



# Análisis de desempeño frente a la reducción de la deforestación estimada en el periodo 2014-2018

Proyecto REDD+ CORPOCHIVOR

---

## South Pole

South Pole Carbon Asset Management S.A.S.  
Carrera 46 # 7-59 · Medellín, Colombia  
+57 4 352 44 28 · [info@southpole.com](mailto:info@southpole.com) · <https://www.southpole.com/sp-colombia>



# Detalles

**Preparado para:**

Edison Gutiérrez Melo  
**Fondo Acción**  
Carrera 7 No. 32 - 33, Bogotá, Colombia  
+57 (1) 2853862 ext 135

---

**Preparado por:**

**South Pole Carbon Asset Management S. A. S. (South Pole)**  
Carrera 46 # 7 – 59 Medellín · Colombia  
[southpole.com](http://southpole.com)

**Autor principal:**

Jose Luís González, Especialista SIG  
j.gonzalez@southpole.com

**Revisor técnico:**

Beatriz Zapata, Experta REDD+  
b.zapata@southpole.com

---

**Persona de contacto:**

Beatriz Zapata  
+(574) 352 44 28 · b.zapata@southpole.com ·

---

## Contenido

|          |                              |           |
|----------|------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Introducción</b> .....    | <b>5</b>  |
| <b>2</b> | <b>Objetivo</b> .....        | <b>6</b>  |
| <b>3</b> | <b>Metodología</b> .....     | <b>7</b>  |
| <b>4</b> | <b>Resultados</b> .....      | <b>13</b> |
| <b>5</b> | <b>Conclusiones</b> .....    | <b>21</b> |
| <b>6</b> | <b>Recomendaciones</b> ..... | <b>23</b> |
|          | <b>Anexos</b> .....          | <b>24</b> |

## Lista de Figuras

|                  |   |           |
|------------------|---|-----------|
| <b>Figura 1.</b> | Escenas de Landsat 8 donde se evidencia la alta nubosidad presente en el área de estudio.....   | <b>7</b>  |
| <b>Figura 2.</b> | Mosaico desarrollado con imágenes de Landsat 8 desde la plataforma de GEE, en RGB 321, para la región de referencia. ....   | <b>8</b>  |
| <b>Figura 3.</b> | Clases usadas para la clasificación supervisada desarrollada sobre el mosaico de Landsat 8 .....  | <b>9</b>  |
| <b>Figura 4.</b> | Valor Promedio del píxel por cada clase, en cada banda .....  | <b>9</b>  |
| <b>Figura 5.</b> | Mapa de clasificación de bosque/no bosque para el año 2018, con el proceso de post-clasificación mediante inspección visual con una imagen de alta resolución para la clase de “Sin Información”. ....  | <b>11</b> |
| <b>Figura 6.</b> | Deformación hacia la derecha (achatación) de la capa de cobertura de bosque/no bosque del año 2014 (izquierda) en comparación con la de cobertura bosque/no bosque del año 2015 (derecha); lo cual representaría una pérdida de bosque falsa (Cuadros rojos)..... | <b>13</b> |
| <b>Figura 7.</b> | Procedimiento manual para la superposición correcta entre las capas de cobertura de bosque/no bosque del año 2014 y 2015/2016/2017. ....  | <b>15</b> |
| <b>Figura 8.</b> | Área del cinturón de fugas anterior (contorno amarillo) y cinturón de fugas nuevo (Contorno naranja). ....  | <b>17</b> |
| <b>Figura 9.</b> | Mapa de eventos catastróficos (incendios o cambios antrópicos fuertes) respecto a las capas REDD2017, REDD2018 y Casos Especiales 2017, en el área de referencia del proyecto. ....   | <b>18</b> |

## Lista de Tablas

|                 |   |           |
|-----------------|---|-----------|
| <b>Tabla 1.</b> | Escenas de Landsat 8 inicialmente planteadas .....  | <b>7</b>  |
| <b>Tabla 2.</b> | Relación de clases y su valor del índice de Jeffries-Matusita, indicando la separabilidad de las clases .....                 | <b>9</b>  |
| <b>Tabla 3.</b> | Reclasificación usada para la capa de cobertura de bosque/no bosque del año 2018. ....  | <b>11</b> |
| <b>Tabla 4.</b> | Matriz de confusión para la clasificación de Bosque/No Bosque a partir de verificación con la imagen de alta resolución ..... | <b>12</b> |

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 5.</b> Cobertura de Bosque/No Bosque para los años 2014 a 2018 en las zonas de la región de referencia, cinturón de fugas y área del proyecto. ....                       | 14 |
| <b>Tabla 6.</b> Cobertura de Bosque/No Bosque corregida para el año 2018, entre 2014-2018, en el área del proyecto. ....   | 16 |
| <b>Tabla 7.</b> Cobertura de Bosque/No Bosque entre 2014-2018, en el nuevo cinturón de fugas, creado a partir de un buffer de 2Km respecto al polígono del área del proyecto. .... | 16 |
| <b>Tabla 8.</b> Cobertura de Bosque para los años 2014 a 2018 en las áreas del proyecto y el nuevo cinturón de fugas; distribuido por las zonas de vida de Holdridge. ....         | 19 |

## 1 Introducción

Como parte de la continuidad del proyecto REDD+ asociado a CORPOCHIVOR y Fondo Acción, se debe realizar el monitoreo para el año 2018. Para esto, se debe entender las dinámicas que han pasado a lo largo del periodo de comienzo del proyecto y el hoy en día (2014-2018), por lo cual es necesario la realización de cartografía actualizada asociada a las coberturas boscosas en el área del proyecto, su comparación con el año 2014 en cuanto a la tasa de deforestación y su correspondiente análisis.

A partir de lo anterior, en este documento se explica, la metodología con la cual se creó la capa de cobertura de Bosque-No Bosque para el año 2018, sus implicaciones y los resultados al compararla con el año 2014. Posteriormente, se especifican los valores de tasas de deforestación para las diferentes áreas de interés del proyecto (Región de referencia, Cinturón de fugas y área del proyecto). Con estos datos, se realiza un análisis de desempeño frente a la reducción de la deforestación estimada en el periodo 2014-2018 y se dan las respectivas conclusiones.

## 2 Objetivo

- Generar un mapa de cobertura de Bosque-No Bosque para el año 2018 a partir de una clasificación supervisada en el área de estudio, con validación estadística con una imagen de alta resolución del mismo año.
- Realizar el análisis de deforestación entre el periodo 2014-2018 para el área del proyecto y el cinturón de fugas.

