomasa.

Como se menciona en otras pérdidas, no se han analizado los incendios forestales en TFTF, por lo que tampoco se han desarrollado estimaciones de emisiones de otros gases no CO₂ en esta subcategoría. A su vez, no se cuenta con información que permitiría estimar emisiones por fertilización o drenaje de suelos forestales.

4.1.1.2. Descripción del nivel de actividad

El nivel de actividad de esta subcategoría ha sido obtenido a partir de datos nacionales brindados por organismos públicos como el Servicio Nacional Forestal (SERFOR), el Programa Nacional de Conservación de Bosque para la Mitigación del Cambio Climático (PNCBMCC), etc. que fueron recopilados en el marco del RAGEI USCUS 2014.

Las siguientes tablas presentan un resumen de los datos de actividad requeridos y las fuentes de información de donde fueron obtenidos, por cada reservorio y actividad analizada de la categoría TFTF. Se indican los reservorios que no fueron estimados en el presente inventario y el motivo de su no inclusión.

Tabla 15. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones en TFTF

Categoría	Reservorio	Nivel de actividad IPCC	Datos de actividad		Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados
			IPCC	Nacional				
USCUSS								
TF								
TFTF	Biomasa Viva	Incremento anual de las reservas de carbono debido al incremento de biomasa	Superficie de TFTF, por tipos de bosque y zonas climáticas	Superficie de Bosque Primario que sigue siendo Bosque Primario	Hectáreas (ha)	Ministerio del Ambiente. Programa Nacional de Conservación de bosques (2018) Mapa de Cambio de Uso 2013 – 2016	No se han estimado los incrementos en bosque primario por supuesto de equilibrio usado en todos los INGEI anteriores	-
				Superficie de Bosque Primario que pasa a Vegetación Secundaria	Hectáreas (ha)	Ministerio del Ambiente. Programa Nacional de Conservación de bosques (2018) Mapa de Cambio de Uso 2013 – 2016	Sirve para estimar las absorciones de carbono por el crecimiento anual de la biomasa del Bosque Secundario* en TFTF	CO ₂
				Superficie de Bosque Secundario a partir de la Vegetación Secundaria	Hectáreas (ha)	Ministerio del Ambiente. Documento de trabajo. Identificación espacial por proxy del Bosque Secundario a partir de la Vegetación Secundaria, 2013-2016		
		Disminución anual de las reservas de carbono debido a la pérdida de biomasa	Volumen anual de madera rolliza extraída	Producción de madera rolliza extraída por especie	Metros cúbicos por año (m ³ /año)	Ministerio de Agricultura y Riego. Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (2014). Perú Forestal en Números Año 2014. Enviado mediante oficio N° 237-2016-SERFOR/DGIOFSS-DIR	Sirve para estimar las pérdidas de carbono por la extracción de madera en TFTF	CO ₂
				Volumen anual de leña recogida	Población total nacional	Número de individuos (n° indiv)	Instituto Nacional de Estadística e Informática (s/f). Estadísticas de Población y Vivienda	En base a los tres factores se estima el consumo anual de leña a nivel nacional (m ³ /año). Sirve para estimar las pérdidas de carbono por uso de leña en TFTF
			Proporción de la población que consume leña para la preparación de sus alimentos, por departamento		Porcentaje (%)	Instituto Nacional de Estadística e Informática (s/f). Estadísticas de Medioambiente		

Categoría	Reservorio	Nivel de actividad IPCC	Datos de actividad		Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados
			IPCC	Nacional				
				Consumo per cápita de leña	Metros cúbicos por individuo (m ³ /indv)	Ministerio de Agricultura y Riego. Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (2012). Perú Forestal en Números Año 2014		
			Superficies forestales afectadas por otras pérdidas	Superficie de Bosque Primario que pasa a Vegetación Secundaria	Hectáreas (ha)	Ministerio del Ambiente. Programa Nacional de Conservación de bosques (2018) Mapa de Cambio de Uso 2013 – 2016	Sirve para estimar las emisiones de carbono por el cambio en la cobertura de los Bosques Primarios a Bosques Secundarios* en TFFFT	CO ₂
				Superficie de Bosque Secundario a partir de la Vegetación Secundaria	Hectáreas (ha)	Ministerio del Ambiente. Documento de trabajo. Identificación espacial por proxy del Bosque Secundario a partir de la Vegetación Secundaria, 2013-2016		
	Materia orgánica muerta	Variación de las reservas de carbono	En el nivel 1, se asume el supuesto metodológico por defecto que las variaciones de las reservas de carbono de este depósito no son significativas y pueden considerarse nulas					
	Carbono orgánico del suelo	Variación de las reservas de carbono	En el nivel 1, se asume el supuesto metodológico por defecto que las variaciones de las reservas de carbono de este depósito no son significativas y pueden considerarse nulas					
	Gases diferentes al CO ₂	Emisiones de GEI diferentes al CO ₂	No se evaluaron las emisiones de otros gases por quema de biomasa en TF en este inventario. Se hará su cuantificación en el siguiente INGEI, una vez que se cuente con los mapas de degradación por incendios.					

Fuente: Elaboración propia

* Las superficies de Bosque Primario que pasan a Bosque Secundario, de acuerdo a los Mapas de Cambio de Uso, aún no son suficientemente comprendidas. Si bien hay un cambio en la cobertura, no se considera que haya un cambio en el uso de la tierra, por lo que esta transición es reportada en TFF. Para ella, se estima la pérdida de carbono por el cambio del Bosque Primario, bajo la actividad de "Otras Pérdidas", y la ganancia en un año de la biomasa en la nueva cobertura (Bosque Secundario).

Por primera vez en el RAGEI USCUS se ha estimado los incrementos en las áreas que inicialmente figuraban como Bosque Primario y que al final del año de notificación fueron identificadas como Bosque Secundario, provenientes de la matriz de uso y cambio de uso. Este tipo de cambio específico forma parte de la categoría TTF. Las superficies que componen el dato de actividad se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 16. Superficie de TTF que muestran incremento de biomasa

Categoría de Uso de la Tierra		Subcategorías para el año de notificación	Superficie TTF (ha)
Uso Inicial de la tierra	Uso de la tierra durante el año de notificación		
TF: Bosque Primario	TF: Bosque Secundario	Selva Alta de Difícil Acceso	4,968.0
		Selva Alta Accesible	13,099.7
		Selva Baja	36,062.3
		Hidromórfica	3,050.1
Total			57,180.0

Fuente: MINAM, PNCBMCC. Elaboración propia.

Respecto a las pérdidas, se emplea el volumen anual de madera rolliza extraída, obtenido a partir de la información de producción de madera rolliza por especie (m³/año), que SERFOR recopila anualmente de las guías de transporte de madera, que a su vez contienen la información sobre la extracción de madera en concesiones forestales.

Tabla 17. Producción de madera rolliza por especie (m³/año)

Nombre Vulgar	Nombre Científico	Volumen Aprovechado (m ³)
Aceite maría		351.56
Achihua	<i>Huberodentron swietenoides</i>	5,859.87
Achotillo		37.04
Aguanillo	<i>Otoba parviflora</i>	1,416.82
Aguano masha/cumala	<i>Paramacherum ormosoide</i>	4,843.26
Albizia		136.94
Alcanfor, pepa de alcanfor	<i>Ocotea costulata/ Cinnamomun camphora</i>	1,685.24
Aletón		2,140.08
Alfaro		100.76
Algarrobo	<i>Prosopis pallida</i>	1,572.30
Almendro	<i>Caryocar microcarpon</i>	4,154.24
Amarillo		118.18
Ana caspi	<i>Apuleia sp</i>	10,050.56
Andiroba	<i>Carapa guianensis aublet</i>	2,723.31
Añuje rumo		158.70
Árboles frutales		3,394.60
Arenilla		28.68
Aserrín		87.56
Atoc cedro		263.77
Aucatadijo		1,142.51
Azúcar huayo	<i>Hymenaea oblongifolia</i>	7,805.46
Azufre	<i>Symphonia globulifera</i>	1,161.29
Balsamo		18.60
Banderilla		1,560.93
Bolaina	<i>Guazuma crinita</i>	83,060.97
Cachimbo	<i>Cariniana domesticata</i>	66,733.78
Café con leche		95.23
Caimitillo	<i>Pouteria reticulata</i>	3,016.97
Caimito	<i>Pouteria neglecta</i>	629.90

Nombre Vulgar	Nombre Científico	Volumen Aprovechado (m ³)
Canelón		22.75
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	1,510.60
Capinuri	<i>Clarisia biflora</i>	112,885.44
Capirona	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	111,599.27
Carahuasca		8,291.04
Carahuilca		35.08
Caraña	<i>Protium carana, Trattinickia peruviana</i>	19,714.59
Carapacho		208.88
Casho	<i>Anacardium occidentale</i>	602.22
Catahua	<i>Hura crepitans</i>	41,465.82
Catuaba	<i>Erythroxylum catuaba</i>	3,178.46
Caupuri		692.04
Cedrillo	<i>Vochysia vismiifolia spruce ex warming</i>	250.46
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	18,750.18
Cedro blanco		43.69
Cedro de bajeal		39.29
Cedro huasca	<i>Cedrela sp</i>	1,531.61
Cedro lila		1,918.08
Cedro virgen	<i>Cedrela montana</i>	2,018.06
Cetico		39.55
Chalanque		29.15
Chamiza		849.55
Chancaquero		1,313.42
Charapilla	<i>Dipteryx odorata</i>	10,641.54
Charqui		1,780.01
Chilca		34.68
Chilizo		160.39
Chimicua colorada		44.69
Chontaqui	<i>Diplotropis sp</i>	1,852.68
Chunqui		522.47
Ciprana		50.38
Ciprés		163.94
Ciruelo		649.67
Col de monte		191.03
Congona		27,707.01
Copaiba	<i>Copaifera reticulata</i>	57,093.20
Copal, incienzo	<i>Protium sp</i>	2,512.68
Cormiñon		51.25
Cumala	<i>Virola sp, Iryanthera sp</i>	181,584.64
Cushante		48.75
Diablo fuerte		106.18
Duraznillo		23.92
Espino		124.85
Espintana		81.02
Estoraque	<i>Myroxylon balsamun</i>	14,870.27
Eucalipto	<i>Eucalyptus sp</i>	347,651.24
Faique	<i>Acacia machracantah.b.l.</i>	426.59
Falso pino		30.51
Favorito		787.04
Goma		133.56
Guabilla		5,288.36
Guacamayo		1,400.09
Higuerilla	<i>Cunuria spruceana</i>	3,079.48
Higuerón	<i>Ficus casipiensis</i>	97.82
Huacaycha		11.20
Hualaja		467.29
Huamanchilca	<i>Brosimum sp</i>	610.90
Huangana caso	<i>Sloanea sp</i>	1,499.89
Huapala		200.58
Huarango	<i>Acacia machracantah.b.l.</i>	117.27
Huayruro	<i>Ormosia sunkei</i>	36,267.47

Nombre Vulgar	Nombre Científico	Volumen Aprovechado (m ³)
Huillca		217.06
Huimba, kcapo, lana vegetal	<i>Ceiba pentandra</i>	4,723.53
Inca paca	<i>Vismia sp</i>	337.16
Ishpingo	<i>Amburana cearensis</i>	8,155.73
Ishpinguillo	<i>Ocotea jelskii</i>	119.38
Isigo		392.90
Itahuba		110.00
Jarahuisca		40.18
Lagañoso		83.78
Lagarto caspi	<i>Calophyllum brasiliense</i>	4,023.13
Lanchan	<i>Poulsania armata</i>	6,743.90
Lanche		86.20
Latapi		25.75
Laurel	<i>Nectandra rediculata</i>	18.09
Leche caspi	<i>Lucuma sp</i>	4,935.62
Leche leche		439.48
Lechero	<i>Acalypha sp</i>	780.41
Lecherón		176.00
Loro micuna	<i>Macoubea guianensis</i>	633.01
Lucmo		67.97
Lupuna	<i>Chorisia integrifolia</i>	147,030.51
Machimango	<i>Ochroma pyramidale</i>	2,421.09
Machin sapote		108.99
Manchinga	<i>Brosimum alicastrum</i>	6,736.09
Manzano	<i>Couma sp, Miconia sp</i>	919.21
Marañón del monte		106.74
Mari mari		602.89
Marupa	<i>Simarouba amara</i>	16,672.13
Mashonaste	<i>Clarisia racemosa</i>	2,870.42
Matapalo	<i>Ficus killipij</i>	5,202.07
Mauba		177.65
Michicallo	<i>Schweilera coracea</i>	20.44
Missa	<i>Couratari guianensis</i>	15,744.44
Moena/amarilla/blanca/negra/rosada	<i>Aniba spp</i>	33,888.04
Monte algodón		47.10
Nogal	<i>Junglans neotropica</i>	5,140.08
Nogalillo	<i>Cedrela dugesii</i>	19.91
Ochabaja		162.86
Oje, renaco, rosado	<i>Ficus antithelmintica</i>	4,375.65
Paca paca		250.33
Paca		815.59
Palisangre	<i>Brosimum rubescens</i>	2,409.61
Palo aserrín		195.05
Palo bastón		174.65
Palo blanco		2,314.67
Palo caña		379.18
Palo colorado		1,269.00
Palo culebra		379.67
Palo hueso		891.82
Palo lagarto		170.25
Palo Leche	<i>Couma sp</i>	1,028.20
Palo lechero		83.83
Palo Peruano		47.21
Palo sangre		893.50
Palo santo		40.33
Palta moena		218.48
Palto palto		39.57
Panguana	<i>Brosimum utile</i>	13,432.34
Paonin		707.06
Papel pancho		55.17
Papelillo, caspi	<i>Cariniana decandra</i>	4,982.65
Parinari		44.47
Pashaco	<i>Schizolobium amazonicum</i>	29,693.50

Nombre Vulgar	Nombre Científico	Volumen Aprovechado (m ³)
Paujil ruro		40.05
Peine de mono		81.23
Pino	<i>Pinus radiata</i>	51,788.05
Pino chuncho	<i>Schizolobium amazonicum</i>	363.15
Pisho		219.13
Pochotoraque		1,485.32
Puca puca		256.23
Pumaquiro	<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	3,000.35
Quillobordón	<i>Aspidosperma subincanum</i>	1,586.82
Quillosisa		1,625.33
Quina quina	<i>Pouteria torta</i>	1,967.74
Quinilla	<i>Manilkara bidentata</i>	14,457.60
Remo caspi		103.41
Renaco	<i>Ficus sp</i>	621.92
Requia	<i>Guarea kunthiana</i>	3,456.47
Rifari	<i>Miconia sp</i>	177.20
Riñon de huangana		48.39
Roble		18,086.92
Sachahuasca	<i>Trema spp</i>	214.92
Sachapalta, Junjuli	<i>Persea coerulea</i>	535.76
Sacsa		163.61
Sangre de grado		182.75
Sempo		1,810.06
Shihuahuaco	<i>Coumarouna odorata</i>	152,295.53
Shimbillo	<i>Inga sp</i>	1,614.97
Shiringa jebe		562.66
Tacho		340.94
Tahuari	<i>Tabebuia sp</i>	4,330.47
Tamamuri		42.31
Tangarana		355.98
Tarun tarun		145.98
Toche		119.92
Topa	<i>Ochroma pyramidale</i>	666.03
Tornillo	<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	163,477.52
Trago trago		330.53
Tullu Tullu		16.36
Tulpay		4,159.57
Tushmo		36.98
Ubos		346.59
Ulcumano		750.62
Utucuro	<i>Septotheca tessmannii</i>	6,112.02
Uvilla	<i>Pourouma cecropiaefolia</i>	23.54
Violeta		324.12
Yacushapana	<i>Terminalia oblonga</i>	7,729.97
Yanay		106.45
Yanchama	<i>Poulsenia armata (miq) standl.</i>	4,342.19
Yesca caspi		17.29
Yucate		244.18
Yutubanco	<i>Hymenaea oblongifolia huber</i>	91.13
Zapote	<i>Matisia spp</i>	25,811.97
Zapotillo		1,356.22
Zarzafras		78.36
Otras especies		1,350.74
Total		2,044,028.19

Fuente: Perú Forestal en Números 2014 (SERFOR).

Por su lado, el volumen anual de leña recogida corresponde al consumo estimado anual de leña a nivel nacional (m³/año). Este valor no es directo, sino que se estima en función a las variables de: i) población total, ii) porcentaje de la población que consume leña para el año del Inventario - ambos datos reportados por el Instituto Nacional de Estadísticas e Información

(INEI), y iii) porcentaje de consumo de leña per cápita por región, reportado en Perú Forestal en Números. La siguiente ecuación resume el procedimiento.

Ecuación 10. Volumen anual de leña recogida

$$Vol_{leña\ consumida} = Pobl_{total} * Pobl_{consume\ leña} * \% \text{ Consumo leña}_{por\ región}$$

Elaboración propia.

Los valores del consumo de leña por región se estiman usando los índices calculados por la FAO en los años ochenta, donde se estimó un consumo anual per cápita de la población rural de la costa de 0,5 m³ (r), la Sierra 1,1 m³ (r) y la Selva 1,3 m³ (r), donde r es madera rolliza.

Realizados estos cálculos, se obtiene el valor del volumen de leña consumida, que se muestran en la Tabla 18. Se entiende el consumo de leña como un proxy del volumen de leña recogida.

Tabla 18. Consumo anual de leña a nivel nacional

Departamento	Población que consume leña	Consumo por región (m ³ /per cápita)	Consumo Leña total (m ³)
Amazonas	94,415.01	1.3	122,739.50
Ancash	141,614.65	1.1	155,776.10
Apurímac	14,081.43	1.1	15,489.60
Arequipa	4,579.14	1.1	5,037.10
Ayacucho	89,917.69	1.1	98,909.50
Cajamarca	44,293.56	1.1	48,722.90
Prov. Const. Del Callao	6,109.42	0.5	3,054.70
Cuzco	38,036.50	1.1	41,840.20
Huancavelica	17,751.24	1.1	19,526.40
Huánuco	51,375.72	1.2	61,650.90
Ica	13,082.47	0.5	6,541.20
Junín	40,997.65	1.2	49,197.20
La Libertad	263,942.69	0.96	253,385.00
Lambayeque	75,123.53	0.5	37,561.80
Lima	69,823.49	0.5	34,911.70
Loreto	275,437.89	1.3	358,069.30
Madre De Dios	10,362.31	1.3	13,471.00
Moquegua	11,938.00	0.5	5,969.00
Pasco	10,544.55	1.2	12,653.50
Piura	156,180.72	0.8	124,944.60
Puno	18,743.49	1.1	20,617.80
San Martín	119,731.84	1.3	155,651.40
Tacna	5,474.08	0.5	2,737.00
Tumbes	5,565.41	0.5	2,782.70
Ucayali	57,609.65	1.3	74,892.50
Total			1,726,132.40

Fuente: INEI, SERFOR

Los datos de actividad para otras pérdidas son los mismos que los presentados en la Tabla 16, al comprender las superficies de cambio de cobertura de Bosque Primario a Bosque Secundario, que en el presente inventario se mantiene dentro de TFTF.

4.1.1.3. Factores de emisión y conversión

La OBP2003 brinda los factores de emisión por defecto para todos los parámetros evaluados. Por ser una categoría principal, se utilizan parámetros nacionales donde allí donde están

disponibles. Las siguientes tablas brindan el detalle de los factores de emisión utilizados para los cálculos de variación de carbono en el reservorio de biomasa viva (biomasa aérea y radicular). Como se describió anteriormente, no se han evaluado los demás reservorios ni emisiones diferentes al CO₂.

Tabla 19. Factores de emisión empleados para estimar ganancias y pérdidas de carbono del reservorio de biomasa viva en TTF

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Incremento medio anual de la biomasa sobre el suelo en la regeneración natural – Bosques tropicales/ subtropicales húmedos con periodo seco corto menores a 20 años	7	Toneladas de materia seca por hectárea por año (t m.s./ha/año)	Este valor fue aplicado para estimar los incrementos de biomasa en las áreas de Bosque Secundario. Fuente: OBP 2003, Capítulo 3, Cuadro 3A.1.5
Relación raíz/vástago apropiado para los incrementos, bosque tropical húmedo de hojas caducas con biomasa aérea menor a 125 t/ha	0.205	Sin dimensión	Este valor fue aplicado para estimar los incrementos de la biomasa en el Bosque Secundario. Fuente: GL2006, Volumen 4, Capítulo 4, Cuadro 4.4
Fracción de carbono de la materia seca	0.47	Toneladas de carbono por tonelada de materia seca (t C/t m.s.)	Valor usado para la estimación de pérdidas y ganancias de la biomasa. Fuente: GL2006, Volumen 4, Capítulo 4, Cuadro 4.3, pág. 4.58
Factor de conversión por defecto de volumen rollizo sin corteza a volumen rollizo con corteza	0.85	Sin dimensión	Valor usado para incluir el volumen de la corteza al volumen de la madera rolliza de las estadísticas nacionales. Fuente: OBP2003, Capítulo 3, pág. 3.30
Factor de expansión de biomasa para Bosques naturales tropicales húmedos, con existencias en crecimiento entre 80 m ³ - 120 m ³	1.67	Toneladas de materia seca por metro cúbico de madera (t m.s./ t m ³)	Sirve para convertir volúmenes de madera y leña extraída en biomasa aérea. Reemplaza al valor de FEB multiplicado por la DB. Usado en el cálculo de pérdidas por extracción de madera. Fuente: GL2006, Volumen 4, Capítulo 4, Cuadro 4.5, pág. 4.61
Fracción de biomasa que queda en el bosque y se descompone	0	Sin dimensión	Valor por defecto en Nivel 1, para el cálculo de pérdidas por extracción de madera y otras pérdidas. Fuente: OBP 2003, Capítulo 3, Página 3.28
Densidad básica de la madera	0.57	Toneladas de materia seca por metro cúbico fresco (t m.s./m ³)	Valor estimado como el promedio ponderado de las densidades básicas de todas las especies aprovechadas en el año 2014 que representaron el 95% del volumen total aprovechado. Usado en el cálculo de pérdidas por extracción de leña. Fuente: Diversas
Factor de expansión de la biomasa para bosques tropicales de hoja ancha, relacionado a los datos de biomasa en pie	3.4	Sin dimensión	Valor usado para convertir volúmenes de rollizos extraídos en biomasa sobre el suelo (incluida corteza). Empleado en el cálculo de pérdidas por extracción de leña. Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Cuadro 3A.1.10, pág. 3.189
Valor medio de las reservas de biomasa aérea en áreas forestales, Ecozona Selva Alta de Difícil Acceso	200.11	Toneladas de materia seca por hectárea (t m.s./ha)	Valor empleado para la estimación de otras pérdidas. Fuente: MINAM, 2014

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Valor medio de las reservas de biomasa aérea en áreas forestales, Ecozona Selva Alta Accesible	172.53	Toneladas de materia seca por hectárea (t m.s./ha)	Valor empleado para la estimación de otras pérdidas. Fuente: MINAM, 2014
Valor medio de las reservas de biomasa aérea en áreas forestales, Ecozona Selva Baja	238.24	Toneladas de materia seca por hectárea (t m.s./ha)	Valor empleado para la estimación de otras pérdidas. Fuente: MINAM, 2014
Valor medio de las reservas de biomasa aérea en áreas forestales, Ecozona Hidromórfica	143.39	Toneladas de materia seca por hectárea (t m.s./ha)	Valor empleado para la estimación de otras pérdidas. Fuente: MINAM, 2014
Ecuación para estimar biomasa radicular a partir de la biomasa aérea	$y = 0.489 \text{ AGB}^{0.89}$	Sin dimensión	Se empleó la ecuación descrita para la biomasa de Bosques primarios, a fin de homogenizar el cálculo con el Nivel de Referencia de Emisiones por Deforestación en la Amazonía (NREF) Fuente: Mokany et al, 2006

Elaboración propia

4.1.1.4. Análisis de incertidumbre

Para el presente RAGEI 2014 se desarrolló la estimación de las incertidumbres aplicando las especificaciones para el nivel 1 que ofrece la OBP2003 en el capítulo 5, tal como se describe en la Sección 3.3. Análisis de Incertidumbre del presente documento.

Se presentan a continuación los valores de las incertidumbres de todos los parámetros que intervienen en la estimación de emisiones/absorciones de la categoría TTF.

Tabla 20. Incertidumbres asociadas a los datos de actividad

Parámetro	Incertidumbre	Fuente
Áreas de TTF - datos de actividad para el Procedimiento 3	12.5%	Promedio del rango propuesto en la OBP2003 página 3.33
Volumen de madera proveniente de las talas comerciales	70.00%	promedio de data experto
Volumen anual de leña consumida	47.00%	promedio de data experto

Elaboración propia.

Tabla 21. Incertidumbres asociadas a los factores de emisión

Parámetro	Incertidumbre	Fuente
Densidad de madera básica (DB) para madera	30.00%	OBP2003 página 3.32
Incremento anual promedio de biomasa sobre suelo y bajo suelo	30.00%	OBP2003 página 3.33
Relación raíz-vástago	30.00%	OBP2003 página 3.33
Fracción de carbono de la materia seca	30.00%	OBP2003 página 3.33
Factor de conversión y expansión de biomasa para convertir volúmenes de madera y leña extraída en biomasa aérea (incluida corteza)	30.00%	OBP2003 página 3.32
Reservas de biomasa en áreas forestales	30.00%	OBP2003 página 3.32
Incertidumbre combinada ganancias	60.00%	Resultado de estimación
Incertidumbre combinada pérdidas tala	51.96%	Resultado de estimación
Incertidumbre combinada pérdidas leña	60.00%	Resultado de estimación
Incertidumbre combinada otras pérdidas	60.00%	Resultado de estimación

Elaboración propia.

La fuente que posee menor incertidumbre combinada como porcentaje total de las emisiones nacionales proviene de las ganancias y equivale a -1.3% y la de mayor incertidumbre proviene de las pérdidas con 134.0%. La fuente que tiene menor incertidumbre introducida en las tendencias es nuevamente ganancias con 0.9% y la de mayor incertidumbre corresponde también a pérdidas con 186.1%.

La incertidumbre combinada de las emisiones en tierras forestales que permanecen equivale a $\pm 134.0\%$ y la introducida en la tendencia de las emisiones nacionales es $\pm 186.1\%$. Se considera un valor de incertidumbre alto lo cual indica que es necesario realizar acciones que permitan reducir esta incertidumbre. La tabla 29 muestra los valores de incertidumbre para cada fuente de la categoría Tierras forestales que permanecen.

Tabla 22. Incertidumbre combinada y en la tendencia de tierras forestales que permanecen como tierras forestales

A		Dinámica	B	E	F	G	H	M
Categoría de Uso de la tierra OBP2003			Gas	U% en los datos de nivel de actividad	U% en el factor de emisión	U% combinada $\sqrt{E^2+F^2}$	U% combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	U% introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales
Uso de la tierra Inicial	Uso de la tierra durante el año de notificación							
Tierras Forestales	Tierras forestales (gan)	TFTF	CO ₂	12.5%	60%	61.29%	-1.31%	0.86%
Tierras Forestales	Tierras forestales (perd)	TFTF	CO ₂	86%	99%	131.20%	134.01%	186.12%
U Total TFTFT						+/-	134.02%	186.13%

Elaboración propia.

