

*Verificación Independiente de las Reducciones de Emisiones de
Colombia para 2015 elegibles para pagos basados en resultados del
Programa REDD Early Movers (REM)*

Reporte de Verificación

Preparado por:

Pablo Reed

Michael Hoe

Letty Brown



Nombre de Proyecto:	<i>Verificación Independiente de las Reducciones de Emisiones de Colombia para 2015 elegibles para pagos basados en resultados del Programa REDD Early Movers (REM)</i>
Operador de Proyecto / Cliente:	Patrimonio Natural: Fondo para la Biodiversidad y Áreas Protegidas
Ubicación del Proyecto:	Bioma/Región Amazónica, Colombia
Tamaño del Proyecto:	458.961 km ²
Periodo de Monitoreo:	01 enero 2015- 31 diciembre 2015
Organismo de Verificación Acreditado:	SCS Global Services (SCS)
Registro de Proyecto Compensado:	<i>Programa REDD Early Movers (REM) Colombia</i>
Fecha de Emisión:	3 diciembre, 2018
Versión:	2
Datos de Organismo de Verificación Acreditado:	2000 Powell Street, Suite 600, Emeryville, CA 94608, USA http://www.scsglobalservices.com Email: CPollet-Young@scsglobalservices.com Telephone: +1 (510) 452-8000
Equipo de Verificación	Líder de equipo: Pablo Reed Experto técnico en detección remota: Michael Hoe Apoyo técnico adicional: Letty Brown
Fecha de Inicio de servicios de verificación de compensación	14 septiembre, 2018

Executive Summary

This report describes the independent, third-party verification of emissions reductions achieved by Colombia in its Amazon region during the period of 2015, under the REDD Early Movers (REM) Program. The REM program works with selected countries to provide bridge funding to reward early action in reducing deforestation through compensation for verified reductions. In the specific case of REM in Colombia, Germany has partnered with the Governments of Norway and the United Kingdom to channel funds for this purpose, and this independent verification of the data used and of the methodologies applied is a prerequisite for the initiation of performance-based payments in this context. As part of this process, in December 2014, Colombia submitted a sub-national forest reference emission level for deforestation (FREL) for the Amazon region to the UNFCCC following decisions 12 / CP.17 and 13 / CP. 19. This identified a historical average gross deforestation rate that has acted as the baseline scenario from which a payment level was been agreed upon for performance-based compensation.

The verification process considered the content of Colombia's 2015 Emissions Reduction Report, and the analysis and reporting of activity data (including satellite image data sources, coverage, treatment, change detection, and validation), emission factors (ratio and calculations of emission factors) and methods and models used for emission estimation. Consistency in the use of internationality recognized and appropriate methodologies, methods and processes, and consistency between the assessed FREL and the report, were the guiding criteria approaches for this verification. The geographical area of the verification was the Amazonian biome of Colombia, an area that covers 458,961 km² and includes the departments of Putumayo, Caquetá, Amazonas, Guainia, Guaviare, Vaupés, Meta, Vichada and Cauca. The period covered by this verification is from January 1, 2015 to December 31, 2015.

It is the verification team's opinion that the results provided in the Colombia report on emission reductions in the Amazon Biome compared to the FREL registered with the UNFCCC for the year 2015 (14,673,878 tCO₂e):

- have been obtained by applying methodologies in accordance with internationally accepted good practices and defined by the relevant verification criteria;
- are free from further omissions and misrepresentations that could lead to considerable errors and / or discrepancies, and can be considered as accurate as possible within the scope of this verification;
- are consistent with the methodology established by Colombia in the development of its Reference Level for the Amazonian Biome (FREL); and
- can be reconstructed using a transparent and coherent step-by-step process

In addition to this verification opinion and its collaborating findings, this verification report also provides an assessment of the degree to which MRV Improvements have been made in the MRV system since 2015, according to the MRV Road Map agreed upon by MADS and KfW, and to what extent these have resulted in improvements in bias correction, accuracy as well as reduced uncertainty.

Resumen Ejecutivo

Este informe describe la verificación independiente de las reducciones de emisiones alcanzadas por Colombia en su región amazónica durante el período 2015, bajo el marco del Programa REDD Early Movers (REM). El programa de REM trabaja con países seleccionados para proporcionar fondos puente para recompensar la acción temprana en la reducción de la deforestación a través de compensación por reducciones verificadas. En el caso específico de REM en Colombia, Alemania se ha asociado con los Gobiernos de Noruega y el Reino Unido para canalizar fondos para este fin, y esta verificación independiente de los datos utilizados y de las metodologías aplicadas es un requisito previo para el inicio de la evaluación de resultados. Como parte de este proceso, en diciembre del 2014, Colombia presentó un nivel de emisiones de referencia forestal subnacional para la deforestación (FREL) para la región amazónica a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Esto identificó una tasa promedia histórica de deforestación bruta que ha actuado como el escenario de referencia desde el cual se acordó un nivel de pago para la compensación basada en resultados obtenidos.

El proceso de verificación consideró el contenido del Informe de Reducción de Emisiones 2015 de Colombia y, en particular, el análisis y reporte de datos de actividad (incluyendo fuentes de datos de imágenes de satélite, cobertura, tratamiento, detección de cambios y validación), del cálculo de factores de emisión, y los métodos y modelos utilizados para la estimación de emisiones. El uso de metodologías, métodos y procesos internacionalmente reconocidos para este tipo de análisis, y la coherencia entre el FREL evaluado y el informe, fueron los criterios orientadores y enfoques de análisis para esta verificación. El área geográfica de la verificación fue el bioma amazónico de Colombia, área que abarca 458.961 km² e incluye los departamentos de Putumayo, Caquetá, Amazonas, Guainía, Guaviare, Vaupés, Meta, Vichada y Cauca. El período cubierto por esta verificación es del 1 de enero de 2015 al 31 de diciembre de 2015.

Es la opinión del equipo verificador de que los resultados proporcionados en el informe de Colombia sobre las reducciones de emisiones en el Bioma Amazónico comparado con el FREL registrado con la CMNUCC para el año 2015 (14,673,878 tCO₂e):

- se han obtenido aplicando metodologías de conformidad con las buenas prácticas aceptadas internacionalmente y definidas por los criterios de verificación pertinentes;
- están libres de omisiones y/o falsas declaraciones que podrían conducir a errores y / o discrepancias considerables, y pueden ser considerados lo más precisos posibles dentro del alcance de esta verificación;
- son consistentes con la metodología establecida por Colombia en el desarrollo de su Nivel de Referencia para el Bioma Amazónico (FREL); y
- puede ser reconstruidos utilizando un proceso paso a paso transparente y coherente

Además de esta opinión de verificación y de sus conclusiones colaboradoras, este informe de verificación también proporciona una evaluación del grado en el que se han realizado mejoras en el sistema de MRV desde el 2015, de acuerdo con el Mapa de Ruta MRV acordado por MADS y KfW, y hasta qué punto estas han resultado en la corrección de sesgos, la precisión y la reducción de incertidumbre.

Tabla de Contenidos

Tabla de Contenidos	7
1 Declaración de Verificación	9
1.1 Objetivo de Verificación	9
1.2 Alcance de Verificación	9
1.3 Materialidad	9
1.4 Criterio de Verificación	9
1.4 Actividades de Verificación	10
1.5 Conclusiones	12
2 Introducción e Antecedentes	16
3 Fundamentos de Verificación	17
3.1 Objetivos de Verificación	17
3.2 Criterio de Verificación	18
3.3 Alcance de Servicios de Verificación	18
3.4 Materialidad	20
4 Metodología	21
4.1 Equipo de Verificación	24
4.2 Cronograma de Verificación	24
4.3 Revisión de documentación:	25
4.4 Visita de Sitio	25
5 Resultados de Verificación	26
5.1 Consideraciones Sistémicas y Consistencia General con el FREL	26
5.2 Indicador 1: Deforestación bruta a nivel subnacional (Bioma Amazónico)	28
5.3 Indicador 2: Reducciones de emisiones de la deforestación en el bioma amazónico colombiano, medidas como toneladas de equivalentes de CO ₂ .	61
6 Evaluación de Avances en Hoja de Ruta MRV	64
6.1 Fortalecimiento Institucional	65
6.2 Mejoras en Datos de Actividad	66
6.3 Ajuste/Mejoramiento Factores de Emisión	69
6.4 Calculo de Incertidumbre	71
6.5 Mejoras en la Difusión y Retroalimentación de la Información	72
7 Conclusiones	74
8 Referencias	76
8.1 Datos/Documentos Recibidos del Cliente	76

8.2	Documentos de Referencia/Guía	77
8.3	Datos/Documentos Recibidos para Evaluación de Avances de Hoja de Ruta MRV	79

Anexo A: Listado de Solicitudes de Acciones Correctivas (SAC), Clarificaciones (CL), y Observaciones (OBS)	83
---	-----------

1 Declaración de Verificación

1.1 Objetivo de Verificación

El objetivo general de la verificación es asegurar una verificación independiente, transparente y de alta calidad de las reducciones de emisiones comunicadas para el 2015 por Colombia, alineadas con las decisiones de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y teniendo en cuenta las normas internacionales y la práctica para los pagos basados en resultados.

1.2 Alcance de Verificación

Los indicadores sujetos a esta verificación fueron los siguientes:

- Deforestación bruta a nivel subnacional (Bioma Amazónico)
- Reducciones de emisiones de la deforestación en el bioma amazónico colombiano, medidas como toneladas de equivalentes de dióxido de carbono (CO₂).

La base para la verificación fue el informe anual de Colombia sobre las reducciones de emisiones en el Bioma Amazónico bajo el nivel de referencia de emisión forestal (FREL, por sus siglas en inglés), así como el nivel de pago acordado. El equipo verificador recibió una serie de documentos guía con los cuales también se establecieron los requisitos de presentación de los informes para Colombia. El proceso de verificación consideró el contenido del informe de Colombia, y en particular, el análisis y reporte de los datos de actividad (incluidas las fuentes de datos de imágenes de satélite, la cobertura, el tratamiento, la detección de cambios, y su validación), factores de emisión (razón y cálculos de factores de emisión) y métodos y modelos utilizados para la estimación de emisiones. La coherencia en el uso de las metodologías y métodos y procesos adecuados y la coherencia entre el FREL evaluado y el informe fueron los enfoques de criterio rectores para esta verificación. El área geográfica de la verificación fue el bioma Amazónico de Colombia, área que cubre 458.961 km² y que incluye los departamentos de Putumayo, Caquetá, Amazonas, Guainía, Guaviare, Vaupés, Meta, Vichada y Cauca. El período cubierto por esta verificación es del 1 de enero de 2015 al 31 de diciembre de 2015.

1.3 Materialidad

El programa REDD Early Movers (REM) en Colombia no ha fijado ningún nivel de materialidad para esta verificación, por lo que cualquier error, omisión y/o tergiversaciones individual o agregada que resulte en discrepancia se ha considerado material y se ha identificado como tal, si fuese necesario. Esto no incluye el nivel individual o agregado de errores asociados con el uso de equipo técnico (por ejemplo, sensores) o con métodos de teledetección (por ejemplo, interpretación visual).

1.4 Criterio de Verificación

Los siguientes documentos sirvieron como rubros de requisitos y referencia, y fueron consultados a través de la verificación:

- GOF-C-GOLD REDD Source Book (2015). Report version COP21-1 and respective updates. Global Forest Observations Initiative: Methods and Guidance Document Edition 2.0 (Pre-release). August 1, 2016.
- MADS report on estimated emission reductions relative to the FREL and considering the agreed payment level and terms with REM (FREL assessed by UNFCCC without the 10 % adjustment). Reporting requirements and agreed format under REM.
- MRV-outline papers agreed between REM and Colombia.
- Colombia's FREL assessed by UNFCCC (including all the relevant input data like maps, ground-data, etc.).
- The technical assessment report for the FREL assessed by UNFCCC.
- REDD decisions and MRV decisions under the UNFCCC.
- IPCC 2006 Guidelines for GHG inventories.
- Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National GHG Inventories (2000).
- ISO 14064-3:2006: Greenhouse gases -- Part 3: Specification with guidance for the validation and verification of greenhouse gas assertions

1.4 Actividades de Verificación

La verificación se ha guiado por las disposiciones incluidas en los documentos de criterio anteriormente presentados, como también en parte a la norma ISO 14064-3 (1 ed., 2006) que cubre la validación y verificación de las declaraciones de gases de efecto invernadero. Además de esto, el equipo de verificación de SCS también llevo a cabo una evaluación basada en riesgo para obtener una seguridad razonable de los hallazgos presentados en nuestra Declaración de Verificación. En este sentido, el equipo de verificación se aseguró de que el cliente haya seguido los mismos pasos y procedimientos establecidos bajo el nivel de referencia y usando las mismas definiciones, orientaciones, y directrices del IPCC que hayan sido empleadas para llegar a sus propias estimaciones de emisiones para el año 2015.

Se estimaron que los siguientes elementos incluidos en el informe de emisiones constituyeron un riesgo calificado como bajo-medio, donde no se estimó tener mayor hallazgos o discrepancias en torno a los procedimientos seguidos:

- Descripción de los sumideros de carbono y la estimación de las emisiones de CO₂e que se incluyen para el pago de resultados.
- Las áreas cubiertas y descripción de los límites del análisis.
- Definición de bosque aplicada;
- El uso de factores de emisión y la justificación de esa elección de factores de emisión.

El equipo de verificación estimó que el mayor riesgo identificado en la estimación de reducciones de emisiones se presentaría en los métodos utilizados para la estimación de área basada en la identificación, procesamiento e interpretación de imágenes de satélite para cuantificar los datos de

actividad. Por estas razones, el equipo de verificación concentró la mayor parte de sus esfuerzos en la examinación de las cuatro fases principales de la metodología de monitoreo remoto, que son las siguientes:

- Selección y pre-procesamiento digital de imágenes satelitales: Incluyendo apilamiento de bandas, corrección geométrica, calibración radiométrica, enmascaramiento de nubes y agua y normalización radiométrica.
- Procesamiento de imágenes digitales: incluyendo la detección automática de cambios en áreas forestales utilizando algoritmos que incorporan análisis estadísticos de espectro de cobertura terrestre, verificación visual de cambios detectados y ejecución de un protocolo de control de calidad.
- Validación de datos: incluye una evaluación de la exactitud de las clases de mapas con respecto a los datos de referencia utilizando un esquema de muestreo aleatorio estratificado con énfasis en la reducción y notificación de errores en áreas de alto riesgo.
- Informe sobre los datos de la actividad: describe los métodos y los resultados, incluida la forma en que se realizaron los cálculos de cambios forestales, el procedimiento de evaluación de la exactitud, y el cálculo y la notificación de la incertidumbre en las estimaciones de superficie.

La característica clave del enfoque metodológico consistió en identificar, rastrear y recrear los canales de análisis utilizados en la construcción del nivel de referencia para crear un marco organizativo de componentes técnicos a partir de los cuales se podía comparar y verificar los resultados del monitoreo para el periodo 2015. Debido al alto volumen de datos y la complejidad del sistema utilizado para llegar a las estimaciones, el equipo de verificación reconoció que el análisis realizado durante el tiempo de verificación establecido no podía ser reproducido por completo. Por esta razón, se decidió llevar un subconjunto de datos (escenas de subzonas con alto riesgo y deforestación activa) a través de todas las etapas del proceso para 2014-2015, junto con el equipo técnico de MADS Y IDEAM. Durante esta verificación técnica, se documentaron y evaluaron todas las etapas del proceso y se produjeron resultados de datos para demostrar y validar el proceso de interpretación de principio a fin. La verificación técnica incluyó también la realización de una evaluación independiente de determinados componentes del análisis y de los pasos y procesos provisionales en la elaboración del producto final.

La verificación tuvo lugar entre el 14 de septiembre del 2018 y el 3 de diciembre del 2018, e incluyó una examinación rigurosa de la documentación pertinente y de los conjuntos de datos enumerados en el informe de verificación, como también una visita y evaluación in situ en Bogotá en las oficinas del IDEAM durante el 17 de octubre de 2018 hasta el 19 de octubre de 2018.

Como resultado del análisis llevado a cabo por estos procesos, el equipo verificador también emitió un listado de solicitudes de acciones correctivas, aclaraciones, y observaciones.

Se emitió una solicitud de acción correctiva importante (MAYOR), donde:

1. La evidencia proporcionada para probar la conformidad con los documentos de criterio fue insuficiente;
2. se cometieron errores al aplicar supuestos, datos o cálculos que pudiesen haber tenido una influencia importante en los resultados;
3. existió incumplimiento de los criterios pertinentes;

Se emitió una solicitud de acción correctiva menor (MENOR) donde:

1. Las pruebas proporcionadas para demostrar la conformidad fueron insuficientes, pero no condujeron a una interrupción en la integridad de los sistemas;
2. Se cometieron errores al aplicar supuestos, datos o cálculos que pudiesen haber tenido una influencia en resultados futuros;
3. Se debe verificar un determinado aspecto en el siguiente evento de verificación (por ejemplo, modificaciones previstas, etc.)

El equipo planteó observaciones como sugerencias para incrementar la transparencia de los procesos llevados a cabo y/o para considerar mejoras futuras en el proceso de análisis o en el monitoreo de los indicadores establecidos en los documentos de criterio.

Durante la auditoría, el equipo verificador también presentó solicitudes de aclaración cuando encontró que la información recibida fue insuficiente o lo no suficientemente clara para validar o verificar los criterios aplicables.

Los resultados se discutieron con el personal del IDEAM y los hallazgos también se enumerarán en un apéndice separado que acompaña a este informe (**Anexo A**).

1.5 Conclusiones

La opinión del equipo verificador es que los resultados proporcionados en el informe de Colombia sobre las reducciones de emisiones en el Bioma Amazónico en comparación al FREL registrado con la CMNUCC para el año 2015:

- se han obtenido aplicando metodologías de conformidad con buenas prácticas aceptadas internacionalmente y definidas por los criterios de verificación pertinentes;
- están libres de mayores omisiones y tergiversaciones que pudieran dar lugar a errores considerables y/o materiales, y se pueden considerar precisos en la medida posible conforme el alcance de esta verificación;

- son consistentes con la metodología establecida por Colombia en el desarrollo de su Nivel de Referencia para el Bioma Amazónico;
- pueden ser reconstruidos utilizando un proceso de paso-a-paso transparente y coherente

SCS ha verificado que los valores de los indicadores en este período de monitoreo (1 de enero de 2015 a 31 de diciembre de 2015) son:

	Indicador	Resultados 2015
1	Indicador 1: Deforestación bruta a nivel sub-nacional (Bioma Amazónico, (ha/año)	56,962
2	Indicador 2: Reducciones de emisiones de la deforestación en el bioma amazónico colombiano (t CO ₂ e).	14,673,878

Además a esta declaración, también se pidió que la verificación provee de una evaluación del grado en el que se han realizado mejoras en el sistema de MRV desde el 2015 y desde la última verificación, de acuerdo con el Mapa de Ruta MRV acordado por MADS y KfW, y hasta qué punto estas han resultado en la corrección de sesgos, la precisión y la reducción de incertidumbre.

En términos generales, el equipo verificador puede confirmar que los proponentes del programa han logrado demostrar que los métodos empleados en su análisis bajo el programa REDD Early Movers (REM) han sido consistentes, transparentes, y reproducibles en relación al nivel de referencia de emisión; pero que su capacidad para el monitoreo de bosques ya sobrepasa este nivel, y que incluso se logró avanzar considerablemente con la gran mayoría de las actividades originalmente acordadas en la hoja de ruta MRV establecida. Es la opinión del equipo verificador de que hoy en día, y a pesar de obstáculos considerables y de circunstancias nacionales únicas, que el equipo del IDEAM ha logrado consolidar e implementar un sistema de monitoreo de bosques nacional de primera línea, que sigue en proceso continuo de mejora, y que ahora puede servir como un ejemplo a seguir para varios de los países vecinos en la región.

Aun así, el equipo verificador junto con los aportes del equipo del IDEAM, logró encontrar espacios para mejorar aún más la coherencia y transparencia del informe producido, como también para aumentar la corrección de sesgos, reducir la incertidumbre, e incrementar la precisión de los resultados, aun más allá del nivel de referencia. Estos fueron los siguientes:

- Elaboración más detallada de procedimientos operativos estándar (SOP) y descripciones para procesos técnicos (incluyendo insumos y algoritmos para procesos automáticos y procedimientos para procesos manuales) para así agilizar el manejo de datos y mejorar el seguimiento de datos a través del proceso y solidificar consistencia a través de diferentes

instituciones, unidades de trabajo, procedimientos de garantía y control de calidad, y en caso de rotación de personal.

- Inclusión de referencias y evidencia adicional para aumentar la transparencia y la trazabilidad de pasos y procesos intermedios de análisis.
- Incorporar el uso de datos de referencia de más alta calidad y ampliar la muestra independiente para su validación, para así aumentar el rigor de la evaluación de exactitud global para las estimaciones de áreas de deforestación.
- Incorporación de análisis y resultados de incertidumbre agregada al analizar la diferencia entre un FREL establecido y las emisiones de deforestación durante un determinado periodo de evaluación, conforme los procedimientos establecidos en el *Global Forest Observations Initiative: Methods and Guidance Document Edition 2.0 (Pre-release)*. August 1, 2016.
- Incorporar los últimos resultados del Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMBYC) y del Inventario Forestal Nacional para aumentar la precisión de las estimaciones de la densidad de carbono y para permitir que la degradación, y otras fuentes de carbono (suelos y detritos de madera muerta) puedan ser incluidos en futuras versiones de FRELs y al posterior análisis para periodos de monitoreo en el futuro.
- Una forma adicional para mejorar la difusión y retroalimentación de estos procesos al público es a través de la difusión de informes anuales o provisionales a determinados periodos de evaluación para comentario público. Este proceso suele ser común para proyectos bajos estándares del mercado voluntario (Climate Community and Biodiversity Alliance (CCBA)) o también como parte de procesos de REDD+ jurisdiccional y otros programas similares.
- Concretar un plan y/o propuesta entorno a la integración del monitoreo de otros sumideros de carbono y de nuevas actividades REDD+, como son la degradación, vegetación leñosa, carbono del suelo, y plantaciones de árboles, para que estas sean tomadas en cuenta para futuros niveles de referencia y/o programas de reducciones de emisiones.

Fecha de emisión de declaración

12 de noviembre, 2018



Pablo Reed

Jefe de Equipo

2 Introducción e Antecedentes

Desde el 2009, el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (MADS) está implementando acciones para completar la fase de preparación para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal, conservación, manejo sustentable de bosques y mejoramiento de reservas de carbono en países en desarrollo (REDD +). Este esfuerzo evolucionó para después dar desarrollo de un programa subnacional REDD + bajo la iniciativa Visión Amazonía.

En el ámbito de este proceso, en diciembre de 2014, Colombia presentó un nivel de emisión de referencia forestal subnacional para la deforestación (FREL) para la región amazónica a la CMNUCC siguiendo las decisiones 12 / CP.17 y 13 / CP.19, y estableciendo como referencia a las correspondientes emisiones promedio a cause de la deforestación bruta en el período 2000-2012.

En octubre de 2015, la CMNUCC emitió su informe de evaluación técnica en el que se identificaba que los datos e información utilizados por Colombia en la construcción del FREL eran transparentes y completos y estaban en general de acuerdo con las directrices contenidas en el anexo de la decisión 12 / CP. 17. Para los pagos basados en resultados dentro del Programa REM, se ha acordado un nivel de pago basado en la tasa de deforestación bruta promedia histórica. El nivel de pago utiliza los mismos métodos, definiciones, suposiciones, etc. que se utilizaron en el FREL para la región del bioma Amazónico.

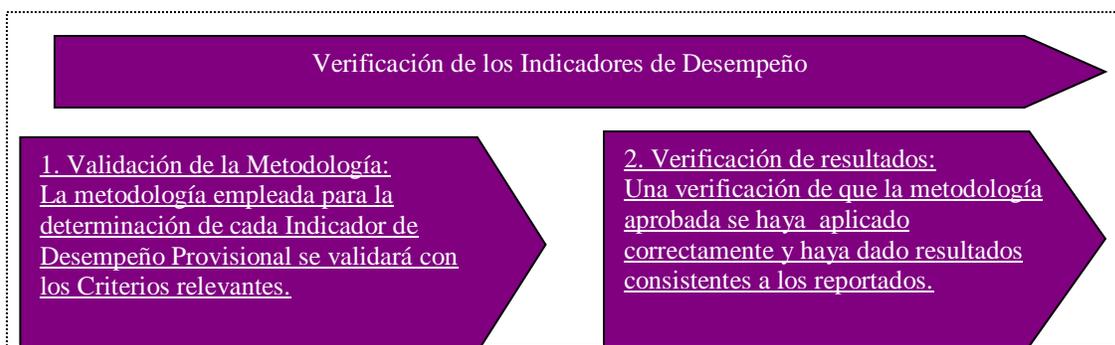
En septiembre de 2018, el MADS presentó un Informe de Reducción de Emisiones (ER) al Programa REDD de Early Movers (REM), describiendo los elementos más importantes para la estimación de las reducciones de emisiones en el periodo 2015 para la región amazónica. Para acceder a los pagos basados en resultados futuros a mayor escala, este informe fue actualizado y ampliado para servir como principal documento de referencia para esta verificación independiente de las reducciones de emisiones para el 2015.

El programa REM, a cargo del Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) es una iniciativa conjunta de Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) y Die Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), en la que el KfW es responsable de la cooperación financiera en forma de financiación REDD basada en resultados y la GIZ proporciona asistencia técnica específica bajo el programa. REM trabaja con países seleccionados para proveer financiamiento puente y recompensar la acción temprana en la reducción de la deforestación a través de la remuneración por reducciones verificadas. En el caso específico de REM en Colombia, Alemania se ha asociado con los Gobiernos de Noruega y el Reino Unido para canalizar fondos a través de REM.

Un pre-requisito para el inicio de pagos basados en resultados en este contexto es precisamente esta verificación independiente de los datos utilizados, las metodologías aplicadas y su aplicación para determinar las reducciones elegibles. El segundo periodo de monitoreo se fijó para el período del año calendario 2015. En este marco, este proceso de verificación se basa en un enfoque nacional para el monitoreo de informes y verificaciones (aplicado a una ecorregión) y no en un enfoque de proyecto de mercado voluntario (p.ej. VCS).

3 Fundamentos de Verificación

Para verificar los indicadores en cuestión, el equipo de SCS utilizó los principios y requisitos para verificar inventarios de GEI y validar/verificar los proyectos de GEI definidos por ISO 14064-3 /35/. Esta norma sirvió de guía para la definición del plan de verificación y la acompañante evaluación de riesgo, pero es importante señalar que esta verificación no se trata de una verificación acreditada que aplique el ISO 14064-3.