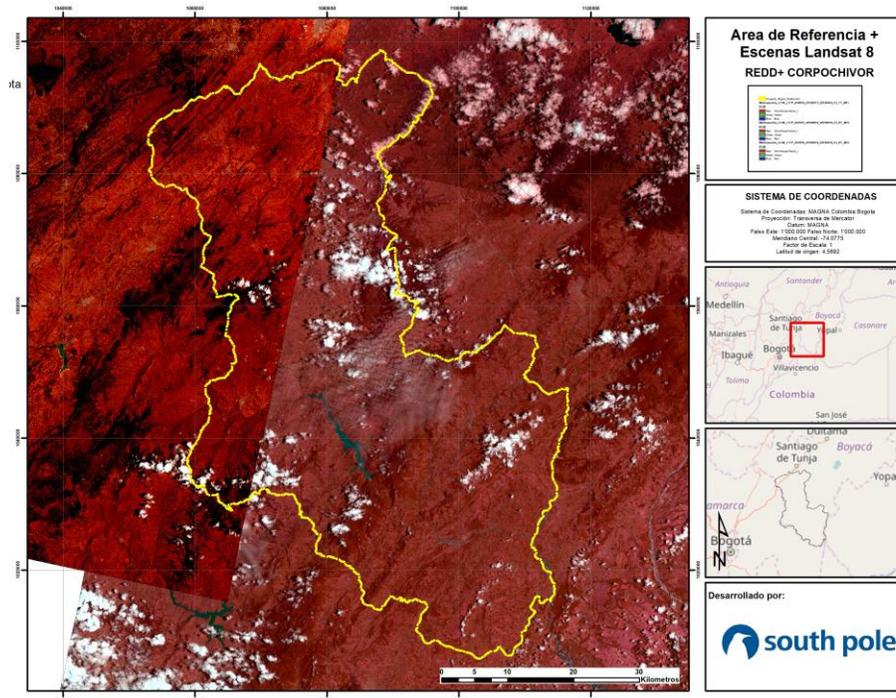
### 3 Metodología

Inicialmente, se planteó el desarrollo de la capa de cobertura de Bosque-No bosque mediante la metodología presente en el “Protocolo de procesamiento digital de imágenes para la cuantificación de la deforestación en Colombia V.2” (documento elaborado por Galindo *et al*, 2014).<sup>1</sup> Con esto, se procedió a la búsqueda de escenas de Landsat 8, en donde se encontraron las tres mejores escenas en cuanto a valoración de nubosidad que cubrieron la totalidad del área de estudio (Tabla 1).

**Tabla 1.** Escenas de Landsat 8 inicialmente planteadas

| Escenas Landsat 8                  |
|------------------------------------|
| LC08_L1TP_007056_20180918_20180918 |
| LC08_L1TP_007057_20180918_20180918 |
| LC08_L1TP_008056_20180317_20180403 |

Esta imagen se procesó según los lineamientos dados en la metodología de Galindo *et al*, 2014, el cual recomienda el uso del software Classlite V3.3. Con esto se realizó la conversión de los datos a superficie de reflectancia y se procedió al enmascaramiento de nubes y agua, en donde, visualmente se obtiene una muy alta nubosidad, que enmascara más del 30 % del área de estudio (Figura 1).

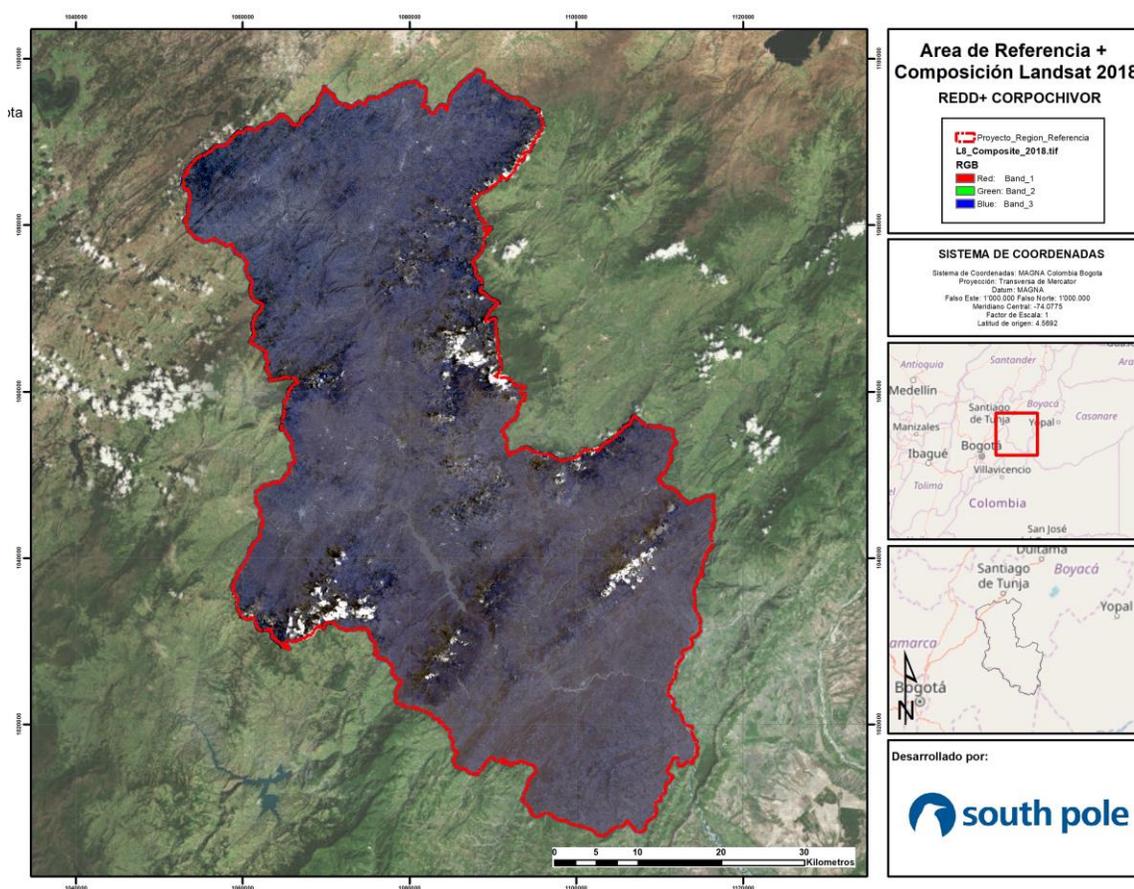


**Figura 1.** Escenas de Landsat 8 donde se evidencia la alta nubosidad presente en el área de estudio.

<sup>1</sup> Galindo G., Espejo O. J., Rubiano J. C., Vergara L. K., Cabrera E., 2014. Protocolo de procesamiento digital de imágenes para la cuantificación de la deforestación en Colombia. V 2.0. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. Bogotá D.C., Colombia.

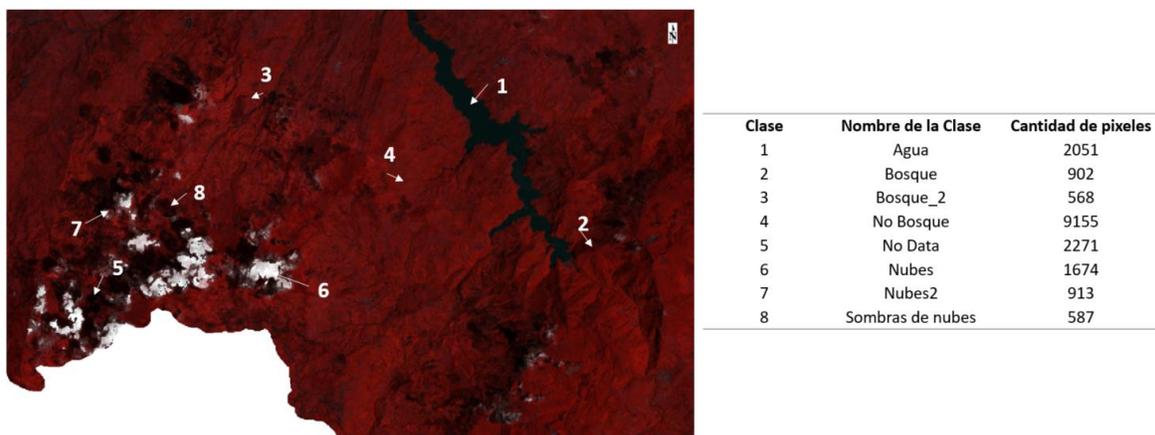
A raíz de lo anterior, se propone usar otra forma de obtener un mosaico con menos afectación por nubosidad, con lo cual se usa la plataforma en línea de Google Earth Engine API (GEE), dentro de la que se cuenta con el algoritmo de “*ee.Algorithms.Landsat.simpleComposite*”, el cual permite la creación de un mosaico compuesto, que calcula la mediana de todos los píxeles del periodo de tiempo planteado, y logra así una disminución en la nubosidad. A su vez este algoritmo realiza la corrección atmosférica, llevando la información a reflectancia captada por el sensor al tope de la atmosfera (Corrección TOA, *Top of Atmospheric*). Particularmente, para el área de estudio, el mosaico realizado usa imágenes con las siguientes características (Figura 2):