4.1.1.5. Garantía de la calidad/control de calidad

Para la garantía y el control de calidad, se siguieron las “Procedimientos generales de control de calidad” que se detallan en las Tablas 10 y 11 del presente reporte. Se utilizaron además las orientaciones de la OBP2003 específicas para Tierras Forestales del sector USCUS, estas se describen a continuación:

Tabla 23. Procedimientos de control de calidad para las emisiones de GEI en TFTF

Actividad	Detalle
Comprobación de los datos de actividad	Los datos de actividad totales, por áreas, se sumaron para todas las categorías de uso de la tierra, a fin de que la superficie total abarcada por el inventario y su estratificación permanezca constante a lo largo del tiempo.
	Se compararon dos estimaciones por proxy de la superficie de bosques secundarios, y se generaron estimaciones con ambas informaciones para conocer rangos aproximados de emisiones y absorciones esperadas en el Bosque Secundario.
	Se incorporaron las absorciones y emisiones producto del cambio de cobertura de Bosque Primario a Bosque Secundario, antes no estimadas.
	Se revisó la información sobre incendios que viene desarrollando SERFOR, pero se prefirió no emplearla porque no está consolidada ni

Actividad	Detalle
	incluye el año inventario. Se continuará dando seguimiento a los avances en esta actividad.
Comprobación de los factores de emisión	Se revisaron y actualizaron los valores previamente seleccionados de incrementos medios anuales de la biomasa, en bosque regenerado naturalmente.
	Se adoptaron los valores de la GL2006 para proporción raíz/tallo.
Revisión interna y externa	Se validó los datos de actividad, factores de emisión y supuestos empleados en el Grupo Técnico de Apoyo del RAGEI USCUS.
	El inventario fue revisado por especialistas del sector, de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA).

Elaboración propia.

4.1.1.6. Análisis de resultados de la categoría

Se presentan a continuación el detalle de los resultados obtenidos del año 2014 y la serie temporal compuesta por la actualización del año 2012.

Tabla 24. Aumento anual de las reservas de carbono de la biomasa viva en TTF, año 2014

Uso Inicial de la tierra	Uso de la tierra durante el año de notificación	Subcategorías para el año de notificación (ha)		Incremento anual promedio de biomasa aérea	Relación raíz/vástago apropiado para los incrementos	Incremento anual promedio de biomasa sobre el suelo y bajo el suelo	Fracción de carbono de la materia seca	Aumento anual de carbono procedente del incremento de biomasa
				t m.s./ha/año	Sin dimensión	t m.s./ha/año	t C/t m.s.	t C/año
TF: Bosque Primario	TF: Bosque Secundario	Selva Alta de Difícil Acceso	4,968.0	7	0.205	8.44	0.47	19,695.58
		Selva Alta accesible	13,099.7	7	0.205	8.44	0.47	51,932.92
		Selva Baja	36,062.3	7	0.205	8.44	0.47	142,966.99
		Hidromórfica	3,050.1	7	0.205	8.44	0.47	12,091.91
Total			57,180.0					226,687.40
Abrev.			S	C_w	R	C_{TOTAL}	FC	ΔC_{TTF}

Elaboración propia.

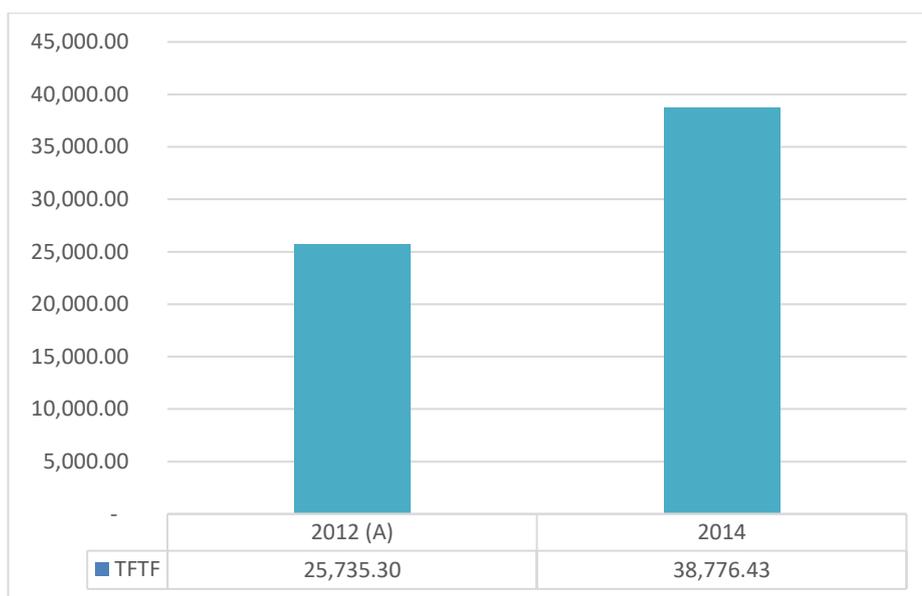
Tabla 25. Pérdida anual de las reservas de carbono de la biomasa viva en TTF, año 2014

Uso Inicial de la tierra	Uso de la tierra durante el año de notificación	Subcategorías para el año de notificación	Superficie de tierras forestales que siguen siendo tierras forestales	Volumen anual de rollizos extraído	Factor de conversión y expansión de biomasa por defecto	Pérdida de carbono procedente de talas comerciales	Volumen anual de leña recogida	Pérdida anual de carbono por recolección de leña	Superficie forestal afectada por alteraciones	Reservas de biomasa en áreas forestales	Fracción de biomasa restante que se degrada en los bosques	Otras pérdidas de carbono anuales	Disminución anual de carbono debida a la pérdida de biomasa
			(ha)	(m ³ año ⁻¹)	t m.s m ⁻³ madera	(t C año ⁻¹)	(m ³ año ⁻¹)	(t C año ⁻¹)	(ha año ⁻¹)	(t m.s. ha ⁻¹)	(Sin dimensión)	(t C año ⁻¹)	(t C año ⁻¹)
TF: Bosque Primario	TF: Bosque Primario	Costa											
		Sierra											
		Selva Alta de Difícil Acceso	10,606,904.0										
		Selva Alta accesible	6,576,665.9										
		Selva Baja	43,698,573.6										
	Hidromórfica	7,853,661.5											
	TF: Bosque Secundario	Selva Alta de Difícil Acceso	4,968.0						4,968.05	254.74	-	594,815.57	594,815.57
		Selva Alta accesible	13,099.7						13,099.65	220.41	-	1,357,004.09	1,357,004.09
		Selva Baja	36,062.3						36,062.25	302.04	-	5,119,431.71	5,119,431.71
		Hidromórfica	3,050.1						3,050.08	184.00	-	263,768.34	263,768.34
Agregado de Nivel Nacional				2,404,739.0	1.67	1,887,479.7	1,726,132.43	1,579,578.3					1,579,578.27
Total			68,792,984.9			1,887,479.7		1,579,578.3				2,110,092.22	8,914,597.98
Abrev.			S	H	BCEFR	P_{talas}	LR	P_{leña}	S_{alteración}	BW		P_{otras pérdidas}	ΔC_{TTFP}

Elaboración propia.

En el año 2014, las emisiones de GEI de la categoría Tierras Forestales que permanecen como tales fueron de 38,776.4 GgCO₂eq, representando el 30.8% de las emisiones absolutas del sector. Como se mencionó, solo incluye las emisiones y absorciones generadas por la variación de la biomasa viva. Respecto a la evolución de los resultados, en el siguiente gráfico se aprecia que las emisiones de esta categoría aumentaron en 50.7% respecto al año 2012.

Figura 12. Evolución de las emisiones de GEI en TFTF, en el periodo 2012-2014 (Gg CO₂eq)



Elaboración propia.

Como pudo verse en las tablas de datos de actividad y factores de emisión, esta subcategoría da cuenta de las emisiones por extracción de madera y leña de todo el país. Además, abarcan las emisiones de otras pérdidas por el cambio de cobertura de Bosque primario a Bosque secundario y la absorción anual de este último. Entre todas, la emisión por otras pérdidas es la más grande, conllevando a que, pese a la disminución de las emisiones de madera y leña en el 2014, los resultados totales sean significativamente más altos que en el 2012.

La principal razón es la variación en la proporción del cambio de cobertura de Bosques Primarios a Bosques Secundarios. Si se compara los periodos 2011-2013 y 2013-2016, se aprecia que la superficie de cambio prácticamente se duplicó, pasando de 16.7% a 32.1%, respectivamente.

Aún no se cuenta con análisis suficientes para entender en qué consiste el cambio Bosque Primario-Bosque Secundario y cuáles son las causas detrás de ello. Se espera que el análisis más exhaustivo sobre bosques secundarios brinde más luces, comenzando por un periodo de análisis más amplio.

4.1.1.7. Sigüientes pasos

A continuación, se describen las acciones que se implementarán a corto y mediano plazo para mejorar la estimación de las emisiones de GEI de la categoría:

- Desarrollo de metodología específica para el mapeo de los Bosques Secundarios en la Amazonía, y elaboración de mapas del periodo 2000 – 2016.

- Análisis de la biomasa aérea del Bosque Secundario a través de un inventario de carbono específico.
- Desarrollo de metodología para evaluar la degradación forestal en la Amazonía, y elaboración de mapas del periodo 2000-2017. Este análisis incluirá la identificación del impacto de tres actividades principales: extracción de madera, leña e incendios forestales.
- Análisis de los contenidos de carbono por categoría de degradación, en base a información de campo.

4.1.2. Tierras convertidas en Tierras Forestales (TTF)

Como en TTF, en esta subcategoría se evalúa la variación de las reservas de carbono en la biomasa viva (biomasa aérea y subterránea), la materia orgánica muerta (madera muerta y hojarasca) y la materia orgánica del suelo, así como las emisiones de gases distintos al CO₂ producto de la quema de la biomasa; en las tierras forestales regeneradas natural y artificialmente.

Las tierras gestionadas son convertidas en tierras forestales mediante forestación y reforestación, y mediante métodos de regeneración natural o artificial (incluidas las plantaciones). El estado de las tierras convertidas en tierras forestales se evalúa durante 20 años¹⁸. Transcurrido ese tiempo, las áreas se contabilizan bajo la subcategoría de TTF, aunque podría ser necesario seguir observando la dinámica de la recuperación pasado ese periodo.

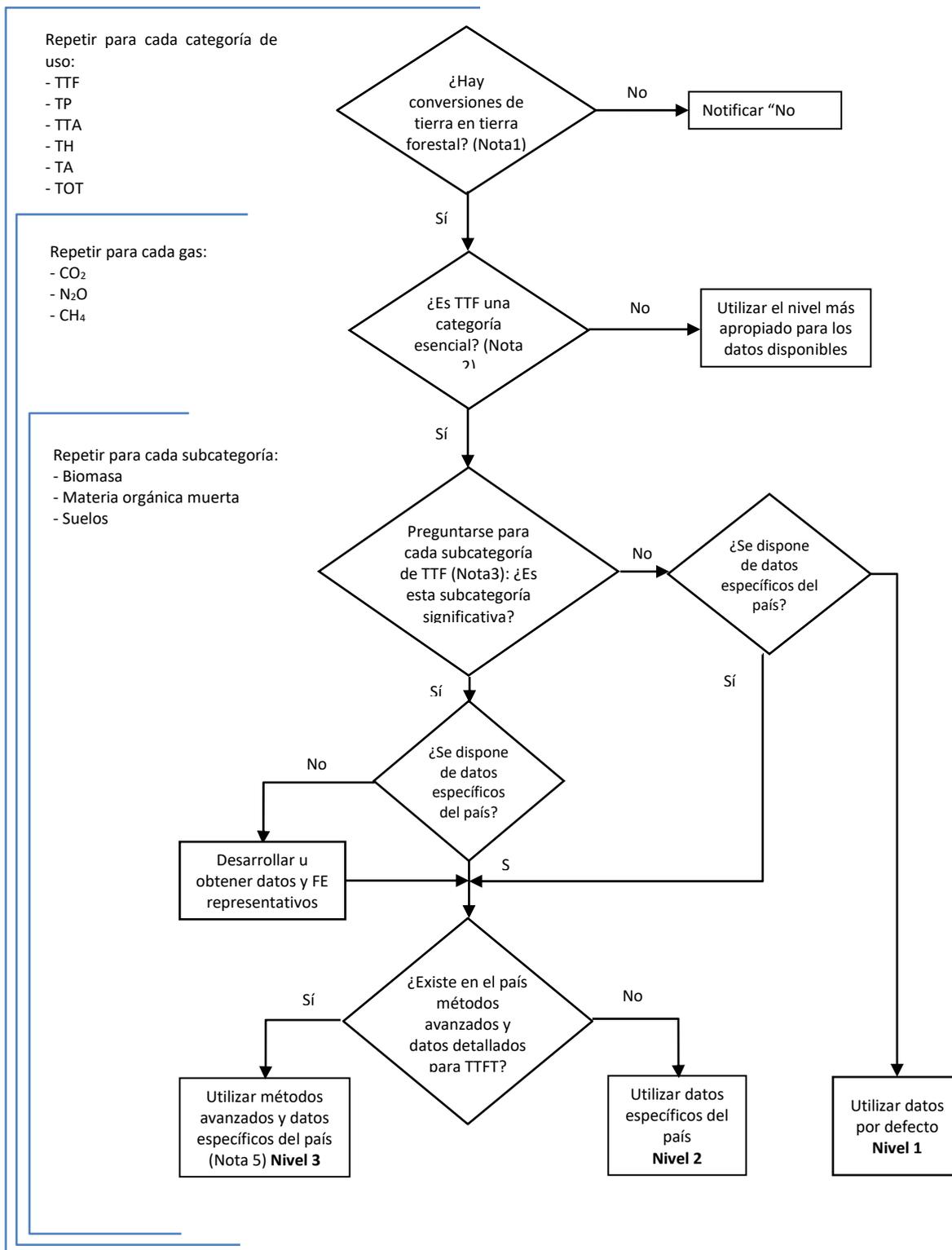
En el presente inventario, se ha estimado únicamente la variación de la biomasa viva producida por el crecimiento de la vegetación en los Bosques Secundarios que permanecen como tales durante el periodo analizado, las tierras convertidas a Bosques Secundarios desde alguna otra categoría y en las Plantaciones Forestales. Las pérdidas de carbono por extracción de madera, leña y otras pérdidas, no fueron incluidas porque fueron íntegramente evaluadas en TTF.

4.1.2.1. Elección del método

En las tierras que son convertidas a otras categorías, se emplea el árbol de decisiones de la siguiente figura, para definir el nivel metodológico. De acuerdo a los resultados, TTF es una categoría principal a nivel del INGEI, además de ser significativa dentro del sector UCUS. Por ello, le corresponde un Nivel 2 o 3, aunque en este inventario se ha empleado una mezcla de niveles, en función de la disponibilidad de información.

¹⁸ Se especifica un valor por defecto de 20 años, pero de ser necesario, se permiten períodos de cien años para tener en cuenta la dinámica del carbono a largo plazo en los depósitos de biomasa, suelo y detritus.

Figura 13. Árbol de decisión para identificar el nivel metodológico apropiado para tierras que se convierten en otra categoría de uso (tomando el ejemplo de TTF)



Nota 1, 2, 3 y 4: iguales a las descritas en la Figura 11.

Variación anual de las reservas de carbono en TTF

La ecuación que permite estimar las emisiones o absorciones anuales en TTF con respecto a la variación de los depósitos de carbono es la siguiente:

Ecuación 11. Variación del contenido de carbono en TTF

$$\Delta C_{TTF} = \Delta C_{TTF_{BV}} + \Delta C_{TTF_{MOM}} + \Delta C_{TTF_{Suelos}}$$

Donde:

- ΔC_{TTF} : Variación anual de las reservas de carbono en tierras convertidas en tierras forestales, en t C/año
- $\Delta C_{TTF_{BV}}$: Variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva (incluye la biomasa sobre el suelo y bajo el suelo) en tierras convertidas en tierras forestales; en t C/año
- $\Delta C_{TTF_{MOM}}$: Variación anual de las reservas de carbono en la materia orgánica muerta (incluye madera muerta y detritus) en tierras convertidas en tierras forestales; en t C/año
- $\Delta C_{TTF_{Suelos}}$: Variación anual de las reservas de carbono en el suelo, en tierras convertidas en tierras forestales; en t C/año

Fuente OBP2003, capítulo 3, página 3.53

A. Variación de las reservas de carbono de la Biomasa Viva

La variación de las reservas de carbono en la biomasa viva en TTF, se estima mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 12. Variación anual de las reservas de Carbono de la Biomasa Viva en TTF

$$\Delta C_{TTF_{BV}} = (\Delta C_{TTF_{Crecimiento}} - \Delta C_{TTF_{Pérdida}})$$

Donde:

- $\Delta C_{TTF_{BV}}$: Variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva en tierras convertidas en tierras forestales, en t C/año
- $\Delta C_{TTF_{Crecimiento}}$: Aumento anual de las reservas de carbono por efecto del crecimiento en tierras convertidas en tierras forestales, en t C/año
- $\Delta C_{TTF_{Pérdida}}$: Disminución anual de las reservas de carbono por efecto de las pérdidas en tierras convertidas en tierras forestales, en t C/año

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 3.54

A.1. Aumento anual de las reservas de carbono en la biomasa viva en TTF

La ecuación a aplicar para calcular el incremento anual de las reservas de carbono de la biomasa viva es la siguiente:

Ecuación 13: Incremento de las reservas de C en la biomasa viva, en TTF

$$\Delta C_{TTF_{CRECIMIENTO}} = \left[\sum_k S_{GEST_INT_k} \times C_{Total\ GEST_INT_k} + \sum_m S_{GEST_EXT_m} \times C_{Total\ GEST_EXT_m} \right] \times FC$$

Donde:

- $\Delta C_{TTF_{CRECIMIENTO}}$: Incremento anual de las reservas de carbono en la biomasa viva por efecto del crecimiento en tierras convertidas en tierras forestales, en t C/año

$S_{GEST_INT\ k}$: Superficie de tierra convertida en bosques gestionados intensivamente en el estado k (incluidas las plantaciones), en ha
$C_{Total\ GEST_INT\ k}$: Tasa de crecimiento anual de la biomasa en bosques gestionados intensivamente en el estado k (incluidas las plantaciones), en t m.s./ha/año
$S_{GEST_EXT\ m}$: Superficie de tierra convertida en bosques gestionados extensivamente en el estado m, en ha
$C_{Total\ GEST_EXT\ m}$: Tasa de crecimiento anual de la biomasa en bosques gestionados extensivamente en el estado m, en t m.s./ha/año (incluye la regeneración natural)
k, m	: Representan las diferentes condiciones en que se desarrollan los bosques gestionados intensiva y extensivamente
FC	: Fracción de carbono de la materia seca (valor por defecto: 0,5), en t C/t m.s.

Fuente OBP2003, capítulo 3, página 3.54

La ecuación diferencia a las áreas gestionadas intensivamente, que en este inventario están representadas por las Plantaciones Forestales, de las áreas gestionadas extensivamente, representadas por el Bosque Secundario.

A.2. Disminución anual de las reservas de carbono debido a la pérdida de biomasa

Todas las pérdidas por extracción de madera, leña e incendios fueron calculadas en TFTF. Por cuanto no se contabilizan en esta sección para evitar la doble contabilidad.

B. Variación de las reservas de carbono de la Materia Orgánica Muerta

En el nivel 1, se asume el supuesto metodológico por defecto que las variaciones de las reservas de carbono de este depósito no son significativas y pueden considerarse nulas.

C. Variación de las reservas de carbono del Carbono Orgánico del Suelo

En el nivel 1, se asume el supuesto metodológico por defecto que las variaciones de las reservas de carbono de este depósito no son significativas y pueden considerarse nulas.

Emisiones de gases de efecto invernadero distintos del CO₂

Como en TFTF, no se dispone de información para evaluar las emisiones de gases diferentes al CO₂ en esta subcategoría. No se espera tampoco que ocurra quema de biomasa en superficies con plantaciones forestales o donde la vegetación se viene recuperando naturalmente.

4.1.2.2. Descripción del nivel de actividad

Los datos de actividad de esta subcategoría provienen tanto de estadísticas nacionales, como de información especializada del uso y cambio de uso de la tierra. La disponibilidad de la matriz de uso y cambio de uso hizo posible determinar las superficies de Bosques Secundarios que continúan en crecimiento, respecto del momento inicial del inventario; así como las superficies de cambio de los otros tipos de tierra a Bosques Secundarios, siendo las más importantes la conversión desde Tierras Agrícola y Praderas.

Las superficies de Bosque Secundario se han obtenido a partir de la información presentada en la Tabla 6, mediante un método de aproximación (proxy). Como se indica también, el método y sus productos vienen siendo mejorados para tener una identificación directa del Bosque Secundario.

Es necesario resaltar que, tanto en esta como en todas las demás subcategorías del sector donde se ha utilizado la información de la matriz de uso y cambio de uso, las áreas de cambio han sido anualizadas para estimar las emisiones/absorciones de un año, dividiendo la superficie total entre el número de años del mapa de cambio de uso (promedio simple). No obstante, en los cambios cuyo uso inicial fue Bosque Primario (Tierra Forestal), se ha seguido otro proceso: Se estimaron las proporciones de cambio, por Ecozona y uso final, que luego fueron aplicadas a la superficie de pérdida anual de bosque del año 2014¹⁹. Con esto, se aseguró que las emisiones por pérdida de bosque no hayan sido sub o sobre estimadas.

Los datos de actividad contemplados se muestran en la siguiente tabla.

¹⁹ Esta información proviene de los Mapas Anuales de Pérdida de Bosque que MINAM elabora cada año. La serie completa comprende los datos anuales desde el 2001 hasta el 2017.

Tabla 26. Datos de actividad para el cálculo de las emisiones en TTF

Categoría	Reservorio	Nivel de actividad IPCC	Datos de actividad		Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados	
			IPCC	Nacional					
USCUSS									
TF									
TTF	Biomasa viva	Incremento anual de las reservas de carbono debido al incremento de biomasa	Superficie de tierra convertida en bosques gestionados intensivamente	Superficie reforestada año 2014	Hectáreas (ha)	Ministerio de Agricultura y Riego. Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (2014). Perú Forestal en Números Año 2014. Enviado mediante oficio N°237-2016-SERFOR/DGIOFSS-DIR	El dato estadístico de superficie reforestada anual, registrada por AGRORURAL, fue corregida en base al valor espacialmente explícito de superficie de plantaciones del año 2011, identificadas en el Mapa Nacional de Cobertura Vegetal	CO ₂	
				Superficie de plantaciones forestales año 2011	Hectáreas (ha)	Ministerio del Ambiente. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural (2015). Mapa Nacional de Cobertura Vegetal			
			Superficie de tierra convertida en bosques gestionados extensivamente	Superficies convertidas en vegetación secundaria	Hectáreas (ha)	Ministerio del Ambiente. Programa Nacional de Conservación de bosques (2018). Mapa de Cambio de Uso 2013-2016	Ambos productos permitieron estimar las superficies de Bosque Secundario que permanecen y las superficies convertidas a Bosque Secundario, con lo cual se calcula la variación de las reservas de carbono	CO ₂	
				Superficie de Bosque secundario a partir de la vegetación secundaria	Hectáreas (ha)	Ministerio del Ambiente. Documento de trabajo. Identificación espacial por proxy del Bosque Secundario a partir de la Vegetación Secundaria, 2013-2016			
		Disminución anual de las reservas de carbono debido a la pérdida de biomasa	Todas las pérdidas por extracción de madera, leña e incendios fueron calculadas en TTF						
		Materia orgánica muerta	Variación de las reservas de carbono	En el nivel 1, se asume el supuesto metodológico por defecto que las variaciones de las reservas de carbono de este depósito no son significativas y pueden considerarse nulas					
		Carbono orgánico del suelo	Variación de las reservas de carbono	En el nivel 1, se asume el supuesto metodológico por defecto que las variaciones de las reservas de carbono de este depósito no son significativas y pueden considerarse nulas					
	Gases diferentes al CO ₂	Emisiones de GEI diferentes al CO ₂	No se evaluaron las emisiones de otros gases por quema de biomasa en TF en este inventario. Se hará su cuantificación en el siguiente INGEI, una vez que se cuente con los mapas de degradación por incendios						

Elaboración propia.

En todos los niveles metodológicos se necesita información sobre las superficies convertidas en tierras forestales durante un período de 20 años. Sin embargo, durante la elaboración de este inventario, se tuvo disponible información del uso y cambio de uso de la tierra de los periodos 2011-2013 y 2013-2016 (5 años en total).

Precisamente, de la matriz US/CUS generada a partir del 2013-2016, se extrajo la superficie del Bosque Secundario, tal como se explica en la Sección 3.3, Representación de las categorías de la tierra. La porción que no sufrió cambios en el periodo analizado es considerada como un área que está en proceso de conversión a Tierras Forestales, visto la imposibilidad de determinar si cumplieron el periodo por defecto para ser consideradas como TTF.

Tabla 27. Superficies de TTF por regeneración natural, anualizada

Uso Inicial	Uso durante año de reporte	Superficie de conversión (ha)
Bosque Secundario	Bosque Secundario	1,516,688.5
Tierras Agrícolas		8,842.4
Praderas		22,088.8
Asentamientos		244.5
Humedales		-
Otras Tierras		34.6

Fuente: MINAM, PNCBMCC. Elaboración propia.

La información de superficies reforestadas fue generada combinando dos fuentes. La primera, corresponde a la superficie de plantaciones forestales reportadas en el anuario Perú Forestal en Números (SERFOR, 2015); la segunda corresponde al valor de la superficie de plantaciones forestales reportadas en el Mapa Nacional de Cobertura Vegetal (MINAM 2015).

Tabla 28. Superficie reforestada y acumulado por Región, año 2014

Departamento	Superficie Reforestada (ha)	
	Instalado en 2014	Acumulado al 2013
Amazonas	625.20	19,345.05
Ancash	1,658.98	94,867.15
Apurímac	555.76	83,631.35
Arequipa	64.50	11,252.60
Ayacucho	450.90	73,104.60
Cajamarca	1,833.40	120,681.35
Cusco	609.01	131,698.30
Huancavelica	210.57	54,327.16
Huánuco	293.20	47,434.02
Ica	-	2,749.01
Junín	369.79	73,064.49
La Libertad	1,446.34	72,528.51
Lambayeque	95.50	23,209.89
Lima	360.21	19,887.99
Loreto	-	23,479.87

Departamento	Superficie Reforestada (ha)	
	Instalado en 2014	Acumulado al 2013
Madre De Dios	-	8,467.01
Moquegua	17.30	4,156.78
Pasco	147.94	21,840.45
Piura	176.00	48,250.39
Puno	49.00	47,113.55
San Martin	-	18,177.65
Tacna	26.61	5,943.38
Tumbes	-	4,979.51
Ucayali	-	31,889.99
Total	8,990.21	1,042,080.06

Fuente: Perú Forestal en Números 2014 (SERFOR, 2015)

De las estadísticas se aprecia que la superficie histórica acumulada supera el millón de hectáreas; no obstante, el Mapa Nacional de Cobertura Vegetal muestra una superficie mucho menor, igual a 77,459 ha. Dividiendo ambos datos, se determinó un factor de ajuste que permitió estimar una superficie total de plantaciones forestales más realista, mostrada en la Tabla 28.

Tabla 29. Superficie corregida en base a la superficie satelital de plantaciones forestales en el año 2011

Categoría	Superficie (ha)
Superficie instalada en año INGEI (a)	8,990.21
Superficie Acumulada al año -1 INGEI (b)	1,042,080.06
Factor de Ajuste (c)	0.077
Superficie total de Plantación = a + b x c	89,230.37

Elaboración propia.

4.1.2.3. Factores de emisión y conversión

La OBP2003 brinda los factores de emisión por defecto para todos los parámetros evaluados. Como se detalló anteriormente, en esta subcategoría se usaron únicamente factores de emisión para estimar absorciones de carbono por incrementos de biomasa.