ISO 14064-Parte 3: Especificación con orientación para la validación y verificación de las declaraciones de gases de efecto invernadero

3.1 Objetivos de Verificación

El objetivo general de la verificación es asegurar una verificación independiente, transparente y de alta calidad de las reducciones de emisiones comunicadas para el 2015, alineadas con las decisiones de la CMNUCC y teniendo en cuenta las normas internacionales y la práctica para los pagos basados en resultados. Los objetivos más específicos de la verificación son los siguientes:

- Validar la consistencia de la metodología utilizada para el cálculo de reducción de emisiones con relación a la metodología establecida por Colombia en el desarrollo de su Nivel de Referencia REDD+, dando una evaluación de la metodología de monitoreo con los criterios pertinentes, y como se establecen en el *Outline Paper III /10/*.
- Verificar que Colombia haya reportado las reducciones en emisiones usando el cambio en bruto de deforestación en comparación con el valor del nivel de referencia ya evaluado de manera que el proceso pueda ser reconstruido.
- Verificar que los resultados en las emisiones reducidas estimadas sean exactos y precisos a la medida posible, evitando omisiones o sesgos que pudiesen influir en los resultados generales, y de ese modo en las decisiones de los pagos pertinentes. Esto incluye tanto los datos de actividad como también los factores de emisiones.
- Proporcionar una evaluación del grado en el que se han realizado mejoras en el sistema de MRV desde el 2015 y desde la última verificación, de acuerdo con el Mapa de Ruta MRV acordado por

MADS y KfW, y hasta qué punto estas han resultado en la corrección de sesgos, la precisión y la reducción incertidumbre.

3.2 Criterio de Verificación

Los siguientes documentos sirvieron como rubros de requisitos y referencia, y fueron consultados a través de la verificación:

- GOF-C-GOLD REDD Source Book (2015). Report version COP21-1 and respective updates
- Global Forest Observations Initiative Methods and Guidance Document Edition 2.0 (Pre-release). August 1, 2016.
- MADS report on estimated emission reductions relative to the FREL and considering the agreed payment level and terms with REM (FREL assessed by UNFCCC without the 10 % adjustment). Reporting requirements and agreed format under REM.
- MRV-outline papers agreed between REM and Colombia.
- Colombia's FREL assessed by UNFCCC (including all the relevant input data like maps, ground-data, etc.).
- The technical assessment report for the FREL assessed by UNFCCC.
- REDD decisions and MRV decisions under the UNFCCC.
- IPCC 2006 Guidelines for GHG inventories.
- Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National GHG Inventories (2000).
- ISO 14064-3:2006: Greenhouse gases -- Part 3: Specification with guidance for the validation and verification of greenhouse gas assertions

3.3 Alcance de Servicios de Verificación

Los indicadores sujetos a esta verificación fueron los siguientes:

- Deforestación bruta a nivel subnacional (Bioma Amazónico)
- Reducciones de emisiones de la deforestación en el bioma amazónico colombiano, medidas como toneladas de equivalentes de CO₂.

La base para la verificación fue el informe anual de Colombia sobre las reducciones de emisiones en el Bioma Amazónico bajo el FREL, así como el nivel de pago acordado. El equipo verificador recibió una serie de documentos guía de que también establecieron los requisitos de presentación de los informes para Colombia. El proceso de verificación consideró el contenido del informe de Colombia, y en particular, el análisis y reporte de los datos de actividad (incluidas las fuentes de datos de imágenes de satélite, la cobertura, el tratamiento, la detección de cambios, y su validación), factores de emisión (razón y cálculos de factores de emisión) y métodos y modelos utilizados para la estimación de emisiones. La coherencia en el uso de las metodologías y métodos y procesos adecuados y la coherencia entre el FREL evaluado y el informe fueron los enfoques de criterio rectores para esta verificación. El área geográfica de la verificación fue el bioma Amazónico de Colombia, área que cubre 458.961 km² y

que incluye los departamentos de Putumayo, Caquetá, Amazonas, Guainía, Guaviare, Vaupés, Meta, Vichada y Cauca. El período cubierto por esta verificación es del 1 de enero de 2015 al 31 de diciembre de 2015.

El alcance de todos los servicios para esta verificación fueron los siguientes:

- Evaluación de las reducciones de GEI que se han dado como resultado del programa durante el periodo de reporte, de acuerdo con los documentos de criterio.
- Elaborar una propuesta para el proceso de verificación que se presentará al MADS para generar discusión y retroalimentación. Las partes podrán formular observaciones a la metodología propuesta después de recibir el documento.
- La versión final del plan de trabajo conteniendo el proceso de verificación, teniendo en cuenta las observaciones proporcionadas por las partes.
- Establecer un cronograma para el proceso de verificación, en consulta con el MADS, y de acuerdo con la fecha de entrega final y con la disponibilidad de los datos requeridos bajo los términos de referencia para la verificación. Mantener comunicación continua con el MADS y el Programa REM y sus delegados en el transcurso de la verificación.
- Identificar los requerimientos específicos definidos por los documentos de criterio para hacer una comparación a los requerimientos identificado en los documentos del programa y otros programas de reducciones de GEI.
- Solicitar más datos (si es necesario) para asegurar un resultado de verificación robusto.
- Llevar a cabo una visita al país como parte del proceso de verificación. Estimamos que la duración de la visita será de tres días.
- Completar un análisis comprehensivo de los datos geográficos usados para la calculación de reducción de deforestación.
- Llevar a cabo un aserie de entrevistas y discusión de los resultados con el MADS y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).
- Proporcionar una evaluación del grado en el que se han realizado mejoras en el sistema de MRV desde el 2015 y desde la última verificación, de acuerdo con el Mapa de Ruta MRV acordado por MADS y KfW, y hasta qué punto estas han resultado en la corrección de sesgos, la precisión y la reducción incertidumbre.
- Revisar el reporte borrador para ajustar el mismo basándose en los comentarios del MADS y REM (KfW, GIZ, NICFI y el Reino Unido).

- Documentar los resultados del proceso de verificación en un reporte final (incluyendo comentarios y aclaraciones de las partes sobre el informe interino) sometidos a MADS y REM (KfW, GIZ)

3.4 Materialidad

El programa REDD Early Movers (REM) en Colombia no ha fijado ningún nivel de materialidad para esta verificación, por lo que cualquier error, omisión y/o tergiversaciones individual o agregada que resulte en discrepancia se ha considerado y se ha identificado como tal si fuese necesario. Esto no incluye el nivel individual o agregado de errores asociados con el uso de equipo técnico (por ejemplo, sensores) o con métodos de teledetección (por ejemplo, interpretación visual).

4 Metodología

La verificación se ha guiado por las disposiciones incluidas en los documentos de criterio anteriormente presentados, como también en parte a la norma ISO 14064-3 (1 ed., 2006) /35/ que cubre la validación y verificación de las declaraciones de gases de efecto invernadero. Además de esto, el equipo de verificación de SCS también llevo a cabo una evaluación basada en riesgo para obtener una seguridad razonable de los hallazgos presentados en nuestra Declaración de Verificación. En este sentido, el equipo de verificación se aseguró de que el cliente haya seguido los mismos pasos y procedimientos establecidos bajo el nivel de referencia y usando las mismas definiciones, orientaciones, y directrices del IPCC que hayan sido empleadas para llegar a sus propias estimaciones de emisiones para el año 2015.

La evaluación de riesgos se centró en las siguientes áreas de riesgo:

- a. **Riesgo inherente:** relacionado con la naturaleza y complejidad asociada con la afirmación; es el riesgo planteado por un error u omisión debido a un factor que no sea una falla de control. El riesgo inherente es más probable que ocurra en situaciones complejas o en situaciones que requieren un alto grado de juicio con respecto a los valores estimados y / o reclamaciones.

Aunque pueda existir un gran nivel de riesgo inherentemente relacionado con los procesos de estimación remota y el desarrollo del factor de emisión de carbono por deforestación utilizados por el cliente en este proceso, el equipo auditor no se enfocará demasiado en estos, ya que el rigor de dicho riesgo ya se ha definido con y por el uso del nivel de referencia como guía y criterio principal de la verificación. Es por esta razón que se estima que los siguientes elementos incluidos en el reporte de emisiones constituyen un riesgo calificado como bajo-medio, donde no se espera tener mayor hallazgos o discrepancias en torno a los procedimientos seguidos ya que estos simplemente deben cumplir con lo establecido en el FREL, por ejemplo:

- La descripción de los sumideros de carbono y la estimación de las emisiones de CO₂e que se incluyen para el pago de resultados.
 - Las áreas cubiertas; descripción de los límites.
 - Definición de bosque aplicada;
 - El uso y justificación de la elección de los factores de emisión.
- b. **Control de riesgos:** relacionado con los controles internos utilizados por el proveedor de aserciones. Se refiere más al riesgo de que la organización o proyecto de reducciones de emisiones de GEI no evite o detecte una discrepancia material.

- c. **Riesgo de detección:** relacionado con la incapacidad o posibilidad de no detectar un problema material. Se refiere más al riesgo de que el verificador no detecte una discrepancia material que haya sido corregida por los controles de la organización o el proyecto de GEI.

El equipo de verificación estimó que el mayor riesgo identificado en la estimación de reducciones de emisiones se presentaba bajo estos dos rubros de riesgo, y en el área de los métodos utilizados para la identificación, procesamiento, e interpretación de imágenes satelitales y datos de actividad. Por esta razón, el equipo de verificación concentró la mayoría de sus esfuerzos en la revisión de las siguientes cuatro fases de la metodología de monitoreo, que fueron:

- La elección y pre-procesamiento digital de imágenes satelitales: Incluyendo el apilamiento de bandas, corrección geométrica, calibración radiométrica, enmascaramiento de nubes y cuerpos de agua y normalización radiométrica.
- El Procesamiento digital de imágenes: Implica la detección automática de cambios en áreas forestales mediante algoritmos, la verificación visual de los cambios detectados y la ejecución de un protocolo de control de calidad.
- El proceso de validación de datos: implica la aplicación del diseño de muestreo aleatorio y estratificado.
- El Informe de datos de actividad: como se llevaron a cabo los cálculos y el informe de la superficie de los bosques naturales y de los cambios en la superficie natural del bosque, incluyendo las consideraciones del procedimiento de evaluación de exactitud, donde se concentrará en los criterios de cómo se calculó la incertidumbre de los estimadores.

La característica clave del enfoque metodológico consistió en identificar, rastrear y recrear las vías de análisis utilizadas en la construcción del nivel de referencia para de ahí crear un marco organizativo de componentes técnicos a partir de los cuales se pudieron comparar y verificar los resultados de Monitoreo, Reporte y Verificación de las reducciones de emisiones del 2015. Debido al alto volumen de datos y la complejidad del sistema que se ejerció para llegar a las estimaciones, el equipo verificador reconoció que no se podría replicar completamente el análisis logrado durante el tiempo establecido para la verificación. Por esta razón se optó por llevar a un subconjunto de datos (escenas de un sub-área con considerable deforestación) a través de todas las etapas del proceso para 2014-2015, donde juntos con el equipo técnico del IDEAM, se documentó y se evaluaron todas las etapas del proceso y se produjeron outputs de datos para demostrar y validar el proceso de interpretación de inicio a fin, llevando a cabo también una evaluación independiente de ciertos componentes del análisis y de pasos y procesos provisionales en la elaboración del producto final.

La verificación tuvo lugar entre el 14 de septiembre del 2018 y el 3 de diciembre 2018, e incluyó una examinación rigurosa de la documentación pertinente y de los conjuntos de datos enumerados en el

informe de verificación, como también una visita y evaluación in situ en Bogotá en las oficinas del IDEAM durante el 17 de octubre de 2018 hasta el 19 de octubre de 2018.

Como resultado del análisis llevado a cabo por estos procesos, el equipo verificador también emitió un listado de solicitudes de acciones correctivas, aclaraciones, y observaciones.

Se emitió una solicitud de acción correctiva importante (MAYOR), donde:

1. La evidencia proporcionada para probar la conformidad con los documentos de criterio fue insuficiente;
2. se cometieron errores al aplicar supuestos, datos o cálculos que pudiesen haber tenido una influencia importante en los resultados;
3. existió incumplimiento de los criterios pertinentes;

Se emitió una solicitud de acción correctiva menor (MENOR) donde:

1. Las pruebas proporcionadas para demostrar la conformidad fueron insuficientes, pero no condujeron a una interrupción en la entrega de los sistemas;
2. Se cometieron errores al aplicar supuestos, datos o cálculos que pudiesen haber tenido una influencia en resultados futuros;
3. Si se debe verificar un determinado aspecto en el siguiente evento de verificación (por ejemplo, modificaciones previstas, etc.)

El equipo planteó observaciones como sugerencias para incrementar la transparencia de los procesos llevados a cabo y/o para considerar mejoras futuras en el proceso de análisis o en el monitoreo de los indicadores establecidos en los documentos de criterio.

Durante la auditoría, el equipo verificador también presentó solicitudes de aclaración cuando encuentro que la información recibida fue insuficiente o lo no suficientemente clara para validar o verificar los criterios aplicables.

Los resultados se discutieron con el personal del IDEAM y los hallazgos también se enumerarán en un apéndice separado que acompaña a este informe (**Anexo A**).

4.1 Equipo de Verificación

Rol	Apellido	Primer Nombre	País	Tipo de Involucramiento					
				Revisión	Visita a Bogotá	Elaboración de	Supervisión de Trabajo	Revisión Técnica	Competencia Sectorial
Líder de Equipo	Reed	Pablo	EE. UU., Ecuador	✓	✓	✓	✓		✓
Experto en Detección Remota	Hoe	Michael	EE. UU.	✓		✓			✓
Experta Técnica en REDD	Brown	Letty	EE. UU.	✓		✓			✓

4.2 Cronograma de Verificación

El cronograma de fechas clave para la verificación fue el siguiente:

Fecha	Meta	SCS Entregable
14 septiembre 2018	Junta de arranque y recepción de documentación inicial	Notificación de recepción de documentación
21 septiembre 2018	Entrega de plan de verificación inicial y pedida de información faltante/adicional	Borrador de plan de verificación
1 octubre 2018	Plan de verificación aprobado	Plan de verificación aprobado
17-19 octubre 2018	Evaluación en sitio y primera entrega de observaciones	Entrega de observaciones/no-conformidades
Semana del 12 de noviembre 2018	Entrega de Borrador de Reporte de Verificación 2015	Reporte Preliminar de verificación 2015
26 noviembre 2018	Recepción de comentarios MADS, IDEAM, REM sobre borrador de informe	Recepción de comentarios para ajustar informe de verificación
3 diciembre 2018	Reporte final de verificación 2015;	Reporte final de verificación 2015 y resumen ejecutivo;

4.3 Revisión de documentación:

Para definir el plan de verificación y la evaluación de riesgo, el equipo de verificación realizó una revisión de toda la documentación proporcionada. Esto incluyó la revisión del Nivel de Emisión de Referencia Forestal, el Informe de Reducción de Emisiones 2015, y la base de todos los conjuntos de datos relacionados con estos dos informes, tanto datos sin procesar como también los procesados /1-22/. El equipo de verificación también examinó toda la documentación relacionada a los documentos de guía y de criterio como también literatura y guías adicionales para poder proporcionar evaluaciones entorno a los avances en el sistema de MRV ejercido desde el 2015 /31-48/. Esto sirvió para detectar las operaciones del proceso con los niveles más altos de riesgo de discrepancia material y, por consiguiente, diseñar el plan de verificación y muestreo sobre la base de esta información. Por ultimo, el equipo de verificación también reunió varios documentos y archivos de durante la visita de sitio para apoyarse en la evaluación del grado en el que se han realizado mejoras en el sistema de MRV desde el 2015 y desde la ultima verificación, de acuerdo con el Mapa de Ruta MRV acordado por MADS y KfW /60-78/.

4.4 Visita de Sitio

La verificación tuvo lugar entre el 14 de septiembre de 2018 y el 3 de diciembre 2018, e incluyó una visita y evaluación in situ en Bogotá en las oficinas del IDEAM durante el 17 de octubre de 2018 hasta el 19 de octubre de 2018.

Entrevistas constituyeron un componente central de esta visita de sitio y del proceso de la auditoría. Se entrevistó al siguiente personal asociado con el proponente del proyecto y/o el socio implementador:

Individuo/a	Afiliación	Fecha Entrevistado
Edersson Cabrera Montenegro	Coordinador de Proyecto SMByC/IDEAM/Visión Amazonia	17-19 octubre 2018
Gustavo Galindo	Lider Procesamiento Digital de Imágenes SMByC/IDEAM	17-19 octubre 2018
William Laguado	Visión Amazonia/Programa REM	17 octubre 2018
Jose Yunis Mebarak	Coordinador Visión Amazonia/Programa REM	17 octubre 2018
Mónica Rivera	Interprete SMByC/IDEAM	17-19 octubre 2018
Andrés Zuruaga	Interprete SMByC/IDEAM	17-19 octubre 2018
Rosa Lozano	Interprete SMByC/IDEAM	17-19 octubre 2018
Xavier Corredor	Programador SMByC/IDEAM	17-19 octubre 2018
Christian Forero	Interprete SMByC/IDEAM	17-19 octubre 2018
Diana Lara	Interprete SMByC/IDEAM	17-19 octubre 2018
Omar Sotelo	Interprete SMByC/IDEAM	17-19 octubre 2018
Lina Katherine Vergara	Manager de QA/QC para SMByC/IDEAM	17-19 octubre 2018

Individuo/a	Afiliación	Fecha Entrevistado
Salomón Einstein Ramírez Fernández	IT/Administrador Web IDEAM	17-19 octubre 2018
Adriana Paola Barbora Herrera	Coordinadora IFN	17-19 octubre 2018
Juan Sebastián Barreto Silva	Contratista IDEAM/IFN	17-19 octubre 2018
Luis Mario Moreno	Profesional Especialista en Ecosistemas/IFN	17-19 octubre 2018
Diana Marcela Vargas Galvis	Subdirectora IDEAM/SEA	17-19 octubre 2018
Edith Gonzalez	Subdirectora IDEAM, Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental	17-19 octubre 2018

5 Resultados de Verificación

5.1 Consideraciones Sistémicas y Consistencia General con el FREL

La estimación de los resultados del informe de Colombia sobre las reducciones de emisiones en el Bioma Amazónico en comparación al FREL registrado con la CMNUCC para el año calendario 2015 fueron estimadas como la diferencia entre las emisiones brutas (t CO₂e/año) promedias reportadas en el FREL para el periodo 2000-2012, y las emisiones anuales de CO₂e estimadas para el año 2015 en el bioma amazónico fueron de 14,673,878 tCO₂e.

Para poder asegurar que las reducciones de emisiones estimadas para el 2015 puedan ser comparables entre periodos, y por ese ende, que se hayan podido utilizar como línea base en el presente análisis a las reducciones promedio que se determinaron bajo el FREL, uno de los primeros pasos tomados por el equipo verificador fue comprobar de que la estimación de los resultados del informe del 2015 hayan empleado las mismas superficies, definición de bosque, sumideros, metodologías y conjunto de datos e información usados para la construcción del FREL.

Los conjuntos de datos e información utilizados para determinar cada uno de los dos indicadores primordiales sujetos a esta verificación (hectáreas de deforestación brutas del bioma amazónico y las reducciones de emisiones reales medidas como toneladas equivalentes de CO₂) se analizarán más a fondo en las secciones 5.2 y 5.3 de este informe. Los otros componentes generales que el equipo verificador puede confirmar fueron usados tanto en el FREL como en el análisis del informe del 2015 son los siguientes: 1) actividades REDD+ incluidas, sumideros de carbono, y conformidad a recomendaciones generales del IPCC /33/43/; 2) Áreas y límites de Estudio; 3) definición de bosque y deforestación. Posibles áreas de mejora y de recomendaciones se proporcionarán en la sección 6 de este informe.

a. Actividades REDD+ incluidas, sumideros de carbono, y conformidad a recomendaciones del IPCC

El equipo verificador puede confirmar que de las cinco actividades que se incluyen bajo el mecanismo REDD +, las cuales son: 1) reducción de la deforestación; 2) reducción de la degradación; 3) conservación; 4) manejo sostenible de los bosques; 5) aumento de los stocks forestales de carbono, solo la actividad de la reducción de la deforestación fue incluida en el análisis del FREL /1/, como en el informe de emisiones reducidas para el 2015 /2/.

De igual manera, el equipo verificador puede comprobar que, tanto en el FREL como en el análisis del 2015, los límites de análisis incluyen solo los sumideros de biomasa aérea (BA) y biomasa subterránea (BS), y que no se incluyeron los de hojarasca, los detritos de madera muerta, y del carbono orgánico en suelos. Esto se confirmó a través de una revisión de los datos correspondientes a cada uno de los informes, como también con los anexos incluidos /3/4/5/6/.

Usando la guía para las directrices para inventarios de gases de efecto invernadero del IPCC /34/ y otros documentos de guía que detallan las mejores prácticas en la estimación de cambios en los contenidos de carbono de las tierras forestales convertidas a otras categorías /34/35/, el equipo verificador también puede confirmar que los datos de actividad de la línea base (FREL) y la de proyecto (ER 2015) corresponden a áreas de deforestación bruta en hectáreas cuantificadas anualmente, integrando un contenido de carbono por hectárea (t CO₂e/ha), y usando solamente los suministros de biomasa aérea y subterránea, lo que se conforma una estimación Tier 2 bajo el marco propuesta por la IPCC /34/.

b. Áreas y límites de Estudio

A través de una revisión de los datos SIG correspondientes al FREL como también al informe del 2015 /4/18/, el equipo verificador puede confirmar que el área geográfica utilizada en ambas estimaciones fue el bioma Amazónico de Colombia, área que cubre 458.961 km², y que incluye los departamentos de Putumayo, Caquetá, Amazonas, Guainía, Guaviare, Vaupés, Meta, Vichada y Cauca.

El tiempo cubierto por este periodo de monitoreo es del 1 de enero de 2015 al 31 de diciembre de 2015, por lo cual también se confirma que se han utilizado las estimaciones correspondientes de tanto en la línea base como la de proyecto para este determinado periodo de tiempo.

c. Definición de bosque y deforestación

En la construcción del FREL para el bioma amazónico, Colombia ejerció la misma definición de bosque adoptada por Colombia ante el protocolo de Kioto que dictamina que:

“tierra ocupada principalmente por árboles que puede contener arbustos, palmas, guaduas, hierbas y lianas, en la que predomina la cobertura arbórea con una densidad mínima del dosel de 30%, una altura mínima del dosel (in situ) de 5 metros al momento de su identificación, y un área mínima de 1,0 ha. Se excluyen las coberturas arbóreas de plantaciones forestales comerciales, cultivos de palma, y árboles sembrados para la producción agropecuaria”

El equipo verificador confirma que esta definición es consecuente con los criterios definidos por la CMNUCC en su decisión 11/CP.7, y que se utiliza la misma definición en el análisis llevado a cabo en el informe ER 2015. A su vez, la definición de deforestación para ambos análisis se confirma que fue “la conversión directa y/o inducida de la cobertura de bosque a otro tipo de cobertura de la Tierra en un periodo de tiempo determinado”, conforme que las recomendaciones proporcionadas en los documentos de criterio y de guía, en específico el GOFC-GOLD REDD Source Book /32/.

5.2 Indicador 1: Deforestación bruta a nivel subnacional (Bioma Amazónico)

5.2.1 Validación de Metodología

a. Descripción de Metodología

La metodología utilizada para evaluar y reportar la deforestación bruta no ha cambiado desde la última verificación, y aun es definida por el Nivel de Emisión de Referencia Forestal (FREL) y más específicamente el Anexo A del FREL /5/, el cual detalla las medidas de análisis e información de imágenes de satélite desarrolladas por el Sistema de Monitoreo Forestal y Carbono (SMByC) del IDEAM con la orientación del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). Este proceso incluye una combinación de métodos de análisis de sensores remotos manuales y semiautomáticos para generar la distribución, extensión y cambios de cobertura forestal en el Bioma Amazónico Colombiano. Después del análisis de imágenes satelitales, se evalúa la exactitud del mapa final del cambio forestal para que se contabilice y se informe la incertidumbre en las estimaciones del área de actividad.

El protocolo SMByC se implementa a través del uso de imágenes del programa satélite Landsat (USGS) dada la disponibilidad histórica, resolución temporal y espacial para el monitoreo de la cobertura forestal, facilidad de acceso a los datos, y la probabilidad de permanencia del programa. El protocolo aun incluye 4 fases principales para la generación y generación de datos de actividad: 1) pre-procesamiento digital de imágenes (es decir, selección y adquisición de imágenes, apilamiento de bandas, corrección geométrica, calibración radiométrica, nubes y cuerpos de agua enmascarados, normalización radiométrica y mosaico de imágenes); 2) procesamiento digital de imágenes (es decir, detección automática de cambios en el área forestal basada en el análisis estadístico de datos espectrales, verificación visual de cambios detectados por múltiples intérpretes y ajustes del mapa de cambio de cobertura terrestre siguiendo protocolos establecidos durante el proceso de control de calidad y la re-codificación y validación cruzada del mosaico final); 3) Evaluación final de exactitud del mapa de cambio (Es decir, el desarrollo de un conjunto de datos de referencia del cambio de la cobertura terrestre a partir de una muestra aleatoria estratificada, la comparación de los datos de referencia con los datos del mapa, la construcción de una matriz de errores, la evaluación del error de mapa y los intervalos de confianza); y 4) reporte de datos de actividad (es decir, cálculo del área de cambio forestal, área de cambio forestal ajustada por error, tasa de deforestación para el período y reducción de emisiones para el período).

b. Validación de metodología contra criterios

El uso de datos de imágenes satelitales y el análisis de sensores remotos son esenciales para el establecimiento de sistemas nacionales de monitoreo forestal para cuantificar las emisiones / remociones de gases de efecto invernadero y los cambios en las áreas de bosques y reservas de carbono forestal /32/. Desde el 2010, el SMByC genera información histórica de pared a pared sobre el proceso de deforestación en Colombia durante los últimos 23 años a nivel nacional y regional usando datos de imágenes de satélite y técnicas de procesamiento de imágenes.

La construcción del FREL para reducir emisiones de la deforestación (deforestación bruta) en el Bioma Amazónico Colombiano se basa en la información generada por SMByC y sigue las directrices de la UNFCCC y la Guía de Buenas Prácticas del IPCC para Uso del Suelo, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura, tal como fue validado por la evaluación técnica de la CMNUCC del FREL /7/. Se utilizaron mapas bienales del cambio de la cobertura forestal que resultaron del monitoreo bienal de la cobertura forestal del 2000-2012- para obtener datos de actividad para la construcción del FREL de la Amazonia colombiana. El FREL genera la línea de base para medir el desempeño de la implementación de actividades para pagos basados en resultados en REDD +. El procesamiento de imágenes implementado en el FREL también proporciona la metodología para las evaluaciones anuales del cambio forestal para la presentación de informes sobre las reducciones de emisiones. Dado el contexto y el propósito del FREL, estos pasos metodológicos pueden servir como los criterios de validación para evaluar los métodos de generación de informes de reducción de emisiones para un determinado periodo, como lo es el informe del 2015.