- Imágenes de Landsat 8, Colección 1, Tier 1 (LANDSAT/LC08/C01/T1) (Con corrección geométrica y radiométrica)
- Filtro por nubosidad de hasta 40 %
- Fechas entre el 2017-09-01 y 2018-10-01, para un total de 23 imágenes generadas (Anexo 1)



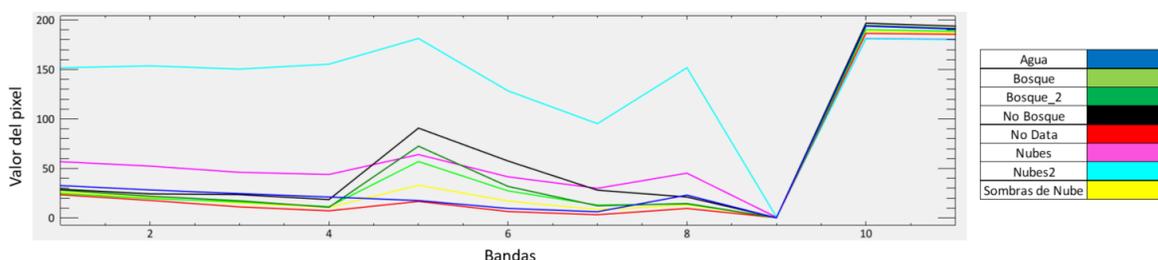
**Figura 2.** Mosaico desarrollado con imágenes de Landsat 8 desde la plataforma de GEE, en RGB 321, para la región de referencia.

Posterior a esto, se generan una serie de semillas o Regiones de Interés (ROI, *Region Of Interest*) asociadas a un total de siete clases (Figura 3). Es de destacar que estas clases fueron corroboradas a partir de un análisis histórico de las coberturas de Bosque-No Bosque estable desde el año 2000 hasta el 2016 del IDEAM.



**Figura 3.** Clases usadas para la clasificación supervisada desarrollada sobre el mosaico de Landsat 8

A su vez, los valores espectrales asociados por banda se presentan en la Figura 4. En cuanto al criterio de separabilidad de las clases se tiene un valor de 1.60 a 2 en el índice de Jeffrey-Matusita (Tabla 2).



**Figura 4.** Valor Promedio del píxel por cada clase, en cada banda

**Tabla 2.** Relación de clases y su valor del índice de Jeffries-Matusita, indicando la separabilidad de las clases

| Relación de clases                       | Valor Índice de Jeffries-Matusita |
|--|-----------------------------------|
| NoData (ROIS_2) and Sombras (ROIS_2)     | 1,6018                            |
| Bosque_2 (ROIS_2) and Sombras (ROIS_2)   | 1,8069                            |
| Bosque_2 (ROIS_2) and No Bosque (ROIS_2) | 1,9555                            |
| Bosque (ROIS_2) and Bosque_2 (ROIS_2)    | 1,9582                            |
| Bosque (ROIS_2) and No Bosque (ROIS_2)   | 1,9681                            |
| Nubes (ROIS_2) and Nubes2 (ROIS_2)       | 1,9862                            |
| Bosque (ROIS_2) and Sombras (ROIS_2)     | 1,9867                            |
| Bosque_2 (ROIS_2) and NoData (ROIS_2)    | 1,9873                            |

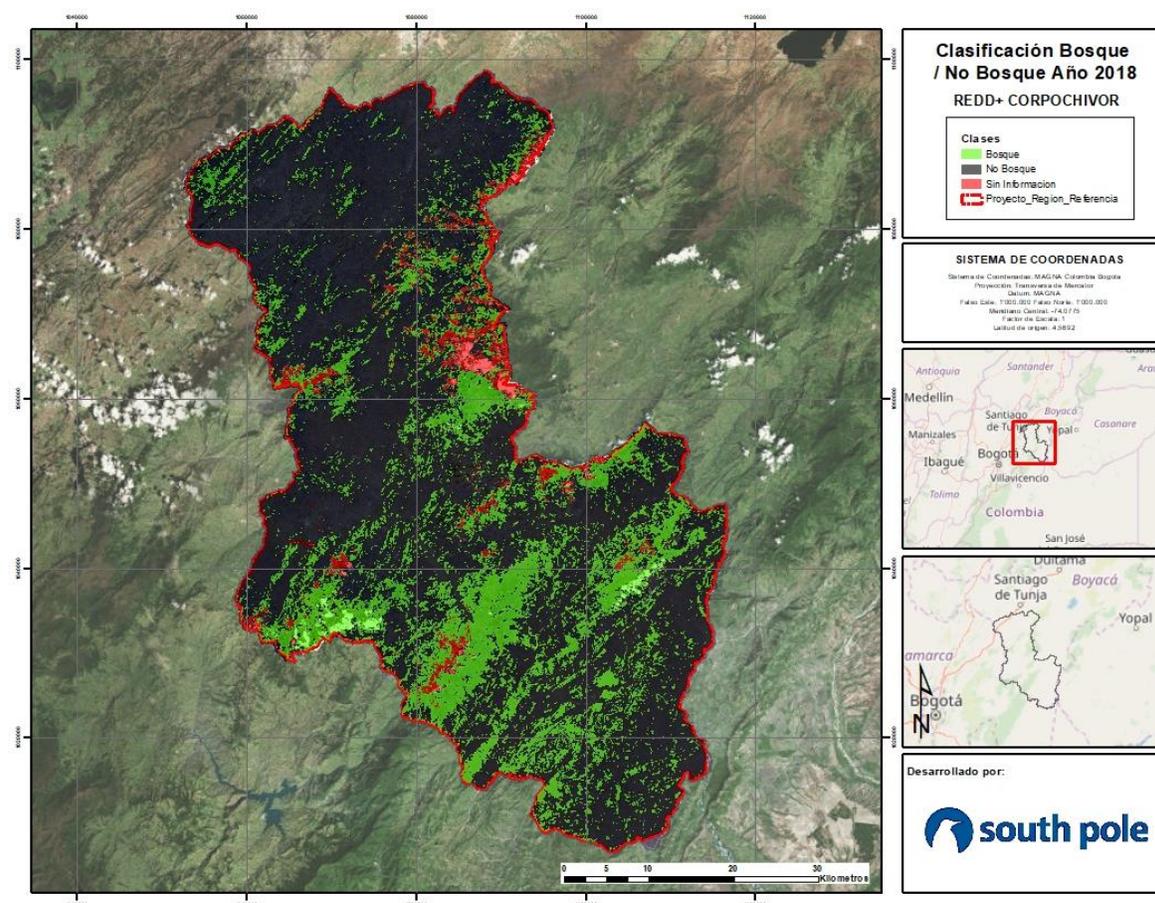
| Relación de clases                      | Valor Índice de Jeffries-Matusita |
|---|-----------------------------------|
| Bosque (ROIS_2) and NoData (ROIS_2)     | 1,9955                            |
| Nubes2 (ROIS_2) and Sombras (ROIS_2)    | 1,9969                            |
| NoData (ROIS_2) and Nubes2 (ROIS_2)     | 1,9977                            |
| Bosque_2 (ROIS_2) and Nubes2 (ROIS_2)   | 1,9996                            |
| Agua (ROIS_2) and Sombras (ROIS_2)      | 1,9996                            |
| No Bosque (ROIS_2) and Nubes (ROIS_2)   | 1,9997                            |
| No Bosque (ROIS_2) and Sombras (ROIS_2) | 1,9998                            |
| Agua (ROIS_2) and Bosque_2 (ROIS_2)     | 1,9999                            |
| Bosque_2 (ROIS_2) and Nubes (ROIS_2)    | 2,0000                            |
| Agua (ROIS_2) and No Bosque (ROIS_2)    | 2,0000                            |
| Agua (ROIS_2) and NoData (ROIS_2)       | 2,0000                            |
| Bosque (ROIS_2) and Nubes2 (ROIS_2)     | 2,0000                            |
| Agua (ROIS_2) and Bosque (ROIS_2)       | 2,0000                            |
| Bosque (ROIS_2) and Nubes (ROIS_2)      | 2,0000                            |
| Nubes (ROIS_2) and Sombras (ROIS_2)     | 2,0000                            |
| Agua (ROIS_2) and Nubes2 (ROIS_2)       | 2,0000                            |
| No Bosque (ROIS_2) and NoData (ROIS_2)  | 2,0000                            |
| No Bosque (ROIS_2) and Nubes2 (ROIS_2)  | 2,0000                            |
| NoData (ROIS_2) and Nubes (ROIS_2)      | 2,0000                            |
| Agua (ROIS_2) and Nubes (ROIS_2)        | 2,0000                            |