Tabla 30. Factores de emisión para el cálculo de las absorciones en TTF

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Incremento medio anual de la biomasa sobre el suelo en la regeneración natural – Bosques tropicales/ subtropicales húmedos con periodo seco corto menores a 20 años	7	Toneladas de materia seca por hectárea por año (t m.s./ha/año)	Este valor fue aplicado para estimar los incrementos de biomasa en las áreas de Bosque secundario. Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Cuadro 3A.1.5
Incremento medio anual de la biomasa sobre el suelo en las Plantaciones forestales	13	Toneladas de materia seca por hectárea por año (t m.s./ha/año)	Se seleccionó el IMA de la especie Eucalipto, por ser la especie más utilizada en los programas de reforestación que AGRORURAL lleva a cabo en la sierra peruana Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Cuadro 3A.1.6, pág. 3.175

Relación raíz/vástago apropiado para los incrementos, bosque tropical húmedo de hojas caducas con biomasa aérea menor a 125 t/ha	0.205	Sin dimensión	Este valor fue aplicado para estimar los incrementos de la biomasa subterránea en el Bosque secundario. Fuente: GL2006, Volumen 4, Capítulo 4, Cuadro 4.4
Relación raíz/vástago apropiado para los incrementos, plantaciones	0.27	Sin dimensión	Este valor fue aplicado para estimar los incrementos en la biomasa subterránea de las Plantaciones forestales Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Cuadro 3A.1.8
Fracción de carbono de la materia seca	0.47	Toneladas de carbono por tonelada de materia seca (t C/t m.s.)	Valor usado para la estimación de pérdidas y ganancias de la biomasa Fuente: GL2006, Volumen 4, Capítulo 4, Cuadro 4.3, pág. 4.58

Elaboración propia.

4.1.2.4. Análisis de incertidumbre

La incertidumbre de los datos de actividad de tierras que se convierten en tierras forestales provenientes de datos estadísticos se obtuvo mediante juicio de experto. Para los factores de emisión, la OBP2003 menciona que la incertidumbre total de los valores de la densidad básica de la madera debería situarse en torno al 30%, la incertidumbre total de los FCEB debería ser de 30% y la incertidumbre de la relación raíz-vástago será probablemente de ese mismo orden. La combinación de las incertidumbres se realizó a través del mismo procedimiento descrito en la Sección 3.4. Análisis de Incertidumbre, del presente documento.

Tabla 31. Incertidumbres asociadas a los datos de actividad

Parámetro	Incertidumbre	Fuente
Áreas de conversión TTF - datos de actividad para el Procedimiento 3	12.5%	Promedio del rango propuesto en la OBP2003, página 3.33
Área de plantaciones forestales	25.00%	Promedio de opinión de expertos

Fuente: MINAM, PNCBMCC

Tabla 32. Incertidumbres asociadas a los factores de emisión

Parámetro	Incertidumbre	Fuente
Densidad de madera básica (DB) para madera	30.00%	OBP2003 página 3.32
Incremento anual promedio de biomasa sobre suelo y bajo suelo	30.00%	OBP2003 página 3.33
Relación raíz-vástago	30.00%	OBP2003 página 3.33
Fracción de carbono de la materia seca	30.00%	OBP2003 página 3.33
Incertidumbre combinada ganancias	60.00%	Resultado de estimación

Fuente: MINAM, PNCBMCC

La fuente que posee menor incertidumbre combinada como porcentaje total de las emisiones nacionales proviene de los cambios de Humedales a Tierras Forestales que equivale a casi 0.0% y la de mayor incertidumbre proviene de plantaciones y crecimiento de bosques secundarios que se agrupan en desconocido a tierras forestales con 64.7%.

La fuente que tiene menor incertidumbre introducida en las tendencias proviene nuevamente de los cambios de Humedales a Tierras Forestales que equivale a 0.0% y la de mayor incertidumbre proviene de plantaciones y crecimiento de bosques secundarios que se agrupan

en Desconocido a Tierras Forestales con 38.97%. No hubo cambios, y por tanto incertidumbres, desde Humedales ni Asentamientos.

La incertidumbre combinada de las emisiones en tierras convertidas a tierras forestales equivale a $\pm 64.7\%$ y la introducida en la tendencia de las emisiones nacionales es $\pm 38.97\%$.

Se considera un valor de incertidumbre alto lo cual indica que es necesario realizar acciones que permitan reducir esta incertidumbre.

La siguiente tabla muestra los valores de incertidumbre para cada fuente de la categoría Tierras convertidas en Tierras forestales.

Tabla 33. Incertidumbre combinada y en la tendencia de TTF

A			B	E	F	G	H	M
Categoría de Uso de la tierra OBP2003		Dinámica	Gas	U% en los datos de nivel de actividad	U% en el factor de emisión	U% combinada $\sqrt{E^2+F^2}$	U% combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	U% introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales
Uso de la tierra Inicial	Uso de la tierra durante el año de notificación							
Desconocido	Tierras forestales	DESTF	CO ₂	28%	60%	66.19%	64.68%	38.97%
Tierras Agrícolas	Tierras forestales	TATF	CO ₂	13%	60%	61.29%	0.42%	0.17%
Praderas	Tierras forestales	TPTF	CO ₂	13%	60%	61.29%	0.97%	0.42%
Humedales	Tierras forestales	HTF	CO ₂	13%	60%	61.29%	0.00%	0.00%
Asentamientos	Tierras forestales	ATTF	CO ₂	13%	60%	61.29%	0.01%	0.01%
Otras Tierras	Tierras forestales	OTTF	CO ₂	13%	60%	61.29%	0.004%	0.002%
U Total TTF						+/-	64.69%	39.26%

Elaboración propia.

4.1.2.5. Garantía de calidad/Control de calidad

Para la garantía y el control de calidad, se siguieron las “Procedimientos generales de Control de calidad” que se detallan en las Tabla 10 y 11 del presente reporte, se utilizaron además la Orientaciones de la OBP2003 específicas para Tierras forestales del sector USCUS, estas se describen a continuación:

Tabla 34. Procedimientos de control de calidad para las emisiones de GEI en TTF

Actividad	Detalle
Comprobación de los datos de actividad	Los datos de actividad totales, por áreas, se sumaron para todas las categorías de uso de la tierra, a fin de que la superficie total abarcada por el inventario y su estratificación permanezca constante a lo largo del tiempo.
	Se compararon dos estimaciones por proxy de la superficie de bosques secundarios, y se generaron estimaciones con ambas informaciones para conocer rangos aproximados de emisiones y absorciones esperadas en el Bosque Secundario.

Actividad	Detalle
Comprobación de los factores de emisión	Se revisaron y actualizaron los valores previamente seleccionados de incrementos medios anuales de la biomasa, en plantaciones y bosque regenerado naturalmente.
	Se adoptaron los valores de la GL2006 para proporción raíz/tallo.
Revisión interna y externa	Se realizó una consulta a expertos nacionales e internacionales sobre las opciones de reporte de la Vegetación Secundaria, de lo que se obtuvo la recomendación de hacer la desagregación para identificar el Bosque Secundario.
	Se validó los datos de actividad, factores de emisión y supuestos empleados en el Grupo Técnico de Apoyo del RAGEI USCUS.
	El inventario fue revisado por especialistas del sector, de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA).

Elaboración propia.

4.1.2.6. Análisis de resultados de la categoría

En el año 2014, las absorciones de GEI de la categoría Tierras convertidas a Tierras forestales ascendieron a -25,155.4 GgCO₂eq, que representan el 20% de las emisiones absolutas del sector.

Como puede observarse en la Tabla 35, el principal sumidero de la subcategoría son las áreas de Bosque Secundario que no cambian, con el 87.6% de las absorciones totales. Seguido, se encuentran las absorciones generadas por las Plantaciones Forestales con el 10.1%. Las absorciones de las tierras que se convierten en Bosques Secundarios son reducidas, porque el área bajo cambio también lo es.

Tabla 35. Incremento anual de Carbono en la Biomasa Viva de Tierras que se convierten en Tierras Forestales

		A	E	F	G	H	I
Categoría de Uso de la Tierra		Área de Tierra que se convierte a Tierra Forestal	Incremento medio anual de biomasa aérea	Factor de conversión Raíz/Tallo apropiado a los incrementos	Incremento medio anual de biomasa aérea y subterránea	Fracción de carbono de materia seca (por defecto es 0.5)	Incremento anual de carbono por incremento de biomasa
Uso Inicial	Uso durante año de reporte	(ha)	(t m.s. ha ⁻¹ año ⁻¹)	(sin dimensión)	(t m.s. ha ⁻¹ año ⁻¹)	(t C t m.s. ⁻¹)	(t C año ⁻¹)
			$E = B * C * D$		$G = E * (1+F)$		$I = A * G * H$
Desconocido	Plantación Forestal	89,029.94	13.00	0.27	16.51	0.47	690,845.64
Bosque Secundario	Bosque Secundario	1,516,688.46	7.00	0.21	8.44	0.47	6,012,835.57
Tierra Agrícola	Bosque Secundario	11,724.06	7.00	0.21	8.44	0.47	46,479.45
Praderas	Bosque Secundario						
Praderas		1,496.31	7.00	0.21	8.44	0.47	5,932.05
Vegetación Secundaria Remanente		25,836.33	7.00	0.21	8.44	0.47	102,426.84

Asentamientos	Bosque Secundario	390.99	7.00	0.21	8.44	0.47	1,550.06
Otras Tierras	Bosque Secundario	123.09	7.00	0.21	8.44	0.47	487.98
Humedales	Bosque Secundario						
Humedales en No Bosque		0.42	7.00	0.21	8.44	0.47	1.67
Total		1,645,289.60					6,860,559.25
Abrev.		A	G_w	R	G_{TOTAL}	CF	ΔCTTF

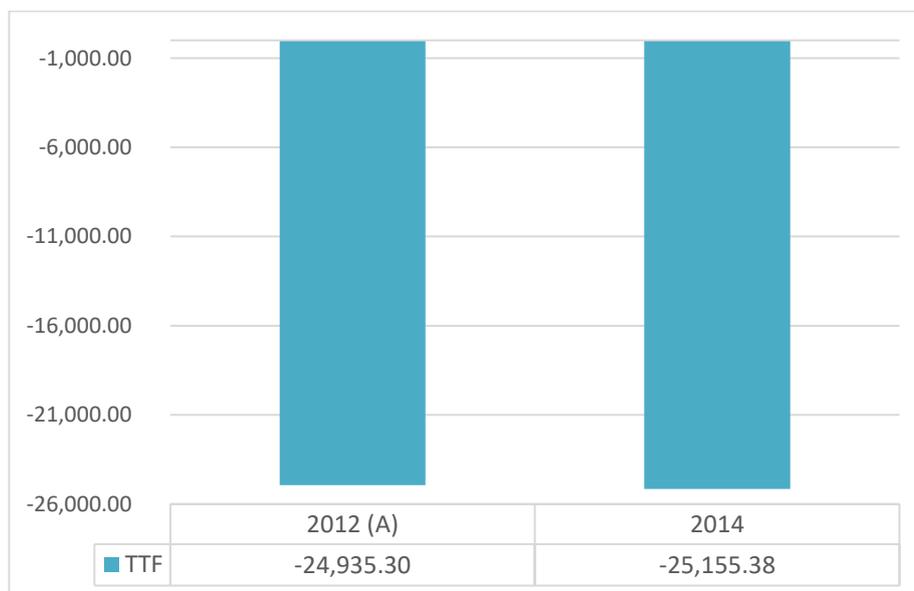
Elaboración propia.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la Figura 14 se puede observar que las absorciones en los años 2012 y 2014 son muy similares. Ello se debe a que las superficies de Bosque Secundario que se mantienen como tales, en los periodos 2011-2013 y 2013-2016, son muy parecidas, mostrando un ligero incremento en el último periodo; lo cual es una primera indicación de la estabilidad de esta área.

Si se revisa los resultados de la Tabla 14 de la Sección 5.4, Coherencia de la serie temporal, que compara los resultados originales y actualizados del 2012; se puede notar que las absorciones de la casilla DESTF, que alberga a los Bosques Secundarios que permanecen como tales, se han incrementado en aproximadamente 57% (de -15,486.38 Gg CO₂eq a -24,293.32 Gg CO₂eq). Esto se responde por el cambio en el método para estimar la superficie del Bosque Secundario.

Cabe recordar que se tiene planificado una modificación adicional al respecto, en función a los resultados de la metodología específica de Bosques Secundarios que se viene desarrollando desde MINAM.

Figura 14. Evolución de absorciones de GEI en TTF (Gg CO₂eq)



Elaboración propia.

La evolución de las superficies del Bosque secundario, y su impacto en las emisiones y absorciones del sector USCUS, serán mejor comprendidas una vez que se terminen de generar la metodología y los mapas de varios periodos, específicos para esta clase de cobertura.

4.1.2.7. Sigüientes pasos

A continuación, se describen las acciones que se implementarán a corto y mediano plazo para mejorar la estimación de las emisiones de GEI de la categoría.

- Desarrollo de metodología específica para el mapeo de los Bosques Secundarios en la Amazonía, y elaboración de mapas del periodo 2000 – 2016.
- Generación de matrices US/CUS que den seguimiento a los cambios de uso a lo largo de la serie temporal.
- Análisis de la biomasa aérea del Bosque Secundario a través de un inventario de carbono específico.

4.2. Tierras Agrícolas

4.2.1. Tierras Agrícolas que siguen siendo Tierras Agrícolas (TATA)

Las emisiones de GEI en esta subcategoría consideran las variaciones en el contenido del carbono de la biomasa aérea de los cultivos perennes²⁰ y en el carbono orgánico del suelo. Solo la primera ha sido evaluada en el INGEI 2014.

4.2.1.1. Elección del método

De acuerdo a las orientaciones del árbol de la Figura 11, mostrada en TTF y a la información disponible para los cálculos, corresponde aplicar el método de Nivel 1. En este sentido, La ecuación a emplear es la siguiente:

Ecuación 14. Variación anual de las reservas de carbono en tierras agrícolas que siguen siendo tierras agrícolas

$$\Delta C_{TATA} = \Delta C_{TATABV} + \Delta C_{TATA\text{Suelos}}$$

Donde:

ΔC_{TATA} : Variación anual de las reservas de carbono en tierras agrícolas que siguen siendo agrícolas, en t C/año

ΔC_{TATABV} : Variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva en t C/año

$\Delta C_{TATA\text{Suelos}}$: Variación anual de las reservas de carbono en suelos, en t C/año

Fuente OBP2003, capítulo 3, página 3.23

Variación anual de las reservas de carbono en la Biomasa Viva

Como en la categoría TTF (Sección 6.1.1), la OBP2003 señala dos métodos de cálculo, habiendo sido seleccionado el método básico de Nivel 1, que consiste en restar la pérdida de carbono de la biomasa viva del incremento de carbono de la biomasa viva durante el año de notificación.

²⁰ Se asume que la variación de la biomasa en cultivos anuales no es significativa.

De manera aplicativa, la estimación se realiza en tres pasos:

- i) Se calcula la absorción de carbono multiplicando la superficie agrícola leñosa perenne por una estimación neta de la acumulación de biomasa vinculada al crecimiento,
- ii) Se calcula la pérdida de carbono multiplicando las superficies agrícolas donde se recolectan o eliminan los cultivos perennes por el valor de las reservas de carbono, y,
- iii) Se resta la pérdida de la absorción.

Los supuestos por defecto para el Nivel 1 son:

- Todo el carbono eliminado de la biomasa boscosa perenne (por ejemplo, biomasa talada para plantar un cultivo diferente) es emitido en el año de su absorción, y
- Los cultivos leñosos perennes acumulan carbono durante un tiempo igual a un ciclo nominal de recolección/madurez.

En el presente inventario solo se consideró las estimaciones de la biomasa de cultivos perennes, asumiendo que la variación en cultivos anuales no es significativa. Asimismo, no fueron contabilizadas las emisiones del suelo por falta de información de los tipos de gestión agrícola y sus variaciones, los tipos de suelo donde se desarrollan los cultivos perennes, y el consumo de cal.

4.2.1.2. Descripción del nivel de actividad

Los datos de actividad para esta subcategoría provienen de las estadísticas agrarias nacionales; no fue posible para este inventario vincularlas con la información espacial de los mapas de uso y cambio de uso de la tierra. En la siguiente tabla se detalla la información empleada.

Tabla 36. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones en Tierras Agrícolas que siguen siendo Tierras Agrícolas

Fuente de emisión / remoción	Reservorio	Nivel de actividad IPCC	Datos de actividad		Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados	
			IPCC	Nacional					
USCUSS									
TA									
TATA	Biomasa viva	Variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva	Superficie instalada de cultivos leñosos perennes	Superficie instalada de cultivos leñosos perennes año 2014	Hectáreas (ha)	Ministerio de Agricultura y Riego. Dirección General de Estadísticas Agrarias (s/f). Enviado mediante correo electrónico EMAIL N° 361-2016-MINAGRI-DGESEP/DEA-AD	Sirve para estimar las absorciones de carbono por el crecimiento de los cultivos perennes. La superficie instalada incluye a las superficies sembradas, en crecimiento y en producción	CO ₂	
			Superficie anual perdida de cultivos leñosos perennes	Superficie instalada de cultivos leñosos perennes año 2013	Hectáreas (ha)	Ministerio de Agricultura y Riego. Dirección General de Estadísticas Agrarias (s/f). Enviado mediante correo electrónico EMAIL N° 361-2016-MINAGRI-DGESEP/DEA-AD	Sirve para estimar las pérdidas de carbono por la eliminación de cultivos perennes. El área anual perdida se estimó como la fracción del área de cultivos perennes existentes un año antes del año inventario (2013). La fracción se basa en el ciclo de vida por defecto de un cultivo perenne, igual a 8 años, según la OBP2003		
	Carbono orgánico del suelo	Variación de las reservas de carbono en suelos minerales	No estimado porque se asume que no hay cambio en la gestión agrícola						
		Emisión de carbono de suelos orgánicos cultivados	No estimado por falta de información sobre cultivos perennes en suelos orgánicos						
		Emisión de carbono procedente del encalado con fines agrícolas	No estimado por falta información de cantidad anual de cal utilizada en suelos agrícolas						

Elaboración propia.

El carbono puede almacenarse en la biomasa de las tierras agrícolas que contienen vegetación leñosa perenne, y en particular, aunque no exclusivamente, monocultivos como los de café, palma aceitera, cacao, plantaciones de caucho, huertos de frutas y frutos secos, y policultivos, como los sistemas agroforestales. Las estadísticas nacionales hacen referencia a la superficie “verde” o instalada de dichos cultivos, donde se incluye las áreas instaladas recientemente, las que están en crecimiento y aquellas que se encuentran en producción. Las especies consideradas y la superficie que ocupan al año 2014 pueden verse en la siguiente tabla.

Tabla 37. Superficie instalada de cultivos perennes en el año 2014

Cultivos	Superficie instalada 2014 (ha)
Achiote	11,235.75
Aguaje	6,074.00
Anona	704.99
Arazá	324.75
Árbol de Pan	556.00
Cacao	145,227.27
Café	456,696.98
Caimito	1,208.95
Camu Camu	9,002.00
Capulí	217.75
Carambola	418.91
Cerezo	47.40
Chirimoya	4,407.65
Cirolero	213.75
Ciruelo	1,815.25
Cocona	3,413.35
Cocotero	3,103.20
Copoazu	656.75
Damasco	62.00
Dátil	88.25
Granado	2,180.32
Guanábano	938.40
Guayabo	1,349.00
Guindo	234.00
Higuera	600.70
Humarí	1,581.00
Lima	1,879.45
Limón Dulce	657.30
Limón Rugoso	0.25
Limón Sutil	25,510.02
Lúcuma	1,872.33
Mamey	234.55
Mandarina	17,285.52
Mango	34,956.16
Manzano	10,925.78
Maracuyá	6,626.88
Marañón	841.00
Melocotonero	6,453.06
Membrillo	931.20
Naranja	34,494.29
Níspero	453.02
Nogal	83.60
Noni	87.00
Olivo	22,151.90
Pacae O Guabo	12,346.47

Cultivos	Superficie instalada 2014 (ha)
Palma Aceitera	78,319.90
Palto	47,821.60
Pecano	1,358.88
Peral	529.34
Pijuayo (Fruta)	5,786.00
Pimienta	327.00
Piñón Blanco	539.50
Pomarrosa	287.00
Sacha Inchi	1,410.50
Sauco o Arrayan	74.04
Tamarindo	634.65
Tangelo	5,666.18
Taperiba o Mango Ciruelo	1,110.00
Tara	3,042.00
Te	2,231.00
Toronja	1,021.65
Ungurahui	941.00
Vid	29,441.84
Zapote	1,156.30
Total	1,011,846.49

Fuente: MINAGRI. Elaboración propia.

La superficie recolectada o eliminada de cultivos perennes hace referencia a las áreas que son eliminadas por diferentes factores: cambio de cultivo, pérdidas por plagas, pérdidas por condiciones climatológicas extremas, entre otras razones. La estadística agraria nacional no contabiliza a precisión las áreas perdidas cada año, dado que las diferencias entre año y año también pueden deberse al abandono (o no cosecha) del cultivo perenne, sin que eso conlleve a la eliminación de su biomasa.

Como en anteriores RAGEI, se ha estimado la superficie de pérdida en base a dos parámetros: i) el área instalada de cultivos perennes del año anterior al año inventario, y ii) la tasa de recolección por defecto que propone la OBP2003, igual a 8 años. Esto último significaría que cada año se pierde un octavo de las superficies sembradas con anterioridad. En la siguiente tabla se presenta las superficies instaladas de cultivos perennes del año 2013, a partir de las cuales se aproxima la superficie de pérdida del año 2014.

Tabla 38. Superficie instalada de cultivos perennes en el año 2013 y superficie perdida en año 2014

Cultivos	Superficie Instalada 2013 (Ha)
Achiote	10,991.00
Aguaje	6,097.00
Anona	651.00
Arazá	326.25
Árbol De Pan	550.00
Cacao	140,618.57
Café	470,388.25
Caimito	1,190.70
Camu Camu	9,426.00
Capulí	211.00
Carambola	378.41
Cerezo	47.50
Chirimoya	4,387.40
Cirolero	214.50

Cultivos	Superficie Instalada 2013 (Ha)
Ciruelo	1,894.25
Cocona	2,943.11
Cocotero	3,122.95
Copoazu	512.50
Damasco	65.00
Dátil	119.00
Granado	1,460.80
Guanábano	945.50
Guayabo	1,344.50
Guindo	244.00
Higuera	618.45
Humarí	1,619.00
Lima	1,793.35
Limón Dulce	668.00
Limón Rugoso	0.25
Limón Sutil	26,401.22
Lúcuma	1,884.70
Mamey	252.05
Mandarina	16,264.02
Mango	33,601.79
Manzano	10,654.08
Maracuyá	6,664.88
Marañón	812.00
Melocotonero	6,287.06
Membrillo	693.20
Naranja	32,789.80
Níspero	456.02
Nogal	119.60
Noni	87.00
Olivo	21,874.40
Pacae O Guabo	11,367.97
Palma Aceitera	67,478.90
Palto	44,215.22
Pecano	992.02
Peral	577.34
Pijuayo (Fruta)	5,864.00
Pimienta	322.00
Piñón Blanco	543.75
Pomarrosa	287.00
Sacha Inchi	1,905.50
Sauco o Arrayan	85.04
Tamarindo	683.65
Tangelo	5,642.18
Taperiba o Mango Ciruelo	1,052.00
Tara	2,794.00
Te	2,231.00
Toronja	967.65
Ungurahui	915.00
Vid	26,417.37
Zapote	1,154.00
Total	997,165.62
Superficie perdida en 2014	124,645.7

Fuente: MINAGRI. Elaboración propia.

4.2.1.3. Factores de emisión y conversión

En esta metodología, los factores de emisión/absorción consisten en la acumulación de biomasa (C) y las tasas de pérdida (P). En la Tabla 39 se ofrecen valores por defecto de C y P de la OBP2003, que fueron establecidos en base a una revisión publicada de investigaciones sobre las reservas de carbono en sistemas agroforestales.

Tabla 39. Factores de emisión para TATA

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Tasa de acumulación de biomasa en cultivos perennes	2.6	Toneladas de carbono por hectárea por año (t C/ha/año)	Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Cuadro 3.3.2, pág. 3.76
Reservas de carbono en la biomasa aérea en la recolección	21	Toneladas de carbono por hectárea (t C/ha)	Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Cuadro 3.3.2, pág. 3.76

Elaboración propia.

4.2.1.4. Análisis de incertidumbre

Para el presente RAGEI 2014 se desarrolló la estimación de las incertidumbres aplicando las especificaciones para el nivel 1 que ofrece la OBP2003 en el capítulo 5, para el cálculo de incertidumbres y que mantiene coherencia con el método de nivel 1 de la OBP2000.

La incertidumbre de los datos de actividad para TATA que provienen de datos estadísticos se obtuvo mediante juicio de experto, y asciende a 25%. Para los factores de emisión, el cuadro 3.3.2 de la OBP2003 brinda los valores que son iguales a 75%.

La incertidumbre combinada de las emisiones en tierras agrícolas que permanecen equivale a ±79.06% y la introducida en la tendencia de las emisiones nacionales es ±2.86%.

Se considera un valor de incertidumbre alto lo cual indica que es necesario realizar acciones que permitan reducir esta incertidumbre. No obstante, no son acciones prioritarias dado la baja contribución a todo el resultado sectorial. La siguiente tabla muestra los valores de incertidumbre en TATA.

Tabla 40. Incertidumbre combinada y en la tendencia de TATA

A		Dinámica	B	E	F	G	H	M
Categoría de Uso de la tierra OBP2003			Gas	U% en los datos de nivel de actividad	U% en el factor de emisión	U% combinada $\sqrt{(E^2+F^2)}$	U% combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	U% introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales
Uso de la tierra Inicial	Uso de la tierra durante el año de notificación							
Tierras Agrícolas	Tierras Agrícolas	TATA	CO ₂	25%	75%	79.06%	79.06%	2.86%
U Total TATA						+/-	79.06%	2.86%

Fuente: MINAM, PNCBMCC

4.2.1.5. Garantía de calidad/Control de calidad

Para la garantía y el control de calidad, se siguieron las “Procedimientos generales de Control de calidad” que se detallan en las Tabla 10 y 11 del presente reporte, se utilizaron además la Orientaciones de la OBP2003 específicas del sector USCUS, estas se describen a continuación:

Tabla 41. Procedimientos de control de calidad para las emisiones de GEI en TATA

Actividad	Desarrollado
Comprobación de los datos de actividad	Se seleccionó en conjunto con MINAGRI los cultivos que entraron en el análisis.
	Se coordinó con la instancia encargada de las estadísticas agrarias de MINAGRI la mejor fuente de datos para las áreas perdidas de cultivos perennes.
Revisión interna y externa	Se corrigió las fórmulas de cálculo en base a la observación recibida de la revisión del ICA al Primer Informe Bienal de Actualización, que presentó el INGEI 2010.

Elaboración propia.

4.2.1.6. Análisis de resultados de la categoría

En el año 2014, las absorciones de TATA fueron -48.55 GgCO₂eq, que representan el 0.08% del sector USCUS. La siguiente tabla muestra a detalle los resultados de la variación anual de las reservas de carbono en la biomasa aérea en TATA.

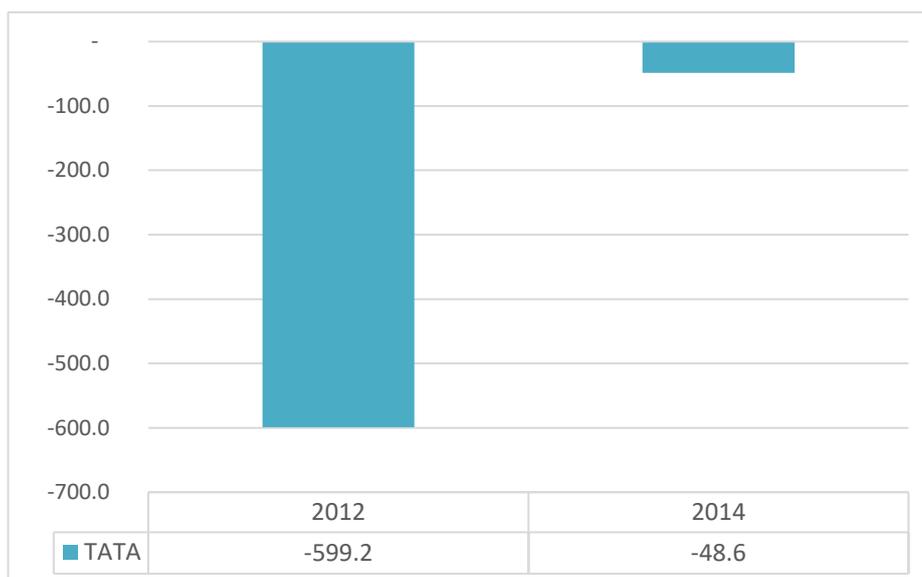
Tabla 42. Variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva en TATA

Uso de la tierra Inicial	Uso de la tierra durante el año de notificación	Superficie instalada de tierras agrícolas con biomasa leñosa perenne	Superficie anual perdida de cultivos perennes en Tierras agrícolas	Tasa de crecimiento anual de biomasa leñosa perenne	Reservas de carbono anuales en la biomasa eliminada (descuaje o recolección)	Variación anual de las reservas de carbono en la biomasa
		(ha)	(ha)	(t C ha ⁻¹ año ⁻¹)	(t C ha ⁻¹)	(t C año ⁻¹)
Cultivo perenne	Cultivo perenne	1,011,846.49	124,645.70	2.60	21.00	13,241.11
Total		1,011,846.49				13,241.11
Abrev.		A		C	P	ΔC_{TATABV}

Elaboración propia.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la Figura 15 se aprecia que existe una alta variabilidad de las absorciones para lo cual no existe un factor explicativo ya que depende de las prácticas de gestión y manejo del suelo y los cultivos.