Esta verificación nuevamente identifica 17 pasos en el proceso técnico de FREL para evaluar y reportar la deforestación bruta bajo REDD + (Tabla 1). Las dos primeras fases, que abarcan 11 pasos, representan el componente de análisis de imágenes de satélite del proceso. Estas etapas se organizan en un flujo de trabajo general presentado en el Anexo A del FREL (Figura 1). Estos documentos proporcionan una base para la validación de los métodos utilizados en la evaluación anual de la Reducción de Emisiones y en la presentación de informes.

Fase 1 Pre-procesamiento digital de imágenes de satélite (Anexo A del FREL - Paso 4.1-4.2)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Selección y descarga de imágenes 2. Apilamiento de bandas 3. Geo-registración 4. Corrección radiométrica 5. Enmascaramiento de nubes y agua 6. Normalización 7. Compuestos de imagen
Fase 2 Procesamiento de imágenes de satélites digitales (anexo A del FREL - paso 4.3)
<ol style="list-style-type: none"> 8. Detección de cambios 9. Verificación visual de los cambios por intérprete 10. Control de calidad y ajustes durante el proceso 11. re-codificación y validación cruzada del mosaico final
Fase 3 Evaluación de Precisión (Anexo A de FREL - Paso 4.4)
<ol style="list-style-type: none"> 12. Muestreo 13. Interpretación de puntos de muestreo 14. Matriz de errores e intervalos de confianza
Fase 4 Reporte (Anexo A de FREL - Paso 4.5)
<ol style="list-style-type: none"> 15. Estimaciones de área de actividad 16. Deforestación y reducción de emisiones 17. Informes de incertidumbre y sesgos

Tabla 1: Pasos del proceso metodológico para la generación de datos de la actividad REM en Colombia.

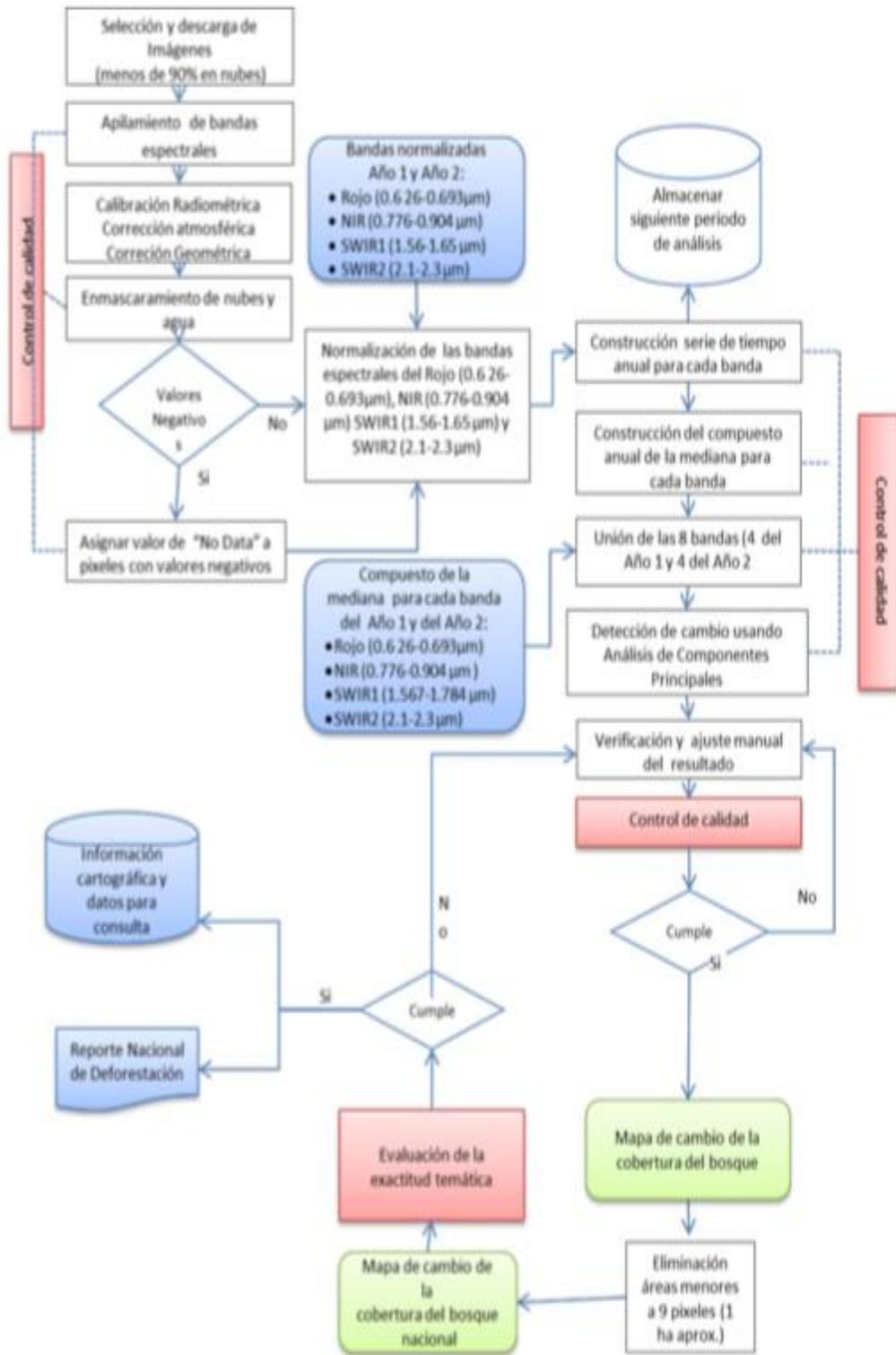


Figura 1 Diagrama de flujo de trabajo del componente de procesamiento de imágenes de satélite (que representa la Fase 1-2) de la metodología FREL general (Fase 1-2).

Los pasos metodológicos para la evaluación anual y la notificación de las reducciones de emisiones son puestos en operación por un equipo técnico del MADS y de IDEAM, utilizando un proceso que se basa en el flujo de trabajo general y la orientación presentada en el Anexo A del FREL. Para el componente de análisis de imágenes de satélite (pasos 1-11), los métodos técnicos se elaboran en un diagrama de flujo de trabajo que guía e ilustra el proceso. Este diagrama de proceso sigue el diagrama de flujo de trabajo presentado en el Anexo A de FREL (Figura 1) y se amplía considerablemente para cubrir sub-pasos más detallados en 3 etapas del proceso: interpretación de imágenes, almacenamiento y manipulación de datos y control de calidad. El diagrama de este proceso se presenta a continuación, e identifica los pasos del proceso técnico de FREL para cada componente para así proporcionar una comparación más directa entre los dos para la verificación.

Durante la verificación, las sesiones técnicas con el personal del programa durante la visita de sitio permitieron un repaso de todas las etapas del proceso de evaluación y notificación de la reducción de emisiones. Esta revisión técnica, junto con la revisión de los métodos presentados en el informe de reducción de emisiones, permitió la verificación de todas las 17 etapas del proceso técnico y como resultado adicional, incluso mejorando las descripciones de los pasos técnicos y de la guía proporcionada en el FREL. La verificación de cada paso se confirma y se presenta junto con las notas de verificación en la sección 5.2.3 de este informe.

5.2.2 Verificación del indicador

La evaluación de reducción de emisiones REM de Colombia para 2015 aplica y elabora métodos para la generación de datos de actividad presentados en el Anexo A de FREL utilizando un proceso técnico detallado que incluye procedimientos normalizados y algoritmos personalizados para interpretación de imágenes, almacenamiento y manipulación de datos, y control de calidad para cada etapa del proceso. El proceso se resume en el Informe de Reducción de Emisiones y se presentó en detalle durante las sesiones técnicas de verificación, lo que permitió verificar cada una de las 17 etapas de proceso verificadas y los resultados presentados en el Informe de Reducción de Emisiones. En la siguiente sección se presentan todas las demostraciones técnicas de las etapas del proceso.

Para ciertos pasos, mientras se verifica el proceso técnico, también se han identificado áreas de mejora a la presentación de los métodos y/o a resultados en el Informe de Reducción de Emisiones 2015, para así también mejorar la transparencia, exactitud, y completad del informe. En tales casos, observaciones han sido identificadas y se proporcionan recomendaciones breves para mejorar la presentación de información para la elaboración de informes anuales de esta naturaleza. En algunos casos, también se ofrecen recomendaciones para mejorar los procedimientos técnicos y/o la documentación técnica en un futuro.

Tras la revisión de los procesos técnicos presentados en el Informe de Reducciones de Emisiones 2015 al haberse demostrado estos en aun más detalle durante las sesiones técnicas con el equipo IDEAM / MADS, el equipo verificador puede confirmar que se ha presentado información suficiente para poder

verificar el proceso técnico aplicado y los resultados presentados para las reducciones de emisiones 2015 en el Bioma Amazónico bajo el programa REM de Colombia.

Como consecuencia, es la opinión del equipo verificador que los resultados proporcionados en el informe de Colombia sobre las reducciones de emisiones en el Bioma Amazónico en comparación con el FREL para el indicador de deforestación bruta a nivel subnacional:

- Se han obtenido mediante la aplicación de metodologías de conformidad con las buenas prácticas aceptadas internacionalmente para la detección remota e interpretación de imágenes satelitales y definidas por los criterios de verificación pertinentes;
- Están libres de más omisiones y falsas declaraciones que puedan conducir a errores considerables, y pueden ser considerados lo más precisos posible dentro del alcance de esta verificación;
- Están de acuerdo con la metodología establecida por Colombia en el desarrollo de su Nivel de Referencia para el Bioma Amazónico;
- Se puede reconstruir siguiendo un proceso transparente y coherente paso a paso.

5.2.3 Detallada Verificación Técnica de Procesos

Las sesiones técnicas comenzaron durante la visita in situ (del 17 al 19 de octubre del 2018) e incluyeron a los dos miembros del equipo verificador junto con la mayoría de los miembros del equipo interprete del equipo IDEAM / MADS. Las sesiones técnicas incluyeron demostraciones interactivas centradas en las preguntas del equipo verificador acerca de los pasos claves del proceso llevado a cabo, incluyendo, por ejemplo, la detección de cambios, la evaluación de precisión, e informes pertinentes. Las sesiones técnicas se llevaron a cabo utilizando las mismas herramientas de teledetección utilizadas en el proceso técnico REM de Colombia, incluyendo ERDAS Imagine, ArcGIS, scripts Python, etc. Las sesiones fueron interactivas en la medida en que el verificador solicitó modificaciones y demostración de ciertas etapas del proceso y en determinadas áreas de interés.

Estas sesiones técnicas permitieron la verificación de todas las etapas del proceso, incluyendo la revisión independiente de la interpretación, el análisis del cambio, y la validación y la presentación de informes en áreas con altas tasas de deforestación. Mas de diez analistas/interpretes diferentes del equipo IDEAM / MADS encabezados por Gustavo Galindo demostraron el proceso técnico en las sesiones. Además de las demostraciones en vivo, el equipo IDEAM / MADS también respondió a una serie de preguntas para todas las etapas del proceso. A continuación, se presenta un subconjunto de conjuntos de datos y resultados revisados con el fin de destacar cada paso del proceso técnico y resaltar puntos clave que pudiesen mejorar la comprensión de algunos de los procedimientos implementados y verificados.

Fase 1 Pre-procesamiento digital de imágenes de satélite

Paso 1. Selección y descarga de imágenes de satélite (paso 4.1 Anexo A FREL, pasos 1 y 3 en Diagrama de Proceso)

Notas de proceso

Las imágenes Landsat de las misiones L7 ETM + y L8 OLI son adquiridas a través de la cámara de compensación de USGS (<http://earthexplorer.usgs.gov>). Aproximadamente 30 trayectorias / filas de la imagen proporcionan la cobertura completa del Bioma de la Amazonia. La selección de imágenes se filtra utilizando las restricciones de fecha del 1 de enero al 31 de diciembre para cada año de evaluación. En esta etapa del proceso, no se establece ninguna restricción en la cobertura de nubes, y todas las imágenes disponibles en el archivo Landsat para el período de evaluación se seleccionan para su descarga. Se establece un protocolo para la proyección geográfica (UTM 18N) y el nivel de procesamiento (L1T) de las imágenes adquiridas. La reflectancia superficial (SR) de datos de Landsat de alto nivel también se adquiere si está disponible a través del sistema de Arquitectura de Procesamiento Científico del Centro (ESPA) del Sistema de Observación y Ciencia de Recursos Terrestres del USGS (EROS) (<https://espa.cr.usgs.gov/>). Las brechas de datos asociadas con el fallo del sensor ET7 de L7 que afecta a las imágenes desde 2003 en adelante se tratan como píxeles "sin datos". La convención de nomenclatura Landsat nativa se conserva para los datos descargados y las imágenes en bruto se almacenan en un directorio dedicado. Si los datos Landsat no proporcionan suficiente cobertura libre de nubes para áreas de interés, se complementan con otras imágenes disponibles, incluyendo: CBERS, RapidEye, Sentinel 2, y ASTER.

Conclusiones y Recomendaciones

El Informe ER y el Anexo A al FREL proporcionan una fuerte justificación para el uso de las imágenes Landsat por su disponibilidad histórica, facilidad de acceso y resolución temporal, espectral y espacial. El Anexo A también resalta una modificación al primer protocolo, la cual es la construcción de una serie de imágenes de tiempo y establece que un nuevo enfoque que reduce las áreas sin información. El informe ER indica que solo se utilizan imágenes con una cobertura de nube de <90%, lo que indica que los filtros de cobertura de la nube se configuran durante la selección de imágenes. A través de la generación de la serie temporal, se analiza cada imagen y se omiten los "píxeles" con puntos de "nube" o "sombras de nube". Si no se cumple este objetivo, o si la cobertura de la nube es alta en áreas de alta dinámica o complejidad, se menciona que las imágenes se obtienen de otros sensores, incluidos: CBERS, RapidEye, Sentinel 2, ASTER. El equipo de auditoría observó lo anterior durante la visita de sitio y confirmó que los métodos son consistentes con el Informe de ER y el Anexo A.

El equipo de verificación recomienda mejorar la claridad del informe indicando si en realidad se usaron "imágenes de otros sensores" durante el análisis, ya que parece que solo se utilizó Landsat para el informe de ER del 2015 (CL 1).

Las imágenes de Landsat 7 ETM + se ven afectadas por un fallo en el Scan Line Corrector, que produce intervalos en los datos que aparecen como rayas entre imágenes. El equipo de verificación solicitó aclaraciones sobre cómo se manejan estas áreas durante el análisis. El equipo de IDEAM / MADS confirmó que estas áreas son tratadas como píxeles "sin datos", y que fueron presentados en productos de imágenes provisionales. Dado que las posiciones de separación cambian ligeramente en colecciones sucesivas, los huecos se llenan eventualmente en la imagen compuesta antes de la detección de cambio. Los datos de Landsat 8 OLI también llenan estas brechas a partir de febrero de 2013.

Dado que el error Landsat 7ETM + es ampliamente conocido y puede ser una pregunta común, el equipo de verificación recomendó incluir documentación sobre cómo se manejan las lagunas de datos L7 en el Informe Técnico de Procesamiento de Imágenes, lo cual ahora está descrito en el documento de Operación estadística suministrado como parte de las evidencias entregadas.

El informe ER indica que sólo se usan imágenes con una cobertura de nubes de <90%, lo que indica que los filtros de cobertura de nubes se establecen durante la selección de imágenes. El equipo de verificación pidió más aclaraciones sobre cómo se maneja la cobertura de nubes durante la selección y adquisición de imágenes. Las discusiones con el equipo técnico de IDEAM / MADS confirmaron que todas las imágenes disponibles dentro del período en cuestión son adquiridas y que todos los píxeles con buena información se utilizan en el análisis. Este enfoque sigue los métodos de Matthew Hansen y otros desarrollados en el Global Land Analysis & Discovery (GLAD) en el Departamento de Ciencias Geográficas de la Universidad de Maryland. El equipo verificador observó lo anterior durante la visita de sitio y confirmó que los métodos son consistentes con el Informe de ER y el Anexo A.

El equipo de auditoría recomienda que la Figura 7 del informe de ER se actualice para que sea coherente con las declaraciones en el mismo informe. Actualmente, la Figura 7 informa una restricción del 80% de cobertura de la nube para la selección de imágenes en lugar del 90% (**SAC 2**).

Dado el gran volumen de datos y la importancia de una cuidadosa organización, el equipo de verificación solicitó aclaraciones sobre cualquier protocolo para el manejo y almacenamiento de datos. El equipo IDEAM / MADS mencionó una serie de mecanismos para organizar y rastrear los datos, incluyendo la asignación de directorios dedicados para las entradas y salidas de datos en cada etapa del proceso y las convenciones de nomenclatura de archivos para los datos almacenados en el servidor. Algunos protocolos se presentan en el diagrama de proceso técnico, mientras otros se incluyen indirectamente durante capacitaciones técnicas, por lo cual no están documentados oficialmente.

El equipo de verificación recomienda incluir documentación sobre todos los protocolos para el manejo y almacenamiento de datos en el Informe Técnico de Procesamiento de Imágenes, ya que esto mejoraría la transparencia e integridad de este documento.

Paso 2. Apilamiento de bandas

Notas de proceso

Todas las bandas de todas las imágenes del año de análisis se almacenan en contenedores de imágenes sin procesar después del paso 1. En el paso 2, las bandas seleccionadas utilizadas en el procesamiento y análisis de imágenes se extraen y se apilan para cada imagen. Para ambas misiones de Landsat, estas son las bandas Roja, Near-Infrared (NIR), y dos infrarrojos de onda corta (SWIR). En L7 ETM+ esto corresponde a las bandas 3, 4, 5, 7. En L8 esto corresponde a las bandas 4, 5, 6, 7. Los nombres de las bandas son recodificados (1, 2, 3, 4) para facilitar su uso en la manipulación y procesamiento. Los scripts de Python específicos para ambas misiones de Landsat están disponibles en el sitio web de "Bit Bucket" (https://smbyc.bitbucket.io/scripts/layer_stack/) y se utilizan para implementar procedimientos para seleccionar, apilar, volver a codificar, nombrar y almacenar pilas de bandas. Las pilas de banda finales para todas las imágenes se almacenan en directorios designados en el servidor IDEAM / MADS.

Conclusiones y Recomendaciones (paso 4.2.1 Anexo A FREL, No incluido en Diagrama de Proceso)

El equipo de verificación solicitó aclaraciones adicionales sobre este paso, ya que no estaba del todo claro cómo se llevó a cabo este proceso en la revisión del informe del ER y del Anexo A del FREL. Estos procedimientos se aclararon durante las sesiones técnicas de verificación, y el equipo de verificación encontró que los procedimientos descritos para el apilamiento de bandas aplican metodologías de acuerdo con las buenas prácticas internacionalmente aceptadas en teledetección. El equipo verificador observó lo anterior durante la visita de sitio y confirmó que los métodos son consistentes con el Informe de ER y el Anexo A.

Paso 3. Corrección geométrica (paso 4.2.2 Anexo A FREL, No incluido en Diagrama de Proceso)

Notas de proceso

La corrección geométrica se aplica a las imágenes Landsat antes de la descarga. Estos procedimientos se describen en el Manual de Usuarios de Landsat 7 y Landsat 8. En algunos casos, errores de posición pueden estar presentes, por lo que el proceso técnico de IDEAM / MADS incluye la comprobación de la integridad geométrica de las imágenes y el co-registro correcto entre imágenes durante el pre-procesamiento y la corrección geométrica si fuese necesario.

Conclusiones y Recomendaciones

El equipo IDEAM / MADS resaltó este problema durante las sesiones técnicas de verificación y proporcionó más detalles sobre este paso, que se menciona solo brevemente en el informe ER y en el anexo A del FREL. El equipo de verificación encontró que este paso sigue buenas prácticas internacionalmente aceptadas en teledetección. Se recomienda referenciar a las guías de Landsat y la documentación de procedimientos específicos para comprobar y ajustar la corrección geométrica, ya que esto mejoraría la transparencia e integridad del Informe de ER y el Anexo A del FREL. En adición, la Figura 7 del Informe de ER debe actualizarse para incluir esto como parte de las tareas de control de

calidad durante la fase de pre-procesamiento, después del apilamiento de bandas, para mejorar la coherencia y la transparencia del informe (**SAC 2**).

Paso 4. Corrección radiométrica (paso 4.2.3 Anexo A FREL)

Notas de proceso

La corrección radiométrica se aplica a las imágenes Landsat antes de la descarga. Estos procedimientos se describen en el Manual de Usuarios de Landsat 7 y Landsat 8. También se incluye un paso para la "Corrección radiométrica" en el Informe ER y en el Anexos A del FREL. Sin embargo, no está claro para el equipo de verificación si esto se refiere al procesamiento Landsat L1T o a una corrección adicional que se pueda realizar después de descargar la imagen.

Conclusiones y Recomendaciones

El equipo de verificación recomienda incluir una referencia a las guías Landsat y la documentación de cualquier procedimiento específico para comprobar y ajustar la corrección radiométrica, ya que esto mejoraría la transparencia y la integridad del informe del anexo A y / o ER del FREL.

Paso 5. Enmascaramiento de nubes y agua (paso 4.2.4 Anexo A FREL, pasos 4-5 en Diagrama de Proceso)

Notas de proceso

Evaluar correctamente el cambio forestal requiere excluir del análisis todos los píxeles con nubes y neblina que obscurecen la cobertura de la tierra. Es igualmente importante evitar la exclusión de áreas que pueden parecer nubes y neblina que en realidad son características de cobertura terrestre (por ejemplo, suelo desnudo). El equipo de IDEAM / MADS demostró un fuerte énfasis en este paso usando un proceso semi-automatizado (<https://smbyc.bitbucket.io/qgisplugins/cloudmasking/>) para enmascarar nubes y agua antes de avanzar con el análisis del cambio de uso de tierra. El proceso utiliza un procedimiento semiautomático que combina los resultados de las máscaras producidas con diferentes herramientas antes del análisis de cambios. La herramienta utilizada es un complemento de QGIS denominado "enmascaramiento de la nube", que es gratuito, públicamente disponible y generado por el SMByC. Las imágenes enmascaradas finales son examinadas por varios intérpretes durante el paso de validación del mapa y se aplican filtros adicionales cuando es necesario (https://smbyc.bitbucket.io/qgisplugins/cloudmasking/cloud_filters/).

Conclusiones y Recomendaciones

El equipo de verificación solicitó mayor aclaración sobre este paso, ya que no estaba del todo claro para el equipo cómo se llevó a cabo este complejo proceso durante la revisión del informe ER y del Anexo A del FREL. Las sesiones técnicas de verificación dejaron claro al equipo de verificación que este paso representa un nivel significativo de esfuerzo en el proceso general de análisis del cambio forestal. El equipo de IDEAM / MADS destacó la importancia de desarrollar y aplicar una máscara de nube

automatizada personalizada para mejorar la máscara de nube por defecto y también reducir el ajuste manual requerido durante la validación del mapa, ya que los errores que quedan después de la remoción automatizada de nubes / neblina / agua son corregidos a mano. Los procedimientos se describen generalmente en el diagrama de proceso IDEAM / MADS. Durante la verificación se demostraron el modelo de enmascaramiento de nubes personalizado y los resultados obtenidos.

El equipo de verificación encontró que los procedimientos demostrados para este paso aplican metodologías de acuerdo con el FREL y con buenas prácticas internacionalmente aceptadas en teledetección. El equipo de verificación también reconoce que el enfoque especial de IDEAM / MADS en este paso es hacer uso de la mejor ciencia disponible para avanzar métodos más allá de estas normas.

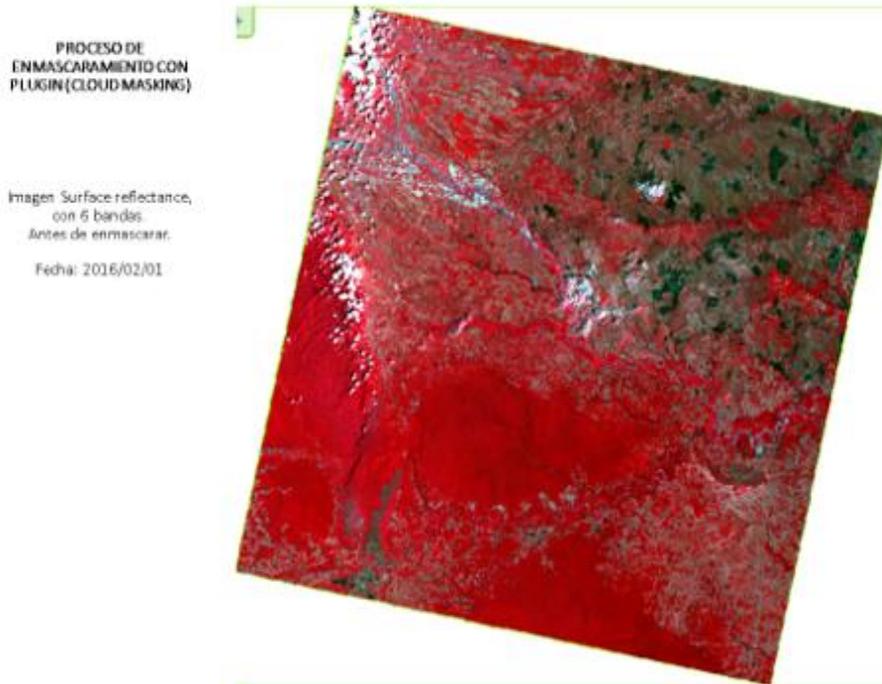


Figura 2 Datos de reflectancia antes de aplicar la máscara de nube. Estas áreas se limpian y eliminan durante la etapa de preprocesamiento utilizando los procedimientos semiautomáticos descritos anteriormente.