Con estas semillas se procede a realizar la clasificación mediante el algoritmo de “*Support Vector Machine*”. Es de destacar que para la clasificación se usaron las bandas Rojo, Infrarojo cercano, y SWIR 1 y 2; según la metodología del IDEAM, y a su vez porque estas muestran una diferenciación más marcada (Bandas 4-5-6-7 en la Figura 4). A esta clasificación generada se le realiza un filtro tipo “*majority*”, de ocho por ocho (8x8) en el software ArcGIS. A su vez, esta clasificación se llevó a formato vector y aplicó la eliminación por fusión de los polígonos menores a una hectárea (Herramienta “*Eliminate*” en ArcGIS). Con esto se cumple el criterio de bosque propuesto por el IDEAM en 2011. A su vez, se genera una reclasificación en tres clases principales: Bosque, No Bosque y Sin Información (Tabla 3).

**Tabla 3.** Reclasificación usada para la capa de cobertura de bosque/no bosque del año 2018.

| Nombre de la Clase | Reclasificación |
|--------------------|-----------------|
| Agua               | No Bosque       |
| Bosque             | Bosque          |
| Bosque_2           | Bosque          |
| No Bosque          | No Bosque       |
| No Data            | Sin Información |
| Nubes              | Sin Información |
| Nubes 2            | Sin Información |
| Sombras de Nube    | Sin Información |

Posteriormente, se desarrolló un proceso de inspección visual usando como apoyo un mosaico de imágenes de alta resolución del año 2018 entregado por CORPOCHIVOR sólo para la clase de “Sin información”; obteniendo el mapa de clasificación de bosque/no bosque para el año 2018 (Figura 5). Con esto se logró pasar de 22.068,47 ha a 10.159,65 ha con información de bosque/no bosque.



**Figura 5.** Mapa de clasificación de bosque/no bosque para el año 2018, con el proceso de post-clasificación mediante inspección visual con una imagen de alta resolución para la clase de “Sin Información”.

Para determinar el ajuste de la clasificación de toda el área de referencia, se realizó una matriz de confusión. Para esto, se tomaron 384 puntos, con los cuales se logra evaluar un error máximo del 5%, y nivel de confianza del 95%. Estos puntos se evalúan desde la imagen de alta resolución del año 2018 (Tabla 4).

**Tabla 4.** Matriz de confusión para la clasificación de Bosque/No Bosque a partir de verificación con la imagen de alta resolución

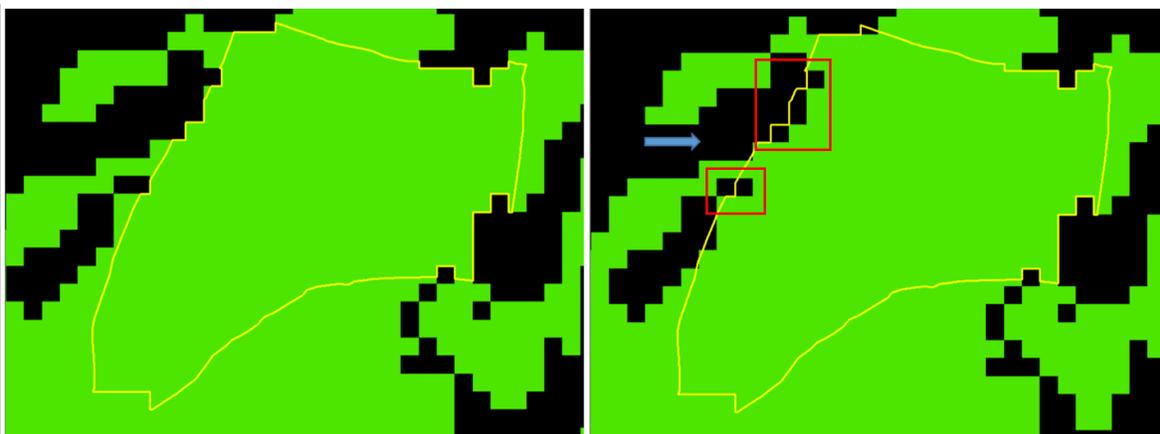
| Clase                               | No Bosque | Bosque | Total | Error de Comisión (Usuario) | Kappa |
|-------------------------------------|-----------|--------|-------|-----------------------------|-------|
| <b>No Bosque</b>                    | 249       | 32     | 2841  | 88,61%                      | -     |
| <b>Bosque</b>                       | 32        | 71     | 103   | 68,93%                      | -     |
| <b>Total</b>                        | 281       | 103    | 384   | 0                           | -     |
| <b>Error de Omisión (Productor)</b> | 88,61%    | 68,93% | 0     | 83,33%                      | -     |
| <b>Kappa</b>                        | -         | -      | -     | -                           | 0,575 |

Con esta capa desarrollada para el año 2018, se procede a realizar el análisis de deforestación del periodo 2014-2018, siendo la capa del 2014 desarrollada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Este análisis se realiza para las tres (3) zonas de interés en el proyecto REDD+: el área del proyecto, cinturón de fugas y área de referencia.

## 4 Resultados

En la Tabla 5 se tiene los valores en hectáreas asociados a las clases de bosque y no bosque para las zonas del área de referencia, el cinturón de fugas y el área del proyecto.

En esta tabla se destaca que para el área del proyecto se presenta un cambio entre el año 2014 y el año 2015 en la región de referencia, cinturón de fugas y áreas del proyecto de 479,22 ha, 243,43 ha y 81,79 ha, respectivamente; mientras que entre 2015 y 2016 es de 30,48 ha, 28,89 ha y 0,23 ha, respectivamente. Al verificar de manera espacial porque se da este cambio específicamente entre 2014 y 2015 se evidencia que en el momento en que se definió el polígono del área del proyecto se usó una imagen de cobertura de bosque/no bosque del 2014 que se encuentra deformada respecto a las imágenes de cobertura de bosque/no bosque del año 2015, 2016 y 2017. Entonces, se genera un desplazamiento en la forma de la clasificación, dando que no se superpongan correctamente las zonas de bosque/no bosque entre el 2014 y 2015/2016/2017 (Figura 6). Por esto, se presenta estas diferencias elevadas, en todas las tres (3) zonas, entre 2014 y 2015/2016/2017.