Figura 15. Absorciones netas en TATA, periodo 2012-2014 (GgCO₂eq)



Elaboración propia.

4.2.1.7. Siguietes pasos

A continuación, se describen las acciones que se implementarán a corto y mediano plazo para mejorar la estimación de las emisiones de GEI de la categoría.

- Comparar las fuentes de información disponibles sobre superficies de TATA en Amazonía, referidos a las estadísticas agrarias y mapas de cambio de uso de la tierra, para identificar posibles elementos de convergencia.
- Revisar bibliografía nacional y regional sobre factores por defecto de los cultivos más relevantes, para mejorar la desagregación del cálculo.

4.2.2. Tierras convertidas en Tierras Agrícolas (TTA)

4.2.2.1. Elección del método

La conversión de Tierras en Tierras Agrícolas, en la mayoría de los casos, conlleva a emisiones de CO₂ procedentes tanto de la biomasa como de los suelos, al menos durante algunos años después de la conversión. Así, en esta subcategoría se estima la variación de las reservas de carbono en la biomasa viva, la variación de las reservas de carbono en suelos, las emisiones de otros GEI producto de la quema de biomasa y la emisión de N₂O de suelos minerales; que ocurren en tierras que han sido convertidas a tierras agrícolas.

En el presente inventario se han estimado las emisiones en los tres primeros componentes, no siendo posible la estimación de N₂O de suelos minerales por falta de información. De especial importancia es la conversión desde Tierras Forestales por la cantidad de emisiones de GEI que conlleva.

De acuerdo al árbol de decisiones de la Figura 13, se identifica que TTA debe ser analizada en un nivel metodológico superior, 2 o 3, dado que es la subcategoría que más emisiones contribuye a nivel de INGEI. No obstante, no todos los componentes tienen la misma relevancia y pueden ser evaluados en un Nivel 1.

Variación anual de las reservas de carbono en TTA

La ecuación resumida que permite estimar la variación de las reservas de carbono en tierras convertidas a tierras agrícolas es la siguiente:

Ecuación 15. Variación total de las reservas de carbono en TTA

$$\Delta C_{TTA} = \Delta C_{TTABV} + \Delta C_{TTASuelos}$$

Donde:

ΔC_{TTA} : Variación total de las reservas de carbono en tierras convertidas en tierras agrícolas, en t C/año

ΔC_{TTABV} : Variación de las reservas de carbono en la biomasa viva en tierras convertidas en tierras agrícolas, en t C/año

$\Delta C_{TTASuelos}$: Variación de las reservas de carbono en el suelo en tierras convertidas en tierras agrícolas, en t C/año

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 133

A. Variación anual de las reservas de carbono en la Biomasa Viva

La variación de las reservas de carbono de la biomasa viva se estima a partir de la diferencia en las reservas de carbono antes y después de la conversión, sobre la base de las estimaciones de las superficies de tierra convertidas durante el período de reporte. En ese sentido se aplica la siguiente ecuación:

Ecuación 16. Variación del stock de carbono en la biomasa viva en TTA

$$\Delta C_{TTABV} = S_{Conversión} * (T_{Conversión} + \Delta C_{Crecimiento})$$

$$T_{Conversión} = (C_{Después} - C_{Antes})$$

Donde:

ΔC_{TTABV} : Variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva en tierras convertidas en tierras agrícolas, en t C/año

$S_{Conversión}$: Superficie anual de tierras convertidas en tierras agrícolas, en ha/año

$T_{Conversión}$: Variación de las reservas de carbono por unidad de superficie para ese tipo de conversión cuando la tierra es convertida en tierra agrícola, en t C/ha

$\Delta C_{Crecimiento}$: Variación de las reservas de carbono en un año de crecimiento en tierras agrícolas, en t C/ha

$C_{Después}$: Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente después de la conversión en tierras agrícolas, en t C/ha

C_{Antes} : Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión en tierras agrícolas, en t C/ha

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 135

En todos los niveles son necesarias estimaciones de las superficies de tierra convertidas en tierras agrícolas. En el presente inventario se ha empleado el Procedimiento 3 para caracterizar el uso de la tierra. Por su parte, los factores de emisión son de Nivel 1 y 2.

B. Variación anual de las reservas de carbono en el suelo

La gestión de Tierras Agrícolas, que por lo general es más intensiva, resulta en pérdidas del carbono de la materia orgánica del suelo y de la materia orgánica muerta. Esta última se oxida

en el año de conversión, como supuesto del nivel metodológico 1, por tanto, no es estimada. Las variaciones ocurridas en el suelo, de acuerdo a los tipos de suelo se calculan con la siguiente ecuación.

Ecuación 17: Variación anual de las reservas de carbono en tierras convertidas en tierras agrícolas

$$\Delta C_{TTA_{Suelos}} = \Delta C_{TTA_{Minerales}} - \Delta C_{TTA_{Orgánicos}} - \Delta C_{TTA_{Encalado}}$$

Donde:

$\Delta C_{TTA_{Suelos}}$: Variación anual de las reservas de carbono en el suelo en tierras convertidas en tierras agrícolas, en t C/año

$\Delta C_{TTA_{Minerales}}$: Variación anual de las reservas de carbono en suelos minerales en tierras convertidas en tierras agrícolas, en t C/año

$\Delta C_{TTA_{Orgánicos}}$: Variación anual de las reservas de carbono en suelos orgánicos en tierras convertidas en tierras agrícolas, en t C/año

$\Delta C_{TTA_{Encalado}}$: Emisiones de C anuales procedentes del encalado²¹ con fines agrícolas en tierras convertidas en tierras agrícolas, en t C/año

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 97

Las emisiones de CO₂ por encalado en tierras convertidas a tierras agrícolas no han sido estimadas en el presente inventario, debido a la falta de información de la cantidad de cal anualmente utilizada con fines agrícolas.

B.1 Variación de las reservas de carbono en suelos minerales

El método del Nivel 1 está basado en tres grandes parámetros:

- Los valores de referencia por defecto de las reservas de carbono (COS_{REF}), provistos por la OBP2003 de acuerdo al tipo de clima y tipo de suelo (clases clima-suelo), y que son aplicables a todos los usos de la tierra;
- Los factores de variación de las reservas, que dependen del uso y gestión de la tierra; y
- La ubicación y tasas de conversión del uso de la tierra con algún nivel de desagregación.

La estimación de las variaciones de las reservas de carbono del suelo se hace en 4 etapas:

- Primero se selecciona los valores de COS_{REF} más apropiados,
- Luego se estima las reservas de carbono del suelo del uso inicial, previo a la conversión, ajustando el valor de COS_{REF} con los valores de los factores de variación más apropiados para el uso inicial,
- Se estima las reservas de carbono del suelo del uso final, de manera similar al paso anterior, es decir, ajustando el valor de COS_{REF} con los valores de los factores de variación más apropiados para el uso final,
- Se estima la variación restando las reservas finales de las reservas iniciales, para toda el área de cambio de uso, por tipo de cambio.

²¹ A la fecha no ha sido desarrollado este cálculo

B.2 Variación de las reservas de carbono en suelos minerales

La estimación se realiza multiplicando la superficie de suelos orgánicos convertidos a Tierras Agrícolas, desagregados de acuerdo al régimen climático, por un factor de emisión constante.

Emisiones de gases de efecto invernadero distintos del CO₂

La metodología básica para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la quema de biomasa es igual para todos los usos de la tierra. Bajo el método de nivel 1, se aplica la fórmula presentada en la Ecuación 18.

Ecuación 18. Estimación de los GEI liberados directamente en incendios

$$L_{\text{incendio}} = S * B * C * D * 10^{-6}$$

Donde:

- L_{incendio} : Cantidad de GEI liberados por causa de incendios, en toneladas de GEI
- S : Superficie quemada, en ha
- B : Masa de combustible disponible, en kg.m.s./ha
- C : Eficiencia de combustión (o fracción de biomasa quemada), sin dimensiones
- D : Factor de emisión, en g/kg m.s

Fuente: OBP2003, capítulo 3, página 3.27

Se ha tomado el supuesto que durante la conversión específica de Tierras Forestales a Tierras Agrícolas ocurre quema de biomasa. Por tanto, se han estimado las emisiones de CH₄, N₂O, CO y NO_x producidas por dicha quema. La emisión de CO₂ es contabilizada dentro de las variaciones de la biomasa viva.

Los cálculos se efectúan por separado para cada gas de efecto invernadero, utilizando el factor de emisión apropiado.

Las emisiones de óxido nitroso procedente de suelos minerales no han sido consideradas en este inventario.

4.2.2.2. Descripción del nivel de actividad

Los principales datos de actividad provienen de la matriz de uso y cambio de uso de la tierra, que pudo ser elaborada por disponibilidad del Mapa de Cambio de Uso 2013-2016.

Contar con la matriz ha permitido hacer el seguimiento a las conversiones desde todas las categorías hacia Tierras Agrícolas, no solo las conversiones desde Tierras Forestales, aunque estas son las más importantes en términos de emisiones. Asimismo, esta información es la base para la estimación de las emisiones del suelo y de las emisiones de gases diferentes al CO₂ por quema de biomasa.

Para la estimación de las emisiones de carbono del suelo, se determinó el tipo de suelo donde ocurrieron los cambios de uso, ya que dependiendo de ello se seleccionan los factores de emisión. Los tipos de suelo espacialmente explícitos fueron tomados del Mapa de Suelos del Perú (MINAGRI, 1996); los mismos que tuvieron que ser reclasificados de acuerdo a los tipos de suelo que la OPB 2003 propone en su Cuadro 3.2.4 (pag. 3.45). Para el Perú, se identificaron

3 de las 6 categorías mencionadas: los suelos AAA, suelos ABA y suelos de humedal, siendo los dos primeros suelos minerales, y el último un suelo orgánico.

Por último, los datos de actividad para las emisiones de gases no CO₂ por quema de biomasa corresponden a las áreas de cambio desde Tierras Forestales a Tierras Agrícolas. En este punto, se asumió que, durante este tipo de cambio de uso, sea desde bosque primario o bosque secundario, la biomasa es quemada.

En la Tabla 43 se pueden ver los datos de actividad empleados y sus fuentes, mientras que en la Tabla 44 se muestran las superficies consideradas para los cálculos de variación en la biomasa viva, suelos y emisiones de otros GEI.

Tabla 43. Descripción del nivel de actividad para el cálculo de las emisiones en TTA

Fuente de emisión / remoción	Reservorio	Nivel de actividad	Datos de actividad		Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados	
			IPCC	Nacional					
USCUSS									
TA									
TTA	Biomasa viva	Variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva	Superficie de Tierras convertidas en TA	Superficies de Tierras convertidas en TA	Hectáreas (ha)	Ministerio del Ambiente. Programa Nacional de Conservación de bosques (2018). Mapa de Cambio de Uso 2013-2016	Se identificaron espacialmente las superficies de conversión desde cualquier categoría (incluyendo los Bosques Secundarios y Vegetación Secundaria Remanente) hacia Tierras agrícolas	CO ₂	
				Superficie de Bosque Secundario a partir de la Vegetación Secundaria	Hectáreas (ha)	Ministerio del Ambiente. Documento de trabajo. Identificación espacial por proxy del Bosque Secundario a partir de la Vegetación Secundaria, 2013-2016			
	Carbono orgánico del suelo	Variación de las reservas de carbono en suelos minerales	Superficie de Tierras en suelos minerales convertidas en TA	Superficie de tierras en suelos minerales convertidas en TA	Superficie de tierras en suelos orgánicos convertidas en TA	Hectáreas (ha)	Ministerio de Agricultura. Instituto Nacional de Recursos Naturales (1996). Mapa de Suelos del Perú	Las superficies anteriores fueron combinadas con el Mapa de Suelos para obtener las superficies de cambio por tipo de suelo. Previo a ello, se reclasificaron los tipos de suelo del mapa de acuerdo a las categorías propuestas en la OBP2003	CO ₂
		Emisión de carbono procedente del encalado con fines agrícolas	No estimado por falta de información de cantidad anual de cal utilizada en suelos agrícolas						
	Gases diferentes al CO ₂	Emisiones de GEI diferentes al CO ₂ liberados directamente en incendios	Superficie quemada de tierras convertidas a TA	Superficie de tierras forestales convertidas en TA	Superficie de tierras forestales convertidas en TA	Hectáreas (ha)	Ministerio del Ambiente. Programa Nacional de Conservación de bosques (2018). Mapa de Cambio de Uso 2013-2016	Se asume que el área de conversión de tierras forestales a tierras agrícolas es quemada durante el proceso de deforestación	N ₂ O, CH ₄

Elaboración propia.

Tabla 44. Superficie de Tierras que se convierten en Tierras Agrícolas para el año de reporte

Uso Inicial / Uso Final	Tierras Forestales								Bosque Secundario	Vegetación Secundaria Remanente	Praderas	Asentamientos	Otras Tierras	Humedales								
	Selva Baja		Selva Alta DA		Selva Alta A		Hidromórfica							Humedales en no bosque		Cuerpos de agua						
Tierras agrícolas	46,793.9		8,196.9		30,465.4		3,168.0		8,842.4		13,030.8		14,954.8		122.7		67.3		78.7		6.4	
	AAA	23,317.7	AAA	8,111.48	AAA	30,276.5	AAA	229.18	AAA	6,005.9	AAA	10,066.4	AAA	9,975.2	AAA	102.5	AAA	23.6	AAA	0.3	AAA	3.5
	ABA	9,900.8	ABA	-	ABA	-	ABA	288.73	ABA	1,465.6	ABA	1,199.9	ABA	1,443.7	ABA	10.8	ABA	4.4	ABA	2.8	ABA	0.5
	Suelo de humedal	13,575.4	Suelo de humedal	85.4	Suelo de humedal	188.9	Suelo de humedal	2,650.1	Suelo de humedal	1,370.9	Suelo de humedal	1,764.5	Suelo de humedal	3,535.8	Suelo de humedal	9.4	Suelo de humedal	39.3	Suelo de humedal	75.7	Suelo de humedal	2.3

Elaboración propia.

* Los números en morado representan aquellos donde la anualización de las superficies se realizó combinando los resultados del periodo 2013-2016 con el valor de pérdida de bosque anual del año 2014.

** La Vegetación Secundaria Remanente es analizada como una subcategoría de Praderas.

4.2.2.3. Factores de emisión y conversión

La OBP 2003 ofrece valores por defecto para estimar las emisiones y absorciones procedentes de esta fuente. Para la estimación de las variaciones de las reservas de carbono de la biomasa viva, se trabajó con el supuesto que toda la biomasa es eliminada durante la preparación de un lugar para destinarlo a Tierras Agrícolas, con lo que el valor por defecto de $C_{\text{Después}}$ es de 0.0 t C/ha. Asimismo, en el caso específico de las conversiones a partir de Tierras Forestales, se han empleado valores nacionales de contenidos de carbono para el uso inicial.

En las siguientes tablas se muestran los valores utilizados para los factores de emisión y de conversión, tanto para los reservorios de biomasa viva, suelo y emisión de GEI diferentes al CO_2 .

Tabla 45. Factores de emisión del reservorio de biomasa viva, en TTA

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Tierra forestal (Bosque primario), Ecozona selva alta accesible	172.53	Toneladas materia seca por hectárea (t m.s./ha)	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa aérea de TF por conversión a TA. Fuente: MINAM, 2014
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Tierra forestal (Bosque primario), Ecozona selva alta de difícil acceso	200.11	Toneladas materia seca por hectárea (t m.s./ha)	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa aérea de TF por conversión a TA. Fuente: MINAM, 2014
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Tierra forestal (Bosque primario), Ecozona selva baja	238.24	Toneladas materia seca por hectárea (t m.s./ha)	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa aérea de TF por conversión a TA. Fuente: MINAM, 2014
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Tierra forestal (Bosque primario), Ecozona hidromórfica	143.39	Toneladas materia seca por hectárea (t m.s./ha)	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa aérea de TF por conversión a TA. Fuente: MINAM, 2014
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Tierra forestal (Bosque Secundario)	34.0	Toneladas materia seca por hectárea (t m.s./ha)	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa aérea de TF por conversión a TA. Estimado como el promedio de los contenidos de carbono del Mapa de Carbono del Perú sobre la superficie del Bosque Secundario. Fuente: Carnegie – MINAM, 2009
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Praderas, clima tropical húmedo y muy húmedo	16.1	Toneladas materia seca por hectárea (t m.s./ha)	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa viva de P por conversión a TA. Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Cuadro 3.4.9, pág. 3.135
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Asentamientos, Humedales y Otras Tierras	0	Toneladas de carbono por hectárea (t C/ha)	Se asumió que las reservas de carbono inmediatamente antes de la conversión de las categorías Asentamientos, Humedales y Otras Tierras, son iguales a cero. En el caso de Humedales, no se tienen valores nacionales (para humedales sin cobertura boscosa), ni tampoco valores por defecto de la OBP2003.

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente después de la conversión	0	Toneladas de carbono por hectárea (t C/ha)	Valor por defecto. Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 3.92
Variación de las reservas de carbono en un año de crecimiento, tierras agrícolas anuales	5	Toneladas de carbono por hectárea (t C/ha)	Valor usado para estimar el incremento anual de la biomasa en TA. Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Cuadro 3.3.8, pág.3.95
Fracción de carbono	0.47	Toneladas de carbono por tonelada de materia seca (t C/t m.s.)	Valor usado para la estimación de pérdidas y ganancias de la biomasa. Fuente: GL2006, Volumen 4, Capítulo 4 Cuadro 4.3, pág. 4.58
Ecuación para estimar biomasa radicular a partir de la biomasa aérea	$y = 0.489 \text{ AGB}^{0.89}$	Sin dimensión	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa subterránea de TF por conversión a TA. Fuente: Mokany et al, 2006
Relación raíz/vástago apropiado para los incrementos, bosque tropical húmedo de hojas caducas con biomasa aérea menor a 125 t/ha	0.205	Sin dimensión	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa subterránea de TF por conversión a TA. Fuente: GL2006, Volumen 4, Capítulo 4, Cuadro 4.4

Elaboración propia.

Los factores de emisión para estimar las emisiones de carbono del suelo se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 46. Factores de emisión del reservorio de carbono orgánico del suelo, en TTA

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Valor de referencia de las reservas de carbono COS_{REF} , suelos AAA, región tropical húmeda	65	Toneladas de carbono por hectárea (t C/ha)	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales. Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Cuadro 3.3.3, pág. 3.82
Valor de referencia de las reservas de carbono COS_{REF} , suelos ABA, región tropical húmeda	47	Toneladas de carbono por hectárea (t C/ha)	Valor usado para estimar el contenido de carbono orgánico por defecto de los suelos minerales. Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Cuadro 3.3.3, pág. 3.82
Factores por defecto de variación de las reservas: F_{UT} , F_{RG} , F_{E} ; en uso inicial de TF o P	1	Sin dimensión	Siendo los factores de conversión iguales a 1 en TF y P, las reservas de C en el suelo antes de la conversión son iguales a COS_{REF} . Usado para estimar el contenido de carbono orgánico del suelo en TF y P, antes de la conversión. Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Cuadro 3.3.9, pág. 3.100
Factores por defecto de variación de las reservas: F_{UT} ; en uso final barbecho acortado, régimen climático tropical	0.64	Sin dimensión	Valor seleccionado cuando la vegetación no se recupera antes de ser nuevamente eliminada. Usado para estimar el contenido de carbono orgánico del suelo en TA, luego de la conversión. Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Cuadro 3.3.9, pág. 3.100
Factores por defecto de variación de las reservas: F_{RG} ; en uso final,	1.23	Sin dimensión	Usado para estimar el contenido de carbono orgánico del suelo en TA, luego de la conversión.

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
régimen tropical muy húmedo, sin labranza			Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Cuadro 3.3.4, pág. 3.83
Factores por defecto de variación de las reservas: F_E ; en uso final, régimen tropical muy húmedo, con nivel bajo de entrada de materia orgánica	0.91	Sin dimensión	Usado para estimar el contenido de carbono orgánico del suelo en TA, luego de la conversión. Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Cuadro 3.3.4, pág. 3.83
Factor de emisión anual de suelos orgánicos en TA, régimen climático tropical	20	Sin dimensión	Usado para estimar las emisiones anuales por conversión a TA en suelos orgánicos. Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Cuadro 3.3.5, pág. 3.100

Elaboración propia.

Por último, los factores de emisión para estimar las emisiones de gases no CO₂ por quema de biomasa son los siguientes.

Tabla 47. Factores de emisión empleados para estimar emisiones de GEI diferentes al CO₂, en TTA

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Masa de combustible "disponible" en Tierra forestal (Bosque primario), Ecosona selva alta de difícil acceso	200,110.00	kilogramos de materia seca por hectárea (Kg m.s./ha)	Usado para estimar emisiones de otros GEI por quema de la biomasa del Bosque Primario. Fuente: MINAM, 2014
Masa de combustible "disponible" en Tierra Forestal (Bosque primario), Ecosona selva alta accesible	172,530.00	kilogramos de materia seca por hectárea (Kg m.s./ha)	Usado para estimar emisiones de otros GEI por quema de la biomasa del Bosque Primario. Fuente: MINAM, 2014
Masa de combustible "disponible" en Tierra forestal (Bosque primario), Ecosona selva baja	238,240.00	kilogramos de materia seca por hectárea (Kg m.s./ha)	Usado para estimar emisiones de otros GEI por quema de la biomasa del Bosque Primario. Fuente: MINAM, 2014
Masa de combustible "disponible" en Tierra forestal (Bosque primario), Ecosona hidromórfica	143,390.00	kilogramos de materia seca por hectárea (Kg m.s./ha)	Usado para estimar emisiones de otros GEI por quema de la biomasa del Bosque Primario. Fuente: MINAM, 2014
Masa de combustible "disponible" en Tierra forestal (Bosque secundario)	106,382.98	kilogramos de materia seca por hectárea (Kg m.s./ha)	Valor estimado como el promedio de los contenidos de carbono del Mapa de Carbono del Perú sobre la superficie del Bosque Secundario. Usado para estimar emisiones de otros GEI por quema de la biomasa del Bosque Secundario. Fuente: Carnegie – MINAM, 2009
Eficiencia de combustión	0.5	Sin dimensión	Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 3.52 y 3.95
Factor de emisión de CH ₄	9	Gramos por kilogramo de materia seca (g/kg m.s.)	Valor para incendios forestales Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Cuadro 3.A.1.16, pág. 3.196
Factor de emisión de CO	130	Gramos por kilogramo de materia seca (g/kg m.s.)	Valor para incendios forestales Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Cuadro 3.A.1.16, pág. 3.196
Factor de emisión de N ₂ O	0.11	Gramos por kilogramo de materia seca (g/kg m.s.)	Valor para incendios forestales Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Cuadro 3.A.1.16, pág. 3.196

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Factor de emisión de NOx	0.7	Gramos por kilogramo de materia seca (g/kg m.s.)	Valor para incendios forestales Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Cuadro 3.A.1.16, pág. 3.196

Elaboración propia.

4.2.2.4. Análisis de incertidumbre

Para el presente RAGEI 2014 se desarrolló la estimación de las incertidumbres aplicando las especificaciones para el nivel 1 que ofrece la OBP2003 en el capítulo 5, para el cálculo de incertidumbres y que mantiene coherencia con el método de nivel 1 de la OBP2000. La combinación de las incertidumbres se realizó a través del mismo procedimiento descrito en la Sección 3.3. Análisis de Incertidumbre, del presente documento.

La incertidumbre de los datos de actividad que provienen de teledetección, se define como el valor por defecto de la OBP2003 entre 10% y 15%. Para los factores de emisión, se utilizan los valores por defecto que especifica la OBP 2003.

Tabla 48. Incertidumbres asociadas a los datos de actividad

Parámetro	Incertidumbre	Fuente
Áreas de conversión TTA - datos de actividad para el Procedimiento 3	12.5%	Promedio del rango propuesto en la OBP2003 página 3.33

Elaboración propia.

Tabla 49. Incertidumbres asociadas a los factores de emisión de biomasa viva y suelos

Parámetro	Incertidumbre	Fuente
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión en Tierras Agrícolas	30.00%	OBP2003 página 3.32
Variación de las reservas de carbono en un año de crecimiento de tierras agrícolas	30.00%	OBP2003 página 3.33
Relación raíz-vástago	30.00%	OBP2003 página 3.33
Factor de variación de las reservas para un tipo de uso de la tierra o de cambio de uso de la tierra en el año inicial (pre-conversión)	22.00%	OBP2003, cuadro 3A.1.8, página 3.178
Incertidumbre combinada para pérdidas de biomasa aérea en TTA	51.96%	Resultado de estimación

Elaboración propia.

La fuente que tiene menor incertidumbre combinada proviene de los cambios de Asentamientos a Tierras Agrícolas que equivale a -0.0019%, y la de mayor incertidumbre proviene de las emisiones de CO₂ por los cambios de Tierras Forestales a Tierras Agrícolas con 54.1%.

La fuente que tiene menor incertidumbre introducida en las tendencias proviene nuevamente de los cambios de Asentamientos a Tierras Agrícolas que equivale a 0.0019%, y la de mayor incertidumbre proviene de las emisiones de CO₂ por los cambios de Tierras Forestales a Tierras Agrícolas con 15.4%.

La incertidumbre combinada de las emisiones en tierras convertidas a Tierras Agrícolas es ±54.1% y la incertidumbre introducida en la tendencia es ±15.4%

Se consideran valores de incertidumbre altos lo cual indica que es necesario realizar acciones que permitan reducir esta incertidumbre.

La Tabla 50 muestra los valores de incertidumbre para cada fuente de la categoría Tierras convertidas en Tierras agrícolas.

Tabla 50. Incertidumbre combinada y en la tendencia de tierras convertidas en tierras agrícolas

A		B	E	F	G	H	M	
Categoría de Uso de la tierra OBP2003		Dinámica	Gas	U% en los datos de nivel de actividad	U% en el factor de emisión	U% combinada $\sqrt{(E^2+F^2)}$	U% combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	U% introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales
Uso de la tierra Inicial	Uso de la tierra durante el año de notificación							
Tierras Forestales	Tierras Agrícolas	TFTA	CO ₂	12.5%	56.4%	57.79%	54.07%	15.40%
Praderas	Tierras Agrícolas	TPTA	CO ₂	12.5%	52.0%	53.44%	0.87%	0.27%
Humedales	Tierras Agrícolas	HTA	CO ₂	12.5%	52.0%	53.44%	0.005%	0.0047%
Asentamientos	Tierras Agrícolas	ATTA	CO ₂	12.5%	52.0%	53.44%	-0.00187%	0.00187%
Otras Tierras	Tierras Agrícolas	OTTA	CO ₂	12.5%	52.0%	53.44%	0.002%	0.0019%
Tierras Forestales	Tierras Agrícolas	TFTA	CH ₄	13%	56.4%	57.79%	54.08%	15.40%
Tierras Forestales	Tierras Agrícolas	TFTA	N ₂ O	13%	52.0%	53.44%	54.07%	15.40%
U Total TTA						+/-	54.06%	16.53%

Elaboración propia.