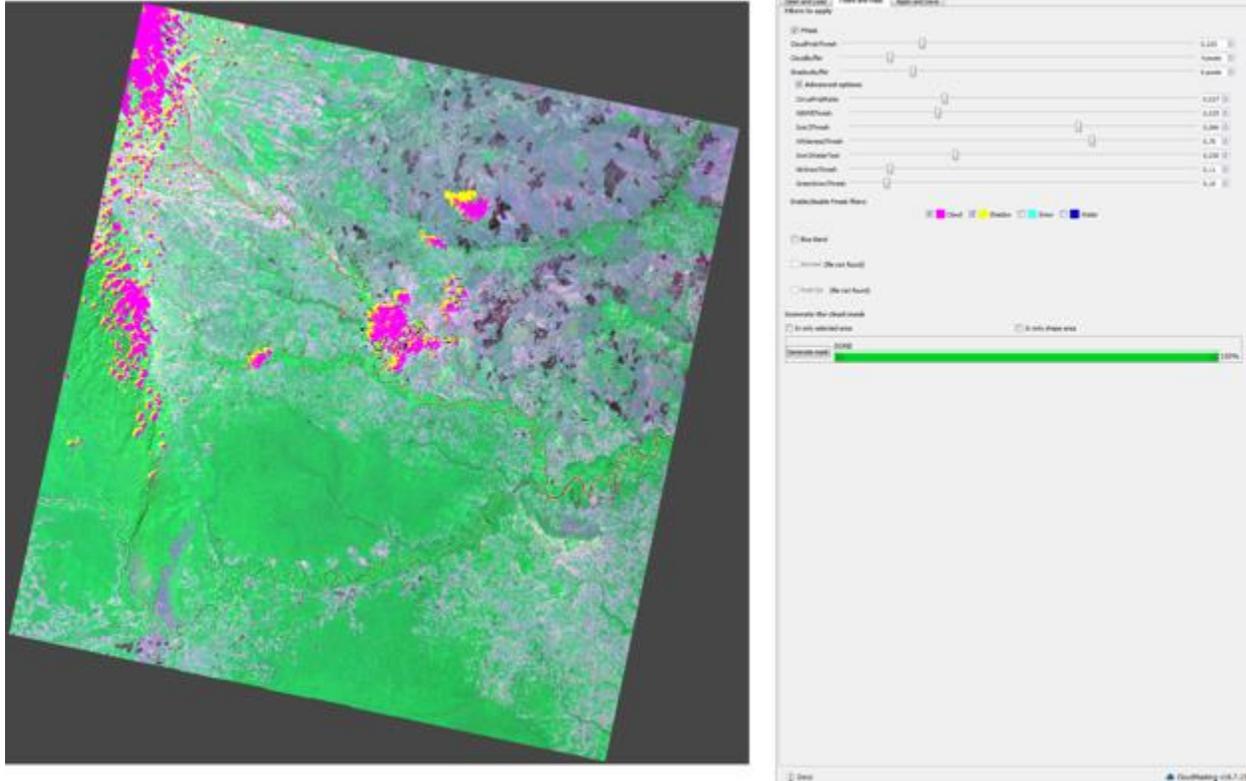


Figura 3 Imagen con máscara de nube QGIS aplicada durante la etapa de preprocesamiento. Se aplican filtros adicionales después de esta etapa para eliminar cualquier cubierta de nube adicional antes de los siguientes pasos de procesamiento.

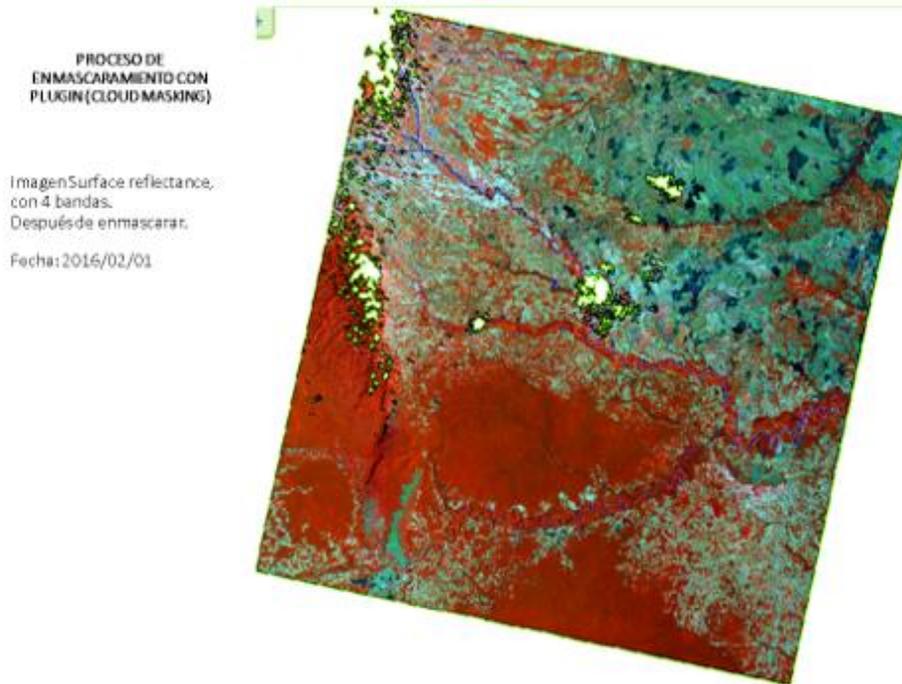


Figura 4 Imagen reflectante con 4 bandas, luego de aplicar la máscara de nube. Resaltan los polígonos sin datos.

Paso 6. Normalización (paso 4.2.5 Anexo A FREL, paso 6 en Diagrama de Proceso)

Notas de proceso

El proceso de normalización establecido por el SMByC es necesario para reducir los efectos atmosféricos y para permitir la comparación directa de imágenes multi-temporales. La normalización relativa se realiza ajustando la media y la desviación estándar de los valores de intensidad de cada banda a la misma escala de referencia (por ejemplo, normalizando los valores de la escena del segundo año con los valores de la escena del primer año). El Anexo A del FREL hace referencia a los métodos de normalización de Caprioli, Figorito y Tarantino (2005). Durante la verificación, también se hace referencia a los métodos de Morton Canty (véase, por ejemplo, Canty et al., 2004, normalización radiométrica automática de imágenes de satélite multi-temporales). En este método, el proceso principal se implementa a través de un algoritmo para la normalización radiométrica relativa automática o "arrnorm" (<https://bitbucket.org/smbyc/arrnorm>).

Conclusiones y Recomendaciones

El equipo de verificación solicitó más aclaraciones sobre este paso, ya que no estaba del todo claro para el equipo cómo se llevó a cabo este complejo proceso al revisar el informe ER y el Anexo A del FREL. El equipo IDEAM / MADS aclaró el proceso confirmando que se utiliza la versión modificada del algoritmo "arnorm" de Morton Canty. El equipo IDEAM / MADS también proporcionó documentación adicional para guiar a los analistas en la aplicación del algoritmo de normalización y demostró el proceso de normalización en las escenas 7-58, seleccionadas por el equipo de verificación. La documentación consistió en sub-pasos y flujo de trabajo descritos en el diagrama de proceso IDEAM / MADS y una presentación en PowerPoint, que incluía los siguientes detalles técnicos:

Pasos generales

1. Nos conectamos al servidor por medio de **Putty** (para ejecutar el proceso) y por medio de **WinSCP** para copiar (imagen de referencia y imágenes a normalizar) y descargar nuestras imágenes (normalizadas).
2. El proceso principal que es **arnorm** y se ejecuta de la siguiente forma:

```
arnorm -ref corte_av2575_reflect.tif imagen1.tif imagen2.tif imagen(n).tif  
imagen(n+1).tif
```
3. **Las consideraciones del proceso son:**
 - La imagen de referencia y las imágenes a normalizar deben tener el mismo corte.
 - El **av_2575** debe estar en **reflectancia**.
 - Las imágenes a normalizar deben estar enmascaradas.
 - Las imágenes enmascaradas deben tener las mismas bandas (4 bandas) que el **av_2575** y en el mismo orden.
 - Debe existir un **corregistro** de todas las imágenes para que el proceso sea exitoso.

El equipo de verificación encontró que los procedimientos descritos para este paso están de acuerdo con las buenas prácticas internacionalmente aceptadas en teledetección y hace uso de la mejor ciencia disponible para implementar técnicas avanzadas.

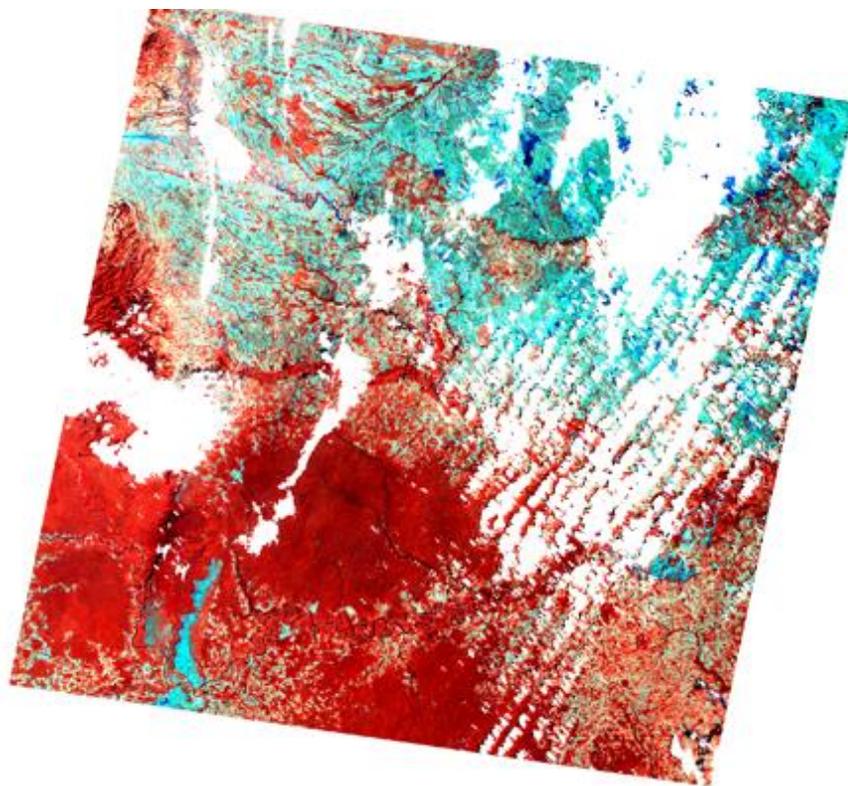


Figura 5 Escena normalizada demostrada al equipo de verificación durante la visita de sitio. La máscara de la nube no se aplicó antes, ya que solo era un ejemplo de la aplicación del script "arrnorm".

Paso 7. Compuesto de imagen (paso 4.2.6 Anexo A FREL, pasos 7-9 en Diagrama de Proceso)

Notas de proceso

Este paso crea una imagen anual única para cada ruta / fila utilizando el valor de píxel mediano de todas las escenas normalizadas para cada una de las 4 bandas (Rojo, NIR, SWIR1, SWIR2). Primero, se leen los datos; después, las imágenes de 4 bandas del año base y el año de verificación anual se apilan en preparación para el análisis del cambio de uso de la tierra. Este procedimiento se implementa con un script de Python. El producto es una pila de 8 bandas que representa los valores de reflectancia media en 4 bandas durante 2 años para las 30 rutas / filas en la Amazonía colombiana. El co-registro de la imagen es fundamental en este paso para que el registro geográfico se vuelva a verificar y ajustar si es necesario.

En el caso de compuestos para la misma banda de sensores de diferencia, se utiliza el valor de píxel promedio. De este modo, al final del pre-procesamiento de cada escena, se obtiene una imagen compuesta anual de cada banda correspondiente al valor mediano de reflectancia incluido en la serie de tiempo.

Como se indica en el Informe de ER, este enfoque metodológico ayuda a reducir áreas sin información, ya que existe la posibilidad de que al menos una de las imágenes de la serie anual esté libre de nubes para un píxel determinado. Si bien el uso de imágenes de medios compuestos para el análisis del cambio reduce las áreas sin información, el error de omisión (es decir, la deforestación real que se omite) también podría aumentar si el cambio se produce durante los últimos meses del año. Para evitar este problema, se realiza una verificación visual y un ajuste manual de los resultados utilizando la última imagen disponible del último trimestre del año para identificar cualquier cambio de bosque no capturado en la imagen compuesta promedio. Los cambios se incorporan en una imagen final para este paso del proceso que representa un compuesto temporal mediano ajustado.

Conclusiones y Recomendaciones

El equipo de verificación solicitó más aclaraciones sobre este paso, ya que no estaba del todo claro para el equipo cómo se llevó a cabo este complejo proceso al revisar el informe de ER y el Anexo A de FREL, que proporcionan solo la justificación y la descripción general de este paso. El equipo de IDEAM / MADS aclaró el proceso durante las sesiones técnicas, proporcionó documentación adicional que incluía la guía del proceso técnico y el script de Python (<https://smbyc.bitbucket.io/stackcomposed/>), y demostró el proceso de validación y ajuste utilizando la escena 7 -58 seleccionado por el equipo de verificación.

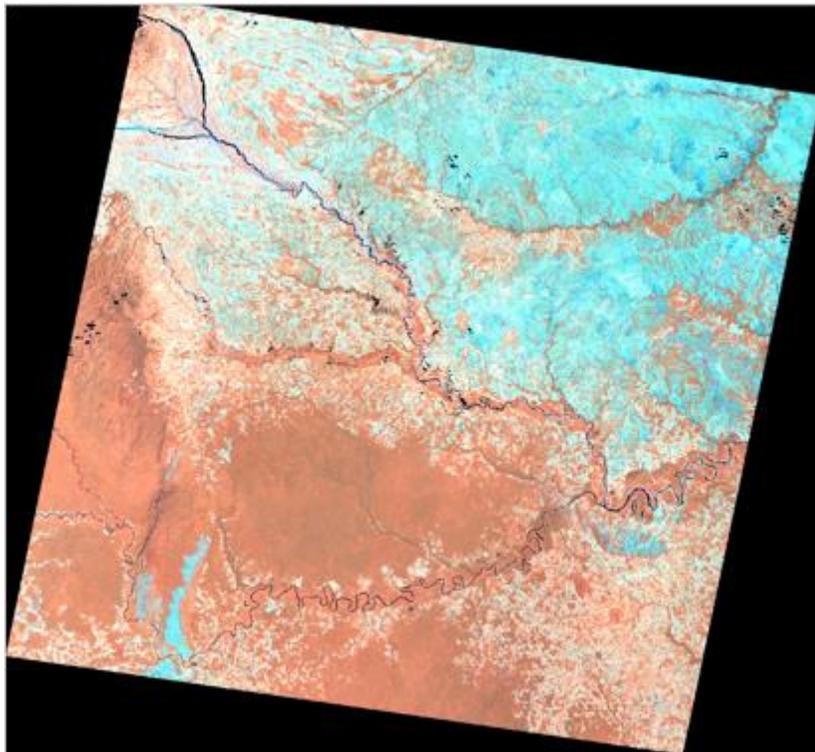


Figura 6 Apelación y compuesto de la escena para la ID de ruta / fila 7-58 que se demostró al equipo de verificación durante la visita al sitio.

El equipo de auditoría recomienda actualizar la Figura 7 en el informe de ER para que esta sea mas coherente con el proceso, ya que actualmente indica que hay 6 bandas apiladas en lugar de 8. Esto mejoraría la consistencia en todo el informe.

Fase 2 Procesamiento digital de imágenes de satélite

Paso 8. PCA y Detección de Cambio (paso 4.3.1 Anexo A FREL, pasos 10 y 11 en Diagrama de Proceso)

Notas de proceso

Este paso implica la detección automatizada de cambios forestales basados en la detección directa de cambios en la respuesta espectral que pueden corresponder a una pérdida o ganancia de cobertura forestal. Este paso se implementa usando el Análisis de Componentes Principales (PCA) sobre la matriz de correlación de valores de píxeles de las pilas de imagen medianas de 8 bandas para cada trayectoria / fila producida en el Paso 7. Expertos técnicos examinan los resultados del panel para identificar el umbral de banda y los valores que mejor definan las clases de cambio de tierra. La revisión y la identificación de los umbrales de bandas PCA minimizan los errores y detecciones falsas que pueden surgir en la clasificación automatizada. Este sub-paso también permite la actualización manual de la capa de cambio de bosque. A lo largo del proceso, se ejecuta un protocolo de control de calidad en el cual se evalúan los productos intermedios y finales para detectar errores e incoherencias y se verifica su ajuste. El resultado final de este paso es el mapa de cambio anual preliminar (v1) con clases de tierra: (1) bosque estable. (2) deforestación (3) sin información, (4) regeneración y (5) sin bosque estable. (Se tiene en cuenta que estas son las clases de mapas de cambios informados en la guía de procesos técnicos de IDEAM / MADS, y que difieren de las clases informadas en el Anexo A de FREL para este paso). Para la verificación 2015-2016, solo se tienen en cuenta la deforestación bruta y no la regeneración de bosques.

Conclusiones y Recomendaciones

El equipo de verificación solicitó mayor aclaración sobre este paso, ya que no estaba del todo claro para el equipo cómo se llevó a cabo este complejo proceso al revisar el informe ER y el Anexo A del FREL. El equipo IDEAM / MADS aclaró el proceso durante las sesiones técnicas y proporcionó documentación y datos adicionales, incluyendo la guía de proceso técnico, el modelo gráfico de ERDAS Imagine usado para ejecutar los resultados de PCA (components_mat_correlacion.gmd) y, el PCA. El equipo de IDEAM / MADS también demostró una serie de sub-pasos que no fueron elaborados en la documentación técnica incluyendo: (1) el proceso iterativo para identificar visualmente los umbrales de la banda PCA que mejor definen la deforestación (2) reclasificación de imagen implementada en ERDAS para definir áreas de pérdida de bosque (3) controles visuales posteriores de la capa de pérdida de bosque para refinar aún más los umbrales de bandas y clasificación de imágenes (4) procedimientos de agrupación y eliminación para eliminar pequeños grupos aislados de píxeles que representan “ruido” y (5) controles visuales finales del bosque Capa de pérdida y recodificación de píxeles por píxeles según sea necesario.

El equipo de verificación observó y confirmó lo anterior durante las demostraciones realizadas durante la visita de sitio.

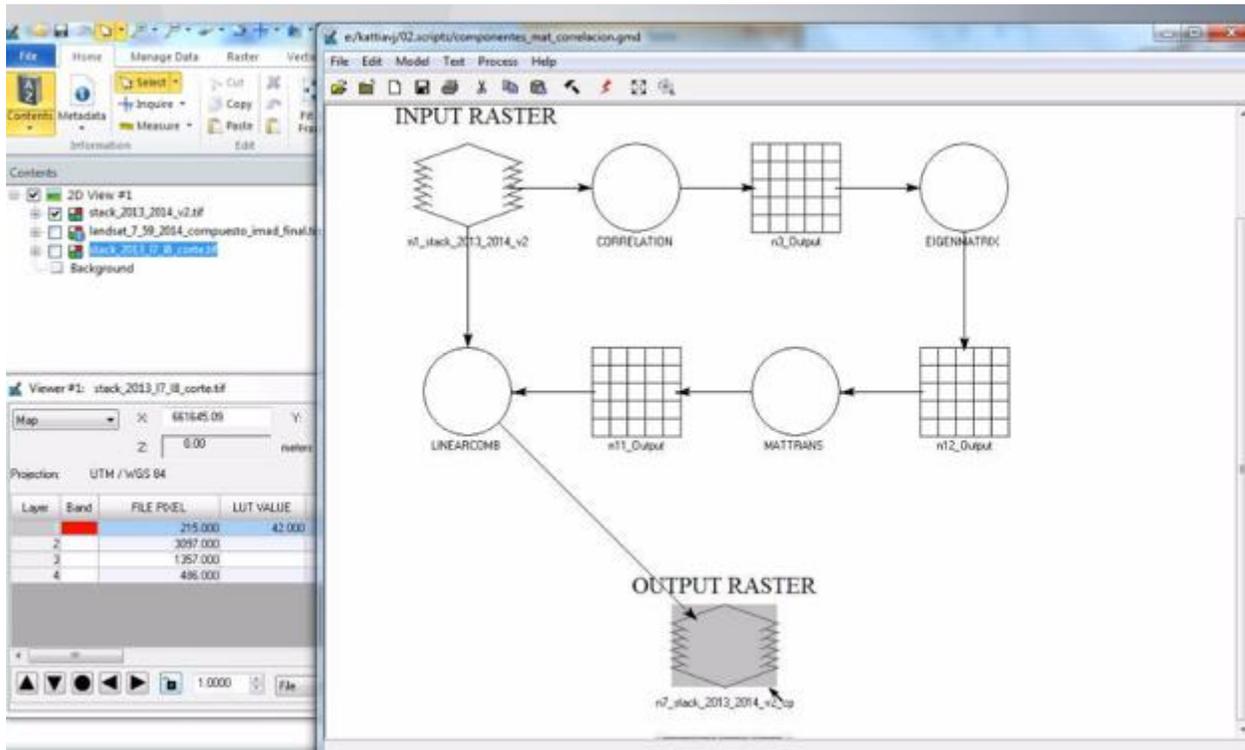


Figura 7 Modelo PCA implementado en ERDAS Imagine utiliza una matriz de correlación de la pila de 8 bandas

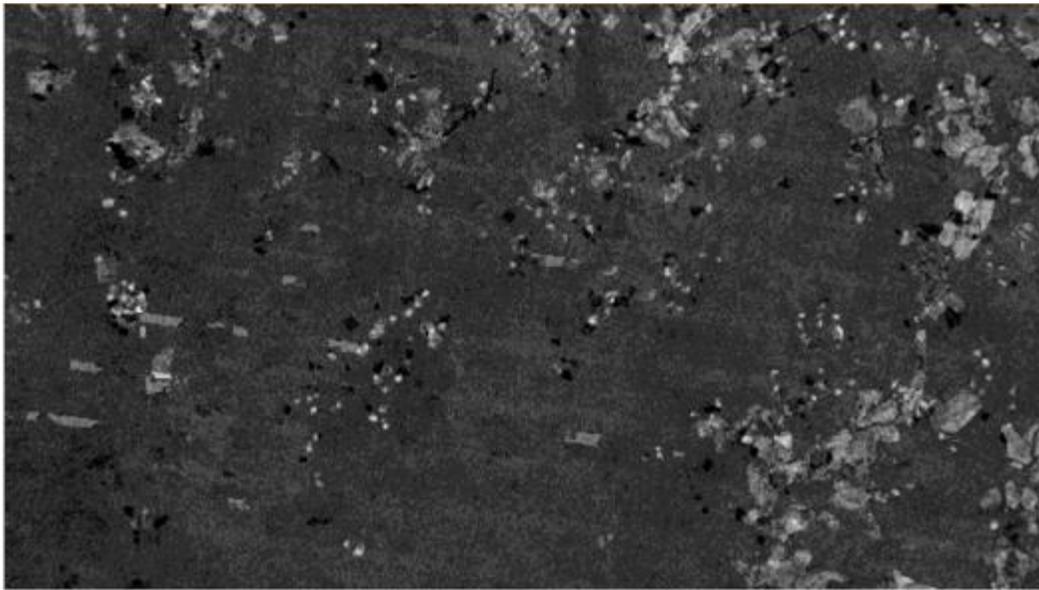


Figura 8 Resultados de análisis de componentes principales demostrados al equipo de verificación durante la visita de sitio.

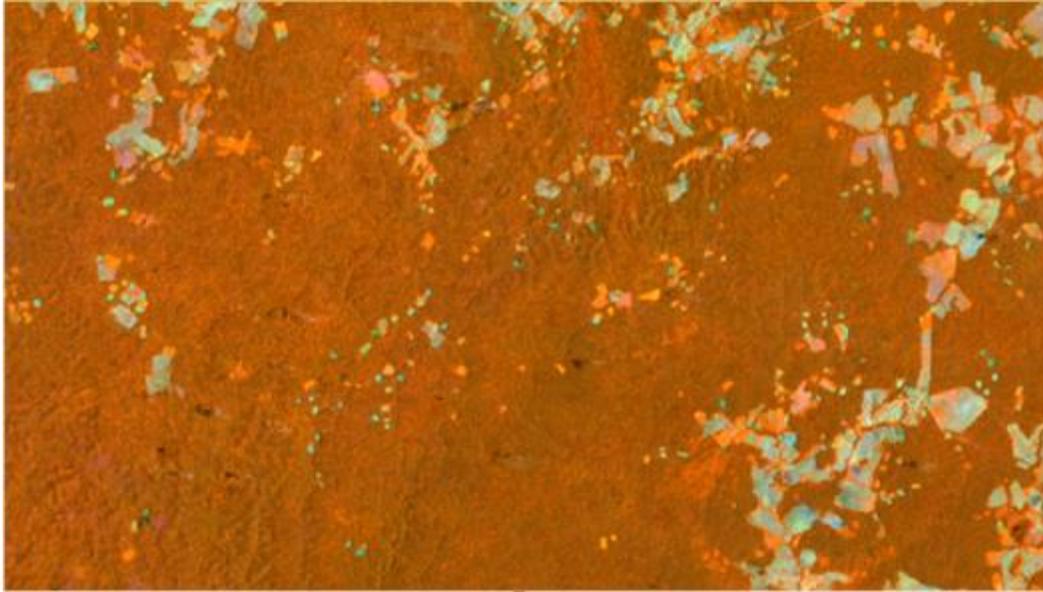


Figura 9 Valor de reluctancia promedio (para un año determinado) que se utiliza para determinar los componentes principales de bosques estables, no forestales, regeneración, deforestación y sin información.

Paso 9. Verificación de cambios por intérprete (paso 4.3.2 Anexo A FREL, paso 12 en Diagrama de Proceso)

Notas de proceso

Como ya se mencionó anteriormente, el uso de imágenes compuestas y el valor mediano de todos los píxeles válidos mejora las tasas de cobertura y reduce los errores asociados con las variaciones fenológicas o las imágenes radiométricas, pero al ser un compuesto de tendencia central, es posible que los cambios no se detecten correctamente durante los últimos meses del año. Para corregir esto, cada intérprete es respaldado con: i) las últimas imágenes de cada año; ii) los compuestos de imágenes que resumen el valor de píxel para la última fecha de observación válida en el año de referencia y; iii) los compuestos con la mediana de los valores válidos del último trimestre de referencia. Con estos tres insumos, cada intérprete ajusta los cambios detectados visualmente y el resultado se somete a un control de calidad, que realiza una evaluación de estos resultados y, si es el caso, el intérprete vuelve a corregir. La evaluación se realiza con la asistencia de un nuevo programa de software llamado "ACATAMA" (<https://smbyc.bitbucket.io/qgisplugins/acetama/>) que fue desarrollado por el equipo de IDEAM / MADS para facilitar todo el proceso automatizando del muestreo y visualización de puntos dentro de múltiples ventanas.

Conclusiones y Recomendaciones

El equipo IDEAM / MADS demostró este paso, que proporcionó información más detallada sobre cómo se llevó a cabo este proceso. Además, el equipo de IDEAM / MADS proporcionó al equipo de verificación las herramientas para llevar a cabo una revisión independiente del sistema ACATAMA.