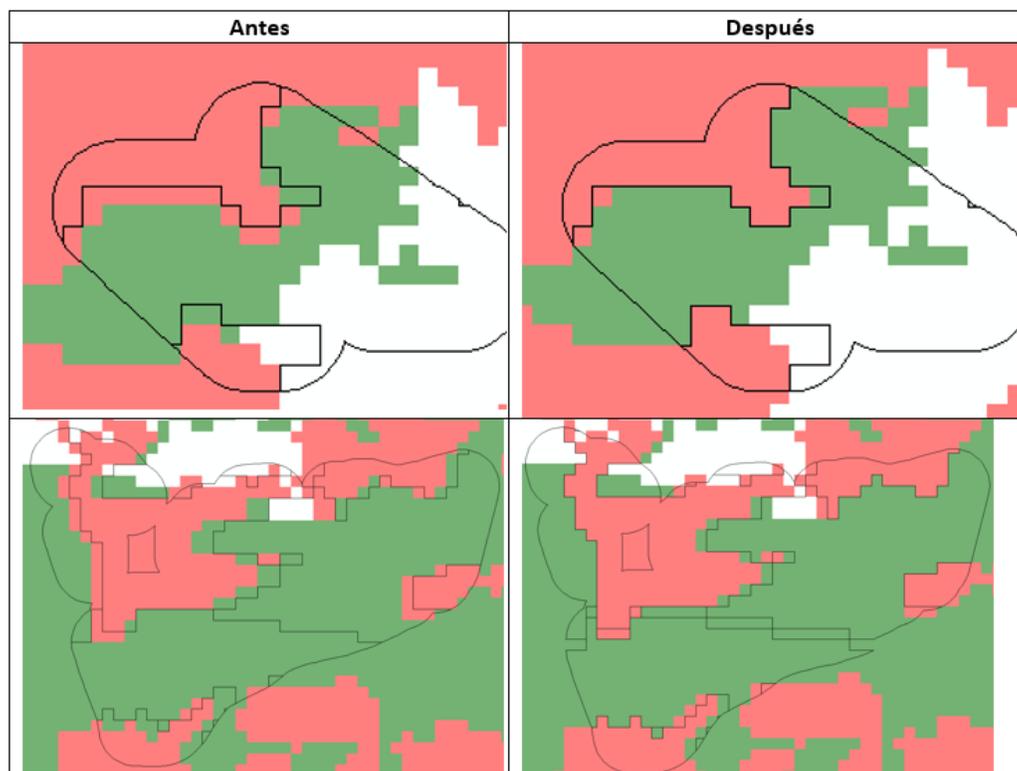


**Figura 6.** Deformación hacia la derecha (achataamiento) de la capa de cobertura de bosque/no bosque del año 2014 (izquierda) en comparación con la de cobertura bosque/no bosque del año 2015 (derecha); lo cual representaría una pérdida de bosque falsa (Cuadros rojos).

A partir de estas diferencias anteriormente nombradas, se planteó el desarrollo de una metodología de corrección manual (Desplazamiento de los polígonos de manera manual para su correcta superposición en las capas 2015/2016/2017, exclusivamente sobre el área del proyecto) (Figura 7). A su vez, en las zonas donde no se pudo realizar la modificación anterior, se procedió a reclasificar los píxeles en la categoría “Sin Información”; cambiando un total de 56,45 ha.

**Tabla 5.** Cobertura de Bosque/No Bosque para los años 2014 a 2018 en las zonas de la región de referencia, cinturón de fugas y área del proyecto.

| Zona                        | Área total menos "Sin Información" (ha) | Año  | Bosque (ha) | % Área de Bosque | Área de No Bosque (ha) | % Área de No Bosque | Tasa de deforestación anual | Tasa de deforestación 2014-2018 |
|-----------------------------|---|------|-------------|------------------|------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| <b>Región de referencia</b> | 282.424,69                              | 2014 | 53.777,93   | 19,04%           | 228646,77              | 80,96%              | -                           | -3,627                          |
|                             |   | 2015 | 53.298,71   | 18,87%           | 229125,98              | 81,13%              | 0,90                        |                                 |
|                             |   | 2016 | 53.268,23   | 18,86%           | 229156,46              | 81,14%              | 0,06                        |                                 |
|                             |   | 2017 | 57.213,94   | 20,26%           | 225210,75              | 79,74%              | -7,15                       |                                 |
|                             |   | 2018 | 64.471,66   | 22,83%           | 217953,03              | 77,17%              | -11,94                      |                                 |
| <b>Cinturón de fugas</b>    | 123.184,83                              | 2014 | 37.600,27   | 31,02%           | 83619,35               | 68,98%              | -                           | -1,966                          |
|                             |   | 2015 | 37.356,57   | 30,82%           | 83863,05               | 69,18%              | 0,63                        |                                 |
|                             |   | 2016 | 37.327,68   | 30,79%           | 83891,94               | 69,21%              | 0,07                        |                                 |
|                             |   | 2017 | 38.010,51   | 31,36%           | 83209,11               | 68,64%              | -1,74                       |                                 |
|                             |   | 2018 | 41.483,96   | 34,22%           | 79735,66               | 65,78%              | 0,56                        |                                 |
| <b>Área del proyecto</b>    | 790,97                                  | 2014 | 795,21      | 100,00%          | 0,00                   | 0,00%               | -                           | 0,530                           |
|                             |   | 2015 | 713,42      | 89,71%           | 81,79                  | 10,29%              | 10,85                       |                                 |
|                             |   | 2016 | 713,19      | 89,69%           | 82,02                  | 10,31%              | 0,03                        |                                 |
|                             |   | 2017 | 712,25      | 89,57%           | 82,96                  | 10,43%              | 0,13                        |                                 |
|                             |   | 2018 | 774,40      | 97,38%           | 20,81                  | 2,62%               | -8,37                       |                                 |



**Figura 7.** Procedimiento manual para la superposición correcta entre las capas de cobertura de bosque/no bosque del año 2014 y 2015/2016/2017.

Otro aspecto a destacar es la clasificación generada para el año 2018 y su comparación con los demás años, en donde se presenta en 2017 un total de 712,25 ha y en 2018 774,40 ha de bosque, generando un cambio de 32,15 ha en un (1) año. Con esto, se procedió a mirar en detalle la clasificación en esta área del proyecto, y se evidenció que la clasificación de bosque/no bosque del año 2018, debido a la escala 1:100.000, en contraste con las áreas del proyecto (930 ha aproximadamente, de las cuales 790,97 ha tienen información) no corresponden adecuadamente. Para esto, se realizó una inspección visual de la clasificación con un mosaico de alta resolución (3x3 m) del año 2018, entregada por CORPOCHIVOR.

Con estas modificaciones anteriores para todos los años, en el área del proyecto, se generan la Tabla 6.