4.2.2.5. Garantía de calidad/Control de calidad

Para la garantía y el control de calidad, se siguieron las “Procedimientos generales de control de calidad” que se detallan en las Tabla 10 y 11 del presente reporte, se utilizaron además la Orientaciones de la OBP2003 específicas para Tierras forestales del sector USCUS, estas se describen a continuación.

Tabla 51. Procedimientos de control de calidad para las emisiones de GEI en TTA

Actividad	Detalle
Comprobación de los datos de actividad	Los datos de actividad totales, por áreas, se sumaron para todas las categorías de uso de la tierra, a fin de que la superficie total abarcada por el inventario y su estratificación permanezca constante a lo largo del tiempo.
	Se compararon dos estimaciones por proxy de la superficie de bosques secundarios, y se generaron estimaciones con ambas informaciones para conocer rangos aproximados de emisiones y absorciones esperadas en el Bosque Secundario.
	Se incorporaron las absorciones y emisiones producto del cambio de diferentes categorías de uso hacia Tierras Agrícolas, antes no estimadas.
Comprobación de los factores de emisión	Se adoptó la ecuación de Mokany et al. 2006 para estimar la biomasa bajo el suelo de Tierras Forestales convertidas a Tierras Agrícolas; a fin de ganar consistencia con otros reportes nacionales como el Nivel de Referencia de Emisiones Forestales (NREF) de la Amazonía.

Actividad	Detalle
Revisión interna y externa	Se validó los datos de actividad, factores de emisión y supuestos empleados en el Grupo Técnico de Apoyo del RAGEI USCUS.
	El inventario fue revisado por especialistas del sector, de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA).

Elaboración propia.

4.2.2.6. Análisis de resultados de la categoría

En el año 2014, las emisiones de GEI de la categoría Tierras convertidas a Tierras agrícolas ascendieron a 44,508.8 GgCO₂eq, representando el 35.4% de las emisiones brutas del sector. Como se mencionó anteriormente, TTA es la principal fuente de emisión del sector USCUS y de todas las emisiones a nivel nacional.

Dentro de TTA, la conversión más relevante en términos de emisiones es la ocurre desde Tierras forestales, específicamente desde los Bosques Primarios, al representar el 96.5% del total de emisiones de la subcategoría.

El las siguientes tablas se muestran los resultados por componente de TTA analizado, para el año 2014.

Tabla 52. Variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva en tierras convertidas en tierras agrícolas

Categoría de Uso de la Tierra		A	B	C	D		E	F
		Superficie anual de Tierras convertidas en Tierras Agrícolas	Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente después de la conversión en tierras agrícolas	Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión en Tierras Agrícolas	Variación de las reservas de carbono por unidad de superficie para este tipo de conversión de tierras en tierras agrícolas		Variación de las reservas de carbono en un año de crecimiento de tierras agrícolas	Variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva en tierras convertidas en tierras agrícolas
Uso de la tierra Inicial	Uso de la tierra durante año de notificación	(ha año ⁻¹)	(t C ha ⁻¹)	(t C ha ⁻¹)	(t C ha ⁻¹)		(t C ha ⁻¹)	(t C año ⁻¹)
					D = B - C			F = A * (D + E)
Bosque Primario	Tierra Agrícola							
Selva Alta de Difícil Acceso		8,196.91	-	119.73	-	119.73	5.00	- 940,416.85
Selva Alta Accesible		30,465.43	-	103.59	-	103.59	5.00	- 3,003,612.54
Selva Baja		46,793.93	-	141.96	-	141.96	5.00	- 6,408,941.83
Hidromórfica		3,168.05	-	86.48	-	86.48	5.00	- 258,129.39
Bosque Secundario	Tierra Agrícola	8,842.35	-	41.00	-	41.00	5.00	- 318,357.67
Praderas	Tierra Agrícola							
Praderas		14,954.76	-	7.57	-	7.57	5.00	- 38,388.87
Vegetación Secundaria Remanente		13,030.77	-	7.57	-	7.57	5.00	- 33,449.99
Asentamientos	Tierra Agrícola	122.67	-	-	-	-	5.00	613.35
Otras Tierras	Tierra Agrícola	67.32	-	-	-	-	5.00	336.60
Humedales	Tierra Agrícola							
Humedales en No Bosque		78.69	-	-	-	-	5.00	393.45
Total		125,720.88						- 10,999,953.74
Abrev.		S_{Conversión}	C_{Después}	C_{Antes}	T_{Conversión}		ΔC_{crecimiento}	ΔC_{TTABV}

Elaboración propia.

Tabla 53. Variación anual de las reservas de carbono en suelos minerales en TTA

Categoría de Uso de la Tierra		Subcategorías del año de reporte	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Uso Inicial	Uso durante año de reporte		(ha)	(20 años)	(t C ha ⁻¹)	(sin dimensión)	(sin dimensión)	(sin dimensión)	(t C ha ⁻¹)	(sin dimensión)	(sin dimensión)	(sin dimensión)	(t C ha ⁻¹)	(t C año ⁻¹)
									$G = C * D * E * F$				$K = C * H * J$	$L = [(K - G) * A] / B$
Bosque Primario														
Selva Alta de Difícil Acceso	Tierra Agrícola	Suelo AAA	8,111.48	20.00	65.00	1.00	1.00	1.00	65.00	0.64	1.23	0.91	46.56	-7,477.61
		Suelo ABA	-	20.00	47.00	1.00	1.00	1.00	47.00	0.64	1.23	0.91	33.67	-
Selva Alta accesible		Suelo AAA	30,276.52	20.00	65.00	1.00	1.00	1.00	65.00	0.64	1.23	0.91	46.56	-27,910.59
		Suelo ABA	-	20.00	47.00	1.00	1.00	1.00	47.00	0.64	1.23	0.91	33.67	-
Selva Baja		Suelo AAA	23,317.69	20.00	65.00	1.00	1.00	1.00	65.00	0.64	1.23	0.91	46.56	-21,495.55
		Suelo ABA	9,900.83	20.00	47.00	1.00	1.00	1.00	47.00	0.64	1.23	0.91	33.67	-6,599.62
Hidromórfica		Suelo AAA	229.18	20.00	65.00	1.00	1.00	1.00	65.00	0.64	1.23	0.91	46.56	-211.27
		Suelo ABA	288.73	20.00	47.00	1.00	1.00	1.00	47.00	0.64	1.23	0.91	33.67	-192.46
Bosque Secundario	Tierra Agrícola	Suelo AAA	6,005.88	20.00	65.00	1.00	1.00	1.00	65.00	0.64	1.23	0.91	46.56	-5,536.56
		Suelo ABA	1,465.62	20.00	47.00	1.00	1.00	1.00	47.00	0.64	1.23	0.91	33.67	-976.94
Praderas														
Praderas	Tierra Agrícola	Suelo AAA	9,975.24	20.00	65.00	1.00	1.00	1.00	65.00	0.64	1.23	0.91	46.56	-9,195.73
		Suelo ABA	1,443.72	20.00	47.00	1.00	1.00	1.00	47.00	0.64	1.23	0.91	33.67	-962.34
Vegetación Secundaria Remanente		Suelo AAA	10,066.38	20.00	65.00	1.00	1.00	1.00	65.00	0.64	1.23	0.91	46.56	-9,279.75
		Suelo ABA	1,199.85	20.00	47.00	1.00	1.00	1.00	47.00	0.64	1.23	0.91	33.67	-799.79
Asentamientos	Tierra Agrícola	Suelo AAA	102.48	20.00	65.00				-	0.64	1.23	0.91	46.56	-
		Suelo ABA	10.77	20.00	47.00				-	0.64	1.23	0.91	33.67	-
Otras Tierras	Tierra Agrícola	Suelo AAA	23.64	20.00	65.00				-	0.64	1.23	0.91	46.56	-
		Suelo ABA	4.41	20.00	47.00				-	0.64	1.23	0.91	33.67	-
Humedales														
Humedales en No Bosque	Tierra Agrícola	Suelo AAA	2.76	20.00	65.00	1.00	1.00	1.00	65.00	0.64	1.23	0.91	46.56	-2.54
		Suelo ABA	2.76	20.00	47.00	1.00	1.00	1.00	47.00	0.64	1.23	0.91	33.67	-1.84
Total			102,427.93						784.00				722.08	-90,642.61
Abrev.			S	T	COS_{ref}	FLU_(0-T)	FMG_(0-T)	FI_(0-T)	SOC_(0-T)	FLU₍₀₎	FMG₍₀₎	FI₍₀₎	SOC₀	DC_{LCMineral}

Elaboración propia.

Tabla 54. Variación anual del stock de carbono en suelos orgánicos en TTA

Categoría de Uso de la Tierra		Subcategorías del año de reporte	A	B	C
Uso Inicial	Uso durante año de reporte		Área de suelos orgánicos en tipo de clima C convertidos a Tierras Agrícolas (ha)	Factor de emisión para tipo de clima C (t C ha ⁻¹ año ⁻¹)	Emisiones de CO ₂ de suelos orgánicos cultivados (t C año ⁻¹) C = A * B
Bosque Primario	Tierra Agrícola				
Selva Alta de Difícil Acceso		Suelos de humedales	85.4	-20.0	- 1,708.7
Selva Alta accesible		Suelos de humedales	188.9	-20.0	- 3,778.3
Selva Baja		Suelos de humedales	13,575.4	-20.0	- 271,508.3
Hidromórfica		Suelos de humedales	2,650.1	-20.0	-53,002.8
Bosque Secundario	Tierra Agrícola	Suelos de humedales	1,370.9	-20.0	-27,417.0
Praderas	Tierra Agrícola				
Praderas		Suelos de humedales	3,535.8	-20.0	-70,716.0
Vegetación Secundaria Remanente		Suelos de humedales	1,764.5	-20.0	-35,290.8
Asentamientos	Tierra Agrícola	Suelos de humedales	9.4	-20.0	- 188.4
Otras Tierras	Tierra Agrícola	Suelos de humedales	39.3	-20.0	-785.4
Humedales	Tierra Agrícola			-20.0	
Humedales en No Bosque		Suelos de humedales	75.7	-20.0	-1,513.2
Total			23,295.4		-465,908.9
Abrev.			A	EF	DC_{LCOrganic}

Elaboración propia.

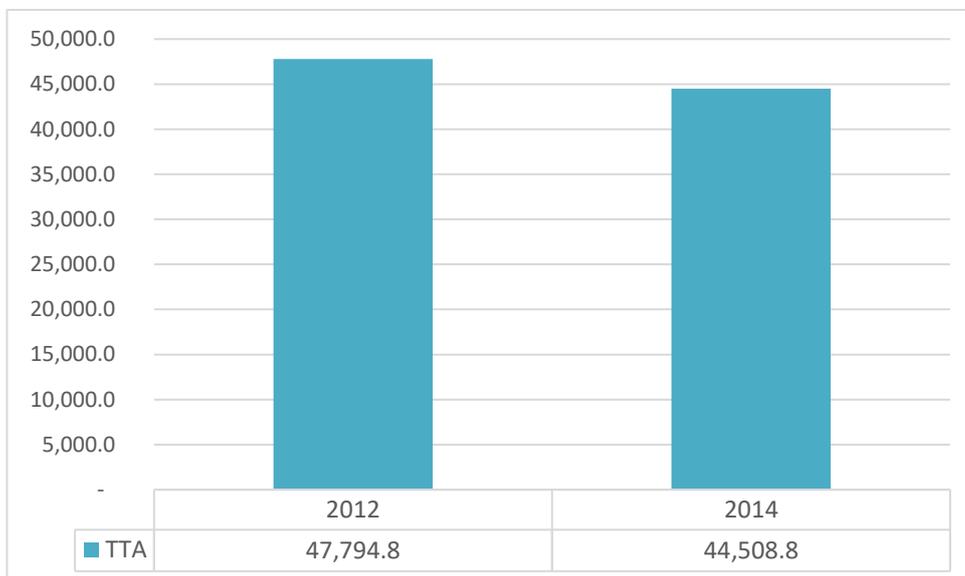
Tabla 55. Emisiones de gases diferentes al CO2 por quema de biomasa en TTA

Categoría de Uso de la Tierra		A	B	C	D _{CH4} *	E	D _{CO}	F	D _{N2O}	G	D _{NOx}	H
		Superficie quemada	Masa combustible presente disponible	Eficiencia de Combustión o Fracción de biomasa quemada	Factor de Emisión CH ₄	Emisiones de CH ₄ procedentes de incendios	Factor de Emisión CO	Emisiones de CO procedentes de incendios	Factor de Emisión N ₂ O	Emisiones de N ₂ O procedentes de incendios	Factor de Emisión NO _x	Emisiones de NO _x procedentes de incendios
Uso Inicial	Uso durante año de reporte	(ha)	(kg m.s. ha ⁻¹)	(sin dimensión)	(g /kg m.s.)	(t CH ₄)	(g /kg m.s.)	(t CO)	(g /kg m.s.)	(t N ₂ O)	(g /kg m.s.)	(t NO _x)
						$E = A \cdot B \cdot C \cdot D_{CH4} \cdot 10^{-6}$		$E = A \cdot B \cdot C \cdot D_{CO} \cdot 10^{-6}$		$E = A \cdot B \cdot C \cdot D_{N2O} \cdot 10^{-6}$		$E = A \cdot B \cdot C \cdot D_{NOx} \cdot 10^{-6}$
Bosque Primario	Tierra Agrícola											
Selva alta de difícil acceso		8,196.91	200,110.00	0.50	9.00	7,381.28	130.00	106,618.44	0.11	90.22	0.70	574.10
Selva alta accesible		30,465.43	172,530.00	0.50	9.00	23,652.90	130.00	341,653.04	0.11	289.09	0.70	1,839.67
Selva baja		46,793.93	238,240.00	0.50	9.00	50,166.84	130.00	724,632.12	0.11	613.15	0.70	3,901.87
Hidromórfica		3,168.05	143,390.00	0.50	9.00	2,044.20	130.00	29,527.31	0.11	24.98	0.70	158.99
Bosque Secundario		8,842.35	72,400.00	0.50	9.00	2,880.84	130.00	41,612.10	0.11	35.21	0.70	224.07
Total		97,466.67				86,126.06		1,244,043.02		1,052.65		6,698.69

Elaboración propia.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la Figura 16 se aprecia que las emisiones de esta categoría se han reducido, aunque ligeramente (7%), respecto a las emisiones del año 2012; pese al incremento de la deforestación en el último año.

Figura 16. Emisiones de GEI en TTA, periodo 2012-2014 (GgCO₂eq)



Elaboración propia.

Tal como en TTF, esto se explicaría por el cambio visto en las proporciones de los usos finales luego de la conversión del bosque primario. Si bien la conversión más usual es hacia las Tierras Agrícolas, en el periodo 2013-2016 respondió por el 50.1% de la pérdida del bosque, mientras que en el periodo 2011-2013 respondió por el 62.4%.

4.2.2.7. Sigüientes pasos

A continuación, se describen las acciones que se implementarán a corto y mediano plazo para mejorar la estimación de las emisiones de GEI de la categoría.

- Concluir los mapas de cambio de uso de la tierra de los periodos 1995-2000, 2000-2005 y 2005-2011.
- Generación de matrices US/CUS que den seguimiento a los cambios de uso a lo largo de la serie temporal.
- Comparar las fuentes de información disponibles sobre superficies de TTA en Amazonía, referidos a las estadísticas agrarias y mapas de cambio de uso de la tierra, para identificar posibles elementos de convergencia.

4.3. Praderas

4.3.1. Praderas que siguen siendo Praderas (PP)

Esta subcategoría considera la variación en las reservas de carbono de los reservorios de biomasa viva y suelo.

En el Nivel 1, se asume que las reservas de carbono en la biomasa viva son estacionarias, lo que significa que las absorciones anuales son compensadas por las pérdidas anuales de

carbono. Este supuesto se aplica aun cuando el régimen de manejo de las PP varía en el tiempo. Por ello, el resultado en este componente es igual a cero.

Las variaciones de carbono del suelo consideran a las variaciones de carbono orgánico en suelos minerales, las emisiones de CO₂ procedentes de suelos orgánicos, y las emisiones de CO₂ procedentes del encalado de praderas. En el presente inventario, ninguna de las tres fuentes pudo ser estimada por falta de información de superficies de praderas bajo cambio de gestión, superficies sometidas a drenaje, y cantidad de cal utilizada, respectivamente.

4.3.2. Tierras convertidas en Praderas (TP)

Como en TPTP, aquí se consideran las variaciones de las reservas de carbono de la biomasa viva y el suelo, así como las emisiones de GEI diferentes al CO₂ generadas por la quema de biomasa; producto de la conversión del uso de la tierra a praderas. Esta conversión puede estar dada por eliminación de la vegetación original existente o por abandono de tierras destinadas a otros usos.

Se han evaluado, en el presente inventario, la variación de las reservas de la biomasa viva en todos los tipos de conversión hacia Praderas, y la variación de las reservas de carbono de los suelos minerales y orgánicos por conversión de Tierras forestales y Tierras agrícolas a Praderas. Asimismo, se estimaron las emisiones de GEI por la quema de biomasa producto de la conversión de Tierras forestales

4.3.2.1. Elección del método

De acuerdo al árbol de decisión de la Figura 13, corresponde aplicar niveles superiores por tratarse de una categoría principal del INGEI. En su aplicación, sin embargo, se empleó una combinación de niveles en función de la disponibilidad de información.

La ecuación general a aplicar es la siguiente:

Ecuación 19: Variación total de C en TP

$$\Delta C_{TP} = \Delta C_{TPBV} + \Delta C_{TPSuelos}$$

Donde:

ΔC_{TP} : Variación total de las reservas de carbono en tierras convertidas en praderas, en t C/año

ΔC_{TPBV} : Variación de las reservas de carbono en la biomasa viva en tierras convertidas en praderas, en t C/año

$\Delta C_{TPSuelos}$: Variación de las reservas de carbono en el suelo en tierras convertidas en praderas, en t C/año

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 173

A. Variación de las reservas de carbono de la biomasa viva

La variación de las reservas de carbono de la biomasa viva se estima a partir de la diferencia en las reservas de carbono antes y después de la conversión, sobre la base de las estimaciones de las superficies de tierra convertidas durante el período de reporte. En ese sentido se aplica la siguiente ecuación:

Ecuación 20: Variación en las reservas de C en la biomasa viva

$$\Delta C_{TP_{BV}} = S_{Conversión} * (T_{Conversión} + \Delta C_{Crecimiento})$$

$$T_{Conversión} = (C_{Después} - C_{Antes})$$

Donde:

- $\Delta C_{TP_{BV}}$: Variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva en tierras convertidas en praderas, en t C/año
- $S_{Conversión}$: Superficie anual de tierras convertidas en praderas, en ha/año
- $T_{Conversión}$: Variación de las reservas de carbono por unidad de superficie para ese tipo de conversión cuando la tierra es convertida en pradera, en t C/ha
- $\Delta C_{Crecimiento}$: Reservas de carbono resultantes de un año de crecimiento de la vegetación de la pradera tras la conversión, en t C/ha
- $C_{Después}$: Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente después de la conversión en pradera, en t C/ha
- C_{Antes} : Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión en pradera, en t C/ha

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 175

Se asume que toda la biomasa es eliminada durante la preparación de un lugar para destinarlo a Praderas, con lo que el valor por defecto de $C_{Después}$ será de 0 t C/ha.

Las emisiones en este compartimento son principales en el inventario, especialmente en el cambio desde Tierras Forestales a Praderas. Se empleó el Procedimiento 3 para los datos de actividad, Nivel 2 en los contenidos de carbono del uso inicial (Tierra Forestal) y Nivel 1 en todos los demás factores de emisión.

B. Variación anual de las reservas de carbono en el suelo

Para la estimación de la variación anual de las reservas de carbono en el suelo, la metodología tiene en cuenta la variación de las reservas de carbono orgánico (emisiones o absorciones de CO_2) para los suelos minerales, las emisiones de CO_2 procedentes de suelos orgánicos y las emisiones de CO_2 procedentes del encalado del suelo de las praderas. Así, la ecuación que permite estimar las reservas de carbono en el suelo se detalla a continuación:

Ecuación 21: Variación total de las reservas de carbono en el suelo, en TP

$$\Delta C_{TP\text{ suelos}} = \Delta C_{TP_{minerales}} + \Delta C_{TP_{orgánicos}} + \Delta C_{TP_{Cal}}$$

Donde:

- $\Delta C_{TP_{Suelos}}$: Variación anual de las reservas de carbono en el suelo en TP, en t C/año
- $\Delta C_{TP_{Minerales}}$: Variación anual de las reservas de carbono en suelos minerales en TP, en t C/año
- $\Delta C_{TP_{Orgánicos}}$: Variación anual de las reservas de carbono en suelos orgánicos en TP, en t C/año
- $\Delta C_{TP_{Cal}}$: Emisiones de C anuales procedentes del encalado²² con fines agrícolas en TP, en t C/año

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 3.136

²² A la fecha no ha sido desarrollado este cálculo

B.1. Variación de las reservas de carbono en suelos minerales

El procedimiento de cálculo de las emisiones de carbono del suelo es la misma descrita en la Sección 6.2.2.1 Elección del método en TTA, página 83 del presente documento.

B.2. Variación de las reservas de carbono en suelos orgánicos

En el nivel metodológico 1, las conversiones a praderas en suelos orgánicos reciben el mismo tratamiento que las praderas permanentes. Por tanto, la emisión del carbono del suelo se estima a partir de un factor de emisión constante por tipo de clima, provisto por la OBP2003.

B.3 Emisión de carbono procedente del encalado en tierras convertidas en praderas

Las emisiones de CO₂ por encalado en tierras convertidas en praderas no han sido estimadas en el presente inventario, debido a la falta de información de la cantidad de cal anualmente utilizada.

Emisión de gases diferentes al CO₂ liberados directamente en incendios en TP

Se ha trabajado con el supuesto que, durante la conversión de Tierras Forestales a Praderas, la biomasa es quemada como método de desbroce. Se asume también que no ocurre lo mismo durante la conversión desde otros usos.

El cálculo de emisión de los gases CH₄, N₂O, CO y NO_x ha seguido el mismo procedimiento indicado en la Sección 6.2.2.1 Elección del método en TTA (pág. 84), del presente documento. La emisión de CO₂ ya fue contabilizada dentro de las variaciones de la biomasa viva

4.3.2.2. Descripción del nivel de actividad

Como en TTA, los datos de actividad en esta subcategoría son las áreas de conversión por tipo de suelo que provienen del cruce de la información espacialmente explícita del cambio de uso de Tierras hacia Praderas, desde todas las categorías de uso.

Como se mencionó anteriormente, la sub-clase de Vegetación Secundaria Remanente es considerada dentro de la categoría de Praderas. Se ha mantenido el nombre de ambas clases en la matriz para su correcta distinción.

Para la estimación de las emisiones de carbono del suelo, fue necesario reclasificar los tipos de suelo del Mapa de Suelos del Perú (MINAGRI, 1996) como se explica en la Sección 6.2.2.2. Descripción del nivel de actividad en TTA, página 84 del presente documento. Se identificaron 3 tipos de suelos: los suelos AAA, suelos ABA y suelos de humedal, siendo los dos primeros suelos minerales, y el último un suelo orgánico.

Los datos de actividad para la estimación de gases diferentes al CO₂ provienen de la matriz US/CUS, de los cambios específicos de Tierra Forestal (Bosque Primario y Bosque Secundario) hacia Praderas.

Las siguientes tablas presentan la información empleada.

Tabla 56. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones en TP

Fuente de emisión / remoción	Reservorio	Nivel de actividad	Datos de actividad		Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados	
			IPCC	Nacional					
USCUSS									
P									
TP	Biomasa viva	Variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva	Superficie de Tierras convertidas a Praderas	Superficies de Tierras convertidas a Praderas	Hectáreas (ha)	Ministerio del Ambiente. Programa Nacional de Conservación de bosques (2018). Mapa de Cambio de Uso 2013-2016	Se identificaron espacialmente las superficies de conversión desde cualquier categoría (incluyendo los Bosques Secundarios y Vegetación Secundaria Remanente) hacia Praderas	CO ₂	
				Superficie de Bosque secundario a partir de la Vegetación secundaria	Hectáreas (ha)	Ministerio del Ambiente. Documento de trabajo. Identificación espacial por proxy del Bosque Secundario a partir de la Vegetación Secundaria, 2013-2016			
	Carbono orgánico del suelo	Variación de las reservas de carbono en suelos minerales	Superficie de Tierras en suelos minerales convertidas a Praderas	Superficie de tierras en suelos minerales convertidas a Praderas	Superficie de tierras en suelos orgánicos convertidas a Praderas	Hectáreas (ha)	Ministerio de Agricultura. Instituto Nacional de Recursos Naturales (1996). Mapa de Suelos del Perú	Las superficies anteriores fueron combinadas con el Mapa de Suelos para obtener las superficies de cambio por tipo de suelo. Previo a ello, se reclasificaron los tipos de suelo del mapa de acuerdo a las categorías propuestas en la OPB 2003	CO ₂
		Emisión de carbono procedente del encalado de Praderas	No estimado por falta de información de cantidad anual de cal utilizada en Praderas						
Gases diferentes al CO ₂	Emisiones de GEI diferentes al CO ₂ liberados directamente en incendios	Superficie quemada de tierras convertidas a Praderas	Superficie de tierras forestales convertidas a Praderas		Hectáreas (ha)	Ministerio del Ambiente. Programa Nacional de Conservación de bosques (2018). Mapa de Cambio de Uso 2013-2016	Se asume que el área de conversión de Tierras Forestales a Praderas es quemada durante el proceso de deforestación	N ₂ O, CH ₄	

Elaboración propia.

Tabla 57: Superficie de Tierras que se convierten en Praderas para el año de reporte

Inicial: año 2011 Final: año 2013	Tierras Forestales								Tierras Agrícolas	Asentamientos	Otras Tierras	Humedales						
	Selva Baja		Selva Alta de Dificil Acceso		Selva Alta Accesible		Zona Hidromórfica					Humedales en no bosque		Cuerpos de Agua				
Vegetación Secundaria Remanente	4,094.7		797.6		3,677.6		505.4		12,854.6		498.7		345.7		0.2		29.9	
	AAA	2,470.1	AAA	795.4	AAA	3,673.1	AAA	14.6	AAA	10,905.9	AAA	232.2	AAA	31.1	AAA	0.1	AAA	19.0
	ABA	446.2	ABA	-	ABA	-	ABA	24.2	ABA	439.7	ABA	148.1	ABA	21.3	ABA	-	ABA	6.0
	Suelo de humedal	1,178.4	Suelo de humedal	2.2	Suelo de humedal	4.54	Suelo de humedal	466.6	Suelo de humedal	1,509.1	Suelo de humedal	118.4	Suelo de humedal	293.3	Suelo de humedal	0.1	Suelo de humedal	4.9
Praderas	9,851.0		851.4		2,613.4		405.8		871.8		18.2		8.8		-		4.0	
	AAA	4,406.8	AAA	495.5	AAA	2,605.1	AAA	25.3	AAA	110.4	AAA	7.7	AAA	-	AAA	-	AAA	-
	ABA	2,660.9	ABA	354.6	ABA	-	ABA	38.7	ABA	341.6	ABA	6.9	ABA	-	ABA	-	ABA	-
	Suelo de humedal	2,783.2	Suelo de humedal	1.3	Suelo de humedal	8.3	Suelo de humedal	341.8	Suelo de humedal	419.8	Suelo de humedal	3.6	Suelo de humedal	8.8	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	4.0

Elaboración propia.

* Los números en morado representan aquellos donde la anualización de las superficies se realizó combinando los resultados del periodo 2013-2016 con el valor de pérdida de bosque anual del año 2014.