El equipo de verificación encontró que los procedimientos revisados y / o demostrados para este paso aplican metodologías de acuerdo con el FREL y con buenas prácticas internacionalmente aceptadas en teledetección.

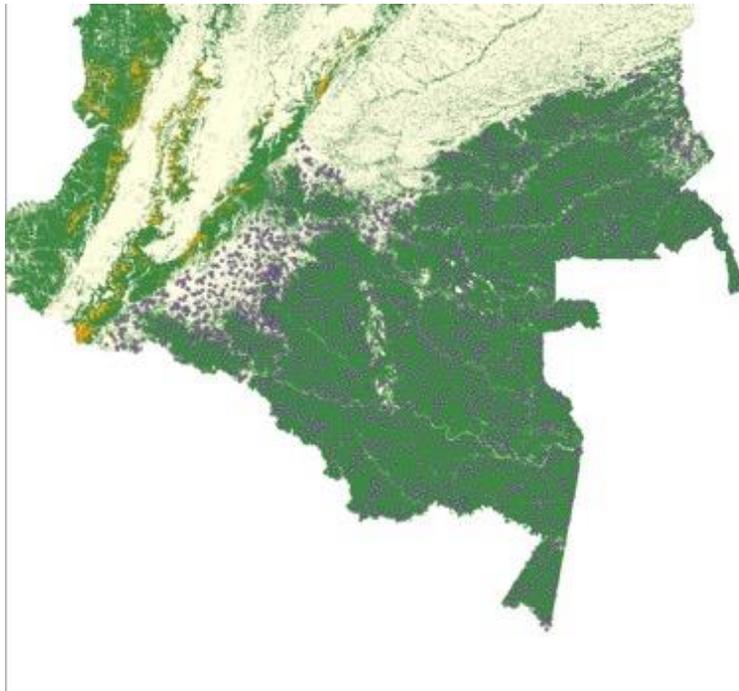


Figura 10 Puntos de muestreo aleatorios generados desde ATACAMA.

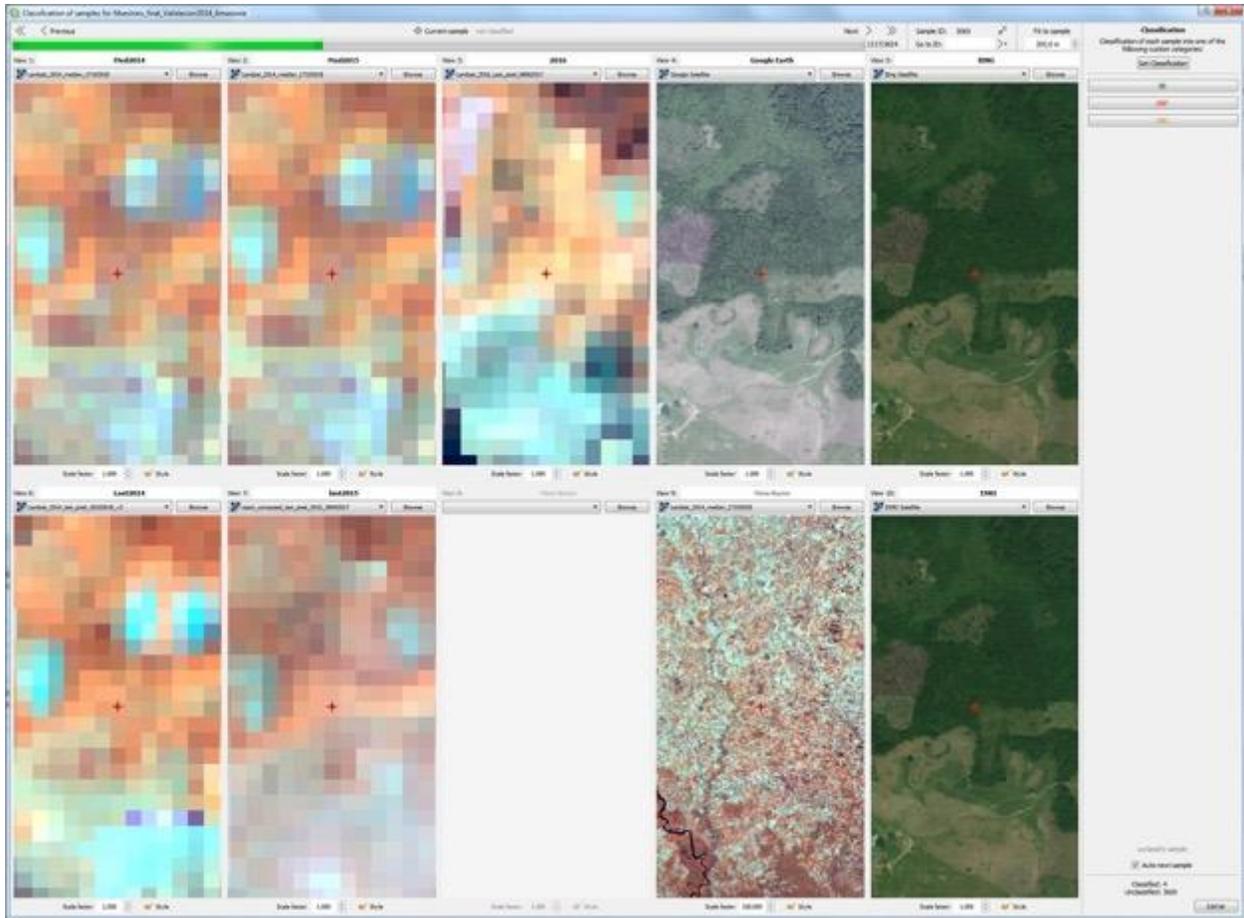


Figura 11 Evaluación de control de calidad dentro de ACATAMA que se utiliza para muestrear puntos aleatoriamente y confirmar el tipo de cobertura asignada al punto seleccionado. Este procedimiento da como resultado una matriz de errores y estadísticas de confianza. El proceso es iterativo.

El equipo de verificación recomienda ampliar la documentación de ACATAMA en línea (<https://smbyc.bitbucket.io/qgisplugins/acetama/>) para proporcionar la mayor cantidad de información posible para que los usuarios puedan recrear los procesos IDEAM / MADS y utilizar la herramienta de manera eficiente (OBS 6).

Paso 10. Control de Calidad y Ajuste de Mapa (paso 4.3.3 Anexo A FREL, pasos 13 y 14 en Diagrama de Proceso)

Notas de proceso

El proceso de control de calidad implica el seguimiento de cada una de las tareas y productos intermedios durante el procesamiento de la imagen para generar el mapa final de cambio de bosque. El Anexo A del FREL describe estos pasos y recomienda realizar este seguimiento en un formulario de control de proceso, que puede ser utilizado por intérpretes para informar periódicamente sobre las

tareas realizadas para cada escena, y por el equipo de control de calidad para supervisar el progreso de todo el proceso. Después de la detección y verificación del cambio (pasos 8 y 9), el enfoque principal del control de calidad en esta etapa es evaluar cada escena para lo siguiente: (1) todos los cambios de deforestación y regeneración (2) cambio de deforestación y reforestación en polígonos de menos de 1 ha (3) revisión de áreas que contengan polígonos de cambio múltiples y (4) análisis estadístico e informes de áreas de revisión.

En un próximo paso, se realiza una evaluación cuantitativa de la exactitud del mapa creando una matriz de errores que compara la clasificación del mapa con un conjunto de datos de referencia. En este punto del proceso, el propósito de la evaluación de la exactitud del mapa es informar al equipo de control de calidad sobre los errores restantes del mapa que necesitan un ajuste adicional. Si la precisión global del mapa es inferior al 80%, el mapa se devuelve al paso 8 para la revisión en la detección de cambios nuevamente. Si la precisión del mapa cumple con la regla del 80%, el ajuste del mapa a escala fina se realiza en áreas de revisión de polígonos. La herramienta ACATAMA se utiliza para generar una muestra aleatoria de puntos para su validación. Este conjunto de puntos de datos de referencia se introduce en QGIS para su clasificación por técnicos que no participan en el mapeo de estas escenas. Los datos de referencia se comparan con los datos del mapa para producir una matriz de confusión, que muestra un acuerdo de mapa (en diagonal) y un desacuerdo o error de mapa (fuera de diagonal). Para cualquier escena con > 0 errores de omisión (deforestación no clasificada correctamente) o > 7 errores de comisión (otros tipos clasificados erróneamente como deforestación) toda la escena se devuelve al intérprete para su revisión. Este proceso se repite hasta que se cumplan los objetivos para el número de errores.

Conclusiones y Recomendaciones

El equipo de verificación solicitó más aclaraciones sobre el paso de control de calidad, con el fin de revisar cómo el equipo de IDEAM / MADS llevó a cabo el proceso detallado descrito en el Anexo A de FREL y revisar los resultados seleccionados. Durante las sesiones técnicas el equipo de IDEAM / MADS demostró el proceso, presentó los resultados y proporcionó documentación y datos incluyendo: (1) el formulario de control de procesos para 2014; (2) el script Python operado en ArcGIS para producir informes de control de calidad; (3) ejemplos de informes de control de calidad; (4) ejemplo de datos de área de cambio y revisión de bosque para la escena 7-58, y (5) un archivo Excel con todos los resultados de QC 2015 para todas las escenas incluyendo (a) polígono de áreas de revisión (b) mapa de revisión (c) revisión de la deforestación <1 ha (d) .png archivos de informes para cada polígono revisado, y (6) archivo de control de calidad incluyendo: sensores, imágenes, intérpretes, datos La ubicación de almacenamiento y los nombres de archivo de todos los productos provisionales creados para la escena.

El equipo de verificación encontró que los procedimientos revisados y / o demostrados para el Control de Calidad del Paso 10 aplican metodologías de acuerdo con el FREL y con buenas prácticas internacionalmente aceptadas en detección remota, SIG y control de calidad. El proceso implementado por IDEAM / MADS sigue muy de cerca el proceso delineado en el FREL y el equipo de verificación recomienda presentar un ejemplo de productos y resultados de QC como anexo al Informe ER, ya que

esto demuestra el rigor del programa IDEAM / MADS Y mejoraría la transparencia e integridad del Informe ER.

El equipo de verificación también pidió más aclaraciones sobre las medidas de evaluación y ajuste de la exactitud del mapa, para revisar cómo el equipo IDEAM / MADS llevó a cabo el proceso descrito brevemente en el Informe ER y en el Anexo A del FREL.

REGIÓN	INTERPRETE	MAPA DE ERRORES	COMPLETADO	INTEGRIDAD	PRECISIÓN	EXACTITUD	APROBADO	DEFERENCIA	OPINIONES ENTREGADAS
URU	OPRÓCER A	<p>MAPA DE ERRORES</p> <p>Valado Escala: 1:50,000 Mapa del 2014 al 2015 Mapa del 2014 al 2015</p> <p>"S 16 N 10 E" MANTEN CLASIFICA Escala: 1:50,000 Valado Escala: 1:50,000 Mapa del 2014 al 2015 Mapa del 2014 al 2015</p> <p>"S 16 N 10 E" MANTEN CLASIFICA Escala: 1:50,000 Valado Escala: 1:50,000 Mapa del 2014 al 2015 Mapa del 2014 al 2015</p>	SI	SI	SI	SI	SI	SI	Problemas QC
URU	OPRÓCER B	<p>MAPA DE ERRORES</p> <p>Valado Escala: 1:50,000 Mapa del 2014 al 2015 Mapa del 2014 al 2015</p> <p>"S 16 N 10 E" MANTEN CLASIFICA Escala: 1:50,000 Valado Escala: 1:50,000 Mapa del 2014 al 2015 Mapa del 2014 al 2015</p>	SI	SI	SI	SI	SI	SI	Problemas QC

Figura 12 Resultados de QA / QC 2015 del proceso iterativo que utiliza ACATAMA para evaluar la precisión del mapa para el mapa de clasificación de uso de la tierra y el mapa de detección de cambios.

AÑO	IMAGEN	REGION	INTERPRETE	NOMBRES DE LOS ARCHIVOS	IMAGEN DE COMPUESTOS Y ARCHIVO SHAPE DEL AREA DE TRABAJO	ENTREGA DE MAPA DE CAMBIO A CONTROL DE CALIDAD	SUPERO EL MAPA ENTREGADO EL 80% DE EXACTITUD TEMATICA DEL PRODUCTOR	OBSERVACION AL PROCESO DE AJUSTE DEL QC (DESDE LA SEGUNDA ENTREGA EN ADELANTE)	ENTREGA DE LA VERSION FINAL	FECHA DE ENTREGA DE LOS PRODUCTOS FINALES			AVANCE
										Año	Mes	Día	
3	57	AMAZONAS	Cesar Yalobassa	SI	SI	SI (ajustado V2)	NO V2 (Omisión Def)	Pendiente Nueva Entrega Ajustada QC	SI	2016	Julio		85%
3	58	AMAZONAS	Cesar Yalobassa	SI	SI	SI (ajustado V2)	SI (Con ajustes)	Finalizado QC	SI	2016	Julio		85%
3	59	AMAZONAS	Katia Yergas	SI	SI	SI (ajustado V2)	SI (Con ajustes)	Finalizado QC	SI	2016	Julio		95%
4	56	AMAZONAS	Cesar Yalobassa	SI	SI	SI	SI (Con ajustes)	Finalizado QC	SI	2016	Julio		90%
4	57	AMAZONAS	Cesar Yalobassa	SI	SI	SI	SI (Con ajustes)	Finalizado QC	SI	2016	Julio		90%
4	58	AMAZONAS	Katia Yergas	SI	SI	SI (ajustado V2)	SI (Con ajustes)	Finalizado QC	SI	2016	Julio		95%
4	59	AMAZONAS	Rosa Lozano	SI	SI	SI (ajustado V2)	SI (Con ajustes)	Finalizado QC	SI	2016	Julio		85%
4	60	AMAZONAS	Juan Pablo Ramirez	SI	SI	SI (ajustado V2)	SI (Con ajustes)	Finalizado QC	SI	2016	Julio		85%
4	61	AMAZONAS	Omar Sotelo	SI	SI	SI (ajustado V2)	SI (Con ajustes)	Finalizado QC	SI	2016	Julio		85%
4	62	AMAZONAS	Osiribari Ferozo	SI	SI	SI (ajustado V2)	SI (Con ajustes)	Finalizado QC	SI	2016	Julio		85%
4	63	AMAZONAS	Andres Zubaga	SI	SI	SI (ajustado V2)	SI (Con ajustes)	Finalizado QC	SI	2016	Julio		95%
6	55	ORINOQUIA	Katherine Esmal	SI	SI	SI (ajustado V2)	SI (Con ajustes)	Finalizado QC	SI	2016	Julio		85%
6	56	ORINOQUIA	Andres Zubaga	SI	SI	SI (ajustado V2)	SI (Con ajustes)	Finalizado QC	SI	2016	Julio		85%
6	57	ORINOQUIA	Katia Yergas	SI	SI	SI (ajustado V2)	SI (Con ajustes)	Finalizado QC	SI	2016	Julio		95%
6	58	AMAZONAS	Rosa Lozano	SI	SI	SI (ajustado V2)	SI (Con ajustes)	Finalizado QC	SI	2016	Julio		85%
6	59	AMAZONAS	Omar Sotelo	SI	SI	SI (ajustado V2)	SI (Con ajustes)	Finalizado QC	SI	2016	Julio		85%
6	60	AMAZONAS	Osiribari Ferozo	SI	SI	SI	SI (Con ajustes)	Finalizado QC	SI	2016	Julio		90%
6	61	AMAZONAS	Juan Carlos Rubiano	SI	SI	SI (ajustado V2)	SI (Con ajustes)	Finalizado QC	SI	2016	Julio		85%
6	62	AMAZONAS	Diana Liza	SI	SI	SI (ajustado V2)	SI (Con ajustes)	Finalizado QC	SI	2016	Julio		95%
6	55	ORINOQUIA	Katia Yergas	SI	SI	SI (ajustado V2)	SI (Con ajustes)	Finalizado QC	SI	2016	Julio		95%
6	56	ORINOQUIA	Andres Zubaga	SI	SI	SI (ajustado V2)	SI (Con ajustes)	Finalizado QC	SI	2016	Julio		95%
6	57	ORINOQUIA	Rosa Lozano	SI	SI	SI (ajustado V2)	SI (Con ajustes)	Finalizado QC	SI	2016	Julio		85%
6	58	AMAZONAS	Osiribari Ferozo	SI	SI	SI (ajustado V2)	SI (Con ajustes)	Finalizado QC	SI	2016	Julio		85%
6	59	AMAZONAS	Omar Sotelo	SI	SI	SI (ajustado V2)	SI (Con ajustes)	Finalizado QC	SI	2016	Julio		85%

Figura 13 IDEAM / MADS archive Excel que contiene registros de medidas de QA / QC que incluyen el nombre del intérprete, la ruta / fila, los ajustes, las fechas y la precisión.

Paso 11. Ajuste del mapa final, validación cruzada, y mosaico (paso 4.3.4 Anexo A FREL, pasos 15 y 17 en Diagrama de Proceso)

Notas de proceso

En este paso, se realizan los ajustes finales a los mapas de escena antes del mosaico, luego se produce el mosaico final, se valida cruzadamente y se ajusta para producir un mapa de cambio final para el período de evaluación. El ajuste final a los mapas de escenas incluye la recodificación de las áreas "sin datos" en la serie histórica según sea necesario. Después, se superponen todos los mapas finales por escena para evaluar las áreas de superposición de escenas antes de producir un mapa de mosaico (v1). La validación cruzada del mosaico se realiza para identificar y ajustar errores del mapa con un foco en inconsistencias en códigos del mapa en las áreas del solapamiento. En la última sub-etapa, se produce un mapa final del mosaico del cambio anual del bosque, que representa los datos de actividad para el período de verificación.

Conclusiones y Recomendaciones

El equipo de verificación solicitó más aclaraciones sobre las revisiones finales del mapa y las etapas de ajuste, ya que no estaba del todo claro para el equipo cómo se llevó a cabo este proceso en la revisión del informe ER y del Anexo A del FREL. El equipo IDEAM / MADS aclaró y demostró (1) el diagrama de proceso técnico (2) un mapa de las áreas de superposición de escenas y (3) los mosaicos finales que representan los mapas de cambio de bosque para el 2015.

El equipo de verificación encontró que los procedimientos revisados y / o demostrados para este paso aplican metodologías de acuerdo con el FREL y con las buenas prácticas internacionalmente aceptadas en teledetección. Además, el equipo de IDEAM / MADS aclaró que este proceso lo lleva a cabo un solo intérprete independiente que no participó en los pasos de procesamiento anteriores, lo que proporcionó una última capa de control de calidad sólido antes de la configuración del mapa final.

El equipo de verificación no tiene recomendaciones adicionales para los procesos utilizados durante la fase de "Configuración final del mapa, validación cruzada y mosaico".

Fase 3 Evaluación de exactitud

Paso 12. Diseño de muestreo e implementación (paso 4.4.1 Anexo A FREL, paso no incluido en Diagrama de Proceso)

Notas de proceso

La evaluación de precisión de mapa sigue los métodos de Olofsson et al. (2014), para evaluar la exactitud de la clasificación del cambio forestal con datos de referencia, construir una matriz de errores, y calcular la incertidumbre. Se utiliza un esquema de muestreo aleatorio estratificado con puntos de muestreo asignados entre clases de mapas proporcionales a su área, para luego redistribuir algunos puntos de muestreo a clases pequeñas pero importantes (por ejemplo, la deforestación). Esto reduce los

errores estándar en las estimaciones de precisión para estas clases raras (Olofsson et al., 2014). El error permitido se estableció en 0,003% y el tamaño total de la muestra fue de 3604 puntos, solo dos puntos de diferencia en comparación con el tamaño de muestra utilizado para el informe del 2013-2014. El esquema de muestreo se implementó en QGIS utilizando la Herramienta ACATAMA, justo como se recomienda en el Anexo A del FREL, para asignar al azar la distribución de puntos dentro de las clases designadas y establecer una distancia de 500 m entre puntos para evitar la auto-correlación espacial.

Conclusiones y Recomendaciones

El equipo de verificación solicitó mayor aclaración y discusión sobre el esquema de muestreo, ya que no estaba completamente claro para el equipo qué decisiones se tomaron al establecer el tamaño de la muestra y al asignar muestras entre diferentes clases. El equipo de IDEAM / MADS aclaró el proceso de muestreo durante las sesiones técnicas (1) proporcionando documentación adicional incluyendo la hoja de cálculo de Excel " Resultados_2014_2015_Amazonia.xlsx" " (ver Figura siguiente) utilizada para determinar el esquema de muestreo estratificado y (2) la realización de una demostración interactiva de la herramienta ACATAMA e interfaz con QGIS. La revisión y discusión de la hoja de cálculo de muestreo confirmó que el número de muestras se basó en la tasa de error, establecida con límites adecuados y prácticos, correctamente calculada, y razonablemente distribuida entre las clases. El error permisible del 0,003% se sitúa por debajo del umbral recomendado por el Anexo A del FREL (1%), por lo que es conservador.

El equipo verificador confirmó con el equipo de IDEAM/MADS de que se usaron un conjunto de puntos de validación generados aleatoriamente para la evaluación inicial de exactitud, como parte del proceso de control de calidad. Se entiende también que cuando un error es mayor que al de un objetivo mínimo, que estos puntos se reevalúan, y para los errores descubiertos, que esos píxeles del mapa alrededor de esos puntos se corrigen. Desde ese punto, el equipo verificador solicitó una aclaración, preguntando si los puntos que representaron errores corregidos fueron eliminados del conjunto de muestreo de validación, y si estos fueron reemplazados por un nuevo conjunto de puntos aleatorios para la evaluación final de precisión del mapa. El equipo de IDEAM/MADS confirmó que la evaluación de la exactitud es completamente independiente del proceso de validación del mapa, y que el conjunto de puntos aleatorios es completamente diferente. El número de puntos proviene de una muestra estratificada balanceada aleatoria tomada del área de las 6 clases (bosque estable en alto riesgo de deforestación BA-RA, bosque estable en áreas de bajo riesgo de deforestación BA-RB, Deforestación en áreas de alto riesgo Deforestación DEF-RB, No bosque en áreas de alto riesgo de deforestación NB-RA, y no forestal estable en áreas de bajo riesgo de deforestación NB-RB) tal como se presenta en el Documento metodológico, con un error estándar esperado de 0,003% y cubriendo todo el Bioma Amazónico. El archivo "Datos Validación" and el archivo "Resultados_2014_2015_amazonia.xlsx" contienen los puntos de muestra de este proceso de evaluación de precisión para el Bioma Amazónico.

CLASE	BE-RA	BE-RB	DEF-RA	DEF-RB	NB-RA	NB-RB	TOTAL	AREA (ha)	Wi
BE-RA	1012				10		1022	14,039,288	0.306
BE-RB		1851		1		21	1873	25,737,750	0.561
DEF-RA	4		193		3		200	52,501	0.001
DEF-RB		2		65		3	70	5,471	0.000
NB-RA	19				311		330	4,529,455	0.099
NB-RB		9				100	109	1,499,555	0.033
TOTAL	1035	1862	193	66	324	124	3604	45,864,019	1

Tabla 1 Estratificación y asignación de parcelas dentro de ACATAM. "BE" = bosque estable, "DEF" = deforestación, "NB" = no bosque. "RA" = alto riesgo, "RB" = bajo riesgo.

Etiquetas de fila	Bosque	Deforestacion	No Bosque (en blanco)	Total general
1		2863	1 31	2895
2		6	258 6	270
5		28	411	439
(en blanco)				
Total general		2897	259 448	3604

Tabla 2 Asignación de puntos asociadas con bosques (1), deforestación (2) y no forestales (5).

El equipo de verificación encontró que los procedimientos revisados y / o demostrados para este paso aplican metodologías de acuerdo con el Informe de FREL y ER, y con las buenas prácticas internacionalmente aceptadas en la evaluación de exactitud de mapas. El equipo de verificación recomienda agregar los sub-pasos de evaluación de precisión (12-14) al diagrama de proceso técnico para mejorar la transparencia e integridad de este documento técnico.

Paso 13. Interpretación de puntos de muestreo (paso 4.4.2 Anexo A FREL, paso no incluido en Diagrama de Proceso)

Notas de proceso

La interpretación del cambio de la cubierta de tierra en los puntos de muestreo permitió la construcción de un conjunto de datos de referencia que podría utilizarse para evaluar la precisión del mapa de cambio final. La interpretación en los puntos de muestreo se realizó mediante inspección visual de las imágenes de satélite en las fechas de inicio y finalización del período de verificación. La asignación de la clase de mapa a los puntos de muestreo se realizó utilizando la herramienta ACATMA y QGIS. Las imágenes de satélite utilizadas en este paso son el mismo conjunto de imágenes de Landsat utilizadas en el desarrollo del mapa de cambios final. Tres técnicos que no participan en el mapeo recogen el conjunto de datos de referencia independientemente, sin hacer referencia a los mapas desarrollados y utilizando sólo imágenes satelitales para interpretar el cambio de la tierra durante el período de evaluación.

Conclusiones y Recomendaciones

El equipo de verificación solicitó mayor aclaración y discusión sobre la interpretación de puntos de muestreo para construir un conjunto de datos de referencia, ya que el personal, los datos y los protocolos específicos no estaban completamente claros para el equipo en la revisión del informe de ER. El equipo de IDEAM / MADS aclaró y demostró el proceso de interpretación durante las sesiones técnicas de verificación, como se describe a continuación.

Durante las sesiones técnicas, el equipo verificador trabajó con un analista asignado para realizar la interpretación de puntos. El equipo de verificación encontró que los procedimientos demostrados aplican metodologías de acuerdo con el Informe del FREL y del ER. Además, el equipo de verificación confirmó que el equipo de REM en Colombia ahora tiene una evaluación de la precisión del mapa completamente independiente, como se recomienda en el informe de verificación anterior para mejorar la transparencia de todo el proceso.