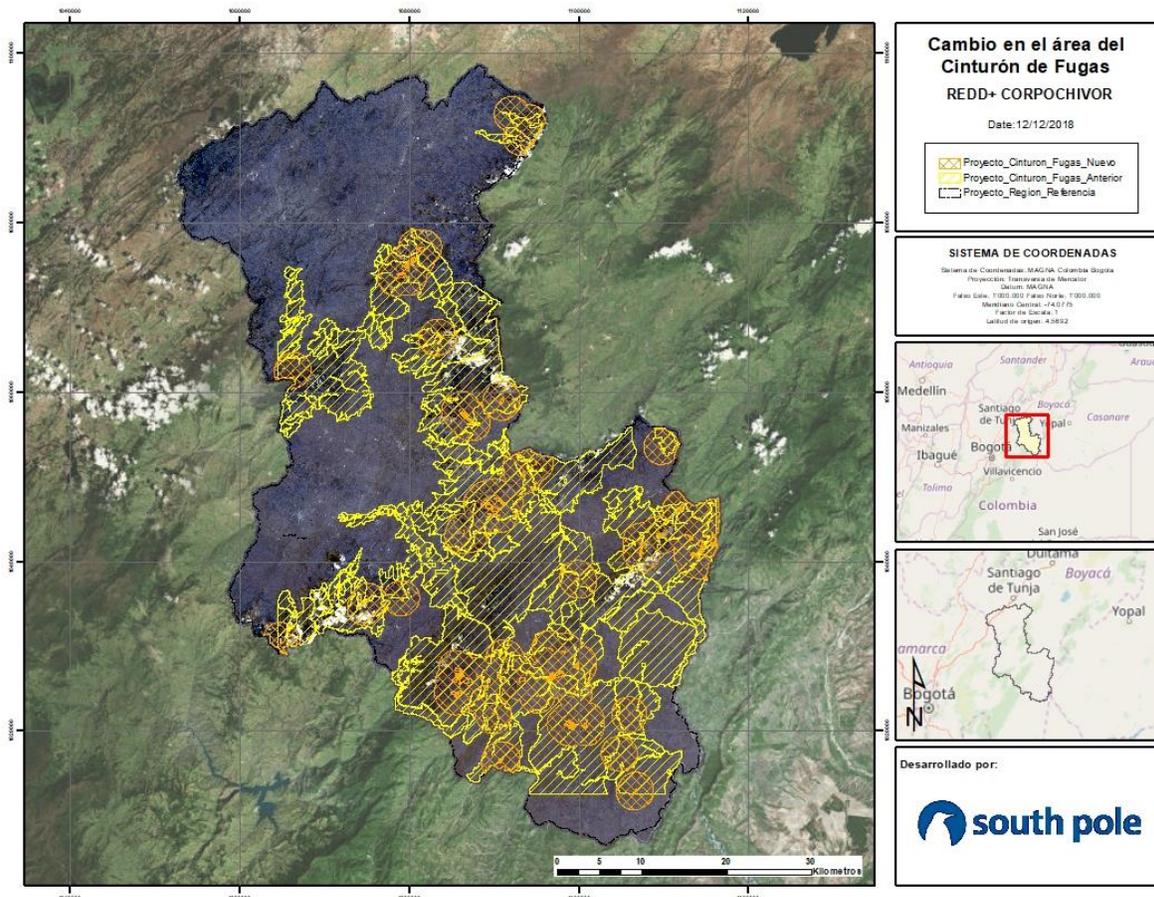
Respecto al cinturón de fugas, el equipo del proyecto decidió realizar un cambio en este polígono, asumiendo un buffer de 2 km respecto al área del proyecto. Con este cambio, se pasó de un área de 142.311,51 ha a 57.306,05 ha (Reduciendo el área en un 59,73%) (Figura 8) y por tanto, se procedió a realizar nuevamente la tabla anterior (Tabla 7). Es de destacar que para el cambio entre 2017/2018 se presenta un aumento de más del 3% en la cobertura del bosque, asociado al cambio de metodologías. Para esta área del cinturón de fugas no se realizó la inspección visual.

**Tabla 6.** Cobertura de Bosque/No Bosque corregida para el año 2018, entre 2014-2018, en el área del proyecto.

| Zona                     | Área total menos "Sin Información" (ha) | Año  | Bosque (ha) | % Área de Bosque | Área de No Bosque (ha) | % Área de No Bosque | Tasa de deforestación anual | Tasa de deforestación 2014-2018 |
|--------------------------|---|------|-------------|------------------|------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| <b>Área del proyecto</b> | 717,95                                  | 2014 | 717,95      | 100,00%          | 0,00                   | 0,00%               | -                           | 0,393                           |
|                          |   | 2015 | 708,46      | 98,68%           | 9,49                   | 1,32%               | 1,33                        |                                 |
|                          |   | 2016 | 707,64      | 98,56%           | 10,31                  | 1,44%               | 0,12                        |                                 |
|                          |   | 2017 | 706,77      | 98,44%           | 11,18                  | 1,56%               | 0,12                        |                                 |
|                          |   | 2018 | 703,99      | 98,06%           | 13,96                  | 1,94%               | 0,39                        |                                 |

**Tabla 7.** Cobertura de Bosque/No Bosque entre 2014-2018, en el nuevo cinturón de fugas, creado a partir de un buffer de 2Km respecto al polígono del área del proyecto.

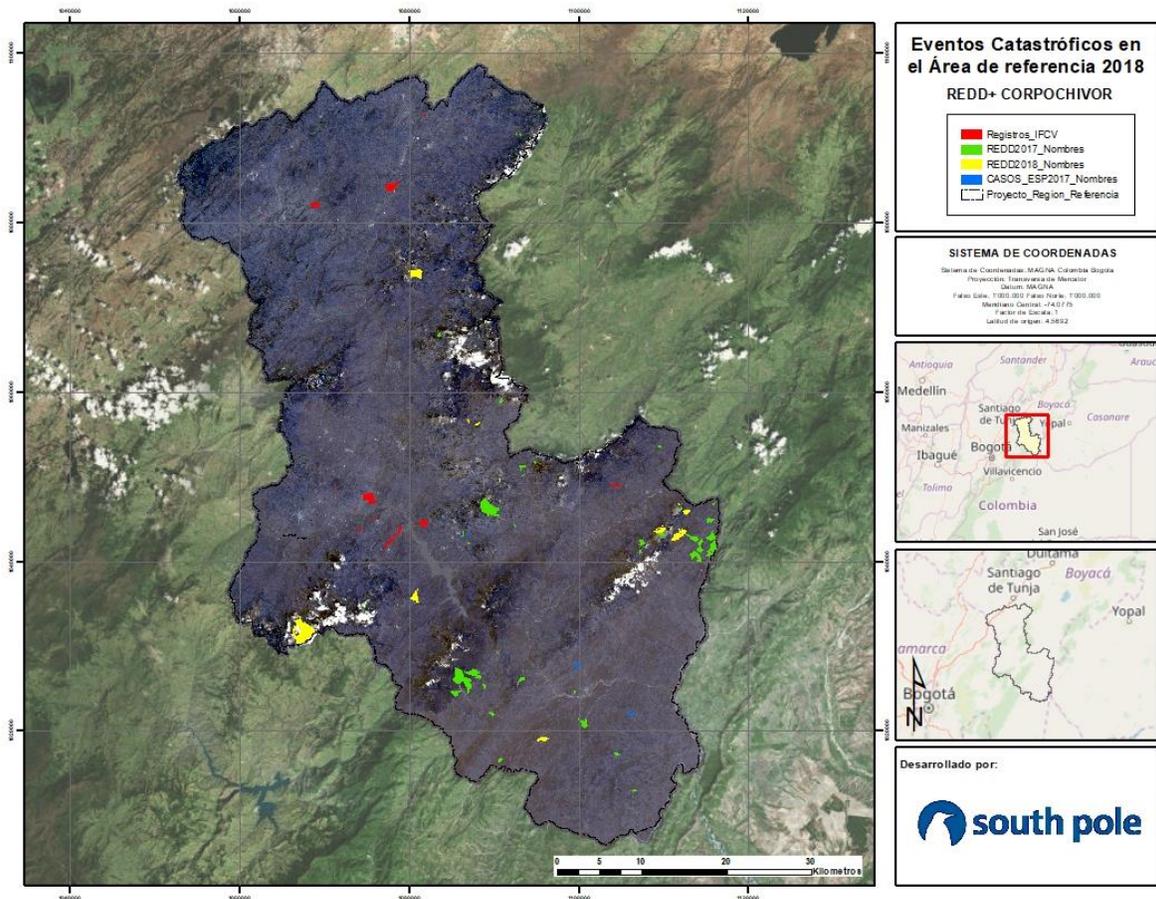
| Zona   | Área total menos "Sin Información" (ha) | Año  | Bosque (ha) | % Área de Bosque | Área de No Bosque (ha) | % Área de No Bosque | Tasa de deforestación anual | Tasa de deforestación 2014-2018 |
|--|---|------|-------------|------------------|------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| <b>Cinturón de fugas 2 Km Buffer Área Proyecto</b> | 49776,03                                | 2014 | 15.432,29   | 31,00%           | 34.343,74              | 69,00%              | -                           | -1,810                          |
|  |   | 2015 | 15.357,94   | 30,85%           | 34.418,10              | 69,15%              | 0,097                       |                                 |
|  |   | 2016 | 15.334,00   | 30,81%           | 34.442,03              | 69,19%              | 0,031                       |                                 |
|  |   | 2017 | 15.344,85   | 30,83%           | 34.431,18              | 69,17%              | -0,014                      |                                 |
|  |   | 2018 | 16.894,41   | 33,94%           | 32.881,63              | 66,06%              | -1,924                      |                                 |