** La Vegetación Secundaria Remanente es analizada como una subcategoría de Praderas.

4.3.2.3. Factores de emisión y conversión

La OBP 2003 ofrece valores por defecto para estimar las emisiones y absorciones procedentes en esta subcategoría. También existe factores de emisión nacionales que han sido integradas al cálculo. Las siguientes tablas muestran la información sobre los factores de emisión de la categoría.

Tabla 58. Factores de emisión del reservorio de biomasa viva en TP

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Tierra forestal (Bosque primario), Ecozona selva alta accesible	172.53	Toneladas materia seca por hectárea (t m.s./ha)	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa aérea de TF por conversión a P. Fuente: MINAM, 2014
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Tierra forestal (Bosque primario), Ecozona selva alta de difícil acceso	200.11	Toneladas materia seca por hectárea (t m.s./ha)	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa aérea de TF por conversión a P. Fuente: MINAM, 2014
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Tierra forestal (Bosque primario), Ecozona selva baja	238.24	Toneladas materia seca por hectárea (t m.s./ha)	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa aérea de TF por conversión a P. Fuente: MINAM, 2014
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Tierra forestal (Bosque primario), Ecozona hidromórfica	143.39	Toneladas materia seca por hectárea (t m.s./ha)	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa aérea de TF por conversión a P. Fuente: MINAM, 2014
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Tierra forestal (Bosque secundario)	34.0	Toneladas materia seca por hectárea (t m.s./ha)	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa aérea de TF por conversión a P. Estimado como el promedio de los contenidos de carbono del Mapa de Carbono del Perú sobre la superficie del Bosque Secundario. Fuente: Carnegie – MINAM, 2009
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Tierras Agrícolas, anuales	5.0	Toneladas materia seca por hectárea (t m.s./ha)	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa viva de TA por conversión a P. Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Cuadro 3.3.8, pág.3.95
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Asentamientos, Humedales y Otras Tierras	0	Toneladas de carbono por hectárea (t C/ha)	Se asumió que las reservas de carbono inmediatamente antes de la conversión de las categorías Asentamientos, Humedales y Otras Tierras, son iguales a cero. En el caso de Humedales, no se tienen valores nacionales (para humedales sin cobertura boscosa), ni tampoco valores por defecto de la OBP2003.
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente después de la conversión	0	Toneladas de carbono por hectárea (t C/ha)	Valor por defecto. Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 3.92
Variación de las reservas de carbono en un año de crecimiento, zona climática tropical, húmeda y muy húmeda	16.1	Toneladas de carbono por hectárea (t C/ha)	Valor usado para estimar el incremento anual de la biomasa en P. Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Cuadro 3.4.9, pág. 3.135
Fracción de carbono	0.47	Toneladas de carbono por tonelada de materia seca (t C/t m.s.)	Valor usado para la estimación de pérdidas y ganancias de la biomasa. Fuente: GL2006, Volumen 4, Capítulo 4 Cuadro 4.3, pág. 4.58

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Ecuación para estimar biomasa radicular a partir de la biomasa aérea	$y = 0.489 \text{ AGB}^{0.89}$	Sin dimensión	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa subterránea de TF por conversión a P. Fuente: Mokany et al, 2006
Relación raíz/vástago apropiado para los incrementos, bosque tropical húmedo de hojas caducas con biomasa aérea menor a 125 t/ha	0.205	Sin dimensión	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa subterránea de TF por conversión a P. Fuente: GL2006, Volumen 4, Capítulo 4, Cuadro 4.4

Elaboración propia.

Los factores de emisión para estimar las emisiones de carbono del suelo se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 59. Factores de emisión del reservorio de carbono orgánico del suelo en TP

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Valor de referencia de las reservas de carbono COS_{REF} , suelos AAA, región tropical húmeda	65	Toneladas de carbono por hectárea (t C/ha)	Valor para la región tropical húmeda, en suelos tipo AAA Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Cuadro 3.3.3, pág. 3.82
Valor de referencia de las reservas de carbono COS_{REF} , suelos ABA, región tropical húmeda	47	Toneladas de carbono por hectárea (t C/ha)	Valor para la región tropical húmeda, en suelos tipo ABA Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Cuadro 3.3.3, pág. 3.82
Factores por defecto de variación de las reservas: F_{UT} , F_{RG} , F_{E} ; en uso inicial de TF	1	Sin dimensión	Siendo los factores de conversión iguales a 1 en TF, las reservas de C en el suelo antes de la conversión son iguales a COS_{REF} . Usado para estimar el contenido de carbono orgánico del suelo en TF antes de la conversión. Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Cuadro 3.3.9, pág. 3.100
Factores por defecto de variación de las reservas: F_{RG} ; en uso inicial de TA, régimen tropical muy húmedo, sin labranza	1.23	Sin dimensión	Usado para estimar el contenido de carbono orgánico del suelo en TA, antes de la conversión. Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Cuadro 3.3.4, pág. 3.83
Factores por defecto de variación de las reservas: F_{E} ; en uso inicial de TA, régimen tropical muy húmedo, con nivel bajo de entrada de materia orgánica.	0.91	Sin dimensión	Usado para estimar el contenido de carbono orgánico del suelo en TA, antes de la conversión. Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Cuadro 3.3.4, pág. 3.83
Factor de emisión anual de suelos orgánicos en P, régimen climático tropical y subtropical	5	Sin dimensión	Valor para suelos orgánicos en praderas Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Cuadro 3.4.6, pág. 3.127
Factores por defecto de variación de las reservas: F_{UT} ; en uso final de P	1	Sin dimensión	Usado para estimar el contenido de carbono orgánico del suelo en P, luego de la conversión. Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Cuadro 3.3.5, pág. 3.127
Factores por defecto de variación de las reservas: F_{RG} ; en uso final de P, moderadamente gestionadas, régimen tropical	0.97	Sin dimensión	Usado para estimar el contenido de carbono orgánico del suelo en P, luego de la conversión. Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Cuadro 3.3.5, pág. 3.127
Factores por defecto de variación de las reservas: F_{E} ; en uso final de P, con aporte nominal, todos los regímenes climáticos	1	Sin dimensión	Usado para estimar el contenido de carbono orgánico del suelo en P, luego de la conversión. Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Cuadro 3.3.5, pág. 3.127

Elaboración propia.

Por último, los factores de emisión para estimar las emisiones de gases no CO_2 por quema de biomasa son los siguientes.

Tabla 60. Factores de emisión para estimar emisiones de GEI diferentes al CO₂, en TP

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Masa de combustible "disponible" en Tierra Forestal (Bosque primario), Ecozona selva alta de difícil acceso	200,110.00	kilogramos de materia seca por hectárea (Kg m.s./ha)	Usado para estimar emisiones de otros GEI por quema de la biomasa del Bosque Primario. Fuente: MINAM, 2014
Masa de combustible "disponible" en Tierra forestal (Bosque primario), Ecozona selva alta accesible	172,530.00	kilogramos de materia seca por hectárea (Kg m.s./ha)	Usado para estimar emisiones de otros GEI por quema de la biomasa del Bosque Primario. Fuente: MINAM, 2014
Masa de combustible "disponible" en Tierra Forestal (Bosque primario), Ecozona selva baja	238,240.00	kilogramos de materia seca por hectárea (Kg m.s./ha)	Usado para estimar emisiones de otros GEI por quema de la biomasa del Bosque Primario. Fuente: MINAM, 2014
Masa de combustible "disponible" en Tierra Forestal (Bosque primario), Ecozona hidromórfica	143,390.00	kilogramos de materia seca por hectárea (Kg m.s./ha)	Usado para estimar emisiones de otros GEI por quema de la biomasa del Bosque Primario. Fuente: MINAM, 2014
Masa de combustible "disponible" en Tierra forestal (Bosque secundario)	106,382.98	kilogramos de materia seca por hectárea (Kg m.s./ha)	Valor estimado como el promedio de los contenidos de carbono del Mapa de Carbono del Perú sobre la superficie del Bosque Secundario. Usado para estimar emisiones de otros GEI por quema de la biomasa del Bosque Secundario. Fuente: Carnegie – MINAM, 2009
Eficiencia de combustión	0.5	Sin dimensión	Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 3.52 y 3.95
Factor de emisión de CH ₄	9	Gramos por kilogramo de materia seca (g/kg m.s.)	Valor para incendios forestales Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Cuadro 3.A.1.16, pág. 3.196
Factor de emisión de CO	130	Gramos por kilogramo de materia seca (g/kg m.s.)	Valor para incendios forestales Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Cuadro 3.A.1.16, pág. 3.196
Factor de emisión de N ₂ O	0.11	Gramos por kilogramo de materia seca (g/kg m.s.)	Valor para incendios forestales Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Cuadro 3.A.1.16, pág. 3.196
Factor de emisión de NO _x	0.7	Gramos por kilogramo de materia seca (g/kg m.s.)	Valor para incendios forestales Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Cuadro 3.A.1.16, pág. 3.196

Elaboración propia.

4.3.2.4. Análisis de incertidumbre

Para el presente RAGEI 2014 se desarrolló la estimación de las incertidumbres aplicando las especificaciones para el nivel 1 que ofrece la OBP2003 en el capítulo 5, para el cálculo de incertidumbres y que mantiene coherencia con el método de nivel 1 de la OBP2000.

La incertidumbre de los datos de actividad que provienen de teledetección, se define como el valor por defecto de la OBP2003 entre 10% y 15%. Para los factores de emisión, se utilizan los valores por defecto que especifica la OBP2003.

Tabla 61. Incertidumbres asociadas a los datos de actividad

Parámetro	Incertidumbre	Fuente
-----------	---------------	--------

Áreas de conversión TTP - datos de actividad para el Procedimiento 3	12.5%	Promedio del rango propuesto en la OBP2003 página 3.33
Reservas de carbono en la biomasa en tierras convertidas en praderas	75.00%	OBP2003, Cuadro 3.4.9, página 3.135

Elaboración propia.

La fuente que tiene menor incertidumbre combinada proviene de los cambios de Humedales a Praderas que equivale a casi 0.0% y la de mayor incertidumbre proviene de los cambios de Tierras Forestales a Praderas con 22.0%.

La fuente que tiene menor incertidumbre introducida en las tendencias proviene nuevamente de los cambios de Humedales a Praderas con casi 0.0% y la de mayor incertidumbre proviene de los cambios de Tierras Forestales a Praderas con 6.6%.

Se consideran valores de incertidumbre altos lo cual indica que es necesario realizar acciones que permitan reducir esta incertidumbre. La Tabla 63 muestra los valores de incertidumbre para cada fuente de la categoría Tierras convertidas a Praderas.

Tabla 62. Incertidumbre combinada y en la tendencia de TP

A		B	E	F	G	H	M	
Categoría de Uso de la tierra OBP2003		Dinámica	Gas	U% en los datos de nivel de actividad	U% en el factor de emisión	U% combinada $\sqrt{E^2+F^2}$	U% combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	U% introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales
Uso de la tierra Inicial	Uso de la tierra durante el año de notificación							
Tierras Forestales	Praderas	TFP	CO ₂	13%	75%	76.03%	22.01%	6.63%
Tierras agrícolas	Praderas	TAP	CO ₂	13%	75%	76.03%	-0.22%	0.05%
Humedales	Praderas	HP	CO ₂	13%	75%	76.03%	0.00%	0.00%
Asentamientos	Praderas	ATP	CO ₂	13%	75%	76.03%	-0.02%	1.07%
Otras tierras	Praderas	OTP	CO ₂	13%	75%	76.03%	-0.01%	0.00%
Tierras forestales	Praderas	TFP	CH ₄	13%	56%	57.79%	0.38%	0.15%
Tierras forestales	Praderas	TFP	N ₂ O	13%	56%	57.79%	0.07%	0.03%
U Total (Praderas)						+/-	22.01%	6.72%

Elaboración propia.

4.3.2.5. Garantía de calidad/Control de calidad

Para la garantía y el control de calidad, se siguieron las “Procedimientos generales de Control de calidad” que se detallan en las Tabla 10 y 11 del presente reporte, se utilizaron además la Orientaciones de la OBP2003 específicas para el sector USCUS, estas se describen a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 63. Procedimientos de control de calidad para las emisiones de GEI en TP

Actividad	Detalle
Comprobación de los datos de actividad	Los datos de actividad totales, por áreas, se sumaron para todas las categorías de uso de la tierra, a fin de que la superficie total abarcada por el inventario y su estratificación permanezca constante a lo largo del tiempo.
	Se compararon dos estimaciones por proxy de la superficie de bosques secundarios, y se generaron estimaciones con ambas informaciones para conocer rangos aproximados de emisiones y absorciones esperadas en el Bosque Secundario.

Actividad	Detalle
	Se incorporaron las absorciones y emisiones producto del cambio de diferentes categorías de uso hacia Praderas, antes no estimadas.
Comprobación de los factores de emisión	Se adoptó la ecuación de Mokany et al. 2006 para estimar la biomasa bajo el suelo de Tierras Forestales convertidas a Praderas; a fin de ganar consistencia con otros reportes nacionales como el Nivel de Referencia de Emisiones Forestales (NREF) de la Amazonía.
Revisión interna y externa	Se validó los datos de actividad, factores de emisión y supuestos empleados en el Grupo Técnico de Apoyo del RAGEI USCUS.
	El inventario fue revisado por especialistas del sector, de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA).

Elaboración propia.

4.3.2.6. Análisis de resultados de la categoría

En el año 2014, las emisiones de GEI de la categoría Tierras convertidas a Praderas ascendieron a 13,083.4 GgCO₂eq, que representan el 10.4% de las emisiones absolutas del sector con lo cual se posiciona como la cuarta fuente de emisiones más relevante en USCUS.

Dentro de la subcategoría, la conversión más importante proviene de las Tierras forestales, que contribuyen con el 99% de todas las emisiones por conversión a Praderas. De hecho, la conversión desde Tierras agrícolas, Asentamientos y Otras tierras generan pequeñas absorciones de carbono.

Tabla 64: Variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva en TP

Uso Inicial de la tierra	Uso de la tierra durante el año de notificación	Subcategorías para el año de notificación	Superficie de tierra convertida en pradera a partir de un uso inicial	Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente después de la conversión TTP	Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión TTP	Variación de las reservas de carbono por unidad de superficie para conversión TTP	Variación de las reservas de carbono en un año de crecimiento de praderas	Variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva
			ha/año	t C/ha	t C/ha	t C/ha	t C/ha	t C/año
TF: Bosque Primario								
Selva Alta de Difícil Acceso	Praderas	Praderas	851.36	-	119.73	-119.73	7.57	-95,489.64
Selva Alta accesible		Praderas	2,613.37	-	103.59	-103.59	7.57	-250,946.28
Selva Baja		Praderas	9,850.98	-	141.96	-141.96	7.57	-1,323,911.72
Hidromórfica		Praderas	405.82	-	86.48	-86.48	7.57	-32,023.86
Selva Alta de Difícil Acceso		Vegetación Secundaria Remanente	797.59	-	119.73	-119.73	7.57	-89,459.19
Selva Alta accesible		Vegetación Secundaria Remanente	3,677.60	-	103.59	-103.59	7.57	-353,137.00
Selva Baja		Vegetación Secundaria Remanente	4,094.73	-	141.96	-141.96	7.57	-550,307.20
Hidromórfica		Vegetación Secundaria Remanente	505.42	-	86.48	-86.48	7.57	-39,883.39
Bosque Secundario		Praderas	1,097.67	-	41.00	-41.00	7.57	-36,702.51
		Vegetación Secundaria Remanente	20,991.15	-	41.00	-41.00	7.57	-701,875.62
Tierra agrícola	Praderas	871.80	-	5.00	-5.00	7.57	2,237.91	
	Vegetación Secundaria Remanente	12,854.61	-	5.00	-5.00	7.57	32,997.78	
Asentamientos	Praderas	18.15	-	-	-	7.57	137.34	

Uso Inicial de la tierra	Uso de la tierra durante el año de notificación	Subcategorías para el año de notificación	Superficie de tierra convertida en pradera a partir de un uso inicial	Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente después de la conversión TTP	Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión TTP	Variación de las reservas de carbono por unidad de superficie para conversión TTP	Variación de las reservas de carbono en un año de crecimiento de praderas	Variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva
			ha/año	t C/ha	t C/ha	t C/ha	t C/ha	t C/año
		Vegetación Secundaria Remanente	498.66	-	-	-	7.57	3,773.36
Otras Tierras	Praderas	Praderas	8.82	-	-	-	7.57	66.74
		Vegetación Secundaria Remanente	345.72	-	-	-	7.57	2,616.06
Humedales	Praderas							
Humedales en No Bosque		Praderas	-	-	-	-	7.57	-
		Vegetación Secundaria Remanente	0.15	-	-	-	7.57	1.14
Total			59,483.60					-3,431,906.08
Abrev.			A_{Conversion}	C_{After}	C_{Before}	L_{Conversion}	DC_{Growth}	DC_{LGLB}

Elaboración propia.

Tabla 65. Variación anual de las reservas de carbono en suelos minerales en TP

Uso Inicial	Uso durante año de reporte	Subcategorías del año de reporte	Área convertida a Pradera desde un uso inicial	Tiempo de conversión	Valor de referencia del stock C	F. Variación de stock C por tipo de US o CUS en año <i>i</i>	F. Variación de stock C por régimen de gestión en año <i>i</i>	F. Variación de stock C por aporte de MO en año <i>i</i>	Carbono orgánico del suelo en año <i>i</i>	F. Cambio de stock por tipo de US o CUS en año <i>f</i>	F. Cambio de stock por régimen de manejo en año <i>f</i>	F. Cambio de stock por incorporación de MO en año <i>f</i>	Carbono orgánico del suelo en año <i>f</i>	Cambio anual de stock de C en suelos minerales	
			(ha)	(20 años)	t C/ha	sin dimensión	sin dimensión	sin dimensión	t C/ha	sin dimensión	sin dimensión	sin dimensión	t C/ha	t C/año	
TF: Bosque Primario	Pradera														
Selva Alta de Difícil Acceso	Praderas	Suelo AAA	495.45	20.00	65.00	1.00	1.00	1.00	65.00	1.00	0.97	1.00	63.05	-48.31	
		Suelo ABA	354.63	20.00	47.00	1.00	1.00	1.00	47.00	1.00	0.97	1.00	45.59	-25.00	
Selva Alta Accesible		Suelo AAA	2,605.11	20.00	65.00	1.00	1.00	1.00	65.00	1.00	0.97	1.00	63.05	-254.00	
		Suelo ABA	-	20.00	47.00	1.00	1.00	1.00	47.00	1.00	0.97	1.00	45.59	-	
Selva Baja		Suelo AAA	4,406.82	20.00	65.00	1.00	1.00	1.00	65.00	1.00	0.97	1.00	63.05	-429.66	
		Suelo ABA	2,660.97	20.00	47.00	1.00	1.00	1.00	47.00	1.00	0.97	1.00	45.59	-187.60	
Hidromórfica		Suelo AAA	25.30	20.00	65.00	1.00	1.00	1.00	65.00	1.00	0.97	1.00	63.05	-2.47	
		Suelo ABA	38.70	20.00	47.00	1.00	1.00	1.00	47.00	1.00	0.97	1.00	45.59	-2.73	
Selva Alta de Difícil Acceso		Vegetación Secundaria Remanente	Suelo AAA	795.39	20.00	65.00	1.00	1.00	1.00	65.00	1.00	0.97	1.00	63.05	-77.55
			Suelo ABA	-	20.00	47.00	1.00	1.00	1.00	47.00	1.00	0.97	1.00	45.59	-
Selva Alta Accesible	Suelo AAA		3,673.06	20.00	65.00	1.00	1.00	1.00	65.00	1.00	0.97	1.00	63.05	-358.12	
	Suelo ABA		-	20.00	47.00	1.00	1.00	1.00	47.00	1.00	0.97	1.00	45.59	-	
Selva Baja	Suelo AAA		2,470.12	20.00	65.00	1.00	1.00	1.00	65.00	1.00	0.97	1.00	63.05	-240.84	
	Suelo ABA		446.24	20.00	47.00	1.00	1.00	1.00	47.00	1.00	0.97	1.00	45.59	-31.46	
Hidromórfica	Suelo AAA		14.59	20.00	65.00	1.00	1.00	1.00	65.00	1.00	0.97	1.00	63.05	-1.42	
	Suelo ABA		24.24	20.00	47.00	1.00	1.00	1.00	47.00	1.00	0.97	1.00	45.59	-1.71	
TF: Bosque Secundario	Pradera														
	Praderas		Suelo AAA	54.21	20.00	65.00	1.00	1.00	1.00	65.00	1.00	0.97	1.00	63.05	-5.29
		Suelo ABA	958.53	20.00	47.00	1.00	1.00	1.00	47.00	1.00	0.97	1.00	45.59	-67.58	
	Vegetación Secundaria Remanente	Suelo AAA	17,608.05	20.00	65.00	1.00	1.00	1.00	65.00	1.00	0.97	1.00	63.05	-1,716.78	
Suelo ABA		1,041.45	20.00	47.00	1.00	1.00	1.00	47.00	1.00	0.97	1.00	45.59	-73.42		
Tierra agrícola	Praderas														
	Praderas	Suelo AAA	110.37	20.00	65.00	0.64	1.23	0.91	46.56	1.00	0.97	1.00	63.05	90.98	

Uso Inicial	Uso durante año de reporte	Subcategorías del año de reporte	Área convertida a Pradera desde un uso inicial	Tiempo de conversión	Valor de referencia del stock C	F. Variación de stock C por tipo de US o CUS en año <i>i</i>	F. Variación de stock C por régimen de gestión en año <i>i</i>	F. Variación de stock C por aporte de MO en año <i>i</i>	Carbono orgánico del suelo en año <i>i</i>	F. Cambio de stock por tipo de US o CUS en año <i>f</i>	F. Cambio de stock por régimen de manejo en año <i>f</i>	F. Cambio de stock por incorporación de MO en año <i>f</i>	Carbono orgánico del suelo en año <i>f</i>	Cambio anual de stock de C en suelos minerales
			(ha)	(20 años)	t C/ha	sin dimensión	sin dimensión	sin dimensión	t C/ha	sin dimensión	sin dimensión	sin dimensión	t C/ha	t C/año
		Suelo ABA	341.64	20.00	47.00	0.64	1.23	0.91	33.67	1.00	0.97	1.00	45.59	203.64
	Vegetación Secundaria Remanente	Suelo AAA	10,905.87	20.00	65.00	0.64	1.23	0.91	46.56	1.00	0.97	1.00	63.05	8,990.32
		Suelo ABA	439.68	20.00	47.00	0.64	1.23	0.91	33.67	1.00	0.97	1.00	45.59	262.08
Asentamientos	Praderas													
	Praderas	Suelo AAA	7.65	20.00	65.00				-	1.00	0.97	1.00	63.05	-
		Suelo ABA	6.93	20.00	47.00				-	1.00	0.97	1.00	45.59	-
	Vegetación Secundaria Remanente	Suelo AAA	232.20	20.00	65.00				-	1.00	0.97	1.00	63.05	-
		Suelo ABA	148.05	20.00	47.00				-	1.00	0.97	1.00	45.59	-
Otras Tierras	Pradera													
	Praderas	Suelo AAA	0.03	20.00	65.00				-	1.00	0.97	1.00	63.05	-
		Suelo ABA	-	20.00	47.00				-	1.00	0.97	1.00	45.59	-
	Vegetación Secundaria Remanente	Suelo AAA	31.11	20.00	65.00				-	1.00	0.97	1.00	63.05	-
		Suelo ABA	21.27	20.00	47.00				-	1.00	0.97	1.00	45.59	-
Humedales	Pradera													
Humedales en No Bosque	Praderas	Suelo AAA	-	20.00	65.00	1.00	1.00	1.00	65.00	1.00	0.97	1.00	63.05	-
		Suelo ABA	-	20.00	47.00	1.00	1.00	1.00	47.00	1.00	0.97	1.00	45.59	-
Humedales en No Bosque	Vegetación Secundaria Remanente	Suelo AAA	0.06	20.00	65.00	1.00	1.00	1.00	65.00	1.00	0.97	1.00	63.05	-0.01
		Suelo ABA	-	20.00	47.00	1.00	1.00	1.00	47.00	1.00	0.97	1.00	45.59	-
Total			49,917.71						1,392.46				1,846.88	6,023.09
Abreviación			A	T	SOC_{ref}	FLU_(0-T)	FMG_(0-T)	FI_(0-T)	SOC_(0-T)	FLU₍₀₎	FMG₍₀₎	FI₍₀₎	SOC₀	D_{CLGMineral}

Elaboración propia.

Tabla 66: Variación anual del stock de carbono en suelos orgánicos en TP

Categoría de Uso de la Tierra		Subcategorías del año de reporte	A	B	C
Uso Inicial	Uso durante año de reporte		Área de suelos orgánicos en tipo de clima C convertidos a Praderas (ha)	Factor de emisión para tipo de clima C (t C ha ⁻¹ año ⁻¹)	Emisiones de CO ₂ de suelos orgánicos cultivados (t C año ⁻¹) C = A * B
Bosque Primario		Pradera			
Selva Alta de Difícil Acceso	Pradera	Suelos de humedales	1.28	-5.00	-6.42
Selva Alta accesible	Pradera	Suelos de humedales	8.27	-5.00	-41.33
Selva Baja	Pradera	Suelos de humedales	2,783.18	-5.00	-13,915.92
Hidromórfica	Pradera	Suelos de humedales	341.82	-5.00	-1,709.09
Selva Alta de Difícil Acceso	Vegetación Secundaria Remanente	Suelos de humedales	2.20	-5.00	-11.00
Selva Alta accesible	Vegetación Secundaria Remanente	Suelos de humedales	4.54	-5.00	-22.70
Selva Baja	Vegetación Secundaria Remanente	Suelos de humedales	1,178.37	-5.00	-5,891.87
Hidromórfica	Vegetación Secundaria Remanente	Suelos de humedales	466.59	-5.00	-2,332.95
Bosque Secundario		Praderas			
	Pradera	Suelos de humedales	84.93	-5.00	-424.65
	Vegetación Secundaria Remanente	Suelos de humedales	2,341.65	-5.00	-11,708.25
Tierra agrícola		Praderas			
	Pradera	Suelos de humedales	419.79	-5.00	-2,098.95
	Vegetación Secundaria Remanente	Suelos de humedales	1,509.06	-5.00	-7,545.30
Asentamientos		Praderas			
	Pradera	Suelos de humedales	3.57	-5.00	-17.85
	Vegetación Secundaria Remanente	Suelos de humedales	118.41	-5.00	-592.05
Otras Tierras		Praderas			
	Pradera	Suelos de humedales	8.79	-5.00	-43.95
	Vegetación Secundaria Remanente	Suelos de humedales	293.34	-5.00	-1,466.70
Humedales		Praderas			
Humedales en No Bosque	Pradera	Suelos de humedales	0.00	-5.00	0.00
	Vegetación Secundaria Remanente	Suelos de humedales	0.09	-5.00	-0.45
Total			9,565.88		-47,829.42
Abreviación			A	EF	DC_{Lc}organic

Elaboración propia.