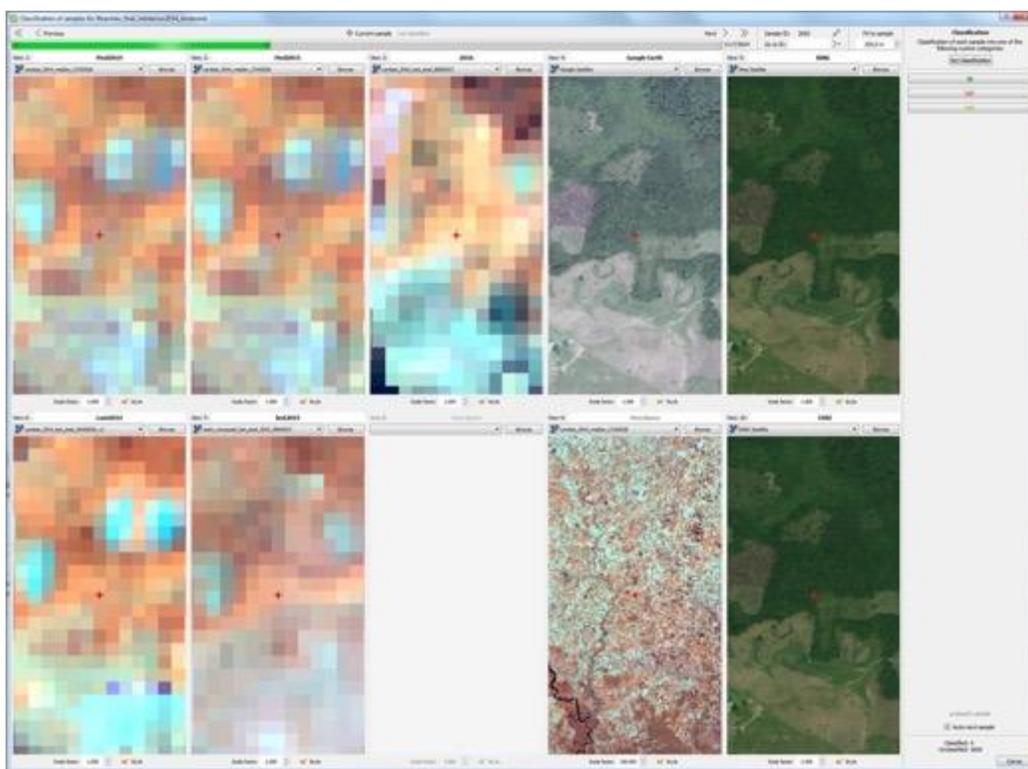


Figura 14 Sample Point Viewer de puntos de muestra en ACATAMA usando ventanas definidas por el usuario para datos de fuente de imagen.

Los datos utilizados en este paso son el mismo conjunto de imágenes Landsat utilizadas en el desarrollo del mapa de cambios final. Este fue un punto de discusión durante las sesiones técnicas de verificación. El Anexo A del FREL requiere que las imágenes de satélite utilizadas para la evaluación tengan la misma o mejor resolución que las imágenes utilizadas para construir el mapa. Si bien es deseable que las imágenes tengan mayor resolución que las imágenes de línea de base, esto no es necesario. Además, podría haber alguna limitación a este enfoque, ya que otros datos del

sensor pueden representar un desajuste con los datos de Landsat en términos de características temporales, espectrales, geométricas y / o radiométricas. Este desajuste podría conducir a errores de clasificación en el conjunto de referencia. El equipo de verificación recomienda que el equipo IDEAM / MADS continúe explorando el uso de datos de alta resolución espacial (es decir, resolución 1-10m) para la recolección de datos de referencia en futuras evaluaciones.

Los datos de referencia deben ser de mejor calidad que los datos del mapa de acuerdo con las buenas prácticas (Olafsson 2014). Esto puede lograrse en el protocolo actual enfocando la interpretación en el nivel de píxeles en los puntos de muestreo usando todas las bandas espectrales de la primera y última imagen del año de evaluación (en comparación con, por ejemplo, la clasificación de un paisaje grande usando valores medianos de bandas compuestas). El equipo de verificación confirmó que el equipo REM de Colombia siga refinando los procedimientos para la recolección de datos de referencia que resulten en datos de mayor calidad en comparación con el mapa de cambios, ya que esto garantizará la mayor exactitud del proceso.

Paso 14. Matriz de errores e intervalos de confianza (paso 4.4.3 Anexo A FREL, paso no incluido en Diagrama de Proceso)

Notas de proceso

En este paso, los datos de referencia recogidos en el último paso se utilizan para estimar la exactitud de la clasificación en el mapa de cambio final. El acuerdo / desacuerdo entre el mapa y la referencia se resume en una matriz de error o confusión, que proporciona una evaluación de la precisión del mapa. La primera matriz de errores presentada en el informe ER (Tabla 5) muestra los recuentos de muestras. A partir de esto, se calcula la frecuencia de correspondencia para evaluar la exactitud de cada clase en términos de proporciones estimadas de clases y errores de omisión y comisión (Tabla 6). Debido a que las medidas de exactitud son estimadas a partir de una muestra, estas estimaciones están sujetas a incertidumbre (Olofsson 2013). La incertidumbre de la estimación se representa mediante el cálculo de su error estándar utilizado para construir intervalos de confianza del 95% (Tabla 7) que muestra el rango de valores en las estimaciones de área para las clases de mapa. Se resalta que se logró un 90% de usuario con una precisión superior para todas las clases, excepto la clase "DEFRB" (No hay bosque en áreas de bajo riesgo de deforestación) al 27% y la clase "NB-RB" (Sin Riesgo de Bosque Bajo) que fue del 83% . La precisión global se estima en 98.2%.

Conclusiones y Recomendaciones

El equipo de verificación solicitó mayor aclaración y discusión sobre este paso, ya que los cálculos y la presentación de los resultados no estaban del todo claros para el equipo en su revisión del informe de ER y las directrices del Anexo A del FREL. El equipo de IDEAM / MADS proporcionó la documentación adicional "Resultados_2014_2015_Amazonia.xlsx" que muestra las fórmulas y todos los cálculos para la evaluación de la exactitud para 2014 y 2015.

Promedio		98.2%					
		BE-RA	BE-RB	DEF-RA	DEF-RB	NB-RA	NB-RB
Usuario	BE-RA	99.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.0%	0.0%
	BE-RB	0.0%	98.8%	0.0%	0.1%	0.0%	1.1%
	DEF-RA	2.0%	0.0%	96.5%	0.0%	1.5%	0.0%
	DEF-RB	0.0%	2.9%	0.0%	92.9%	0.0%	4.3%
	NB-RA	5.8%	0.0%	0.0%	0.0%	94.2%	0.0%
	NB-RB	0.0%	8.3%	0.0%	0.0%	0.0%	91.7%
Productor	BE-RA	98.2%	0.0%	0.0%	0.0%	3.1%	0.0%
	BE-RB	0.0%	99.5%	0.0%	73.0%	0.0%	17.3%
	DEF-RA	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	DEF-RB	0.0%	0.0%	0.0%	27.0%	0.0%	0.0%
	NB-RA	1.8%	0.0%	0.0%	0.0%	96.9%	0.0%
	NB-RB	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	82.6%

Tabla 3 Evaluación de la precisión de los mapas de deforestación utilizando la estratificación basada en el riesgo.

Exactitud Promedio		0.982		
		0.132	Bosque	Deforestacion
Exactitud Usuario	Bosque	98.9%	0.0%	1.1%
	Deforestacion	2.2%	95.6%	2.2%
	No Bosque	6.4%	0.0%	93.6%
Exactitud Productor	Bosque	99.0%	19.9%	7.0%
	Deforestacion	0.0%	80.1%	0.0%
	No Bosque	1.0%	0.0%	93.0%
		1.000	1.000	1.000

Tabla 4 La evaluación de la precisión de la deforestación con las categorías anteriores colapsó en bosques, deforestación y clases no forestales.

La revisión de este documento, otros documentos de orientación y discusión durante las sesiones técnicas de verificación, llevaron a las siguientes conclusiones y recomendaciones:

1. Las matrices de error presentadas en las Tablas 5 y 6 del Informe ER se calculan correctamente usando las ecuaciones presentadas en el Anexo A del FREL y los pasos detallados en Olofsson et al. 2013.
2. El "Área Ajustada", presentada en la Tabla 7, no se describe en el Informe de ER y la fuente de los métodos usados para hacer ajustes de área no está clara. El equipo de verificación recomienda que el equipo REM de Colombia vuelva a examinar si procede a realizar tales ajustes, a proporcionar su justificación, y hacer referencia a los métodos en el Informe de ER, ya que esto mejoraría la exactitud, transparencia e integridad del documento.
3. El "Error" presentado en la Tabla 7 implica un error estándar que no se muestra. En cambio, esta columna presenta la incertidumbre basada en cálculos de error estándar, mostrada como área (ha) que representa $\frac{1}{2}$ del IC del 95%. El equipo de verificación recomienda etiquetar esta columna de la tabla como "Incertidumbre" y mostrar los cálculos de Error Estándar y IC del 95% para en el Informe ER, ya que esto mejoraría la transparencia del proceso y los resultados.
4. El propósito y los resultados de la evaluación de la exactitud no están del todo claros en el Informe de la ER. La exactitud del mapa se establece en un 80% -90% y se determina que está cerca de este rango para la mayoría de las medidas de exactitud calculadas para los mapas 2014 y 2015. El error estándar se fija en 0.5% para generar una muestra apropiada para estimar la incertidumbre alrededor de estas medidas de exactitud. Una discusión mas completa de esto en las secciones 7.2.3 y 7.2.4 del Informe de ER puede proporcionar transparencia e integridad en esta cuestión.
5. El proceso REM de Colombia se enfoca en el análisis de imágenes, determinación de área y "contaje de píxeles" para la generación del Área de Actividad. La evaluación de precisión se utiliza para mostrar dónde pueden ocurrir ciertos tipos de errores en este enfoque y también puede utilizarse como una estimación independiente del área. Este último es problemático en un contexto de Reducción de Emisiones, ya que las estimaciones de área pueden variar ampliamente (por ejemplo, 33.369 - 84.701ha para DEF-RA en la evaluación de 2014.) El equipo de IDEAM / MADS está investigando mejoras para estimar y reportar incertidumbre sobre medidas de exactitud, como por ejemplo investigar funciones de distribución de probabilidad alternativas a lo normal. El equipo de verificación apoya esa investigación y recomienda incluir algunas discusiones y referencias sobre este tema para mejorar la transparencia e integridad del Informe ER y / o del FREL.
6. Durante las discusiones de verificación, quedó claro que el equipo REM de Colombia está empleando una serie de medidas para reducir la incertidumbre y el sesgo en el enfoque basado en imágenes para la generación de áreas de actividad, de acuerdo con las orientaciones del IPCC. El equipo de verificación recomienda ampliar la información sobre las medidas adoptadas

para reducir los sesgos y la incertidumbre en la evaluación del área para mejorar la transparencia y la integridad del Informe ER y / o del FREL.

7. La sección de evaluación de la exactitud generalmente sigue la orientación de las siguientes fuentes: Manual de fuentes de información GOFC-GOLD Sección 2.2 /32/ Monitoreo del cambio en la tierra forestal, y sección 2.7 Estimación de las incertidumbres del IPCC 2006 /33/. El equipo de verificación recomienda hacer referencia a estas fuentes en el Informe ER y / o ampliar la orientación específica en el Anexo A del FREL para incluir los pasos descritos en estas fuentes, ya que esto aumentará la transparencia e integridad del proceso.
8. Una descripción de la estratificación del mapa basada en el riesgo y en las clases del mapa proporcionaría un mejor apoyo para interpretar los resultados de la cartografía y la evaluación de exactitud del mapa. El equipo de verificación recomienda agregar estas descripciones a la sección de métodos del informe ER.

<i>Referencia</i>											
<i>Mapa</i>	Clase	BE-AR	BE-RB	DEF-AR	DEF-RB	NB-AR	NB-RB	Total	A_m [ha]	W_h	
	BE-AR	1012					10		1022	14,039,288	0.306
	BE-RB		1851		1			21	1873	25,737,750	0.561
	DEF-AR	4		193			3		200	52,501	0.001
	DEF-RB			2		65		3	70	5,471	0.000
	NB-AR	19					311		330	4,529,455	0.099
	NB-RB			9				100	109	1,499,555	0.033
	Total	1035	1862	193	66	324	124	3604	45,864,019	1.000	

Tabla 5 Matriz de Error presentada en la tabla 5 del infrom de ER 2015.

	Referencia						Exactitud (%)			
	Clase	BE-AR	BE-RB	DEF-AR	DEF-RB	NB-AR	NB-RB	Usuario	Productor	General
Mapa	BE-AR	8.89199E-07	0	0	0	8.89199E-07	0	0.99	0.982	0.982
	BE-RB	0	1.95274E-06	0	8.9768E-08	0	1.86499E-06	0.988	0.995	
	DEF-AR	1.29059E-10	0	2.22397E-10	0	9.72882E-11	0	0.965	1	
	DEF-RB	0	5.72324E-12	0	1.36769E-11	0	8.45861E-12	0.929	0.27	
	NB-AR	1.60856E-06	0	0	0	1.60856E-06	0	0.942	0.969	
	NB-RB	0	7.49801E-07	0	0	0	7.49801E-07	0.917	0.826	
	Total	0.00158	0.00164	0.00001	0.00030	0.00158	0.00162			

Tabla 6 Evaluación de la precisión presentada en la Tabla 6 del informe 2015 de ER.

Clase	Área Ajustada	Error	Lim. Inf	Lim Superior
BE-AR	14,163,755	72,487	14,018,781	14,308,728
BR-RB	25,559,411	75,398	25,408,615	25,710,206
DEF-RA	50,663	684	49,295	52,031
DEF-RB	18,821	13,743	-8,664	46,306
NB-AR	4,406,826	72,486	4,261,854	4,551,799
NB-RB	1,664,543	74,164	1,516,216	1,812,871

Tabla 7 Estadísticas de confianza presentadas en la Tabla 7 del Informe REM 2015.

Fase 4. Reportes

Paso 15. Estimaciones de área de actividad (paso 4.5 Anexo A FREL, paso no incluido en Diagrama de Proceso)

Notas de proceso

El proceso REM de Colombia se enfoca en el análisis de imágenes, determinación de área y "contaje de píxeles" para la generación del Área de Actividad. La orientación proporcionada en el Anexo A del FREL sobre este tema proporciona algunas definiciones y ecuaciones para: (1) Proporción de superficie cubierta por Bosque Natural, (2) Cambio en área cubierta por Bosque Natural y (3) Tasa de Deforestación; Sin embargo, el proceso actual no evalúa el alcance de la cubierta forestal en un año dado en el análisis final; La generación de áreas de actividad no se basa en evaluaciones del cambio post-clasificación o de la tasa de deforestación. En su lugar, las estimaciones del área de actividad se basan en la evaluación directa del cambio forestal, tal como se detalla en el Informe ER, el FREL y este documento de verificación. Después del mapeo del cambio forestal, el área de deforestación en el mapa final se calcula sobre la base del conteo de píxeles del mapa en la clase de deforestación.

Conclusiones y Recomendaciones

El equipo de verificación confirmó que las áreas finales de deforestación generadas a partir del mapeo se ajustan en base a la evaluación de exactitud (ver Paso 14, Recomendación 2) y luego se usan directamente como una tasa anualizada de deforestación para el período de evaluación. Estas cifras se utilizan en combinación con el Factor de emisión (EF) para calcular las reducciones finales de emisiones. El equipo de verificación recomienda incluir este paso más formalmente en una hoja de cálculo de cálculos dedicada. Esto aumentará la transparencia y proporcionará un seguimiento de este cálculo entre analistas y escritores técnicos, así como proporcionar un registro a largo plazo de este cálculo clave. La anotación de las hojas del cálculo final (como se muestra en el paso 14) también pueden proporcionar un enlace informativo directo entre los cálculos y la presentación de informes, lo que también mejoraría la transparencia del proceso. En el Informe de ER se recomienda revisar la tabla para incluir: (1) áreas de deforestación por estratificación de riesgo como se muestra en otras tablas (2) resumen de áreas de deforestación del mapa de cambio final (3) cualquier ajuste de área y su explicación, con una tabla separada para las reducciones como se describe en el siguiente paso.

Paso 16. Deforestación y Reducción de Emisiones (paso 4.5 Anexo A FREL, paso no incluido en Diagrama de Proceso)

Notas sobre el proceso: En este paso, las Reducciones de Emisiones de CO₂ (ER) se calculan a partir de los datos finales del Área de Actividad en el período de verificación y también las reducciones netas. ER Ecuaciones (Eq. 12 y la Eq. 13) se dan en el FREL y ER Informe. Los resultados de este cálculo son la base para el pago REM. El equipo de verificación revisó los documentos disponibles y no se solicitó ninguna aclaración adicional para este paso.

Conclusiones y Recomendaciones

En el actual proceso de REM de Colombia para la contabilidad de Reducciones de Emisiones, este paso puede ser realizado y reportado junto con el Paso 15. Sin embargo, se recomienda separar los métodos y reportar para Estimaciones de Reducción de Emisiones y Área de Actividad por separado para hacer este cálculo clave más fácilmente identificable y comparable a otros procesos de REDD +, y para facilitar revisiones futuras de cálculo e informes a medida que el proceso REM de Colombia evolucione (por ejemplo, cambiando la base para el reporte de áreas de actividad y / o cálculos de ER basados en áreas o expandiendo las series de ER para incluir estratificación, Degradación forestal y factores de emisión modificados y / o estratificados).

Paso 17. Informes de incertidumbre y sesgos (paso 4.5 Anexo A FREL, paso no incluido en Diagrama de Proceso)

Notas sobre el proceso:

El informe de la ER proporciona una sección final, separada sobre la incertidumbre de los informes y sesgos después de los resultados de la ER. Aunque en el FREL se proporciona orientación general sobre la presentación de informes, no se proporcionan directrices específicas para la presentación de informes. El actual informe de ER incluye: (1) resultados de la evaluación de exactitud de mapas y (2) informes de la incertidumbre sobre el factor de emisión. El equipo de verificación revisó los documentos disponibles y no se solicitó ninguna aclaración adicional para este paso.

5.3 Indicador 2: Reducciones de emisiones de la deforestación en el bioma amazónico colombiano, medidas como toneladas de equivalentes de CO₂.

5.3.1 Validación de metodología

a. Descripción de Metodología

De acuerdo con el informe anual de Colombia sobre las reducciones de emisiones en el Bioma Amazónico, las emisiones fueron determinadas al multiplicar el área deforestada durante el periodo de análisis por el promedio ponderado de CO₂e estimado para el bioma amazónico de Colombia (*i.e.* factor de emisión).

$$\hat{y}_f = A_f \bar{y}_h$$

En donde A_f es el área (en ha/año) deforestada en el bioma amazónico colombiano durante el periodo de análisis.

Para determinar el factor de emisión por hectárea en el bioma amazónico, se hizo una estratificación del área cubierta por el FREL siguiendo la clasificación bioclimática de Holdridge et al. /46/, indicando que el 99,2% de la zona está clasificada como selva tropical bajo este régimen. Como bien lo explica el informe sobre la evaluación técnica del nivel de emisión de referencia /7/, la densidad de biomasa para este estrato de selva tropical fue determinada usando los datos de 721 parcelas de muestreo establecidas entre 1990 y 2014. De estos datos, 70 parcelas fueron excluidas de esta estimación debido a que la

distribución de diámetros de individuos dentro de esta muestra fue irregular, y/o porque hubo una diferencia de más de 100 m entre las elevaciones reportadas e interpoladas, posiblemente indicando una errónea recopilación de datos. Después de esta exclusión, 651 parcelas permanecieron en la muestra.

La densidad de la biomasa aérea para estas 651 parcelas se estimó utilizando una única ecuación alométrica desarrollada por Álvarez et al. (2012) mediante un muestreo de 631 árboles en Colombia /47/. La biomasa subterránea se relacionó con la biomasa aérea utilizando una ecuación desarrollada por Cairns et al. (1997) /48/. El área total de la muestra fue de aproximadamente 133 ha y los tamaños de parcela oscilaron entre 0,1 y 1,5 ha. Los datos se agruparon por tamaño de parcela y tipo de bosque, y por la contribución de cada grupo a la densidad total de la biomasa, la cual fue proporcionada inversamente por la varianza dentro del grupo. La densidad total de biomasa establecida por este proceso fue de $328 \pm 11,7$ t / ha. Desde ahí, y mediante la aplicación de la relación entre la raíz y el brote (0,37) de las directrices 2006 del IPCC /33/ y de Langner et al. (2014) /48/, el valor por defecto del contenido de carbono de 0,47 toneladas de carbono por tonelada de biomasa sugerido por las directrices 2006 del IPCC /33/, y el factor de conversión de 3,67, la densidad de biomasa promedio fue determinada como 566,1 t de CO₂ eq / ha, valor que fue el aplicado a la superficie bruta deforestada en el cálculo del FREL.

Una vez obtenida la densidad de biomasa promedio emitida por superficie bruta deforestada, las emisiones del nivel de referencia, como también las emisiones brutas de CO₂e del análisis del informe del 2013-2014 se obtuvieron al multiplicar el área deforestada durante el periodo de análisis (*i.e.* datos de actividad) por el promedio de CO₂e estimado por hectárea para el bioma amazónico de Colombia (factor de emisión).

$$\hat{y}_f = A_f \bar{y}_h$$

En donde A_f es el área (en ha/año) deforestada en el bioma amazónico colombiano durante el periodo de análisis.

b. Validación de metodología contra criterios

De acuerdo con la evaluación técnica del FREL llevada a cabo por el equipo técnico de la CMNUCC, se determinó que la biomasa promedio reportada por Colombia en su FREL es consistente con datos publicados internacionalmente. Más específicamente, se encontró que el componente terrestre ($273 \pm 9,8$ t / ha) de la biomasa total reportada por Colombia está dentro del rango de defecto (120-400 t / ha, estimación central 300 t / ha) establecido por el IPCC /33/, y también dentro del rango reportado por Langner et al. (2014) /48/, que es de 242 ± 43 t / ha para la biomasa aérea en selvas tropicales en América del Sur.

A pesar de que estos valores utilizados para la densidad de carbono en el bioma de la Amazonia colombiana sean consistentes con datos internacionales, se identifica que la distribución de las parcelas de muestreo utilizado incluye a dos áreas de parques nacionales y un área de mayor deforestación

históricamente. Adicionalmente, también se identifica que esta distribución de parcelas fue determinada principalmente por cuestiones de accesibilidad en la zona, y primordialmente por la penetrabilidad de vías de transporte usando ríos. Tal como se observó en la evaluación técnica anterior, se señala que esta distribución no sería estadísticamente representativa de una muestra de probabilidad para el bioma amazónico. Sin embargo, se identifica que Colombia está consciente de esto, y que por ende se espera proporcionar datos más estadísticamente representativos del bioma en un futuro cercano, como también una posible estratificación más optimizada de los tipos de bosque en la zona, posiblemente según el riesgo de accesibilidad o deforestación, u algún otro variable. Esto aumentaría la precisión de las estimaciones de la densidad de carbono y también permitirá que el carbono de suelo y las reservas de madera muerta se pudiesen incluir en el FREL y en otros periodos de monitoreo/análisis.

Por último, se identifica también que, aunque no sea un requisito bajo el alcance de esta verificación, que en las estimaciones del informe de las reducciones de emisiones para el año 2015 no se incluye un análisis y/o resultados de la incertidumbre agregada obtenida como resultado de la diferencia entre un FREL y las emisiones de deforestación de un determinado periodo de evaluación, conforme los procedimientos establecidos en el Global Forest Observations Initiative /31/. Aunque no influye en la determinación de esta verificación, este procedimiento sí forma parte de las recomendaciones de cambio a futuro para este tipo de análisis.

5.3.2 Verificación del indicador

Una vez justificada la metodología utilizada tanto en el FREL como en el informe de emisiones del 2015 para obtener el factor de emisión correspondiente para el bioma amazónico, los requisitos mínimos bajo el alcance de esta verificación dictaminan que el equipo verificador simplemente necesita confirmar que se haya utilizado la misma cifra promedio de densidad de carbono por hectárea en el informe del 2015 que en el del FREL para confirmar la coherencia y comparabilidad entre estos estudios. Bajo este criterio, el equipo verificador puede confirmar que se ha utilizado la misma cifra de densidad de carbono para ambos análisis (la de 566.1 CO₂e (t/ha).

Sin embargo, y como se menciona anteriormente, se recomienda que estudios que se lleven a cabo en un futuro incorporen en su análisis los pasos y resultados de incertidumbre agregada al obtener la diferencia de un FREL y las emisiones de deforestación de un determinado periodo de evaluación conforme las mejores prácticas y guías internacionales /31/.

Por último, también se identifica que el intervalo de confianza asociado al factor de emisión presentado en el informe del 2015 identifica correctamente a los resultados de la incertidumbre asociada a los factores de emisión. De acuerdo con el FREL /1/ y al informe de la evaluación técnica del mismo /7/ el intervalo de confianza asociado al factor de emisión es de $\pm 11,7 \text{ Mg/ha}$, con un error de muestreo de 1,8%, como actualmente lo establece el informe.

6 Evaluación de Avances en Hoja de Ruta MRV

Uno de los objetivos de esta verificación fue también proporcionar una evaluación del grado en el que se han realizado mejoras al sistema de MRV desde el 2015 y desde la última verificación, de acuerdo con el Mapa de Ruta MRV acordado por MADS y KfW; y hasta qué punto estas han resultado en la corrección de sesgos, la precisión y la reducción de incertidumbre.

Aunque se han identificado numerosas áreas de mejora en este sentido, como se verá a continuación, es necesario resaltar que toda la información utilizada por este y por futuros informes bajo el actual programa de REDD Early Movers será proporcionada por el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMByC) de Colombia; y que este solo tendrá que regirse a los procesos y niveles de exactitud y precisión establecidos por la acordada línea base para poder acceder a los pagos correspondientes, es decir, al nivel de emisión de referencia forestal sub-nacional para la deforestación (FREL) presentado por Colombia a la CMNUCC en el 2014 /1/.

Aun así, se reconoce también que el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMByC) de Colombia, liderado aun por el IDEAM y bajo las directrices del MADS, se ha convertido en el instrumento primordial para llevar a cabo todos los análisis necesarios para un futuro mecanismo REDD en Colombia, e incluso para el monitoreo de los bosques y del carbono terrestre del país en términos generales, por lo que actualmente ya puede proporcionar información necesaria para estimar (i) reservas de carbono almacenadas en bosques naturales, (ii) las emisiones asociadas con la deforestación y/o degradación de esos bosques, (iii) el aumento de las reservas de carbono, y (iv) el reporte de las incertidumbres asociadas con cada una de ellas. El sistema ya ha llegado a un nivel donde incluso ya puede sobrepasar los rubros establecidos bajo la línea base utilizada para esta verificación, y el equipo de verificación también ha logrado comprobar que el sistema ha estado, y que continua, bajo un proceso constante de mejoramiento y adaptación.