**Figura 8.** Área del cinturón de fugas anterior (contorno amarillo) y cinturón de fugas nuevo (Contorno naranja).

Con estas capas de coberturas de bosque/no bosque finales para el intervalo 2014/2018, y las áreas del proyecto y el cinturón de fugas definidas, se procede a realizar las mismas tablas anteriores (Tabla 6 y Tabla 7), pero con la variación exclusiva de la cobertura de bosque intersectada con la capa de zonas de vida de Holdridge del año 2012, entregada por CORPOCHIVOR (Tabla 8).

Un ejercicio adicional desarrollado fue la verificación tanto en el área de referencia, como también en las nuevas áreas para 2018 (Shapefiles REDD 2017, REDD 2018 y Casos especiales 2017, entregados por CORPOCHIVOR) en relación con registros de eventos catastróficos (Incendios o cambios antrópicos fuertes) que pudieran generar cambios abruptos en las coberturas del suelo. Esto se desarrolló intersectando los shapefiles nombrados anteriormente junto con un shapefile denominado “Registros\_IFCV.shp”, entregado por CORPOCHIVOR, obteniendo que ningún área se encuentra ligada a este tipo de eventos (Figura 9).



**Figura 9.** Mapa de eventos catastróficos (incendios o cambios antrópicos fuertes) respecto a las capas REDD2017, REDD2018 y Casos Especiales 2017, en el área de referencia del proyecto.

**Tabla 8.** Cobertura de Bosque para los años 2014 a 2018 en las áreas del proyecto y el nuevo cinturón de fugas; distribuido por las zonas de vida de Holdridge.

| Zona              | Clase                          | 2014          |                | 2015          |                | 2016          |                | 2017          |                | 2018          |                |
|-------------------|--------------------------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
|                   |                                | Área (ha)     | % del Área     |
| Área del Proyecto | Bosque Húmedo Montano          | 0,00          | 0,00%          | 0,00          | 0,00%          | 0,00          | 0,00%          | 0,00          | 0,00%          | 0,00          | 0,00%          |
|                   | Bosque Húmedo Montano Bajo     | 174,32        | 24,28%         | 170,93        | 24,13%         | 170,84        | 24,14%         | 171,11        | 24,21%         | 172,76        | 24,54%         |
|                   | Bosque Húmedo Premontano       | 0,00          | 0,00%          | 0,00          | 0,00%          | 0,00          | 0,00%          | 0,00          | 0,00%          | 0,00          | 0,00%          |
|                   | Bosque Húmedo Tropical         | 62,15         | 8,66%          | 61,35         | 8,66%          | 60,89         | 8,60%          | 61,15         | 8,65%          | 57,28         | 8,14%          |
|                   | Bosque Muy Húmedo Montano      | 7,07          | 0,98%          | 6,98          | 0,98%          | 6,98          | 0,99%          | 6,98          | 0,99%          | 6,86          | 0,97%          |
|                   | Bosque Muy Húmedo Montano Bajo | 205,55        | 28,63%         | 204,23        | 28,83%         | 204,14        | 28,85%         | 202,65        | 28,67%         | 203,08        | 28,85%         |
|                   | Bosque Muy Húmedo Premontano   | 9,69          | 1,35%          | 8,98          | 1,27%          | 8,98          | 1,27%          | 8,98          | 1,27%          | 9,33          | 1,33%          |
|                   | Bosque Muy Húmedo Tropical     | 172,46        | 24,02%         | 170,14        | 24,02%         | 169,96        | 24,02%         | 170,05        | 24,06%         | 169,23        | 24,04%         |
|                   | Bosque Pluvial Montano         | 5,81          | 0,81%          | 5,63          | 0,79%          | 5,63          | 0,80%          | 5,63          | 0,80%          | 5,81          | 0,83%          |
|                   | Bosque Pluvial Premontano      | 80,89         | 11,27%         | 80,22         | 11,32%         | 80,22         | 11,34%         | 80,22         | 11,35%         | 79,63         | 11,31%         |
|                   | Bosque Seco Montano Bajo       | 0,00          | 0,00%          | 0,00          | 0,00%          | 0,00          | 0,00%          | 0,00          | 0,00%          | 0,00          | 0,00%          |
|                   | <b>Área total</b>              | <b>717,95</b> | <b>100,00%</b> | <b>708,46</b> | <b>100,00%</b> | <b>707,64</b> | <b>100,00%</b> | <b>706,77</b> | <b>100,00%</b> | <b>703,99</b> | <b>100,00%</b> |
|                   | Bosque Húmedo Montano          | 74,77         | 0,48%          | 72,11         | 0,47%          | 72,11         | 0,47%          | 79,46         | 0,52%          | 165,68        | 0,98%          |

| Zona                  | Clase                          | 2014             |             | 2015             |             | 2016             |             | 2017             |             | 2018             |             |
|-----------------------|--------------------------------|------------------|-------------|------------------|-------------|------------------|-------------|------------------|-------------|------------------|-------------|
|                       |                                | Área (ha)        | % del Área  |
| Cinturón de fugas 2km | Bosque Húmedo Montano Bajo     | 2.909,99         | 18,86%      | 2.865,41         | 18,66%      | 2.871,16         | 18,72%      | 2.875,43         | 18,74%      | 3.510,65         | 20,78%      |
|                       | Bosque Húmedo Premontano       | 7,74             | 0,05%       | 6,87             | 0,04%       | 6,87             | 0,04%       | 14,42            | 0,09%       | 11,49            | 0,07%       |
|                       | Bosque Húmedo Tropical         | 1.265,68         | 8,20%       | 1.274,85         | 8,30%       | 1.258,46         | 8,21%       | 1.255,82         | 8,18%       | 1.465,85         | 8,68%       |
|                       | Bosque Muy Húmedo Montano      | 315,62           | 2,05%       | 317,43           | 2,07%       | 319,78           | 2,09%       | 319,33           | 2,08%       | 729,51           | 4,32%       |
|                       | Bosque Muy Húmedo Montano Bajo | 3.663,32         | 23,74%      | 3.625,65         | 23,61%      | 3.630,21         | 23,67%      | 3.674,07         | 23,94%      | 3.777,87         | 22,36%      |
|                       | Bosque Muy Húmedo Premontano   | 1.183,39         | 7,67%       | 1.175,87         | 7,66%       | 1.162,25         | 7,58%       | 1.116,76         | 7,28%       | 1.596,50         | 9,45%       |
|                       | Bosque Muy Húmedo Tropical     | 4.134,60         | 26,79%      | 4.147,76         | 27,01%      | 4.139,23         | 26,99%      | 4.129,76         | 26,91%      | 3.630,99         | 21,49%      |
|                       | Bosque Pluvial Montano         | 59,14            | 0,38%       | 58,83            | 0,38%       | 58,83            | 0,38%       | 69,23            | 0,45%       | 46,68            | 0,28%       |
|                       | Bosque Pluvial Premontano      | 1.818,05         | 11,78%      | 1.813,15         | 11,81%      | 1.815,10         | 11,84%      | 1.810,57         | 11,80%      | 1.959,18         | 11,60%      |
|                       | Bosque Seco Montano Bajo       | 0,00             | 0,00%       | 0,00             | 0,00%       | 0,00             | 0,00%       | 0,00             | 0,00%       | 0,00             | 0,00%       |
|                       | <b>Área total</b>              | <b>15.432,29</b> | <b>100%</b> | <b>15.357,94</b> | <b>100%</b> | <b>15.334,00</b> | <b>100%</b> | <b>15.344,85</b> | <b>100%</b> | <b>16.894,41</b> | <b>100%</b> |