Tabla 67. Emisiones de gases diferentes al CO2 por quema de biomasa en TP

Uso Inicial	Uso durante año de reporte	Subcategorías para el año de notificación	Superficie quemada	Masa combustible presente disponible	Eficiencia de Combustión o Fracción de biomasa quemada	Factor de Emisión CH ₄	Emisiones de CH ₄ procedentes de incendios	Factor de Emisión CO	Emisiones de CO procedentes de incendios	Factor de Emisión N ₂ O	Emisiones de N ₂ O procedentes de incendios	Factor de Emisión NO _x	Emisiones de NO _x procedentes de incendios
			ha	kg m.s./ ha	Sin dimensión	g/kg m.s.	t CH ₄	g/kg m.s.	t CO	g/kg m.s.	t N ₂ O	g/kg m.s.	t NO _x
TF: Bosque Primario													
Selva alta de difícil acceso	Pradera	Praderas	851.36	200,110.00	0.50	9.00	766.65	130.00	11,073.78	0.11	9.37	0.70	59.63
Selva alta accesible		Praderas	2,613.37	172,530.00	0.50	9.00	2,028.98	130.00	29,307.56	0.11	24.80	0.70	157.81
Selva baja		Praderas	9,850.98	238,240.00	0.50	9.00	10,561.03	130.00	152,548.28	0.11	129.08	0.70	821.41
Hidromórfica		Praderas	405.82	143,390.00	0.50	9.00	261.86	130.00	3,782.36	0.11	3.20	0.70	20.37
TF: Bosques Secundarios	Pradera	Praderas	1,097.67	72,400.00	0.50	9.00	357.62	130.00	5,165.64	0.11	4.37	0.70	27.81
Total			14,819.20				13,976.14		201,877.61		170.82		1,087.03

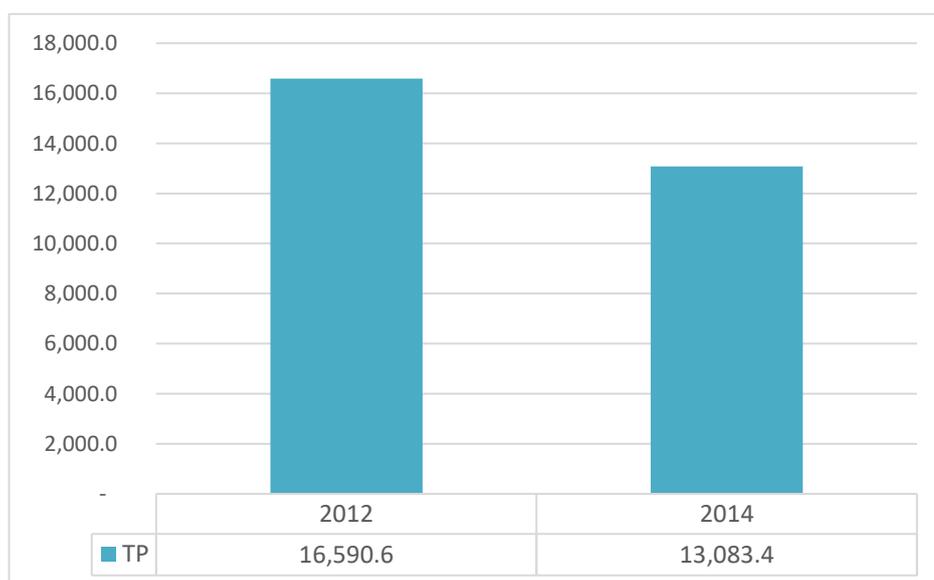
Elaboración propia.

La conversión ocurrida desde Tierras Agrícolas, Humedales (en no bosque), Asentamientos y Otras Tierras hacia praderas conlleva absorciones netas de carbono, que sumadas ascienden a -145.2 GgCO₂eq. Pese a ser reducidas, permiten comprender el flujo del carbono de acuerdo al tipo de conversión de uso de la tierra.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la Figura 17 se aprecia que las emisiones de esta categoría se han reducido en 21%, respecto a las emisiones del año 2012; pese al incremento de la deforestación en el último año. Como en TTA, esto ocurre por el cambio en las proporciones de usos finales post-deforestación entre los periodos 2011-2013 y 2013-2016.

La siguiente figura muestra los valores de emisiones de GEI para los diferentes años evaluados.

Figura 17. Emisiones de GEI en TP, periodo 2012-2014 (GgCO₂eq)



Fuente: MINAM, PNCBMCC

De la actualización de los resultados del año 2012, se consigna un incremento aproximado de 124%, de 7,378.52 GgCO₂eq en la versión original a 16,590.56 GgCO₂eq en la actualización, tal como puede verse en la Tabla 14 de la Sección 5.4 Coherencia de la serie temporal. Dicho cambio responde a la mejora metodológica de usar la matriz de uso y cambio de uso. Se podría esperar un aumento de las emisiones por el mismo tipo de conversión en años anteriores; no obstante, solo se podrá conocer el grado de variación con mayor certeza luego de culminados los mapas de uso y cambio de uso de la tierra de los periodos anteriores al año 2011, que el MINAM viene elaborando.

4.3.2.7. Sigüientes pasos

A continuación, se describen las acciones que se implementarán a corto y mediano plazo para mejorar la estimación de las emisiones de GEI de la categoría.

- Concluir los mapas de cambio de uso de la tierra de los periodos 1995-2000, 2000-2005 y 2005-2011.
- Generación de matrices US/CUS que den seguimiento a los cambios de uso a lo largo de la serie temporal.

- Comparar las fuentes de información disponibles sobre superficies de TP en Amazonía, referidos a las estadísticas agrarias y mapas de cambio de uso de la tierra, para identificar posibles elementos de convergencia.

4.4. Humedales

La categoría Humedales incluye a las tierras cubiertas o saturadas de agua durante todo o parte del año (p.ej. turberas) que no pueden clasificarse como tierras forestales, tierras agrícolas, praderas o asentamientos, con arreglo a las definiciones utilizadas.

En coherencia con la definición, las superficies de humedales cuya cobertura vegetal califica como bosque han sido categorizadas dentro de Tierras Forestales, quedando en la categoría de Humedales las áreas restantes.

Además, se ha incluido las superficies de ríos y otros cuerpos de agua visto que cumplen con la definición de la categoría, permitiendo así que la totalidad de las áreas de tierra identificadas concuerden con la superficie amazónica sobre la cual se dispone de datos.

La OBP2003 provee lineamientos para estimar las variaciones en las reservas de carbono y emisiones de N₂O, tanto en humedales que permanecen como humedales como en tierras que se convierten en humedales. No obstante, dichas estimaciones no fueron realizadas en el presente inventario. En el primer caso, no se cuenta con la información de base de superficies sujetas a extracción de turba ni de superficies anegadas. En el segundo caso, no se identificaron conversiones desde otras categorías hacia humedales, de acuerdo a la matriz de uso y cambio de uso. Los cambios desde y hacia cuerpos de agua no son de origen antropogénico, por tanto, han sido excluidos de toda estimación.

4.5. Asentamientos

4.5.1. Asentamientos que siguen siendo Asentamientos (ATAT)

La categoría Asentamientos corresponde al conjunto de todas las tierras desarrolladas, comprendidos la infraestructura de transporte y los asentamientos humanos de cualquier tamaño que no fueron incluidos en otras categorías de uso de la tierra. Abarca todos los tipos de formaciones de árboles urbanos, a saber: los árboles plantados en las calles, en los jardines públicos y privados, y en diferentes tipos de parques, siempre cuando tales árboles estén funcionalmente o administrativamente asociados a ciudades, poblaciones, etc.

La OBP2003 todavía no brinda metodologías para esta categoría, y solo se han desarrollado orientaciones, en ese sentido, los asentamientos que permanecen como asentamientos no han sido evaluados en el presente RAGEI.

4.5.2. Tierras convertidas en Asentamientos (TAT)

Aquí se evalúa la variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva, de las Tierras convertidas en Asentamientos. El presente inventario analiza estos cambios para todos los tipos de conversión. Además, se asume que no ocurre quema de biomasa durante la conversión en Asentamientos.

4.5.2.1. Elección del método

De acuerdo al árbol de decisión de la Figura 13, corresponde aplicar el método de Nivel 1. La ecuación a aplicar es la siguiente:

Ecuación 22: Variación anual de las reservas de C de la Biomasa Viva en Tierras forestales convertidas en Asentamientos

$$\Delta C_{TFABV} = S * (C_{antes} + C_{después})$$

Donde:

- ΔC_{TFABV} : Variación anual de las existencias de C de la biomasa viva por efecto de la conversión de tierras forestales en asentamientos, en t C/año
- S : Superficie de tierras forestales convertida anualmente en asentamientos, en ha/año
- C_{antes} : Reservas de carbono en la biomasa viva inmediatamente después de la conversión en asentamientos, en t C/año
- $C_{después}$: Reservas de carbono en la biomasa viva inmediatamente antes de su conversión en asentamientos, en t C/año

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 154

Si bien la ecuación considera como uso inicial a las Tierras Forestales, se aplicó el mismo procedimiento para estimar las variaciones producto de la conversión desde otras categorías.

Asimismo, la OPB2003 indica que, de ocurrir quema de biomasa durante la conversión de la tierra, es necesario estimar las emisiones de gases diferentes al CO₂. Las orientaciones para para dicho cálculo ya fueron descritas en la Sección 6.2.2.1 Elección del método en TTA, del presente documento; no obstante, no se tienen registros de quemas en esta categoría y se presume que tampoco ocurren durante la conversión TFAT, a diferencia de las conversiones TFTP y TFTA.

4.5.2.2. Descripción del nivel de actividad

Los datos de actividad corresponden a las áreas sujetas a conversión hacia Asentamientos. Esta información se extrae de la matriz de uso y cambio de uso, como puede verse a detalle en las siguientes tablas.

Tabla 68. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones en TAT

Fuente de emisión / remoción	Reservorio	Nivel de actividad	Datos de actividad		Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados
			IPCC	Nacional				
USCUSS								
AT								
TAT	Biomasa viva	Variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva	Superficie de tierras convertidas en Asentamientos	Superficie de tierras convertidas en Asentamientos	Hectáreas (ha)	Ministerio del Ambiente. Programa Nacional de Conservación de bosques (2018). Mapa de Cambio de Uso 2013-2016	Se identificaron espacialmente las superficies de conversión desde cualquier categoría (incluyendo los Bosques Secundarios y Vegetación Secundaria Remanente) hacia Asentamientos	CO ₂
			Superficie de Bosque secundario a partir de la vegetación secundaria	Superficie de Bosque secundario a partir de la vegetación secundaria	Hectáreas (ha)	Ministerio del Ambiente. Documento de trabajo. Identificación espacial por proxy del Bosque Secundario a partir de la Vegetación Secundaria, 2013-2016		
	Gases diferentes al CO ₂	Emisiones de GEI diferentes al CO ₂ liberados directamente en incendios	Se asume que no ocurren quemas o incendios durante este tipo de conversión					

Elaboración propia.

Tabla 69: Superficie de Tierra convertida en Asentamientos para el año 2014

Final: año 2016	Inicial: año 2013	Tierras Forestales								Bosque Secundario	Vegetación Secundaria Remanente	Tierras Agrícolas	Praderas	Otras Tierras	Humedales								
		Selva Baja		Selva Alta de Difícil Acceso		Selva Alta Accesible		Zona Hidromórfica							Humedales en no bosque	Cuerpos de Agua							
Asentamientos		7,219.8		155.9		218.9		111.2		244.5		446.0		106.2		752.3		-		8.4		8.0	
	AAA	3,825.7	AAA	135.3	AAA	210.3	AAA	-	AAA	65.0	AAA	166.2	AAA	33.6	AAA	264.0	AAA	-	AAA	0.2	AAA	1.9	
	ABA	2,130.8	ABA	-	ABA	-	ABA	20.5	ABA	96.8	ABA	143.2	ABA	23.0	ABA	204.6	ABA	-	ABA	1.6	ABA	4.4	
	Suelo de humedal	1,263.2	Suelo de humedal	20.7	Suelo de humedal	8.6	Suelo de humedal	90.7	Suelo de humedal	82.7	Suelo de humedal	136.6	Suelo de humedal	49.6	Suelo de humedal	283.8	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	6.6	Suelo de humedal	1.8	

Elaboración propia.

4.5.2.3. Factores de emisión y conversión

Para estimar la variación de las reservas de carbono en la biomasa viva en las tierras convertidas en asentamientos, los supuestos del Nivel 1 consisten en que toda la biomasa viva presente antes de la conversión en asentamiento se perderá en el mismo año en que se realiza la conversión, y las reservas de carbono en la biomasa viva después de la conversión ($C_{\text{Después}}$) son iguales a cero.

En el caso específico de las conversiones a partir de tierras forestales, se han empleado valores nacionales de contenidos de carbono para el uso inicial.

La Tabla 70 muestra la información sobre los factores de emisión empleados en la categoría.

Tabla 70. Factores de emisión para el cálculo de las emisiones en TAT

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Tierra forestal (Bosque primario), Ecozona selva alta accesible	172.53	Toneladas materia seca por hectárea (t m.s./ha)	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa aérea de TF por conversión a AT. Fuente: MINAM, 2014
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Tierra forestal (Bosque primario), Ecozona selva alta de difícil acceso	200.11	Toneladas materia seca por hectárea (t m.s./ha)	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa aérea de TF por conversión a AT. Fuente: MINAM, 2014
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Tierra forestal (Bosque primario), Ecozona selva baja	238.24	Toneladas materia seca por hectárea (t m.s./ha)	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa aérea de TF por conversión a AT. Fuente: MINAM, 2014
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Tierra forestal (Bosque primario), Ecozona hidromórfica	143.39	Toneladas materia seca por hectárea (t m.s./ha)	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa aérea de TF por conversión a AT. Fuente: MINAM, 2014
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Tierra forestal (Bosque secundario)	34.0	Toneladas materia seca por hectárea (t m.s./ha)	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa aérea de TF por conversión a AT. Estimado como el promedio de los contenidos de carbono del Mapa de Carbono del Perú sobre la superficie del Bosque Secundario. Fuente: Carnegie – MINAM, 2009
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, uso inicial Tierras agrícolas	5	Toneladas de carbono por hectárea (t C/ha)	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa aérea de TA por conversión a AT. Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Cuadro 3.3.8, pág.3.95
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Praderas, clima tropical húmedo y muy húmedo	16.1	Toneladas materia seca por hectárea (t m.s./ha)	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa viva de P por conversión a AT. Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Cuadro 3.4.9, pág. 3.135
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Humedales u Otras Tierras	0	Toneladas de carbono por hectárea (t C/ha)	Se asumió que las reservas de carbono inmediatamente antes de la conversión de las categorías Humedales y Otras Tierras, son iguales a cero. En el caso de Humedales, no se tienen valores nacionales (para humedales sin cobertura boscosa), ni tampoco valores por defecto de la OBP2003.

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente después de la conversión	0	Toneladas de carbono por hectárea (t C/ha)	Valor por defecto. Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 3.148
Fracción de carbono	0.47	Toneladas de carbono por tonelada de materia seca (t C/t m.s.)	Fuente: GL2006, Volumen 4, Capítulo 4, Cuadro 4.3
Ecuación para estimar biomasa radicular a partir de la biomasa aérea	$y = 0.489 \text{ AGB}^{0.89}$	Sin dimensión	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa subterránea de TF (Bosque Primario) por conversión a AT. Fuente: Mokany et al, 2006
Relación raíz/vástago apropiado para los incrementos, bosque tropical húmedo de hojas caducas con biomasa aérea menor a 125 t/ha	0.205	Sin dimensión	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa subterránea de TF (Bosque Secundario) por conversión a AT. Fuente: GL2006, Volumen 4, Capítulo 4, Cuadro 4.4

Elaboración propia.

4.5.2.4. Análisis de incertidumbre

Para el presente RAGEI 2014 se desarrolló la estimación de las incertidumbres aplicando las especificaciones para el Nivel 1 que ofrece la OBP2003 en el capítulo 5, para el cálculo de incertidumbres y que mantiene coherencia con el método de nivel 1 de la OBP2000.

La incertidumbre de los datos de actividad que provienen de teledetección, se define como el valor por defecto de la OBP2003 entre 10% y 15%. Para los factores de emisión, se utilizan los valores por defecto que especifica la OBP 2003.

Tabla 71. Incertidumbres asociadas a los datos de actividad

Parámetro	Incertidumbre	Fuente
Áreas de conversión TAT - datos de actividad para el Procedimiento 3	12.5%	Promedio del rango propuesto en la OBP2003 página 3.33
Reservas de carbono en la biomasa en tierras convertidas en asentamientos	75.00%	OBP2003, Cuadro 3.5.2, página 3.151

Elaboración propia.

La fuente que tiene mayor incertidumbre combinada proviene de los cambios de Tierras Forestales a Asentamientos con 75.37%, mientras que la de menor incertidumbre combinada proviene del cambio de Tierras Agrícolas, con 0.04%.

La fuente con mayor incertidumbre introducida en la tendencia nuevamente proviene de la conversión de Tierras Forestales con 18.07%, siendo la incertidumbre combinada de la tendencia ligeramente mayor, igual a 17.31%. Pese a que es una incertidumbre elevada, lo cual indicaría la necesidad de realizar acciones que permitan reducirla, se deberán concentrar las acciones en reducir las incertidumbres de categorías con mayor impacto en las emisiones del sector.

La Tabla 72 muestra los valores de incertidumbre para cada fuente de la categoría Tierras convertidas en Asentamientos.

Tabla 72. Incertidumbre combinada y en la tendencia en TAT

A		B	E	F	G	H	M	
Categoría de Uso de la tierra OBP2003		Dinámica	Gas	U% en los datos de nivel de actividad	U% en el factor de emisión	U% combinada $\sqrt{E^2+F^2}$	U% combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	U% introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales
Uso de la tierra Inicial	Uso de la tierra durante el año de notificación							
Tierras Forestales	Asentamientos	TFAT	CO2	13%	75%	76.03%	75.37%	18.07%
Tierras Agrícolas	Asentamientos	TAAT	CO2	13%	75%	76.03%	0.04%	0.05%
Praderas	Asentamientos	TPAT	CO2	13%	75%	76.03%	0.63%	0.23%
Humedales	Asentamientos	HAT	CO2	13%	75%	76.03%	0.00%	0.00%
Otras Tierras	Asentamientos	OTAT	CO2	13%	75%	76.03%	0.00%	0.00%
U Total TAT						+/-	75.37%	18.07%

Elaboración propia.

4.5.2.5. Garantía de calidad/Control de calidad

Para la garantía y el control de calidad, se siguieron las “Procedimientos generales de Control de calidad” que se detallan en las Tabla 10 y 11 del presente reporte, se utilizaron además la Orientaciones de la OBP2003 específicas para el sector USCUS, estas se describen a continuación.

Tabla 73. Procedimientos de control de calidad para las emisiones de GEI en TAT

Actividad	Detalle
Comprobación de los datos de actividad	Los datos de actividad totales, por áreas, se sumaron para todas las categorías de uso de la tierra, a fin de que la superficie total abarcada por el inventario y su estratificación permanezca constante a lo largo del tiempo.
	Se compararon dos estimaciones por proxy de la superficie de bosques secundarios, y se generaron estimaciones con ambas informaciones para conocer rangos aproximados de emisiones y absorciones esperadas en el Bosque Secundario.
	Se incorporaron las emisiones producto del cambio de diferentes categorías de uso hacia Asentamientos, antes no estimadas.
Comprobación de los factores de emisión	Se adoptó la ecuación de Mokany et al. 2006 para estimar la biomasa bajo el suelo desde Tierras Forestales; a fin de ganar consistencia con otros reportes nacionales como el Nivel de Referencia de Emisiones Forestales (NREF) de la Amazonía.
Revisión interna y externa	Se validó los datos de actividad, factores de emisión y supuestos empleados en el Grupo Técnico de Apoyo del RAGEI USCUS.
	El inventario fue revisado por especialistas del sector, de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA).

Elaboración propia.

4.5.2.6. Análisis de resultados de la categoría

En el año 2014, las emisiones de GEI de la subcategoría Tierras convertidas en Asentamientos alcanzaron los 4,016.9 GgCO₂eq, que representan el 3.2% de las emisiones absolutas del

sector. Aquí también, la conversión más significativa proviene de las Tierras Forestales, con el 99% de las emisiones de la subcategoría.

Tabla 74: Emisiones por TAT en el año 2014

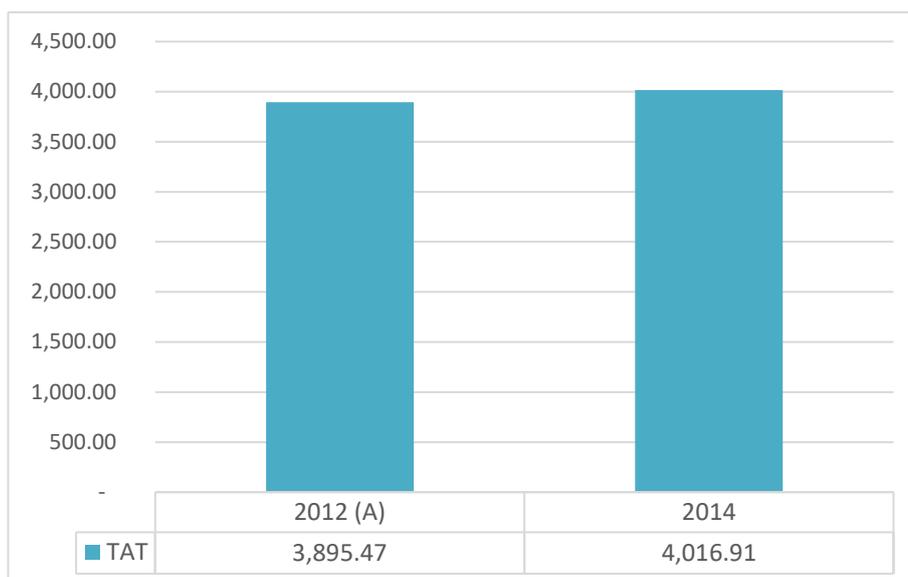
Categoría de Uso de la Tierra		A	B	C	D
		Área anual de Tierras convertidas en Asentamientos	Stock de carbono en biomasa inmediatamente después de conversión a A	Stock de carbono en biomasa inmediatamente antes de conversión a A	Cambio de stock de carbono por área para el tipo de conversión, cuando la tierra se convierte a Asentamientos
Uso Inicial	Uso durante año de reporte	(ha año ⁻¹)	(t C ha ⁻¹)	(t C ha ⁻¹)	(t C ha ⁻¹)
		D = A*(B - C)			
Bosque Primario	Asentamientos				
Selva Alta de Difícil Acceso		155.9	-	119.7	-18,671.5
Selva Alta accesible		218.9	-	103.6	-22,676.6
Selva Baja		7,219.8	-	142.0	-1,024,928.4
Hidromórfica		111.2	-	86.5	-9,620.8
Bosque Secundario	Asentamientos	244.5	-	41.0	-10,025.4
Tierra agrícola	Asentamientos	106.2	-	5.0	-531.0
Praderas	Asentamientos				
Pradera		752.3	-	7.6	-5,692.7
Vegetación Secundaria Remanente		446.0	-	7.6	-3,375.0
Otras Tierras	Asentamientos	-	-	-	0.0
Humedales	Asentamientos				
Humedales en No Bosque		8.4	-	-	0.0
Total		9,263.3			-1,095,521.4
ABBREV.		A_{Conversion}	C_{After}	C_{Before}	L_{Conversion}

Elaboración propia.

Como se observa, el cambio más importante ocurre desde Tierras Forestales, cuyas emisiones representan casi el 100% de las emisiones de la subcategoría.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones se han mantenido en niveles similares entre los años 2012 y 2014, con un ligero incremento del 3.1% en el último año.

Figura 18. Emisiones de GEI en TAT, periodo 2012-2014 (GgCO₂eq)



Elaboración propia.

En años anteriores sólo era posible contabilizar la conversión TFAT. Pese a que la contribución de los otros tipos de conversión es marginal, es un avance en los resultados poder cuantificarla. Con la actualización de toda la serie temporal se podrá conocer más certeramente la evolución de las emisiones en la subcategoría.

4.5.2.7. Sigüientes pasos

A continuación, se describen las acciones que se implementarán a corto y mediano plazo para mejorar la estimación de las emisiones de GEI de la categoría.

- Concluir los mapas de cambio de uso de la tierra de los periodos 1995-2000, 2000-2005 y 2005-2011.
- Generación de matrices US/CUS que den seguimiento a los cambios de uso a lo largo de la serie temporal.

4.6. Otras Tierras

4.6.1. Otras Tierras que siguen siendo Otras Tierras (OTOT)

La categoría Otras Tierras engloba las superficies de suelos desprovistos de vegetación, las rocas, el hielo, etc., y todo tipo de áreas de tierra no incluidas en ninguna de las demás categorías de uso de la tierra. Su inclusión responde a la necesidad de contabilizar la totalidad la superficie del país en que se dispone de datos.

La OBP 2003 indica que no tendrían que evaluarse las variaciones de las reservas de carbono y las emisiones de otros gases diferentes al CO₂ de la subcategoría de otras tierras que permanecen como otras tierras, por tanto, no han sido incluidas en el presente inventario

4.6.2. Tierras convertidas en Otras Tierras

Aunque es improbable, puede haber conversión de tierras en Otras tierras., por ejemplo, como consecuencia de una deforestación seguida de una degradación. Esta conversión de uso de la

tierra, tanto si comienza con una actividad humana como si se debe a una causa natural que afecte a las tierras gestionadas, es necesario calcular las emisiones de CO₂, ya que el proceso de conversión libera el carbono previamente retenido en la tierra, y las emisiones y/o absorciones por efecto de las actividades de gestión cesan.

4.6.2.1. Elección del método

De acuerdo al árbol de decisión de la Figura 13 y a la información disponible para los cálculos, se ha utilizado el nivel metodológico 1 de la OBP 2003, el cual ha sido combinado con información más específica (de Nivel 2) de datos de actividad.

La ecuación a aplicar es la siguiente:

Ecuación 23. Variación anual de las reservas de carbono en TOT

$$\Delta C_{TOT} = \Delta C_{TOT_{bv}} + \Delta C_{TOT_{suelos}}$$

Donde:

ΔC_{TOT} : Variación anual de las reservas de carbono en tierras convertidas en Otras tierras, en t C/año

$\Delta C_{TOT_{bv}}$: Variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva en tierras convertidas en Otras tierras, en t C/año

$\Delta C_{TOT_{suelos}}$: Variación anual de las reservas de carbono en suelos en tierras convertidas en Otras tierras, en t C/año

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 199

A. Variación de las reservas de carbono de la biomasa viva

La variación de las reservas de carbono de la biomasa viva se estima a partir de la diferencia en las reservas de carbono antes y después de la conversión, sobre la base de las estimaciones de las superficies de tierra convertidas durante el período de reporte. En ese sentido se aplica la siguiente ecuación:

Ecuación 24. Variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva en TOT

$$\Delta C_{TOT_{bv}} = S_{Conversión} * (B_{Después} - B_{Antes}) * FC$$

Donde:

$\Delta C_{TOT_{bv}}$: Variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva en tierras convertidas en Otras tierras, en t C/año

$S_{Conversión}$: Superficie de tierra convertida anualmente en otras tierras desde ciertos usos iniciales, en ha/año

$B_{Después}$: Cantidad de biomasa viva inmediatamente después de la conversión a otras tierras, en t m.s./ha

B_{Antes} : Cantidad de biomasa viva inmediatamente antes de la conversión a otras tierras, en t m.s./ha

FC : Fracción de carbono de la materia seca, en t C/t m.s./ha

Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 199

B. Variación de las reservas de carbono en el suelo

Esta fuente no ha sido estimada en el presente inventario.

4.6.2.2. Descripción del nivel de actividad

Los datos de actividad corresponden a las áreas sujetas a conversión hacia otras tierras. Esta información se extrae de la matriz de uso y cambio de uso, como puede verse a detalle en las siguientes tablas.

Tabla 75. Descripción de los datos de actividad para el cálculo de las emisiones en TOT

Fuente de emisión / remoción	Reservorio	Nivel de actividad	Datos de actividad		Unidad	Fuente de información	Uso de la información	GEI generados
			IPCC	Nacional				
USCUSS								
OT								
TOT	Biomasa viva	Variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva	Superficie de tierras convertidas en otras tierras	Superficie de tierras convertidas en Otras tierras	Hectáreas (ha)	Ministerio del Ambiente. Programa Nacional de Conservación de bosques (2018). Mapa de Cambio de Uso 2013-2016	Se identificaron espacialmente las superficies de conversión desde cualquier categoría (incluyendo los Bosques Secundarios y Vegetación Secundaria Remanente) hacia Otras Tierras	CO ₂
				Superficie de Bosque secundario a partir de la Vegetación secundaria	Hectáreas (ha)	Ministerio del Ambiente. Documento de trabajo. Identificación espacial por proxy del Bosque secundario a partir de la Vegetación Secundaria, 2013-2016		
	Gases diferentes al CO ₂	Emisiones de GEI diferentes al CO ₂ liberados directamente en incendios	No ocurren quemas o incendios para este tipo de cambio					

Elaboración propia.