En términos generales, el equipo verificador ha encontrado que desde el 2015, y en especial desde la última verificación, que el sistema ha atravesado un proceso de mejora continua constante, y que su capacidad para incorporar nuevos datos que permitirán mejorar su precisión y exactitud, ha seguido en incrementación desde su inicio. Durante la última y primera verificación bajo el programa REM, se incluyó una Hoja de Ruta para el mejoramiento del sistema de monitoreo de bosques y carbono, o MRV, donde se detallaron las actividades previstas acordadas, las instituciones responsables, las fechas de inicio, fechas de finalización y los productos asociados con estos acordados procesos de mejora entre las entidades donantes y los proponentes del programa. Fue la opinión del equipo verificador que esta hoja de ruta no sólo era teórica y técnicamente sólida y realista, sino que también abarcaba todas las áreas principales de mejoras necesarias a sistema de MRV, incluso también tomando en cuenta las circunstancias nacionales en las que se encuentra Colombia en la actualidad, como también los objetivos a lograrse a corto, mediano, y largo plazo para el sistema SMByC y para el inventario forestal nacional.

A continuación, y de acuerdo con cada una de las categorías/áreas principales de la Hoja de Ruta establecida, el equipo verificador proporciona una evaluación del grado realizado de las mejoras al

sistema de MRV desde el 2015 y desde la última verificación. A petición de los donantes, se proporciona también una evaluación cuantitativa del progreso de cada hito/actividad de la hoja de ruta, usando 4 categorías (cumplidas; > 50% de progreso; <50% de progreso; sin progreso).

6.1 Fortalecimiento Institucional

#	Actividad Propuesta en Hoja de Ruta MRV	Evaluación de Avance del Equipo Verificador	Evaluación Cuantitativa
1.1	Fortalecer las capacidades técnicas para el monitoreo forestal basado en integración de datos de Observación de la Tierra e información levantada en campo en Autoridades ambientales regionales.	Bajo esta categoría, el equipo verificador ha podido confirmar que se han llevado a cabo sesiones de capacitación a través de contratos por el IDEAM a funcionarios y/o contratistas de autoridades ambientales regionales en Colombia, como por ejemplo para las áreas de Cormacarena, Caqueta, y en las oficinas gubernamentales de Corpoamazonia; como también que se han entregado equipos, o infraestructura, de procesamiento de datos, a sedes de autoridades ambientales regionales. /60/. Existen presentaciones y planes de capacitación que también se han preparado para este fin /61/, como también informes de gestión donde se describen a fondo las capacitaciones llevadas a cabo, que incluyen a personas como funcionarios de corporaciones autónomas regionales, funcionarios de CDA, representantes de consejos comunitarios, resguardos indígenas, entre otros /63/.	> 50% de progreso
1.2	Fortalecer las capacidades técnicas para el monitoreo forestal basado en integración de datos de Observación de la Tierra e información levantada en campo en Instituciones públicas del orden nacional y/o regional.	Junto con la evidencia reunida para la actividad anterior, los informes de gestión y listas de asistencia reunidas /63/64/ indican que se llevaron a cabo sesiones de capacitación ejecutadas por el IDEAM o por sus contratistas con instituciones públicas del orden nacional y/o regional, como lo son personal de parques nacionales (PNN), fiscalías, la policía nacional, ejercito, etc.	> 50% de progreso
1.3	Incorporar elementos de monitoreo comunitario, en procesos de	El equipo verificador puede confirmar que aunque aun no se ha oficialmente incorporado elementos de monitoreo comunitario en procesos de validación de datos de actividad y causas y agentes de deforestación, estos procesos están ya en marcha e incluso cuentan ya	<50% de progreso

	validación de datos de actividad, causas y agentes de deforestación.	con un documento que desde el 2018 oficialmente propone los lineamientos para el monitoreo comunitario participativo en Colombia y su articulación con el sistema nacional de monitoreo de bosques /64/; y que también se han llevado a cabo una serie de intercambios de experiencias, o trueques, donde se han compartido conocimientos y estrategias para la incorporación del monitoreo comunitario dentro del sistema /66/.	
1.4	Desarrollar el componente de fortalecimiento de capacidades del SMBYC a través de procesos de educación formal (maestrías, doctorados, posdoctorados) y no formal (pasantías, talleres técnicos, webinars, etc.).	En este aspecto, no se ha logrado incorporar los números de estudiantes de maestría, doctorado, y/o posdoctorado en las actividades de monitoreo forestal deseados, especialmente por falta de presupuesto para hacerlo. Aun así, el equipo verificador logró comprobar que sí existen algunos estudiantes de maestría y de doctorado elaborando sus tesis a través de algunas de las actividades de monitoreo, y aunque la gran mayoría de intérpretes en el IDEAM son aun contratistas, todos ellos tienen títulos de posgrado, con especialidades relevantes para el trabajo, y son muy bien preparados. Como evidencia, se presentaron numerosos artículos científicos publicados por pasados y actuales funcionarios del sistema de monitoreo de bosques /65/.	<50% de progreso

6.2 Mejoras en Datos de Actividad

#	Actividad Propuesta en Hoja de Ruta MRV	Evaluación de Avance del Equipo Verificador	Evaluación Cuantitativa
2.1	Implementar dentro del SMBYC un mecanismo técnico para asegurar que las áreas marcadas como deforestadas en un periodo determinado, no sean nuevamente reportadas en nuevos periodos de monitoreo.	El equipo verificador, a través de la metodología de verificación aplicada durante este proceso aquí descrito en detalle en secciones anteriores de este informe, se siente conforme que el sistema de monitoreo ha empleado sistemas de control de calidad para asegurar que áreas marcadas como deforestadas en un periodo determinado no sean nuevamente reportadas en nuevos periodos de monitoreo.	Actividad cumplida
2.2	Implementar dentro del SMBYC un mecanismo técnico para la imputación de los datos de actividad en áreas marcadas como <i>Sin información</i> . Esta	El equipo verificador puede confirmar que dentro de los procesos de control de calidad del mapa de cambio de bosque natural usado en el SMBYC durante este periodo de monitoreo que existe un procedimiento adecuado para imputar valores para unidades de observación clasificados como "Sin información" en periodos anteriores de la serie histórica y, posteriormente ajustar las inconsistencias temáticas a	Actividad cumplida

	acción incrementará la confiabilidad, credibilidad y legitimidad de los datos de actividad generados por el SMByC.	partir de la información de los periodos de monitoreo anteriores.	
2.3	Implementar dentro del SMByC metodologías estandarizadas para integrar el componente de monitoreo de la degradación forestal.	Aunque la degradación aún no ha sido oficialmente incorporada dentro del SMByC, el equipo verificador puede confirmar que se han logrado grandes avances en esta actividad en los últimos años, y que su incorporación estaría por darse en un futuro cercano. Evidencia en este entorno es establecida a través de una serie de nuevas publicaciones e investigaciones lideradas por el IDEAM y sus socios en torno al tema de degradación, que incluyen propuestas para la estimación de emisiones del aprovechamiento forestal por tala selectiva, por ejemplo, como también ya publicaciones oficiales que proponen ya primeras aproximaciones sobre las causas de degradación forestal en Colombia, como también una primera estimación de la degradación de los bosques Colombianos a través de un análisis de fragmentación /70/.	> 50% de progreso
2.4	Implementar dentro del SMByC metodologías estandarizadas para integrar el monitoreo operacional de otras coberturas de la Tierra diferentes de Bosque, incluyendo principalmente: otros ecosistemas naturales, vegetación leñosa, plantaciones forestales y cultivos agroforestales.	Para esta actividad, el equipo verificador logró confirmar que el IDEAM ha logrado avances notables en el desarrollo de metodologías para integrar el monitoreo de otras coberturas de tierras, específicamente para el tema de la vegetación leñosa, para la cual se tiene ya información preliminar para el periodo 2000-2010, como también para el monitoreo y validación de cumplimiento de un acuerdo de voluntades para la deforestación cero en la cadena de aceite de palma en Colombia. Sin embargo, aún no se ha podido avanzar notablemente con investigaciones y con el desarrollo de nuevas metodologías estandarizadas para integrar el monitoreo operacional de otras coberturas de la tierra, como lo son, por ejemplo, pastizales, paramos, manglares etc.	<50% de progreso
2.5	Continuar la implementación dentro del SMByC de metodologías automatizadas de procesamiento digital de datos de	El equipo verificador puede confirmar que el IDEAM ha empezado ya a desarrollar metodologías y/o algoritmos de procesamiento del SMBYC que usen procesamiento automatizados, justo como se la ha observado en secciones previas de este informe, como también por ejemplo en las mas frecuentes alertas	> 50% de progreso

	monitoreo para reducir los tiempos de generación de información y aumentar la frecuencia de los reportes.	que ahora se emiten para alertas tempranas de deforestación y de incendios /68/.	
2.6	Implementar operacionalmente dentro del SMBYC la generación de series densas anuales de datos históricos para el monitoreo de la deforestación.	Para esta actividad, el equipo verificador puede confirmar que existe ya una serie histórica de monitoreo de la superficie de bosque/deforestación para el periodo 2000- 2015.	Actividad cumplida
2.7	Implementar dentro del SMBYC la utilización de nuevos conjuntos de datos de Observación de la Tierra, como SAR, Centinela 1 y 2 para mejoramiento del componente de monitoreo de la deforestación; y Lidar como apoyo a la estimación de factores de emisión.	Para esta actividad, el equipo verificador puede confirmar que nuevos conjuntos de datos (p.e SAR, LiDAR, Sentinel 1 y 2) ahora pueden conformar parte de los procesos de control de calidad del monitoreo llevado a cabo, pero que aún no han sido procesados para el monitoreo forestal hasta el día. A LIDAR se lo considera como una opción ya no viable, dado su alto costo y la magnitud de la cobertura del monitoreo que se lleva a cabo.	<50% de progreso
2.8	Articulación técnica de los datos del SNIF y el SMBYC para el monitoreo de la degradación forestal.	El equipo verificador puede confirmar que existen investigaciones lideradas por el IDEAM y que ya se ha logrado reunir información preliminar espacialmente explícita del aprovechamiento forestal que permite empezar a analizar y cuantificar procesos de degradación forestal en Colombia /70/.	> 50% de progreso
2.9	Disponer algoritmos en la nube para facilitar, liberar y masificar el uso de algoritmos de procesamiento en Colombia para la generación de datos de actividad.	Favor referirse a la sección 5.2 de este informe sobre el desarrollo de Algoritmos de PDI disponibles en la nube para el procesamiento de datos bajo el sistema de monitoreo empleado. El equipo verificador puede confirmar los avances alcanzados bajo esta actividad /71/.	> 50% de progreso
2.10	Mejorar infraestructura para almacenamiento,	El equipo verificador puede confirmar que se han logrado grandes avances en lo que va de infraestructura tecnológica que ha ampliado las	> 50% de progreso

	procesamiento y disposición de datos de actividad/factores de emisión.	capacidades de procesamiento y almacenamiento de datos para la generación de nuevos conjuntos de datos de monitoreo forestal. El equipo verificado recibió un tour de esta infraestructura (servidores, seguridad, sistemas antiincendios, etc.) y también conoció sobre los planes para eventualmente llegar a un procesamiento y almacenamiento en la nube /72/.	
--	--	--	--

6.3 Ajuste/Mejoramiento Factores de Emisión

#	Actividad Propuesta en Hoja de Ruta MRV	Evaluación de Avance del Equipo Verificador	Evaluación Cuantitativa
3.1	Implementar el Inventario Forestal Nacional en el bioma amazónico colombiano, a fin de contar con datos e información sobre las existencias de carbono, el volumen de madera, el área basal, el número de individuos arbóreos y la diversidad florística de los bosques naturales de la región.	<p>El equipo verificador sostuvo una reunión con los responsables del Inventario Forestal Nacional en el IDEAM durante la visita de sitio, donde se pudo comprobar los avances bajo esta actividad. El equipo verificador pudo comprobar que existen ya:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) datos e información sobre las existencias de carbono (biomasa aérea, suelos y detritos de madera muerta), el volumen de madera, el área basal, el número de individuos arbóreos y la diversidad florística, no solo sobre la región de estudio, si no también de todas las regiones del país. 2) Una base de datos en donde se compila la información generada a partir de la implementación del Inventario Forestal Nacional en el bioma amazónico colombiano, del cual hasta la fecha se han completado 19% de las parcelas conglomeradas previstas, y 60% de las parcelas permanentes para el país. 3) De acuerdo con los protocolos establecidos /73/, el equipo verificado pudo comprobar que existen métodos ya establecidos para la estimación de contenidos de carbono almacenados en la biomasa aérea, el suelo y los detritos de madera muerta en los bosques 	> 50% de progreso

		<p>naturales presentes en el bioma amazónico colombiano, como también para varias otras regiones del país.</p> <p>Por último, se logró confirmar también que se está elaborando un informe de los resultados obtenidos del análisis de la información generada en el marco de la implementación en campo del Inventario Forestal Nacional en la Amazonia colombiana, como también en el resto del país /73/.</p>	
3.2	<p>Generar datos e información sobre la dinámica del carbono almacenado de los bosques naturales del bioma amazónico colombiano, a partir del establecimiento y la remediación de parcelas permanentes de 1-ha.</p>	<p>Conforme los avances del IFN discutidos y compartidos durante la visita de sitio, el equipo verificador puede confirmar, que, hasta la fecha, se han establecido y se están remediando ocho parcelas permanentes con estas características en el Bioma de la Amazonia Colombiana/73/.</p>	> 50% de progreso
3.3	<p>Generar datos e información necesaria para la estimación de contenidos de carbono almacenados en coberturas no-boscosas naturales y entropizadas, de manera articulada con la implementación del Inventario Forestal Nacional.</p>	<p>Para esta actividad, el equipo verificador logró confirmar que el IDEAM ha logrado avances notables en el desarrollo de metodologías para integrar el monitoreo de otras coberturas de tierras, específicamente para el tema de la vegetación leñosa, para la cual se tiene ya información preliminar para el periodo 2000-2010, como también para el monitoreo y validación de cumplimiento de un acuerdo de voluntades para la deforestación cero en la cadena de aceite de palma en Colombia. Sin embargo, aún no se ha podido avanzar notablemente con investigaciones y con el desarrollo de nuevas metodologías estandarizadas para integrar el monitoreo operacional de otras coberturas de la tierra no boscosas, como lo son, por ejemplo, pastizales, sabanas, y paramos, etc.</p>	< 50% de progreso
3.4	<p>Construir/ajustar ecuaciones alométricas y factores de expansión necesarios para estimar la biomasa de los bosques</p>	<p>El equipo verificador puede confirmar que, aunque se ha desarrollado ya un protocolo y métodos para construir y ajustar ecuaciones alométricas y factores de expansión para estimar la biomasa de ciertas especies en bioma amazónico colombiano, que aun falta trabajo</p>	< 50% de progreso

	naturales del bioma amazónico colombiano.	para seguir desarrollando estas, y que se espera poder tener estos nuevos insumos para el año entrante.	
3.5	Generar información tier 3 sobre las reservas y dinámica del carbono, a partir de la puesta en operación de un conjunto de sitios intensivos de monitoreo de carbono en el bioma amazónico de Colombia.	El equipo verificador puede confirmar que, aunque el protocolo para crear una base de datos en donde se compile información generada en sitios de monitoreo intensivo del carbono para generar información de tier 3, el trabajo de campo para esto aun se está desarrollando, por lo que no se tienen resultados aún.	> 50% de progreso
3.6	Generar una propuesta de incorporación de nuevas actividades REDD+, teniendo en cuenta los resultados obtenidos.	El equipo verificador puede confirmar que, aunque se ha logrado avances notables en el desarrollo de metodologías para integrar el monitoreo de otras nuevas actividades REDD+, como son la degradación /70/, la vegetación leñosa, y el monitoreo de la cadena de aceite de palma /67/; aun no se ha compuesto un nuevo documento técnico consolidado con las demás recomendaciones de incorporación de nuevas actividades REDD+. Se espera este informe pueda estar listo para el 2019.	< 50% de progreso

6.4 Calculo de Incertidumbre

#	Actividad Propuesta en Hoja de Ruta MRV	Evaluación de Avance del Equipo Verificador	Evaluación Cuantitativa
4.1	Incorporar el muestreo anual basado en el uso de imágenes de alta, y muy alta resolución espacial dentro del proceso de validación de resultados temáticos.	El equipo verificador puede confirmar la adquisición de imágenes de sensores remotos de alta resolución espacial en la temporalidad y cobertura requerida; y al mismo tiempo confirmar que los reportes de ER incorporan el uso de información satelital de alta resolución espacial. Sin embargo, vale recalcar que estas imágenes han sido exclusivamente provenientes del programa LANDSAT, y que aun no se han procesado imágenes de más alta resolución en el sistema de monitoreo.	< 50% de progreso
4.2	Reportar las matrices de cambio anuales, las	Favor referirse a la sección 5.1 de este informe para ver como los proponentes del proyecto han	Actividad cumplida

	cuales tendrán una estratificación derivada de la densidad de áreas con cambio en la cobertura de bosque.	cumplido con la estratificación de los puntos de verificación basada en mapas de riesgo de deforestación.	
4.3	Aumentar el tamaño de la muestra para la evaluación de la exactitud temática.	El equipo verificador puede confirmar que, aunque el tamaño de la muestra para la evaluación de la exactitud temática no fue aumentada para el análisis del año 2015, esta si fue aumentada considerablemente para el análisis del año 2016.	< 50% de progreso
4.4	Implementar el componente de aseguramiento y control de calidad (QA/QC) en el marco de la implementación del Inventario Forestal Nacional en el bioma amazónico colombiano.	El equipo de verificación puede confirmar que formularios de campo y datos a nivel de micro-dato, han sido generados durante el desarrollo de actividades de aseguramiento y control de calidad, y que protocolos para presentar indicadores sobre la calidad de los datos generados ahora están en vigencia bajo las operaciones del IFN /73/.	Actividad cumplida
4.5	Avanzar en la estimación de incertidumbres globales que incluya las relacionadas con datos de actividad y factores de emisión.	Como se lo menciona en otras secciones de este informe, una estimación global de la incertidumbre asociada a la estimación de emisiones aun no ha sido llevada a cabo. Se previenen los primeros resultados de esta práctica para Diciembre del 2018.	< 50% de progreso

6.5 Mejoras en la Difusión y Retroalimentación de la Información

#	Actividad Propuesta en Hoja de Ruta MRV	Evaluación de Avance del Equipo Verificador	Evaluación Cuantitativa
5.1	Implementar una plataforma publica web que incorpore un componente de trazabilidad, para la publicación de toda la información relevante del SBYC, en formatos de trabajo, incluyendo documentos metodológicos, catalogo de imágenes de satélite,	El equipo verificador puede comprobar la plataforma de publicación de datos, descrita aquí ha sido implementada y es ya operacional: http://smbyc.ideam.gov.co ; http://incendiosactivos.ideam.gov.co ; http://cdcol.ideam.gov.co	Actividad cumplida

	información geo-referenciada y bases de datos.		
5.2	Lanzamiento y difusión de la plataforma publica web con toda la información relevante del SMBYC, para asegurar su uso efectivo.	. El equipo verificador puede comprobar la plataforma de publicación de datos, descrita aquí ha sido implementada y es ya operacional: http://smbyc.ideam.gov.co ; http://incendiosactivos.ideam.gov.co ; http://cdcol.ideam.gov.co	Actividad cumplida
5.3	Realización de intercambios técnicos con sistemas de monitoreo operacionales en otros países.	El equipo verificador puede confirmar que se han realizado un numero de intercambios técnicos con sistemas de monitoreo operacionales en otros países, tal como webinars y compartimiento de experiencias con países del programa la Alianza del Pacifico, como también intercambios directos con otros países, como lo es Honduras /75/.	> 50% de progreso
5.4	Coordinar y promover espacios de discusión científica de monitoreo de la superficie de bosque natural en Colombia, que puede incluir Foros, seminarios y congresos técnicos.	El equipo verificador puede confirmar que se ha logrado coordinar y promover espacios de discusión científica de monitoreo de la superficie de bosque natural, mayormente, a través de seminarios anuales sobre el monitoreo de cobertura forestal liderados por el ministerio del ambiente y el SIAC (Sistema de Información Ambiental de Colombia). Dichos seminarios han tenido el objetivo de propiciar un espacio de intercambio de conocimiento y experiencias relacionadas con el monitoreo de la cobertura forestal y de otras coberturas a nivel nacional, así como favorecer el trabajo colaborativo para fortalecer los esquemas de monitoreo a nivel nacional y su contribución a los procesos de toma de decisiones. Mayor información sobre este seminario puede encontrarse en su página web: http://www.siac.gov.co/contexto	Actividad cumplida

7 Conclusiones

En términos generales, el equipo verificador puede confirmar que los proponentes del programa han logrado demostrar que los métodos empleados en su análisis bajo el programa REDD Early Movers (REM) han sido consistentes, transparentes, y reproducibles en relación al nivel de referencia de emisión; pero que su capacidad para el monitoreo de bosques incluso ya sobrepasa este nivel, y que incluso se logrado avanzar considerablemente con la gran mayoría de las actividades originalmente acordadas en la hoja de ruta MRV establecida. Es la opinión del equipo verificador de que hoy en día, y a pesar de obstáculos considerables y de circunstancias nacionales únicas, que el equipo del IDEAM ha logrado consolidar e implementar un sistema de monitoreo de bosques nacional de primera línea, que sigue en proceso continuo de mejora, y que ahora puede servir como un ejemplo a seguir para varios de los países vecinos en la región.

Aun así, el equipo verificador junto con los aportes del equipo del IDEAM y conforme la hoja de ruta acordada, logró encontrar espacios para mejorar aún más la coherencia y transparencia del informe producido, como también para aumentar la corrección de sesgos, reducir la incertidumbre, e incrementar la precisión de los resultados, más allá del nivel de referencia establecido. Estos fueron los siguientes:

- Elaboración más detallada de procedimientos operativos estándar (SOP) y descripciones para procesos técnicos (incluyendo insumos y algoritmos para procesos automáticos y procedimientos para procesos manuales) para así agilizar el manejo de datos y mejorar el seguimiento de datos a través del proceso y solidificar consistencia a través de diferentes instituciones, unidades de trabajo, procedimientos de garantía y control de calidad, y en caso de rotación de personal.
- Inclusión de referencias y evidencia adicional para aumentar la transparencia y la trazabilidad de pasos y procesos intermedios de análisis.
- Incorporar el uso de datos de referencia de más alta calidad y ampliar la muestra independiente para su validación, para así aumentar el rigor de la evaluación de exactitud global para las estimaciones de áreas de deforestación.
- Incorporación de análisis y resultados de incertidumbre agregada al analizar la diferencia entre un FREL establecido y las emisiones de deforestación durante un determinado periodo de evaluación, conforme los procedimientos establecidos en el *Global Forest Observations Initiative: Methods and Guidance Document Edition 2.0* (Pre-release). August 1, 2016.
- Incorporar los últimos resultados del Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMBYC) y del Inventario Forestal Nacional para aumentar la precisión de las estimaciones de la densidad de carbono y para permitir que la degradación, y otras fuentes de carbono (suelos y detritos de madera muerta) puedan ser incluidos en futuros FRELs y al posterior análisis para periodos de monitoreo en el futuro.

- Una forma adicional para mejorar la difusión y retroalimentación de estos procesos al público es a través de la difusión de informes anuales o provisionales a determinados periodos de evaluación para comentario público. Este proceso suele ser común para proyectos bajos estándares del mercado voluntario (Climate Community and Biodiversity Alliance (CCBA)) o también como parte de procesos de REDD+ jurisdiccional y otros programas similares.
- Concretar un plan y/o propuesta en torno a la integración del monitoreo de otros sumideros de carbono y de nuevas actividades REDD+, como son la degradación, vegetación leñosa, carbono del suelo, y plantaciones de árboles, para que estas sean tomadas en cuenta para futuros niveles de referencia y/o programas de reducciones de emisiones.