## 5 Conclusiones

- Se planteó el desarrollo de una metodología mediante clasificación supervisada usando el algoritmo de SVM y procesos de post clasificación con filtros tipo *majority*, con una imagen compuesta obtenida mediante Google Earth Engine (GEE) entre 2017-09-06 y 2018-09-25; con lo cual se suple los mismos procesos de la metodología del IDEAM, en cuanto al procesamiento de la imagen, para la creación de la capa de cobertura de Bosque-No bosque 2018.
- La clasificación de cobertura de Bosque-No bosque 2018, sin inspección visual, se le realizó una validación estadística con una matriz de confusión, obteniendo un valor de exactitud total de 83,3% y un valor de índice de kappa de 0,575. Esta fue corroborada con un total de 384 puntos con los cuales se logra evaluar un error máximo del 5%, y nivel de confianza del 95%, evaluados sobre una imagen de alta resolución (3x3m) entregada por CORPOCHIVOR.
- En la relación de las coberturas de bosque entre 2014/2018 se presenta un cambio entre el año 2014 y el año 2015 en la región de referencia, cinturón de fugas y áreas del proyecto de 479,22 ha, 243,43 ha y 81,79 ha; mientras que entre 2015 y 2016 es de 30,48 ha, 28,89 ha y 0,23 ha, respectivamente. Al verificar de manera espacial porque se da este cambio específicamente entre 2014 y 2015 se evidencia que en el momento en que se definió el polígono del área del proyecto se usó una imagen de cobertura de bosque/no bosque del 2014 que se encuentra deformada respecto a las imágenes de cobertura de bosque/no bosque del año 2015, 2016 y 2017. Entonces, se genera un desplazamiento en la forma de la clasificación, obteniendo la no superposición correcta de las zonas de bosque/no bosque entre el 2014 y 2015/2016/2017. Por esto, se presenta estas diferencias elevadas, en todas las tres (3) zonas, entre 2014 y 2015/2016/2017.
- A partir de estas diferencias anteriormente nombradas, se planteó el desarrollo de una metodología de corrección manual (Desplazamiento de los polígonos de manera manual para su correcta superposición en las capas 2015/2016/2017, exclusivamente sobre el área del proyecto). A su vez, en las zonas donde no se pudo realizar la modificación anterior, se procedió a reclasificar los píxeles en la categoría “Sin Información”; cambiando un total de 56,45 ha.
- La tasa de deforestación encontrada para el área del proyecto fue de 0.393, dando una pérdida total de 13.96 ha, para un total de 790,96 ha evaluadas entre el periodo de 2014/2018 con las clasificaciones de bosque/no bosque de IDEAM 2014, 2015, 2016 y 2017; y la clasificación de 2018.
- En la clasificación generada para el año 2018 y su comparación con los demás años, en donde se presenta en 2017 un total de 712,25 ha y en 2018 774,40 ha de bosque, generando un cambio de 32,15 ha en un (1) año. Con esto, se procedió a mirar en detalle la clasificación en esta área del proyecto, y se evidenció que la clasificación de bosque/no bosque del año 2018, debido a la escala 1:100.000, en contraste con las áreas del proyecto, no corresponden adecuadamente. Para esto, se realizó una inspección visual de la clasificación con un mosaico de alta resolución (3x3 m) del año 2018, entregada por CORPOCHIVOR; obteniendo un valor total de 703,99 ha asociadas a bosque.
- Se evaluaron solo 790,96 ha, de las 930 ha del área total del proyecto debido a que en las restantes 139,04 ha no se encuentra la información de las coberturas de bosque/no bosque en todos los años; es decir, poseen la clase “Sin Información”. A su vez dentro de esta área no

clasificada se encuentra también asociadas las que no se les pudo desarrollar el desplazamiento manual, las cuales son un total de 56,45 ha.

- Esta modificación realizada para el área del proyecto no se realizó en el área de referencia debido a que es un proceso no sistemático. Se realizó en el área del proyecto debido a que es el área de mayor interés en el proyecto.
- Las diferencias dadas en cuanto a variación de la cobertura de bosque/no bosque entre el 2014 y el 2018 se dan por el hecho de comparar capas con diferentes insumos iniciales para su desarrollo, cambio en el algoritmo, proceso de clasificación, post- clasificación y el no desarrollo de inspección visual para toda el área de referencia.
- En el área de referencia, como también en las nuevas áreas para 2018 (Shapefiles REDD 2017, REDD 2018 y Casos especiales 2017), entregados por CORPOCHIVOR no se encontraron registros de eventos catastróficos (Incendios o cambios antrópicos fuertes) que pudieran generar cambios abruptos en las coberturas del suelo.

## 6 Recomendaciones

- Una inspección visual con la imagen de alta resolución e información secundaria (Coberturas del suelo 2018) en la capa de bosque/no bosque para el año 2018 es de alta utilidad para mejorar la precisión de la clasificación. Aun así, lo ideal es contar con los algoritmos y la forma completa de replicar los procesos de IDEAM para que la información pueda ser más comparable.
- Las diferencias que se presentan al momento de superponer la cobertura de bosque/no bosque del 2014 con 2015/2017 (Todas son de la misma fuente IDEAM), se dan debido a que en el momento de la realización de la capa de 2014 en el desarrollo inicial del proyecto y su respectiva definición del área del proyecto se deformó esta imagen y no empatan correctamente con la información de 2015/2017. Con esto se presenta un desplazamiento en forma que genera falsas pérdidas entre el 2014 y 2015, principalmente. Para esto, se recomienda realizar una nueva línea base con IDEAM y se reajuste los polígonos de las áreas del proyecto.

## Anexos

**Anexo 1.** Imágenes usadas para hacer la composición usada para la clasificación con imágenes Landsat.

| Sensor          | Path | Row      | Fecha    | Bandas |
|-----------------|------|----------|----------|--------|
| Landsat LC08 T1 | 7    | 56       | 20171220 | 12     |
|                 |      |          | 20180105 |        |
|                 |      |          | 20180121 |        |
|                 |      |          | 20180206 |        |
|                 |      |          | 20180222 |        |
|                 |      |          | 20180310 |        |
|                 |      | 20180918 |          |        |
|                 |      | 57       | 20171017 |        |
|                 |      |          | 20180105 |        |
|                 |      |          | 20180121 |        |
|                 |      |          | 20180310 |        |
|                 |      |          | 20180918 |        |
|                 | 8    | 56       | 20170906 |        |
|                 |      |          | 20170922 |        |
|                 |      |          | 20180213 |        |
|                 |      |          | 20180301 |        |
|                 |      |          | 20180317 |        |
|                 |      |          | 20180808 |        |
|                 |      |          | 20180824 |        |
|                 |      |          | 20180925 |        |
|                 |      | 57       | 20170906 |        |
| 20171008        |      |          |          |        |
| 20180317        |      |          |          |        |