Tabla 76: Superficie de tierra convertida en Otras Tierras para el año 2014

Final: año 2016	Inicial: año 2013	Tierras Forestales								Bosque Secundario	Vegetación Secundaria Remanente	Tierras Agrícolas	Praderas	Asentamientos	Humedales								
		Selva Baja		Selva Alta de Difícil Acceso		Selva Alta Accesible		Zona Hidromórfica							Humedales en no bosque	Cuerpos de Agua							
Otras Tierras		197.7		10.1		20.8		114.4		34.6		125.5		0.1		107.6		-		8.4		8.0	
	AAA	1.1	AAA	10.1	AAA	20.8	AAA	-	AAA	14.3	AAA	73.7	AAA	-	AAA	107.5	AAA	-	AAA	-	AAA	-	
	ABA	87.3	ABA	-	ABA	-	ABA	-	ABA	3.5	ABA	3.5	ABA	0.0	ABA	0.1	ABA	-	ABA	-	ABA	-	
	Suelo de humedal	109.3	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	114.4	Suelo de humedal	16.8	Suelo de humedal	48.4	Suelo de humedal	0.1	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	-	Suelo de humedal	-	

Elaboración propia.

4.6.2.3. Factores de emisión y conversión

La OBP 2003 ofrece valores por defecto para estimar las emisiones y absorciones procedentes de esta fuente. Por efecto de la conversión, se supone que la vegetación predominante queda totalmente eliminada, de modo que el contenido de carbono inmediatamente después es igual a cero. Asimismo, en el caso específico de las conversiones a partir de Tierras Forestales, se han empleado valores nacionales de contenidos de carbono para el uso inicial. En la siguiente tabla se muestra el detalle de los factores de emisión utilizados.

Tabla 77. Factores de emisión del reservorio de biomasa viva en TOT

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Tierra forestal (Bosque primario), Ecozona selva alta accesible	172.53	Toneladas materia seca por hectárea (t m.s./ha)	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa aérea de TF por conversión a OT. Fuente: MINAM, 2014
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Tierra forestal (Bosque primario), Ecozona selva alta de difícil acceso	200.11	Toneladas materia seca por hectárea (t m.s./ha)	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa aérea de TF por conversión a OT. Fuente: MINAM, 2014
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Tierra forestal (Bosque primario), Ecozona selva baja	238.24	Toneladas materia seca por hectárea (t m.s./ha)	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa aérea de TF por conversión a OT. Fuente: MINAM, 2014
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Tierra forestal (Bosque Primario), Ecozona hidromórfica	143.39	Toneladas materia seca por hectárea (t m.s./ha)	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa aérea de TF por conversión a OT. Fuente: MINAM, 2014
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Tierra forestal (Bosque secundario)	34.0	Toneladas materia seca por hectárea (t m.s./ha)	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa aérea de TF por conversión a OT. Estimado como el promedio de los contenidos de carbono del Mapa de Carbono del Perú sobre la superficie del Bosque Secundario. Fuente: Carnegie – MINAM, 2009
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, uso inicial Tierras agrícolas	5	Toneladas de carbono por hectárea (t C/ha)	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa aérea de TA por conversión a OT. Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Cuadro 3.3.8, pág.3.95
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Praderas, clima tropical húmedo y muy húmedo	16.1	Toneladas materia seca por hectárea (t m.s./ha)	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa viva de P por conversión a OT. Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Cuadro 3.4.9, pág. 3.135
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente antes de la conversión, Humedales u Asentamientos	0	Toneladas de carbono por hectárea (t C/ha)	Se asumió que las reservas de carbono inmediatamente antes de la conversión de las categorías Humedales y Asentamientos, son iguales a cero. En el caso de Humedales, no se tienen valores nacionales (para humedales sin cobertura boscosa), ni tampoco valores por defecto de la OBP2003.

Dato	Valor	Unidad	Fuente de información y justificación de la elección
Reservas de carbono en la biomasa inmediatamente después de la conversión	0	Toneladas de carbono por hectárea (t C/ha)	Valor por defecto. Fuente: OBP2003, Capítulo 3, Página 3.148
Fracción de carbono	0.47	Toneladas de carbono por tonelada de materia seca (t C/t m.s.)	Fuente: GL2006, Volumen 4, Capítulo 4, Cuadro 4.3
Ecuación para estimar biomasa radicular a partir de la biomasa aérea	$y = 0.489 \text{ AGB}^{0.89}$	Sin dimensión	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa subterránea de TF (Bosque Primario) por conversión a OT. Fuente: Mokany et al, 2006
Relación raíz/vástago apropiado para los incrementos, bosque tropical húmedo de hojas caducas con biomasa aérea menor a 125 t/ha	0.205	Sin dimensión	Valor empleado para estimar la pérdida de biomasa subterránea de TF (Bosque Secundario) por conversión a OT. Fuente: GL2006, Volumen 4, Capítulo 4, Cuadro 4.4

Elaboración propia.

4.6.2.4. Análisis de incertidumbre

Para el presente RAGEI 2014 se desarrolló la estimación de las incertidumbres aplicando las especificaciones para el nivel 1 que ofrece la OBP2003 en el capítulo 5, para el cálculo de incertidumbres y que mantiene coherencia con el método de nivel 1 de la OBP2000.

La incertidumbre de los datos de actividad que provienen de teledetección, se define como el valor por defecto de la OBP2003 entre 10% y 15%. Para los factores de emisión, se utilizan los valores por defecto que especifica la OBP 2003.

Tabla 78. Incertidumbres asociadas a los datos de actividad

Parámetro	Incertidumbre	Fuente
Áreas de conversión TOT - datos de actividad para el Procedimiento 3	12.5%	Promedio del rango propuesto en la OBP2003 página 3.33
Reservas de carbono en la biomasa en tierras convertidas en otras tierras	75.00%	OBP2003, Cuadro 3.5.2, página 3.158

Elaboración propia.

La fuente que tiene mayor incertidumbre combinada como porcentaje del total de emisiones proviene de los cambios de Tierras Forestales a Otras Tierras con 73.03%. Este mismo tipo de conversión responde por la mayor incertidumbre introducida en la tendencia, igual a 103.03%. Se consideran valores de incertidumbre altos lo cual indica que es necesario realizar acciones que permitan reducirla.

La Tabla 79 muestra los valores de incertidumbre para cada fuente de la categoría Tierras convertidas en Otras Tierras.

Tabla 79. Incertidumbre combinada y en la tendencia en la categoría Asentamientos

A		B	E	F	G	H	M	
Categoría de Uso de la tierra OBP2003		Dinámica	Gas	U% en los datos de nivel de actividad	U% en el factor de emisión	U% combinada $\sqrt{E^2+F^2}$	U% combinada como % del total de emisiones nacionales en el año t	U% introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales
Uso de la tierra Inicial	Uso de la tierra durante el año de notificación							
Tierras Forestales	Otras tierras	TFOT	CO ₂	13%	75%	76.03%	75.03%	103.03%
Tierras Agrícolas	Otras tierras	TAOT	CO ₂	13%	75%	76.03%	0.001%	0.00%
Praderas	Otras tierras	TPOT	CO ₂	13%	75%	76.03%	3.002%	14.81%
Humedales	Otras tierras	WTOT	CO ₂	13%	75%	76.03%	0.000%	0.00%
Asentamientos	Otras tierras	ATOT	CO ₂	13%	75%	76.03%	0.000%	0.00%
U Total (Asentamientos)						+/-	73.09%	104.09%

Elaboración propia.

4.6.2.5. Garantía de calidad/Control de calidad

Para la garantía y el control de calidad, se siguieron las “Procedimientos generales de Control de calidad” que se detallan en las Tabla 6 y 7 del presente reporte, se utilizaron además la Orientaciones de la OBP2003 específicas para el sector USCUS, estas se describen a continuación.

Tabla 80. Procedimientos de control de calidad para las emisiones de GEI en TOT

Actividad	Detalle
Comprobación de los datos de actividad	Los datos de actividad totales, por áreas, se sumaron para todas las categorías de uso de la tierra, a fin de que la superficie total abarcada por el inventario y su estratificación permanezca constante a lo largo del tiempo.
	Se compararon dos estimaciones por proxy de la superficie de bosques secundarios, y se generaron estimaciones con ambas informaciones para conocer rangos aproximados de emisiones y absorciones esperadas en el Bosque Secundario.
	Se incorporaron las emisiones producto del cambio de diferentes categorías de uso hacia Asentamientos, antes no estimadas.
Comprobación de los factores de emisión	Se adoptó la ecuación de Mokany et al. 2006 para estimar la biomasa bajo el suelo desde Tierras Forestales; a fin de ganar consistencia con otros reportes nacionales como el Nivel de Referencia de Emisiones Forestales (NREF) de la Amazonía.
Revisión interna y externa	Se validó los datos de actividad, factores de emisión y supuestos empleados en el Grupo Técnico de Apoyo del RAGEI USCUS.
	El inventario fue revisado por especialistas del sector, de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA).

Elaboración propia.

4.6.2.6. Análisis de resultados de la categoría

En el año 2014, las emisiones de GEI de la categoría tierras convertidas a OT suman 163.9 GgCO₂eq, que representan el 0.1% de las emisiones absolutas del sector.

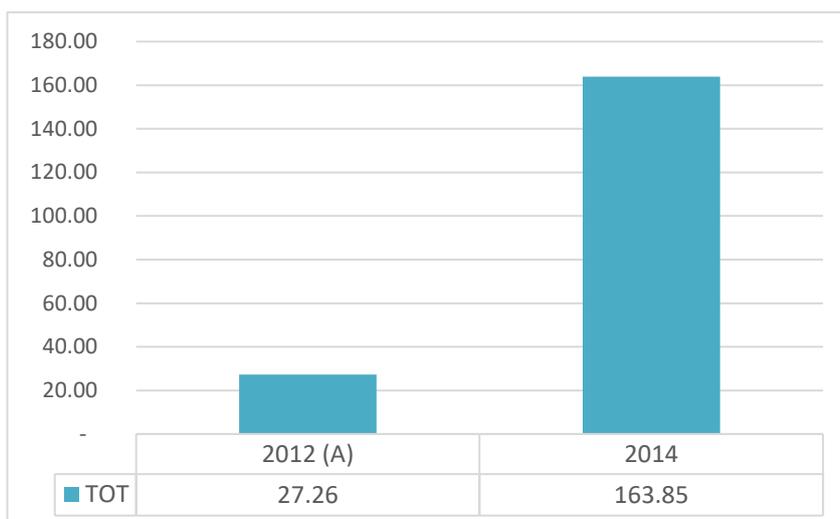
Tabla 81: Variación anual de las reservas de carbono en la biomasa viva en TOT

Categoría de Uso de la Tierra		A	B	C	D	E
		Área anual de Tierras convertidas en Otras Tierras	Cantidad de biomasa viva inmediatamente después de conversión a OT	Cantidad de biomasa viva inmediatamente antes de conversión a OT	Fracción de carbono de la materia seca	Cambio anual del stock de carbono en biomasa viva en tierra convertida en OT
Uso Inicial	Uso durante año de reporte	(ha año ⁻¹)	(t m.s. ha ⁻¹)	(t m.s. ha ⁻¹)	(t C t m.s. ⁻¹)	(t C año ⁻¹)
						E = A * (B-C) * D
Bosque Primario	Otras Tierras					
Selva Alta de Difícil Acceso		10.15	0.00	220.41	0.47	-1,051.24
Selva Alta accesible		20.79	0.00	254.74	0.47	-2,488.97
Selva Baja		197.71	0.00	302.04	0.47	-28,066.53
Hidromórfica		114.41	0.00	184.00	0.47	-9,894.28
Bosque Secundario	Otras Tierras	34.62	0.00	87.24	0.47	-1,419.55
Tierra agrícola	Otras Tierras	0.09	0.00	10.64	0.47	-0.45
Praderas	Otras Tierras					
Pradera		107.61	0.00	16.10	0.47	-814.28
Vegetación Secundaria Remanente		125.52		16.10	0.47	-949.81
Asentamientos	Otras Tierras	0.00	0.00	0.00	0.47	0.00
Humedales	Otras Tierras					
Humedales en No Bosque		0.00	0.00	0.00	0.47	0.00
Total		610.89				-44,685.11
Abrev.		AConversion	CAfter	CBefore	FC	DCOTBV

Elaboración propia.

Respecto a la evolución de las emisiones, en la siguiente figura se aprecia que las emisiones en el 2014 han crecido seis veces, respecto a los resultados del año 2012; no obstante, se mantiene como la fuente de emisiones menos relevante del sector.

Figura 19. Emisiones de GEI en TOT, periodo 2012-2014 (GgCO₂eq)



Elaboración propia.

Como en TAT, el cambio más importante ocurre desde Tierras Forestales, cuyas emisiones representan casi el 100% de las emisiones de la subcategoría. Asimismo, fue posible cuantificar las emisiones por la conversión desde otras categorías por la disponibilidad de la matriz de uso y cambio de uso de la tierra.

4.6.2.7. Sigüientes pasos

A continuación, se describen las acciones que se implementarán a corto y mediano plazo para mejorar la estimación de las emisiones de GEI de la categoría.

- Concluir los mapas de cambio de uso de la tierra de los periodos 1995-2000, 2000-2005 y 2005-2011.
- Generación de matrices US/CUS que den seguimiento a los cambios de uso a lo largo de la serie temporal.

5. RECOMENDACIONES

A continuación, se presentan las siguientes recomendaciones a tomar en cuenta para mejorar la calidad de los próximos Reportes Anuales de Gases de Efecto Invernadero del Sector USCUS:

- Establecer definiciones teóricas y operativas consolidadas sobre bosque secundario, que actualmente forma parte de la clase Vegetación Secundaria. A manera de aproximación, se estableció un criterio para delimitar la extensión del bosque secundario con apoyo de información secundaria, no obstante, es necesario mejorar esta estimación, teniendo en cuenta la dinámica temporal del bosque.
- Relacionado con lo anterior, es necesario identificar las áreas de vegetación secundaria cuyo uso sea agrícola, independientemente de la cobertura vegetal presente, para asignar correctamente las emisiones/absorciones a las categorías de la tierra correspondientes.

- Desarrollar información más desagregada sobre pérdidas de carbono por madera extraída y tala selectiva de madera en tierras forestales, para alcanzar mayor exhaustividad de las pérdidas de carbono de la biomasa aérea en tierras forestales.
- Recabar información sobre recolección de madera combustible para verificar y complementar los datos sobre el uso de leña, apuntando a tener una mayor desagregación a nivel de tipo de recolección, ámbito de recolección, entre otros criterios.
- Completar la información sobre perturbaciones por quemas e incendios para todos los usos de la tierra en todo el ámbito nacional, mediante el análisis específico de áreas quemadas sobre imágenes de alta resolución.
- Desarrollar factores de emisión de usos de la tierra relevantes, como Tierras Agrícolas y Praderas, que permitirían obtener resultados de emisión/absorción de GEI más reales, disminuyendo así la incertidumbre general del inventario.
- Uso del Procedimiento 3 (información espacialmente explícita) para la representación coherente de la tierra en costa y sierra para alcanzar mayor exhaustividad del RAGEI para estimar ganancias/pérdidas en el ámbito nacional.
- Establecer metodologías para estimar la variación de reservas de carbono en la biomasa viva en Asentamientos.

ANEXOS:

Anexo A: Datos del responsable del RAGEI

Datos	Descripción
Nombres y Apellidos	Rosa Morales Saravia
Cargo	Directora General de Cambio Climático y Desertificación
Correo Electrónico	rmorales@minam.gob.pe
Teléfono - Anexo	
Dirección	Dirección General de Cambio Climático y Desertificación
Institución	Ministerio del Ambiente

Anexo B: Resultados del Sector USCUS – Formatos OBP2003

Tabla de Notificación de las emisiones y absorciones de CO2 y de gases distintos del CO2 procedentes del sector de USCUS (Cuadro 3A.2.1A – OBP2003)

Categoría de Uso de la tierra OBP2003		Superficie de tierra (ha)	Biomasa Viva			Materia Orgánica Muerta			Suelos		
Uso de la tierra Inicial	Uso de la tierra durante el año de notificación		Aumento anual de las reservas de carbono (toneladas de C año ⁻¹) A	Disminución anual de las reservas de carbono (toneladas de C año ⁻¹) B	Variación anual de las reservas de carbono de CO ₂ año ⁻¹ C= (A-B)*10 ⁻³ *44/12 C	Variación de las reservas de carbono en la madera muerta (toneladas de C año ⁻¹) D	Variación de las reservas de carbono en los detritus (toneladas de C año ⁻¹) E	Variación anual de las reservas de carbono de CO ₂ año ⁻¹ F= (D+E)*10 ⁻³ *44/12 F	Variación de las reservas de carbono en suelos minerales (toneladas de C año ⁻¹) G	Variación de las reservas de carbono en suelos orgánicos (toneladas de C año ⁻¹) H	Variación anual de las reservas de carbono de CO ₂ año ⁻¹ I= (G+H)*10 ⁻³ *44/12 I
Tierras forestales	Tierras forestales	68,735,804.94	226,687.40	10,802,077.65	-38,776.43						
Desconocido	Tierras forestales	1,605,718.40	6,703,681.20	0.00	24,580.16						
Tierras agrícolas	Tierras forestales	11,724.06	46,479.45		170.42						
Praderas	Tierras forestales	27,332.64	108,358.88		397.32						
Humedales	Tierras forestales	0.42	1.67		0.01						
Asentamientos	Tierras forestales	390.99	1,550.06		5.68						
Otras tierras	Tierras forestales	123.09	487.98		1.79						
	Total parcial de Tierras forestales	70,381,094.54	7,087,246.65	10,802,077.65	-13,621.05						
Tierras agrícolas	Tierras agrícolas	1,011,846.49			48.55						
Tierras forestales	Tierras agrícolas	97,466.67			-40,074.68				-70,400.60	-357,415.08	-1,568.66
Praderas	Tierras agrícolas	27,985.53			-263.41				-20,237.62	-106,006.80	-462.90
Humedales	Tierras agrícolas	78.69			1.44				-4.38	-1,513.20	-5.56
Asentamientos	Tierras agrícolas	122.67			2.25				0.00	-188.40	-0.69
Otras tierras	Tierras agrícolas	67.32			1.23				0.00	-785.40	-2.88
	Total parcial de Tierras agrícolas	1,137,567.37			-40,284.61				-90,642.61	-465,908.88	-2,040.69
Praderas	Praderas	1,770,806.22			0.00						
Tierras forestales	Praderas	44,885.69			-12,737.03				-3,523.93	-36,064.17	-145.16
Tierras agrícolas	Praderas	871.80			129.20				9,547.03	-9,644.25	-0.36
Humedales	Praderas	0.00			0.00				-0.01	-0.45	0.00
Asentamientos	Praderas	18.15			14.34				0.00	-609.90	-2.24
Otras tierras	Praderas	8.82			9.84				0.00	-1,510.65	-5.54
	Total parcial de Praderas	1,816,590.68			-12,583.66				6,023.09	-47,829.42	-153.29
Humedales	Humedales										
Tierras forestales	Humedales										

Categoría de Uso de la tierra OBP2003		Superficie de tierra (ha)	Biomasa Viva			Materia Orgánica Muerta			Suelos		
Uso de la tierra Inicial	Uso de la tierra durante el año de notificación		Aumento anual de las reservas de carbono (toneladas de C año ⁻¹) A	Disminución anual de las reservas de carbono (toneladas de C año ⁻¹) B	Variación anual de las reservas de carbono (Gg de CO ₂ año ⁻¹) C= (A-B)*10 ³ *44/12 C	Variación de las reservas de carbono en la madera muerta (toneladas de C año ⁻¹) D	Variación de las reservas de carbono en los detritus (toneladas de C año ⁻¹) E	Variación anual de las reservas de carbono (Gg de CO ₂ año ⁻¹) F= (D+E)*10 ³ *44/12 F	Variación de las reservas de carbono en suelos minerales (toneladas de C año ⁻¹) G	Variación de las reservas de carbono en suelos orgánicos (toneladas de C año ⁻¹) H	Variación anual de las reservas de carbono (Gg de CO ₂ año ⁻¹) I= (G+H)*10 ³ *44/12 I
Tierras agrícolas	Humedales										
Praderas	Humedales										
Asentamientos	Humedales										
Otras tierras	Humedales										
	Total parcial de Humedales										
Asentamientos	Asentamientos				0.00						
Tierras forestales	Asentamientos	7,950.39			-3,981.72						
Tierras agrícolas	Asentamientos	106.20			-1.95						
Praderas	Asentamientos	752.31			-33.25						
Humedales	Asentamientos	8.37			0.00						
Otras tierras	Asentamientos	0.00			0.00						
	Total parcial de Asentamientos	8,817.27			-4,016.91						
Otras tierras	Otras tierras				0.00						
Tierras forestales	Otras tierras	377.67			-157.38						
Tierras agrícolas	Otras tierras	0.09			0.00						
Praderas	Otras tierras	107.61			-6.47						
Humedales	Otras tierras	0.00			0.00						
Asentamientos	Otras tierras	0.00			0.00						
	Total parcial de Otras tierras	485.37			-163.85						
	Otros	0.00									
	Total parcial de Otros	0.00			0.00			0.00	0.00	0.00	
Total			7,087,246.65	10,802,077.65	-70,670.07	0.00	0.00	0.00	-84,619.52	-513,738.30	-2,193.98
Total Gg CO₂e											-72,864.05

Elaboración propia.

Tabla de Notificación de las emisiones y absorciones de CO2 y de gases distintos del CO2 procedentes del sector de USCUSS (Cuadro 3A.2.1A – OBP2003)

Categoría de Uso de la tierra OBP2003		Sector en GL2006	Sector en GL1996	Variación anual del stock de Carbono GgCO ₂				CH ₄ (Gg)	N ₂ O (Gg)	NO _x (Gg)	CO (Gg)	Emisiones de GEI (Gg CO ₂ e)
Uso de la tierra Inicial	Uso de la tierra durante el año de notificación			Biomasa Viva A	Materia Orgánica Muerta B	Suelos C	Emisiones/absorciones de CO2 D=(A+B+C)*(-1) D					
Tierras forestales	Tierras forestales	3B1a	5A	-38,776.43	0.00	0.00	38,776.43	0.00	0.00	0.00	0.00	38,776.43
Desconocido	Tierras forestales	3B1bvi	5A, 5C, 5D	24,580.16	0.00	0.00	-24,580.16	0.00	0.00	0.00	0.00	-24,580.16
Tierras agrícolas	Tierras forestales	3B1bi	5A, 5C, 5D	170.42	0.00	0.00	-170.42	0.00	0.00	0.00	0.00	-170.42
Praderas	Tierras forestales	3B1bii	5A, 5C, 5D	397.32	0.00	0.00	-397.32	0.00	0.00	0.00	0.00	-397.32
Humedales	Tierras forestales	3B1bii	5A, 5C, 5D	0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01
Asentamientos	Tierras forestales	3B1biv	5A, 5C, 5D	5.68	0.00	0.00	-5.68	0.00	0.00	0.00	0.00	-5.68
Otras tierras	Tierras forestales	3B1bv	5A, 5C, 5D	1.79	0.00	0.00	-1.79	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.79
Total parcial de Tierras forestales				-13,621.05	0.00	0.00	13,621.05	0.00	0.00	0.00	0.00	13,621.05
Tierras agrícolas	Tierras agrícolas	3B2a	5A, 5D	48.55	0.00	0.00	-48.55	0.00	0.00	0.00	0.00	-48.55
Tierras forestales	Tierras agrícolas	3B2bi	5B, 5D	-40,074.68	0.00	-1,568.66	41,643.34	86.13	1.05	6.70	1,244.04	43,778.31
Praderas	Tierras agrícolas	3B2bii	5B, 5D	-263.41	0.00	-462.90	726.31	0.00	0.00	0.00	0.00	726.31
Humedales	Tierras agrícolas	3B2biii	5D	1.44	0.00	-5.56	4.12	0.00	0.00	0.00	0.00	4.12
Asentamientos	Tierras agrícolas	3B2biv	5D	2.25	0.00	-0.69	-1.56	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.56
Otras tierras	Tierras agrícolas	3B2bv	5D	1.23	0.00	-2.88	1.65	0.00	0.00	0.00	0.00	1.65
Total parcial de Tierras agrícolas				-40,284.61	0.00	-2,040.69	42,325.30	86.13	1.05	6.70	1,244.04	44,460.27
Praderas	Praderas	3B3a	5A, 5D	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tierras forestales	Praderas	3B3bi	5B, 5D	-12,737.03	0.00	-145.16	12,882.19	13.98	0.17	1.09	201.88	13,228.64
Tierras agrícolas	Praderas	3B3bii	5C, 5D	129.20	0.00	-0.36	-128.84	0.00	0.00	0.00	0.00	-128.84
Humedales	Praderas	3B3biii	5C, 5D	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00
Asentamientos	Praderas	3B3biv	5C, 5D	14.34	0.00	-2.24	-12.10	0.00	0.00	0.00	0.00	-12.10
Otras tierras	Praderas	3B3bv	5C, 5D	9.84	0.00	-5.54	-4.30	0.00	0.00	0.00	0.00	-4.30
Total parcial de Praderas				-12,583.66	0.00	-153.29	12,736.95	13.98	0.17	1.09	201.88	13,083.40
Humedales	Humedales	3B4a	5A, 5E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tierras forestales	Humedales	3B4bi	5B	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Categoría de Uso de la tierra OBP2003		Sector en GL2006	Sector en GL1996	Variación anual del stock de Carbono GgCO ₂				CH ₄ (Gg)	N ₂ O (Gg)	NO _x (Gg)	CO (Gg)	Emisiones de GEI (Gg CO ₂ e)
Uso de la tierra Inicial	Uso de la tierra durante el año de notificación			Biomasa Viva A	Materia Orgánica Muerta B	Suelos C	Emisiones/absorciones de CO ₂ D=(A+B+C)*(-1) D					
Tierras agrícolas	Humedales	3B4bii	5E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Praderas	Humedales	3B4biii	5B	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Asentamientos	Humedales	3B4biv	5E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Otras tierras	Humedales	3B4bv	5E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total parcial de Humedales				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Asentamientos	Asentamientos	3B5a	5A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tierras forestales	Asentamientos	3B5bi	5B	-3,981.72	0.00	0.00	3,981.72	0.00	0.00	0.00	0.00	3,981.72
Tierras agrícolas	Asentamientos	3B5bii	5E	-1.95	0.00	0.00	1.95	0.00	0.00	0.00	0.00	1.95
Praderas	Asentamientos	3B5biii	5B	-33.25	0.00	0.00	33.25	0.00	0.00	0.00	0.00	33.25
Humedales	Asentamientos	3B5biv	5E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Otras tierras	Asentamientos	3B5bv	5E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total parcial de Asentamientos				-4,016.91	0.00	0.00	4,016.91	0.00	0.00	0.00	0.00	4,016.91
Otras tierras	Otras tierras	3B6a	5A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tierras forestales	Otras tierras	3B6bi	5B	-157.38	0.00	0.00	157.38	0.00	0.00	0.00	0.00	157.38
Tierras agrícolas	Otras tierras	3B6bii	5E	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Praderas	Otras tierras	3B6biii	5B	-6.47	0.00	0.00	6.47	0.00	0.00	0.00	0.00	6.47
Humedales	Otras tierras	3B6biv	5E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Asentamientos	Otras tierras	3B6bv	5E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total parcial de Otras tierras				-163.85	0.00	0.00	163.85	0.00	0.00	0.00	0.00	163.85
Total				-70,670.07	0.00	-2,193.98	72,864.05	100.10	1.22	7.79	1,445.92	75,345.47
Total Gg CO₂eq				75,345.47								

Elaboración propia.