8 Referencias

Listado de Documentación y Datos Recibidos para la Verificación

8.1 Datos/Documentos Recibidos del Cliente

Ref #	Fecha de Recibo	Descripción	Nombre
1	10/10/18	Nivel de Emisión de Referencia Forestal (FREL) 2014	20.10.15col__frel_english_clean_numbers.pdf
2	10/10/18	Informe de Reducción de Emisiones 2015	Reporte_REs-REM2015_09262018.pdf
3	10/10/18	Puntos de Validación Temática 2014-2015	Resultados_2014_2015_Amazonia.xlsx Validacion_Amazonia2015.cpg Validacion_Amazonia2015.dbf Validacion_Amazonia2015.prj Validacion_Amazonia2015.sbn Validacion_Amazonia2015.sbx Validacion_Amazonia2015.shp Validacion_Amazonia2015.shx Validacion_Amazonia2015.xml
4	10/10/18	Mapas que delinear el cambio forestal en el monitoreo (2014-2015) y su leyenda	CAMBIO_2014_2015_V7_amazonia_3116.img CAMBIO_2014_2015_V7_amazonia_3116.rrd Leyenda_cambio.txt
5	10/10/18	Anexo FREL: Protocolos de procesamiento de imágenes digitales para la cuantificación de la deforestación en Colombia	anexo_a_protocolo_procesamiento_digital.pdf; anexo_b_aportes_tecnicos_datos_de_actividad_y_factors_de_emision.pdf
6	10/10/18	Anexo FREL: Resultados de la simulación de la deforestación para el ajuste del nivel del área subnacional Referencia A8	anexo_c_resultados.pdf
7	10/10/18	UNFCCC: Informe sobre la evaluación técnica del nivel de emisión de referencia forestal propuesto (FREL)	TAR_col.pdf
8	10/10/18	Esquema General de los Principios, Alcance y Requisitos para la Presentación de Informes sobre las Reducciones de Emisiones de la Deforestación Bajo el Programa REM	REM MRV Outline Papers - I Reporting_clean.docx
9	10/10/18	Criterios para la selección y composición del equipo de verificación independiente	REM MRV Outline Papers - II Verification Team_clean.docx
10	10/10/18	Objetivos y esquema del proceso de verificación	REM MRV Outline Papers - III Verification Process_clean.docx
11	10/10/18	Presentación Sobre Proceso de Enmascaramiento	Enmascaramiento.pptx
12	10/10/18	Cronograma Acordado para Proceso de Verificación.	Acuerdos MAE-SCS.pdf

13	10/10/18	Imágenes de cambio histórico (archivos tif): 2000-2002, 2002-2004, 2004-2006, 2006-2008, 2008-2010, 2010-2012, 2012-2013	Datos_historicos
14	10/10/18	Términos de Referencia para la Verificación	TDR_Verificacion_independiente2015-2016 AP.DOCX
15	10/10/18	Documento Metodológico para el Monitoreo de Superficie Boscosa en Colombia	Doc_metodológico_Monitoreo_superficie_bosque.pdf
16	10/10/18	Protocolos de control de calidad 2015	Control_procesos_Def_2015.xlsx Procesos_QC_2015_.xlsx
17	10/10/18	Directorio de imágenes 2015	Imagenes_Landsat_2015.xlsx
18	10/10/18	Shapefile de area de estudio: Bioma de amazonia.	Bioma_amazonia_magna.cpg Bioma_amazonia_magna.dbf Bioma_amazonia_magna.prj Bioma_amazonia_magna.sbn Bioma_amazonia_magna.sbx Bioma_amazonia_magna.shp Bioma_amazonia_magna.shp.xml Bioma_amazonia_magna.shx
19	10/10/18	Factores de Emisión: Análisis: Estimación de Bosques y Parcelas	20141204_Datos.csv; 20141204_Estimacion bosque.R; BA_A8.csv; BS_A8.csv; BT_A8.csv 20141204_Ecuaciones.r; 20141204_Estimacion parcela.r; 20141204_Individuos.csv; 20141204_Parcelas.csv
20	10/10/18	Factores de Emisión: Datos:	20141204_Individuos.xlsx 20141204_Parcelas.xlsx
21	10/10/18	Factores de Emisión: Informe y Ejemplo de Calculo	20141204_FE_NREF-Amazonia.pdf 20160301_Ejemplo NREF.xlsx 20160302_Ejemplo NREF.docx
22	10/10/18	Factores de Emisión: Resultados, Salida Grafica y Shapefiles.	20141204_Estimacion.xlsx parcelas_TB_Bioma.jpg 20141201_Parcelas_Amazonia.dbf 20141201_Parcelas_Amazonia.prj 20141201_Parcelas_Amazonia.sbn 20141201_Parcelas_Amazonia.sbx 20141201_Parcelas_Amazonia.shp 20141201_Parcelas_Amazonia.shx

8.2 Documentos de Referencia/Guía

Ref #	Fecha de Obtención	Descripción	Nombre
31	10/10/18	Integración de la teledetección y Observaciones en tierra para Estimación	Global Forest Observations Initiative: Methods and Guidance Document Edition 2.0 (Pre-release). August 1, 2016.

		de emisiones y absorción de gases de efecto invernadero en bosques	
32	10/10/18	Libro de Consulta COP 21: Métodos y procedimientos para monitorear y reportar las emisiones y remociones de GEI asociadas con la deforestación y cambios en el stock de carbono en los bosques (266 pp)	GOFC-GOLD REDD Source Book (2015). Report version COP21-1 and respective updates.
33	10/10/18	Guía para las directrices para inventarios de GEI	IPCC 2006 Guidelines for GHG inventories.
34	10/10/18	Guía de buenas prácticas y gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de GEI (2000).	Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National GHG Inventories (2000).
35	10/10/18	Orientación para la validación y verificación de las declaraciones de gases de efecto invernadero	ISO 14064-3:2006: Greenhouse gases -- Part 3: Specification with guidance for the validation and verification of greenhouse gas assertions
36	10/10/18	Nuevos enfoques para niveles de emisión de referencia forestal y / o niveles de referencia forestal para REDD +.	FAO. 2014. Emerging approaches to Forest Reference Emission Levels and/or Forest Reference Levels for REDD+. The UNREDD Programme, Italy (available at http://www.unredd.net/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=13469&Itemid=53)
37	10/10/18	Consideraciones técnicas para el nivel de emisión de referencia forestal y / o la construcción del nivel de referencia forestal para REDD + bajo la CMNUCC.	FAO. 2015. Technical Considerations for Forest Reference Emission Level and/or Forest Reference Level Construction for REDD+ under the UNFCCC. (Available at http://www.fao.org/publications/card/en/c/1ec59df5-c525-4ccc-9eca-f6618f66e9d2/)
38	10/10/18	Niveles de emisión referencia para REDD, nota técnica.	The Nature Conservancy. 2009. Reference Emission Levels for REDD.
39	10/10/18	Niveles de emisión referencia para REDD, nota técnica.	UN-REDD Programme. Reference Scenario: Establishing Reference Emission Levels
40	10/10/18	SUBMISIONES DE NIVEL DE REFERENCIA FORESTAL EN REDD +: ANÁLISIS DE LAS TENDENCIAS DE PRESENTACIÓN, PRÁCTICAS PRINCIPALES Y ÁREAS DE MEJORAMIENTO.	WWF Forest and Climate Programme. November 2015. FOREST REFERENCE LEVEL SUBMISSIONS UNDER REDD+: AN ANALYSIS OF SUBMISSION TRENDS, LEADING PRACTICES, AND AREAS FOR IMPROVEMENT. (available at: http://wwf.panda.org/wwf_news/?257843/Forest-Reference-Level-Submissions-under-REDD)
41	10/10/18	Niveles de Referencia: Conceptos, Funciones y Aplicación en REDD + y Estándares de Carbono Forestal.	Chagas, T et al. 2013. Reference Levels: Concepts, Functions, and Application in REDD+ and Forest Carbon Standards. Climate Focus. (available at: http://www.climatefocus.com/publications/reference-levels-concepts-functions-and-application-redd-and-forest-carbon-standards)
42	10/10/18	Comisión Forestal de Guyana. 2009. Términos de referencia para el	Guyana Forestry Commission. 2009. Terms of reference for developing capacities for a national

		desarrollo de capacidades para un sistema nacional de monitoreo, reporte y verificación para apoyar la participación de Guyana en REDD +: Antecedentes, evaluación de la capacidad y hoja de ruta.	monitoring, reporting, and verification system to support REDD+ participation of Guyana: Background, capacity assessment and roadmap. Guyana.
43	10/10/18	Guía de buenas prácticas para el uso de la tierra, el cambio de uso de la tierra y la silvicultura	IPCC, Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry, 2003. (available at: http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf.html)
44	10/10/18	Integración de la teleobservación y observaciones terrestres para la estimación de emisiones y absorción de gases de efecto invernadero en los bosques: Métodos y directrices de la Iniciativa de Observaciones Forestales Mundiales.	GFOI, 2014. Integrating remote-sensing and ground-based observations for estimation of emissions and removals of greenhouse gases in forests: Methods and Guidance from the Global Forest Observations Initiative. Group on Earth Observations, Geneva, Switzerland, 2014 (available at http://www.gfoi.org/sites/default/files/MGD_copiedited06082014.pdf)
45	10/10/18	FCPF Carbon Fund Marco Metodológico. Fondo para la Asociación de Carbono Forestal, Banco Mundial	FCPF, 2013. FCPF Carbon Fund Methodological Framework. Forest Carbon Partnership Facility, World Bank (available at https://www.forestcarbonpartnership.org/carbon-fund-methodological-framework)
46	10/10/18	Literatura usada para la estratificación del bosque en el bioma amazónico.	Holdridge LR, Grenke W, Hatheway WH, Liang T and Tosi JA. 1971. Forest Environments in Tropical Life Zones: A Pilot Study. Oxford: Pergamon Press.
47	10/10/18	Literatura usada para referenciar análisis de ecuaciones alométricas para determinar densidad de carbono por hectárea.	Ivarez E, Duque A, Saldarriaga JG, Cabrera K, De las Salas G, Del Valle JI, Moreno F, Orrego SA and Rodríguez L. 2012. Tree above-ground biomass allometries for carbon stocks estimation in the natural forests of Colombia. Forest Ecology and Management. 267: pp.297–308.
48	10/10/18	¿Pueden utilizarse mapas de biomasa tropicales recientes para obtener valores alternativos de nivel 1 para la presentación de informes de actividades REDD + bajo la CMNUCC?	Langner A, Achard F and Grassi G. 2014. Can recent pan-tropical biomass maps be used to derive alternative tier 1 values for reporting REDD+ activities under UNFCCC? Environmental Research Letters. 9(12), 124008.

8.3 Datos/Documentos Recibidos para Evaluación de Avances de Hoja de Ruta MRV

Ref #	Fecha de Recibo	Descripción	Nombre
-------	-----------------	-------------	--------

60	10/19/18	Evidencia de Fortalecimiento Institucional: Capacidades Regionales	Contratos regionales CDA- Cormacarena y Corpoamazonía.pdf
61	10/19/18	Evidencia de Fortalecimiento Institucional: Capacitación	02_Presentacion_aspectos_tecnicos.pdf Diseño de un Plan de capacitación.pdf Presentacion_IDEAM.pdf
62	10/19/18	Evidencia de Fortalecimiento Institucional: Informe de Capacitaciones y Lista de Asistencia	Informe de gestión.pdf Lista asistencia 1.jpg Lista asistencia 2.jpg Lista asistencia 3.jpg
63	10/19/18	Evidencia de Fortalecimiento Institucional: Capacitación de Otras Entidades: Fiscalía, y PNN	Agenda_capacitacion_Fiscalia.pdf Lista de asistencia.pdf 0 - Introducción IDEAM - Marco Normativo IDEAM.pdf 1 - Decreto 1257 de 2017.pdf 2 - Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono.pdf 3 - Protocolo de procesamiento digital de imágenes.pdf 4 - Caracterización nacional de causas & agentes.pdf Agenda_capacitacion_PNN.pdf Caracterización nacional de causas & agentes.pdf Lista asistencia 02 jornada mañana.pdf Lista asistencia 02 jornada tarde.pdf Lista asistencia 03042018.pdf Lista asistencia 04042018.pdf Lista asistencia 05042018.pdf Lista asistencia 06042018.pdf Monitoreo de carbono - Avances y perspectivas.pdf Protocolo de procesamiento digital de imágenes.pdf
64	10/19/18	Evidencia de Fortalecimiento Institucional: Monitoreo Comunitario	Enlace - Lineamientos para el monitoreo comunitario.pdf
65	10/19/18	Evidencia de Fortalecimiento Institucional: Artículos Científicos Publicados	06-YEPES-Contribución de los bosques tropicales de montaña.pdf 0034-7744-rbt-64-01-00399.pdf 18221-54633-3-PB.pdf Armenteras et al REC_2013.pdf Asner et al Biog_2012.pdf Duque_et_alTCS-2014.pdf Phillips et al. 2016.pdf Yepes et al AB_2011.pdf
66	10/19/18	Evidencia de Fortalecimiento Institucional: Intercambio Comunitario	Lista de asistencia_Caqueta.pdf Lista_asistencia_santander.pdf

67	10/19/18	Mejora en Datos de Actividad: Monitoreo operacional de otras coberturas de la Tierra diferentes de Bosque	Acuerdo cero deforestación en palma.pdf Vegetación leñosa 2000-2010.xlsx
68	10/19/18	Mejora en Datos de Actividad: Metodologías automatizadas de procesamiento digital de datos de monitoreo para reducir los tiempos de generación de información y aumentar la frecuencia de los reportes.	Alertas tempranas de deforestacion: Boletin 1.pdf; Boletin 2.pdf; Boletin 3.pdf; Boletin 5.pdf; Boletin 6.pdf; Boletin 7.pdf; Boletin 8.pdf; Boletin 9.pdf; Boletin 10.pdf; Boletin 11.pdf; Boletin 12.pdf Boletin 13.pdf; Boletin 14.pdf Boletin 15.pdf; Boletin4.pdf Link - Indicadores ambientales.pdf
69	10/19/18	Mejora en Datos de Actividad: Implementar dentro del SMBYC la utilización de nuevos conjuntos de datos de Observación de la Tierra	Reporte avances DCI - Mapa Carbono_v1.pdf
70	10/19/18	Mejora en Datos de Actividad: Articulación técnica de los datos del SNIF y el SMBYC para el monitoreo de la degradación forestal.	Degradación: Causas Degradación.pdf Emisiones_TalaSelectiva_Colombia_Dec22-2017.pdf
71	10/19/18	Mejora en Datos de Actividad: Disponer algoritmos en la nube para facilitar, liberar y masificar el uso de algoritmos de procesamiento en Colombia para la generación de datos de actividad.	Repositorio algoritmos.pdf
72	10/19/18	Mejora en Datos de Actividad: Mejorar infraestructura para almacenamiento, procesamiento y disposición de datos de actividad/factores de emisión.	Infraestructura - Centro de datos.pdf
73	10/19/18	Ajustes/Mejoramientos en Factores de Emisión	Manual de Calidad_IDEAM.pdf Manual del IFN_FINAL 20180531.pdf Presentacion avances IFN.pdf Programa de entrenamiento con modulos y actividades.xlsx
74	10/19/18	Mejoras en la difusión y retroalimentación de la información: Plataforma Publica Web	Plataforma SMBYC.pdf
75	10/19/18	Mejoras en la difusión y retroalimentación de la información: intercambios técnicos con sistemas de monitoreo operacionales en otros países.	Alianza del Pacifico Bloque 1: Agenda Webinar Monitoreo Carbono.docx Lista asistencia - día 2 y día 4.pdf Lista de asistencia.pdf; Caracterización nacional de C&A de la transformación de los bosques.pdf Niveles de referencia de emisiones forestales - NREF.pdf Presentación Avances MComunitario.pdf Sistema Nacional de Monitoreo de Bosques - SNSM.pdf Sistema-Nacional-Monitoreo-Bosques_v2.pdf
76	10/19/18	Mejoras en la difusión y retroalimentación de la información: intercambios técnicos con	Alianza del Pacifico Bloque 2: Agenda Webinar Monitoreo Carbono-2.pdf

		sistemas de monitoreo operacionales en otros países.	Cubo de Datos de Colombia - CDCol.pdf IFN - Monitoreo de carbono.pdf Lista día 1 - Bloque 2.pdf Lista día 2 - Bloque 2.pdf Lista día 3 - Bloque 2.pdf Monitoreo espacial de la deforestación.pdf Operación estadística - SMByC.pdf
77	10/19/18	Mejoras en la difusión y retroalimentación de la información: intercambios técnicos con sistemas de monitoreo operacionales en otros países.	Honduras: Agenda Webinar Monitoreo Carbono-2.pdf Cubo de Datos de Colombia - CDCol.pdf IFN - Monitoreo de carbono.pdf Lista día 1 - Bloque 2.pdf Lista día 2 - Bloque 2.pdf Lista día 3 - Bloque 2.pdf Monitoreo espacial de la deforestación.pdf Operación estadística - SMByC.pdf
78	10/19/18	Mejoras en la difusión y retroalimentación de la información: Coordinar y promover espacios de discusión científica de monitoreo de la superficie de bosque natural en Colombia, que puede incluir Foros, seminarios y congresos técnicos.	Link publicaciones IDEAM.pdf Resultados_Monitoreo_Deforestacion_2017.pdf ; Enlace memorias segundo semianrio forestal.pdf Enlace página semianrios 1 2 y 3.pdf lista de asistentes - Segundo seminario forestal.pdf

Anexo A: Listado de Solicitudes de Acciones Correctivas (SAC), Clarificaciones (CL), y Observaciones (OBS)

ID	SAC Mayor/ Menor; CL; OBS	Solicitud de acción correctiva, clarificación, u observación	Respuesta de parte de los participantes de proyecto	Evaluación de la respuesta por parte del equipo verificador
SAC 1	SAC Menor	<p>Requisito: <i>Outline Papers I:</i> Permitir la reconstrucción de las reducciones de emisiones notificadas, como el cambio en la deforestación en comparación con el nivel de referencia y el promedio histórico; y validar la consistencia de la metodología utilizada para estimar las reducciones de emisiones en relación con la metodología establecida por Colombia en el desarrollo de su Nivel de Referencia.</p> <p>Incumplimiento: No esta claro cual es la “descripción metodológica detallada” que debería acompañar al reporte de reducción de emisiones 2015 en ciertas instancias; y muchos de los enlaces y referencias incluidas en el mismo presentan errores, links rotos, y/o referencias a información adicional que no esta disponible por alguna razón u otra.</p> <p>Evidencia objetiva: Al final del primer párrafo de la pagina 20 del reporte de reducción de emisiones 2015 se menciona que, “<i>La descripción detallada del proceso metodológico para la generación de la información de los cambios en la superficie de bosque se encuentra disponible en: https://bit.ly/2LW7rVx.”</i>, pero este link no funciona y no se puede acceder al documento referenciado.</p> <p>En varias otras instancias en el reporte, no se puede descifrar exactamente a cual documento</p>	Los links referenciados han sido reconstruidos y/o reparados.	Después de revisar el informe de ER reenviado, el equipo verificador ahora puede confirmar que todos los enlaces a los que se hace referencia ahora se han corregido y / o han sido reconstruidos apropiadamente. Como resultado, esta solicitud de acción correctiva ahora se puede cerrar.

		<p>metodológico se hace referencia (por ejemplo, al “Doc_metodológico_Monitoreo_superficie_bosque” u al antiguo anexo “anexo_a_protocolo_procesamiento_digital”), por lo que el equipo verificador solicita una clarificación sobre este tema y sus relacionadas referencias.</p> <p>Adicionalmente, el link presentado en la cima de la pagina 27 del reporte tampoco funciona, y se solicita se corrijan los errores de referencia presentes en la pagina 31 del reporte, donde dice, “se construye el compuesto de la mediana y de las demás métricas o estadísticas para todo el país (iError! No se encuentra el origen de la referencia.). Este compuesto también es revisado de acuerdo con las reglas de validación establecidas (iError! No se encuentra el origen de la referencia.).”</p>		
SAC 2	SAC Menor	<p>Requisito: <i>Outline Papers I:</i> Permitir la reconstrucción de las reducciones de emisiones notificadas, como el cambio en la deforestación en comparación con el nivel de referencia y el promedio histórico; y validar la consistencia de la metodología utilizada para estimar las reducciones de emisiones en relación con la metodología establecida por Colombia en el desarrollo de su Nivel de Referencia.</p> <p>Incumplimiento: El diagrama de flujo presentado en la pagina 26 del reporte, donde se detalla el esquema del proceso metodológico aplicado, no esta en castellano y presenta varias inconsistencias y/o errores en comparación con las demás secciones del reporte.</p>	El diagrama de flujo ha sido actualizado y se incorpora la Reporte Res REM 2015 adjunto a este documento	Después de revisar el informe de ER reenviado, el equipo verificador ahora puede confirmar que el diagrama de flujo en cuestión ha sido actualizado apropiadamente. Como resultado, esta solicitud de acción correctiva ahora se puede cerrar.

		<p>Evidencia objetiva: Este diagrama de flujo contiene varios errores y/o inconsistencias con las demás secciones del reporte.</p> <p>Primero, el diagrama debería presentarse en español, y no inglés.</p> <p>Segundo, en donde se presenta el proceso de apilamiento de bandas justo antes del análisis de cambio y de componentes principales, se menciona que se apilan 6 bandas (tres para el año 1 y tres para el año 2), pero es el entendimiento del equipo verificador que de hecho se apilan 8 bandas durante este paso (4 para cada año).</p> <p>Tercero, no se incluye el paso de corrección geométrica bajo los pasos de pre-procesamiento.</p> <p>Cuarto, el nivel de cobertura máximo de nubes utilizado para descargar las imágenes de satélite ahí descrito no coincide con el nivel descrito en otras secciones del reporte y discutido con los funcionarios del Ideam durante la visita de sitio.</p>		
SAC 3	SAC Menor	<p>Requisito: <i>Outline Papers I:</i> Permitir la reconstrucción de las reducciones de emisiones notificadas, como el cambio en la deforestación en comparación con el nivel de referencia y el promedio histórico; y validar la consistencia de la metodología utilizada para estimar las reducciones de emisiones en relación con la metodología establecida por Colombia en el desarrollo de su Nivel de Referencia.</p>	El script se entrega anexo a este documento	Después de revisar el informe de ER reenviado, y la documentación anexa al mismo, el equipo verificador ahora puede confirmar que ahora se incluyen los scripts en cuestión, junto con una descripción adecuada de los mismos. Como resultado, esta solicitud de

		<p>Incumplimiento: No se incluye una descripción y acceso a un script utilizado en el proceso en la validación cruzada del mosaico para el año 2015.</p> <p>Evidencia objetiva: En relación al proceso de validación del mapa final y en la validación cruzada del mosaico, el reporte menciona en la pagina 32 que se aplica un script de Python ejecutado en ArcGIS para “producir los informes de control de calidad para cada escena.” Este script no se ha proporcionado como parte del reporte, por lo que el equipo verificador solicita se incluya una referencia y/o acceso al mencionado script en el reporte, y conforme se lo ha hecho con los demás scripts utilizados.</p>		acción correctiva ahora se puede cerrar.
CL 1	CL	<p>Requisito: Outline Papers: Permitir la reconstrucción de las reducciones de emisiones notificadas, como el cambio en la deforestación en comparación con el nivel de referencia y el promedio histórico; y validar la consistencia de la metodología utilizada para estimar las reducciones de emisiones en relación con la metodología establecida por Colombia en el desarrollo de su Nivel de Referencia.</p> <p>Incumplimiento: Se necesita clarificación entorno a algunos de los insumos y pasos seguidos con respecto a la elección y pre-clasificación de imágenes llevadas a cabo durante el análisis.</p> <p>Evidencia objetiva: El reporte de reducción de emisiones 2015 menciona que, “Cuando los datos Landsat no proveen una cobertura libre de nubes</p>	La evidencia objetiva para este requisito será enviada en los próximos días.	Después de revisar el informe de ER reenviado, el equipo verificador ahora puede confirmar que se han clarificado los insumos y pasos seguidos con respecto a la elección y pre-clasificación de imágenes utilizadas para el análisis. Como resultado, esta solicitud de acción correctiva ahora se puede cerrar.

		<p>suficiente, se aplica un procedimiento para complementar el conjunto de imágenes con otras incluyendo las provenientes de CBERS, RapidEye, ASTER y Sentinel 2.” Sin embargo, no esta claro, ni se te tiene evidencia, de que los proponentes del proyecto hayan utilizado estas otras fuentes de imágenes para llevar a cabo el análisis para el 2015, por lo que se solicita clarificación sobre este punto.</p>		
CL 2	CL	<p>Requisito: <i>Outline Papers:</i> Permitir la reconstrucción de las reducciones de emisiones notificadas, como el cambio en la deforestación en comparación con el nivel de referencia y el promedio histórico; y validar la consistencia de la metodología utilizada para estimar las reducciones de emisiones en relación con la metodología establecida por Colombia en el desarrollo de su Nivel de Referencia.</p> <p>Incumplimiento: Para los procesos de control de calidad, y específicamente el de la verificación visual de los cambios detectados, no es evidente ni se encuentran descripciones de cómo se llevan a cabo los sub-pasos claves de estos procesos.</p> <p>Evidencia objetiva: Específicamente, el equipo verificador no ha tenido acceso al <i>Formato de Inventario de imágenes adquiridas y pre-procesamiento</i>, mencionado en la pagina 30 del reporte, ni se incluye un anexo o una referencia con respecto a donde se puede acceder a esta herramienta.</p> <p>De igual manera, se hace referencia a un <i>formato de control de procesos</i> y a una <i>metodología de recolección de datos</i>, en la pagina 31 del reporte,</p>		<p>Los siguientes documentos fueron compartidos con el equipo verificador durante la visita de sitio en las oficinas del Ideam:</p> <p>Control_procesos_Def_2015.xlsx Imágenes_Landsat_2015.xlsx Procesos_QC_2015_.xlsx</p> <p>Como resultado, esta clarificación se cierra y no hace falta una respuesta por parte de los proponentes de proyecto.</p>

		<p>pero el equipo verificador no ha tenido acceso a estos documentos/herramientas tampoco.</p> <p>El equipo verificador solicita acceso a estos documentos/herramientas claves para comprobar su uso y funcionalidad a través del análisis para la determinación de reducciones de emisiones para el año 2015.</p>		
	OBS 1	Para la ejecución de la validación temática El equipo de verificación recomienda que se considere más la expansión del tamaño de la muestra para las clases de deforestación dentro de los límites prácticos.		
	OBS 2	El equipo de verificación recomienda que el equipo IDEAM / MADS continúe explorando el uso de datos de alta resolución espacial (es decir, resolución 1-10m) para la recolección de datos de referencia en futuras evaluaciones.”		
	OBS 3	En la evaluación de exactitud, El equipo de verificación recomienda incluir este paso más formalmente en una hoja de cálculo de cálculos dedicada (por ejemplo, hoja de cálculo en "Calculos_15_Completos.xlsx"). Esto aumentará la transparencia y proporcionará un seguimiento de este cálculo entre analistas y escritores técnicos, así como proporcionar un registro a largo plazo de este cálculo clave. La anotación de las hojas del cálculo final (como se muestra en el paso 14) también pueden proporcionar un enlace informativo directo entre los cálculos y la presentación de informes, lo que también mejoraría la transparencia del proceso.	De acuerdo al consolidado de datos incluido en el drive compartido con el equipo de verificación, esta hoja de cálculo ya fue incluida, por favor verificar la necesidad de este requerimiento	

OBS 4	El equipo verificador recomienda la Incorporación de análisis y resultados de incertidumbre agregada al analizar la diferencia entre un FREL establecido y las emisiones de deforestación durante un determinado periodo de evaluación, conforme los procedimientos establecidos en el Global Forest Observations Initiative: Methods and Guidance Document Edition 2.0	Aunque esta incertidumbre agregada no está en este informe 2015, será incorporada en reportes posteriores de acuerdo a la hoja de ruta establecida. De todos modos resaltamos que su no inclusión no incide directamente en la estimación de emisiones por deforestación bruta.	
OBS 5	El equipo verificador recomienda que los reportes finales de reducciones de emisiones se publiquen en la web y que se puedan acceder gratuitamente en línea. También se recomienda facilitar la discusión pública sobre los reportes y considerar un periodo de un mes de periodo para recibir comentarios públicos.		
OBS 6	El equipo verificador recomienda que se amplíen considerablemente las descripciones y pasos metodológicos relacionados con los scripts y plugins utilizados para ciertos procesos claves del análisis para incrementar el conocimiento, permitir la mas fácil recreación y la transparencia de estos procesos automatizados de análisis.	Esta recomendación será implementada en el año 2019 y estará para la revisión de la hoja de ruta año 2017.	El equipo verificador puede confirmar que estas descripciones solicitadas ahora se incluyen en la nueva versión del informe presentado, y/o en la documentación adicional presentada.
OBS 6	El "Área Ajustada", presentada en la Tabla 7, no se describe en el Informe de ER y la fuente de los métodos usados para hacer ajustes de área no está clara. El equipo de verificación recomienda que el equipo REM de Colombia vuelva a examinar si procede a realizar tales ajustes, a proporcionar su justificación, y hacer referencia a los métodos en el Informe de ER, ya que esto mejoraría la exactitud, transparencia e integridad del documento.	Ahora se incluye una descripción en el informe corregido.	El equipo verificador puede confirmar que estas descripciones solicitadas ahora se incluyen en la nueva versión del informe presentado, y/o en la documentación adicional presentada.

	OBS 7	El equipo verificador solicita que se incluya una mas amplia descripción del diseño de muestreo utilizado para la evaluación de precisión en el análisis llevado a cabo.	Ahora se incluye una descripción en el informe corregido.	El equipo verificador puede confirmar que estas descripciones solicitadas ahora se incluyen en la nueva versión del informe presentado, y/o en la documentación adicional presentada.